



# PROSIDING

MEMBANGUN DAERAH MELALUI INOVASI DAN  
TEKNOLOGI INFORMASI DALAM MENYONGSONG  
OTORITA DANAU TOBA (ODT) DAN MASYARAKAT  
EKONOMI ASEAN (MEA)



↓ **SNITI 2016**

Rogate Beach Hotel 11-12 November 2016

**Penerbit :**  
**FORUM INTELEKTUAL HARAPAN ANAK NEGERI -**  
**BATAK (IHAN-BATAK)**

Jl. Anyelir No. 3 Komplek Kejaksaan Tanjung Sari – Medan  
Telp. (061) 8367545, +6281396807167  
Website : // [www.ihan-batak.or.id](http://www.ihan-batak.or.id) // Email : [info@ihan-batak.or.id](mailto:info@ihan-batak.or.id)



Didukung Oleh :



# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL INOVASI DAN TEKNOLOGI INFORMASI (SNITI-3)-2016

MEMBANGUN DAERAH MELALUI INOVASI DAN TEKNOLOGI INFORMASI  
DALAM MENYONGSONG OTORITA DANAU TOBA (ODT) DAN  
MASYARAKAT EKONOMI ASEAN (MEA)



DISUSUN OLEH:

PANITIA SEMINAR NASIONAL INOVASI DAN TEKNOLOGI INFORMASI-3  
**FORUM INTELEKTUAL HARAPAN ANAK NEGERI BATAK**

## SUSUNAN DEWAN REDAKSI PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI DAN TEKNOLOGI INFORMASI 2016

Penanggung Jawab	: Ketua Forum IHAN-Batak
Ketua Dewan Redaksi	: Dr. Saronom Silaban, M.Pd (Unimed)
Dewan Penelaah	: Prof. Dr. Wesly Hutabarat, M.Sc (Unimed) Prof. Dr. Bornok Sinaga, M.Pd (Unimed) Prof. Dr. Ramlan Silaban, M.Si (Unimed) Dr. Poltak Sihombing, M.Kom (USU) Dr. Zakarias Situmorang, MT (Unika Medan) Dr. Rahadi Wirawan, M.Si (Univ. Mataram) Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si (UNJ) Dr. Naeklan Simbolon, M.Pd (Unimed) Dr. Tumiur Gultom, M.Si (Unimed) Dr. Mariati Simanjuntak, M.Pd (Unimed) Dr. Betty M. Turnip, M.Pd (Unimed)
Editor Pelaksana	: Dr. Juniastel Rajagukguk, M.Si (Unimed) Dr (Cd) Kammer Sipayung, M.Pd (Univ. Nomensen) Dr. Saronom Silaban, M.Pd (Unimed)
Desain Sampul	: Dr. (Cd) Tonni Limbong, M.Kom (Unika Medan)
Layout	: Ir. Roland Siregar, M.P (Univ. Sisingamangaraja)
Online	: Dr. (Cd) Janner Simarmata, ST., M.Kom (Unimed)

**DAFTAR ISI**

PEMBANGUNAN IPTEK.....	1
Mesdin Simarmata	
PENINGKATAN PERAN AKADEMISI DAN PENELITI DALAM PEMBANGUNAN DAERAH .....	2
Pontas Sinaga	
PENERAPAN METODE TOPSIS PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMA BERAS MISKIN (RASKIN) DI DESA LUMBAN SILINTONG .....	4
Murni Marbun dan Rut Friskila Manurung	
IMPLEMENTASI STEGANOGRAFI UNTUK PENYEMBUNYIAN DATA PADA FILE AUDIO DENGAN METODE PHASE CODING DAN SPREAD SPECTRUM .....	14
Lesteria Panjaitan, Lince Tomoria Sianturi, dan Zekson A. Matondang	
SISTEM PAKAR MENDETEKSI KERUSAKAN HANDPHONE SAMSUNG MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR.....	24
Nuri Andhika Pinem	
METODE GAUSSIAN DAN CONTRAST STRETCHING UNTUK MEMPERBAIKI KUALITAS CITRA DIGITAL.....	29
Jobri Mangalun Gultom; Sinar Sinurat; Pandi Barita N. Simangunsong	
IMPLEMENTASI PENAJAMAN CITRA DENGAN METODE CONTRAST STRETCHING DAN KOMPRESI CITRA MENGGUNAKAN ALGORITMA DEFLATE .....	41
Maya Lestari; Natalia Silalahi; Sinar Sinurat	
IMPLEMENTASI METODE RUN LENGTH ENCODING DAN DEFLATE PADA KOMPRESI CITRA DIGITAL .....	51
Mustika Sari; Sinar Sinurat; Permanan Ginting Munthe	
IMPLEMENTASI METODE <i>PREWITT</i> UNTUK DETEKSI TEPI DAN METODE GAUSSIAN UNTUK PENGHALUSAN CITRA .....	60
Tiomarni Manalu; Sinar Sinurat; Rivalry Kristanto Hondro	
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN SELEKSI TEAM LEADER MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) PADA PT. ISS INDONESIA .....	68
Erixon Andrianus Saruksuk; Natalia Silalahi; Sinar Sinurat	
IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BLOWFISH PADA FILE DAN FOLDER .....	78
Sri Ramadhani, Hery Sunandar, Kennedy Tampubolon	
PERANCANGAN APLIKASI PERBAIKAN KUALITAS CITRA DENGAN METODE <i>GAUSSIAN</i> DAN METODE <i>CANNY</i> .....	87
Perdika Rama Uli Tua Sitompul; Matias Julyus Fika Sirait; Sinar Sinurat	
PERANCANGAN APLIKASI DETEKSI TEPI PADA CITRA DIGITAL DENGAN METODE OPERATOR SOBEL DAN OPERATOR LAPLACIAN OF GAUSSIAN (LOG).....	97
Ridho Fahmi; Sinar Sinurat	
PENERAPAN <i>METODE LEAST SIGNIFICANT BIT</i> DALAM PENYISIPAN PESAN TEKS DAN MENGKOMPRESI CITRA DENGAN ALGORITMA HUFFMAN.....	105
Ade Fitriani; Sony Bahagia Sinaga dan Sinar Sinurat	
OPTIMASI BIAYA TRANSPORTASI HASIL PRODUKSI KELAPA SAWIT PADA PT. PP LONDON SUMATERA INDONESIA TBK MENGGUNAKAN METODE VOGEL'S APPROXIMATION.....	114
Eris Ratih Unzila; Matias Julyus Fika Sirait	
IMPLEMENTASI PENYANDIAN FILE CITRA MENGGUNAKAN ALGORITMA ADVANCE ENCRYPTION STANDARD .....	123
Vifi Afrianti Marpaung dan Sinar Sinurat	
PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DETEKSI TEPI PADA BATIK SASIRANGAN KHAS BANJAR MENGGUNAKAN METODE ROBERT DAN SOBEL .....	134
Wahyuni dan Sinar Sinurat	
PERANCANGAN APLIKASI DETEKSI TEPI CITRA DIGITAL DENGAN METODE OPERATOR <i>PREWITT</i> DAN OPERATOR SOBEL BERBASIS MATLAB .....	143
Joko Syahputra dan Sinar Sinurat	

SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN KACANG TANAH MENGUNAKAN METODE DEMPSTER-SHAFER .....	150
Evi Rida Maha; Sinar Sinurat; Rivalry Kristianto Hondro	
IMPLEMENTASI METODE KIRSCH DALAM DETEKSI TEPI CITRA DIGITAL UNTUK MENGENALI POLA UANG .....	160
Lia Waroka Tarihoran dan Sinar Sinurat	
PERANCANGAN APLIKASI KOMPRESI FILE AUDIO BERFORMAT WAV DAN WMA MENGUNAKAN ALGORITMA SHANNON-FANO .....	170
Saibatul Aslamiah Saragih dan Sinar Sinurat	
PERANCANGAN APLIKASI DETEKSI TEPI CITRA DIGITAL DENGAN MENGUNAKAN METODE FREI-CHEN .....	180
Ririn Fatma dan Sinar Sinurat	
PERANCANGAN APLIKASI KOMPRESI DATA TEKS DENGAN METODE HUFFMAN DAN METODE ARITHMATIC.....	188
Fransiska Sitohang; Zekson A. Matondang dan Henry Kristian Siburian	
PENERAPAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION DALAM PERBAIKAN KUALITAS CITRA DIGITAL DAN MENGKOMPRESI CITRA MENGGUNAKAN ALGORITMA SHANNON FANO .....	200
Siti Nurul Khalisah; Lince Tomoria Sianturi dan Kennedy Tampubolon	
PENERAPAN METODE MOVING AVERAGE UNTUK MEMREDIKSI JUMLAH CRUDE PALM OIL (CPO) PADA PT. INTI INDOSAWIT SUBUR.....	209
Fenti Anatasia Sari Nastiti; Henry Kristian Siburian Dan Matias Julyus Fika Sirait	
PERANCANGAN APLIKASI PERBAIKAN KUALITAS CITRA DENGAN METODE GEOMETRIK MEAN FILTER DAN MEDIAN FILTER.....	217
Cici Dian Lestari; Pandi Barita N. Simangunsong Dan Sinar Sinurat	
SISTEM CONTROL PENDEKTESIAN POSISI PARKIR SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROCONTROLLER AT89S51 MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC.....	227
Yogi Aditya; Pilipus Tarigan dan Pristiwanto	
IMPLEMENTASI KERNEL KONVOLUSI PADA PERBAIKAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE GAUSSIAN FILTER DAN CONTRAST STRETCHING.....	235
Nuri Monika; Sony Bahagia Sinaga dan Sinar Sinurat	
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN PENJAGA GAWANG INTI PADA TIM SEPAKBOLA SSB PATRIOT MENGGUNAKAN METODE SAW ( <i>SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING</i> ) .....	244
Tengku Perdana Putra; Natalia Silalahi Dan Efori Bu'ulolo	
PENERAPAN ALGORITMA LZW DAN DEFLATE PADA KOMPRESI CITRA DIGITAL .....	253
Chairunnisa; Matias Julyus Fika Sirait dan Sinar Sinurat	
PERANCANGAN APLIKASI KOMPRESI CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA HUFFMAN DAN RUN LENGTH.....	264
Sarifah Hayati dan Sinar Sinurat	
PENERAPAN METODE SIMPLEKS UNTUK OPTIMALISASI MENENTUKAN NILAI MINIMUM PRODUKSI MINYAK KELAPA SAWIT PADA PT. INTI INDOSAWIT SUBUR	274
Dinda Dwi Rahwanda; Hery Sunandar dan Matias Julyus Fika Sirait	
APLIKASI PENGACAKAN SOAL BERKATEGORI MENGGUNAKAN METODE LCM ( <i>LINEAR CONGRUENT METHOD</i> ).....	285
Yoseph Juli Christopher Sitanggang dan Tonni Limbong	
IMPLEMENTASI METODE <i>AUTOREGGRESIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA)</i> UNTUK PREDIKSI PENJUALAN CELANA JEANS (STUDI KASUS: CV. HARAPAN MEDAN).....	290
Nelly Purmasari dan Surya Darma Nasution	
IMPLEMENTASI METODE <i>AUTOREGGRESIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA)</i> PADA PENJUALAN SEPEDA MOTOR (STUDY KASUS : CV. INDAKO TRADING COMPANY) .....	300

Ardanillah Ritonga; Efori Bu'ulolo dan Natalia Silalahi PERANCANGAN APLIKASI PERBANDINGAN HASIL CAMERA B612 DAN CAMERA 360 MENGGUNAKAN METODE MIDPOINT FILTER .....	309
Suci Rahmadani; Lince Tomoria Sianturi dan Kristian Siregar PENERAPAN METODE SMART UNTUK MENENTUKAN PEMBIMBING TERBAIK PADA BIMBINGAN BELAJAR.....	318
Noferianto Sitompul dan Sonny Leston Hutabarat PELATIHAN JARINGAN UNTUK MEMBANGUN JARINGAN WARNET, PERKANTORAN DAN INTERNET DESA (IbM) .....	323
Akim Manaor Hara Pardede dan Novriyenni DETEKSI AKURASI TANDA TANGAN MENGGUNAKAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE DAN ZERNIKE MOMENT .....	327
Simon Simarmata IMPLEMENTASI SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN KENAIKAN PANGKAT DAN GOLONGAN METODE FUZZY MULTI CRITERIA DECISION MAKING PADA BAPPEDA PROVINSI SUMUT .....	331
Hengki Tamando Sihotang dan Rachel Feyoena Tapian Br. Hutasoit MODEL INTEGRASI SISTEM DENGAN PENDEKATAN <i>SERVICE ORIENTED</i> <i>ARCHITECTURE</i> DAN METODE <i>MODEL VIEW CONTROLLER</i> PADA PUSAT PENELITIAN PERKEMBANGAN IPTEK LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA.....	343
Warkim dan Dana Indra Sensuse APLIKASI KEAMANAN DATA DENGAN PENERAPAN ALGORITMA VIGENERE CIPHER DAN HILL CIPHER .....	352
Akim Manaor Hara Pardede; Hotler Manurung dan Dina Filina IMPLEMENTASI ALGORITMA <i>AFFINE CIPHER</i> PADA <i>RECORD</i> TABEL <i>DATABASE</i> ..	358
Suhardi INFRASTRUKTUR SISTEM INFORMASI MURAH BERBASIS CLOUD DENGAN SAAS DI UNIVERSITAS PRIMA INDONESIA .....	364
Abdi Dharmas; Mardi Turnip dan Siti Aisyah RANCANGAN SISTEM INFORMASI PERSEDIAAN BERBASIS WEB TERINTEGRASI DENGAN APLIKASI SISTEM AKUNTANSI PERSEDIAAN MENGGUNAKAN METODE <i>MODE VIEW CONTROLLER</i> PADA PUSAT PENELITIAN PERKEMBANGAN IPTEK LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA .....	369
Warkim dan Muhammad Ikhsan Yuniarka ANALISA JST DATA KPU SUARA SAH CALEG PROVSU 2014 MENGGUNAKAN ALGORITMA HEBB.....	378
Roy Nuary Singarimbun RANCANGAN SISTEM INFORMASI PERTANGGUNGJAWABAN ANGGARAN BERBASIS WEB PADA PUSAT PENELITIAN PERKEMBANGAN IPTEK – LIPI.....	383
Jatmiko ANALISA PENERAPAN ATURAN ALGORITMA PERCEPTRON UNTUK MENDETEKSI KEBOHONGAN PELAMAR KERJA .....	392
Mulia Dhamma ANALISIS PENERAPAN FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) DENGAN METODE MAMDANI PADA SISTEM PREDIKSI MAHASISWA NON AKTIF (STUDI KASUS : AMIK TUNAS BANGSA PEMATANGSIANTAR).....	397
Anjar Wanto SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEREKRUTAN KARYAWAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE PROFILE MATCHING (STUDI KASUS : PT. HARIAN SINAR INDONESIA BARU (SIB).....	405
Sondang Roibot Sitohang; Henry Kristian Siburian dan Kristian Siregar IMPLEMENTASIPENCARIAN SATELIT PALAPA DENGAN FUZZY LOGIC MAMDANI MENGGUNAKAN RECEIVER DAN PARABOLA .....	415
Danny Sihombing	

PENERAPAN METODE KLASTER K-MEANS PADA SEGMENTASI WARNA CITRA DIGITAL DENGAN PEMROGRAMAN R..... 427

Ismail Adha Kesuma; Herman dan Munawir  
ANALISIS KEPADATAN PENDUDUK DI SUMATERA UTARA DENGAN MENGGUNAKAN ALOGARITMA K-NEAREST NEIGHBOUR..... 431  
Willer Ferdinand.A.S  
ANALISIS MEDIA PROMOSI TERHADAP JUMLAH MAHASISWA BARU DENGAN FUZZY MAMDANI..... 436  
Herlan Silaban  
IMPLEMENTASI ALGORITMA PLAYFAIR CIPHER MODIFIKASI MATRIKS 12X8 UNTUK KEAMANAN DATA DIGITAL..... 441  
R. Fanry Siahaan  
USB FLASHDISK SEBAGAI PROTEKSI LISENSI APLIKASI PENGGANTI USB DONGLE..... 445  
Rofa Very Andika  
PENERAPAN METODE FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN KINERJA DOSEN DALAM MENGAJAR ..... 449  
Kristina Annatasia Br Sitepu  
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMAAN BEASISWA DENGAN METODE ALGORITMA FUZZY TSUKAMOTO (STUDI KASUS : SEKOLAH SMA YPK PEMATANGSIANTAR)..... 453  
Widodo Saputra  
ANALISIS PENGELOMPOKAN *PERFORMANCE* DOSEN DENGAN METODE *CLUSTERING*..... 459  
Melda Pita Uli Sitompul  
PREDIKSI PENYAKIT KENCING MANIS (*DIABETES MELLITUS*) MENGGUNAKAN ALGORITME KLASIFIKASI *VOTING FEATURE INTERVALS 5*..... 464  
Eka Hayana Hasibuan  
SELEKSI PENERIMAAN BEASISWA BBM MENGGUNAKAN FUZZY DENGAN METODE MAMDANI (STUDI KASUS: AMIK TUNAS BANGSA PEMATANGSIANTAR)..... 472  
Jaya Tata Hardinata  
SISTEM PENDUKUNG PENGAMBILAN KEPUTUSAN PENENTUAN PEMBERIAN OBAT GOLONGAN PENGHAMBAT POMPA PROTON ..... 479  
Muhammad Fakhurrifqi dan Anifuddin Aziz  
*FRAMEWORK COBIT VERSI 4.1* UNTUK MENGUKUR KINERJA MANAJEMEN TEKNOLOGI INFORMASI PADA UNIVERSITAS PRIMA INDONESIA MEDAN ..... 483  
Marlince Nababan; Siti Aisyah dan Delima Sitanggang  
THE USE OF AMVA CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS ON KERBEROS USING QUEUING MODEL TO TEST THE PERFORMANCE OF AUTHENTICATION..... 490  
Adya Zizwan Putra  
PENILAIAN KINERJA KARYAWAN DENGAN METODE FUZZY MULTI CRITERIA DECISION MAKINGDI UNIVERSITAS SARI MUTIARA INDONESIA..... 501  
Rianto Sitanggang  
PENERAPAN METODE DIJKSTRA PADA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS SEKOLAH LUAR BIASA DI KOTA MEDAN BERBASIS ONLINE ..... 504  
Evta Indra' Mardi Turnip dan Yonata Laia  
PENERAPAN METODE PROFILE MATCHING DALAM PENILAIAN KINERJA GURU (STUDI KASUS : YAYASAN PERGURUAN ERA UTAMA PANCURBATU)..... 510  
Mardi Turnip; Desy Afridita Sitepu; Evta Indra dan Yanata Laia  
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK MENENTUKAN PENERIMA BEASISWA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW)* (STUDI KASUS SMA NURCAHAYA MEDAN)..... 519  
Delima Sitanggang; Marlince Nababan dan Abdi Hidayat

E-LEARNING SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MODEL MULTI ATTRIBUTE DECISION MAKING (MADM) .....	528
Yani Maulita; Relita Buatun dan Reza Farid Malau	
PEMBANGUNAN SISTEM INFORMASI MONITORING KEHADIRAN DOSEN DAN MAHASISWA BERBASIS WEB PADA STMIK KRISTEN NEUMANN INDONESIA .....	534
Mahdianta Pandia dan Fifit Arnela Br. Sembiring	
APLIKASI PEMBELAJARAN TENSES BERBASIS MULTIMEDIA MENGGUNAKAN METODE COMPUTER BASED INSTRUCTION (CBI) .....	539
Einil Ignasius Sihombing	
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN KELAYAKAN CALON TENAGA KERJA INDONESIA (TKI) KE LUAR NEGERI MENGGUNAKAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING DAN SIMPLE MULTI ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE (STUDY KASUS : PT. GENTA KARYA SEJAHTERA).....	546
Devi Ayu Wandira Khan dan Garuda Ginting	
PERBANDINGAN ALGORITMA BRUTE FORCE DAN KMP PADA PENCARIAN ISI BUKU ENDE MENGGUNAKAN METODE PERBANDINGAN EKSPONENSIAL.....	558
Susi Eranda Mendrofa dan Berto Nadeak	
PEMODELAN PERMAINAN MASTER MIND.....	567
Dina Stefani; Giovani Gracianti dan Andrew	
PEMBANGUNAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENENTUKAN INDEKSPRESTASI DOSEN DENGAN METODE <i>TECNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION</i> .....	572
Titin Emila dan Mahdianta Pandia	
PENERAPAN MOTODE FUZZY LOGIC PADA PENGENDALIAN EXHOUST FAN SEBAGAI PEBERSIH DAN PENGATUR UDARA .....	578
Novriyenni; Akim Manaor Hara Pardede dan Diky Hamdani	
METODE <i>ELIMINATION AND CHOICE TRANSLATION REALITY (ELECTRE)</i> DAN <i>FUZZY KURVA-S</i> UNTUK PEMILIHAN RUMAH DI KOTA MEDAN .....	584
Zakarias Situmorang <sup>1*</sup> dan Arina Prima Silalahi	
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN KARYAWAN PENERIMA BONUS MENGGUNAKAN METODE WP ( <i>WEIGHTED PRODUCT</i> ) .....	595
Putri Rahmadani	
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMAAN PEGAWAI BARU PADA INSTANSI PPK-19 (PERENCANAAN DAN PENGAWASAN JALAN METROPOLITAN SUMATERA UTARA) MENGGUNAKAN METODE AHP .....	600
Pandu Adi Kurniawan Siburian <sup>1</sup> , Kristian Siregar, M.Kom <sup>2</sup>	
ANALISA PERBANDINGAN LEAST SIGNIFICANT BIT DAN END OF FILE UNTUK STEGANOGRAFI CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN MATLAB .....	604
Toni Sahata Pandapotan <sup>1</sup> , Taronisokhi Zebua, M.Kom <sup>2</sup>	
PENERAPAN SPREAD SPECTRUM METHOD UNTUK MENYEMBUNYIKAN TEKS TERENKRIPSI DARI BEAUFORT CIPHER PADA CITRA DIGITAL.....	609
Bazisokhi halawa <sup>1</sup> , Sony Bahagia Sinaga, M.Kom <sup>2</sup>	
PERANCANGAN STEGANOGRAFI PADA CITRA DIGITAL DENGAN ALGORITMA <i>GIFSHUFFLE</i> .....	617
Mashari	
PENERAPAN METODE SPREAD SPECTRUM DAN LEAST SIGNIFICANT BIT DALAM PENYEMBUNYIAN PESAN CITRA .....	621
Mawar Purba	
PENERAPAN ALGORITMA ARITHMETIC CODING PADA KOMPRESI FILE CITRA DIGITAL .....	624
Ranto Panjaitan	
IMPLEMENTASI ALGORITMA ELECTRONIC CODE BOOK DAN ALGORITMA RABBIT STREAM CHIPER UNTUK KEAMANAN DATA TEKS .....	627

Muhammad Iqbal <sup>1</sup> , Hery Sunandar, S.T, M.Kom <sup>2</sup> SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENENTUKAN PROGRAM STUDI KESEHATAN GIZI TERBAIK PADA SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN MENGGUNAKAN METODE TOPSIS .....	632
Fajar Syahdianti Samosir PERANCANGAN APLIKASI DETEKSI SERANGAN BERBAHAYA PADA JARINGAN WIRELESS MENGGUNAKAN METODE <i>INTRUSION DETECTION SYSTEM</i> (IDS) .....	643
Hikmah Andriani Purba <sup>1</sup> , Abdul Sani Sembiring, M.Kom <sup>2</sup> SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT PSIKOPAT MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR .....	646
Khadrih Alrumana Lubis ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI PEMILIHAN PEGAWAI TERBAIK DENGAN METODE PROMETHEE (STUDI KASUS : PT. PERKEBUNAN NUSANTARA IV .....	650
Lasmiyan Hertawati Silalahi PERANCANGAN APLIKASI PENYANDIAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN METODE CAST-128 DAN MMB .....	656
Muhammad Faisal Iqbal IMPLEMENTASI METODE LAST COME FIRST SERVED (LCFS) PADA SISTEM ANTRIAN PADA LIFT .....	661
Majumri Tampubolon IMPLEMENTASI ALGORITMA BEAUFORT DAN CIPHER TRANSPOSISI PADA PESAN TEKS .....	666
Mardiah Tussalama PENERAPAN METODE CONTRAST STRETCHING DAN MEAN FILTER UNTUK MEMPERBAIKI KUALITAS CITRA .....	671
Marles J. Sianturi PENERAPAN METODE UTA PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN BONUS PADA KARYAWAN .....	680
Nelson Silalahi SISTEM PENGAMANAN DATABASE DENGAN MENGGUNAKAN <i>INTERNATIONAL DATA ENCRYPTION ALGORITHM</i> (IDEA) DAN <i>CIPHER BLOCK CHAINING</i> (CBC)..	684
Novel A. Rajagukguk SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN DOSEN BERPRESTASI MENGGUNAKAN ALGORITMA PROMETHEE.....	691
Nuraina Sahputri Lubis PERANCANGAN DETEKSI TUBRUKAN PADA PERMAINAN PUKUL KEKOAK MENGGUNAKAN ALGORITMA COLLISION DETECTION .....	696
Raudhatul Husna PENERAPAN ALGORITMA DES (DATA ENCRYPTION STANDART) DALAM PENGAMANAN VIDEO .....	699
Rina S. Siahaan PERANCANGAN APLIKASI PENAJAMAN CITRA UNTUK PENINGKATAN MUTU CITRA DENGAN METODE INTERPOLASI LINEAR DAN GAUSSIAN FILTERING .....	704
Ratna Dewi SISTEM PAKAR PENERAPAN METODE DAMPSTER SHAFER UNTUK MENGETAHUI JENIS KERUSAKAN MESIN TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK PT.PLN (PERSERO).....	709
Raudatul Hasanah Nst IMPLEMENTASI KRIPTOGRAFI PADA MEDIA GAMBAR DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BLOWFISH DAN GIFSHUFFLE .....	716
Nurhayati SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN LOKASI PEMBANGUNAN TOWER BASE TRANSCEIVER STATION(BTS) PADA PT. INDOSAT TBK MEDAN DENGAN METODE TOPSIS .....	722
Sri Rezeki Novianti	

PERBAIKAN KUALITAS CITRA DENGAN METODE GAUSSIAN DAN KOMPRESI GAMBAR MENGGUNAKAN ALGORITMA HUFFMAN .....	726
Umami Humaira Hasibuan	
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN PENERIMA BONUS KARYAWAN DENGAN METODE <i>SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING</i> (STUDI KASUS: PT. BANK NATIONALNOBU, TBK) .....	731
Monica Citra D. Manurung <sup>1</sup> , Berto Nadeak, M.Kom <sup>2</sup>	
PENERAPAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION PADA PERBAIKAN CITRA DIGITAL DENGAN KOMPRESI GAMBAR MENGGUNAKAN ALGORITMA HUFFMAN .....	738
Napil Gusni	
PENERAPAN DATA MINING PADA PENJUALAN ALAT MUSIK MENGGUNAKAN ALGORITMA APRIORI (STUDI KASUS : RAJA MUSIK) .....	741
Mhd. Syahrizal Zendi	
IMPLEMENTASI METODE HEURISTIC DALAM Pencarian Header File Data SIZE OF CODE DALAM PEMBUATAN ANTIVIRUS .....	746
Zulkifli	
PERANCANGAN APLIKASI STEGANOGRAFI PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE DYNAMIC CELL SPREADING (DCS) DAN SPREAD SPECTRUM METHOD .....	752
Adi Putra Sihombing	
IMPLEMENTASI KINERJA ALGORITMA GENERATE AND TEST PADA SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT MATA .....	757
Noviandi	
PENERAPAN METODE SEQUENTIAL SEARCH DENGAN METODE BOYER MOORE UNTUK Pencarian Lagu Daerah Berbasis Android.....	762
Sarmauli Br. Silaban	
PENERAPAN METODE DYNAMIC CELL SPREADING (DCS) UNTUK MENYEMBUNYIKAN TEKS TERSANDI PADA CITRA .....	766
<sup>1</sup> Marthin Edy Purnawan Laoli, <sup>2</sup> Taronisokhi Zebua, M.Kom	
PERANCANGAN APLIKASI KRIPTOGRAFI PLAYFAIR CIPHER DAN TEKNIK STEGANOGRAFI BEGIN OF FILE PADA PENGAMANAN PESAN TEKS .....	771
Fatimah Ayu	
PENERAPAN ALGORITMA LUC DAN AES PADA APLIKASI CHAT .....	776
Awaluddin Hasibuan	
IMPLEMENTASI METODE END OF FILE DAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM PADA CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK WATERMARKING .....	784
Donni Lumbansiantar	
IMPLEMENTASI METODE ECONOMIC VALUE ADDED PADA APLIKASI PENILAIAN KINERJA KEUANGAN PERUSAHAAN (STUDI KASUS : KANTOR CABANG BANK BRI MEDAN).....	789
Chandra Sihombing	
ANALISIS KUALITAS CITRA HASIL KOMPRESI METODE SHANNON FANO DENGAN MENGGUNAKAN MEAN SQUARE ERROR DAN PEAK SIGNAL TO NOISE RATIO .....	793
Dinil Haq Gustia	
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN IKAN BERKUALITAS EKSPOR MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIRARCHY PROSES (AHP) PADA KANTOR PERIKANAN PANIPAHAN LAUT .....	799
Firdaus	
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENENTUKAN OPERATOR TERBAIK MENGGUNAKAN METODE TOPSIS (STUDI KASUS PT.TELKOM) .....	805
Halima Sihombing	
PERANCANGAN ADD ON PADA MOZILLA FIREFOX SEBAGAI KEAMANAN DATA MENGGUNAKAN ALGORITMA SIMETRI TEA (TINYENCRYPTION ALGORITHM).....	809

Jan Cimra Simanjorang APLIKASI BIAYA PENGIRIMAN BARANG MENGGUNAKAN METODE TRANSPORTASI LEAST COST DAN MODIFIED DISTRIBUTION PADA PT.SUNDENGGAN BINONG SAMUDRA MEDAN.....	817
Natalia Marbun IMPLEMENTASI PERBAIKAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE TRANSFORMASI FOURIER DAN TRANSFORMASI WAVELET .....	822
Ramayana Simbolon IMPLEMENTASI ALGORITMA <i>ADVANCED ENCRYPTION STANDARD</i> (AES) DALAM MENGAMANKAN <i>FILE</i> CITRA DOKUMEN .....	830
<sup>1</sup> Riski Nurli Sihombin, <sup>2</sup> Yasir Hasan, M.Kom PENERAPAN ALGORITMA ARITHMETIC CODING DAN DMC PADA KOMPRESI FILE CITRA DIGITAL.....	840
Devi Dalna Yuzar IMPLEMENTASI EDGE DETECTION FILTERING PADA CITRA DIGITAL DENGAN METODE PREWITT OPERATOR DAN INTERPOLASI .....	849
Kristina Nancy Lumban Gaol ALGORITMA RIVEST CODE 4 UNTUK KEAMANAN DATA TEKS DALAM DATABASE.....	856
Muhammad Hidayat SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT PROGERIA PADA ANAK DENGAN TEOREMA BAYES .....	866
Wanti P.S Manalu DIAGNOSA PENYAKIT PARONYHIA (KUKU BERNANAH) MENGGUNAKAN TEOREMA BAYES.....	872
Yayuk Sulistiawati PENERAPAN ALGORITMA STRING MATCHING DAN ALGORITMA HEURISTIK PADA PENCARIAN KITAB UNDANG-UNDANG HUKUM PIDANA (KUHP) BERBASIS ANDROID .....	876
<sup>1</sup> Abdul Rahim, <sup>2</sup> Riswan Limbong, SH, MH KEAMANAN <i>FILE TEKS</i> DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA SUBSTITUSI RANTAI SEGITIGA.....	882
<sup>1</sup> Agustiman zega, <sup>2</sup> Noferianto Sitompul PENERAPAN METODE <i>FOURIER</i> UNTUK MEMPERTAJAM CITRA 3 DIMENSI .....	889
Ahmad Afandi Sipahutar PREDIKSI KERUSAKAN MOTOR INDUKSI PADA STATOR MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SARAF TIRUAN BACKPROPAGSTION DAN LVQ .....	895
Ahmad Shafwan PENERAPAN METODE <i>BIT-PLANE COMPLEXITY SEGMENTATION</i> (BPCS) PADA CITRA UNTUK TRANSFORMASI PENGAMANAN DATA .....	901
Aisah Harahap PENERAPAN <i>IDENTIFIKASI EDGE</i> PADA AREA IMAGE DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA <i>SOBEL EDGE DETECTION</i> DAN <i>CRACK EDGE RELAXATION</i> .....	906
Anna Feronika Manurung ANALISA BIAYA PROYEK PEMBANGUNAN PERUMAHAN PADA PT.CITRA LAND BAGYA CITY MEDAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE CPM- PERT .....	913
Anton Syahputra PENERAPAN ALGORITMA LEMPLE ZIV MARKOV CHAIN ALGORITHM (LZMA) DAN METODE DEFLATE DALAM KOMPRESI CITRA DIGITAL.....	919
Apriyanti Savitri PERANCANGAN APLIKASI <i>WATERMAKING</i> PADA AUDIO DENGAN MENGGUNAKAN METODE DCT .....	925
Astri widia sari ANALISA CUSTOMER COUNT UNTUK MENENTUKAN ITEM FAST MOVING DAN SLOW MOVING DENGAN MENERAPKAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING ....	930
Mutia Rizky Ananda	

IMPLEMENTASI ALGORITMA NSA (NATIONAL SECURITY OF AMERICA) SECURE ERASURE DALAM PEMROSESAN SHEREDDING DATA FILE .....	940
Siska Vetriani Zega <sup>1</sup> , Abdul Sani Sembiring <sup>2</sup>	
PERANCANGAN APLIKASI KRIPTOGRAFI DENGAN ALGORITMA BLOWFISH DAN MENGGUNAKAN ALGORITMA LEMPEL ZIV WELCH .....	945
Abdul Mustopa Hasibuan	
JARINGAN SARAF TIRUAN MEMPREDIKSI PENJUALAN PRODUK TERLARIS DENGAN METODE BACKPROPAGATION (STUDI KASUS: INDOMARETTANJUNG MORAWA) .....	949
Agustinus F Sinurat	
APLIKASI OPTIMALISASI BIAYA PENGIRIMAN BARANG MENGGUNAKAN METODE VAM PADA PT. SAMUDERA LAUTAN LUAS.....	953
Ahmad Rihan Dayani	
SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA KERUSAKAN POWER AMPLIFIER DENGAN METODE CERTAINTY FACTOR BERBASIS WEB .....	958
Andika Brahmana	
IMPLEMENTASI METODE <i>STEPPING STONE</i> DAN <i>NORTH WEST CORNER (NWC)</i> UNTUK MENCARI SOLUSI OPTIMUM TRANSPORTASI PENGIRIMAN PLASTIK PADA PT.INTI PLASTINDO.....	964
Andri Pratama <sup>1</sup> Alex Rikki <sup>2</sup>	
APLIKASI STEGANOGRAFI UNTUK PENYEMBUNYIAN DATA PADA FILE VIDEO DENGAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM MODIFICATION.....	971
Andriani	
APLIKASI PENGOLAHAN CITRA DENGAN MENGGUNAKAN METODE SHARPENING DAN METODE REPLICATION .....	978
Ardiansyah Putra Nasution	
SISTEM PENGAMANAN PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA API BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC.....	986
Ari Andika	
IMPLEMENTASI ALGORITMA BEST FIRST SEARCH PADA PENCARIAN SOLUSI TERCEPAT GAME PLUMBER .....	997
Atika	
PENERAPAN FUZZY UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KECERDASAN MAHASISWA DENGAN METODE MAMDANI (STUDI KASUS : STMIC BUDIDARMA MEDAN).....	1002
Azwir Rinaldi	
PERANCANGAN APLIKASI PERBAIKAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION DAN CONTRAST STRETCHING.....	1009
Dede Herwanda	
IMPLEMENTASI ALGORITMA BLOWFISH DAN FUNGSI HASH MD5 UNTUK ENKRIPSI DAN DEKRIPSI DATA.....	1014
Dedy Hermawan	
PERANCANGAN APLIKASI PENENTUAN PERUSAHAAN ASURANSI TERBAIK DENGAN METODE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) DAN SIMPLE MULTI ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE (SMART) STUDI KASUS : ASOSIASI ASURANSI JIWA INDONESIA.....	1020
Deni Syahputra	
PENERAPAN METODE PROFILE MATCHING DALAM SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMAAN GURU TEKNIK GAMBAR BANGUNAN (STUDI KASUS : SMK DWIWARNA MEDAN) .....	1026
Devi Oktaviani	
IMPLEMENTASI METODE BRANCH AND BOUND DALAM MENENTUKAN JUMLAH PRODUKSI OPTIMUM ROTI (STUDI KASUS : WALI BAKERY & CAKE SHOP).....	1031
Devie Puspita	

PERANCANGAN APLIKASI KEAMANAN FILE MENGGUNAKAN ADVANCED ENCRYPTION STANDARD DAN VIGENERE CHIPER .....	1037
Dini Audina	
APLIKASI PEMBELAJARAN COOKING CLASS DENGAN MENGGUNAKAN METODE COMPUTER BASED LEARNING (CBL) .....	1044
Doni Gunawan	
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN HELM UNTUK PENGENDARA SEPEDA MOTOR DENGAN METODE AHP PADA BADAN PERINDUSTRIAN (BARISTAND) MEDAN .....	1048
Emma Syahputri	
SISTEM PENGAMANAN SEPEDA MOTOR BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC .....	1053
Hariandi Manurung	
IMPLEMENTASI PENCARIAN SOLUSI PUZZLE DENGAN METODE BREADTH FIRST SEARCH DAN DEPTH FIRST SEARCH.....	1061
Ilham Satahi	
IMPLEMENTASI METODE OTSU PADA CITRA DIGITAL COMPUTERIZED TOMOGRAPHY SCANNER (CT SCAN) TUBUH MANUSIA .....	1068
Undah Irmayanti Nababan <sup>1</sup> , Matias Julyus Fika Sirait <sup>2</sup>	
IMPLEMENTASI ALGORITMA CAESAR CHIPER UNTUK ENKRIPSI EXTERNAL KEY ALGORITMA DES DALAM PENGAMANAN FILE WINZIP .....	1072
Iskandar Tarigan <sup>1</sup> Yasir Hasan <sup>2</sup>	
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN HELM UNTUK PENGENDARA SEPEDA MOTOR DENGAN METODE AHP PADA BADAN PERINDUSTRIAN (BARISTAND) MEDAN .....	1076
Yonatan Sagala	
APLIKASI PERHITUNGAN BIAYA PRODUKSI KUSEN MENGGUNAKAN METODE <i>FULL COSTING</i> (STUDI KASUS CV. REZEKI MAKMUR) .....	1083
Lenni Sundari	
PERANCANGAN APLIKASI PENENTUAN JUMLAH PRODUKSI OPTIMAL MINUMAN TEH BOTOL MENGGUNAKAN METODE <i>FUZZY</i> SUGENO PADA PT. SINAR SOSRO TANJUNG MORAWA .....	1087
Randhy Aryudi	
IMPLEMENTASI METODE SPREAD SPECTRUM UNTUK PENYEMBUNYIAN PESAN TEKS RAHASIA KEDALAM FILE VIDEO .....	1091
Rina Pancari	
PENERAPAN METODE DEFLATE DAN SHANNON-FANO TERHADAP KOMPRESI FILE TEKS .....	1095
Rizki Hasianda Marpaung	
PEMANFAATAN METODE HEURISTIK DALAM PENCARIAN JALUR TERPENDEK DENGAN METODE A* .....	1099
Rizky Nasti	
PERANCANGAN APLIKASI UNTUK MENDETEKSI TEPI PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE CANNY DAN OTSU .....	1104
Rista Situmorang	
PERANCANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL DENGAN METODE COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION (CAI).....	1109
Robby Akasi Pradana	
SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA KERUSAKAN MESIN <i>LOW SPEED FLOOF POLISHER</i> DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>CERTAINTY FACTOR</i> DI PT.ISS INDONESIA.....	1114
Roslini Daeli	
IMPLEMENTASI ALGORITMA KNUTH MORRIS PRATT DALAM PENCARIAN SPAREPART MESIN FOTOCOPY CANON BERBASIS ANDROID PADA CV. MAHAJAYA .....	1118
Rudi Hutomo	

IMPLEMENTASI STEGANOGRAFI DALAM KEAMANAN DATA MENGGUNAKAN ALGORITMA BLOWFISH .....	1122
Sari Sartika	
SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENGGUNA MINUMAN KERAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE BAYES.....	1126
Sindia Feronika br. Tarigan	
PENERAPAN ALGORITMA KUANTITASI DAN LZ77 UNTUK KOMPRESI CITRA.....	1136
Siti Annisa	
IMPLEMENTASI METODE TRANSPORTASI NORTH WEST CORNER (NWC) DAN STEPPING STONE (SS) DALAM OPTIMASI BIAYA PENGIRIMAN BARANG PADA CV. GUDI UTOMO SEJAHTERA .....	1146
Siti Halimah	
APLIKASI PEMBELAJARAN SASTRA BATAK TOBA MENGGUNAKAN METODE COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION (CAI).....	1150
Solagratia Glory Margareta Manalu, Anggiat Sihite	
IMPLEMENTASI CRITICAL PATH METHOD (CPM) PADA PENJADWALAN PROYEK PEMBUATAN MEUBEL (STUDI KASUS: UD. RAMA JAYA PERDAGANGAN).....	1159
Sri Sulistiawati	
IMPLEMENTASI ALGORITMA RSA DENGAN CRT PADA PENYANDIAN FILE TEKS ...	1163
Steven Leo Talenta Ginting	
SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT KONSTIPASI MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR.....	1167
Suhendrik	
PERANCANGAN ALAT DEBIT PADA PENAMPUNGAN AIR DENGAN METODE FLC DAN PID BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA5835.....	1177
Sulis Setiyo, Pilipus Tarigan	
PERANCANGAN APLIKASI OPTIMASI PRODUKSI MEUBEL DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIMPLEKS (STUDI KASUS: UD. RAMA JAYA PERDAGANGAN) .....	1186
Sundari	
PENYEMBUNYIAN PESAN TEKS PADA CITRA BERGERAK MENGGUNAKAN ALGORITMA GIFSHUFFLE.....	1190
Supiani	
APLIKASI PREDIKSI BERAT LAHIR BAYI DENGAN METODE KOHORT RETROSPEKTIF .....	1194
Tabita Juliana Panjaitan	
PERANCANGAN APLIKASI PENGAMANAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ADFGVX DAN NIHILIST CIPHERS.....	1199
Taufiq Pradana	
ANALISA PENGOLAHAN CITRA DENGAN CANONICAL CORELATION (CCA) .....	1203
Tengku Zakiah Cempaka1203	
IMPLEMENTASI ALGORITMA APRIORI – DATA MINING UNTUK PERSEDIAAN OBAT (KASUS: PUSKESMAS PORIAHA TAPIAN NAULI).....	1209
Tiafani Hutabarat	
PENERAPAN ALGORITMA APRIORI DALAM PENENTUAN STOK ULOS BATAK TOBA (STUDI KASUS: UD. A.M. SIHOMBING) .....	1219
Turma Ida Simamora	
PERANCANGAN APLIKASI PERBAIKAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION DAN MENGKOMPRESI CITRA DENGAN ALGORITMA HUFFMAN .....	1225
Vermina Marbun	
IMPLEMENTASI STEGANOGRAFI MENGGUNAKAN METODE BIT PLANE COMPLEXITY SEGMENTATION PADA CITRA DIGITAL.....	1230
Veronika Siregar	
IMPLEMENTASI METODE NAIVE BAYES UNTUK KLASIFIKASI GENRE PADA MUSIK.....	1235

Vicky Faldhy Agita IMPLEMENTASI KOMBINASI ALGORITMA HILL CIPHER DAN RIJNDAEL DALAM PENYANDIAN TEKS .....	1241
Wani Melani PERANCANGAN APLIKASI STEGANOGRAFI DENGAN METODE LEAST SIGNIFICANT BIT (LSB) UNTUK DATA TERENKRIPSI DARI ALGORITMA GOST .....	1246
Widia Asnita PERANCANGAN APLIKASI PERBAIKAN KUALITAS CITRA MENGGUNAKAN METODE GAUSIAN DAN INTERPOLASI .....	1250
Wira Sembada PENERAPAN ALGORITMA HUFFMAN UNTUK KOMPRESI DATA TEKS YANG TERENKRIPSI DENGAN ALGORITMA HILL CIPHER.....	1254
Revno Purba SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN LOKASI TOKO TERBAIK PADA PT. SUMBER PENERAPAN METODE <i>FORECASTING DOUBLE MOVING AVERAGE</i> DISTRIBUSI PRODUK PADA PT. INDOMARCO PRISMATAMA .....	1261
Rudi Candra Ritonga SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN LOKASI TOKO TERBAIK PADA PT. SUMBER PERANCANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN TATA BAHASA INGGRIS BERBASIS <i>WEB</i> DENGAN METODE <i>COMPUTER ASSISTED LANGUAGE LEARNING</i> (CALL).....	1267
Toberto Lumban Gaol PERANCANGAN APLIKASI MOBILE LITERATURE BERBASIS ANDROID DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA KNUTH-MORRIS-PRATT .....	1274
Abdul Rahman Anshari PERANCANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN PELAKSANAAN IBADAH HAJI BERBASIS MULTIMEDIA DENGAN METODE <i>COMPUTER BASED INSTRUCTION</i> (CBI).....	1278
Sherly Novita Sari Manullang PERANCANGAN APLIKASI KOMPRESI DATA DENGAN MENGGUNAKAN METODE SHANNON FANO DENGAN LEVENSTEIN .....	1285
Dina Hasni Lubis PERANCANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN SENI BUDAYA BATAK SIMALUNGUN MENGGUNAKAN METODE <i>COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION</i> (CAI) DI SEKOLAH DASAR (STUDI KASUS: "SD NEGERI 091431 KEC. SIDAMANIK, KAB. SIMALUNGUN) .....	1295
Simon Samosir IMPLEMENTASI METODE <i>SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING</i> DALAM MERAMALKAN JUMLAH PEMINAT PADA JURUSAN ADMINISTRASI NIAGA (STUDI KASUS POLITEKNIK NEGERI MEDAN).....	1303
Siti Murni IMPLEMENTASI OPERASI MORFOLOGI PADA CITRA DIGITAL <i>CT SCAN</i> TULANG SENDI DENGAN METODE <i>CHAIN CODE</i> .....	1312
Siti Wulansari APLIKASI STEGANOGRAFI MENGGUNAKAN METODE <i>MASKING-FILTERING</i> .....	1320
Adliansyah IMPLEMENTASI DATA MINING PEMINJAMAN BUKU DI PERPUSTAKAAN MENGGUNAKAN ASSOCIATION RULE DAN ALGORITMA APRIORI .....	1327
Andy Pratama Putra ANALISA IMPLEMENTASI ALGORITMA RAIL FENCE CIPHER DAN ALGORITMA ATBASH CIPHER DALAM MENGAMANKAN SURAT ELEKTRONIK .....	1339
Desy Juanda Famela PERANCANGAN FITUR AUTOCOMPLETE PADA APLIKASI KAMUS BAHASA LATIN HEWAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BRUTE FORCE BERBASIS WEB.....	1345
Fasni Novika Sinaga	

PENYANDIAN DATA TEKS DENGAN ALGORITMA ELGAMAL UNTUK KOMPRESI DATA TEKS MENGGUNAKAN ALGORITMA ELIAS GAMMA CODE .....	1351
Fitriana	
PENAJAMAN SISI CITRA 3 DIMENSI MENGGUNAKAN METODE <i>FOURIER PHASE ONLY SYNTHETIS</i> .....	1360
Gilang Okto Bayu	
PERANCANGAN APLIKASI TEKNIK WATERMAKING PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE DISCRETE WAVELET TRANSFORM DAN SINGULAR VALUE DECOMPOSITION .....	1366
Ifan Maulana Lubis	
SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT <i>TRYPOPHOBIA</i> SERTA PENGOBATANNYA MENGGUNAKAN METODE INFERENSI DAN METODE CERTAINTY FACTOR.....	1375
Johan R. Panjaitan	
IMPLEMENTASI METODE ARITHMETIC CODING DAN METODE LZSS UNTUK KOMPRESI FILE .....	1381
Maulana	
KOMPRESI FILE CITRA DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA <i>ARITHMETIC CODING</i> DAN ALGORITMA <i>HUFFMAN</i> .....	1391
Reza Priyatna	
PERANCANGAN APLIKASI UJIAN PSIKOTES PENERIMAAN CALON TENAGA KERJA DENGAN MENERAPKAN ALGORITMA LINEAR CONGRUENT METHOD (STUDI KASUS: PT. INDOMOBIL FINANCE INDONESIA).....	1398
Sri Heriati	
PERANCANGAN APLIKASI PENGAMANAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN METODE IDEA DAN AFFINE CHIPER.....	1407
Ardiansyah	
IMPLEMENTASI CPM (CRITICAL PATH METHOD) PADA PENJADWALAN PROYEK (STUDI KASUS: PT. HARIARA MEDAN) .....	1415
Neli Elprida Sihombing	
SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENENTUKAN PERGURUAN TINGGI SWASTA TERBAIK MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCY PROCESS (STUDI KASUS: KOPERTIS WILAYAH I SUMUT).....	1423
Arifin Syahputra	
PENERAPAN METODE SEQUENTIAL SEARCH DENGAN METODE BOYER MOORE UNTUK PENCARIAN LAGU DAERAH BERBASIS ANDROID.....	1434
Sarmauli Br Silaban, Permanan Ginting	
DATA MINING PERSEDIAAN OBAT PADA RUMAH SAKIT UMUM DAERAH DELI SERDANG DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA APRIORI .....	1449
Supriadi	
ANALISA PERBANDINGAN METODE <i>LAPLACIAN OF GAUSSIAN</i> DAN METODE <i>DIFFERENCE OF GAUSSIAN</i> PADA PROSES SEGMENTASI CITRA DIGITAL .....	1459
Sutriyani	
SISTEM PAKAR UNTUK MENDETEKSI KERUSAKAN MESIN FOTOCOPY DENGAN MENGGUNAKAN METODE CERTANTY FACTOR DI CV MAHAJAYA .....	1478
Toha Solikin	
PENERAPAN APLIKASI PENGHALUSAN CITRA MENGGUNAKAN METODE MEDIAN FILTERING DAN GAUSSAN FILTERING.....	1488
Tri Desi Novita Lestari	
SISTEM PAKAR DIAGNOSA KERUSAKAN PRINTER MENGGUNAKAN METODE DEMPSTER-SHAFER.....	1499
Winda Enjelina Simarmata	
PENERAPAN METODE KOHONEN DAN ADPTIVE RESONANCE THEORY UNTUK PENGENALAN POLA TANDA TANGAN .....	1509
Windra Pratama	

PENERAPAN ALGORITMA VIGENERE CIPHER DAN PLAYFAIR CIPHER UNTUK MENGAMANKAN TEKS.....	1515
Yulia Dwi Santika	
PERANCANGAN APLIKASI SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT MIOMA UTERI DENGAN METODE CERTAINTY FACTOR.....	1526
Yunita Afrida	
PENERAPAN ALGORITMA <i>VIGNERE CIPHER</i> MENGAMANKAN <i>FILE TEXT</i> DAN MENGKOMPRESI <i>FILE TEXT</i> MENGGUNAKAN METODE <i>HUFFMAN</i> .....	1536
Novi Setiawati	
KOMPRESI FILE DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA LZW DAN ALGORITMA LZMA.....	1544
Eko Putra Manullang	
IMPLEMENTASI METODE SINGULAR VALUE DECOMPOSITION DAN METODE <i>MASKING-FILTERING</i> UNTUK WATERMAKING CITRA.....	1551
Agus Sofian Saragih	
IMPLEMENTASI METODE <i>FILTERING TECHNIQUE</i> DAN <i>SIMILARITY MEASUREMENT</i> UNTUK PERNAIKAN CITRA DIGITAL .....	1559
Dodi Permadi	
IMPLEMENTASI ALGORITMA <i>CIPHER BLOCK</i> DENGAN <i>DATA ENCRYPTION STANDARD</i> DALAM PENYANDIAN TEKS .....	1566
Fahri	
IMPLEMENTASI METODE <i>MEDIAN FILTERING</i> DENGAN METODE <i>MEAN FILTERING</i> UNTUK MENGURANGI <i>NOISE</i> PADA CITRA DIGITAL.....	1572
Syahri Ramadan	
PENGARUH METODE INKUIRI TERBIMBING DAN PROYEK TERHADAP HASIL BELAJAR BIOLOGI, KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS, DAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA DI SMSP SWASTA HKBP SIMANTIN PANE.....	1580
Julion Turnip, Herbert Sipahutar, dan Tumiur Gultom	
STRATEGI DALAM PENGEMBANGAN USAHA UKM .....	1587
Sylvia Vianty Ranita, Zubaidah Hanum	
ANALISIS KEPUASAN MAHASISWA TERHADAP PELAYANAN PERGURUAN TINGGI SWASTA DI KOTA MEDAN (STUDI KASUS: POLITEKNI LP3I MEDAN) .....	1592
Norisma Fitra <sup>1*</sup> , Akhwanul Akhmal <sup>1*</sup> , dan Indra Hermawan <sup>2*</sup>	
MENINGKATKAN POTENSI PARIWISATA DANAU TOBA MELALUI KONSEP <i>SMART TOURISM</i> : APLIKASI DAN TANTANGANNYA .....	1598
Andree E. Widjaja*; Hery dan Riswan E Tarigan	
ANALISIS CAMEL DALAM MEMPREDIKSI KONDISI KESEHATAN PT. BANK MUAMALAT. TBK PADA PRIODE 2011-2015 .....	1603
Nurlela	
PENGARUH INOVASI, KREATIVITAS, DAN KEPUASAN KONSUMEN TERHADAP KEUNGGULAN KOMPETITIF: SEBUAH STUDI KASUS .....	1610
Welly Mulyadi; Riswan E. Tarigan dan Andree E. Widjaja*	
EVALUASI PENERAPAN <i>KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM</i> TERHADAP PRODUKTIVITAS PERUSAHAAN STUDI KASUS: PT XYZ .....	1616
Noviana Christianti* dan Riswan Efendi Tarigan*	
ANALISIS BUDAYA ORGANISASI PT. POS INDONESIA DALAM LINGKUNGAN PERSAINGAN .....	1624
Miska Irani Br Tarigan	
ANALISIS PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN OBJEK PAJAK (STUDI KASUS DI DINAS PENDAPATAN SERDANG BEDAGAI).....	1630
Zulkarnain Lubis	
POTENSI EKONOMI BUDIDAYA TANAMAN BUAH-BUAHAN KHAS BATAK TOBA YANG BERSUMBER DARI HUTAN DI LAGUNDI KABUPATEN SAMOSIR.....	1634
Alfonsus H. Harianja	

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA MELALUI PENILAIAN KINERJA PADA HOTEL GARUDA PLAZA, HOTEL MADANI, DAN HOTEL NOVOTEL SOEHI INTERNASIONAL MEDAN.....	1639
Maulidina <sup>1*</sup> dan Fahmi Sulaiman <sup>2</sup>	
ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KINERJA SISTEM AKUNTANSI INSTANSI PADA KANTOR WILAYAH KEMENTERIAN AGAMA PROVINSI SUMATERA UTARA .....	1643
Lily Karlina Nst* dan Jaka Prasetya Abdi Negara	
PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN REAKSI KIMIA BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN INDUKTIF .....	1648
Mawaddah Harahap* dan Yanti Rambe	
ANALISIS HARGA POKOK PRODUKSI HARGA PENJUALAN YANG TERBAIK UNTUK UKM .....	1660
Gunawan dan Muhammad Siddik Hasibuan	
THE EFFECT OF SYNTHESIZING STRATEGY ON STUDENTS READING COMPREHENSION AT SMA SERDANG MURNI LUBUK PAKAM GRADE X ACADEMIC YEAR 2015/2016 .....	1665
Desi Rajagukguk	
PENGUNAAN PERMAINAN TRADISIONAL BATAK TOBA MARGALLA DALAM UPAYA MENINGKATKAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA.....	1671
Elvi Mailani* dan Eva Betty Simanjuntak	
PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN <i>QUANTUM TEACHING</i> DENGAN TEKNIK CATATAN TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA POKOK BAHASAN HIDROKARBON.....	1677
Hafni Indriati Nasution*; Rinna Ayu Afriani dan Saronom Silaban	
PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>THINK TALK WRITE</i> UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN MENULIS KARANGAN NARASI DI KELAS V SD .	1681
Karmila Novitasari Siahaan dan Naeklan Simbolon*	
THE EFFECTIVENESS OF MIND MAPPING METHOD IN TEACHING WRITING RESEARCH PROPOSAL.....	1687
Kammer Tuahman Sipayung	
ANALISIS SARANA PRASARANA PEMBELAJARAN SMA DI KOTA MEDAN DAN PERMASALAHANNYA.....	1692
Kartomo Simarmata <sup>1*</sup> ; Rabiah Afifah Daulay <sup>1</sup> ; Nursyam <sup>1</sup> ; Nelius Harefa <sup>1</sup> ; Saronom Silaban <sup>2</sup> dan Ramlan Silaban <sup>2</sup>	
EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DENGAN KEGIATAN LABORATORIUM DALAM PEMBELAJARAN FISIKA UMUM.....	1704
Mariati Purnama Simanjuntak*; Betty Marisi Turnip dan Rappel Situmorang	
EFEKTIVITAS LEMBAR KERJA MAHASISWA BERBASIS MASALAH TERHADAP PENGUASAAN KONSEP .....	1710
Sehat Simatupang*; Juniar Hutahaean dan Togi Tampubolon	
EKSPLORASI KESULITAN BELAJAR MAHASISWA DENGAN PEMBELAJARAN <i>GUIDED INQUIRY</i> .....	1713
Betty Marisi Turnip	
IMPROVING STUDENTS' SPEAKING ABILITY THROUGH DIRECT METHOD ON GRADE X-3 <sup>th</sup> AT SMA. St.MARIA TARUTUNG.....	1718
Elfina Sipayung	
HUBUNGAN BANYAKNYA JUMLAH KUNJUNGAN TERHADAP TINGKAT HUNIAN HOTEL DI KABUPATEN SAMOSIR .....	1723
Zubaidah Hanum	
PEMANFAATAN LIMBAH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI MATERIAL AKTIF SUPERKAPASITOR .....	1726
Maryati Doloksaribu*, Harsojo, Kuwat Triyana, Bambang Prihandoko	
KAJIAN VISUALISASI GELOMBANGTSUNAMI MENGGUNAKAN METODE LATTICE BOLTZMAN .....	1729

Khairun Nisa Marwan <sup>1*</sup> , Meutia Kemala Putri <sup>1</sup> , Saima Putrini R <sup>1</sup> . Harahap, Juniastel Rajagukguk <sup>1</sup> PURWARUPA SISTEM PERINGATAN DINI NIRKABEL PADA JEMBATAN ANTAR PULAU BERBASIS ARDUINO NANO.....	1734
Budi Sumanto <sup>1*</sup> , Nur Ahmad Effendi <sup>2</sup> KAJIAN PENDEKATAN PERSAMAAN MAXWELL-BOLTZMANN PADA ENERGI BIOGAS .....	1739
Afni, Z.Harahap*, Fitriana Hafni, Sepdian Anggreani S, & Juniastel Rajagukguk PENYELESAIAN NUMERIK MODEL AYUNAN TERPAKSA MENGGUNAKAN METODE PENGALI LAGRANGE DAN KARAKTERISTIK DINAMIKA .....	1747
Harbintoro Situmorang <sup>1</sup> , Januarita Br Ginting <sup>1</sup> , Hendri <sup>1</sup> , Nur Elida Siregar <sup>1</sup> , Juniastel Rajagukguk <sup>1</sup> PENENTUAN ALIRAN FLUIDA DENGAN MENGGUNAKAN PERSAMAAN NAVIER- STOKES DAN BANTUAN PERSAMAAN DIFERENSIAL.....	1753
Maria Ulfah Handayani <sup>1</sup> , Zahrani Dalimunthe <sup>2</sup> , Rika Sari Indah <sup>3</sup> , Juniastel Rajagukguk <sup>4</sup> REVIEW : ANALISIS PENGARUH PRODUKSI ENTROPI MAKSIMUM TERHADAP IKLIM BUMI DAN LINGKUNGAN .....	1758
Feny Desinta <sup>1</sup> , Shofia Ummi <sup>1*</sup> , Nurbaya Rajagukguk <sup>1</sup> , Juniastel Rajagukguk <sup>1</sup> PENERAPAN BILANGAN KOMPLEKS DALAM MENENTUKAN IMPEDANSI DAN TEGANGAN PADA RANGKAIAN RLC SERI .....	1761
Tetty S Siregar <sup>1,2</sup> , Yaumul Silvini <sup>1</sup> , Evy Maria Br Meliala <sup>1</sup> , Juniastel Rajagukguk <sup>1</sup> ISOLATOR LISTRIK BERBASIS KERAMIK PORSELIN ALUMINA .....	1767
Maryati Doloksaribu*, Lisnawaty Simatupang PENERAPAN DERET FOURIER UNTUK MENENTUKAN PERSAMAAN GELOMBANG PADA DAWAI .....	1772
Wike Wiranda <sup>1</sup> , Denny Khairani <sup>1</sup> , Alessandro <sup>1</sup> , Solikin <sup>1</sup> , Juniastel Rajagukguk <sup>1</sup> REVIEW: KAJIAN BERBAGAI APLIKASI PLASMA NON-TERMIK .....	1779
Yanthy Simanjuntak*, Syahrudin Aritonang <sup>1</sup> , Masdalipa <sup>1</sup> , Rinapril <sup>1</sup> , Juniastel Rajagukguk <sup>1</sup> KEKUATAN MORTAR BATU GAMPING DAERAH CANGAP KERABANGEN KECAMATAN KUTAMBARU KABUPATEN LANGKAT .....	1782
Devi Sunday Hutapea <sup>1</sup> , Rita Juliani <sup>1</sup> , Rahmatsyah <sup>1</sup> ANALISIS UNTUNG RUGI PENGGUNAAN ENERGI TERBARUKAN SEBAGAI ALTERNATIF LISTRIK RUMAH TANGGA .....	1788
Isnani Nur Rifai, Panji Saka Gilap Asa ANALISIS KOMPONEN KIMIA, UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI MINYAK ADSIRI BAWANG BATAK ( <i>Allium schoenoprasum L.</i> ).....	1791
Mimpin Ginting, Juliati Br Tarigan, Martina Da Silva Nababan PENGARUH INHIBITOR DALAM MENGHAMBAT AKTIVITAS PROTEASE SELAMA PROSES PEMURNIAN PRETROMBIN-2 MANUSIA REKOMBINAN DI <i>Escherichia coli</i>	1797
Saronom Silaban ANALISIS VEGETASI POHON DAN POLE HUTAN TAMAN NASIONAL GUNUNG LEUSER RESORT TENGGULUN.....	1801
Zulfan Arico <sup>1*</sup> dan Sri Jayanthi <sup>2</sup> POTENSI KARBON TERSIMPAN ( <i>CARBON SEQUESTRATION</i> ) DI HUTAN ARBORETUM TAMAN NASIONAL KELIMUTU .....	1805
Ridwan Fauzi ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ASAM LAKTAT BERPOTENSI PROBIOTIK DARI <i>DENGKE NANIURA</i> YANG DIOLAH DARI IKAN MAS ( <i>CYPRINUS CARPIO</i> ) HASIL BUDIDAYA.....	1808
Maria Manik <sup>1*</sup> , Jamaran Kaban <sup>2</sup> , Jansen Silalahi <sup>3</sup> , Mimpin Ginting <sup>4</sup> USULAN PERBAIKAN KUALITAS SARUNG TANGAN OPERASI MENGGUNAKAN <i>KANSEI ENGINEERING</i> DI PT. XYZ.....	1814
Naqasya Asyrori Sidabutar KAJIAN TERMODINAMIKA UNTUK PEMECAHAN MASALAH PADA BIDANG KESEHATAN, ENERGI DAN LINGKUNGAN .....	1818

Nurdeli Lasniroha. S <sup>1,2*</sup> , Dinda Toral. S <sup>1,3</sup> , Yuna Sutria <sup>1,4</sup> , Juniastel Rajagukguk <sup>1</sup> PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BAWANG MERAH ( <i>Allium cepa</i> L. Agregatum Group) YANG TERCEKAM AIR .....	1822
Rolan Siregar <sup>1*</sup> ; Lasminar Siahaan <sup>1</sup> dan Tumiur Gultom <sup>2</sup> PELUANG PENGEMBANGAN SITUS-SITUS BUDAYA DAN TEMPAT SAKRAL SEBAGAI UPAYA KONSERVASI LINGKUNGAN DI KAWASAN DANAU TOBA .....	1826
Maskulino POTENSI PENGEMBANGAN <i>INTEGRATED AGROFORESTRY-APICULTURE</i> UNTUK PEMULIHAN EKOSISTEM DAERAH TANGKAPAN AIR DANAU TOBA DAN PENINGKATAN KESEJAHTERAAN MASYARAKAT.....	1830
Aswandi dan Cut Rizlani Kholibrina APLIKASI RES <sub>3</sub> DINV DALAM PENENTUAN PERLAPISAN BAWAH PERMUKAAN DISEKITAR PEMBUANGAN FLY ASH DESA NAULI 1 KABUPATEN TAPANULI TENGAH .....	1837
Intan Syahyati <sup>1*</sup> , Rita Juliani <sup>2</sup> , Rahmatsyah <sup>3</sup> REALISASI STRATEGI KESANTUNAN BERBAHASA DALAM PRESENTASI KELAS DI FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS HKBP NOMMENSEN.....	1842
Srisofian Sianturi* dan Febrina Lumbantobing IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS BLENDED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA .....	1845
Janner Simarmata <sup>1</sup> , As'ari Djohar <sup>2</sup> , Janulis Paulus Purba <sup>3</sup> , Enjang A. Djuanda <sup>4</sup>	



# SAMBUTAN



## **Sambutan Ketua Forum IHAN-BATAK**

### **Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi Informasi (SNITI-3)-2016**

#### **“Membangun Daerah Melalui Inovasi Dan Teknologi Informasi Dalam Menyongsong Otorita Danau Toba (ODT) Dan Masyarakat Ekonomi Asean (MEA)”**

*Samosir, 11-12 November 2016*

Salam Sejahtera,  
Yang terhormat Bapak Bupati Kabupaten Samosir,  
Yang kami hormati pejabat Muspida Kabupaten Samosir  
Yang kami hormati Bapak Penasehat IHAN-BATAK  
Yang kami hormati Bapak Nara Sumber,  
Yang kami hormati Panitia  
Yang kami hormati Peserta SNITI III Tahun 2016

Hadirin sekalian, seorang filosof Yunani kuno yang bernama Plato yang membuat sebuah tempat berkumpulnya para filosof untuk bertukar pikiran, bertukar pandangan satu sama lain. Di samping para filosof, datang juga ke perkumpulan itu masyarakat umum. Mereka ikut menyaksikan dan menyimak apa yang menjadi bahan berdebatan para filosof itu. Tempat perkumpulan itu terletak di taman kota bernama *Academos*, dan nama perkumpulan itu pun diberi nama *akademia* dan anggota perkumpulan itu disebut *civitas academica*.

Hadirin yang berbahagia, apa yang dilakukan Plato itulah yang kini dikukuhkan menjadi tradisi bagi IHAN-Batak, yaitu tradisi akademik melalui Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi Informasi. Karena itu setiap tahun IHAN-Batak melaksanakan tradisi akademiknya. Karena dengan tradisi akademik ini, para dosen, guru, peneliti, mahasiswa di perguruan tinggi dapat berinovasi kreasi ilmiah khususnya dalam pengembang wilayah sekitar Danau Toba, khususnya kabupaten Samosir.

Hadirin sekalian, untuk menjamin tumbuhnya sebuah tradisi akademik mensyaratkan adanya dua jenis kebebasan yaitu kebebasan akademik (*Academic freedom*) dan kebebasan mimbar akademik (*The freedom of academic deis*). Kebebasan akademik adalah kebebasan yang menjamin para dosen dan mahasiswa (*Civitas academica*) untuk saling menyampaikan, mempertahankan, dan menguji pandangan dan penemuan ilmiahnya dalam hubungan yang setara dan dalam suasana kesejawatan. Sedang kebebasan mimbar akademik adalah kebebasan yang menjamin para dosen dan mahasiswa untuk menyampaikan pandangan dan temuan ilmiahnya kepada masyarakat luas, yang memberi peluang kepada masyarakat untuk menguji, menerima, mengadopsi dan bahkan mengikuti pandangan dan temuan ilmiah itu.

Hadirin sekalian, kehidupan tradisi akademik ini tercermin di dalam dua bentuk aktivitas yaitu berupa forum-forum ilmiah dan publikasi ilmiah. Forum ilmiah antara lain berupa seminar, stadium generale, panel diskusi, work shop. Sedangkan publikasi ilmiah berupa buku, jurnal, buletin, paper model, prototype, dsb.

Hadirin sekalian, Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi Informasi ini menurut hemat saya merupakan bagian dari upaya kita untuk memperkokoh dan mengakselerasikan proses penguatan tradisi akademik pada perguruan tinggi khususnya di Sumatera Utara sebagai salah satu wujud sumbangsih ilmiah, sebagai sebuah persiapan dampak Masyarakat Ekonomi Asean (MEA) dan Otorita Danau Toba (ODT). Semoga SNITI III tahun 2016 yang diselenggarakan ini memberi kontribusi yang besar dalam upaya memperkokoh tradisi akademik, yang pada gilirannya dengan tradisi akademik yang kokoh perguruan tinggi di Indonesia akan bisa menjadi faktor penentu dalam upaya membangun bangsa Indonesia yang maju dan bermartabat.

Akhirnya, izinkan saya menyampaikan penghargaan yang tinggi kepada segenap panitia baik yang berasal dari berbagai Perguruan Tinggi. Di Sumatera Utara Terimakasih kepada bapak Bupati Samosir, Nara sumber dan segenap peserta, semoga kegiatan ini bermanfaat bagi Masyarakat Kabupaten Samosir. Terimakasih.

Ketua Forum IHAN-Batak,

Dr. Zakarias Situmorang, MT



### **Sambutan Ketua Panitia SNITI-3 2016**

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi Informasi (SNITI-III) yang ketiga dapat terlaksana pada hari ini. Seperti pada tahun-tahun sebelumnya, SNITI-III ini merupakan kegiatan tahunan dari Forum Intelektual Harapan Anak Negeri-Batak (FIHAN-Batak) dan berlangsung selama dua hari yakni tanggal 11-12 Nopember 2016 di Rogate Beach Hotel, Ambarita Kabupaten Samosir. Berbeda dengan tahun sebelumnya, SNITI-III kali ini dirangkai dengan beberapa kegiatan akademik yakni pelaksanaan Seminar Nasional dan Workshop tiga pilar pembangunan daerah (Pendidikan, Pertanian dan Pariwisata).

Sesuai dengan tema yang diangkat dalam seminar kali ini yakni Membangun Daerah Melalui Inovasi Dan Teknologi Informasi dalam Menyongsong Otorita Danau Toba (ODT) dan Masyarakat Ekonomi Asean (MEA), maka hal itu jugalah yang mendasari kegiatan ini dilaksanakan di daerah, tepatnya di tengah-tengah danau Toba yakni Pulau Samosir. Jarak dari Kota Medan ke Pulau Samosir kurang lebih 200 km ternyata tidak menyurutkan niat para peserta hadir dalam kegiatan SNITI ini. Terbukti bahwa sebanyak 494 orang dari berbagai institusi dan perguruan tinggi di Indonesia seperti Aceh, Medan, Jakarta, Bogor, Tangerang, Bandung, Yogyakarta, Sulawesi dan daerah lainnya sangat antusias dan mendaftar sebagai pemakalah dalam kegiatan ini.

Tingginya antusiasme para peserta yang datang dari seluruh penjuru tanah air sebaiknya menjadi perhatian khusus dari pemerintah kabupaten di sekitar pinggiran Danau Toba. Sebab kedatangan para peserta ini diharapkan dapat menggerakkan perekonomian dan menjadi duta pariwisata bagi daerah Samosir setelah selesai mengikuti SNITI-III. Selain dapat meningkatkan perekonomian dan kunjungan wisata, kegiatan SNITI-III ini juga dapat menjadi forum ilmiah bagi pemerintah daerah (Pemda) dengan para peneliti dan akademisi untuk menyelesaikan berbagai persoalan yang ada di daerah tersebut. Seperti diketahui bahwa peran serta para akademisi dan peneliti sangat penting dalam mempengaruhi perubahan-perubahan suatu masyarakat.

Peran dan fungsi akademisi dapat diwujudkan dalam bentuk membangun gerakan pembelajaran masyarakat untuk mendorong terciptanya transformasi sosial. Jarak yang lebar antara pemerintah daerah dengan para akademisi dan peneliti perlu dihilangkan sehingga menjadi mitra dalam pelaksanaan pembangunan berkelanjutan.

Selama kurang lebih lima bulan, panitia dengan kesungguhannya dan tanpa kenal lelah telah mempersiapkan kegiatan SNITI-III ini dengan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih yang setinggi-tingginya kepada Bapak Bupati Samosir sekaligus penasehat Forum IHAN-Batak Drs. Rapidin Simbolon, M.M, kepada Bapak Prof. Dr. Syawal Gultom, M.Pd dan Prof. Dr. BornokSinaga, M.Pd masing-masing selaku penasehat Forum IHAN-Batak, para Kepala SKPD di lingkungan Kabupaten Samosir dan semua pihak yang turut serta membantu panitia sehingga SNITI-III ini dapat terselenggara. Ucapan terimakasih yang setinggi-tingginya juga kami sampaikan pada para narasumber Prof. Dr. Syawal Gultom, M.Pd, Dr. Mesdin Simarmata, M.Sc dan Dr. Pontas Sinaga, M.Sc atas perhatiannya yang sangat besar kepada panitia. Secara khusus kepada rekan-rekan panitia, saya mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya atas dukungan dan kerja kerasnya sehingga SNITI-III ini dapat terselenggara.

Akhir kata, kepada para peserta seminar baik sebagai pemakalah, peserta workshop maupun non pemakalah, kami mengucapkan selamat datang dan selamat mengikuti seminar, semoga kegiatan ini bermanfaat bagi kita semua dan dapat memajukan pendidikan, ilmu pengetahuan dan teknologi bagi bangsa dan Negara yang kita cintai ini.

Terima kasih, salam.

Ketua Panitia SNITI-3 2016

Dr. Juniastel Rajagukguk, S.Si., M.Si

# INVITED SPEAKER

## PEMBANGUNAN IPTEK

**Mesdin Simarmata**

Badan Ekonomi Kreatif

Gedung Kementerian BUMN Lantai 15 Jl. Medan Merdeka Selatan No. 13, Jakarta Pusat 10110

**Abstrak.** Indonesia sedang membangun menuju masyarakat maju, mandiri adil dan makmur. Hingga kini pembangunan masih mengandalkan kekayaan sumber daya alam seperti hasil pertanian maupun pertambangan. Agar pembangunan dapat berkelanjutan, penguasaan iptek adalah hal yang mutlak. Makalah paparan ini menguraikan rencana pembangunan iptek di Indonesia untuk periode 2015-2019 yang memuat: tantangan, sasaran, arah kebijakan dan strategi pembangunan. Dalam rencana ini diuraikan bagaimana penguasaan iptek mendukung pembangunan ekonomi di dalam konteks Indonesia, mengkonservasi dan memanfaatkan kekayaan sumber daya hayati (bioresources) secara berkelanjutan, membangun kawasan sains dan teknologi (science and technology park, STP). STP di daerah kabupaten/ kota utamanya dimaksudkan sebagai pusat disseminasi teknologi baru ke masyarakat untuk mmebantu dayasaing perekonomiannya. Pada bagian akhir akan diuraikan konsep difusi inovasi, yaitu inovasi disisi pengguna (innovation on demand side). Semua materi ini akan diuraikan dengan penjelasan relevansi bagi pembangunan di Kawasan Danau Toba khususnya dan Sumatera Utara umumnya. Bila Sumut mau masuk ke perekonomian modern, pemerintan dan masyarakat harus sudah mulai berupaya secara sistematis membangun kemamuan iptek dan inovasinya dan makalah ini memberi peta jalan yang cukup jelas dan mudah diikuti.

**Kata kunci:** pembangunan iptek, sumber daya hayati (bioresources), inovasi, teknologi, kawasan sains dan teknologi (STP), difusi inovasi

## PENINGKATAN PERAN AKADEMISI DAN PENELITI DALAM PEMBANGUNAN DAERAH

Pontas Sinaga

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta, Indonesia  
Gedung A PDII LIPI Lt. 4 Jl. Jend. Gatot Subroto 10 Jakarta Selatan 12710

**Abstrak.** Pembangunan nasional selama ini diakui belum sepenuhnya mampu meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat di daerah secara merata. Telah terjadi ketimpangan pembangunan antar wilayah terutama terjadi antara Jawa-luar Jawa, antara Kawasan Barat Indonesia (KBI)–Kawasan Timur Indonesia (KTI), serta antar kota-kota dan antara kota–desa. Kebijakan otonomi daerah yang sudah dilaksanakan mendatangkan angin segar bagi pembangunan daerah. Akan tetapi tidak semua daerah dapat melaksanakan dengan baik. Sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti LIPI bekerja sama dengan kementerian dalam negeri, bahwa dari 34 provinsi dan 508 kota/kabupaten di Indonesia, sekitar 68 persen daerah otonom kurang berhasil. Padahal otonomi tersebut sangat diharapkan dapat mempercepat pembangunan daerah sekaligus kemajuan pembangunan di setiap daerah dapat berimbang dan tidak terjadi lagi ketimpangan pada setiap daerah. Pelaksanaan pembangunan daerah selalu menemui tantangan. Penolakan masyarakat, konflik kepentingan, tata kelola pemerintahan hingga kebocoran anggaran menjadi kendala di lapangan. Kompleksitas permasalahan pembangunan membuat para pengambil kebijakan menjadi gamang saat mengambil keputusan. Hal inilah yang belum disadari oleh para pengambil keputusan di daerah selama ini, pendekatan *bottom up* atas perencanaan pembangunan yang dibuat dalam jangka pendek menjadi sangat dominan. Pada hal perencanaan pembangunan yang benar tidak berdasarkan kebutuhan sesaat atau selera kelompok tertentu. Perencanaan pembangunan yang benar haruslah dengan metodologi yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Dalam pelaksanaan inilah, kehadiran para akademisi/peneliti yang berperan sebagai pemberi masukan dan rekomendasi bagi kepentingan pembangunan daerah sangat diperlukan. Kelangkaan akademisi dan peneliti di daerah menjadi suatu perhatian yang perlu diatasi, dan untuk itu kehadiran lembaga riset di daerah sebagai lembaga independen sangat diharapkan agar dapat membuat kajian dengan standar-standar ilmiah untuk mengefektifkan setiap tahapan pembangunan daerah. Hal ini sudah tertuang pada Undang-Undang Nomor 18 tahun 2002 dan nomor 23 Tahun 2014 tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan, dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dan tentang Pemerintah Daerah di mana mendorong pemerintah daerah berperan aktif dalam memperkuat daya dukung iptek dan inovasi bagi pembangunan. Peran ini berada di pundak organisasi riset sebagai lembaga fungsional yang “miskin struktur, kaya fungsi” untuk menghasilkan rekomendasi kebijakan pemerintah daerah. Peran riset bagi pengembangan daerah sangat penting dalam menyiapkan formulasi, evaluasi dan alat ukur kebijakan dan regulasi yang memiliki dampak terhadap masyarakat. Lembaga Riset daerah mampu merespon isu-isu strategis daerah dengan rekomendasi yang bisa langsung ditindaklanjuti. Inovasi program di daerah memberi ruang bagi riset daerah untuk memberi peran, karena setiap daerah memiliki keunikan. Pelaksanaan suatu program pembangunan di Kabupaten Samosir tidak bisa disamakan dengan Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Bogor. Perbedaan budaya, geografis, sumber daya alam maupun tingkat pendidikan masyarakat dapat menjadi hambatan penyeragaman program. Riset yang tunduk pada metodologi ilmiah dapat memberi hasil terukur bagi daerah dan pada jangka panjang dapat mewujudkan tata pemerintahan yang baik, pembangunan berkelanjutan dan pengembangan sumber pendapatan daerah. Hasil riset tentang pemetaan sumber daya, tata ruang dan budaya daerah menjadi modal penting pembangunan yang berkesinambungan. Pada kenyataannya, kebutuhan riset di daerah seolah tidak dipahami. Sudah menjadi rahasia umum dari pusat hingga daerah bahwa riset tidak mendapat tempat yang layak. Bagaimana tidak, badan litbang (penelitian dan pengembangan) yang merupakan unit yang semestinya “elit dan membanggakan” sering diberi julukan unit kerja yang “sulit berkembang” atau sebagai batu loncatan atau tempat parkir sementara. Pada hal Riset dan inovasi merupakan syarat utama meningkatkan produktivitas dan daya saing bangsa dan negara. Di antara negara-negara dengan ekonomi tangguh anggota G-20, hanya Indonesia dan Arab Saudi yang anggarannya kecil, yaitu 0,1 persen dari produk domestik bruto (data UNESCO 2016). Tanpa riset, tidak akan ada inovasi. Tanpa inovasi, bangsa akan sangat bergantung pada produk teknologi bangsa lain. Lihat saja, betapa teknologi Negara lain menguasai Indonesia melalui telepon seluler, otomotif, hingga teknologi tinggi. Pada hal, peneliti, perencana, dan industri Indonesia mampu membuat sebagian besar produk tersebut. Meskipun anggarannya kecil, 74 persen berasal dari pemerintah, 26 persen dari sektor bisnis. Ini berbanding terbalik dengan situasi negara maju, seperti Korea Selatan yang 78 % dari industri, artinya riset di negara maju berbasis industri Tertundanya sejumlah rencana riset membuat Indonesia masih akan lebih lama mencapai kemandirian teknologi. Pada hal, peningkatan daya saing dan produktivitas sumber daya manusia merupakan salah satu program Nawacita Presiden Joko Widodo. Menteri Riset Teknologi dan Dikti, Muhammad Nasir menyebut anggaran riset di Indonesia hanya sebesar 0,08 Persen dari PDB (Produk Domestik Bruto). Bandingkan dengan Korea Selatan dan Israel yang mencapai 4,36% dan 3,93% dari PDB. Bahkan di tingkat ASEAN, Indonesia masih kalah jauh dari Singapura (2,2%) dan Malaysia (0,6%). Begitu pula dengan jumlah peneliti di Indonesia. Rasio peneliti Indonesia pada tahun 2014 hanya 7,25 peneliti per 10 ribu angkatan kerja. Angka ini masih rendah bila dibandingkan Malaysia yang sebesar 16,43 dan Singapura 64,38. Negara-negara maju sekitar rasionya 80 peneliti per 10 ribu penduduk. Adanya pandangan dari kalangan tertentu bahwa penelitian itu tidak begitu penting dan tidak prioritas memposisikan riset menjadi sektor yang terpinggirkan. Pada hal pada beberapa Negara tetangga yang ekonominya setara Indonesia sudah memposisikan bahwa Riset itu adalah sesuatu yang paling mendasar, bahkan mereka mengatakan bahwa semua keputusan dari pemerintah harus didasarkan atas kajian/penelitian. Dalam kaitan itulah, maka untuk menyusun suatu rencana strategis dan pengambilan keputusan di daerah didasarkan pada kajian/penelitian. Secara khusus apabila dikaitkan dengan program Otorita danau toba yang diluncurkan melalui Keputusan Presiden No. 49 Tahun 2016 tentang Badan Otorita

Pengelola Kawasan Pariwisata Danau Toba dan pembangunan infrastruktur di kawasan Danau Toba. Maka kehadiran para Akademisi dan Peneliti sangat diharapkan untuk dapat berperan serta untuk ikut memberi masukan dan rekomendasi. Saat ini pula dapat kita lihat maraknya pendirian Yayasan-yayasan dan lembaga lainnya untuk ikut serta dalam melaksanakan pembangunan danau toba. Kehadiran dari lembaga-lembaga ini juga perlu diketahui lebih mendalam sejauh mana kontribusi mereka dapat digunakan untuk membangun kawasan danau toba. Dan masing-masing pihak juga harus memahami betul garis-garis besar dari Keputusan Presiden tersebut, dan juga harus diselaraskan dengan program pemerintahan daerah yang ada di kawasan danau toba. Dalam rangka itu lah, maka untuk percepatan pembangunan daerah di kawasan danau toba perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut. Pertama, pembangunan sumberdaya manusia dan peningkatan taraf hidup masyarakat sekitar menjadi prioritas. Kedua, dalam menyongsong otorita danau toba perlu disusun peraturan daerah untuk melindungi hak-hak masyarakat sekitarnya, dan memadukan pembangunan budaya dan ekonomi. Ketiga, membentuk/mempertahankan lembaga riset daerah. Walaupun beberapa daerah riset dimasukkan dalam bidang tugas perencanaan (Bappeda) karena dianggap serumpun, tapi dalam pelaksanaannya riset akan terjebak dan tidak leluasa dalam fungsinya sebagai wadah pemikir (*think thank*) pemerintah. Keempat, mendorong pihak swasta dan industri mendukung hasil riset dan inovasi. Dukungan dapat berupa dana riset maupun Hasil riset aplikatif dan inovasi akan menghasilkan karya yang langsung memberi dampak pada orang banyak terutama di kalangan industri. Dalam perspektif inilah dapat disimpulkan bahwa Riset itu merupakan investasi jangka panjang terutama dalam pembangunan daerah. Hasilnya memang tidak akan terlihat dalam waktu singkat, tapi pasti akan dinikmati generasi yang akan datang. Mengutip dari beberapa pernyataan Prof. B.J. Habibi (Menristek pada pemerintahan orde baru), bahwa riset itu bukan “dagang asongan” yang hasilnya dapat langsung dinikmati, melainkan riset itu adalah sistematis, terpadu, terencana dan berkelanjutan.

## **PENERAPAN METODE TOPSIS PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMA BERAS MISKIN (RASKIN) DI DESA LUMBAN SILINTONG**

**Murni Marbun\* dan Rut Friskila Manurung**

Program Studi Teknik Informatika, STMIK Pelita Nusantara, Medan

\*Korespondensi: dimpleflorencia@yahoo.co.id

**Abstrak-**Raskin (Beras Miskin) adalah salah satu program pemerintah yang bertujuan untuk membantu mencukupi kebutuhan pangan beras masyarakat yang berpenghasilan rendah. Pelaksanaan program ini sangat bergantung kepada kemampuan pemerintah daerah dalam menentukan masyarakat penerima beras miskin. Untuk membantu pemerintah daerah di desa Lumban Silintong Kab. Humbahas Sumatera Utara dalam menentukan penerima raskin yang tepat sasaran, diperlukan sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk menentukan masyarakat yang layak menerima raskin secara akurat, tepat dan cepat. Penelitian ini menggunakan metode TOPSIS dalam penyelesaian masalah dalam pengambilan keputusan penerima raskin. Penentuan penerima raskin ditentukan oleh beberapa kriteria antara lain: penghasilan, pengeluaran, tanggungan, dan umur. Sistem ini dibangun dengan Bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 dan database Microsoft Access 2007 serta perancangan sistem menggunakan alat bantu aplikasi UML. Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi SPK metode TOPSIS yang memberikan hasil perhitungan nilai akhir yang terurut, yang dapat membantu pemerintah daerah dalam menentukan masyarakat yang layak menerima raskin. Implementasi dari sistem ini adalah menampilkan nama-nama masyarakat yang menerima atau tidak menerima raskin.

**Kata kunci:** TOPSIS, SPK, Raskin

### **PENDAHULUAN**

Berdasarkan UU No.13 Tahun 2011 tentang penanganan fakir miskin, Kementerian Sosial menjadi *leading sector* dalam rangka mengentaskan kemiskinan, dimana sasarannya adalah untuk meringankan beban rakyat yang tidak dapat memenuhi kebutuhan pokok anggota keluarga setiap harinya. Program ini juga merupakan upaya pemerintah dengan menjual beras bersubsidi untuk menanggulangi kemiskinan atas dasar penghormatan pada pemenuhan hak masyarakat miskin akan kebutuhan pangan

Berdasarkan hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional, jumlah penduduk miskin di Toba Samosir mencapai 9,54%. (BPS, 2013) Melihat tingginya angka jumlah penduduk miskin dan sulitnya penduduk miskin akan akses pangan karena rendahnya daya beli diakibatkan oleh krisis maka pemerintah meluncurkan program beras untuk keluarga miskin (raskin). Program ini dibentuk agar keluarga miskin mempunyai akses baik terhadap pangan (beras) dalam hal harga dan ketersediaan.

Desa Lumban Silintong tercatat ada sekitar 46 rumah tangga yang tergolong miskin (Kepala Desa Lumban Silintong, 2015). Setiap desa mendapat bantuan dari pemerintah, termasuk desa Lumban Silintong. Pada umumnya masyarakat miskin Desa Lumban Silintong telah mendapatkan pendistribusian raskin dengan cukup baik. Namun, penentuan penerima raskin yang dilakukan di desa ini belum memperhatikan kriteria-kriteria masyarakat yang tergolong miskin, contoh; tanggungan keluarga, pendapatan dan umur.

Untuk membantu pihak kepala desa untuk mengambil keputusan penentuan penerima raskin berdasarkan criteria tersunt dibutuhkan suatu sistem dalam menentukan keputusan. Sistem yang akan di hasilkan akan membantu penentuan penerima raskin dengan cepat dan akurat sehingga terhindar dari segala bentuk perselisihan warga.

Metode yang dipakai dalam menyelesaikan masalah pendukung keputusan adalah *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) yang merupakan suatu bentuk metode pendukung keputusan yang didasarkan pada konsep bahwa alternatif yang terbaik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif tetapi juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif yang dalam hal ini akan memberikan rekomendasi penerima raskin yang sesuai dengan yang diharapkan.

Implementasi dilakukan dengan membangun sistem pendukung keputusan yang dapat menunjukkan interaksi antara pengguna dengan perangkat lunak yang dibangun. Aplikasi yang dirancang menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 dengan database Microsoft Access 2007. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) didefinisikan sebagai sebuah sistem yang mendukung kerja seorang manajer maupun sekelompok manajer dalam memecahkan masalah semi-terstruktur dengan cara memberikan informasi ataupun usulan menuju pada keputusan tertentu.

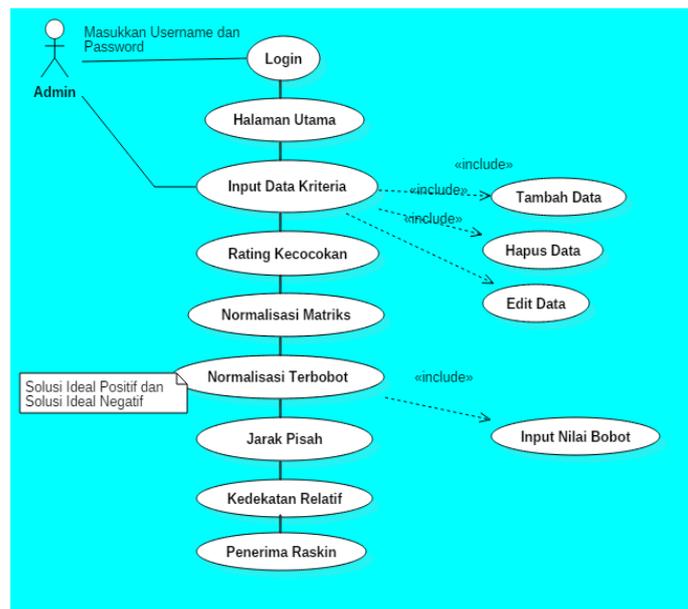
### **METODE**

Metode dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan Metode TOPSIS yang merupakan salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang diperkenalkan oleh Yoon dan Hwang (1981). (*Fuzzy Multi Attribut Decision Making*, Sri Kusumadewi, Sri Hartati, Agus Harjoko, 2006). TOPSIS menggunakan prinsip bahwa alternative yang terpilih harus mempunyai jarak terdekat dari solusi ideal

positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif dari sudut pandang geometris dengan menggunakan jarak *Euclidean* untuk menentukan kedekatan relatif dari suatu alternative dengan solusi optimal. Solusi ideal positif didefinisikan sebagai jumlah dari seluruh nilai terbaik yang dapat dicapai untuk setiap atribut, sedangkan solusi negatif ideal terdiri dari seluruh nilai terburuk yang dapat dicapai dari setiap atribut.

Atribut yang digunakan dalam sistem pendukung keputusan ini adalah pendapatan, pengeluaran, umur, dan tanggungan. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah bahasa pemrograman *Visual Basic 6.0* dan Database yang digunakan adalah *Microsoft Access 2007*.

Desain yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan pendekatan terstruktur yaitu menggunakan UML (*Unified Method Language*). Langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah menterjemahkan hasil analisis kedalam bentuk rancangan antarmuka, rancangan basis data, rancangan input dan output. *Use case diagram* perancangan sistem pendukung keputusan penerimaan beras raskin dengan metode TOPSIS adalah sebagai berikut:



Gambar 1. UML Use Case Diagram Sistem Pendukung Keputusan Penerima Beras Miskin (Raskin)

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam metode TOPSIS adalah sebagai berikut:

- a. Membangun *normalized decision matrix*. Elemen  $r_{ij}$  adalah hasil normalisasi *decision matrix* R dengan metode *Euclidean length of a vector* adalah

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

Dimana :

$r_{ij}$  = hasil normalisasi matriks keputusan R

$i = 1, 2, \dots, m$ ;

$j = 1, 2, \dots, n$ ;

- b. Membangun *weighted normalized decision matrix* dengan bobot W- ( $w_1, w_2, \dots, w_n$ )

$$v_{ij} = w_i * r_{ij} \quad (2)$$

- c. Menentukan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. Solusi ideal positif dinotasikan dengan  $A^+$  dan solusi ideal negatif dengan  $A^-$  adalah sebagai berikut :

$$A^+ = \{(\max v_{ij}) (\min v_{ij} | j \in J'), i = 1, 2, 3, \dots, m\} = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_m^+\} \quad (3)$$

$$A^- = \{(\max v_{ij}) (\min v_{ij} | j \in J'), i = 1, 2, 3, \dots, m\} = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_m^-\} \quad (4)$$

Dimana :

$v_{ij}$  = elemen matriks v baris ke I kolom ke j

- d. Menghitung Separasi

*Separation Measure* ini merupakan pengukuran jarak dari suatu alternatif ke solusi ideal positif dan solusi ideal negatif.

*Separation measure* untuk solusi ideal positif

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{ij}^+)^2} \quad (5)$$

dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, m$

Separation measure untuk solusi ideal positif

$$S_I^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{ij}^-)^2} \tag{6}$$

Menghitung kedekatan relatif terhadap solusi ideal. Kedekatan relatif alternatif A<sup>+</sup> dengan solusi ideal A<sup>-</sup> direpresentasikan dengan :

$$C_i = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^+} \tag{7}$$

dengan  $0 < C_i^+ < 1$  dan  $i = 1,2,3,...,m$

- f. Meranking alternatif. Alternatif dapat diranking berdasarkan urutan  $C_i^+$ . Maka dari itu, alternatif terbaik adalah alternatif yang bernilai lebih besar.

Langkah-langkah metode TOPSIS dalam menentukan penerima raskin adalah sebagai berikut:

Tahap I : Menentukan kriteria atau atribut. Ada empat atribut yang akan digunakan untuk membuat keputusan penerima raskin. Atributnya adalah:

C1 = Pendapatan; C2 = Pengeluaran; C3 = Tanggungan; C4 = Umur

Tahap II : Atribut diubah ke nilai pasti (crisp) dengan melakukan pembobotan masing-masing atribut seperti yang tampak pada Gambar di bawah ini.

Tabel 1. Bilangan Fuzzy Untuk Kriteria Penghasilan

Penghasilan	Variabel	Bobot
2.000.000 < Penghasilan ≤ 2.500.000	Kurang Layak (KL)	0,25
1.500.000 < Penghasilan ≤ 2.000.000	Cukup Layak (CL)	0,5
1.000.000 < Penghasilan ≤ 1.500.000	Layak (L)	0,75
500.000 < Penghasilan ≤ 1.000.000	Sangat Layak (SL)	1

Tabel 2. Bilangan Fuzzy Untuk Kriteria Pengeluaran

Pengeluaran	Variabel	Bobot
500.000 < Pengeluaran ≤ 1.500.000	Kurang Layak (KL)	0,25
1.500.000 < Pengeluaran ≤ 2.000.000	Cukup Layak (CL)	0,5
2.000.000 < Pengeluaran ≤ 2.500.000	Layak (L)	0,75
2.500.000 < Pengeluaran ≤ 3.000.000	Sangat Layak (SL)	1

Tabel 3. Bilangan Fuzzy Untuk Kriteria Tanggungan

Tanggungan	Variabel	Bobot
0 < Tanggungan ≤ 3	Kurang Layak (KL)	0,25
4 ≤ Tanggungan ≤ 6	Cukup Layak (CL)	0,5
7 ≤ Tanggungan ≤ 9	Layak (L)	0,75
10 ≤ Tanggungan ≤ 12	Sangat Layak (SL)	1

Tabel 4. Bilangan Fuzzy Untuk Kriteria Umur

Umur	Variabel	Bobot
30 ≤ Umur ≤ 40	Kurang Layak (KL)	0,25
40 < Umur ≤ 50	Cukup Layak (CL)	0,5
50 < Umur ≤ 60	Layak (L)	0,75
60 < Umur ≤ 70	Sangat Layak (SL)	1

Phase III: Untuk menentukan penerima raskin dengan menggunakan metode TOPSIS sesuai dengan Tabel keputusan yang menentukan menerima atau tidak menerima. Berikut ini adalah Tabel keputusan yang menentukan hasil akhir dari sistem ini seperti pada Tabel berikut ini:

Tabel 5. Keputusan

Nilai	Keterangan
$0,00 \leq \text{Nilai Akhir}$	Tidak Terima
$0,5 \leq \text{Nilai Akhir} \leq$	Terima

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil perhitungan dengan metode TOPSIS dalam menentukan penerima raskin adalah sebagai berikut:

1. Data penerima raskin dan bobot tiap criteria sebelum dan setelah di konversi

Tabel 6. Data Penduduk Sebelum Dikonversi

NIK	Nama	Penghasilan	Pengeluaran	Tanggung	Umur
1193532196693080	Risman	2000000	2000000	8	48
2560350396078990	Marpingkir	1500000	1000000	3	64
1223843613815440	Sari	2000000	1000000	4	36
1453147551281050	Junjungan	2000000	1000000	4	37
1683115507019070	Tangkas	1000000	1000000	4	45
1896012452937320	Efendi	1500000	1400000	6	43
1962113095874370	Belman	2100000	1700000	6	43
1984109981985190	Ruddin	2500000	2000000	6	42
2222622745405300	Darbin	1500000	1300000	4	31
2536764113562950	Rahman	1700000	2000000	10	59

Tabel 7. Data Penduduk Setelah Dikonversi

NIK	Nama	C1	C2	C3	C4
1193532196693080	Risman	0,5	0,75	0,75	0,5
2560350396078990	Marpingkir	0,75	0,25	0,25	1
1223843613815440	Sari	0,5	0,25	0,5	0,25
1453147551281050	Junjungan	0,5	0,25	0,5	0,25
1683115507019070	Tangkas	1	0,25	0,5	0,5
1896012452937320	Efendi	0,75	0,5	0,5	0,5
1962113095874370	Belman	0,25	0,75	0,5	0,5
1984109981985190	Ruddin	0,25	0,75	0,5	0,5
2222622745405300	Darbin	0,75	0,5	0,5	0,25
2536764113562950	Rahman	0,5	0,75	1	0,75

2. Menentukan matriks keputusan

$$x = \begin{bmatrix} 0,5 & 0,75 & 0,75 & 0,5 \\ 0,75 & 0,25 & 0,25 & 1 \\ 0,5 & 0,25 & 0,5 & 0,25 \\ 0,5 & 0,25 & 0,5 & 0,25 \\ 1 & 0,25 & 0,5 & 0,5 \\ 0,75 & 0,5 & 0,5 & 0,5 \\ 0,25 & 0,75 & 0,5 & 0,5 \\ 0,75 & 0,5 & 0,5 & 0,25 \\ 0,5 & 0,75 & 1 & 0,75 \end{bmatrix}$$

3. Normalisasi Matriks (R)

<b>R(i,1)</b>	<b>R(i,2)</b>	<b>R(i,3)</b>	<b>R(I,4)</b>
0,2561	0,433	0,4082	0,2887
0,3841	0,1443	0,1361	0,5774
0,2561	0,1443	0,2722	0,1443
0,2561	0,1443	0,2722	0,1443
0,5121	0,1443	0,2722	0,2887
0,3841	0,2886	0,2722	0,2887
0,128	0,433	0,2722	0,2887
0,128	0,433	0,2722	0,2887
0,3841	0,2886	0,2722	0,1443
0,2561	0,433	0,5443	0,433

4. Matriks Keputusan Yang Ternormalisasi

<b>V(i,1)</b>	<b>V(i,2)</b>	<b>V(i,3)</b>	<b>V(i,4)</b>
0,2561	0,433	0,4082	0,2887
0,3841	0,1443	0,1361	0,5774
0,2561	0,1443	0,2722	0,1443
0,2561	0,1443	0,2722	0,1443
0,5121	0,1443	0,2722	0,2887
0,3841	0,2886	0,2722	0,2887
0,128	0,433	0,2722	0,2887
0,128	0,433	0,2722	0,2887
0,3841	0,2886	0,2722	0,1443

5. Menentukan matriks solusi ideal positif (A+) dan solusi ideal negatif (A-) dapat dilihat pada Tabel berikut:

	<b>V(i,1)</b>	<b>V(i,2)</b>	<b>V(i,3)</b>	<b>V(i,4)</b>
<b>Solusi Ideal</b>	0,2561	0,433	0,4082	0,2887
	0,3841	0,1443	0,1361	0,5774
	0,2561	0,1443	0,2722	0,1443
	0,2561	0,1443	0,2722	0,1443
	0,5121	0,1443	0,2722	0,2887
	0,3841	0,2886	0,2722	0,2887
	0,128	0,433	0,2722	0,2887
	0,128	0,433	0,2722	0,2887
	0,3841	0,2886	0,2722	0,1443
	0,2561	0,433	0,5443	0,433
<b>A+ (V max)</b>	0,5121	0,433	0,5443	0,5774
<b>A- (V min)</b>	0,128	0,1443	0,1361	0,1143

6. Menentukan seperasi atau jarak alternatif dan kedekatan relatif dari setiap alternatif terhadap sulosi ideal positif (ci+) sebagai berikut:

No	S+	S-	(ci+)
1	0,4092	0,4412	0,5188
2	0,5161	0,5031	0,4936
3	0,6407	0,1868	0,2257
4	0,6407	0,1868	0,2257
5	0,4907	0,4323	0,4684
6	0,4412	0,3546	0,4456
7	0,5522	0,3503	0,3881
8	0,5522	0,3503	0,3881
9	0,5466	0,3239	0,3721
10	0,294	0,5914	0,6679

Berdasarkan perhitungan solusi ideal positif, nilai (ci+) masyarakat dapat dilihat sebagai berikut:

NIK	Nama	(ci+)
1193532196693080	Risman	0,5188
2560350396078990	Marpingkir	0,4936
1223843613815440	Sari	0,2257
1453147551281050	Junjungan	0,2257
1683115507019070	Tangkas	0,4684
1896012452937320	Efendi	0,4456
1962113095874370	Belman	0,3881
1984109981985190	Ruddin	0,3881
2222622745405300	Darbin	0,3721
2536764113562950	Rahman	0,6679

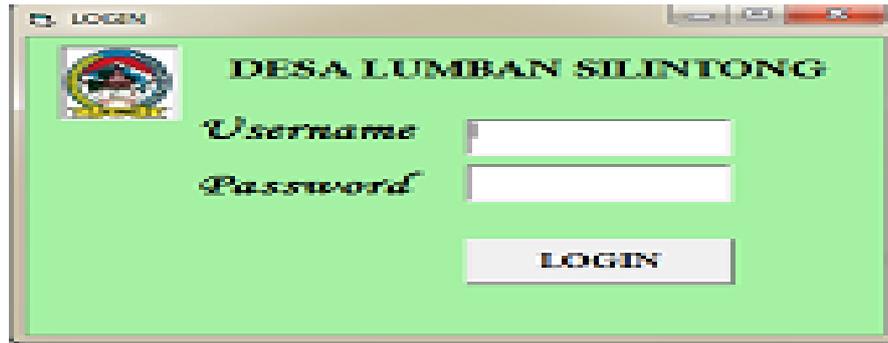
Berdasarkan keputusan menerima dan tidak menerima raskin pada table 5, maka masyarakat yang menerima dan tidak menerima raskin adalah sebagai berikut:

NIK	Nama	(ci+)	Keputusan
2536764113562950	Rahman	0,6679	Menerima
1193532196693080	Risman	0,5188	Menerima
2560350396078990	Marpingkir	0,4936	Tidak Menerima
1683115507019070	Tangkas	0,4684	Tidak Menerima
1896012452937320	Efendi	0,4456	Tidak Menerima
1962113095874370	Belman	0,3881	Tidak Menerima
1984109981985190	Ruddin	0,3881	Tidak Menerima
2222622745405300	Darbin	0,3721	Tidak Menerima
1223843613815440	Sari	0,2257	Tidak Menerima
1453147551281050	Junjungan	0,2257	Tidak Menerima

Hasil perhitungan dengan metode TOPSIS untuk sampel yang berjumlah 10 (sepuluh) orang, dapat diketahui bahwa yang menerima raskin di Desa Lumban Silintong adalah Bapak Rahman dan Bapak Risman berdasarkan kriteria pendapatan, pengeluaran, tanggungan dan umur.

## Implementasi Hasil

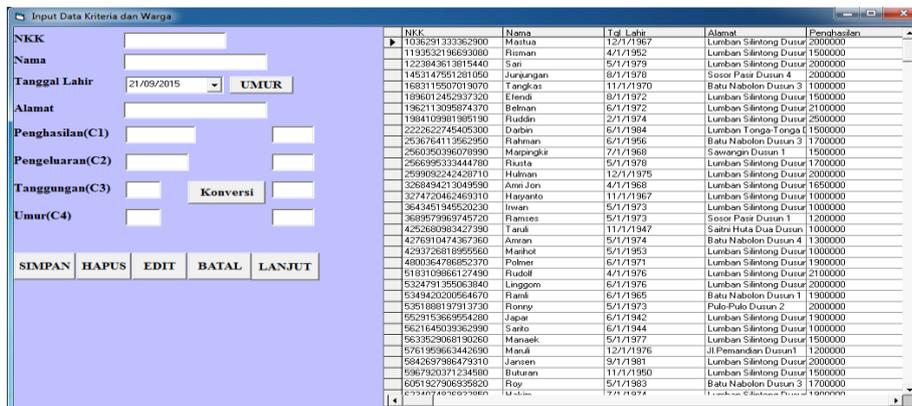
### 1. Form Login



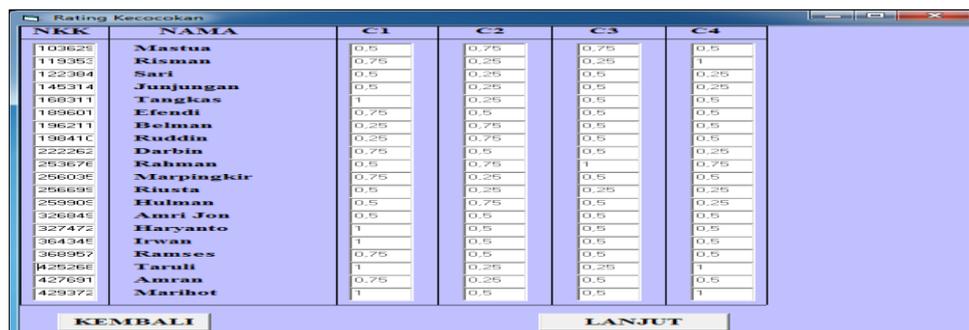
2. Form Menu Utama



3. Form Input Data Calon Penerima Raskin



4. Form Kecocokan Alternatif Terhadap Kriteria



5. Form Perhitungan Nilai X Pada Proses Matriks Normalisasi

**PERHITUNGAN NILAI X TERHADAP MASING-MASING KRITERIA**

<b>C1</b>	1	0,062	0,25	1	0,25	0,062	0,25	0,562	0,062	0,25	0,562	0,562	0,562	0,25	0,062	0,25	0,062	0,562	
<b>C2</b>	0,25	0,562	0,562	0,062	1	0,25	0,25	1	0,562	0,25	0,562	0,25	0,562	0,25	0,562	0,562	0,562	0,562	1
<b>C3</b>	0,062	0,062	0,25	0,25	0,062	0,25	0,25	0,25	0,562	0,25	0,562	0,062	0,25	0,062	0,25	0,062	0,25	0,25	0,25
<b>C4</b>	1	0,25	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,562	0,062	0,562	0,062	1	1	0,25	0,062	0,562	0,062	0,062

**HITUNG NILAI X MASING-MASING KRITERIA**

<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>X4</b>
2,5981	3,1425	2,1213	2,8284

**Simpan Lanjut**

6. Form Matriks Ternormalisasi

**Matriks Normalisasi**

NKK	N1	N2	N3	N4
103629133362900	0,1162	0,3333	0,3100	0,3100
1193532196693080	0,2343	0,1111	0,1066	0,1066
1223843613816440	0,1562	0,1111	0,2132	0,2132
1453147951281050	0,1562	0,1111	0,2132	0,2132
1683115502019070	0,3123	0,1111	0,2132	0,2132
1898012452937320	0,2343	0,2222	0,2132	0,2132
1962113095874370	0,0781	0,3333	0,2132	0,2132
1984109881885190	0,0781	0,3333	0,2132	0,2132
2222622745405300	0,2343	0,2222	0,2132	0,2132
2536764113662990	0,1562	0,3333	0,4264	0,4264
2560550236076580	0,2343	0,1111	0,2132	0,2132
2566995334447890	0,1562	0,1111	0,1066	0,1066
2598932424280710	0,1562	0,3333	0,2132	0,2132
3268494213049580	0,1562	0,2222	0,2132	0,2132
3274720462463010	0,3123	0,2222	0,2132	0,2132
3643451946920230	0,3123	0,2222	0,2132	0,2132
3689579969745720	0,2343	0,2222	0,2132	0,2132
426260080427390	0,3123	0,1111	0,1066	0,1066
4276910474367360	0,2343	0,1111	0,2132	0,2132
4293726818895660	0,3123	0,2222	0,2132	0,2132
4800364786852370	0,1754	0,2683	0,4082	0,4082
5153109866127450	0,0877	0,1789	0,2041	0,2041
5324731355063840	0,1754	0,1789	0,2041	0,2041
5349420200564670	0,1754	0,3878	0,3062	0,3062
5531888197913720	0,1754	0,2683	0,2041	0,2041
5529153669542890	0,1754	0,2683	0,2041	0,2041
5621648039362980	0,2631	0,1789	0,2041	0,2041
5633520681902690	0,2631	0,1789	0,1021	0,1021
5761959663442690	0,2631	0,0994	0,2041	0,2041
5842637886479310	0,1754	0,1789	0,2041	0,2041
5967920371234580	0,2631	0,2683	0,2041	0,2041

**SIMPAN HAPUS LANJUT**

7. Form Solusi Ideal Positif dan Solusi Ideal Negatif

**Solusi Ideal**

NKK	NB1	NB2	NB3	NB4
88359567640509600	0,5898	0,1374	0,1562	0,5963
9019017268827400	0,2949	0,5495	0,4685	0,2981
9105379506760670	0,2949	0,4121	0,4685	0,2981
91738113060294980	0,4423	0,4121	0,4685	0,2981
9210764089246230	0,2949	0,4121	0,3123	0,2981
9597284261597320	0,4423	0,4121	0,4685	0,1491

**Solusi Ideal Positif**

C1	
C2	
C3	
C4	

**Solusi Ideal Negatif**

C1	
C2	
C3	
C4	

**SIMPAN HAPUS LANJUT**

8. Form Hasil Akhir

**HASIL AKHIR**

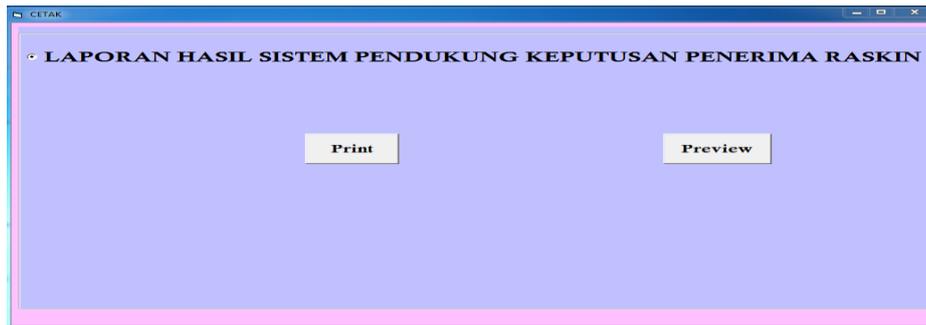
NKK	Nama	Nilai Akhir	Keterangan
3260494213049580	Amri Jon	0,363	TIDAK TERIMA
3274720462463010	Haryanto	0,489	TIDAK TERIMA
3643451946920230	Irwani	0,489	TIDAK TERIMA
3689579969745720	Rameses	0,429	TIDAK TERIMA
425260808427390	Tauli	0,489	TIDAK TERIMA
4276910474367360	Amran	0,363	TIDAK TERIMA
4293726818895660	Mardhot	0,627	TERIMA
4800364786852370	Polner	0,58	TERIMA
5153109866127450	Ludolf	0,223	TIDAK TERIMA
5324731355063840	Linggom	0,273	TIDAK TERIMA
5349420200564670	Randi	0,565	TERIMA
5531888197913720	Ronyw	0,416	TIDAK TERIMA
5529153669542890	Japar	0,56	TERIMA
5621648039362980	Sawo	0,501	TERIMA
5633520681902690	Manaeck	0,298	TIDAK TERIMA
5761959663442690	Manuli	0,511	TIDAK TERIMA
5842637886479310	Jansen	0,273	TIDAK TERIMA
5967920371234580	Butuan	0,62	TERIMA
6091327986938520	Risy	0,273	TIDAK TERIMA
6234074626332890	Hakin	0,333	TIDAK TERIMA
62880118944438000	Haragkatu	0,416	TIDAK TERIMA
6454316073228690	Eron	0,413	TIDAK TERIMA
651140268166860	Manu	0,606	TERIMA
7703980763510680	Yonggi	0,507	TERIMA
7981353787062980	Pae	0,492	TIDAK TERIMA
8070302201786620	Anggiat	0,223	TIDAK TERIMA
81132747700341330	Julaga	0,383	TIDAK TERIMA
8836557640505600	Lunaman	0,500	TERIMA
9019017268827400	Arnda	0,561	TERIMA
9316329506768620	Bundu	0,5	TIDAK TERIMA

**NKK**   
**NAMA**   
**NILAI AKHIR**

**CEK SIMPAN HAPUS CETAK**

**KETERANGAN**

9. Form Cetak Data



Laporan penerima raskin dan tidak penerima raskin di Desa Lumban Silintong.

 <b>LAPORAN HASIL KEPUTUSAN PENERIMA RASKIN DESA LUMBAN SILINTONG</b> 19/10/2015			
NIK	Nama	Nilai Akhir	Keterangan
11	Risman	0,584	TERIMA
12	Mastua	0,302	TIDAK TERIMA
13	Sari	0,59	TERIMA
14	Junjungan	0,503	TERIMA
15	Tangkas	0,283	TIDAK TERIMA
16	Efendi	0,438	TIDAK TERIMA
17	Belman	0,37	TIDAK TERIMA
18	Ruddin	0,474	TIDAK TERIMA
19	Darbin	0,438	TIDAK TERIMA
20	Rahman	0,606	TERIMA
21	Maringkir	0,409	TIDAK TERIMA
22	Riusta	0,716	TERIMA
23	Hulman	0,342	TIDAK TERIMA
24	Amrijon	0,59	TERIMA
25	Haryanto	0,405	TIDAK TERIMA
26	Irwan	0,371	TIDAK TERIMA
27	Ramses	0,311	TIDAK TERIMA
28	Taruli	0,443	TIDAK TERIMA
29	Amran	0,321	TIDAK TERIMA
30	Polmer	0,517	TERIMA

**KESIMPULAN**

Penelitian ini menghasilkan suatu sistem yang dapat membantu pemerintah daerah Desa Lumban Silintong dalam menentukan masyarakat penerima atau tidak penerima raskin dengan menggunakan metode TOPSIS. Dengan adanya sistem pendukung keputusan ini, hasil dan informasi yang berkaitan dengan penerima atau tidak penerima raskin dapat diperoleh dengan cepat, tepat dan akurat. Hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa ada satu pendekatan yang dapat dijadikan dasar untuk menentukan masyarakat penerima atau tidak penerima raskin metode TOPSIS.

**DAFTAR PUSTAKA**

Al fatta, Hanif. 2007. *Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Penerbit Andi Basyaib,  
 Fahmi. 2012. *Teori Pembuat Keputusan*. Jakarta : Grasindo  
 Kurniadi, Adi. 2000. *Pemrograman Visual Basic 6*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo  
 Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Andi.  
 Kusumadewi, Sri., Hartati, S., Harjoko, A., dan Wardoyo, R. 2006. “*Fuzzy Multi Atrribute Decision Making (FMADM)*”. Graha Ilmu, Yogyakarta.  
 Kusumadewi Sri & Purnomo Hari. 2006. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.  
 Nofriansyah, Dicky. 2014. *Konsep Data Mining VS Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta. Penerbit Deeplubish.  
 Nugroho, Adi. 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak Beorientasi Objek Dengan Metode USDP*. Yogyakarta : Penerbit Andi  
 Nugroho, Bunafit. 2005. *Administrasi Database MySQL Pada Server Linux dan Windows*. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu

Pedoman Umum Raskin, Kementerian Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat Republik Indonesia, 2012

Pedoman Umum Raskin, Keputusan Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat, 2015.

Marimin. 2012. *Teknik Dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria*. Jakarta : Penerbit Grasindo

Solution, Winpec. 2007. *Mudah Menguasai Microsoft Access 2007*. Jakarta. PT.Penerbit Elex Media Komputindo.

Yakub. 2012. *Pengantar Sistem Informasi*. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.

# IMPLEMENTASI STEGANOGRAFI UNTUK PENYEMBUNYIAN DATA PADA FILE AUDIO DENGAN METODE PHASE CODING DAN SPREAD SPECTRUM

Lesteria Panjaitan, Lince Tomoria Sianturi, dan Zekson A. Matondang

STMIK Budidarma, Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Menyalin content media digital (berupa teks, Gambar, audio, dan video) selain memiliki kemudahan dalam penyebarannya serta publikasinya dapat dilakukan menggunakan jaringan bahkan internet. Salah satu media digital yang sering digunakan atau dimanfaatkan adalah audio. Keamanan dalam pengiriman informasi yang bersifat rahasia merupakan salah satu faktor penting yang harus dijaga. Salah satu teknik yang dapat dipakai untuk menangani hal tersebut adalah steganografi. Steganografi merupakan ilmu dan seni yang mempelajari penyembunyian informasi rahasia ke dalam suatu media sedemikian sehingga manusia tidak mudah diketahui keberadaan data tersebut. Metode steganografi yang digunakan adalah Phase Coding dan Spread Spectrum. Ke dua metode memiliki keunggulan dalam ketangguhan terhadap berbagai serangan. Phase Coding mengganti fase bagian awal sinyal suara dengan fase yang berhubungan yang mewakili data. Fase bagian lain yang mengikuti diatur untuk melindungi fase relatif antar bagian. (Verdi Yasin, dkk, 2011:8). Sedangkan proses penyebaran bandwidth sinyal informasi disebut spreading. Penyebaran ini berguna untuk menambah tingkat redundansi. Besaran redundansi ditentukan oleh faktor pengali  $cr$  bernilai scalar. Panjang bit-bit hasil penyebaran menjadi  $cr \times$  panjang bit-bit awal. Untuk pengembalian data dalam metode spread spectrum ini disebut de-spreading. De-spreading bekerja dengan cara mengembalikan kelipatan pada biner yang sudah dilakukan spreading. Rancangan aplikasi yang dirancang, melakukan penyembunyian data teks pada file audio yang diproses dengan ke dua metode di atas di mana proses audio kelihatan dan kedengarannya tidak ada pengaruh-pengaruh lain sebagaimana performa proses pada audio awal.

**Kata kunci:** Steganografi, Audio, Phase\_Coding, Spread\_Spectrum, Teks

## PENDAHULUAN

Berbagai macam perilaku user dalam mengakses informasi lebih detail, seperti pengiriman data melalui jaringan internet, tentunya dibutuhkan tingkat sekuritas yang lebih apalagi jika data atau data dianggap sangat rahasia, banyak cara yang dilakukan untuk menyembunyikan data atau data yang akan dikirim. Salah satunya adalah dengan steganografi. Berbagai macam jenis dokumen seperti dokumen teks, citra, audio, dan video. Untuk dokumen audio jenis dokumen ini memiliki beberapa format data antara lain MP3, WAV, AAC, WMA dan lain sebagainya.

Beberapa teknik yang dapat digunakan adalah Phase Coding dan Spread Spectrum. Suara digital yang akan disembunyikan adalah *format waveform audio (WAV)*. format ini bersifat multimedia dalam ponsel. File dengan format WAV biasanya berukuran besar, karena tidak dikompresi. Namun, WAV dapat menampung audio dalam bentuk terkompresi. Metode *phase coding* merekayasa fasa dari input sinyal. Dengan mensubstitusi awal fasa dari tiap awal segment dengan fasa yang telah dibuat sedemikian rupa dan mempresentasikan data yang disembunyikan (Verdi Yasin dkk., 2011:8).

Metode *Spread spectrum* merupakan teknik transmisi menggunakan *pseudonoise code*, independen terhadap data informasi, sebagai modulator bentuk gelombang menyebarkan energi sinyal dalam sebuah jalur komunikasi (*bandwidth*) yang lebih besar dari pada sinyal jalur komunikasi informasi. Oleh penerima sinyal dikumpulkan kembali menggunakan replika *pseudonoise code* tersinkronisasi (Rojali dkk., 2012:762).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Untuk mengenal pola audio yang dapat disembunyikan data atau teks; (2) Menerapkan Phase Coding dan Spread Spectrum guna mengamankan data dan audio itu sendiri; dan (3) Merancang aplikasi untuk penembunyian data pada audio.

Untuk penyisipan yang sistematis, maka langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyelesaian masalah sebagai berikut: (1) Bagaimana menentukan jenis dan spesifikasi input teks dan audio itu sendiri sesuai dengan spesifikasi ke dua metode; (2) Bagaimana menerapkan tahapan-tahapan Phase Coding dan Spread Spectrum pada proses penyembunyian data teks; dan (3) Bagaimana merancang aplikasi dengan menggunakan tools yang sesuai.

## METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka penulis mencoba memaparkan langkah-langkah baik secara teoritis maupun dalam aplikasi yang akan dirancang dengan:

### Studi Literatur

Mengoleksi sejumlah referensi yang berkaitan dengan topik penelitian, proses perancangan

sistem, mempelajari artikel, buku-buku atau sumber-sumber pengetahuan audio sesuai dengan kebutuhan penelitian.

**Analisis**

Menerapkan algoritma Phase Coding dan Spread Spectrum untuk proses penyembunyian kemudian analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

**Perancangan**

Membangun arsitektur aplikasi, cara kerja modul, model basis data dan antar muka, serta lingkungan sistem.

**Implementasi**

Merancang aplikasi sesuai dengan cara kerja ke dua metode dengan menggunakan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi**

Menggunakan aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil penyembunyian data teks pada audio serta mengambil kesimpulan.

**Audio Digital**

Pengubahan suara analog menjadi suara digital butuh alat disebut *Analog to Digital Converter (ADC)*. ADC mengubah amplitudo sebuah gelombang analog ke dalam waktu interval sehingga menghasilkan penyajian digital dari suara.

WAV singkatan dari waveform audio format merupakan standart format berkas audio yang dikembangkan oleh *Microsoft* dan *IBM*. Wav merupakan varian dari format bitstream RIFF dan mirip dengan format IFF dan AIFF yang digunakan computer Amiga dan Macintosh (Gunawan, 2005).

**Metode Phase Coding**

*Phase coding* merupakan metode yang efektif dari perbandingan noise *signal-to-perceived*. Jika hubungan fase antar setiap komponen frekuensi diubah secara dramatis, akan terjadi dispersi fase yang tampak jelas, akan tetapi selama modifikasi fase cukup kecil, coding yang tidak mungkin terdengar dapat dilakukan.

Langkah-langkah untuk penyembunyian data dengan metode *phase coding* sebagai berikut:

1. Bagi urutan suara menjadi N segmen,  $s[1]$ ,  $0 \leq i \leq L-1$ , dimana setiap segment memiliki panjang yang sama yaitu sebesar L.
2. Hitung DFT (dalam hal ini menggunakan FFT) pada masing-masing segmen dimana  $0 \leq k \leq L-1$ .
3. Hitung nilai fase  $\phi$  dan amplitude A untuk tiap-tiap segmen dimana  $a_k$  adalah bagian *real* dari nilai FFT dan  $b_k$  adalah bagian *imaginer*-nya. Hasil yang diperoleh untuk tiap segmennya yaitu:

$$A = \sqrt{a_k^2 + b_k^2} ; \Phi = \tan^{-1} \left( \frac{b_k}{a_k} \right)$$

4. Setelah itu hitung beda fase antara fase segmen yang berdekatan:  $\Delta\phi_{N-1}(\Phi_k) = \phi_{N-1}(\Phi_k) - \phi_N(\Phi_k)$
5. Fase absolute dari sinyal data stegano ditambahkan ke dalam beda fase yang dihasilkan. Sinyal stegano dengan panjang  $L_w$ ,  $w[j]$ ,  $0 \leq j \leq L_w-1$ , disajikan sebagai  $\Phi_{data} = \frac{\pi}{2}$  atau  $\Phi_{data} = \frac{\pi}{2}$  sebagai representasi bit 1 atau 0
6. Subtitusikan fase segmen awal  $\Phi'_0$  dengan fase sinyal stegano  $\Phi_{data}$   $\Phi'_0 = \Phi'_{data}$
7. Buat matriks fase untuk  $N > 0$  menggunakan beda fase untuk menjaga relativitas fase antara segmen suara. Hal ini untuk menjaga kesinambungan sinyal setelah proses modifikasi fase segmen awal:

$$\begin{bmatrix} (\Phi'_1(\omega'_k = \phi'_0(\omega_k) + \Delta\phi_1(\omega_k))) \\ (\Phi'_n(\omega'_k = \phi'_{n-1}(\omega_k) + \Delta\phi_n(\omega_k))) \\ (\Phi'_N(\omega'_k = \phi'_{N-1}(\omega_k) + \Delta\phi_N(\omega_k))) \end{bmatrix}$$

8. Hitung kembali nilai fase yang baru dan nilai amplitude yang sudah dihitung sebelumnya untuk melakukan *inverse* DFT terhadap masing-masing segmen untuk mengembalikan sinyal ke dalam domain waktu.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengekstraksian dengan *phase coding* sebagai berikut:

1. Ambil n bagian pertama dari sinyal suara di mana n adalah panjang segmen encoding yang diketahui,  $s[0]$ ,  $s[n-1]$ , perhitungan hanya terhadap n elemen pertama sinyal karena data stegano disembunyikan hanya di segmen awal sinyal suara asli.
2. Lakukan FFT terhadap n-1 sinyal tersebut, kemudian cari nilai fasenya  $\phi$
3. Konversi nilai fase yang di dapatkan  $\frac{\pi}{2}$  menjadi bit dan  $-\frac{\pi}{2}$  menjadi bit 0 sebanyak panjang bit stegano. Nilai fase dibandingkan dengan nilai fase sinyal suara asli.

4. Didapatkan data bit-bit stegano sesuai hasil konversi. Bit-bit stegano dibandingkan dengan bit-bit stegano asli untuk mengetahui kebenarannya.

**Spread Spectrum**

Metode *spread spectrum* sebuah teknik transmisi di mana kode *pseudo noise* digunakan sebagai gelombang modulasi untuk menyebarkan energi sinyal melalui *bandwidth* yang lebih besar daripada *bandwidth* sinyal informasi.

Teknik ini dilakukan dengan alasan, diantaranya untuk jaringan komunikasi yang aman, memperkuat gelombang yang dikirim terhadap interferensi atau *jamming* dan menghindari pendeteksian. *Spread spectrum* pada awalnya adalah teknik yang digunakan untuk komunikasi gelombang radio untuk alasan keamanan dan menghindari *jamming*.( Rojali,dkk, 2012:762).

Metode *spread spectrum* ini memanfaatkan domain frekuensi dari suatu audio. Langkah yang pertama kali dilakukan dalam steganografi dengan metode *spread spectrum* ini adalah mentransfermasikan audio ke domain frekuensi. Selanjutnya, bit data disisipkan pada koefisien DFT, FFT yang membutuhkan data random.

*Linear Congriental Generator* adalah salah satu algoritma pembangkitan bilangan *pseudo random*. Deret bilangan *pseudo random* deret bilangan yang kelihatan acak dengan kemungkinan acak dengan kemungkinan pengulangan sangat kecil. Deret bilangan bulat dalam LCG diformulasikan sebagai berikut:

$$X_n = (aX_{n-1} + b) \text{ mod } m$$

di mana:  $X_n$ :bilangan acak ke- $n$ ;  $X_{n-1}$ : bilangan acak sebelumnya;  $a$ : factor pengali;  $b$ : *increment*;  $m$ : modulus.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penentuan Data**

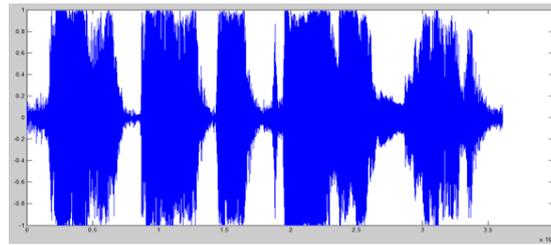
Pada penelitian ini penulis menggunakan tool matlab untuk menampilkan segmen audio menggunakan FFT analysis, berikut hasilnya.

0.8984	-0.5156	0.8750	-0.1797	0.2594	-0.6328	0.2516	-0.2906	-0.4591
0.1094	-0.5859	0.2906	-0.6797	0.2109	-0.6688	0.7989	-0.5078	-0.1953
-0.2109	-0.7422	-0.8516	-0.6484	0.2047	-0.6688	0.9219	-0.2750	-0.2188
0.5212	-0.5078	-0.6016	0.0489	0.8125	-0.4922	0.2428	-0.2125	-0.2109
0.7578	-0.0291	0.6406	0.1228	0.8428	-0.6688	0.0928	-0.5291	0.2500
-0.1563	0.2264	0.5078	-0.2812	0.1484	-0.2906	0.5078	-0.7188	0.8125
-0.8259	-0.0825	-0.6172	-0.2188	-0.2125	-0.0829	0.2047	-0.6641	0.9219
-0.1797	-0.2109	-0.5859	0.2264	0	0.1563	-0.2578	-0.2750	0.7021
0.4297	0.2994	0.2329	0.8563	0.2969	0.2021	-0.2656	-0.2264	0.5928
-0.2259	0.9453	0.6922	0.5291	-0.2109	0.1953	-0.2984	-0.2828	0.9141
-0.9453	0.8281	-0.2021	0.2754	-0.8672	0.6809	-0.7578	-0.4141	0.9922
-0.5000	0.2109	-0.2724	0.2578	-0.8750	0.9297	-0.5702	-0.1484	0.7266
0.1250	0.2109	0.2047	0.2578	-0.2594	0.7109	-0.2428	0.2969	-0.0489
-0.0156	0.8202	0.4591	0.8294	-0.2188	0.2266	-0.6563	0.5000	0.1172
-0.6453	0.8516	0.2656	0.8828	-0.7724	0.4141	-0.7578	0.2202	0.4224
-0.4297	0.2188	0.2125	-0.2047	-0.9219	0.5000	-0.2281	0.4219	-0.0859
0.0702	-0.1719	0.2500	-0.6641	-0.2188	0.1406	-0.0224	0.8516	-0.9063
0.6406	-0.1016	0.1875	0.7578	0.1953	-0.2656	0.0212	0.9141	-0.9297
0.5212	0.2188	0.2249	0.6641	-0.2259	-0.4275	0.0078	0.6016	-0.4766
-0.1094	0.1797	0.2428	-0.6563	-0.2516	-0.2047	-0.0078	0.5078	-0.4797
0.1484	-0.4591	0.1719	-0.9688	0.2906	-0.6063	0.2516	0.8294	-1.0000
0.8906	-0.7724	-0.0224	-0.1484	0.9275	-0.7021	0.7656	0.7812	-0.9766
0.8828	-0.2472	-0.0224	0.6966	0.6563	-0.8202	0.6172	-0.0212	-0.6172
0.1641	-0.0489	0.2266	-0.6609	0.0212	-0.6484	0.1875	-0.1797	-0.2812
-0.2266	-0.1484	0.0781	-1.0000	0.5224	-0.2281	0.2109	0.2750	-0.2428
0.1563	-0.2489	-0.6453	-0.5702	0.9922	-0.2969	0.6484	-0.1719	-0.2989
0.6922	-0.7578	-0.2891	0.2750	0.6094	-0.2281	0.7500	-0.9297	0.1250
-0.1016	-0.1016	0.1953	0.0829	-0.1228	-0.1563	0.1953	-0.8259	0.4250
-0.7578	0.6719	-0.1797	-0.7266	0.0291	-0.0078	-0.1094	-0.5078	0.7891
-0.5291	0.0489	-0.7266	-0.2828	0.2578	0.2516	0.1484	-0.7812	0.4228
-0.2281	-0.9063	-0.6328	0.4297	-0.0425	0.6406	0.1719	-1.0000	0.7578
-0.5291	-0.2500	-0.2021	0.5859	-0.5224	0.4297	-0.1016	-0.8906	0.9866

Sebelum menyisipkan data maka data yang akan disisipkan pada *Phase Coding* adalah yaitu "LESTERIA", data ini terlebih dahulu di konversi ke biner, dan hasilnya : 01001100 01000101 01010011 01010100 01000101 01010010 01001001 01000001 dan hasil binary tersebut memiliki panjang 64 bit.

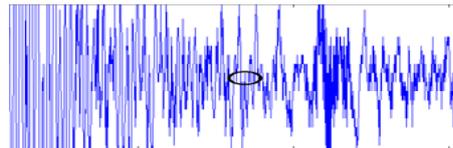
Data ini akan disisip pada file audio dengan nama file *suaraku.wav* di mana panjang segmen bit sebesar 36864 bit, nilai segmen tersebut diperoleh berdasarkan kapasitas file 36 kb x 1024 bit, langkah berikutnya adalah melakukan FFT (Fast Fourier Transform) terhadap tiap segmen audio dengan catatan bahwa mod (36864,64)=0, jika tidak maka dicari bilangan yang mendekati panjang tersebut hingga habis 0 dalam hal ini adalah 65.

Nilai segmen di atas merupakan sebagian nilai yang diambil sebagai sampel dari data keseluruhan. Nilai ini dirubah ke dalam bentuk frekuensi gelombang seperti di bawah ini:



Gambar 1. Frekwensi Berdasarkan Nilai Segment

Pada Gambar 1 tampak beberapa frekuensi yang lebih kecil dari pada frekuensi lainnya, supaya lebih jelas akan diperbesar frekuensi tersebut dan hasil seperti tampak pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Posisi Segment Dalam Zoom

**Penerapan Phase Coding**

Pada Gambar 2 terdapat tanda circle untuk tempat penyisipan data, untuk memproses penyisipan bisa dilakukan cara sebagai berikut:

1. Dari hasil fase segmentasi yang sudah dijelaskan sebelumnya dihitung nilai fase dan magnitudenya, dikarenakan segment fase sebanyak 36864 akan di ambil sebanyak 10 segment saja seperti pada tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Fase dan Magnitude

No Sample	Fase	Magnitute
1	3.1416	0.1607
2	-1.1094	0.0844
105	-3.1035	0.0139
211	1.1094	0.0844
212	0	0.0287
307	-0.1981	0.028
422	-0.4902	0.198
25531	0	0.0518
25638	-1.3727	0.0691
25742	-2.0227	0.1613

2. Proses berikutnya nilai fase audio akan diganti dengan fase data, nilai fase yang digantikan adalah nilai yang terdapat pada index  $xN + pos(0 \leq x \leq X)$  di mana X adalah jumlah bit data (01001100 01000101 01010011 01010100 01000101 01010010 01001001 01000001=64 bit), N adalah panjang segmen, dan pos adalah N/2 untuk N genap dan (N-1)/2 untuk N ganjil. Pada penyisipan data ke file audio nilai pos adalah  $(65-1)/2 = 32$ . Nilai fase audio dengan index tadi akan diganti dengan  $\pi/2$  jika bit pada array data dengan index yang berkesesuaian bernilai 0 dan  $-\pi/2$  jika bitnya bernilai 1. Berikut adalah hasil perubahan fase di mana sampel yang diubah sebanyak 3 fase yaitu pada sample 105, 307 dan 25638, adapun perhitungan perubahan fase dengan rumus :  
 $105-3.1035(0 \leq 105 \leq 64) = 101.8965 \leq 64 = 37.8965$

Tabel 2. Perubahan Nilai Fase

Segment	Fase	Magnitute
1	3.1416	0.1607
2	-1.1094	0.0844
105	37.8965	0.0139
211	1.1094	0.0844
212	0	0.0287
307	242.8019	0.028
422	-0.4902	0.198
25531	0	0.0518
25638	25572.6273	0.0691
25742	-2.0227	0.1613

Nilai fase di atas merupakan hasil pengujian berdasarkan rumus dan nilai akan berbeda untuk tiap segment file audio.

**Proses Ekstraksi Data Pada Phase Coding**

Untuk proses ekstraksi menggunakan metode *phase coding* bisa dilakukan dengan mengembalikan proses penyisipan, pada langkah awal yang dilakukan adalah mendapatkan nilai segment dan fase seperti dibawah ini:

Tabel 3. Nilai Fase Setelah Penyisipan

Segment	Fase	Magnitute
1	3.1416	0.1607
2	-1.1094	0.0844
105	37.8965	0.0139
211	1.1094	0.0844
212	0	0.0287
307	242.8019	0.028
422	-0.4902	0.198
25531	0	0.0518
25638	25572.6273	0.0691
25742	-2.0227	0.1613

Kemudian dengan rumus yang sama nilai fase dibalikkan ke semula menggunakan jumlah bit data yaitu 64, dan hasil prosesnya seperti berikut:

Tabel 4. Nilai Fase Awal

Segment	Fase	Magnitute
1	3.1416	0.1607
2	-1.1094	0.0844
105	37.8965	0.0139
211	1.1094	0.0844
212	0	0.0287
307	242.8019	0.028
422	-0.4902	0.198
25531	0	0.0518
25638	25572.6273	0.0691
25742	-2.0227	0.1613

Ketika proses pengembalian nilai fase dilakukan maka data yang disisipkan akan tampil yaitu : 01001100 01000101 01010011 01010100 01000101 01010010 01001001 01000001 di konversi ke ASCII menghasilkan data LESTERIA.

**Penerapan Spread Spectrum**

Untuk mengacak data rahasia yang akan disembunyikan ke dalam berkas media dibutuhkan *noise*. Begitu juga sebaliknya ketika data rahasia yang telah disisipkan ingin dikembalikan seperti semula dibutuhkan *noise* yang sama. Membangkitkan *noise*, dibutuhkan kunci input dari pengguna. *Noise* ini tidak merupakan bilangan acak sepenuhnya, karena dapat dibangkitkan kembali asalkan nilai awal pembangkitannya sama. Oleh karena itu *noise* yang dihasilkan dari proses pembangkitan ini disebut *pseudonoise*. Metode yang bisa digunakan untuk membangkitkan *pseudonoise* adalah metode LCG.

**Proses Penyisipan Data Dengan Spread Spectrum**

Proses pertama dalam melakukan penyisipan data rahasia dalam metode *Spread Spectrum* adalah melakukan proses penyebaran (*spreading*). Proses *spreading* ini bergantung pada besaran pengali yang ditentukan oleh pengguna yang didapat dari proses *pseudonoise*. Sebagai contoh data yang akan disisipkan “LESTERIA” tersebut lalu diubah menjadi bentuk binary dan hasilnya sebagai berikut:

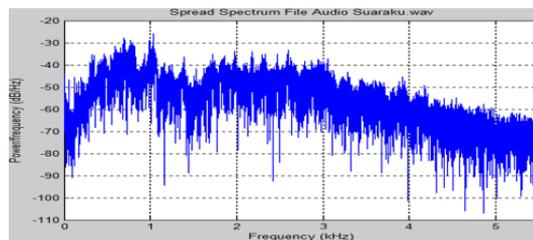
01001100 01000101 01010011 01010100  
01000101 01010010 01001001 01000001

Setelah itu dilakukan proses *spreading* dengan besaran skalar pengalinya  $cr=2$  dan akan menghasilkan segmentasi *binary* data yang baru (Tabel 5).

Tabel 5. Segmentasi *Pseudonoise*

No	Segmentasi Awal	Segmentasi Baru							
1	01001100	0	0	1	1	0	0	0	0
		1	1	1	1	0	0	0	0
2	01000101	0	0	1	1	0	0	0	0
		0	0	1	1	0	0	1	1
3	01010011	0	0	1	1	0	0	1	1
		0	0	0	0	1	1	1	1
4	01010100	0	0	1	1	0	0	1	1
		0	0	1	1	0	0	0	0
5	01000101	0	0	1	1	0	0	0	0
		0	0	1	1	0	0	1	1
6	01010010	0	0	1	1	0	0	1	1
		0	0	0	0	1	1	0	0
7	01001001	0	0	1	1	0	0	0	0
		1	1	0	0	0	0	1	1
8	01000001	0	0	1	1	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	1	1

Pada Tabel 5 setiap bit segmen data dilipat gandakan 2 kali dan ukuran data menjadi lebih panjang 2 kali dari data sebelumnya. Proses ke dua adalah proses modulasi yaitu proses mengacak data yang telah digandakan dengan sinyal derau semu (*pseudonoise signal*) yang dibangkitkan sebelumnya, sebelum data disisipkan akan menampilkan *spectrum* dari file wav yang direkam melalui smartphone, berikut adalah modulasi *spectrum* dari file wav menggunakan matlab.



Gambar 3. Spectrum Awal Sebelum Disisip

Langkah berikutnya adalah data rahasia akan dimodulasi dengan *pseudonoise signal* dengan fungsi XOR (*Exclusive OR*). Sebagai contoh, dari hasil pembangkitan *pseudonoise* dengan kunci = "TARI" jika di konversi kedalam bentuk biner menjadi 01010100 01000001 01010010 01001001 dan hasil pembangkitan seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Pembangkitan *Pseudonoise*

Kunci	Biner
T	01010100
A	01000001
XOR	00010101
R	01010010
XOR	01000111
I	01001001
XOR	00001110 (110)

Setelah mendapatkan nilai kata kunci (110) kemudian nilai tersebut digunakan sebagai bibit awal pembangkitan bilangan acak menggunakan LCG menggunakan rumus  $X_{n+1} = (aX_n+c) \text{ mod } m$ , sebagai contoh pengacakan penulis menggunakan nilai sebagai berikut:  $a=23$  ;  $c=17$  ;  $m=64$  ;  $X_n$ =bilangan bulat ke  $n$ . Pada contoh dilakukan 7 (tujuh) kali penyebaran dan hasilnya "51 90 22 11 14 19 6" dan jika diubah dalam bentuk biner menjadi 00110011 01011010 00010110 00001011 00001110 00010011 00000110, Hasil dari proses modulasi kunci inilah yang kemudian di XOR dengan segmentasi pseudonoise, hasilnya sebagai berikut:

```

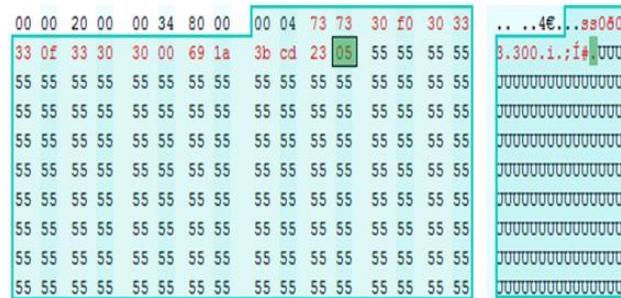
0011000011110000
0011000000110011
0011001100001111          00110011 01011010
0011001100110000          XOR 00010110 00001011
0011000000110011          00001110 00010011
0011001100001100          00000110
0011000011000011
0011000000000011
    
```

Hasilnya sebagai berikut

```

0011000011110000001100000011001100110011000011110011001100110000001
1000000000000011010010001101000111011110011010010001100000101
    
```

Hasil biner tersebut kemudian dirubah ke dalam bentuk hexa agar mudah disipkan ke dalam file audio, berbeda dengan Gambar yang memiliki kombinasi warna sehingga bisa dirubah menjadi biner, file audio lebih mudah disisipkan dalam bentuk hexa, berikut adalah hasil hasil hexa nya **30 f0 30 33 33 of 33 30 30 00 69 1a 3b cd 23 05**, untuk menyisipkan data pada *spectrum* file audio wav dapat dilihat pada hexa berikut:



Gambar 4. Penyisipan Hexa Pada Spectrum Hexa Audio

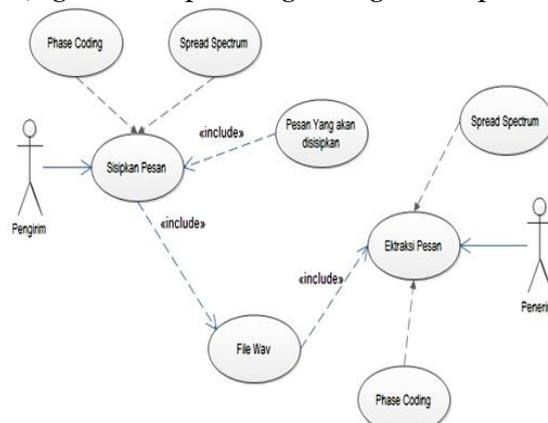
Penyisipan berhasil dilakukan, untuk menampilkan spectrum setelah penyisipan penulis uji kembali dengan matlab, berikut hasilnya seperti Gambar 3.3 di atas. Pengaruh pada fisik audio setelah penyisipan tidak tampak berpengaruh dikarenakan penyisipan masih dalam ranah frekuensi dan hanya bisa dilihat perubahannya menggunakan software khusus yang tidak dibahas dalam penelitian ini.

**Perancangan Interface**

Aplikasi yang akan dirancang menggunakan:

**Use Case**

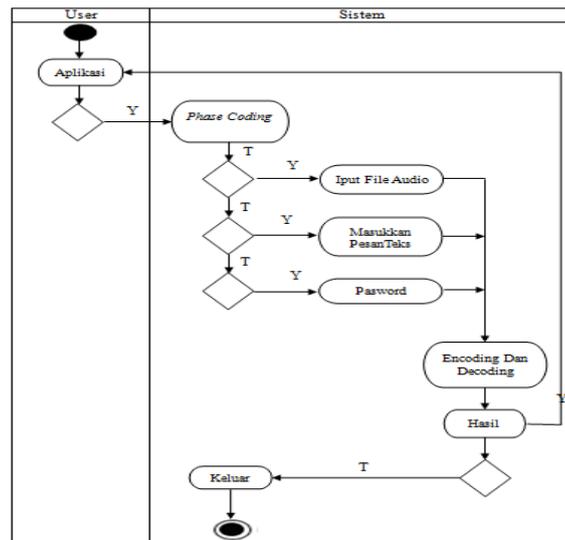
Adalah fungsionalitas sistem, agar *user* dapat mengerti kegunaan aplikasi yang akan dibangun.



Gambar 5. Use case Diagram Aplikasi

**Activity Diagram**

Memodelkan *event-event* yang terjadi dalam *use case*. Memperlihatkan aliran kendali dari suatu aktifitas ke aktifitas lainnya.



Gambar 6. Activity Diagram Aplikasi

## Algoritma dan Implementasi

### Algoritma

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut:

#### 1. Algoritma Aplikasi

Input

Phasespread.dpr  
uWav.pas  
ZlibEX.pas

Output

Aplikasi Stegano

Proses

Compiler

#### 2. Phase Coding

Input : File Audio  
Pesan Text

Output : Steganografi Audio

Proses :

```

filewav: File;
headerArray: array[0..3] of byte;
count, pos: Integer;
Result <- 1;
if FileExists(filewav)
    Buka_File (filewav, filename);
    Reset(filewav,1);
    pos:=0;
    while not eof(filewav) do
        seek(filewav, pos);
        BlockRead(filewav,
            headerArray, 4, count);
        if((headerArray[0]=$FF) and
            ((headerArray[1]=$FB) or
            (headerArray[1]=$FA))) then
            CloseFile(filewav);
    
```

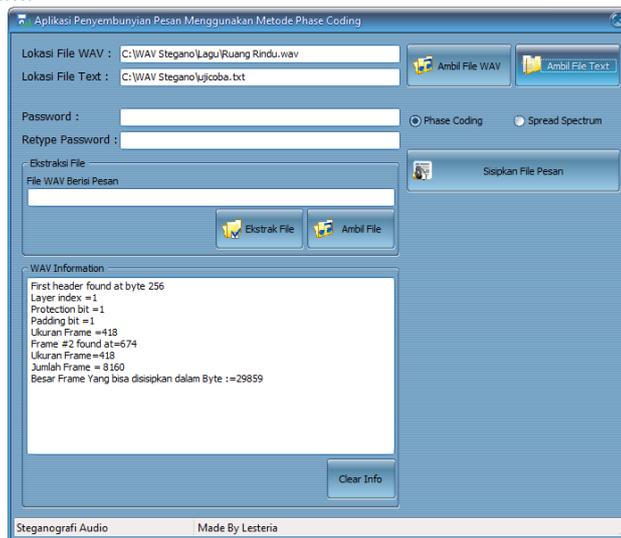
3. *Spread Spectrum*

```

Input      : File Audio
            : Pesan Text
Output     : Steganografi Audio
Proses     :
            filewav: File;
            headerArray: array[0..3] of byte;
            count, pos: Integer;
Result <- 1;
if FileExists(filewav)
    Buka_File (filewav, filename);
    Reset(filewav,1);
    pos:=0;
    while not eof(filewav) do
        seek(filewav, pos);
        BlockRead(filewav,
            headerArray, 4, count);
        if((headerArray[0]=$FF) and
            ((headerArray[1]=$FB) or
            (headerArray[1]=$FA))) then
            CloseFile(filewav);
    
```

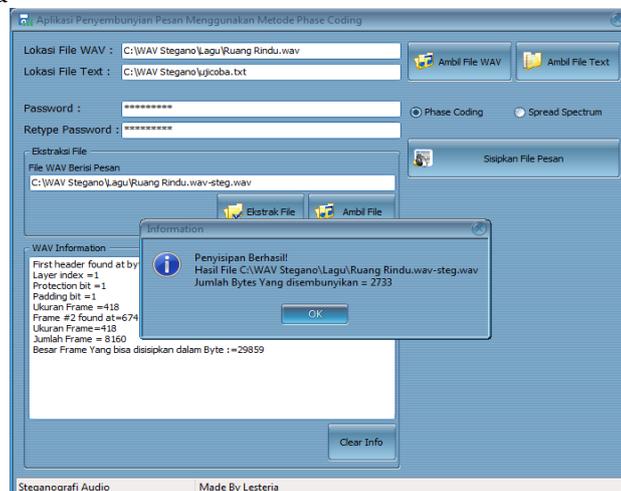
**Implementasi**

1. Proses Pemanggilan Data



Gambar 7. Pemanggilan Data

2. Proses Penyisipan Data



Gambar 8. Proses Penyisipan Data

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut: (1) metode *phase coding* dan *spread spectrum* dapat digunakan sebagai teknik *audio* steganografi karena berhasil diterapkan pada berkas *audio* bertipe WAV dengan berkas berformat data teks; (2) perangkat lunak yang mengimplementasikan steganografi dengan teknik *phase coding* dan *spread spectrum* pada berkas *audio* WAV berhasil dibangun seperti proses penyisipan dan ekstraksi data, serta penggunaan kunci dan memainkan berkas *audio* WAV secara keseluruhan dapat dilakukan dengan benar; dan (3) untuk merancang suatu aplikasi *audio* steganografi, dapat digunakan teknik *phase coding*. Teknik ini digunakan untuk menyisipkan berupa data ke dalam *audio* lainnya dengan cara menyisipkan data teks tertentu ke dalam fase asli dari data teks yang akan disisipkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi Nugroho, 2010: 6-11. "Rekayasa perangkat lunak berorientasi objek dengan metode USDP": Yogyakarta, penerbit Andi.
- Adli, Dziky, "Audio Steganografi pada Berkas WAV dengan Metode *Spread Spectrum*".
- Agung Dwiwandono, 2005. "Motivasi Penggunaan Koleksi Audio" Fakultas Ilmu Sosial Dan Politik, Universitas Airlangga
- Aminah Rizki Lubis, dkk 2012. "Perancangan Perangkat Lunak Aplikasi Steganografi" Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Komputer Universitas Sumatra Utara Vol 1. No 1.
- Doro Edi, dkk .2009 "Analisis Data Dengan Menggunakan ERD Dan Model Konseptual Warehouse "Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Mranatha Vol.5, No 1.
- Hieronimus Edhi Nugroho, "Ebook Borland Delphi" 2004.pdf
- James Filipus, 2010. "Perbandingan Digital Steganografi Pada Media Image, Audio, Video, Dan Teks Serta Kekuatannya Terhadap Steganalisis" Program Studi Teknik Informatika Institut Teknologi Bandung.
- Purwanto, 2003. Desain Dan Implementasi Tunneling ISPEC Berbasis UNIX. STMIK PalCoTech Palembang Vol2 No.2.
- Rinaldi Munir. "Kriptografi". 2006. Departemen Teknik Informatika, Bandung: Penerbit Informatika.
- Marthany, Rumondang. "Perlindungan Hak Cipta Data Audio Menggunakan Teknik Watermarking Phase Coding". Institut Teknologi Bandung.
- Rojali, dkk. "Program Aplikasi Steganografi Menggunakan Metode Spread Spectrum Pada Perangkat Mobile Berbasis Android". Binus University.
- Verdi Yasin, dkk, 2011 "Rancang Bangun Aplikasi Sistem Audio Watermarking Dengan Metode Phase Coding". STMIK Jayakarta.

## **SISTEM PAKAR MENDETEKSI KERUSAKAN HANDPHONE SAMSUNG MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR**

**Nuri Andhika Pinem**

Fakultas Teknik Informatika-STMIK Budi Darma Medan  
Email: pratamanuriandhika@gmail.com

**Abstrak.** *Handphone* saat ini sudah menjadi alat komunikasi yang umum digunakan oleh masyarakat. Tidak berbeda dengan alat elektronik lainnya, *handphone* juga tidak terlepas dari adanya kerusakan. Akan tetapi, masyarakat pengguna *handphone* pada umumnya tidak mengerti tentang kerusakan yang sering terjadi pada *handphone*. Oleh karena itu, dibuatlah Sistem Pakar Deteksi Kerusakan *Handphone* Samsung Menggunakan Metode *Certainty Factor* yang digunakan untuk membantu mendeteksi kerusakan yang mungkin dialami oleh *handphone* pengguna. Aplikasi ini berbasis web sehingga pengguna dapat mengakses aplikasi dengan mudah. Proyek akhir ini dibuat dengan menggunakan inferensi forward chaining, dan metode penelusuran *Certainty Factor*, sedangkan bahasa pemrograman yang digunakan PHP dan untuk knowledge base disimpan dalam MySQL. Analisa dilakukan dengan memberikan kuesioner terhadap masyarakat umum dan kepada teknisi *handphone*. Output proyek akhir berupa kerusakan yang terjadi pada *handphone* pengguna sesuai dengan gejala yang dialami dimana tingkat keakuratan dari sistem ini adalah sebesar 88,89%.

**Kata kunci:** *Sistem pakar, kerusakan handphone, Certainty Factor*

### **PENDAHULUAN**

Dalam mendeteksi kerusakan *handphone* yang terjadi pada pengguna samsung sering terjadi error dalam kerusakan, LCD, speaker pecah, layar buram atau sistem operasi hilang tiba-tiba. Dan ini masih belum bisa di deteksi, dikarenakan terjadi masalah yang sangat serius, maka dari itu peneliti memberikan solusi untuk pemecahan masalah yang akan memberikan hasil penyelesaian dalam mendeteksi kerusakan pada pengguna samsung tersebut. Maka dari itu, disini peneliti bekerja keras dalam permasalahan dalam pendeteksian kerusakan yang terjadi pada pengguna samsung yang nantinya bisa diterapkan kepada umum, agar bisa membantu proses dalam sebuah pendeteksi kerusakan *handphone* samsung tersebut dapat diketahui masalah yang sebenarnya.

Untuk pemecahan masalah dalam pendiagnosaan kerusakan *handphone* Samsung ini dipakai Metode *Certainty Factor* yang diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam pembuatan MYCIN (Wesley, 1984). *Certainty factor* (CF) merupakan nilai parameter klinis yang diberikan MYCIN untuk menunjukkan besarnya kepercayaan. *Certainty factor* didefinisikan sebagai berikut:  $CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H,E)$  (1) *CF*(H,E): *certainty factor* dari hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala (*evidence*) E. Besarnya F berkisar antara -1 sampai dengan 1. Nilai -1 menunjukkan ketidakpercayaan mutlak sedangkan nilai 1 menunjukkan kepercayaan mutlak. *MB* (H,E): ukuran kenaikan kepercayaan (*measure of increased belief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E. *MD*(H,E): ukuran kenaikan ketidakpercayaan (*measure of increased disbelief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh gejala E. Untuk itu dibutuhkan sebuah aplikasi yang akan membantu proses penyelesaian masalah dalam mendeteksi kerusakan *handphone* Samsung.

### **METODE**

Menurut Kusriani (2008:3), Sistem Pakar adalah aplikasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagaimana yang dipikirkan oleh pakar. Pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam. Sebagai contoh dokter adalah seorang pakar yang mampu mendiagnosis penyakit yang diderita pasien serta dapat memberikan penatalaksanaan terhadap penyakit tersebut.

Tahapan-tahapan pengembangan sistem pakar antara lain:



Gambar 1. Tahap-Tahap Pengembangan Sistem Pakar (Turban, 2006)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penerapan *Rule Certainty Factor*

Adapun analisa terhadap sistem pakar yang dibangun merupakan *rule* yang menerapkan metode *certainty factor*, metode *certainty factor* merupakan satu metode yang digunakan untuk menghitung factor kepastian dalam mengatasi kesulitan dari gejala-gejala kerusakan *handphone*. Pada sesi konsultasi sistem, *user* diberi jawaban yang masing-masing memiliki bobot sebagai berikut:

1. Untuk dua pilihan jawaban:
  - a. Tidak = 0
  - b. Ya = 1
2. Untuk lima pilihan Jawaban:
  - a. Tidak = 0
  - b. Sedikit Yakin = 0.4
  - c. Cukup Yakin = 0.6
  - d. Yakin = 0.8
  - e. Sangat Yakin = 1

Contoh kasus:

Kaidah produksi atau *rule* yang berkaitan dengan penyakit lambung adalah sebagai berikut.

Kaidah 1:

IF LCD terlihat buram

AND *Smartphone* mati sendiri

AND Baterai sering drop

AND Me-restart

AND *Smartphone* cepat panas

THEN Kerusakan *handphone* (HP).

Kaidah-kaidah produksi atau *Rule* yang berkaitan dengan penentuan Penyakit lambung berupa pertanyaan untuk gejala penyakit maag adalah sebagai berikut:

1. Apakah LCD anda terlihat buram ?
2. Apakah *smartphone* anda sering mati sendiri?
3. Apakah baterai *handphone* anda sering drop ?
4. Apakah *handphone* anda sering me-restart?
5. Apakah *smartphone* anda sering mengalami cepat panas?

Langkah pertama, pakar menentukan nilai CF untuk masing-masing gejala yang telah ditentukan sebelumnya sebagai berikut :

CFPakar (LCD terlihat buram)	= 0.4
CFPakar ( <i>Smartphone</i> mati sendiri)	= 1.0
CFPakar (baterai sering drop)	= 0.4
CFPakar (Me-restart)	= 0.4
CFPakar ( <i>Smartphone</i> cepat panas)	= 0,6

Kemudian dilanjutkan dengan penentuan nilai bobot *user*, Misalkan *user* memilih jawaban sebagai berikut:

LCD terlihat buram = Sedikit yakin	= 0.4
<i>Smartphone</i> mati sendiri = Sedikit yakin	= 0.4
Baterai sering drop = Tidak Tahu	= 0.2

Me-restart =Yakin = 0.8

Smartphone cepat panas = Tidak Tahu = 0,2

Kaidah-kaidah tersebut kemudian dihitung nilai *Certainty factornya* dengan mengalikan  $CF_{user}$  Dengan  $CF_{pakar}$  mejadi:

$$CF[H,E]_1 = CF[H]_1 * CF[E]_1$$

$$= 0.4 * 0.4$$

$$= 0.16$$

$$CF[H,E]_2 = CF[H]_2 * CF[E]_2$$

$$= 1.0 * 0.4$$

$$= 0.4$$

$$CF[H,E]_3 = CF[H]_3 * CF[E]_3$$

$$= 0.4 * 0.2$$

$$= 0.8$$

$$CF[H,E]_4 = CF[H]_4 * CF[E]_4$$

$$= 0.4 * 0.8$$

$$= 0.32$$

$$CF[H,E]_5 = CF[H]_5 * CF[E]_5$$

$$= 0.6 * 0.2$$

$$= 0.12$$

Langkah yang terakhir adalah mengkombinasikan nilai *certainty factor* dari masing-masing kaidah:

$$CF_{combine} CF[H,E]_{1,2} = CF[H,E]_1 + CF[H,E]_2 * (1 - CF[H,E]_1) = 0.16 + 0.4 * (1 - 0.16) = 0.49 \text{ old}$$

$$CF_{combine} CF[H,E]_{old,3} = CF[H,E]_{old} + CF[H,E]_3 * (1 - CF[H,E]_{old}) = 0.49 + 0.8 * (1 - 0.49) = 0.89 \text{ old2}$$

$$CF_{combine} CF[H,E]_{2,4} = CF[H,E]_{old2} + CF[H,E]_4 * (1 - CF[H,E]_{old3}) = 0.89 + 0.32 * (1 - 0.89) = 0.92 \text{ old3}$$

$$CF_{combine} CF[H,E]_{old3,5} = CF[H,E]_{old3} + CF[H,E]_5 * (1 - CF[H,E]_{old4}) = 0.92 + 0.12 * (1 - 0.92) = 0.92 \text{ old4}$$

$$CF[H,E]_{old4} * 100 = 0.94 * 100\% = 92\%.$$

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perhitungan *certainty factor* pada kerusakan *handphone* Samsung memiliki persentase tingkat keyakinan 92 %.

### Algoritma Menu Diagnosa Kerusakan

*Input* = data kerusakan, bobot

*Output* = diagnosa kerusakan, presentasi keyakinan CF

Proses = Pada *form* konsultasi pilih kode gejala kerusakan *handphone*

And

Pilih jawaban tingkat keyakinan

Next i

Cocokkan pilihan kriteria dengan aturan analisa

if pencocokan tidak ketemu,

Elseif ulangi langkah awal

For i=0

if pencocokan ketemu

if tidak di proses,

elseif ulangi lagi langkah awal

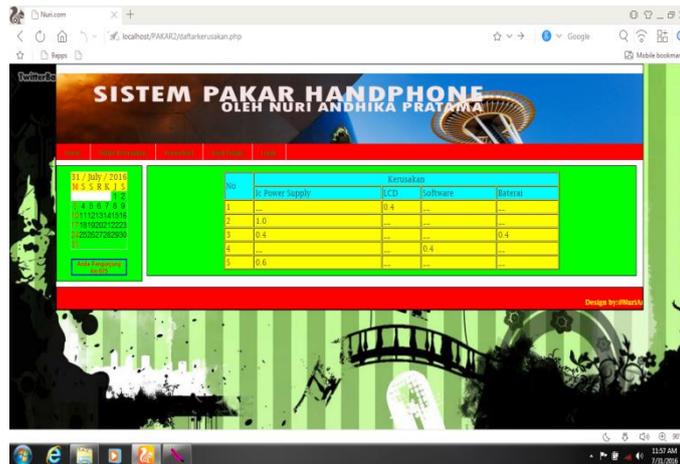
for i=0

if di proses

Hitung  $CF_{user}$  dengan  $CF_{pakar}$  rumus :  $CF_{(user)} * CF_{(pakar)}$

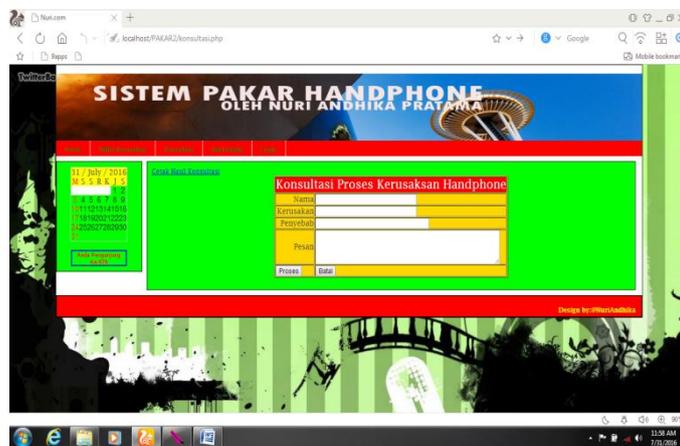
### Tampilan Hasil Program Pakar

1. Halaman Daftar Kerusakan *Handphone*



Gambar 2. Halaman Daftar Kerusakan

2. Halaman Konsultasi Kerusakan *Handphone*



Gambar 3. Halaman Konsultasi Kerusakan

3. Halaman Hasil Gejala Kerusakan



Gambar 4. Halaman Hasil Gejala Kerusakan *Handphone* dengan Nilai *Certainty Factor*

**KESIMPULAN**

Adapun kesimpulan dari penulisan skripsi ini adalah: (1) membantu proses kerja dengan penggunaan aplikasi deteksi kerusakan *handphone* tersebut; (2) mendiagnosa kerusakan *handphone* dengan *Certainty Factor* memperoleh informasi serta cara mengatasi gangguan yang terjadi pada kerusakan *handphone*; (3) dalam penyebaran informasi kerusakan *handphone* Samsung yang dapat dipakai oleh pengguna aplikasi dengan cepat dan akurat, tentang informasi yang diberikan oleh pakar; dan (4) dapat membantu mengambil keputusan yang tepat tanpa merujuk kepada teknisi *handphone* yang mungkin sulit di hubungi atau dijumpai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, 2003. *Pengenalan Sistem Informasi*, Andi Yogyakarta.
- Adi Nugroho, 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek*, Bandung.
- Efraim Turban, 2008. *Electronic Commerce*, USA.
- Jogiyanto H.M, 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*, Andi Yogyakarta.
- Jurnal Politeknik Caltex Riau, Teknik Informatika Herlina Natalia, September 2012.
- Kusrini, 2008. *Aplikasi Sistem Pakar*, Andi, Yogyakarta.
- Linda Marlinda. 2004. *Relasi Tabel*, Andi, Yogyakarta.
- Marimin, 2005. *Sistem Pakar*, Andi, Yogyakarta.
- T. Sutejo, 2011. *Ceratainty Factor*, Andi, Yogyakarta.

## METODE GAUSSIAN DAN CONTRAST STRETCHING UNTUK MEMPERBAIKI KUALITAS CITRA DIGITAL

**Jobri Mangalun Gultom; Sinar Sinurat; Pandi Barita N. Simangunsong**

STMIK Budidarma, Medan  
E-Mail: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Dalam proses pengambilan citra menggunakan kamera atau sensor lainnya sering mengalami gangguan kualitas. Hal tersebut terjadi karena kemungkinan lensa kamera yang tidak fokus, pengaturan pencahayaan yang tidak sempurna, adanya debu atau kotoran lainnya yang menempel di lensa kamera. Kemungkinan gangguan pada kamera tersebut akan menghasilkan Gambar yang tidak sempurna. Pengaturan pencahayaan yang tidak sempurna juga dapat mengakibatkan citra yang diambil akan terlalu gelap atau terlalu terang, kabur dan kurang tajam. Masalah ini perlu ditindaklanjuti untuk memperbaikinya agar dapat menggunakan citra tersebut sebagai mestinya. Beberapa Teknik yang digunakan untuk memperbaiki citra itu adalah metode gaussian dan contrast stretching. Gaussian merupakan suatu metode yang digunakan dalam pengolahan citra untuk menghaluskan, mengurangi gangguan dan membuat turunan dari suatu Gambar komputasi. Metode contrast stretching merupakan teknik untuk mendapatkan citra baru dengan kontras yang lebih baik dari kontras citra asalnya. Dengan menggunakan ke dua metode tersebut dapat menghasilkan citra yang lebih baik dari aslinya. Aplikasi yang dirancang dengan menggunakan salah satu bahasa pemrograman berdasarkan langkah-langkah ke dua metode akan dapat digunakan oleh para pengguna dengan input citra hingga memberikan hasil yang lebih baik.

**Kata kunci:** Citra, Contrast, Stretching, Gaussian, Konvolusi

### PENDAHULUAN

Citra digital sangat rentan mendapatkan serangan *noise*. Ada beberapa cara yang menyebabkan suatu *noise* dapat berada di dalam sebuah citra, bergantung bagaimana citra tersebut diciptakan. Sebagai contoh, jika citra merupakan hasil scan foto yang berasal dari sebuah film negatif, maka film negatif ini merupakan sumber *noise*. *Noise* juga bisa merupakan akibat dari kerusakan film atau juga bisa berasal dari *scanner* itu sendiri. Jika citra diperoleh secara langsung dalam format digitalnya, mekanisme dalam mendapatkan data digital tersebut juga dapat menyebabkan adanya *noise*.

*Gaussian filter* adalah suatu metode yang biasa digunakan dalam pengolahan citra untuk menghaluskan, mengurangi gangguan, dan membuat turunan dari suatu Gambar komputasi. *Gaussian filter* juga merupakan suatu *filter* berbasis konvolusi yang menggunakan matrik *Gaussian kernel*. Operasi perkalian yang dilakukan ialah perkalian antara matriks *kernel* dengan matriks Gambar asli.

*Contrast Stretching* merupakan teknik untuk mendapatkan citra baru dengan kontras yang lebih baik dari kontras citra asalnya. Metode *contrast stretching* dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas citra digital yang berhubungan dengan pencahayaan yaitu dengan mengatur tingkat kecerahan (*brightness*) maupun kekontrasan dari sebuah citra digital. Proses *contrast stretching* termasuk proses perbaikan citra yang bersifat *point processing*, yang artinya proses ini hanya tergantung dari nilai intensitas (*gray level*) satu *pixel*, tidak tergantung dari *pixel* lain yang ada di sekitarnya.

Beberapa topik penelitian yang berhubungan topik ini antara lain: (1) Perancangan Aplikasi Perbaikan Citra Hasil Pengambilan Webcam Menerapkan Metode Contrast Stretching, Oleh Sri Rahayu Utami, Agustus 2014; (2) Implementasi Metode Gaussian Smoothing Untuk Penghalusan Citra (*Image Smoothing*), Oleh Dessy Purwandani, Maret 2015; dan (3) Image Smoothing Menggunakan Mean Filtering, Median Filtering dan Gaussian Filtering, Oleh Bambang Yuwono, Juli 2010.

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka langkah-langkah baik secara teoritis maupun perancangan dalam aplikasi adalah:

#### Studi Pustaka

Mengumpulkan pustaka yang berkaitan *noise* citra dan proses perbaikan, mempelajari artikel, buku-buku atau portal berkaitan dengan ilmu citra serta memahami fungsi pengelolaan Gambar.

#### Analisis

Menguraikan langkah-langkah Gaussian dan Contrast Stretching untuk proses perbaikan citra dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

#### Perancangan

Membangun prototipe aplikasi, arsitektur aplikasi, model proses, basis data serta pengembangan aplikasi.

**Implementasi**

Perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi**

Menguji data citra pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil perbaikan citra dan menarik kesimpulan.

**Defenisi Citra Digital**

Citra digital adalah fungsi  $f(x,y)$  berukuran M baris dan N kolom, dengan  $x$  dan  $y$  adalah koordinat spasial, dan amplitudo  $f$  di titik koordinat  $(x,y)$  dinamakan intensitas atau tingkat keabuan pada citra di titik tersebut dan nilai  $x,y$  serta nilai amplitudo  $f$  secara keseluruhan berhingga (*finite*) dan bernilai diskrit. Citra digital dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

Nilai suatu irisan antara baris dan kolom (pada posisi  $x,y$ ) disebut dengan *picture element*, *image element* atau *pixels*. Istilah terakhir (*pixel*) sering digunakan pada citra digital (Darma Putra, 2010 : 19).

**Jenis Citra**

Nilai *pixel* dengan rentang dari nilai minimum sampai maksimum. Secara umum jangkauannya 0-255. Citra seperti ini digolongkan ke dalam citra integer. Berikut jenis-jenis citra berdasarkan nilai *pixel* (Darma Putra, 2010 : 39).

## 1. Citra Biner

Citra biner adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai *pixel* yaitu hitam dan putih

## 2. Citra Grayscale

Citra yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap *pixel*-nya yaitu *red=green=blue*. Nilai ini untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang ada dari hitam, keabuan, dan putih. Tingkatan keabuan merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih. kedalaman warna 8 bit (256 kombinasi warna keabuan)

## 3. Citra Warna (8 bit)

Setiap *pixel* (8 bit) diwakili 8 bit dengan jumlah warna maksimum adalah 256 warna. *Pallete* warna 256 dengan setiap *pallete* nya memiliki pemetaan nilai (*colormap*) RGB tertentu

## 4. Citra Warna (16 bit)

Biasanya disebut *highcolor* dengan setiap *pixel* nya diwakili 2 *byte memory* dan memiliki 65536 warna. Formasi bitnya, nilai merah dan biru mengambil tempat di 5 bit di kanan dan kiri. Komponen hijau memiliki 5 bit ditambah 1 bit ekstra. Pemilihan komponen hijau dengan deret 6 bit dikarenakan penglihatan manusia lebih sensitif terhadap warna hijau

## 5. Citra Warna (24 bit)

Setiap *pixel* diwakili dengan 24 bit sehingga total 16.777.216 variasi warna. Variasi ini cukup memvisualisasikan seluruh warna yang dapat dilihat oleh penglihatan manusia. Penglihatan manusia mampu membedakan 10 juta warna saja. Setiap *point* informasi *pixel* (RGB) disimpan ke dalam 1 *byte* data. 8 bit pertama menyimpan nilai biru, kemudian diikuti oleh nilai hijau pada 8 bit ke dua dan pada 8 bit terakhir adalah warna merah.

**Derau (Noise)**

Derau (*noise*) adalah titik-titik pada citra yang sebenarnya bukan merupakan bagian dari citra, melainkan ikut tercampur pada citra karena suatu sebab. Ada 3 macam noise, yaitu:

1. *Noise Aditif*. Noise yang bersifat menambahkan secara seragam pada sebuah bidang citra dengan varian tertentu. Contoh : *nois salt-and-pepper* yang menambahkan arah gelap dan terang pada citra.
2. *Noise Gaussian*. Memiliki intensitas sesuai dengan distribusi normal yang memiliki rerata (mean) dan varian tertentu.
3. *Noise Speckle*. Muncul saat pengambilan citra tidak sempurna karena alasan cuaca, perangkat dan lain sebagainya. Sifatnya multiflikatif, artinya semakin besar intensitas citra atau semakin cerah citra, semakin jelas juga *noise*.

*Noise* muncul biasanya akibat dari pembelokan yang tidak bagus (*sensor noise*, *photographic gain noise*). Gangguan dapat berupa variasi intensitas yang tidak berkolerasi dengan *pixel* tetangga. Secara visual, gangguan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan *pixel* tetangga (Rika Novita, 2011).

**Gaussian Filter**

*Gaussian Filter* tergolong sebagai *filter* lolos-rendah yang didasarkan pada fungsi *Gaussian*. Model dua dimensinya berupa :  $G(y,x) = e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$ . Standar deviasi pada pusat (y,x) mendapatkan bobot terbesar berupa 1. *Gaussian filter* ini sangat membantu dalam meminimalisasi *noise* yang ada pada Gambar. Berikut adalah persamaan Distribusi *Gaussian Filter* untuk 1D :

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\sigma}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

Nilai rata-rata (*mean*) adalah nol.

**Contrast Stretching**

Kontras suatu citra adalah distribusi pixel terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam Gambar. Citra dikelompokkan dalam tiga kategori: citra kontras-rendah (*low contrast*), citra kontras-bagus (*good contrast* atau *normal contrast*), dan kontras-tinggi (*high contrast*).

Citra dengan kontras rendah ditandai dengan sebagian besar komposisi citranya terang atau sebagian besar gelap. Histogramnya memperlihatkan sebagian derajat keabuannya berkelompok bersama. Jika pengelompokan pixel dibagian kiri, maka citranya cenderung gelap. Begitu juga sebaliknya jika pengelompokan pikselnya di bagian kanan, maka citra akan cenderung terang.

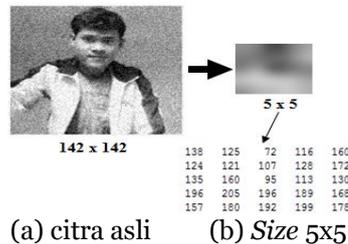
Citra dengan kontras tinggi memiliki daerah gelap dan terang yang luas, histogram citra dengan kontras tinggi memiliki dua puncak besar. Satu puncak terkonsentrasi pada sisi kiri dan yang satunya terkonsentersasi pada sisi kanan histogram. Citra dengan kontras yang bagus menampilkan rentangan nilai piksel yang lebar.

Peregangan kontras (*contrast stretching*) adalah teknik yang sangat berguna untuk memperbaiki kontras citra terutama citra yang memiliki kontras rendah. Proses peregangan kontras termasuk proses perbaikan kualitas citra yang bersifat *point processing*, yang artinya proses ini hanya tergantung dari nilai intensitas *gray level* satu piksel, tidak tergantung dari piksel lain yang ada disekitarnya (Darma Putra, Pengolahan Citra Digital, 2010, 124).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penentuan Data**

Citra *grayscale* yang mengalami gangguan *noise* dengan dimensi 142x142 dan telah di transformasikan menjadi 5x5 dengan format JPG. Berikut tampilan yang dijadikan sampel pengujian.



Gambar 1. Citra Input

Fragmen perintah matlab untuk mengambil data dari citra asli adalah:

```
Gambar=imread('NF.jpg');
red=Gambar(:,:,1);
green=Gambar(:,:,2);
blue=Gambar(:,:,3);
gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue;
```

**Konvolusi Dengan Gaussian**

Langkah pertama ialah tentukan dahulu kernel distribusi *gaussian* dengan rumus berikut.

$$g(x, y) = e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$$

Jika ditentukan  $\sigma = 1$ , kernel = 3 x 3 pembentukan warna menjadi -1, 0 , 1 .

Penyelesaian:

1.  $g(0.0) = e^{-\frac{(0^2+y^2)}{2.1^2}} = e^{-\frac{(0+0)}{2}} = e^{-0} = 1$
2.  $g(1.-1), g(1.1), g(-1.1), g(-1.-1) = e^{-1} = 0.3679$
3.  $g(0.-1), g(1.0), g(0.1), g(-1.0) = e^{-\frac{1}{2}} = 0.6065$

maka hasilnya sebagai berikut:

Tabel 1. Kernel Distribusi *Gaussian*

(x,y)	-1	0	1
-1	0.3679	0.6065	0.3679
0	0.6065	1	0.6065
1	0.3679	0.6065	0.3679

Langkah selanjutnya ialah membulatkan nilai kernel distribusi *gaussian* dengan cara membagi setiap bobot nilai dengan bobot terkecil di  $g(x,y)$ .

Tabel 2. Pembulatan

(x,y)	-1	0	1
-1	$0.3679 / 0.3679 = 1$	$0.6065 / 0.3679 = 2$	$0.3679 / 0.3679 = 1$
0	$0.6065 / 0.3679 = 2$	$1 / 0.3679 = 3$	$0.6065 / 0.3679 = 2$
1	$0.3679 / 0.3679 = 1$	$0.6065 / 0.3679 = 2$	$0.3679 / 0.3679 = 1$

Hasilnya ialah sebagai berikut

Tabel 3. Kernel Akhir Distribusi *Gaussian*

1	2	1
2	3	2
1	2	1

Langkah selanjutnya ialah melakukan proses konvolu

$$h(x,y) = \frac{1}{15} (f(x,y) * g(x,y))$$

Konvolusi pertama

138	125	72	116	160	x	1	2	1
124	121	107	128	172		2	3	2
135	160	95	113	130		1	2	1
196	205	196	189	168				
157	180	192	199	178				

$$\begin{aligned}
 &= (138 \times 1) + (125 \times 2) + (72 \times 1) + (124 \times 2) + (121 \times 3) + (107 \times 2) + (135 \times 1) + (160 \times 2) + (95 \times 1) \\
 &= 138 + 250 + 72 + 248 + 363 + 214 + 135 + 320 + 95 \\
 &= 1835
 \end{aligned}$$

Konvolusi ke dua

138	125	72	116	160	x	1	2	1
124	121	107	128	172		2	3	2
135	160	95	113	130		1	2	1
196	205	196	189	168				
157	180	192	199	178				

$$\begin{aligned}
 &= (125 \times 1) + (72 \times 2) + (116 \times 1) + (121 \times 2) + (107 \times 3) + (128 \times 2) + (160 \times 1) + (95 \times 2) + (113 \times 1) \\
 &= 125 + 144 + 116 + 242 + 321 + 256 + 160 + 190 + 113 \\
 &= 1667
 \end{aligned}$$

Konvolusi ke tiga

138	125	72	116	160
124	121	107	128	172
135	160	95	113	130
196	205	196	189	168
157	180	192	199	178

X

1	2	1
2	3	2
1	2	1

$$\begin{aligned}
 &= (72 \times 1) + (116 \times 2) + (160 \times 1) + (107 \times 2) + (128 \times 3) + (172 \times 2) + (95 \times 1) + (113 \times 2) + (130 \times 1) \\
 &= 72 + 232 + 160 + 214 + 384 + 344 + 95 + 226 + 130 \\
 &= 1857
 \end{aligned}$$

Konvolusi ke empat

138	125	72	116	160
124	121	107	128	172
135	160	95	113	130
196	205	196	189	168
157	180	192	199	178

X

1	2	1
2	3	2
1	2	1

$$\begin{aligned}
 &= (124 \times 1) + (121 \times 2) + (107 \times 1) + (135 \times 2) + (160 \times 3) + (95 \times 2) + (196 \times 1) + (205 \times 2) + (196 \times 1) \\
 &= 124 + 242 + 107 + 270 + 480 + 190 + 196 + 410 + 196 \\
 &= 2215
 \end{aligned}$$

Konvolusi ke lima

138	125	72	116	160
124	121	107	128	172
135	160	95	113	130
196	205	196	189	168
157	180	192	199	178

X

1	2	1
2	3	2
1	2	1

$$\begin{aligned}
 &= (121 \times 1) + (107 \times 2) + (128 \times 1) + (160 \times 2) + (95 \times 3) + (113 \times 2) + (205 \times 1) + (196 \times 2) + (189 \times 1) \\
 &= 121 + 214 + 128 + 320 + 285 + 226 + 205 + 392 + 189 \\
 &= 2080.
 \end{aligned}$$

Konvolusi ke enam

138	125	72	116	160
124	121	107	128	172
135	160	95	113	130
196	205	196	189	168
157	180	192	199	178

X

1	2	1
2	3	2
1	2	1

$$\begin{aligned}
 &= (107 \times 1) + (128 \times 2) + (172 \times 1) + (95 \times 2) + (113 \times 3) + (130 \times 2) + (196 \times 1) + (189 \times 2) + (168 \times 1) \\
 &= 107 + 256 + 172 + 190 + 339 + 260 + 196 + 378 + 168 \\
 &= 2066.
 \end{aligned}$$

Konvolusi ke tujuh

138	125	72	116	160
124	121	107	128	172
135	160	95	113	130
196	205	196	189	168
157	180	192	199	178

X

1	2	1
2	3	2
1	2	1

$$\begin{aligned}
 &= (135 \times 1) + (160 \times 2) + (95 \times 1) + (196 \times 2) + (205 \times 3) + (196 \times 2) + (157 \times 1) + (180 \times 2) + (192 \times 1) \\
 &= 135 + 320 + 95 + 392 + 615 + 392 + 157 + 360 + 192 \\
 &= 2658.
 \end{aligned}$$

Konvolusi ke delapan

138	125	72	116	160
124	121	107	128	172
135	160	95	113	130
196	205	196	189	168
157	180	192	199	178

1	2	1
2	3	2
1	2	1

$$\begin{aligned}
 &= (160 \times 1) + (95 \times 2) + (113 \times 1) + (205 \times 2) + (196 \times 3) + (189 \times 2) + (180 \times 1) + (192 \times 2) + (199 \times 1) \\
 &= 160 + 190 + 113 + 410 + 588 + 378 + 180 + 384 + 199 \\
 &= 2602.
 \end{aligned}$$

Konvolusi ke sembilan

138	125	72	116	160
124	121	107	128	172
135	160	95	113	130
196	205	196	189	168
157	180	192	199	178

1	2	1
2	3	2
1	2	1

$$\begin{aligned}
 &= (95 \times 1) + (113 \times 2) + (130 \times 1) + (196 \times 2) + (189 \times 3) + (168 \times 2) + (192 \times 1) + (199 \times 2) + (178 \times 1) \\
 &= 95 + 226 + 130 + 392 + 567 + 336 + 192 + 398 + 178 \\
 &= 2514.
 \end{aligned}$$

sehingga hasil konvolusi Gaussian adalah

*	*	*	*	*
*	1835	1667	1857	*
*	2215	2080	2066	*
*	2658	2602	2514	*
*	*	*	*	*

Langkah selanjutnya ialah

$$h(x,y) = \frac{1}{15}$$

*	*	*	*	*
*	1835	1667	1857	*
*	2215	2080	2066	*
*	2658	2602	2514	*
*	*	*	*	*

Jadi hasil akhir dari analisa perbaikan citra menggunakan metode *gaussian* adalah sebagai berikut

138	125	72	116	160
124	122	111	124	172
135	148	139	138	130
196	177	173	168	168
157	180	192	199	178



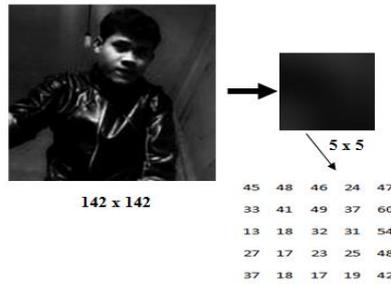
Gambar 2. Citra Output Gaussian

**Analisa Perbaikan Kualitas Citra Dengan Metode Contrast Stretching**

*Contrast Stretching* merupakan teknik yang sangat berguna untuk memperbaiki kontras citra terutama citra yang memiliki kontras rendah. Citra ini bekerja dengan baik pada citra yang memiliki distribusi *Gaussian* atau mendekati distribusi *Gaussian*. Rumus umumnya ialah

1.  $c \leq 0 < c_1$ , maka  $d = c(d_1/c_1)$
2.  $c_1 \leq c < c_2$ , maka  $d = d_1 + ((c - c_1)((d_2 - d_1)/(c_2 - c_1)))$ .
3.  $c_2 \leq c \leq 255$ , maka  $d = d_2 + ((c - c_2)(255 - d_2)/(255 - c_2))$

Data citra hasil perbaikan dengan Gaussian diolah lagi dengan Contrast Streching sebagai berikut:



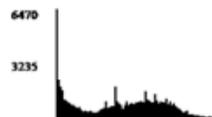
Gambar 3. Citra Input Untuk Constrast Stretching

Tabel 3.  $u(i,j)$  / Citra Pixel 5x5

45	48	46	24	47
33	41	49	37	60
13	18	32	31	54
27	17	23	25	48
37	18	17	19	42

Diketahui nilai *contrast* pada citra digital tersebut sebesar 5 dengan tingkat *brightness* sebesar 10, dan akan ditingkatkan kualitasnya dengan patokan nilai *contrast* sebesar 3 dan nilai *brightness* sebesar 15. Nilai *contrast* awal akan digunakan sebagai nilai  $C_1$ , nilai *brightness* awal akan digunakan sebagai nilai  $D_1$ , nilai *contrast* tujuan akan digunakan sebagai nilai  $C_2$ , nilai *brightness* tujuan akan digunakan sebagai nilai  $D_2$ .

Penyelesaian:  
Berikut Histogramnya



Gambar 4. Histogram Citra Input

- a. Posisi (1,1) ;  $c_2 \leq 45 \leq 255$   

$$d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$$

$$= 15 + ((45 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$$

$$= 15 + 42 * 240 / 252 = 15 + 42 * 0.95$$

$$= 15 + 39.9 = 54.9 \rightarrow 55$$
- b. Posisi (1,2) ;  $c_2 \leq 48 \leq 255$   

$$d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$$

$$= 15 + ((48 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$$

$$= 15 + 45 * 240 / 252 = 15 + 45 * 0.95$$

$$= 15 + 42.8 = 57.8 \rightarrow 58$$
- c. Posisi (1,3) ;  $c_2 \leq 46 \leq 255$   

$$d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$$

$$= 15 + ((46 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$$

$$= 15 + 43 * 240 / 252 = 15 + 43 * 0.95$$

$$= 15 + 40.9 = 55.9 \rightarrow 56$$
- d. Posisi (1,4) ;  $c_2 \leq 24 \leq 255$   

$$d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$$

$$= 15 + ((24 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$$

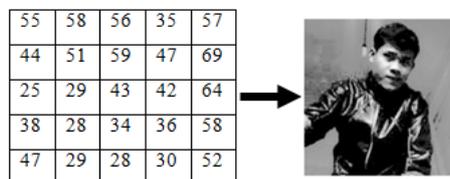
$$= 15 + 21 * 240 / 252 = 15 + 21 * 0.95$$

$$= 15 + 19.9 = 34.9 \rightarrow 35$$
- e. Posisi (1,5) ;  $c_2 \leq 47 \leq 255$

- $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((47 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 44 * 240 / 252 = 15 + 44 * 0.95$   
 $= 15 + 41.8 = 56.8 \rightarrow 57$
- f. Posisi (2,1) ;  $c_2 \leq 33 \leq 255$   
 $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((33 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 30 * 240 / 252 = 15 + 30 * 0.95$   
 $= 15 + 28.5 = 43.5 \rightarrow 44$
- g. Posisi (2,2) ;  $c_2 \leq 41 \leq 255$   
 $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((41 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 38 * 240 / 252 = 15 + 38 * 0.95$   
 $= 15 + 36.1 = 51.1 \rightarrow 51$
- h. Posisi (2,3) ;  $c_2 \leq 49 \leq 255$   
 $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((49 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 46 * 240 / 252 = 15 + 46 * 0.95$   
 $= 15 + 43.7 = 58.7 \rightarrow 59$
- i. Posisi (2,4) ;  $c_2 \leq 37 \leq 255$   
 $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((37 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 34 * 240 / 252 = 15 + 34 * 0.95$   
 $= 15 + 32.3 = 47.3 \rightarrow 47$
- j. Posisi (2,5) ;  $c_2 \leq 60 \leq 255$   
 $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((60 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 57 * 240 / 252 = 15 + 57 * 0.95$   
 $= 15 + 54.2 = 69.2 \rightarrow 69$
- k. Posisi (3,1) ;  $c_2 \leq 13 \leq 255$   
 $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((13 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 10 * 240 / 252 = 15 + 10 * 0.95$   
 $= 15 + 9.5 = 24.5 \rightarrow 25$
- l. Posisi (3,2) ;  $c_2 \leq 18 \leq 255$   
 $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((18 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 15 * 240 / 252 = 15 + 15 * 0.95$   
 $= 15 + 14.3 = 29.3 \rightarrow 29$
- m. Posisi (3,3) ;  $c_2 \leq 32 \leq 255$   
 $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((32 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 29 * 240 / 252 = 15 + 29 * 0.95$   
 $= 15 + 27.6 = 42.6 \rightarrow 43$
- n. Posisi (3,4) ;  $c_2 \leq 31 \leq 255$   
 $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((31 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 28 * 240 / 252 = 15 + 28 * 0.95$   
 $= 15 + 26.6 = 41.6 \rightarrow 42$
- o. Posisi (3,5) ;  $c_2 \leq 54 \leq 255$   
 $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((54 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 51 * 240 / 252 = 15 + 51 * 0.95$   
 $= 15 + 48.5 = 63.5 \rightarrow 64$
- p. Posisi (4,1) ;  $c_2 \leq 27 \leq 255$   
 $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((27 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 24 * 240 / 252 = 15 + 24 * 0.95$   
 $= 15 + 22.8 = 37.8 \rightarrow 38$
- q. Posisi (4,2) ;  $c_2 \leq 17 \leq 255$   
 $d = d_2 + ((c - c_2) * (255 - d_2) / (255 - c_2))$   
 $= 15 + ((17 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$

- $= 15 + 14 * 240 / 252 = 15 + 14 * 0.95$   
 $= 15 + 13.3 = 28.3 \rightarrow 28$
- r. Posisi (4,3) ;  $c2 \leq 23 \leq 255$   
 $d = d2 + ((c - c2) * (255 - d2) / (255 - c2))$   
 $= 15 + ((23 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 20 * 240 / 252 = 15 + 20 * 0.95$   
 $= 15 + 19 = 34$
- s. Posisi (4,4) ;  $c2 \leq 25 \leq 255$   
 $d = d2 + ((c - c2) * (255 - d2) / (255 - c2))$   
 $= 15 + ((25 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 22 * 240 / 252 = 15 + 22 * 0.95$   
 $= 15 + 20.9 = 35.9 \rightarrow 36$
- t. Posisi (4,5) ;  $c2 \leq 48 \leq 255$   
 $d = d2 + ((c - c2) * (255 - d2) / (255 - c2))$   
 $= 15 + ((48 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 45 * 240 / 252 = 15 + 45 * 0.95$   
 $= 15 + 42.8 = 57.8 \rightarrow 58$
- u. Posisi (5,1) ;  $c2 \leq 37 \leq 255$   
 $d = d2 + ((c - c2) * (255 - d2) / (255 - c2))$   
 $= 15 + ((37 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 34 * 240 / 252 = 15 + 34 * 0.95$   
 $= 15 + 32.3 = 47.3 \rightarrow 47$
- v. Posisi (5,2) ;  $c2 \leq 18 \leq 255$   
 $d = d2 + ((c - c2) * (255 - d2) / (255 - c2))$   
 $= 15 + ((18 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 15 * 240 / 252 = 15 + 15 * 0.95$   
 $= 15 + 14.3 = 29.3 \rightarrow 29$
- w. Posisi (5,3) ;  $c2 \leq 17 \leq 255$   
 $d = d2 + ((c - c2) * (255 - d2) / (255 - c2))$   
 $= 15 + ((17 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 14 * 240 / 252 = 15 + 14 * 0.95$   
 $= 15 + 13.3 = 28.3 \rightarrow 28$
- x. Posisi (5,4) ;  $c2 \leq 19 \leq 255$   
 $d = d2 + ((c - c2) * (255 - d2) / (255 - c2))$   
 $= 15 + ((19 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 16 * 240 / 252 = 15 + 16 * 0.95$   
 $= 15 + 15.2 = 30.2 \rightarrow 30$
- y. Posisi (5,5) ;  $c2 \leq 42 \leq 255$   
 $d = d2 + ((c - c2) * (255 - d2) / (255 - c2))$   
 $= 15 + ((42 - 3) * (255 - 15) / (255 - 3))$   
 $= 15 + 39 * 240 / 252 = 15 + 39 * 0.95$   
 $= 15 + 37.1 = 52.1 \rightarrow 52$

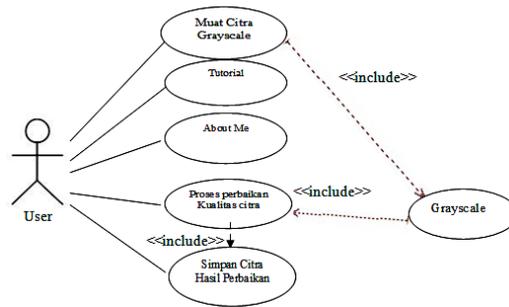
Hasil akhir ialah sebagai berikut :



Gambar 5. Hasil Akhir Constrast Stretching

### Perancangan Use Case Diagram

Diagram *use case* menunjukkan fungsionalitas sistem atau kelas dan interaksi dengan dunia luar.



Gambar 6. Use case Diagram Aplikasi

**Algoritma**

1. Algoritma Gaussian:

```

Tampilkan form menu utama
Input pilihan menu
If menu file = Pilih sub menu gaussian then
    Tampilkan form Gaussian
Else if tombol = Muat Citra then
    Buka jendela file mencari citra
    Pilih lokasi file citra
    Tampilkan citra pada picture box
    Else if tombol = hitung kernel then
        Input nilai standar deviasi
        Input ukuran matriks
        Hitung kernel =  $e^{-(x^2 + y^2)/2 * \sigma^2}$ 
        Tampilkan kernel Gaussian pada listview
    Else if tombol = Gaussian then
        Gaussian =  $f(x,y) * g(x,y)$ 
        Tampilkan hasil gaussian End if
    End if
If tombol = Simpan then
    Tampilkan jendela file simpan
    Input lokasi penyimpanan
    Simpan citra
End if
If menu = Tutorial then
    Tampilkan form Tutorial
    If tombol Keluar diklik then
        Tutup form Tutorial
    Else if menu = About then
        Tampilkan form About Me
        If tombol Keluar diklik then
            Tutup form About
    End if
Else if tombol = Keluar then
    Tutup form Gaussian
    End if End if
End
    
```

2. Algoritma Contrast Stretching :

```
Tampilkan form contrast stretching
If tombol = Muat Citra then
    Buka jendela file mencari citra
    Pilih lokasi file citra
    Tampilkan citra pada picture box
    Atur tingkat kontras citra
Else if tombol = contrast stretching then
    If c <= 0 < c1 then
        d = c . (d1/c1)
    Else if c1 <= c < c2 then
        d = d1 + ((c - c1) . ((d2 - d1) / (c2 - c1)))
    Else if c2 <= c <= 255 then
        d = d2 + ((c - c2) . (255 - d2) / (255 - c2))
    Tampilkan hasil contrast stretching
    End if
    End if
Else If tombol = Histogram then
    Tampilkan form Histogram
    If tombol Keluar diklik then
        Tutup form Histogram
    Else if tombol = Keluar then
        Tutup form contrast stretching
    End if
End if
End
```

**Implementasi**

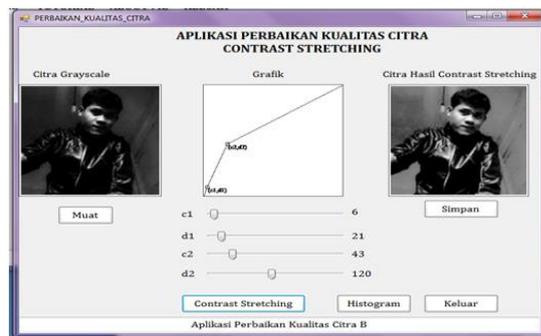
Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

Tampilan Proses Gaussian Filter



Gambar 7. Tampilan Gaussian Filter

Tampilan Kernel



Gambar 8. Tampilan Kernel

**KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut: (1) aplikasi perbaikan kualitas citra dengan contrast stretching hanya dapat menghaluskan dan meningkatkan kontras citra yang berformat JPEG; dan (2) metode Gaussian ini kurang efektif dalam menghaluskan dan mengurangi noise karena efek yang ditimbulkan ialah Gambar keseluruhan menjadi kelihatan blurring.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, Usman. 2005. Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Bambang Yuwono. 2010. Image Smoothing Menggunakan Mean Filtering, Median Filtering, Modus Filtering dan Gaussian Filtering. Telematika, 1, 1829-667X
- Hermawan, Julius. 2005. Analisa Desain dan Pemrograman Berorientasi Obyek dengan UML dan Visual Basic. Net. Yogyakarta: Andi
- Hermawati, FA. 2013. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Andi
- Ketut Darmayuda. 2009. Pemrograman Aplikasi Database Microsoft Visual Basic.Net. Bandung: Informatika
- Putra, Darma. 2010. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Andi
- Ratman. 2013. Perancangan Aplikasi Perbaikan Citra Berbasis WEB dengan Metode Filtering. Pelita Informatika Budidarma, 2, 2301-9425
- Sismoro, Heri. 2005. Pengantar Logika Informatika, Algoritma Dan Pemrograman Komputer, Yogyakarta: Andi
- Sugiarti, Yuni. 2013. Analisis dan Perancangan UML (Unified Modeling Language) Generated VB.6. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sutoyo, T, dkk. 2009. Teori Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Andi
- Dessy Purwandani (2015). Implementasi Metode Gaussian Smoothing Untuk Penghalusan Citra (Image Smoothing). Pelita Informatika Budidarma, 2, 2301-9425
- Sri Rahayu Utami (2014). Perancangan Aplikasi Perbaikan Citra Hasil Pengambilan Webcam Menerapkan Metode Contrast Stretching. Pelita Informatika Budidarma, 2, 2301-9425.

## IMPLEMENTASI PENAJAMAN CITRA DENGAN METODE CONTRAST STRETCHING DAN KOMPRESI CITRA MENGGUNAKAN ALGORITMA DEFLATE

Maya Lestari; Natalia Silalahi; Sinar Sinurat

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Tidak semua citra digital dapat memuaskan pandangan mata manusia. Seringkali citra mempunyai kualitas yang buruk akibat beberapa gangguan seperti tidak focus, adanya bintik-bintik akibat proses capture tidak sempurna, pencahayaan yang tidak merata mengakibatkan intensitas tidak seragam, kontras citra terlalu rendah sehingga objek sulit dipisahkan dari latar belakangnya dan kurang terang disaat pengambilan Gambar. Kondisi ini yang mempengaruhi kualitas pencahayaan pada citra yang diabadikan. Citra yang terlalu terang atau terlalu gelap dapat menyamarkan informasi yang terkandung dalam citra. Hal tersebut membuat muncul sebuah permasalahan karena ukuran data citra yang dihasilkan semakin besar dan jumlahnya yang semakin banyak sehingga banyak memakan media penyimpanan (storage), serta muncul permasalahan dalam hal pertukaran data atau informasi yang memboroskan waktu dan bandwidth. Metode contrast stretching adalah metode yang dilakukan dengan menambah atau mengurangi contrast (pencahayaan) agar citra tersebut lebih tajam. Dapat juga digunakan untuk memperbaiki kualitas citra digital yang berhubungan dengan pencahayaan yaitu dengan mengatur tingkat kecerahan (brightness) maupun kekontrasan dari citra digital. Algoritma Deflate merupakan kompresi data lossless yang menggunakan kombinasi algoritma LZ77 dan Huffman Coding. Algoritma Deflate mengambil berbagai kelebihan dari masing-masing metode, mengambil konsep sliding-window dan prefix tree. Algoritma ini menggabungkan konsep pohon Huffman dan eliminasi string kembar, ke dua konsep tersebut sering digunakan untuk kebutuhan minimasi bit data. Aplikasi yang dirancang dengan input data berbentuk citra akan ditajamkan terlebih dahulu kemudian proses kompresi dengan Deflate. Ke dua metode di atas secara bertahap hingga memberikan hasil yang maksimal.

**Kata kunci:** Citra, Kompresi, Contrast, Stretching, Deflate

### PENDAHULUAN

Proses perbaikan mutu citra yang mengalami derau (*noise*) menjadi sangat penting dalam pengolahan citra sebagai suatu sistem di mana dengan masukan citra dan hasilnya juga berupa citra. Citra tersebut dapat disimpan di dalam berkas (*file*) dengan format tertentu.

Seringkali citra mengalami penurunan mutu (*degradasi*) yaitu penurunan kualitas, misalnya karena mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasikan karena informasi yang dideskripsikan oleh citra tersebut kurang jelas.

Format citra yang baku di lingkungan sistem operasi *Microsoft Windows* adalah berkas bitmap (BMP), TIF, JPG/JPEG dan lain-lain. Citra dalam format bitmap (BMP) lebih bagus dari pada citra dalam format lainnya, karena citra dalam format tersebut umumnya tidak dimampatkan sehingga tidak ada informasi yang hilang. Artinya, nilai intensitas pixel di dalam citra dipetakan ke sejumlah bit tertentu.

*Contrast Stretching* ini dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas citra digital yang berhubungan dengan pencahayaan yaitu dengan mengatur tingkat kecerahan (*brightness*) maupun kekontrasan dari sebuah citra digital.

Pemampatan citra atau kompresi citra bertujuan untuk meminimalkan kebutuhan memori dalam mempresentasikan citra digital dengan mengurangi duplikasi data di dalam citra sehingga memori yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit daripada representasi citra semula, sehingga akan mempermudah penyimpanan dan pengolahan data serta mempersingkat waktu pengiriman data. Dalam penelitian ini penulis menggunakan algoritma *lossless* yaitu algoritma *Deflate*.

Citra atau *image* merupakan istilah lain dari Gambar, yang merupakan informasi visual. Sebuah pribahasa "sebuah Gambar bermakna lebih dari seribu kata" maksudnya tentu sebuah Gambar dapat memberikan informasi yang lebih banyak dari pada informasi tersebut disajikan dalam bentuk kata-kata (Rinaldi Munir, 2004:48)

Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat: (1) optik berupa foto; (2) analog berupa signal video seperti Gambar pada monitor televisi; dan (3) *digital* yang dapat langsung disimpan pada media penyimpanan magnetik. Citra digital merupakan citra yang disimpan dalam format digital (bentuk file) hanya citra digital yang dapat diolah menggunakan komputer. Jenis citra lain jika akan diolah dengan komputer harus di ubah dulu menjadi citra digital.

Citra juga dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu, citra tampak seperti foto, Gambar, lukisan, apa yang nampak di layar monitor, hologram, dan lain-lain; dan citra tidak tampak seperti data foto, Gambar dalam file, citra yang direpresentasikan dalam fungsi matematis.

Citra didefinisikan sebagai fungsi intensitas cahaya dua dimensi  $f(x,y)$  dimana  $x$  dan  $y$  menunjukkan koordinat spasial dan nilai  $f$  pada suatu titik  $(x,y)$  sebanding dengan kecerahan (*brightness*) yang biasanya dinyatakan dalam tingkatan *gray level* dari citra titik tersebut.

**METODE**

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka langkah-langkah baik secara teoritis maupun perancangan dalam aplikasi adalah:

**Studi Literatur**

Menelusuri berbagai sumber pustaka tentang data citra yang berkaitan dengan proses penajaman citra, mempelajari artikel, buku-buku atau situs yang memuat pengetahuan citra, menerapkan fungsi penajaman dan kompresi dan aplikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian.

**Analisis**

Menerapkan langkah-langkah penajaman dan kompresi citra dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

**Perancangan**

Melanjutkan tahapan analisis ke tahapan berikutnya dengan membangun arsitektur aplikasi, algoritma, modul, basis data dan perancangan interface, serta pengembangan aplikasi

**Implementasi**

Perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi**

Menguji data citra pada aplikasi untuk melihat hasil penajaman citra dan kompresi serta menarik kesimpulan.

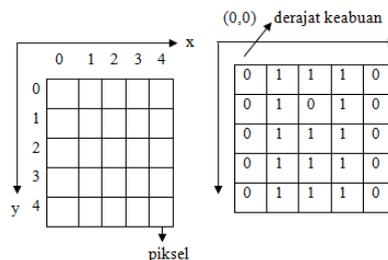
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Struktur Data Citra Digital**

Suatu citra digital berbentuk matriks, setiap elemen-elemen matriks dapat diakses melalui indeksnya, yaitu baris dan kolom. Sebuah citra digital berukuran  $N \times M$  (Rinaldi Munir, Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, 2004) di mana  $N$ =jumlah baris (panjang/tinggi matriks) dengan  $0 \leq y \leq N-1$ ;  $M$ =jumlah kolom (lebar matriks) dengan  $0 \leq x \leq M-1$ ;  $L$ =intensitas warna maksimal (derajat keabuan) dengan  $0 \leq f(x,y) \leq L-1$ .

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Representasinya pada matrik adalah:



Gambar 1. Struktur Data Citra Berwarna

**Derau (Noise)**

Derau (*noise*) adalah titik-titik pada citra yang sebenarnya bukan merupakan bagian dari citra, melainkan ikut tercampur pada citra karena suatu sebab. Ada 3 macam noise, yaitu:

4. *Noise Aditif*. Noise yang bersifat menambahkan secara seragam pada sebuah bidang citra dengan varian tertentu. Contoh: *nois salt-and-pepper* yang menambahkan arah gelap dan terang pada citra.
5. *Noise Gaussian*. Memiliki intensitas sesuai dengan distribusi normal yang memiliki rerata (mean) dan varian tertentu.
6. *Noise Speckle*. Muncul saat pengambilan citra tidak sempurna karena alasan cuaca, perangkat dan lain sebagainya. Sifatnya multiflikatif, artinya semakin besar intensitas citra atau semakin cerah citra, semakin jelas juga *noise*.

Noise muncul biasanya akibat dari pembelokan yang tidak bagus (*sensor noise, photographic gain noise*). Gangguan dapat berupa variasi intensitas yang tidak berkorelasi dengan piksel tetangga. Secara visual, gangguan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan piksel tetangga (Rika Novita, 2011)

**Contrast Streching**

Kontras suatu citra adalah distribusi pixel terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam Gambar. Citra dikelompokkan dalam tiga kategori : citra kontras-rendah (*low contrast*), citra kontras-bagus (*good contrast* atau *normal contrast*), dan kontras-tinggi (*high contrast*).

Citra dengan kontras rendah ditandai dengan sebagian besar komposisi citranya terang atau sebagian besar gelap. Histogramnya memperlihatkan sebagian derajat keabuannya berkelompok bersama. Jika pengelompokan pikselnya dibagian kiri, maka citranya cenderung gelap. Begitu juga sebaliknya jika pengelompokan pikselnya di bagian kanan, maka citra akan cenderung terang.

Citra dengan kontras tinggi memiliki daerah gelap dan terang yang luas, histogram citra dengan kontras tinggi memiliki dua puncak besar. Satu puncak terkonsentrasi pada sisi kiri dan yang satunya terkonsentersasi pada sisi kanan histogram. Citra dengan kontras yang bagus menampilkan rentangan nilai piksel yang lebar. Histogramnya relatif menunjukkan distribusi nilai piksel yang seragam, tidak memiliki puncak utama, atau tidak memiliki lembah.

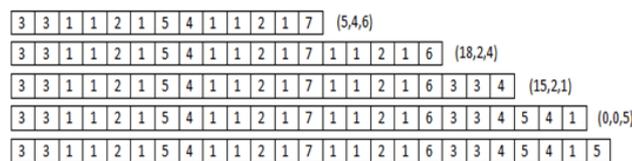
Peregangan kontras (*contrast stretching*) adalah teknik yang sangat berguna untuk memperbaiki kontras citra terutama citra yang memiliki kontras rendah. Proses peregangan kontras termasuk proses perbaikan kualitas citra yang bersifat *point processing*, yang artinya proses ini hanya tergantung dari nilai intensitas *gray level* satu piksel, tidak tergantung dari piksel lain yang ada disekitarnya (Darma Putra, Pengolahan Citra Digital, 2010, 124).

**Algoritma Deflate**

Algoritma yang dibuat berdasarkan variasi algoritma LZ77 dikombinasikan dengan algoritma Huffman yang didesain oleh Philip Katz sebagai bagian dari file format ZIP (Salomon, 2007).

LZ77 adalah algoritma *lossless compression* yang diperkenalkan oleh Abraham Lempel dan Jacob Ziv, di mana algoritma kompresi ini bekerja dengan mencari urutan data yang diulang. Isitilah *sliding window* atau jendela luncur digunakan pada algoritma ini yang berarti pada suatu titik tertentu dalam data, ada catatan tentang apa yang terjadi pada karakter-karakter sebelumnya (Salomon, 2007).

Untuk proses dekompresi LZ77, decoder akan membaca setiap rangkaian token. Apabila terdapat token (0,0,5) maka decoder akan menulis simbol 5 ke dalam output. Berikut ini adalah contoh bagaimana decoder LZ77 bekerja dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Decode LZ77

Algoritma Huffman merupakan algoritma pemampatan yang menggunakan pendekatan statistik. Algoritma Huffman didesain oleh David A. Huffman di mana algoritma tersebut merupakan sebuah algoritma *entropy encoding* yang digunakan untuk algoritma *lossless compression* (Salomon, 2007). Metode ini dimulai dengan membuat daftar nilai-nilai simbol yang diurutkan berdasarkan probabilitas atau frekuensi kemunculannya.

Berikut ini adalah contoh algoritma Huffman dengan menggunakan input yang sama dengan Gambar 2.2. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat daftar frekuensi kemunculan tiap karakter di mana K merupakan simbol/karakter, nk merupakan frekuensi tiap simbol/karakter, dan P(k) merupakan nilai probabilitas di mana jumlah frekuensi tiap simbol dibagi dengan jumlah seluruh frekuensi simbol atau pixel, seperti pada Tabel 1.

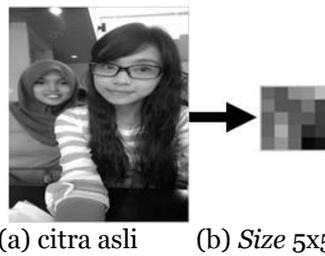
Tabel 1. Tabel Nilai Probabilitas

K	N <sub>k</sub>	P(k) = n <sub>k</sub> /n
1	10	0.4
2	3	0.12
3	4	0.16
4	3	0.12
5	3	0.12
6	1	0.04
7	1	0.04

Langkah berikutnya adalah urutkan simbol berdasarkan Tabel di atas dari simbol yang memiliki frekuensi kemunculan terkecil hingga terbesar. Buat sebuah node, di mana node merupakan gabungan dari dua buah simbol paling kiri yang mempunyai frekuensi terkecil dengan simbol sebelah kanan dari simbol tersebut, gabungkan dua buah pohon yang mempunyai frekuensi kemunculan terkecil dan urutkan kembali, kemudian ulangi langkah tersebut sampai tersisa satu pohon biner. Beri label pohon biner tersebut, pada sisi sebelah kiri beri label 0 dan sisi kanan pohon diberi Tabel 1. Telusuri pohon biner tersebut dari akar ke daun, sehingga didapat barisan label-label sisi dari akar ke daun adalah kode Huffman.

**Penentuan Data**

Konversi citra ke matriks di mana ukuran yang digunakan adalah 5x5. Adapun matriks dengan 8 skala keabuan dibentuk ukuran 256x256 pixel.



Gambar 3. Citra Input

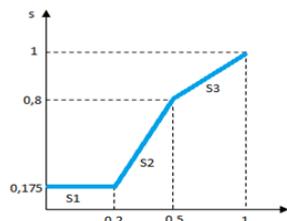
dimana representasi datanya adalah:

103	87	141	147	186
123	87	85	117	68
97	135	91	88	62
100	171	99	44	58
116	150	100	10	21

```
Gambar=imread('NF.jpg');
red=Gambar(:,:,1);
green=Gambar(:,:,2);
blue=Gambar(:,:,3);
gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;
```

**Tahapan Contrast Stretching**

Proses contrast stretching termasuk proses perbaikan citra yang bersifat point processing, yang artinya proses ini hanya tergantung dari nilai intensitas *gray level* satu piksel, tidak tergantung dari pixel lain yang ada disekitarnya. Cara kerja dari proses peregangan kontras (contrast stretching) ini adalah, diketahui fungsi contrast stretching (Gambar 3.2).



Gambar 4. Fungsi Contrast Stretching

Dari data di atas diketahui titik dari:

$$S_1 = (r_1, s_1) \ \& \ (r_2, s_2) = (0, 0) \ \& \ (0.2, 0.175)$$

$$S_2 = (r_1, s_1) \ \& \ (r_2, s_2) = (0.2, 0.175) \ \& \ (0.5, 0.8)$$

$$S_3 = (r_1, s_1) \ \& \ (r_2, s_2) = (0.5, 0.8) \ \& \ (1, 1)$$

Rumus :

$$\frac{y-y_1}{y_2-y_1} = \frac{x-x_1}{x_2-x_1} \ ; \ y - y_1 = \left[ \frac{y_2-y_1}{x_2-x_1} \right] (x - x_1)$$

Titik S1 :

$$s - s_1 = \frac{(s_2-s_1)}{(r_2-r_1)} (r - r_1) \ ; \ s - 0 = \frac{(0.175-0)}{(0.2-0)} (r - 0)$$

$$= \left( \frac{0.175}{0.2} \right) r = 0.875 r$$

Titik S2:

$$s - s_1 = \frac{(s_2-s_1)}{(r_2-r_1)} (r - r_1) \ ; \ s - 0.175 = \frac{(0.8-0.175)}{(0.5-0.2)} (r - 0.2)$$

$$= \left( \frac{0.625}{0.3} \right) (r - 0.2)$$

$$= 2.08(r - 0.2) \ ; \ = 2.08 r - 0.416 \ ; \ = 2.08 r - 0.416 + 0.175$$

$$= 2.08 r - 0.591$$

Titik S3:

$$s - s_1 = \frac{(s_2-s_1)}{(r_2-r_1)} (r - r_1) \ ; \ s - 0.8 = \frac{(1-0.8)}{(1-0.5)} (r - 0.5)$$

$$= \left( \frac{0.2}{0.5} \right) (r - 0.5) = 0.4 (r - 0.5) = 0.4 r - 0.2$$

$$= 0.4 r - 0.2 + 0.8 = 0.4 r - 1$$

- |  |   |
|--|---|
| 1. $\frac{10}{255} = 0,03 \rightarrow S1$  | 13. $\frac{100}{255} = 0,39 \rightarrow S2$ |
| 2. $\frac{21}{255} = 0,08 \rightarrow S1$  | 14. $\frac{103}{255} = 0,40 \rightarrow S2$ |
| 3. $\frac{44}{255} = 0,17 \rightarrow S1$  | 15. $\frac{116}{255} = 0,45 \rightarrow S2$ |
| 4. $\frac{58}{255} = 0,22 \rightarrow S2$  | 16. $\frac{117}{255} = 0,45 \rightarrow S2$ |
| 5. $\frac{62}{255} = 0,24 \rightarrow S2$  | 17. $\frac{123}{255} = 0,48 \rightarrow S2$ |
| 6. $\frac{68}{255} = 0,26 \rightarrow S2$  | 18. $\frac{135}{255} = 0,52 \rightarrow S3$ |
| 7. $\frac{85}{255} = 0,33 \rightarrow S2$  | 19. $\frac{141}{255} = 0,55 \rightarrow S3$ |
| 8. $\frac{87}{255} = 0,34 \rightarrow S2$  | 20. $\frac{147}{255} = 0,57 \rightarrow S3$ |
| 9. $\frac{88}{255} = 0,34 \rightarrow S2$  | 21. $\frac{150}{255} = 0,58 \rightarrow S3$ |
| 10. $\frac{91}{255} = 0,35 \rightarrow S2$ | 22. $\frac{171}{255} = 0,67 \rightarrow S3$ |
| 11. $\frac{97}{255} = 0,38 \rightarrow S2$ | 23. $\frac{186}{255} = 0,72 \rightarrow S3$ |
| 12. $\frac{99}{255} = 0,38 \rightarrow S2$ |   |

Kemudian Masukkan Graylevel ke dalam persamaan:

$S1 = 0.875 \times 0.03 \times 255 = 6.69 \approx 7$	$S2 = 2.08 \times 0.39 - 0.591 \times 255 = 56.15 \approx 56$
$S1 = 0.875 \times 0.08 \times 255 = 17.85 \approx 18$	$S2 = 2.08 \times 0.40 - 0.591 \times 255 = 61.45 \approx 61$
$S1 = 0.875 \times 0.17 \times 255 = 37.93 \approx 38$	$S2 = 2.08 \times 0.45 - 0.591 \times 255 = 87.97 \approx 88$
$S2 = 2.08 \times 0.22 - 0.591 \times 255 = 34.01 \approx 34$	$S2 = 2.08 \times 0.48 - 0.591 \times 255 = 103.88 \approx 104$
$S2 = 2.08 \times 0.24 - 0.591 \times 255 = 23.40 \approx 23$	$S3 = 0.4 \times 0.52 - 1 \times 255 = 201.96 \approx 202$
$S2 = 2.08 \times 0.26 - 0.591 \times 255 = 12.80 \approx 13$	$S3 = 0.4 \times 0.55 - 1 \times 255 = 198.9 \approx 199$
$S2 = 2.08 \times 0.33 - 0.591 \times 255 = 24.32 \approx 24$	$S3 = 0.4 \times 0.57 - 1 \times 255 = 196.86 \approx 197$
$S2 = 2.08 \times 0.34 - 0.591 \times 255 = 29.63 \approx 30$	$S3 = 0.4 \times 0.58 - 1 \times 255 = 201.96 \approx 202$
$S2 = 2.08 \times 0.35 - 0.591 \times 255 = 34.93 \approx 35$	$S3 = 0.4 \times 0.67 - 1 \times 255 = 186.66 \approx 187$
$S2 = 2.08 \times 0.38 - 0.591 \times 255 = 50.84 \approx 51$	$S3 = 0.4 \times 0.72 - 1 \times 255 = 181.56 \approx 181$

Dari penyelesaian di atas, dapat diketahui nilai outputnya adalah sebagai berikut:

61	30	199	197	181
104	30	24	88	13
51	202	35	30	23
56	187	51	38	34
88	202	56	7	18

Masukan nilai dalam Tabel

103	87	141	147	186	61	30	199	197	181
123	87	85	117	68	104	30	24	88	13
97	135	91	88	62	51	202	35	30	23
100	171	99	44	58	56	187	51	38	34
116	150	100	10	21	88	202	56	7	18

**Penerapan Deflate**

Dari data diatas diketahui citra tersebut memiliki resolusi 5x5 yang terdiri dari 25 piksel dimana ukuran data citra tersebut sebesar 25 byte atau 200 bit.

Dari citra *grayscale* di atas didapat simbol 61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18, proses kompresi LZ77 Pada Tabel 2.

Tabel 2. Kompresi Citra dengan LZ77

Search Buffer	Look A Head Buffer	Output
	61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,61)
61	30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,30)
61 30	199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,199)
61 30 199	197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,197)
61 30 199 197	181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,181)
61 30 199 197 181	104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,104)
61 30 199 197 181 104	30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(5,1,24)
61 30 199 197 181 104 30 24	88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,88)
61 30 199 197 181 104 30 24 88	13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,13)
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13	51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,51)
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51	202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,202)
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202	35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,35)
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35	30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(7,1,23)
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30	23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,56)
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23	56 187 51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,187)
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56	187 51 38 34 88 202 56 7 18	(7,1,38)
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187	51 38 34 88 202 56 7 18	(0,0,34)
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38	34 88 202 56 7 18	(12,1,202)
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34	88 202 56 7 18	(7,1,7)
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202	56 7 18	(0,0,18)
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7	18	
61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51 202 35 30 23 56 187 51 38 34 88 202 56 7 18		

Dari Tabel 2 diketahui bahwa output dari kompresi di atas adalah : (0,0,"61"), (0,0,"30"), (0,0,"199"), (0,0,"197"), (0,0,"181"), (0,0,"104"), (5,1,"24"), (0,0,"88"), (0,0,"13"), (0,0,"51"), (0,0,"202"), (0,0,"35"), (7,1,"23"), (0,0,"56"), (0,0,"187"), (7,1,"38"), (0,0,"34"), (12,1,"202"), (7,1,"7"), (0,0,"18") terdiri dari *indeks*, *length*, *next symbol*, di mana *offset* adalah simbol pertama yang ditemukan oleh *look-ahead buffer* pada *search buffer*, sedangkan *length* adalah panjang simbol pada *search buffer*, dan *symbol* adalah simbol paling kanan setelah *length* atau simbol terakhir. Proses LZ77 pada dekompresi citra adalah:

Tabel 3. Dekompresi dengan LZ77

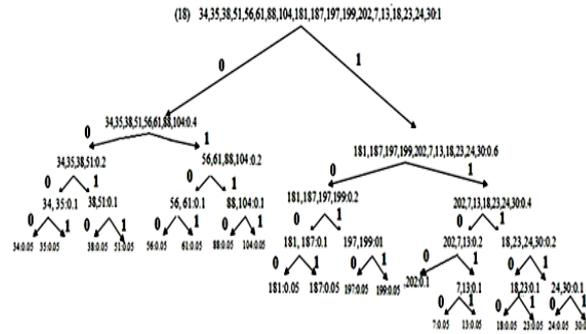
Input				7	6	5	4	3	2	1											
(0,0,61)										61											
(0,0,30)									61	30											
(0,0,199)								61	30	199											
(0,0,197)							61	30	199	197											
(0,0,181)						61	30	199	197	181											
(0,0,104)					61	30	199	197	181	104											
(5,1,24)			61	30	199	197	181	104	30	24											
(0,0,88)		61	30	199	197	181	104	30	24	88											
(0,0,13)		61	30	199	197	181	104	30	24	88	13										
(0,0,51)		61	30	199	197	181	104	30	24	88	13	51									
(0,0,202)		61	30	199	197	181	104	30	24	88	13	51	202								
(0,0,35)		61	30	199	197	181	104	30	24	88	13	51	202	35							
(7,1,23)		61	30	199	197	181	104	30	24	88	13	51	202	35	30	23					
(0,0,56)		61	30	199	197	181	104	30	24	88	13	51	202	35	30	23	56				
(0,0,187)		61	30	199	197	181	104	30	24	88	13	51	202	35	30	23	56	187			
(7,1,38)		61	30	199	197	181	104	30	24	88	13	51	202	35	30	23	56	187	51	38	
(0,0,34)		61	30	199	197	181	104	30	24	88	13	51	202	35	30	23	56	187	51	38	34
(12,1,202)	61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51	←	30	23	56	187	51	38	34	88	202										202
	202 35																				
(7,1,7)	61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51	←	56	187	51	38	34	88	202	56	7										
	202 35 30 23																				
(0,0,18)	61 30 199 197 181 104 30 24 88 13 51	←	187	51	38	34	88	202	56	7	18										
	202 35 30 23 56																				

Kompresi algoritma Huffman berdasarkan hasil nilai citra kompresi LZ77 di atas diketahui ukuran data citra tersebut sebesar 20 byte atau 160 bit, memiliki simbol : 61 30 199 197 181 104 24 88 13 51 202 35 23 56 187 38 34 202 7 18 dari simbol tersebut dapat dibuat Tabel probabilitas seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Tabel Nilai Probabilitas

K	Nk	P(k) = N <sub>k</sub> /n	K	Nk	P(k) = N <sub>k</sub> /n
7	1	0.05	56	1	0.05
13	1	0.05	61	1	0.05
18	1	0.05	88	1	0.05
23	1	0.05	104	1	0.05
24	1	0.05	181	1	0.05
30	1	0.05	187	1	0.05
34	1	0.05	197	1	0.05
35	1	0.05	199	1	0.05
38	1	0.05	202	2	0.1
51	1	0.05			

Dari Tabel 4 diketahui bahwa K adalah simbol, sedangkan Nk adalah frekuensi dari ti ap-tiap simbol, sedangkan P(k) adalah frekuensi tiap simbol dibagi dengan total frekuensi. Setelah proses penggabungan selesai, beri label dari akar ke daun, sebelah kiri =0, kanan =1



Gambar 5. Proses Pemberian Label  
Dari penulseran di atas maka dihasilkan kode Huffman seperti dalam Tabel 5.

Tabel 5. Kode Huffman

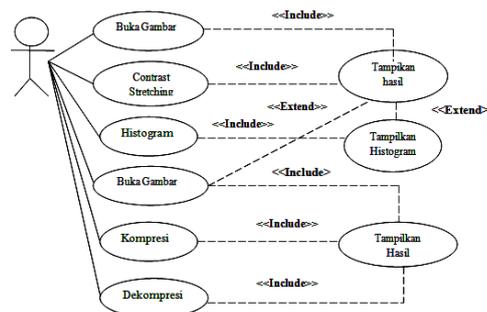
Simbol	Frekuensi	Kode Huffman	Simbol	Frekuensi	Kode Huffman
7	1	11010	56	1	0100
13	1	11011	61	1	0101
18	1	11100	88	1	0110
23	1	11101	104	1	0111
24	1	11110	181	1	1000
30	1	11111	187	1	1001
34	1	0000	197	1	1010
35	1	0001	199	1	1011
38	1	0010	202	2	1100
51	1	0011			

Rangkaian bit 11010 11011 11100 11101 11110 11111 0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111 1000 1001 1010 1011 1100, pertama kode bit paling kiri yaitu “0”, tidak ada kode bit “0”, selanjutnya baca kode bit “1”, tidak ada kode bit “01”, selanjutnya baca kode bit “0”, tidak ada kode bit “010”, selanjutnya baca kode bit “1”, dapat disimpulkan bahwa kode bit “0101” adalah simbol 61, seterusnya hingga kode bit habis terbaca.

Ratio kompresi deflate dengan 86 bit,  $100\% - \frac{86}{160} \times 100\% = 46,25\%$  , citra yang telah berhasil dimampatkan.

**Use Case Diagram**

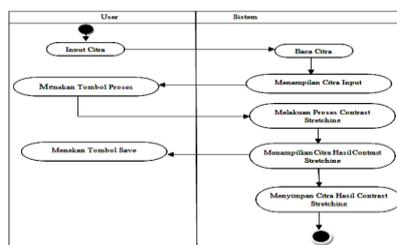
Diagram *use case* menunjukkan fungsionalitas sistem atau kelas dan interaksi dengan dunia luar.



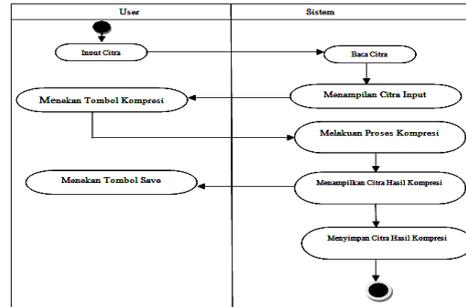
Gambar 6. Use case Diagram Aplikasi

**Activity Diagram**

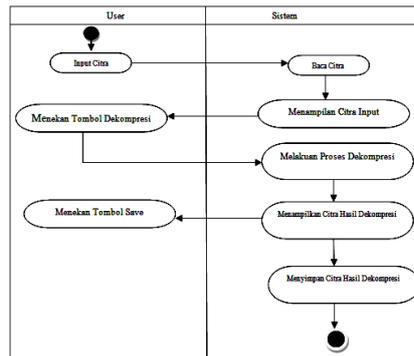
Memodelkan event yang terjadi dalam use case.



Gambar 7. Activity Diagram Contrast Stretching



Gambar 8. Activity Diagram Kompresi Deflate



Gambar 9. Activity Diagram deKompresi Deflate

### Algoritma

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut:

- Mencari frekuensi dari tiap-tiap string

Input : input citra (nCs) , Str

Output : Frekuensi\_nLz77

Proses :

For i=1 to jlldata(nCs)

Look\_ahheadbuffer[i] = nCs [i] Next i

Look\_ahheadbuffer ← Wadah penampung sebelum dikompresi dengan LZ77

Searchbuffer = ""

For i=1 to jlldata (look\_Aheadbuffer)

Ambil nilai ke-i dari look\_Aheadbuffer,

Jika searchBuffer <> look\_Aheadbuffer [i] maka,

SearchBuffer=searchbuffer + look\_Aheadbuffer[i]

OutputStr[i] =(0,0, look\_Aheadbuffer[i])

Tetapi jika searchBuffer = lookAheadbuffer[i] maka,

SearchBuffer = searchBuffer + look\_Aheadbuffer[i] &

look\_Aheaduffer[i+1]

Output [i] = (1,1, look\_Aheadbuffer[i+1]) Next i

Searchbuffer← nilai setelah dikompresi

outputStr ← keluaran hasil kompresi LZ77
- Membuat pohon huffman dari string dari string dan frekuensinya :

input : nLz77, frekuensi\_nLz77

output :

Htree,route\_bit

Proses :

frekuensi\_nLz77

ambil nilai string yang memiliki frekuensi terkecil, urutkan.ascending(nLz77)

Htree[n] = (nLz77[i], frekuensi\_nLz77[i])

Jika posisi di sebelah kanan, maka Route\_bit [i]=1

Tetapi jika posisi berada di sebelah kiri, maka Route\_bit[i]=0

Htree[n] ← pohon huffman dengan ilai frekuensi terendah (tingkat n)

Htree[n+1] = (nLz77[i], frekuensi\_nLz77[i])

Jika posisi di sebelah kanan, maka Route\_bit [i]=1

Tetapi jika posisi berada di sebelah kiri, maka

Route\_bit[i]=0

Htree[n+1] ← pohon huffman dengan ilai frekuensi terendah (tingkat n+1)

Lanjutkan proses di atas hingga akhir (string dengan nilai frekuensi tertinggi)

## Implementasi

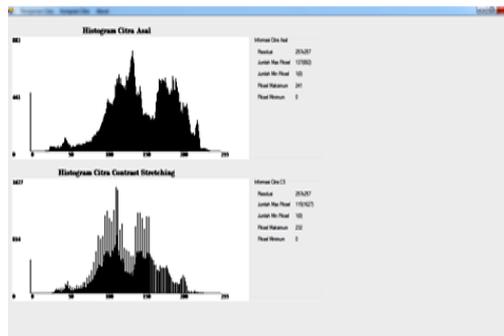
Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

### 1. Tampilan Proses Contrast Stretching



Gambar 10. Tampilan Contrast Stretching

### 2. Tampilan Histogram



Gambar 11. Tampilan Histogram

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut: (1) citra akibat pengaruh *noise* dengan *Contrast Stretching* menunjukkan hasil penajaman lebi baik dari aslinya; (2) *deflate* melakukan kompresi citra dan dekompresi citra berhasil mengurangi bit citra dan mengembalikan bit citra; dan (3) aplikasi yang dirancang dengan menggunakan tools yang ada membantu menghasilkan citra dengan penajaman yang baik dan juga kompresi yang signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Sutoyo, dkk. 2009. “*Teori Pengolahan Citra Digital*”. Andi Offset. Yogyakarta.
- Putra, Darma, 2010. “*Pengolahan Citra Digital*”. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Sugiarti, Y, 2003. “*Analisis & Perancangan UML (unified Modelling Language) Generated VB.6*”, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
- Munir R, 2004. “*Pengolahan Citra Digital Dengan pendekatan Algoritmik*”, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Awaluddin, M. Darmo. “*Penajaman dan Segmentasi Pada Pengolahan Citra Digital*”, 65, 0852-1697
- Silaen, Jesades Berlin, 2015. “*Analisis Perbandingan Kompresi Citra Menggunakan Algoritma Deflate dan Algoritma Arithmetic Coding*”. Skripsi Universitas Sumatera Utara.
- Sri Rahayu Utami, 2014. “*Perancangan Aplikasi Perbaikan Citra Hasil Pengambilan Webcam Menerapkan Metode Contrast Stretching*”. Skripsi Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Komputer Budidarma Medan.
- Joko Kurniawan, 2014. Implementasi Discreate Wavelet Transform Untuk Penyisipan Gambar Pada Gambar, Vol 6, No 1.
- Sri Rahayu Utami, 2014. Perancangan Aplikasi Perbaikan Citra Hasil Pengambilan Webcam Menerapkan Metode Contrast Stretching, Vol 7, No 2.

## IMPLEMENTASI METODE RUN LENGTH ENCODING DAN DEFLATE PADA KOMPRESI CITRA DIGITAL

Mustika Sari; Sinar Sinurat; Permanan Ginting Munthe

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Kompresi citra Digital bertujuan untuk memperkecil ukuran file dengan mengurangi data yang berlebihan dan tidak berpengaruh signifikan pada proses file. Terdapat beberapa aplikasi umumnya berbasis web yang membatasi ukuran file. File dimaksud cenderung ditujukan pada Gambar atau citra. Besarnya ukuran data yang harus dikirim melampaui beban yang ditetapkan sehingga berpengaruh pada kecepatan transmisi oleh perangkat keras yang ada dan akibatnya delay time relatif besar, oleh karena itu dibutuhkan kompresi data. Algoritma Run Length Encoding adalah teknik kompresi yang sering digunakan untuk citra dan text, yang memiliki kelebihan seperti, tidak perlu mengirimkan Tabel kode bersama dengan file encode sedangkan Algoritma Deflate merupakan algoritma kompresi yang bersifat lossless yang menggunakan kombinasi algoritma LZ77 dan Huffman Coding. Algoritma Deflate mengambil berbagai kelebihan dari masing-masing metode, mengambil konsep sliding-window dan prefix tree. Pada dasarnya algoritma deflate menggabungkan konsep pohon Huffman dan eliminasi string kembar, ke dua konsep tersebut sering di gunakan untuk kebutuhan minimasi bit data. Hasil Aplikasi yang dirancang dengan input data citra akan kompresi dengan ke dua metode di atas secara bertahap untuk menjadikan file dengan ukuran yang sekecil mungkin sesuai dengan kemampuan ke dua metode secara berkelanjutan.

**Kata kunci:** Citra, kompresi, RLE, Deflate

### PENDAHULUAN

Metode pemampatan (kompresi) citra dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok besar, yaitu metode *lossless* dan metode *lossy* (Munir, 2004). Metode kompresi *lossless* tidak mengurangi informasi citra, sehingga saat dilakukan dekompresi kualitas citra akan sama dengan citra sebelum dilakukan kompresi. Berlawanan dengan *lossless* metode *lossy* mengurangi informasi citra, tetapi perubahan informasi tersebut dapat ditolerir oleh penglihatan mata manusia. Secara umum kompresi citra terbagi menjadi dua, yaitu *lossy* dan *lossless*. *Lossless compression* digunakan untuk mengompresi data dengan tujuan agar data yang telah dikompresi dapat dikembalikan dalam kondisi asli, atau informasi penting yang ada di dalam data tersebut tidak boleh rusak akibat kompresi seperti pada Gambar hasil diagnosa medis. *Lossy compression* menghasilkan file kompresi yang lebih kecil dari metode *loseless*, tetapi data yang diperoleh berbeda dari yang aslinya tetapi cukup dekat perbedaannya. Algoritma yang digunakan dalam penelitian image lossless kompresi ini adalah algoritma lzw dan deflate.

Prinsip kerja metode *Run Length Encoding (RLE)* adalah mengelompokkan data yang sama dari *sample citra* dan menghitung frekuensi kemunculannya. (Jurnal Teknik Volume 3 No 2 Tahun 2012/ISSN No. 2085-0859).

Algoritma Deflate merupakan algoritma kompresi data *lossless* yang menggunakan kombinasi algoritma LZ77 dan Huffman Coding. Algoritma Deflate mengambil berbagai kelebihan dari masing-masing metode, mengambil konsep *sliding-window* dan *prefix tree*. Pada dasarnya algoritma deflate menggabungkan konsep pohon huffman dan eliminasi string kembar, kedua konsep tersebut sering digunakan untuk kebutuhan minimasi bit data.

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka penulis mencoba memaparkan langkah-langkah baik secara teoritis maupun dalam aplikasi yang akan dirancang dengan:

#### Studi Literatur

Mengoleksi penelitian yang berkaitan dengan kompresi mulai dari proses perancangan hingga implementasi, mempelajari artikel, buku atau situs yang berhubungan dengan kompresi.

#### Analisis

Menerapkan langkah-langkah kompresi citra dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi selanjutnya dengan perancangan arsitektur aplikasi, logika kerja, model modul, basis data dan antar muka, serta lingkungan sistem.

#### Implementasi

Membangun aplikasi yang dirancang dengan tools yang sesuai.

#### Pengujian Aplikasi

Menguji sejumlah data citra pada aplikasi yang dibuat untuk menghasilkan hasil kompresi dan membuat kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kompresi Citra

Dalam proses kompresi (pemampatan) citra terdapat dua proses utama yaitu, pertama pemampatan citra (*image compression*). Representasi tidak mampat dikodekan dengan representasi untuk meminimumkan kebutuhan memori. Menjadi representasi yang tidak mampat, diperlukan jika citra akan ditampilkan ke layar atau disimpan ke dalam arsip dengan format tidak mampat. Kedua penirmampatan citra (*image decompression*). Citra yang sudah dimampatkan dapat dikembalikan ke bentuk semula (*decoding*).

Ada faktor mengapa citra sangat tepat dilakukan proses kompresi agar tidak terjadi korelasi yang signifikan antara piksel dengan piksel tetangga (korelasi spasial). Dari faktor inilah muncul data berlebihan (*redundancy*).

Kompresi dapat dicapai dengan mengurangi *redundancy* (kelebihan data) namun ini dapat membuat data lebih rentan terhadap kesalahan. Membuat data yang lebih handal, disisi lain dilakukan dengan menambahkan bit cek dan bit paritas, sebuah proses yang meningkatkan ukuran kode.

### Teknik Kompresi Citra

Ada dua teknik kompresi citra yaitu, pertama *Lossless Compression*. Kompresi citra di mana hasil dekompresi dari citra terkompresi sama dengan citra aslinya, tidak ada informasi yang hilang tetapi rasio kompresi sangat rendah. Banyak aplikasi yang memerlukan kompresi tanpa cacat atau berkehilangan seperti aplikasi radiografi, hasil diagnosis medis, satelit, dan lain-lain. Contoh dari algoritma ini adalah *Run Length Encoding (RLE)*, *Entropy Encoding (Huffman, Arithmetic coding)*, *Deflate* dan *Adaptive Dictionary Based (LZW)* (Sutoyo *et al.*, 2009). Dan *Lossy Compression*. Kompresi citra di mana hasil dekompresi dari citra yang terkompresi tidak sama dengan citra aslinya karena ada informasi yang hilang, tetapi masih dapat diterima oleh persepsi mata. Mata tidak dapat membedakan perubahan kecil pada Gambar. Metode ini menghasilkan rasio kompresi yang lebih tinggi. Contoh dari algoritma *lossless* adalah *Color Reduction*, *Chroma Subsampling*, dan *Transform Coding* (Sutoyo *et al.*, 2009).

### Algoritma RLE

Merupakan kompresi yang *lossless*, sehingga mudah melakukan dekompresi citra kembali. Kompresi citra ini menggunakan RLE bahwa suatu pixel dalam suatu citra akan memiliki nilai cenderung sama dengan nilai pixel tetangganya. Gambar digital terdiri dari titik-titik kecil yang disebut pixel. setiap pixel dapat berupa satu bit, menunjukkan bahwa sebuah titik hitam atau putih, atau beberapa bit, serta menunjukkan salah satu dari beberapa warna atau abu-abu. Setiap deret pixel dengan intensitas sama akan dikompres menjadi sepasang nilai yang masing-masing mewakili banyaknya nilai pixel sama dan kemudian diikuti dengan nilai pixelnya.

*Run Length Encoding* didukung oleh format file bitmap, seperti TIFF, BMP, dan PCX. RLE cocok untuk mengkompresi semua jenis data, tetapi isi data mempengaruhi rasio kompresi yang dicapai oleh RLE. Meskipun algoritma RLE tidak dapat mencapai rasio kompresi tinggi tetapi RLE mudah dan cepat eksekusinya, sehingga membuatnya menjadi alternatif. RLE bekerja dengan mengurangi ukuran fisik dari string karakter yang berulang. String ini berulang, biasanya dikodekan menjadi dua byte. Byte pertama merupakan jumlah karakter (*run count*). Dalam praktek, kode dijalankan berisi 1 -128 atau 256 karakter, hitungan berjalan biasanya berisi jumlah karakter minus satu (nilai dikisarkan dari 0 sampai 127 atau 255). Byte ke dua adalah nilai karakter dalam jangka, kisaran 0 sampai 255 (*run value*).

### Algoritma Deflate

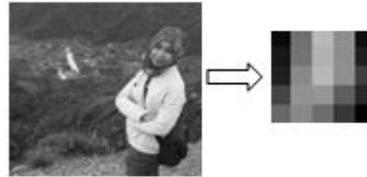
*Deflate* merupakan algoritma berdasarkan variasi LZ77 dikombinasikan dengan Huffman oleh Philip Katz sebagai bagian dari file format ZIP (Salomon, 2007). LZ77 adalah *lossless compression* oleh Abraham Lempel dan Jacob Ziv, algoritma ini bekerja dengan mencari urutan data yang diulang. Isitilah *sliding window* atau jendela luncur digunakan yang berarti suatu titik tertentu dalam data, ada catatan tentang apa yang terjadi pada karakter-karakter sebelumnya (Salomon, 2007).

Rasio kompresi citra adalah ukuran persentasi citra yang telah berhasil dimampatkan dituliskan dengan rumus:

$$\text{Rasio} = 100\% - \frac{\text{Hasil kompresi}}{\text{Citra hasil}} \times 100\%$$

### Penentuan Data

Berikut sebuah citra *grayscale* yang berukuran 5 x 5 *pixel* yang akan dikompresi dengan menggunakan nilai *pixel* dari citra tersebut. Dimana ukuran citra resolusi 1500x1500 *pixel* dan resolusi 5 x 5 *pixel*.



Gambar 1. Citra Input

Teknik untuk mengambil datanya dengan cara:

```
Gambar=imread('NF.jpg'); red=Gambar(:,:,1); green=Gambar(:,:,2); blue=Gambar(:,:,3);
gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;
```

Sehingga datanya adalah:

$$f_0(x,y)=$$

79	81	70	81	81
94	117	104	96	83
72	72	104	190	157
57	67	92	163	116
85	97	91	117	70

**Penerapan RLE**

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut: (1) Baca file input dari data yang akan dikompresi; (2) Lihat apakah terdapat deretan karakter yang sama secara berurutan lebih dari tiga karakter, jika terdapat hal tersebut lakukan kompresi; (3) berikan bit penanda pada file kompresi, bit penanda disini berupa 8 deretan bit yang boleh dipilih sembarang asalkan digunakan secara konsisten pada seluruh bit penanda hasil kompresi. Bit penanda ini berfungsi untuk menandai bahwa karakter selanjutnya adalah karakter yang dikompresi sehingga tidak membingungkan pada saat mengembalikan file yang sudah dikompresi ke file aslinya; (4) tambahkan deretan bit untuk menyatakan jumlah karakter yang sama berurutan; dan (5) tambahkan deretan bit yang menyatakan karakter yang berulang.

Dari matriks citra di atas diperoleh nilai *grayscale* 79 81 70 81 81 94 117 104 96 83 72 72 104 190 157 57 67 92 163 116 85 97 91 117 70 maka akan diperoleh kode khusus sebagai berikut. Sc adalah # (ASCII) = 00100011 (biner) Cc adalah 8 (ASCII) = 00001000 (biner) X adalah data dengan nilai 129 (ASCII) = 10000001 (biner).

79→	1001111	1001111
81→	1010001	1010001
70→	1000110	1000110
81→	<b>1010001</b>	00100011
81→	<b>1010001</b>	<b>1010001</b>
94→	1011110	1011110
117→	1110101	1110101
104→	1101000	1101000
96→	1100000	1100000
83→	1010011	1010011
72→	<b>1001000</b>	00100011
72→	<b>1001000</b>	<b>1001000</b>
104→	1101000	1101000
190→	1111110	1111110
157→	1011111	1011111
57→	111001	111001
67→	1000011	1000011
92→	1011100	1011100
163→	10100011	10100011
116→	1110100	1110100
85→	1010101	1010101
97→	1100001	1100001
91→	1011011	1011011
117→	1110101	1110101
70→	1000110	1000110
Sample Pixel Citra	pixel 25 byte =200bit	Kompresi 23byte =184 bit

Tabel 1. Range simbol citra grayscale 5 x 5 pixel

No	Karakter	Probabilitas	Range
1	57	1/25	0,00-0,04
2	67	1/25	0,04-0,08
3	70	2/25	0,08-0,16
4	72	2/25	0,16-0,24
5	79	1/25	0,24-0,28
6	81	3/25	0,28-0,40
7	83	1/25	0,40-0,44
8	85	1/25	0,44-0,48
9	91	1/25	0,48-0,52
10	92	1/25	0,52-0,56
11	94	1/25	0,56-0,60
12	96	1/25	0,60-0,64
13	97	1/25	0,64-0,68
14	104	2/25	0,68-0,76
15	116	1/25	0,76-0,80
16	117	2/25	0,80-0,88
17	157	1/25	0,88-0,92
18	163	1/25	0,92-0,96
19	190	1/25	0,96-1,00

Dengan menggunakan metoda pengambilan probabilitas seperti diatas maka teknik Run Length Encoding tidak membutuhkan waktu komputasi yang lama.

Rasio Kompresi :  $\frac{(200-186)}{200} \times 100\% = 7\%$

Nilai karakter *output* dari algoritma RLE adalah: 79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57 67 92 163 116 85 97 91 117 70

**Penerapan Deflate**

Deflate dari kombinasi LZ77 dan Huffman. Berdasarkan deretan data di atas yaitu : 79 81 70 81 81 94 117 104 96 83 72 72 104 190 157 57 67 92 163 116 85 97 91 117 70; dengan memperhatikan *look-ahead buffer*, *search buffer*, dimana dari hasil citra kompresi LZ77 terdiri dari *Index*, *Length*, dan *Next Symbol*, dimana nilai *Output* tersebut (*Index*, *Length*, *Next Symbol*).

Tabel 2. Kompresi LZ77

Search Buffer	Look-Ahead Buffer	Output
	79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190	(0,0,79)
79	157 57 67 92 163 116 85 97 91 117 70	(0,0,81)
79 81	81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157	(0,0,70)
79 81 70	57 67 92 163 116 85 97 91 117 70	(0,0,81)
79 81 70 81	70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57	(0,0,94)
79 81 70 81 94	67 92 163 116 85 97 91 117 70	(0,0,117)
79 81 70 81 94 117	81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57 67	(0,0,104)
79 81 70 81 94 117 104	92 163 116 85 97 91 117 70	(0,0,96)
79 81 70 81 94 117 104 96	94 117 104 96 83 72 104 190 157 57 67 92	(0,0,83)
79 81 70 81 94 117 104 96 83	163 116 85 97 91 117 70	(0,0,72)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72	117 104 96 83 72 104 190 157 57 67 92 163	(0,0,104)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104	116 85 97 91 117 70	(0,0,190)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190	104 96 83 72 104 190 157 57 67 92 163 116	(0,0,157)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157	85 97 91 117 70	(0,0,57)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57	96 83 72 104 190 157 57 67 92 163 116 85	(0,0,87)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57 67	97 91 117 70	(0,0,92)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57 67 92	83 72 104 190 157 57 67 92 163 116 85 97	(0,0,163)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57 67 92 163	91 117 70	(0,0,116)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57 67 92 163 116	72 104 190 157 57 67 92 163 116 85 97 91	(0,0,85)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57 67 92 163 116 85	117 70	(0,0,37)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57 67 92 163 116 85 97	104 190 157 57 67 92 163 116 85 97 91 117	(0,0,91)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57 67 92 163 116 85 97 91	91 117 70	(0,0,117)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57 67 92 163 116 85 97 91 117	117 70	(0,0,70)
79 81 70 81 94 117 104 96 83 72 104 190 157 57 67 92 163 116 85 97 91 117 70	70	
	Null	Null

Berdasarkan nilai *output* pada baris pertama dalam Tabel diketahui (0,0,79),dimana nilai 0 yang pertama disebut dengan *Index*, nilai 0 yang ke dua disebut dengan *Length* dan 79 disebut dengan *Next Symbol*, karena nilai 79 yang di *look-ahead buffer* tidak ada di *search buffer* maka *index* bernilai 0, dan *length* juga nol maka *next symbol* berikutnya 79.

**Output / Token** Algoritma LZ77

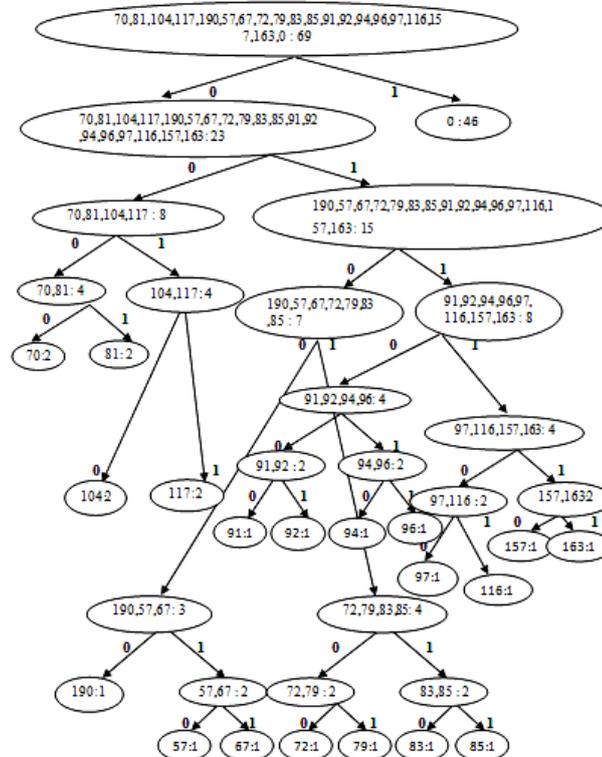
(0,0,79) (0,0, 81) (0,0,70) (0,0,81) (0,0,94 ) (0,0,117) (0,0,104) (0,0,96) (0,0,83) (0,0,72) (0,0,104)  
(0,0,190) (0,0,157) (0,0,57) (0,0,67) (0,0,92) (0,0,163) (0,0,116) (0,0,85) (0,0,97) (0,0,91) (0,0,117)  
(0,0,70)

Adapun langkah-langkah Penyelesaian Algoritma Huffman sebagai berikut: (1) ukuran nilai-nilai *output* pada algoritma LZ77 berdasarkan frekuensi kemunculan; (2) gabung dua buah pohon yang mempunyai frekuensi kemunculan terkecil dari urutan kembali; (3) ulangi langkah nomor dua sampai tersisa satu pohon biner; (4) beri label biner tersebut dengan cara sisi kiri pohon diberi label 0 dan sisi kanan pohon diberi 1; dan (5) telusuri pohon biner dari akar ke daun. Barisan label-label sisi dari akar ke daun adalah kode *huffman*.

Tabel 3. Frekuensi Citra

Karakter	frekuensi	Karakter	Frekuensi
0	46	92	1
57	1	94	1
67	1	96	1
70	2	97	1
72	1	104	2
79	1	116	1
81	2	117	2
83	1	157	1
85	1	163	1
91	1	190	1

Dari Tabel di atas nilai karakter-karakter tersebut dibuat berdasarkan *output* dari proses algoritma LZ77, di mana *output* tersebut diproses lagi menggunakan *huffman*.



Gambar 2. Pohon Huffman

Tabel 4. Hasil Kompresi

Karakter	Frekuensi	Kode Bit	Ukuran Citra
0	46	1	1Bit*46=46
57	1	010010	6 Bit*1=6
67	1	010011	6Bit*1=6
70	2	0000	4Bit*2=8
72	1	010100	6Bit*1=6
79	1	010101	6Bit*1=6
81	2	0001	4Bit*2=8
83	1	010110	6Bit*1=6
85	1	010111	6Bit*1=6
91	1	011000	6Bit*1=6
92	1	011001	6Bit*1=6
94	1	011010	6Bit*1=6
96	1	011011	6Bit*1=6
97	1	011100	6Bit*1=6
104	2	0010	4Bit*2=8
116	1	011101	6Bit*1=6
117	2	0011	4Bit*1=8
157	1	011110	6Bit*1=6
163	1	011111	6Bit*1=6
190	1	01000	5Bit*1=5

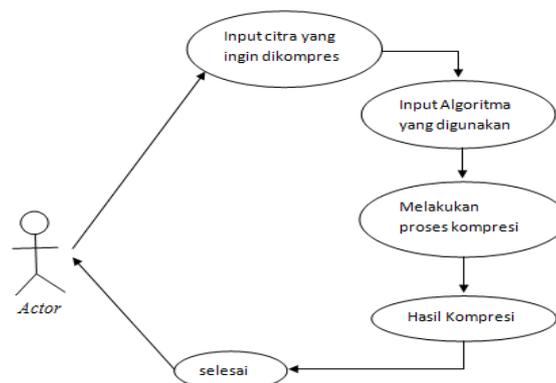
Ukuran citra setelah dikompresi = 167 bit.

Rasio Kompresi:  $\frac{(186-167)}{186} \times 100\% = 10,21\%$

Melihat Tabel di atas maka dapat dikatakan bahwa nilai rasio kompresi meningkat dan menghasilkan kualitas citra yang sama dengan aslinya.

**Use Case**

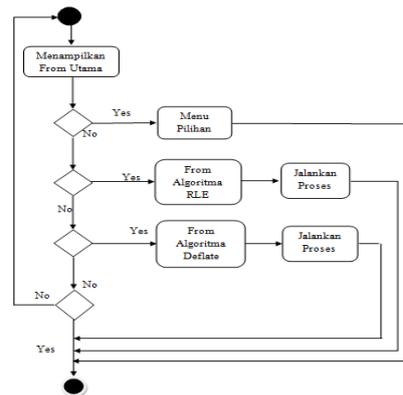
Adalah fungsionalitas sistem, agar *user* dapat mengerti kegunaan aplikasi yang akan dibangun.



Gambar 3. Use case Diagram Aplikasi

**Activity Diagram**

Memodelkan *event-event* yang terjadi dalam *use case*. Memperlihatkan aliran kendali dari suatu aktifitas ke aktifitas lainnya. Fungsinya untuk memvisualisasikan, menspesifikasi, mengkonstruksi serta mendokumentasi-kan sifat dari sekumpulan objek, juga digunakan memodelkan aliran kendali dari suatu operasi.



Gambar 4. Activity Diagram Aplikasi

**Algoritma**

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

1. Algoritma Run Length Encoding

Input : Citra Asli

Output : Kamus RLE

Proses :  $lbr\_citra \leftarrow$  Panjang (*width*) citra

$lbr\_citra \leftarrow$  Lebar (*height*) citra

Kamus\_RLE = ""

For  $i=1$  to  $lbr\_citra$

For  $j=1$  to  $lbr\_citra$

$npix\_GR [i, j] \leftarrow$  Nilai grayscale pixel  
di titik (i, j)

Str  $\leftarrow$  Wadah penampung string sementara

Lakukan pengecekan,

jika  $npix\_GR [i, j]$  ditemukan deretan

karakter yang sama secara berurutan di Kamus\_RLE maka, berikan bit penanda ke dalam kamus

Kamus\_RLE  $\leftarrow$  Tempat penyimpanan hasil  
pixel yang sudah dikompres.

2. Algoritma Deflate

Input : input citra (nCs) , Str

Output : Frekuensi\_nLZ77

Proses :

For  $i=1$  to  $jlhdata(nCs)$

Look\_ahheadbuffer[i] = nCs [i]

Next i

Look\_ahheadbuffer  $\leftarrow$  Wadah penampung sebelum dikompresi dengan LZ77

Searchbuffer = ""

For  $i=1$  to  $jlhdata (look\_Aheadbuffer)$

Ambil nilai ke-i dari look\_Aheadbuffer,

Jika searchBuffer  $\neq$  look\_Aheadbuffer [i] maka SearchBuffer=searchbuffer +

look\_Aheadbuffer[i] OutputStr[i] =(0,0, look\_Aheadbuffer[i]) Tetapi jika searchBuffer =

lookAheadbuffer[i] maka SearchBuffer = searchBuffer + look\_Aheadbuffer[i] &

look\_Aheaduffer[i+1]

Outp ut [i] = (1,1, look\_Aheadbuffer[i+1]

Next i

Searchbuffer  $\leftarrow$  kumpulan nilai setelah dikompresi

outputStr  $\leftarrow$  nilai keluaran hasil kompresi LZ77

3. Algoritma Huffman

Input : nLZ77, Str

Output : Frekuensi\_nLZ77

Proses :

nLZ77  $\leftarrow$  Wadah berisi nilai hasil kompresi LZ77

Str  $\leftarrow$  String sementara

For  $i=1$  to JumlahData(nLZ77)

Ambil nilai ke-i dari nLZ77

Str = nLZ77 [i]

```

For j=1 to JumlahData(nLZ77)
  Jika nLZ77 [j] = Str maka
    Frekuensi_nLZ77 [i] =+ 1
  Lainnya maka,
    Frekuensi_nLZ77 [i] =+ 0
Next j
Next i
Frekuensi_nLZ77 [i] ← Jumlah Frekuensi
kemunculan string pada index ke-i
    
```

### Implementasi

Aplikasi ini berpengaruh pada spesifikasi yang digunakan maka spesifikasi hardware harus disesuaikan

#### 3. Proses Form Kompresi:



Gambar 5. Form Kompresi

#### 4. Proses Kompresi RLE:



Gambar 6. Proses Dekompresi RLE dan Deflate

### KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut: (1) algoritma RLE ini menjadi tidak efektif ketika string input mempunyai karakter yang sangat bervariasi; dan (2) penerapan deflate untuk melakukan kompresi citra digital dengan mengambil hasil akhir dari proses kompresi citra digital dengan algoritma RLE.

### DAFTAR PUSTAKA

- Sutoyo, T. Mulyanto, Edy. Suhartono, Vincent. Nurhayati, Oky D. Wijanarto. 2009. *Citra Digital, Kompresi Citra*, Semarang
- Abdul Kadir, "Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2013
- Yuni Sugiarti. 2003. *Analisis & Perancangan UML (unified Modelling Language) Generated VB.6*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Christian Puji Nugraha, R. Gunawan Santosa, Lukas Chrisantyo A.A, 2014 "Perbandingan Metode Lz77, Metode Huffman dan Metode Deflate Terhadap Kompresi Data Teks".
- Winda Kusdianti, Andinita Septriani, "Kompresi Pada Citra Digital Menggunakan Algoritma Run Length Encoding", 2014

Irmalia Suryani faradisa, Bara Firmana Budiono 2011 “Implementasi Metode Huffman Sebagai Teknik Kompresi Citra”.

Rahmat Priyanto, 2009 . Langsung Bisa visual basic Net 2008, Penerbit ANDI, Yogyakarta

Adi Nugroho, Rekayasa perangkat lunak berorientasi objek, 2010

Darma Putra , 2010. Pengolahan Citra Digital, ANDI Yogyakarta

Munir, Rinaldi 2004. Pengolahan Citra Digital Pendekatan Algoritmik

Anianti Murni, 1992. Pengantar Pengolahan Citra, ANDI Yogyakarta.

## IMPLEMENTASI METODE *PREWITT* UNTUK DETEKSI TEPI DAN METODE GAUSSIAN UNTUK PENGHALUSAN CITRA

Tiomarni Manalu; Sinar Sinurat; Rivalry Kristanto Hondro

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Salah satu kegiatan pengolahan citra adalah memperbaiki kualitas citra lebih baik agar mudah diinterpretasi oleh pengguna. Perbaikan citra karena beberapa kemungkinan diantaranya meningkatkan kontras, warna, penajaman, penghalusan, penipisan derau dan menghilangkan kesamaran citra. Dilakukan deteksi tepi agar objek tepi dari sebuah image dapat disederhanakan bentuknya dengan perpaduan garis tepi, sedangkan penghalusan citra adalah untuk menghilangkan gangguan pada citra. Gangguan ini berupa titik-titik berwarna lain yang sangat berbeda dengan titik-titik sekitarnya pada saat proses pencitraan yang disebut dengan noise. Untuk mendeteksi tepi dan menghaluskan citra terdapat beberapa metode yang dapat digunakan. Untuk mendeteksi tepi adalah metode Prewitt sedangkan Gaussian untuk memuluskan citra dan mengurangi derau citra. Segmentasi objek yang terkandung dalam citra atau membagi citra ke dalam beberapa daerah ke dalam setiap objek adalah bagian dari pendeteksian tepi. Deteksi tepi ini memanfaatkan perubahan nilai intensitas yang drastis pada batas dua atau beberapa area. Dalam penggunaannya, deteksi tepi menggunakan operator berbasis turunan pertama dan turunan kedua. Deteksi tepi operator prewit menggunakan filter HPF (High Pass Filter) sedangkan fungsi operator laplacian of gaussian yang merupakan operator turunan ke dua. Hasil pendeteksian tepi menghasilkan batas nilai citra di mana citra yang akan diolah selanjutnya yang berada dalam segmentasi yang dibuat dihaluskan sedemikian rupa.

**Kata kunci:** Prewit, Gaussian, Tepi\_Citra, RGB, Konvolusi

### PENDAHULUAN

Proses peningkatan mutu citra bertujuan untuk memperoleh citra yang dapat memberikan informasi sesuai dengan tujuan/kepentingan pengolahan citra. Proses peningkatan mutu citra ini termasuk memperbaiki citra yang ketika proses akuisisi mengalami gangguan yang signifikan seperti proses pengambilan citra menggunakan kamera terkadang mengalami penurunan mutu, misalnya mengandung derau (*noise*), kurang tajamnya, terjadi pengaburan (*blur*), dan sebagainya.

Pendeteksian tepi akan mendeteksi semua tepi atau garis-garis yang akan membentuk obyek Gambar dan akan diperjelas kembali pada bagian-bagian tersebut. Tujuan pendeteksian tepi ini untuk bagaimana agar obyek tepi dari sebuah *image* dapat disederhanakan bentuknya dari bentuk sebelumnya dengan perpaduan garis tepi.

Penghalusan citra adalah untuk menghilangkan gangguan pada citra. Gangguan ini berupa titik-titik berwarna lain yang sangat berbeda dengan titik-titik sekitarnya pada saat proses pencitraan yang disebut dengan *noise*. Penghalusan citra juga bertujuan untuk menekan gangguan pada citra.

Gangguan pada citra umumnya berupa variasi intensitas suatu *pixel* yang tidak berkorelasi dengan *pixel-pixel* tetangganya. Secara visual, gangguan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan *pixel* tetangganya dan *pixel* yang mengalami gangguan umumnya memiliki frekuensi tinggi (berdasarkan analisis frekuensi dengan transformasi fourier). Komponen citra yang berfrekuensi rendah umumnya mempunyai nilai *pixel* konstan atau berubah sangat lambat. Operasi penghalusan dilakukan untuk menekan komponen yang berfrekuensi tinggi dan meloloskan komponen yang berfrekuensi rendah.

Beberapa penelitian yang berhubungan dengan penulisan skripsi ini: (1) Implementasi Metode *Gaussian Smoothing* untuk Penghalusan Citra (*Image Smoothing*), Dessy Purwandani Teknik Informatika STMIK Budi Darma; dan (2) *Image Smoothing* menggunakan *Mean filtering*, *Median Filtering*, *Modus Filtering* dan *Gaussian Filtering*, oleh Bambang Yuwono, Teknik Informatika UPN "Veteran" Yogyakarta.

### METODE

Dalam penelitian ini, penulis menentukan langkah-langkah rancangan sebagai berikut:

#### Studi Literatur

Mengoleksi informasi sebanyak mungkin terkait pengolahan citra, sejumlah artikel, referensi atau situs yang berkaitan dengan fungsi-fungsi dalam aplikasi.

#### Analisis

Menerapkan langkah-langkah deteksi tepi citra dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

#### Perancangan

Membuat rancangan mulai dari analisis hingga rancangan arsitektur, cara kerja, modul, basis data dan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi

**Implementasi**

Melakukan penerapan pada perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi**

Menerapkan data pada aplikasi untuk melihat proses deteksi tepi dan membuat kesimpulan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Istilah “citra” umumnya digunakan dalam bidang pengolahan citra yang diartikan suatu fungsi kontinu dari intensitas cahaya  $f(x,y)$  dalam bidang dua dimensi, dengan  $(x,y)$  menyatakan suatu koordinat dan nilai  $f$  pada setiap titik  $(x,y)$  menyatakan intensitas atau tingkat kecerahan (brightness). Suatu citra digital adalah suatu citra kontinu yang diubah ke dalam bentuk diskrit, baik koordinat maupun intensitas cahayanya.

Citra merupakan suatu matriks, dimana indeks baris dan kolom menyatakan koordinat sebuah titik pada citra tersebut dan nilai masing-masing elemennya menyatakan intensitas cahaya pada titik tersebut.

Citra analog maupun digital dibagi dalam  $N$  baris dan  $M$  kolom sehingga diperoleh  $A(x,y)$  dengan memberikan nilai diskrit bagi setiap titik. Pada umumnya, citra digital yang direpresentasikan dengan  $A(x,y)$  merupakan sebuah fungsi dari banyak variabel yang mencakup kedalaman/ *depth* ( $z$ ), warna/ *color* ( $y$ ), dan waktu/ *time* ( $t$ ).

**Konvolusi**

Konvolusi dinyatakan dalam matriks, di mana setiap elemen matriks penapis tersebut dinamakan koefisien konvolusi. Operasi bekerja dengan menggeser kernel piksel per piksel, yang hasilnya kemudian disimpan dalam matriks baru. Contoh citra  $f(x,y)$  berukuran  $5 \times 5$  dengan kernel berukuran  $3 \times 3$  diperlihatkan:

$$F(x,y) = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 3 & 5 & 4 \\ 6 & 6 & 5 & 5 & 2 \\ 5 & 6 & 6 & 6 & 2 \\ 6 & 7 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 5 & 2 & 4 & 4 \end{pmatrix} \quad g(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & .4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Tanda (titik) menunjukkan posisi (0,0) dari kernel Tahapan untuk mendapatkan hasil konvolusi yang terjadi antara citra dan kernel

**Operator Prewitt**

*Prewitt* untuk mendeteksi tepi citra, *prewitt* dengan jendela  $3 \times 3$  untuk perhitungan gradien , sehingga perkiraan gradien berada tepat ditengah jendela. Susunan dari piksel-piksel disekitar piksel  $P_0=(x,y)$  seperti dibawah ini:

P1	P2	P3
P8	(x,y)	P4
P7	P6	P5

maka berdasarkan susunan piksel-piksel tetangga tersebut besaran gradien yang dihitung dengan

operator *prewitt* adalah:  $M = \sqrt{a^2 + b^2}$

di mana  $M$  adalah besaran gradien dihitung pada titik tengah titik jendela dan turunan parsial dihitung pada titik tengah titik jendela dan turunan parsial dihitung dengan

$$S_x = (p_3 + cp_4 + p_5) - (p_1 + cp_8 + p_7)$$

$$S_y = (p_1 + cp_2 + p_3) - (p_7 + cp_6 + p_5)$$

dengan  $c$  suatu konstanta bernilai 1. Seperti dalam perhitungan gradien pada operator pelajak tepi lainnya,  $S_x$  dan  $S_y$  dapat di implementasikan menggunakan jendela:

$$S_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad S_y = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

**Gaussian Filter**

Filter *Gaussian* adalah salah satu filter linear dengan nilai pembobotan setiap anggotanya dipilih berdasarkan bentuk fungsi *Gaussian*. Filter ini untuk menghilangkan *noise* yang bersifat sebaran normal yang citra hasil proses digitasi menggunakan kamera karena fenomena alamiah akibat sifat pantulan cahaya dan kepekaan sensor cahaya pada kamera itu sendiri.

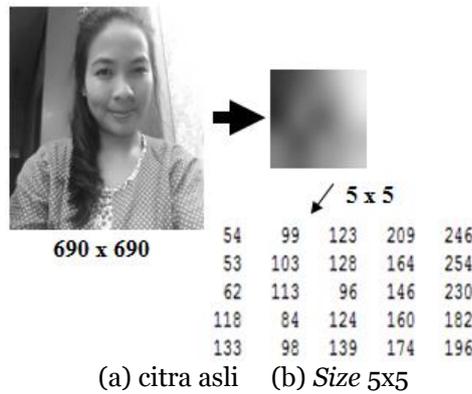
Suatu ketidaksengajaan bahwa *noise* secara alamiah juga mempunyai sebaran *Gaussian*, sehingga secara teoritis akan menjadi netral manakala dilawan dengan fungsi lain yang juga mempunyai sebaran *Gaussian*. *Zero Mean* dari fungsi *Gaussian* dalam satu dimensi adalah sebagai berikut (Ahmad, 2005).

$$G(x,y) = e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$$

Dengan menentukan nilai  $\sigma^2$ , nilai-nilai pembobot jendela nxn dapat dihitung untuk mendapatkan matriks di mana nilai pada (0,0) sama dengan satu.

**Penentuan Data**

Tahap ini melakukan konversi citra digital ke dalam bentuk matriks di mana ukuran matriks 5x5 dengan resolusi 690x690 dan type citra adalah Jpeg. Matriks citra yang dibentuk adalah:



Gambar 1. Citra Input

Teknik untuk mengambil datanya dengan cara: *Gambar=imread('NF.jpg');* *red=Gambar(:,:,1);* *green=Gambar(:,:,2);* *blue=Gambar(:,:,3);* *gray2=0.3\*red+0.5\*green+0.2\*blue;*

**Operator Prewit**

Tentukan kernel yang digunakan untuk mendeteksi citra yaitu:

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad S_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

1. Hitung konvolusi  $S_x$  dan  $S_y$  untuk iterasi I dengan:

$$\begin{pmatrix} 54 & 99 & 123 & 209 & 246 \\ 53 & 103 & 128 & 164 & 254 \\ 62 & 113 & 96 & 146 & 230 \\ 118 & 84 & 124 & 160 & 182 \\ 133 & 98 & 139 & 174 & 196 \end{pmatrix} * S_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} * S_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$S_x = 123x(1) + 128x(1) + 96x(1) - 54x(-1) + 53x(-1) + 62x(-1) = 123 + 128 + 96 - (-54) + (-53) + (-62) = 347 - (-169) = 178$$

$$S_y = 54x(1) + 99x(1) + 123x(1) - 62x(-1) + 113x(-1) + 96x(-1) = 54 + 99 + 123 - (-62) + (-113) + (-96) = 276 - (-271) = 5$$

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{178^2 + 5^2} = 178 + 5 = 183$$

2. Hitung konvolusi  $S_x$  dan  $S_y$  untuk iterasi II dengan:

$$\begin{pmatrix} 54 & 99 & 123 & 209 & 246 \\ 53 & 103 & 128 & 164 & 254 \\ 62 & 113 & 96 & 146 & 230 \\ 118 & 84 & 124 & 160 & 182 \\ 133 & 98 & 139 & 174 & 196 \end{pmatrix} * S_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} * S_y = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$S_x = 209x(1) + 164x(1) + 146x(1) - 99x(-1) + 103x(-1) + 113x(-1) \\ = 209 + 164 + 146 - (-99) + (-103) + (-113) = 519 - (-315) = 204 \\ S_y = 99x(1) + 123x(1) + 209x(1) - 113x(-1) + 96x(-1) + 146x(-1) \\ = 99 + 123 + 209 - (-113) + (-96) + (-146) = 431 - (-355) = 76 \\ M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{204^2 + 76^2} = 204 + 76 = 280$$

3. Lakukan dengan cara yang sama hingga semua kolom dan baris matrik diproses, maka diperoleh hasil akhir sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} * & * & * & * & * \\ * & 183 & 280 & 489 & * \\ * & 161 & 177 & 398 & * \\ * & 143 & 138 & 286 & * \\ * & * & * & * & * \end{pmatrix}$$

**Gaussian Filter**

Dari data di atas maka dilakukan proses penghalusan citra. Langkah pertama yang dilakukan adalah tentukan dahulu distribusi Gaussian dengan rumus dibawah ini:

$$G(x,y) = e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$$

Jika ditemukan  $\sigma^2 = 1$ , ukuran filter 5x5 dari pembentukan warna menjadi -2 -1 0 1 2 . Nilai pada (0,0) yaitu 1. Penyelesaian:

Langkah pertama ialah mencari  $e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$

1.  $G(0,0) = e^{-\frac{(0^2+0^2)}{2 \cdot 1}} = e^{-\frac{(0+0)}{2}} = e^{-\frac{0}{2}} = e^{-0} = 1$
2.  $G(1,0) = G(0,1) = G(-1,-0) = G(0,-1) = e^{-1/2} = 0,6065$
3.  $G(1,1) = G(-1,1) = G(1,-1) = G(-1,-1) = e^{-1} = 0,3679$
4.  $G(1,2) = G(-1,2) = G(1,-2) = G(-1,-2) = G(-2,1) = e^{-5/2} = 0,0821$
5.  $G(2,0) = G(-2,0) = G(0,2) = G(0,-2) = e^{-2} = 0,1353$
6.  $G(0,2) = G(-2,2) = G(2,-2) = G(-2,-2) = e^{-4} = 0,0183$

Maka nilai pembobotan ialah sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai Pembobotan

(x,y)	-2	-1	0	1	2
-2	0,0813	0,0821	0,1353	0,0821	0,0813
-1	0,0821	0,3679	0,6065	0,3679	0,0821
0	0,1353	0,6065	1.000	0,6065	0,1353
1	0,0821	0,3679	0,6065	0,3679	0,0821
2	0,0813	0,0821	0,1353	0,0821	0,0813

Selanjutnya mencari nilai c dengan cara membagi 1 dengan nilai terkecil di g(x,y).  $c = \frac{1}{0,0183} = 55$   
Setelah nilai c sudah diketahui maka langkah selanjutnya ialah mengalikan konstanta c dengan nilai pembobotan

$G(x,y) = 55x$

(x,y)	-2	-1	0	1	2
-2	0.0183	0.0821	0.1353	0.0821	0.0183
-1	0.0821	0.3679	0.6065	0.3679	0.0821
0	0.1353	0.665	1.000	0.6065	0.1353
1	0.0821	0.3679	0.6065	0.3679	0.0821
2	0.0183	0.0821	0.1353	0.0821	0.0183

Hasilnya ialah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil g(x,y)

(x,y)	-2	-1	0	1	2
-2	1	4	7	4	1
-1	4	20	33	20	4
0	7	33	55	33	7
1	4	20	33	20	4
2	1	4	7	4	1

maka distribusi *Gaussian* nya seperti dibawah:

1	4	7	4	1
4	20	33	20	4
7	33	55	33	7
4	20	33	20	4
1	4	7	4	1

Langkah selanjutnya ialah mengalikan matriks Gambar hasil grayscale (*gaussian*) dengan kernel distribusi *gaussian* dengan rumus:

$$h(x,y) = \frac{1}{331} (f(x,y) * g(x,y))$$

$$= \frac{1}{331} \begin{bmatrix} 54 & 99 & 123 & 209 & 246 \\ 53 & 103 & 128 & 164 & 254 \\ 62 & 113 & 96 & 146 & 230 \\ 118 & 84 & 124 & 160 & 182 \\ 133 & 98 & 139 & 174 & 196 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \\ 4 & 20 & 33 & 20 & 4 \\ 7 & 33 & 55 & 33 & 7 \\ 4 & 20 & 33 & 20 & 4 \\ 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{331} \begin{bmatrix} (54x1 + 99x4 + 123x7 + 209x4 + 246x1) & (54x4 + 99x20 + 123x33 + 209x20 + 246x4) \\ (53x1 + 103x4 + 128x7 + 164x4 + 254x1) & (53x4 + 103x20 + 128x33 + 164x20 + 254x4) \\ (62x1 + 113x4 + 96x7 + 149x4 + 230x1) & (62x4 + 113x20 + 96x33 + 149x20 + 230x4) \\ (118x1 + 84x4 + 124x7 + 160x4 + 182x1) & (118x4 + 84x20 + 124x33 + 160x20 + 182x4) \\ (133x1 + 98x4 + 139x7 + 174x4 + 196x1) & (133x4 + 98x20 + 139x33 + 174x20 + 196x4) \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{331} \begin{bmatrix} (54x7 + 99x33 + 123x55 + 209x33 + 246x7) & (54x4 + 99x20 + 123x33 + 209x20 + 246x4) \\ (53x7 + 103x33 + 128x55 + 164x33 + 254x7) & (53x4 + 103x20 + 128x33 + 164x20 + 254x4) \\ (62x7 + 113x33 + 96x55 + 149x33 + 230x7) & (62x4 + 113x20 + 96x33 + 149x20 + 230x4) \\ (118x7 + 84x33 + 124x55 + 160x33 + 182x7) & (118x4 + 84x20 + 124x33 + 160x20 + 182x4) \\ (133x7 + 98x33 + 139x55 + 174x33 + 196x7) & (133x4 + 98x20 + 139x33 + 174x20 + 196x4) \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{331} \begin{bmatrix} (544x1 + 99x4 + 123x7 + 209x4 + 246x1) \\ (53x1 + 103x4 + 128x7 + 164x4 + 254x1) \\ (62x1 + 113x4 + 96x7 + 149x4 + 320x1) \\ (118x1 + 84x4 + 124x7 + 160x4 + 182x1) \\ (133x1 + 98x4 + 139x7 + 174x4 + 196x1) \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{331} \begin{bmatrix} 54 + 396 + 861 + 836 + 264 & 216 + 1980 + 4059 + 4180 + 984 \\ 53 + 412 + 896 + 656 + 254 & 212 + 2060 + 4224 + 3280 + 1016 \\ 62 + 452 + 672 + 596 + 230 & 248 + 2260 + 3168 + 2980 + 920 \\ 118 + 336 + 868 + 640 + 182 & 472 + 1680 + 4092 + 3200 + 728 \\ 133 + 392 + 973 + 696 + 196 & 532 + 1960 + 4587 + 3480 + 784 \\ \\ 378 + 3267 + 6765 + 6897 + 1722 & 216 + 1980 + 4059 + 4180 + 984 \\ 371 + 3399 + 7040 + 5412 + 1778 & 212 + 2060 + 4224 + 3280 + 1016 \\ 435 + 3729 + 5280 + 4917 + 1610 & 248 + 2260 + 3168 + 2980 + 920 \\ 826 + 2772 + 6820 + 5280 + 1274 & 472 + 1680 + 4092 + 3200 + 728 \\ 931 + 3234 + 7645 + 5742 + 1372 & 532 + 1960 + 4587 + 3480 + 784 \\ \\ 54 + 396 + 861 + 836 + 264 & 2393 \ 11419 \ 19029 \ 11419 \ 2393 \\ 53 + 412 + 896 + 656 + 254 & 2271 \ 10792 \ 18000 \ 10792 \ 2271 \\ 62 + 452 + 672 + 596 + 230 & 2012 \ 9576 \ 15970 \ 9575 \ 2012 \\ 118 + 336 + 868 + 640 + 182 & 2144 \ 10172 \ 16972 \ 10172 \ 2144 \\ 133 + 392 + 973 + 696 + 196 & 2390 \ 11343 \ 18924 \ 11343 \ 2390 \end{bmatrix} = \frac{1}{331} \begin{bmatrix} 2393 & 11419 & 19029 & 11419 & 2393 \\ 2271 & 10792 & 18000 & 10792 & 2271 \\ 2012 & 9576 & 15970 & 9575 & 2012 \\ 2144 & 10172 & 16972 & 10172 & 2144 \\ 2390 & 11343 & 18924 & 11343 & 2390 \end{bmatrix}$$

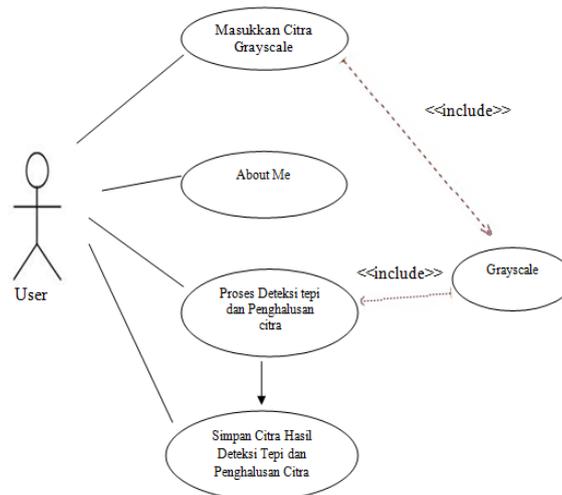
$$= \begin{bmatrix} 7 & 34 & 57 & 34 & 7 \\ 6 & 32 & 54 & 32 & 6 \\ 6 & 28 & 48 & 28 & 6 \\ 6 & 30 & 51 & 30 & 6 \\ 7 & 34 & 57 & 34 & 7 \end{bmatrix}$$

Jadi hasil akhir dari analisa perbaikan citra menggunakan metode *gaussian* adalah sebagai berikut:

4	20	34	20	4
4	18	31	18	4
4	23	38	23	4
3	18	30	18	3

**Perancangan Use Case**

Fungsionalitas sistem, agar *user* dapat mengerti kegunaan aplikasi yang akan dibangun. adalah:



Gambar 2. Use case Diagram Aplikasi

**Algoritma**

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut:

3. Algoritma Input Citra

Input : File Citra  
Output : Matriks Citra  
Proses :

Hitung Nilai Komponen Matriks Citra  
For  $x = 1$  to  $.height-1$   
For  $y=1$  to  $.width-1$   
Citra =  $R_{xy} + G_{xy} + B_{xy}$   
Next End for End for

4. Algoritma Grayscale

Input : File Citra  
Output : Matriks grayscale

Proses :  
 Hitung Nilai Komponen RGB  
 For  $x = 1$  to  $.height-1$   
 For  $y = 1$  to  $.width-1$   
      $Citra = R_{xy} + G_{xy} + B_{xy} / 3$   
     Next  
 End for  
 End for

5. Algoritma Konvolusi

Input : Citra Grayscale  
 Output : Matriks Konvolusi  
 Proses :  
 Hitung Matriks Konvolusi  
 For  $x = 1$  to  $.height-1$   
     For  $y = 1$  to  $.width-1$   
          $Konvolusi = N1_{xy} + N2_{xy} + N3_{xy}$   
     Next End for End for

4. Algoritma Prewit

Input : Matriks citra konvolusi  
 Output : Citra deteksi tepi  
 Proses :  
 Hitung Besar Nilai *Gradient*  
 For  $x = 1$  to  $.height-1$   
     For  $y = 1$  to  $.width-1$   
          $G = (x * y)$   
     Next End for End for

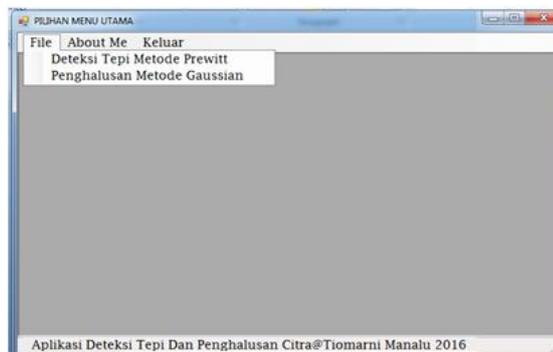
5. Algoritma Gaussian

Input :  $F(x,y) = \text{Kernel Gaussian}$   
          $G(x,y) = \text{Citra Grayscale}$   
 Output : Matriks Hasil *Gaussian*  
 Proses : For  $x = 1$  to  $.height-1$   
         For  $y = 1$  to  $.width-1$   
              $Gaussian = f(x,y) * g(x,y)$   
         Next End for End for

**Implementasi**

Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

1. Tampilan Menu Utama sebagai berikut:



Gambar 3. Menu Utama

2. Tampilan Prewit



Gambar 4. Tampilan Prewitt

### 3. Tampilan Hasil proses perbaikan dengan Gaussian



Gambar 5. Tampilan Gaussian

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut: (1) Operator prewitt dan operator Gaussian Filter dengan merupakan alat deteksi yang sesuai dengan proses perbaikan dengan metode Gaussian; dan (2) Pada operator sobel deteksi tepi yang dihasilkan memiliki hasil tepi citra yang cukup baik, sehingga garis tepi pada citra tersebut memperlihatkan pola yang hampir sesuai dengan citra yang aslinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Eko Prasetyo, 2011. "Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya menggunakan Matlab", penerbit Andi.  
Usman Ahmad, 2005. "Pengolahan Citra Digital & Tehnik Pemogramannya", penerbit Graha Ilmu.  
T. Sutoyo, S.Si, M.Kom, 2009. Teori Pengantar Citra Digital, ANDI Yogyakarta  
Jogianto H.M, 1991. Analisis Dan Desain Sistem Informasi, ANDI Yogyakarta  
Darma Putra, 2010. Pengolahan Citra Digital, ANDI Yogyakarta  
Fajar Astuti Hermawati, 2013. "Pengolahan Citra Digital". Yogyakarta: Andi.  
Munir, Rinaldi 2004. Pengolahan Citra Digital Pendekatan Algoritmik  
Anianti Murni, 1992. Pengantar Pengolahan Citra, ANDI Yogyakarta  
Adi Nugroho, 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek, ANDI Yogyakarta  
Sutoyo T, ddk, 2009. Teori Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta & Semarang: ANDI & UDINUS  
Priyanto, Rahmat, 2007. Langsung Bisa Visual Basic.Net 2008, ANDI, Yogyakarta  
Abdul Kadir & Adhi Susanto, 2013. "Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra". Yogyakarta: Andi.  
Rosa A.S, M. Shallahuddin, 2011. "Rekayasa Perangkat Lunak". Bandung: Modula  
Abdul Kadir, 2013. "Dasar Pengolahan Citra dengan Delphi". Yogyakarta: Andi.  
Julius Hermawan, 2005. "Analisa Desain & Pemograman Berorientasi Obyek dengan UML dan VISUAL BASIC.NET", penerbit Andi.  
Adi Nugroho, 2010. "Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek". Yogyakarta: Andi.

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN SELEKSI TEAM LEADER MENGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) PADA PT. ISS INDONESIA**

**Erixon Andrianus Saruksuk; Natalia Silalahi; Sinar Sinurat**

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Setiap perusahaan memiliki sistem yang digunakan untuk mengatur sumber daya manusianya seperti meliputi proses rekrutmen, pengenalan dunia kerja, pelatihan dan pembinaan karyawan. Untuk mendapatkan karyawan yang berkualitas, perusahaan perlu memiliki standar seleksi penerimaan karyawan. Karyawan merupakan salah satu aset perusahaan yang juga harus dikelola dengan baik. Usaha yang efektif dan efisien mengandung arti bahwa output yang dihasilkan oleh setiap karyawan harus memenuhi target. Untuk pengambilan keputusan dalam menyeleksi calon team leader pada PT. ISS Indonesia dibutuhkan suatu aplikasi pendukung keputusan. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah suatu model yang dapat digunakan dalam pengolahan data berdasarkan kriteria-kriteria serta sejumlah alternatif berdasarkan intensitas kepentingan yang konsisten sepanjang waktu pada perusahaan. Prinsip yang dianut dalam AHP ini adalah dekomposisi, perbandingan penilaian/ pertimbangan serta sintesa prioritas. Penelitian akan menghasilkan suatu aplikasi yang dapat dipakai sewaktu-waktu oleh operator sistem sehingga output dari aplikasi ini dapat dijadikan sebagai model dasar dalam mengambil keputusan. Model yang dihasilkan tentunya berkaitan dengan seleksi team leader pada PT. ISS Indonesia.

**Kata kunci:** AHP, Keputusan, Leader, SPK

### **PENDAHULUAN**

PT. ISS Indonesia adalah perusahaan penyedia jasa pelayanan tenaga kerja (*outsourcing*). Jasa dimaksud memiliki tingkatan jabatan menurut aktivitas kinerjanya bergerak di bidang penyedia jasa layanan kebersihan. Dengan menghadirkan kualitas pelayanan bertaraf internasional, ISS selalu memperhatikan kualitas SDMnya, walaupun berstatus sebagai petugas kebersihan (*cleaning service*), PT. ISS mengharuskan memiliki disiplin, penampilan, etika. Karyawan memiliki jenjang karier di mana mereka dapat meningkatkan status sosial dan taraf hidupnya dimulai menjadi seorang *team leader* (pengawas).

*Team leader* yang terpilih akan ditempatkan di area yang berbeda-beda, ditugaskan untuk mengawasi setiap *man power* di area kerja. Penilaian dalam seleksi harus dinyatakan lulus yang bersifat objektif dan subjektif serta valid, dikarenakan nilai hasil test yang digunakan selama ini belum cukup menjamin kecakapan seorang calon *team leader* dalam memimpin anggotanya di masa ia menjabat. Dibutuhkan beberapa kriteria penilaian pendekatan kualitatif, sementara itu para *cleaner* yang diutus untuk diseleksi hanya dinilai dari kerajinan kinerjanya di area, mereka memiliki pengetahuan kepemimpinan yang minim, kurangnya keterampilan membawa diri. Ketika dinyatakan lulus seleksi menjadi seorang *team leader*, pada praktiknya tidak sanggup dalam menghadapi tekanan, mudah menyerah, mental yang lemah, tidak bisa memimpin dengan baik, ataupun karena merasa tidak percaya diri di lapangan sehingga memilih mengundurkan diri (*resign*), hal ini menimbulkan masalah seperti kualitas kebersihan di area menurun, *man Power* tidak bekerja sesuai standar operasional, hubungan dengan client menurun, dan timbul konflik antara atasan dan bawahan. Masalah tersebut dapat ditelusuri dari bagaimana membangun sistem seleksi penerimaan karyawan yang diterapkan oleh perusahaan ini. Dengan menerapkan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk tujuan meminimalisir masalah yang ada dengan membuat sistem pendukung keputusan dalam menyeleksi calon *team leader* yang benar-benar memiliki kualitas dan mampu menghadapi segala permasalahan yang akan terjadi di area.

Metode AHP adalah suatu model pengambilan keputusan yang komprehensif dan terstruktur. Model ini meliputi proses penilaian kinerja yang dimulai dari pembobotan kriteria untuk mengetahui bobot kepentingan masing-masing indikator kemudian penjabaran strategis kedalam indikator kerja. Dari pembobotan tersebut dapat menghasilkan bobot alternatif untuk mengetahui nilai tertinggi dari alternatif yang ada. Karena sifatnya yang multikriteria, AHP cukup banyak digunakan dalam penyusunan prioritas sebagai contoh seperti dampak penelitian, biaya, kemampuan SDM, dan waktu pelaksanaan. (Tri Handoyo, ISBN: 979-26-0266-6).

### **METODE**

Dalam menyelesaikan penelitian kompresi, maka langkah-langkah yang dilakukan adalah:

#### **Studi Literatur**

Mengumpulkan penelitian yang berhubungan dengan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk

proses perencanaan sistem, mempelajari sejumlah artikel, buku-buku atau situs yang memuat pengetahuan team leader.

### Analisis

Menerapkan langkah-langkah AHP dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

### Perancangan

Dari analisis data dilanjutkan pada tahapan berikutnya dengan perancangan arsitektur aplikasi, cara kerja, modul, basis data dan perancangan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi.

### Implementasi

Membuat perancangan aplikasi sesuai dengan tools pemrograman.

### Pengujian Aplikasi

Menggunakan data perusahaan pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil seleksi dan evaluasi selanjutnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

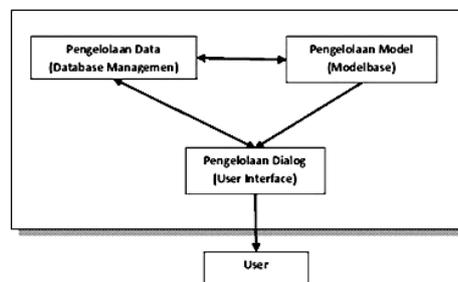
### Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

*Decision Support Systems* (DSS) merupakan sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi, pemodelan dan pemanipulasian data. Sistem itu membantu pengambilan keputusan dalam situasi yang semi terstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, di mana tak seorang pun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat (Alter, 2002). Sebuah sistem yang mampu memberikan kemampuan pemecahan masalah maupun kemampuan pengkomunikasian untuk masalah dengan kondisi semi terstruktur dan tak terstruktur. Sistem ini digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi semi terstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, dimana tak seorangpun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat (Turban, 2001).

Defenisi klasik SPK, diajukan oleh Keen dan Scott Morton (1978) yaitu: Sistem Pendukung keputusan dengan kapabilitas komputer untuk meningkatkan kualitas keputusan yang menangani masalah-masalah tidak terstruktur.

### Komponen SPK

Secara umum SPK dibangun dengan tiga komponen besar yaitu *database management*, *Model Base* dan *Software System/ User Interface*. Komponen SPK tersebut dapat digambarkan seperti Gambar di bawah ini.



Gambar 1. Komponen Dasar SPK

### Team Leader

*Team leader* (pemimpin tim) adalah seseorang yang memberikan bimbingan, instruksi, arah dan kepemimpinannya kepada sekelompok individu lainnya (tim) untuk tujuan mencapai kunci hasil atau hasil kelompok selaras. pemimpin tim mengarah pada manajer proyek (mengawasi beberapa tim).

*Team leader* memonitor hasil kuantitatif dan kualitatif yang akan dicapai. Pemimpin sering bekerja dalam tim, sebagai seorang anggota, melaksanakan peran yang sama tetapi dengan tanggung jawab tambahan sebagai pemimpin sering memiliki peran pekerjaan yang terpisah ([https://en.wikipedia.org/wiki/ Team\\_leader](https://en.wikipedia.org/wiki/Team_leader)).

### AHP

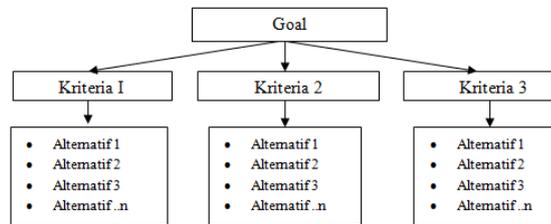
*Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki, menurut Saaty, hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level di mana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif.

Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

Dalam menyelesaikan permasalahan dengan AHP ada beberapa prinsip yang harus dipahami, diantaranya:

1. Membuat Hirarki.

Sistem yang kompleks bisa dipahami dengan memecahkannya menjadi elemen-elemen pendukung, menyusun elemen secara hirarki dan menggabungkannya atau mensitesiskannya.



Gambar 2. Contoh Struktur Hirarki dalam AHP (Kusrini, 2007).

2. Kriteria dan alternative dilakukan dengan perbandingan berpasangan.

Menurut Saaty (1998), untuk berbagai persoalan, skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik untuk mengekspresikan pendapat. Nilai dan defenisi pendapat kualitatif dari skala perbandingan Saaty bisa diukur menggunakan table analisis seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala Perbandingan Pasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan

Sumber : Kusrini, 2007, 134.

3. *Synthesis of Priority* (Menentukan Prioritas).

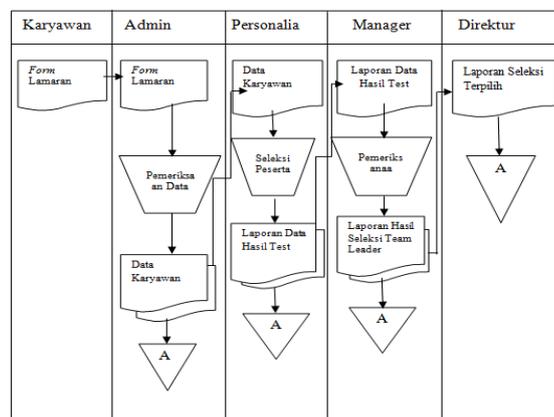
Untuk setiap kriteria dan alternatif, perlu dilakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Nilai-nilai perbandingan relative dari seluruh alternative criteria bisa disesuaikan dengan *judgement* yang telah ditentukan untuk menghasilkan bobot dan prioritas. Bobot dan prioritas dihitung dengan manipulasi matriks atau melalui penyelesaian persamaan matematika.

4. Konsistensi memiliki dua makna.

Pertama, objek-objek yang serupa bisa dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansi. Kedua, menyangkut tingkat hubungan antar objek yang didasarkan pada kreteria tertentu.

**Analisa Sistem Berjalan**

Sistem yang sedang berjalan sebagai modal dasar yang akan dipakai untuk membangun sistem baru, baik dari sudut pandang interfacenya atau mekanisme pengambilan keputusan yang digunakan sebelumnya. Berikut ini adalah sistem yang sedang berjalan.



Gambar 3. Sistem Yang Sedang Berjalan

**Penerapan AHP**

Berdasarkan data sekunder yang dimiliki oleh PT. ISS Indonesia dalam menyeleksi para calon team leader, penelitian ini dilanjutkan dengan melakukan tahap olah data menggunakan teknik AHP dengan memakai kriteria yang tercantum pada data sekunder dan pembatasan kriteria berjumlah 4 variabel beserta penilaiannya. Variabel dan penilaian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Disiplin : Baik, Cukup, Kurang.
2. Komunikatif : Baik, Cukup, Kurang.
3. Team Works : Baik, Cukup, Kurang.
2. Skill : Baik, Cukup, Kurang.

Penilaian memperhatikan bobot intensitas kepentingan dari masing-masing kriteria yang didefinisikan menurut Saaty (1998) pada Tabel 2.

Tabel 2. Skala Penilaian Perbandingan Pasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan

Tabel 3. Data Nilai Alternatif

Uraian	Penilaian		
Disiplin	Kurang	Cukup	Baik
Komunikatif	Kurang	Cukup	Baik
Team Work	Kurang	Cukup	Baik
Skill	Kurang	Cukup	Baik

Data dari PT. ISS Indonesia adalah:

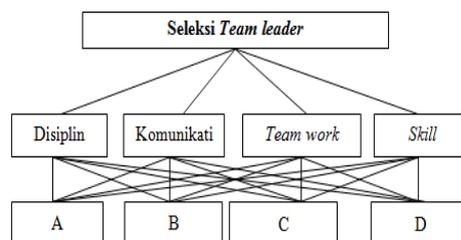
Tabel 4. Data Nilai Alternatif

NIK	Nama	Nilai Disiplin	Nilai Komunikatif	Nilai Team work	Nilai Skill
313030	Agwantus	Cukup	Cukup	Baik	Kurang
313233	Adri	Baik	Kurang	Cukup	Cukup
313012	M. Rizki	Kurang	Cukup	Cukup	Baik
313025	Saut Marbun	Cukup	Baik	Kurang	Cukup

Sumber : Pelatihan Kaderisasi PT. ISS Indonesia

Prinsip dasar AHP sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi masalah dan menentukan solusi yang diinginkan, lalu menyusun hierarki dari permasalahan yang dihadapi. Alternatif yang digunakan pada penilaian ini diasumsikan sebanyak 4 alternatif.



Gambar 4. Struktur Hierarki AHP

2. Hitung Consistency Index (CI), dengan rumus:  $CI = (\lambda maks - n) / n$  di mana n= banyaknya elemen
3. Hitung Rasio Konsistensi /Consistency Ratio (CR) dengan rumus:  $CR = CI / IR$  di mana  $CR = Consistency Ratio$ ;  $CI = Consistency Index$ ;  $IR = Indeks Random Consistency$
4. Memeriksa Konsistensi Hirarki. Jika nilainya lebih dari 10%, maka penilaian data judgement harus diperbaiki. Namun jika rasio konsistensi (CI/CR) kurang atau sama dengan 0,1, maka hasil perhitungan bisa dinyatakan benar.

Daftar *Index Random Consistention* (IR) bisa dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Daftar Indeks Random Konsistensi

Ukuran Matrik	Nilai IR	Ukuran Matrik	Nilai IR
1,2	0.00	9	1.45
3	0.58	10	1.49
4	0.90	11	1.51
5	1.12	12	1.48
6	1.24	13	1.56
7	1.32	14	1.57
8	1.41	15	1.59

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menseleksi peserta dengan *AHP* sebagai berikut:

1. Membuat Matrik Perbandingan Berpasangan. Pada tahap ini dilakukan penilaian perbandingan antara satu kriteria dengan kriteria yang lain. Cara pengisian elemen matriks pada Tabel 6.
  - a. Elemen  $a[i,i] = 1$  dimana  $i = 1,2,\dots,n$  ( $n=4$ )
  - b. Elemen matriks segitiga atas sebagai *input*
  - c. Elemen matriks segitiga bawah mempunyai rumus  $a[j,i]=1/a[i,j]$  untuk  $i \neq j$
 Hasil penilaian kriteria dapat dilihat dalam table sebagai berikut:

Tabel 6. Matriks Perbandingan Berpasangan

	Nilai Disiplin	Nilai Komunikatif	Nilai Team work	Skill
Nilai Disiplin	1	2	2	3
Nilai Komunikatif	0,50	1	2	2
Nilai Team work	0,50	0,50	1	2
Skill	0,33	0,50	0,50	1
Jumlah	2,33	4,00	5,50	8,00

2. Membuat Matrik Nilai Kriteria diperoleh dengan rumus sebagai berikut :
  - a. Nilai baris-kolom baru=Nilai baris-kolom lama (Tabel matrik nilai berpasangan)/ jumlah masing-masing kolom lama (Tabel matrik berpasangan)
  - b. Nilai kolom jumlah Tabel matrik nilai kriteria diperoleh dari penjumlahan nilai pada tiap baris Tabel tersebut. ( $0,43 + 0,50 + 0,36 + 0,38 = 1,67$ )
  - c. Nilai prioritas pada Tabel matrik nilai kriteria diperoleh dari pembagian kolom jumlah kriteria maka hasil perhitungan bisa dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Matriks Nilai Kriteria

	Nilai Disiplin	Nilai Komunikatif	Nilai Team work	Nilai Skill	Jumlah	Prioritas
Nilai Disiplin	0,43	0,50	0,36	0,38	1,67	0,42
Nilai Komunikatif	0,21	0,25	0,36	0,25	1,08	0,27
Nilai Team work	0,21	0,13	0,18	0,25	0,77	0,19
Nilai Skill	0,14	0,13	0,09	0,13	0,48	0,12

3. Membuat Matrik Penjumlahan Setiap Baris. Dengan mengalikan nilai prioritas pada Tabel matrik nilai kriteria dengan matrik perbandingan berpasangan maka hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Matriks Penjumlahan Setiap Baris

	Nilai Disiplin	Nilai Komunikatif	Nilai Team work	Nilai Skill	Jumlah
Nilai Disiplin	0,42	0,54	0,38	0,36	1,70
Nilai Komunikatif	0,21	0,27	0,38	0,24	1,10
Nilai Team work	0,21	0,14	0,19	0,24	0,78
Nilai Skill	0,14	0,14	0,10	0,12	0,49

Nilai 0,42 pada baris dan kolom Nilai Disiplin didapat dari perkalian antara Nilai Prioritas baris Nilai Disiplin pada Tabel matrik nilai kriteria dikalikan dengan nilai baris-kolom Nilai Disiplin pada Tabel matrik perbandingan berpasangan. Nilai yang lain diperoleh dengan cara yang sama. Nilai jumlah didapat dari penjumlahan nilai pada masing-masing baris kriteria.

4. Perhitungan Rasio Konsisten. Digunakan untuk memastikan bahwa rasio konsistensi (CR) $\leq$ 0.1. Jika ternyata nilainya lebih besar dari 0,1 maka matrik perbandingan berpasangan perlu diperbaiki dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan Rasio Konsistensi

	Jumlah Per Baris	Prioritas	Hasil
Nilai Disiplin	1,70	0,42	2,12
Nilai Komunikatif	1,10	0,27	1,37
Nilai Team work	0,78	0,19	0,97
Nilai Skill	0,49	0,12	0,61
Jumlah			5,07

Kolom jumlah per baris diperoleh dari kolom jumlah pada Tabel penjumlahan setiap baris, sedangkan kolom prioritas diperoleh dari kolom prioritas Tabel matrik nilai kriteria, dari Tabel di atas diperoleh nilai berikut : Jumlah (Jumlah dari nilai-nilai hasil)=5,07 ; n(jumlah kriteria)=4 ;  $\lambda$  maks (jumlah/n)=1,27 ; CI(( $\lambda$  maks-n)/n)=-0,68; CR(CI/IR (lihat pada Tabel indek random))=-0,76. Oleh karena CR<0.1, maka rasio konsistensi perhitungan dapat diterima.

- Berikutnya terdapat 4 kriteria yang berarti akan ada 4 perhitungan prioritas sub kriteria, yaitu:
1. Menghitung prioritas subkriteria dari kriteria baris-berbaris. Langkah-langkah yang dilakukan untuk menghitung prioritas subkriteria dari kriteria Nilai Disiplin adalah sebagai berikut:
    - a. Membuat Matrik Perbandingan Berpasangan. Langkah ini sama seperti yang dilakukan pada langkah sebelumnya. Hasilnya adalah:

Tabel 10. Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Disiplin

Nilai Disiplin	Baik	Cukup	Kurang
Baik	1	3	5
Cukup	0,33	1	3
Kurang	0,20	0,33	1
Jumlah	1,53	4,33	9

- b. Membuat Matrik Nilai Kriteria

Tabel 11. Matrik Nilai Kriteria Disiplin

Disiplin	Baik	Cukup	Kurang	Jumlah	Prioritas	Prioritas Subkriteria
Baik	0,65	0,69	0,56	1,90	0,63	1
Cukup	0,22	0,23	0,33	0,78	0,26	0,41
Kurang	0,13	0,08	0,11	0,32	0,11	0,17

Nilai pada kolom prioritas subkriteria diperoleh dari nilai prioritas pada baris tersebut dibagi dengan nilai tertinggi pada kolom prioritas.

- c. Menentukan Matrik Penjumlahan Setiap Baris. Setiap elemen pada Tabel ini dihitung dengan mengalihkan matriks perbandingan berpasangan dengan nilai prioritas.

Tabel 12. Matrik Penjumlahan Setiap Baris Kriteria Disiplin

Nilai Disiplin	Baik	Cukup	Kurang	Jumlah
Baik	0,63	0,78	0,53	1,95
Cukup	0,21	0,26	0,32	0,79
Kurang	0,13	0,09	0,11	0,32

- d. Menghitung Rasio Konsistensi. Untuk memastikan bahwa nilai rasio konsistensi (CR) $\leq$ 0,1. Rasio konsistensi, dibuat Tabel seperti yang terlihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Penghitungan Rasio Konsistensi Nilai Disiplin

Disiplin	Jumlah per baris	Prioritas	Hasil
Baik	1,95	0,63	2,58
Cukup	1,79	0,26	1,05
Kurang	0,32	0,11	0,43
Jumlah			4,06

maka diperoleh nilai-nilai sebagai berikut: Jumlah (jumlah dari nilai-nilai hasil): 4,06 ; n (jumlah kriteria): 3 ;  $\lambda$  maks (jumlah/n): 1,35 ; CI( $\lambda$  maks - n/n): -0,55 ; CR(CI/IR (lihat pada Tabel indeks random))= -0,93

- Oleh karena nilai  $CR < 0,1$ , maka rasio konsistensi dari perhitungan tersebut bisa diterima.
2. Menghitung Prioritas Subkriteria dari Kriteria Nilai Komunikatif. Perhitungan prioritas subkriteria dari kriteria yang sama dengan yang dilakukan dalam perhitungan baris-berbaris. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:
    - a. Membuat Matriks Perbandingan Berpasangan

Tabel 14. Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Nilai Komunikatif

Nilai Komunikatif	Baik	Cukup	Kurang
Baik	1	2	3
Cukup	0,5	1	2
Kurang	0,33	0,5	1
Jumlah	1,83	3,5	6

- b. Membuat Matriks Nilai Kriteria

Tabel 15. Matrik Nilai Kriteria Nilai Komunikatif

Nilai Komunikatif	Baik	Cukup	Kurang	Jumlah	Prioritas	Prioritas Subkriteria
Baik	0,5	0,57	0,50	1,62	0,54	1
Cukup	0,27	0,29	0,33	0,89	0,30	0,56
Kurang	0,18	0,14	0,17	0,49	0,16	0,30

- c. Menentukan Matrik Penjumlahan Setiap Baris

Tabel 16. Matriks Penjumlahan Setiap Baris Kriteria Nilai Komunikatif

Nilai Komunikatif	Baik	Cukup	Kurang	Jumlah
Baik	0,54	0,60	0,48	1,62
Cukup	0,27	0,30	0,32	0,90
Kurang	0,18	0,15	0,16	0,49

- d. Menghitung Rasio Konsistensi

Tabel 17. Menghitung Rasio Konsistensi

Nilai Komunikatif	Jumlah per baris	Prioritas	Hasil
Baik	1,62	0,54	2,16
Cukup	0,90	0,30	1,20
Kurang	0,49	0,16	0,65

Jumlah (jumlah dari nilai-nilai hasil): 4,01. Dimana n (jumlah kriteria)=3 ;  $\lambda$  maks (jumlah/n)=1,33 ;  $CI ((\lambda \text{ maks}-n)/n)=-0,56$  ;  $CR(CI/IR \text{ (lihat pada Tabel indeks random)})=-0,97$ .

3. Menghitung Prioritas Subkriteria Dari Kriteria Team work. Menghitung prioritas subkriteria dari Nilai Team work sama dengan yang dilakukan dalam perhitungan prioritas subkriteria Nilai Disiplin dan subkriteria Nilai Komunikatif. Langkah-langkahnya sebagai berikut:
  - a. Membuat Matrik Perbandingan Berpasangan

Tabel 18. Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Nilai Team work

Nilai Team work	Baik	Cukup	Kurang
Baik	1	3	5
Cukup	0,33	1	3
Kurang	0,20	0,33	1
Jumlah	1,53	4,33	9

- b. Menentukan Matriks Nilai Kriteria

Tabel 19. Matriks Nilai Kriteria Nilai Team work

Nilai Team work	Baik	Cukup	Kurang	Jumlah	Prioritas	Prioritas Subkriteria
Baik	0,65	0,69	0,56	1,90	0,63	1
Cukup	0,22	0,23	0,33	0,78	0,26	0,41
Kurang	0,13	0,08	0,11	0,32	0,11	0,17

- c. Menentukan Matrik Penjumlahan Setiap Baris

Tabel 20. Matriks Penjumlahan Setiap Baris Kriteria Nilai Team Work

Nilai Team work	Baik	Cukup	Kurang	Jumlah
Baik	0,63	0,78	0,55	1,96
Cukup	0,21	0,26	0,33	0,80
Kurang	0,13	0,09	0,11	0,33

d. Menghitung Rasio Konsistensi

Tabel 21. Perhitungan Rasio Konsistensi

Nilai <i>Team work</i>	Jumlah per baris	Prioritas	Hasil
Baik	1,96	0,63	2,59
Cukup	0,80	0,26	1,06
Kurang	0,33	0,11	0,44
Jumlah			4,09

Jumlah (jumlahan dari nilai-nilai hasil): 4,09, dimana n (jumlah kriteria)=3;  $\lambda$  maks (jumlah/n)=1,36; CI  $((\lambda$  maks - n)/n)=-0,55 ; CR(CI/IR (lihat pada Tabel indek random))=-0,94

4. Menghitung Prioritas Subkriteria dari Kriteria *Skill*. Menghitung prioritas subkriteria dari *Skill* sama dengan yang dilakukan dalam perhitungan prioritas subkriteria sebelumnya. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

a. Membuat Matrik Perbandingan Berpasangan

Tabel 22. Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria *Skill*

<i>Skill</i>	Baik	Cukup	Kurang
Baik	1	5	7
Cukup	0,20	1	5
Kurang	0,14	0,20	1
Jumlah	1,34	6,20	13

b. Menentukan Matriks Nilai Kriteria

Tabel 23. Matriks Nilai *Skill*

<i>Skill</i>	Baik	Cukup	Kurang	Jumlah	Prioritas	Prioritas Subkriteria
Baik	0,74	0,81	0,54	2,09	0,70	1
Cukup	0,15	0,16	0,38	0,69	0,23	0,33
Kurang	0,10	0,03	0,08	0,21	0,07	0,10

c. Menentukan Matrik Penjumlahan Setiap Baris

Tabel 24. Matriks Penjumlahan Setiap Baris Kriteria *Skill*

<i>Skill</i>	Baik	Cukup	Kurang	Jumlah
Baik	0,70	1,15	0,49	2,34
Cukup	0,14	0,23	0,35	0,72
Kurang	0,10	0,05	0,07	0,22

d. Menghitung Rasio Konsistensi

Tabel 25. Penghitungan Rasio *Skill*

<i>Skill</i>	Jumlah per baris	Prioritas	Hasil
Baik	1,96	0,63	2,59
Cukup	0,80	0,26	1,06
Kurang	0,33	0,11	0,44
Jumlah			4,09

Jumlah (penjumlahan dari nilai-nilai hasil): 4,09, dimana n (jumlah kriteria)=3;  $\lambda$  maks (jumlah/n)=1,36; CI  $((\lambda$  maks - n)/n)=-0,54 ; CR(CI/IR (lihat pada Tabel indek random))=-0,94

e. Menghitung Hasil, di mana prioritas hasil perhitungan pada langkah 1 dan 4 kemudian dituangkan dalam matriks.

Tabel 26. Matriks Hasil

Disiplin	Komuni katif	Team work	<i>Skill</i>
0,42	0,27	0,19	0,12
Baik	Baik	Baik	Baik
1	1	1	1
Cukup	Cukup	Cukup	Cukup
0,41	0,56	0,41	0,33
Kurang	Kurang	Kurang	Kurang
0,17	0,30	0,17	0,10

f. Selanjutnya Memasukkan data nilai dari semua peserta yang akan dihitung. Jika diberikan data nilai dari 4 orang karyawan.

g. Dari hasil perhitungan data seleksi karyawan didapat nilai total masing-masing sebagai dasar memilih *team leader*.

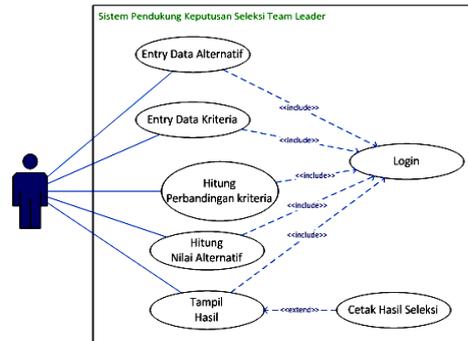
Tabel 27. Hasil Akhir

NIK	Nama	Nilai Disiplin	Nilai Komuni katif	Nilai Team work	Nilai <i>Skill</i>	Total
313030	Agwantus	0,17	0,15	0,19	0,01	0,53
313233	Adri	0,42	0,08	0,08	0,04	0,62
313012	M Rizki	0,07	0,15	0,08	0,12	0,42
313025	Saut M	0,17	0,27	0,03	0,04	0,51

Nilai 0,42 pada kolom Nilai Disiplin baris A diperoleh dari nilai karyawanA untuk Nilai Disiplin, yaitu memadai dengan prioritas 1 (Tabel 3.25) dikalikan dengan prioritas Nilai Disiplin sebesar 0,42 (Tabel 3.25). Sedangkan angka yang lain diperoleh dengan cara yang sama. Kolom total Tabel 3.26 yang terbesar yang dipakai sebagai dasar menentukan kelulusan seleksi terpilih menjadi *team leader*.

**Perancangan**

Fungsionalitas sistem aplikasi yang dirancang akan diGambarkan dalam bentuk *use case diagram*. *Use case diagram* proses pengambilan keputusan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Use Case Diagram

**Algoritma**

Adapun algoritma yang digunakan adalah :

1. Algoritma membuat matrik perbandingan berpasangan  
 Input : Nilai Disiplin, Nilai Komunikatif, Nilai *Teamwork*, Nilai *skill*  
 Output : Nilai Matrik Perbandingan Berpasangan  
 Proses : Lakukan penilaian berpasangan  
 1/Nilai Kolom ; Tampilkan Hasil
2. Algoritma matrik nilai kriteria  
 Input : Nilai Kriteria, Jumlah Kolom  
 Output : Matrik Nilai Kriteria  
 Proses : Nilai baris kolom baru  
 Nilai baris kolom lama  
 Jumlah Nilai kolom baru =  
 Nilai baris kolom lama \* Jumlah  
 Jumlah= Nilai Disiplin +  
 Nilai Komunikatif +  
 Nilai *Teamwork* + Nilai *skill*
3. Algoritma rasio konsistensi  
 Input : Jumlah Kriteria, Jumlah Nilai Kriteria  
 Output : Rasio Konsistensi (CR)  
 Proses : Jumlah = Jumlah dari nilai-nilai hasil  
 n = jumlah kriteria ; λ maks = jumlah/n  
 CI = λ maks-n/n ; CR = CI/IR ; CR<0,1  
 jika CR>0,1 maka ulang perhitungan  
 matriks perbandingan.
4. Algoritma hasil akhir  
 Input : Nilai Rata-rata baris, Nilai Rasio  
 Output : Hasil Akhir  
 Proses : Nilai rata-rata baris = Nilai alternatif  
 Nilai Disiplin\*Prioritas Nilai Disiplin  
 Penjumlahan = Nilai Disiplin +  
 Nilai Komunikatif + Nilai *Teamwork* +  
 Nilai *skill*  
 Nilai Total = Nilai Disiplin \*  
 Prioritas Nilai Disiplin  
 Tampilkan hasil

**Implementasi**

Aplikasi ini akan berjalan dengan:

1. Menu Data Alternatif



Gambar 6. Menu Data Alternatif

2. Tampilan Data Kriteria



Gambar 7. Tampilan Data Kriteria

**KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut: (1) Semakin banyak kriteria digunakan akan semakin akurat team leader yang diperoleh; (2) Perankingan berdasarkan metode AHP dapat diperoleh dari perhitungan bobot kriteria dan subkriteria yang di konversikan pada masing-masing kriteria yang dimiliki alternatif; dan (3) Perankingan yang telah didapat tidak menjadi patokan bagi pengambil keputusan untuk menetapkan calon alternatif yang lulus seleksi. Pengambil keputusan tetap menjadi aktor utama yang menetapkan keputusan akhir.

**DAFTAR PUSTAKA**

A. S., Rossa & Shalahuddin, M. 2011. *Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek)*. Bandung: Modula.

Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Ramadan K., A., Budi, S., M. Aziz M.,2013, *Decision Making and Evaluation System for Employee Recruitment Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process, International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES) ISSN 2319183X, Vol.2 Issue 7 (July 2013), PP.24-3*

Reason, James. 1990. *Human Error*. Ashgate. ISBN 1-84014-104-2.

Saaty, Thomas L., and Luis G. Vargas. 1994. *The Analytical Hierarchy Process Vol. VII : "Decision Making in Economic, Political, Social, Technological Environments, 1st Edition, RWS Publications. Pittsburgh, p.9)*.

Schiffman, L. G, Kanuk, L.L. 1997. *Consumer Behavior (6th ed)*. Singapura: Prentice Hall.

Scouller, J. 2011. *The Three Levels of Leadership: How to Develop Your Leadership Presence, Knowhow and Skill*. Cirencester: Management Books 2000., ISBN 9781852526818.

Setiadi, J. N. 2003. *Perilaku Konsumen : Konsep Implikasi Untuk Strategi dan Penelitian Pemasaran*. Jakarta : Prenada Media

Shuffler, Maria (2011). *There's a Science for That: Team Development Interventions in Organizations*. Sage Publications 2011.

Sparague, R. H. and Watson H. J. 1993. *Decision Support Systems: Putting Theory Into Practice*. Englewood Clifts, N. J., Prentice Hall.

Sutanta, Edhy. 2005. *Pengantar Teknologi Informasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Turban, Aronson & Liang. 2005. *Decision Support Systems and Intelligent Systems(7th ed)*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Turban , Efraim & Aronson, Jay E. 2001. *Decision Support Systems and Intelligent Systems(6th ed)*. Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ.

## IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BLOWFISH PADA FILE DAN FOLDER

Sri Ramadhani, Hery Sunandar, Kennedy Tampubolon

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Keamanan dan kerahasiaan sebuah data atau informasi dalam komunikasi atau pertukaran informasi menjadi hal penting, baik untuk si pengirim (sumber) maupun oleh si penerima (tujuan) itu sendiri. File adalah suatu media yang menyimpan data dalam bentuk digital ataupun bentuk hardcopy (kertas), di mana file tersebut bentuknya bermacam-macam mulai dari dokumen dan non dokumen sedangkan Folder media yang menampung berbagai macam file didalamnya sekaligus mengelompokannya menurut jenis datanya. Perlu pengamanan pada file dan folder untuk mengurangi resiko kerusakan atau tersadap orang yang tidak berkepentingan. Blowfish adalah algoritma kriptografi kunci simetri, yang menggunakan kunci yang sama untuk melakukan enkripsi dan dekripsi file. Blowfish juga merupakan cipher blok di mana proses enkripsi dan dekripsi akan membagi data menjadi blok-blok dengan ukuran yang sama panjang. panjang blok untuk algoritma Blowfish adalah 64 bit. Data yang bukan merupakan kelipatan delapan byte akan ditambahkan sehingga ukuran untuk tiap blok sama. Penerapan Algoritma Blowfish pada aplikasi yang akan dibangun, di mana aplikasi tersebut akan mengubah secara langsung informasi input dan menampilkan hasil penyandian. Input tersebut adalah file dan folder dengan setiap item informasi data tersebut akan ditampilkan pada area yang sudah disediakan.

**Kata kunci :** File, Folder, enkripsi, dekripsi, plain\_text, cipher\_text, Blowfish

### PENDAHULUAN

Kriptografi akan merahasiakan informasi dengan menyandikannya ke dalam bentuk yang tidak dapat dimengerti lagi maknanya. Saat ini banyak algoritma kriptografi yang sudah umum digunakan oleh banyak orang dan banyak aplikasi. Beberapa algoritma kriptografi yang dikenal antara lain DES, Rijndael, Blowfish, RC4, Vigenere Cipher, Enigma, IDEA dan lainnya.

Blowfish merupakan salah satu algoritma yang tidak dipatenkan dan cukup kuat karena memiliki ruang kunci yang besar dan panjangnya bisa beragam, sehingga tidak mudah diserang pada bagian kuncinya. Suatu sistem kriptografi yang baik terletak pada kerahasiaan kunci dan bukan pada kerahasiaan algoritma yang digunakan. Blowfish pada strategi implementasi yang tepat akan lebih optimal, dapat berjalan pada memori kurang dari 5 Kb dan kesederhanaan pada algoritmanya. Untuk itu akan dibangun sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk mengamankan data atau informasi berupa file dengan menggunakan metode Blowfish.

Adapun uraian proses dari penelitian ini adalah (1) Untuk lebih mengenal cara kerja kriptografi pada file dan folder. (2) Menguraikan proses penyandian file dan folder dengan teknik kriptografi. (3) Menerapkan algoritma *blowfish* dalam penyandian file dan folder. (4) Merancang aplikasi penyandian file dan folder dengan menerapkan algoritma *Blowfish*.

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut (1) Menentukan spesifikasi input file dan folder untuk disandikan. (2) Bagaimana tata cara penerapan algoritma Blowfish menyesuaikan kondisi file dan folder yang akan disandikan. (3) Bagaimana merancang aplikasi dengan menggunakan tools yang sesuai.

### METODE

Langkah-langkah teoritis maupun dalam aplikasi yang akan dirancang dengan:

1. Studi Literatur  
Mengoleksi dan mempelajari sejumlah *literature* yang berkaitan dengan masalah penyandian, mengumpulkan sejumlah artikel, karya ilmiah, buku-buku, jurnal dengan topik penyandian.
2. Analisis, melakukan proses penyandian file dan folder dengan algoritma *Blowfish* dan merancang aplikasi.
3. Perancangan, membangun prototipe aplikasi, cara kerja, model basis data dan interface aplikasi
4. Implementasi menggunakan tools yang sesuai.
5. Pengujian Aplikasi, menggunakan folder dan file untuk mendapatkan hasil Penyandian dan menarik kesimpulan.

### Defenisi File dan Folder

Pengertian *file* adalah sekumpulan *record* dari tipe tunggal yang berisi elemen-elemen data yang mengambarkan himpunan *database*. Sebagai contoh adalah *File* mahasiswa yang berisi satu *record* untuk tiap mahasiswa dalam sistem.

Suatu teknik/ cara yang digunakan untuk menyatakan/ mengambarkan dan menyimpan *record-record* dalam sebuah *file*. Ada 4 teknik dasar organisasi *file*, yaitu: (1) *Sequential File*; (2) *Relatif File*; (3)

*Index Sequential File*; dan (4) *Multi-Key file*. Secara umum ke empat teknik dasar tersebut berbeda dalam cara pengaksesannya.

### Enkripsi dan Dekripsi

*Enkripsi* adalah proses mengubah teks asli (*plaintext*) menjadi sebuah runtutan karakter atau data yang terlihat tidak berarti dan mempunyai urutan *bit* yang tidak beraturan disebut *ciphertext* (Rinaldy Munir, ‘Kriptografi’, 2006). Proses *enkripsi* secara umum adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Proses *Enkripsi*

*Plaintext* dapat berupa *bit stream*, *file text*, *digitized voice stream*, *digital video image* atau lebih singkatnya *Plaintext* adalah data *binary* (Rinaldy Munir, ‘Kriptografi’, 2006, Penerbit informatika, Bandung). *Ciphertext* adalah hasil dari proses *enkripsi* juga berupa *data binary* yang kadang-kadang mempunyai ukuran yang sama dengan *Plaintext*, lebih kecil dari *Plaintext* atau lebih besar dari *Plaintext* (Setiawan Deris, ‘Sistem Keamanan Komputer’, 2005, Penerbit Elex Media Komputindo, Jakarta).

*Enkripsi* merubah sebuah *plaintext* ke dalam bentuk *ciphertext*. Pada mode *ECB (Elektronik Codebook)*, sebuah blok pada *plaintext* dienkripsi ke dalam sebuah blok *ciphertext* dengan panjang blok yang sama.

*Dekripsi* merupakan proses kebalikan dari proses *enkripsi*, merubah *ciphertext* kembali ke dalam bentuk *plaintext*. Untuk menghilangkan *padding* yang diberikan pada saat proses *enkripsi*, dilakukan berdasarkan informasi jumlah *padding* yaitu angka pada *byte* terakhir.



Gambar 2. Proses *Dekripsi*

### Blowfish

Digunakan pada komputer yang mempunyai microprosesor besar (32-bit ke atas dengan *cache* data yang besar). Sampai saat ini belum ada attack yang dapat memecahkan *Blowfish*.

*Blowfish* adalah algoritma yang tidak dipatenkan dan license free, dan tersedia secara gratis untuk berbagai macam kegunaan. *Blowfish* dirancang dan diharapkan mempunyai kriteria perancangan yang diinginkan sebagai berikut:

1. Cepat, *Blowfish* melakukan enkripsi data pada microprocessor 32-bit dengan rate 26 clock cycles per byte.
2. Compact, *Blowfish* dapat dijalankan pada memory kurang dari 5K.
3. Sederhana, *Blowfish* hanya menggunakan operasi – operasi sederhana, *Blowfish* hanya menggunakan operasi – operasi sederhana, seperti : penambahan, XOR, dan lookup Tabel pada operan 32-bit.
4. Memiliki tingkat keamanan yang bervariasi, panjang kunci yang digunakan oleh *Blowfish* dapat bervariasi dan bisa sampai sepanjang minimal 32-bit, maksimal 448 -bit, Multiple 8 bit, default 128 bit.

Algoritma blowfish terbagi atas dua bagian yaitu:

- a. *Key-Expansion*. Berfungsi merubah kunci (Minimum 32-bit, Maksimum 448-bit) menjadi beberapa *Array* subkunci (subkey) dengan total 4168 byte.
- b. Enkripsi Data. Terdiri dari iterasi fungsi sederhana (*Feistel Network*) sebanyak 16 kali utaran. Setiap putaran terdiri dari permutasi kunci-*dependent* dan substitusi kunci- dan data-*dependent*. Semua operasi adalah penambahan (*addition*) dan XOR pada variabel 32-bit. Operasi tambahan lainnya hanyalah empat penelusuran Tabel (*table lookup*) *Array* berindeks untuk setiap putaran.

*Blowfish* menggunakan subkunci berukuran besar. Kunci-kunci tersebut harus dikomputasikan pada saat awal, sebelum pengkomputasian enkripsi dan dekripsi data.

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Terdapat kotak permutasi (P-box) yang terdiri dari 18 buah 32 bit subkunci : P1, P2, P3, ... P18. P-box ini telah ditetapkan sejak awal, 4 buah P-box awal adalah sebagai berikut : P1 = 0x243f6a88 ; P2 = 0x85a308d3 ; P3 = 0x13198a2e ; P4 = 0x03707344

2. Kemudian XOR P1 dengan 32 bit awal kunci, lalu XOR P2 dengan 32 bit berikutnya dari kunci, dan teruskan hingga seluruh panjang kunci telah XOR (kemungkinan sampai P14,  $14 \times 32 = 448$ , panjang maksimal kunci).
3. Terdapat 64 bit dengan isi kosong, bit-bit tersebut dimasukkan ke langkah 2.
4. Gantikan P1 dan P2 dengan keluaran dari langkah 3.
5. Enkripsikan keluaran langkah 3 dengan langkah 2 kembali, namun kali ini dengan subkunci yang berbeda (sebab langkah 2 menghasilkan subkunci baru).
6. Gantikan P3 dan P4 dengan keluaran dari langkah 5
7. Lakukan seterusnya hingga seluruh P-box teracak sempurna
8. Total keseluruhan, terdapat 521 iterasi untuk menghasilkan subkunci-subkunci yang dibutuhkan.

Kunci- kunci yang digunakan antara lain terdiri dari, 18 buah 32-bit *subkey* yang tergabung dalam P-Array (P1, P2, ..., P18). Selain itu, ada pula empat 32-bit *S-box* yang masing-masingnya memiliki 256 entri :

S1,0,S1,1,..., S1,255; S2,0, S2,1,..., S2,255; S3,0, S3,1,..., S3,255; S4,0, S4,1,..., S4,255.

Pada jaringan *feistel*, *Blowfish* memiliki 16 iterasi, masukannya adalah 64-bit elemen data, X. Untuk melakukan proses enkripsi:

1. Bagi X menjadi dua bagian yang masing-masing terdiri dari 32-bit: XL, XR.
2. For i = 1 to 16 : XL = XL XOR Pi ; XR = F(XL) XOR XR ; Tukar XL dan XR
3. Setelah iterasi ke-enam belas, tukar XL dan XR lagi untuk melakukan *undo* pertukaran terakhir.
4. Lalu lakukan : XR=XR XOR P17 ; XL=XL XOR P1
5. Terakhir, gabungkan kembali XL dan XR untuk mendapatkan cipherteks.

Pada langkah ke dua, telah dituliskan mengenai penggunaan fungsi F. Fungsi F adalah: Bagi XL menjadi empat bagian 8-bit: a,b,c dan d.  $F(XL) = ((S1,a + S2,b \text{ mod } 232) \text{ XOR } S3,c) + S4,d \text{ mod } 232$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahapan Pembentuk Kunci Utama

Sebagian besar dari *blowfish* yang menarik adalah *f*-fungsi yang tidak membalik. Fungsi ini menggunakan aritmatik modular untuk membangkitkan *index-index* ke dalam *S-box*. Tidak membalik (*non-invertibility*) ini dijelaskan sebagai berikut dengan contoh : Ambil fungsi  $f(x) = x^2 \text{ mod } 7$ , lihat Tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 1. Fungsi  $f(x) = x^2 \text{ mod } 7$

X	X <sup>2</sup>	X <sup>2</sup> Mod 7
1	1	1
2	4	4
3	9	2
4	16	2
5	25	4
6	36	1
7	49	0

Kunci tersebut harus dihitung sebelum enkripsi atau dekripsi data. *Blowfish* adalah algoritma yang menerapkan jaringan *Feistel* (*Feistel Network*) yang terdiri dari 16 putaran. *Input* adalah elemen 64-bit, X.

Untuk alur algoritma enkripsi dengan metoda *Blowfish* dijelaskan sebagai berikut:

1. Bentuk inisial P-array sebanyak 18 buah (P1,P2,.....,P18) masing-masing bernilai 32-bit. Array P terdiri dari delapan belas kunci 32-bit subkunci : P1,P2,....,P18
2. Bentuk S-box 4 buah masing-masing 32-bit. Empat 32-bit S-box masing-masing 256 entri: S1,0,S1,1,...,S1,255 ; S2,0,S2,1,...,S2,255; S3,0,S3,1,...,S3,255 ; S4,0,S4,1,..., S4,255
3. *Plaintext* yang akan dienkrpsi diasumsikan sebagai masukan, *Plaintext* tersebut diambil sebanyak 64-bit, dan apabila kurang dari 64-bit maka ditambahkan *bitnya*, supaya dalam operasi nanti sesuai dengan datanya.
4. Hasil pengambilan tadi dibagi 2, 32-bit pertama disebut XL, 32-bit yang ke dua disebut XR.
5. Selanjutnya lakukan operasi XL = XL xor Pi dan XR = F(XL) xor XR
6. Hasil dari operasi diatas ditukar XL menjadi XR dan XR menjadi XL.
7. Lakukan sebanyak 16 kali, perulangan yang ke-16 lakukan lagi proses penukaran XL dan XR.
8. Pada proses ke-17 lakukan operasi untuk XR = XR xor P17 dan XL = XL xor P18.
9. Proses terakhir satukan kembali XL dan XR sehingga menjadi 64-bit kembali.

Keseleruhan proses diatas akan dijabarkan satu-satu persatu dengan memberikan contoh *plaintext* dan kunci yaitu : *Plaintext* (p) = aku cinta kau dan dia → 21 byte / 168 bit. kunci (k) = *playboy* → 8byte/ 64 bit. Sebelum masuk ke dalam blok algoritma *blowfish* maka ubah *plaintext* dan kunci ke dalam bentuk biner sehingga:

p = 01100001 01101011 01110101 00100000 01100011 01101001 01101110  
01110100 01100001 00100000 01101011 01100001 01110101 00100000  
01100100 01100001 01101110 00100000 01100100 01101001 01100001

k = 01110000 01101100 01100001 01111001 01100010 01101111 01111001 01111001

Karena algoritma *blowfish* memiliki 64 bit blok maka *plaintext* dibagi ke dalam beberapa blok ( $p_1, p_2, \dots, p_n$ ) untuk di proses sehingga:

$p_1 = 01100001011010110111010100100000011000110110100101101110011 10100=64 \text{ bit}$

$p_2 = 011000010010000001101011011000010111010100100000011001000 1100001=64 \text{ bit}$

$p_3 = 011011100010000001100100011010010110000100000000000000000 00000=64 \text{ bit}$

Pada  $P_3$  terdapat *padding* sebanyak 24 bit hal ini dilakukan jika jumlah bit tidak mencukupi atau kurang dari 64 bit.

### Proses Pembentukan Sub Kunci

Algoritma *Blowfish* mempunyai sub-kunci sebanyak 16 buah ukuran 56 bit. Sub-kunci dengan permutasi, artinya kunci utama (*playboy*) sehingga didapatkan 16 sub kunci. Sub kunci akan dipakai pada setiap perulangan jaringan *feistel*. Langkah pertama dilakukan dengan cara 64 bit permutasi seperti Tabel permutasi berikut:

Tabel 2. Tabel *S-box 1*

57	49	41	33	25	17	9
1	58	50	42	34	26	18
10	2	59	51	43	35	27
19	11	3	60	52	44	36
63	55	47	39	31	23	15
7	62	54	46	38	30	22
14	6	61	53	45	37	29
21	13	5	28	20	12	4

maka hasil dari permutasinya adalah :

k=10010101011101100100000011000011111111111111  
111110000000 (56 bit)

Selesai hasil permutasi di atas dibagi dua sehingga:

$C_0 = 1001010101110110010000001100$

$D_0 = 00111111111111111110000000$

Dari nilai  $C_0, D_0$  maka kemudian dibentuk 16 blok  $C_n$  dan  $D_n$ , di mana  $1 \leq n \leq 16$ . Setiap pasang  $C_n$  dan  $D_n$  hasil formasi dari pasangan sebelumnya  $C_{n-1}$  dan  $D_{n-1}$ . Setiap interaksi pembentukan  $C_n$  dan  $D_n$  dilakukan operasi *left shift*. Berikut pengaturan Tabel jadwal *left shift* pada setiap iterasi:

Tabel 3. Tabel *Leftshift*

Iterasi	Left Shift	Iterasi	Left Shift
1	1	9	1
2	1	10	2
3	2	11	2
4	2	12	2
5	2	13	2
6	2	14	2
7	2	15	2
8	2	16	1



Sampai disini pembuatan sub-kunci telah selesai. Terdapat 16 sub-kunci yang akan digunakan pada proses enkripsi.

**Enkripsi Blok Data**

Seperti pada yang telah dijelaskan sebelumnya pada Gambar 3.1 maka langkah pertama dalam proses enkripsi adalah *initial permutation* atau permutasi awal. Permutasi ini juga sekaligus membagi blok *plaintext* menjadi 2 bagian dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 5. *Initial Permutation*

58	50	42	34	26	18	10	2
60	52	44	36	28	20	12	4
62	54	46	38	30	22	14	6
64	56	48	40	32	24	16	8
57	49	41	33	25	17	9	1
59	51	43	35	27	19	11	3
61	53	45	37	29	21	13	5
63	55	47	39	31	23	15	7

Berikut hasil dari *plaintext* setelah *initial permutation*

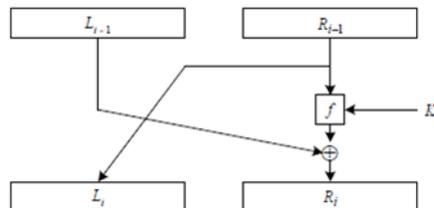
$p_1 = 011000010110101101101010010000001100011011010010110111001110100$

Hasil setelah *initial permutation* adalah sebagai berikut :

$L_0 = 01001011010001111111111100000000$   
 $R_0 = 111011000010001000100001110111$

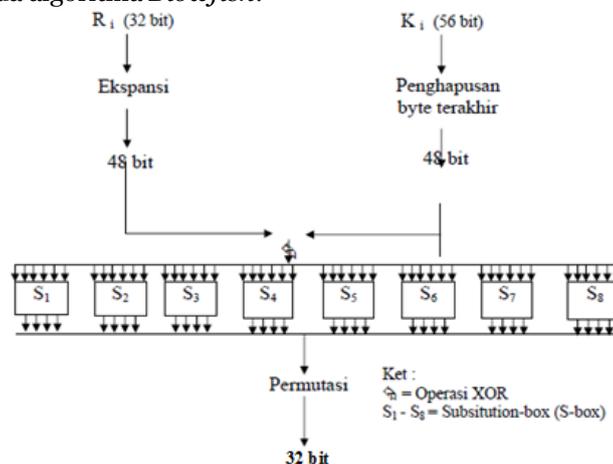
Ke dua Blok *Plaintext* masuk ke tahap 16 ronde untuk membentuk sebuah cipher. Pada setiap ronde, blok R(kanan) tidak akan mengalami perubahan apapun karena hanya akan dipindah menjadi blok L pada ronde selanjutnya. Namun blok R akan digunakan bersamaan dengan *subkey* 56-bit untuk diolah pada fungsi *f* dan akan di XOR-kan dengan blok L (kiri). Dengan rumus sebagai berikut :  $L' = R$  ;  $R' = L \oplus f(R,K)$ .

Berikut skema pada masing-masing ronde metode *blowfish*:



Gambar 3. Skema 16 ronde algoritma *Blowfish*

Berikut skema fungsi *f* pada algoritma *Blowfish*:



Gambar 4. Skema fungsi-*f*

Cara kerja dari fungsi f adalah sebagai berikut:

1. *Plaintext* pada blok  $R_i$  (32 bit) di ekspansi menjadi 48 bit dengan permutasi sesuai dengan Tabel berikut :

Tabel 6. Tabel Permutation blok  $R_i$

32	1	2	3	4	5	4	5	6	7	8	9
8	9	10	11	12	13	12	13	14	15	16	17
16	17	18	19	20	21	20	21	22	23	24	25
24	25	26	27	28	29	28	29	30	31	32	1

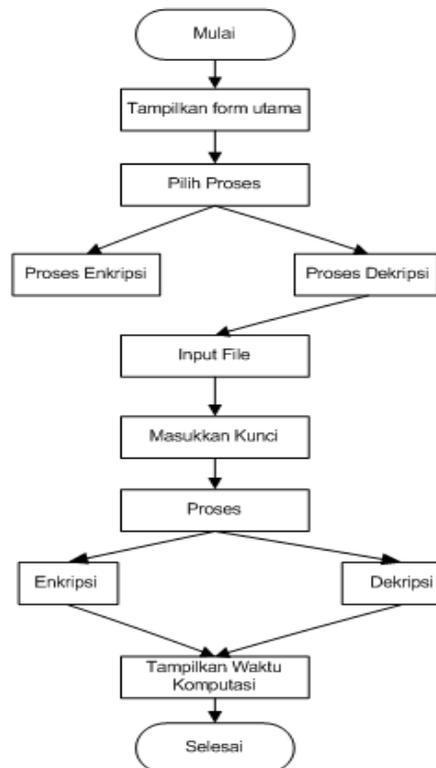
2. Dilakukan penghapusan 8 bit pada Sub kunci  $K_i$ , sehingga  $K_i$  berukuran 48 bit maka  $K_i=0011111111111111111111110000000001111111111111111$
3. Hasil Permutasi  $R_o$  ( 48 bit) di *Xor* dengan sub kunci  $K_i$ (48 bit) maka  $R_o \text{ Xor } K_i=11010100111110111110000001000111000010100001010$
4.  $R_o$  (48 bit) di bagi dan di proses ke dalam 8 *S-box*, masing-masing *S-box* mendapat 6 bit sebagai input dan 4 bit sebagai keluaran. Jadi total keseluruhan dari 8 *S-box* adalah  $8 \times 4 = 32 \text{ bit}$
5.  $R_o$  dipermutasi dengan aturan permutasi sebagai berikut:
- 6.

Tabel 7. Tabel Permutation Akhir blok  $R_i$

16	7	20	21	29	12	28	17
1	15	23	26	5	18	31	10
2	8	24	14	32	27	3	9
19	13	30	6	22	11	4	25

7. Sesuai dengan rumus :  $L' = R$  ;  $R' = L \oplus f(R,K)$  maka hasil  $L_1 = R_o$  dan  $R_1 = L_o$ , Kemudian ulangi langkah 1- 6 sebanyak 16 kali putaran, hasil dari setiap putaran digabung dan menjadi *ciphertext*

**Perancangan Dengan Flowchart Blowfish**



**Algoritma**

A. Menu Utama

```

Input ← Menu
Proses ← select = 1 then jalankan form encryption
         if select = 2 then jalankan form blowfish
Output ← selected form.
Start
    View menu utama
    Select
    If kategori = input file encryption
    Then input file encryption
    Else
    If select form blowfish
End
    
```

**Algoritma Encryption Standard**

```

Input ← file encryption
Proses ← select kategori file source then input file encryption
         If select kategori key then input plaint text
Output ← data file yang dienkripsi
Start
    View menu utama
    Select input file source
    Then input file, key, encryption
    Select file destination
End
    
```

**C. Algoritma Encryption Folder**

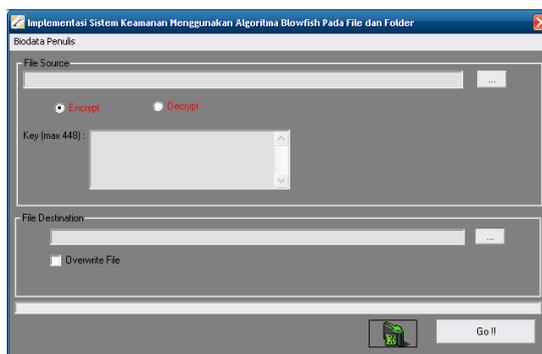
```

Input ← Folder
Proses ← If select kategori encryption folder then input folder data
         If select kategori decryption folder then input folder data
Output ← list encryption folder data
Start
    View menu utama
    Select input folder encryption
    Then input folder data,password,encryption
    Select tombol encryption folder
End
    
```

**Implementasi**

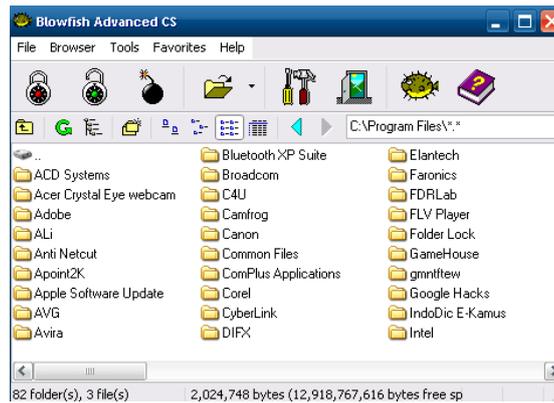
Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan.

1. Tampilan Menu Utama Tampilan menu utama



Gambar 5. Menu Utama

2. Tampilan Form Blowfish



Gambar 6. Form Blowfish

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan bahwa: (1) Proses dalam merancang kamanan data dengan menggunakan algoritma *blowfish* diawali dengan membangkitkan nilai index-index ke dalam x-box. Dan nilai f-fungsi yang tidak membalik, fungsi ini menggunakan aritmatik modular; dan (2) Penerapan algoritma *blowfish* pada file dan folder menggunakan jaringan feistel yang menghasilkan cipher dengan dua sifat yang dapat diinginkan yaitu dekripsi menggunakan fungsi (f) yang sama dan kemampuan untuk mengiterasi fungsi tersebut beberapa kali ini disebut round (putaran). Semakin banyak round maka semakin banyak keamanan algoritma tersebut. Jumlah round yang direkomendasikan tergantung pada algoritma khusus, untuk *blowfish* adalah 16 round.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariyus, Dony. 2008. Pengantar Ilmu Kriptografi Teori Analisis dan Implementasi. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Enterprise, Jubilee. 2010. Rahasia Manajemen File. Jakarta: PT.Elex Media Komputindo.
- Munir, Rinaldi. 2006. Kriptografi. Bandung: Informatika Bandung.
- Nugroho, Adi. 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek dengan Metode USDP. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Adi Nugroho, 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek, ANDI Yogyakarta
- Ladjamudin, Al-Bahra Bin. 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- Subhan, Mohamad. 2012. *Analisa Perancangan Sistem*. Jakarta. Penerbit Lentera Ilmu Cendekia.
- Yuni, Sugiarti. 2003. *Analisa dan Perancangan UML*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- Hendrayudi. 2009. *Visual Basic 2008 Untuk Berbagai Keperluan Pemrograman*. Jakarta. Penerbit Elex Media Komputindo.
- Dony Ariyus. 2006. "Keamanan Data dan Komunikasi", Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Ratna Mutia. 2004. "Keamanan Data", Informatika, Bandung.
- Setiawan Deris. 2005. "Sistem Keamanan Komputer", Elex Media Komputindo, Jakarta.

## PERANCANGAN APLIKASI PERBAIKAN KUALITAS CITRA DENGAN METODE GAUSSIAN DAN METODE CANNY

**Perdika Rama Uli Tua Sitompul; Matias Julyus Fika Sirait; Sinar Sinurat**

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Proses pengambilan citra menggunakan kamera terkadang mengalami penurunan mutu, misalnya mengandung derau (noise), kurang tajamnya, terjadi pengaburan (blur), dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasikan karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut berkurang. Noise adalah suatu bentuk kerusakan pada image signal yang disebabkan oleh gangguan eksternal. Gangguan pada citra umumnya berupa variasi intensitas pixel yang tidak berkorelasi dengan pixel lainnya. Noise dapat berupa titik dan terang yang muncul secara acak yang menyebar pada citra maupun latar belakangnya. Perbaikan kualitas citra ini bertujuan untuk menghilangkan noise pada citra dan meningkatkan kualitas detail citra. Metode yang digunakan dalam perbaikan citra (image enhancement) adalah metode Gaussian Filter. Gaussian Filter sangat baik untuk menghilangkan noise yang bersifat sebaran normal, yang banyak dijumpai pada sebaran citra hasil proses digitasi menggunakan kamera karena merupakan fenomena alamiah akibat sifat pantulan cahaya dan kepekaan sensor cahaya pada kamera itu sendiri. Sedangkan Canny untuk deteksi tepi yang optimal. Operator canny menggunakan gaussian derivative kernel untuk menyaring kegaduan dari citra awal untuk mendapatkan hasil deteksi tepi yang halus. Aplikasi yang dirancang dengan input data berbentuk citra, di mana akan diawali dengan deteksi tepi kemudian menajamkannya dengan Gaussian untuk memberikan hasil yang maksimal

**Kata kunci:** citra, contrast, stretching, gaussian, konvolusi

### PENDAHULUAN

Perbaikan citra digital untuk mendapatkan hasil yang bagus dari citra input, beberapa teknik perbaikan citra digital adalah metode *gaussian filter*. Metode adalah *linear filter* biasa digunakan sebagai pengolah citra agar lebih halus. *Gaussian Filter* yang banyak digunakan dalam memproses Gambar. *Gaussian Filter* merupakan model noise yang mengikuti distribusi normal standard dengan rata-rata nol dan standard deviasi.

Operator *canny* menggunakan *gaussian derivative kernel* untuk menyaring kegaduan dari citra awal untuk mendapatkan hasil deteksi tepi yang halus. Perbaikan kualitas citra merupakan proses penajaman fitur tertentu dari suatu citra, baik tepi, wilayah, maupun kontras. Perbaikan citra dilakukan tentunya untuk menghasilkan citra yang lebih bagus dari citra sebelumnya. Dalam proses pengambilan citra menggunakan kamera atau sensor lainnya sering mengalami masalah dan penurunan mutu, seperti hasil *capture* yang tidak sesuai dengan yang diharapkan.

Hal tersebut bisa terjadi karena kemungkinan lensa kamera yang tidak fokus, pengaturan pencahayaan yang tidak sempurna, adanya debu atau kotoran lainnya yang menempel di lensa kamera, atau hasil *capture* yang penuh dengan *noise / derau*, Gambar kabur (*blurring*), kurang tajam dan warna terlalu kontras.

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka langkah-langkah baik secara teoritis maupun perancangan dalam aplikasi adalah:

#### Studi Literatur

Mengumpulkan berbagai sumber pustaka yang berhubungan dengan perbaikan citra, mempelajari artikel, buku-buku atau situs tentang pengetahuan citra, memahami fungsi penajaman.

#### Analisis

Menerapkan metoda deteksi tepi dan gaussian dengan langkah-langkah yang terdefinisi dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

#### Perancangan

Membangun prototype, arsitektur aplikasi, algoritma, modul, basis data dan interface, serta pengembangan aplikasi.

#### Implementasi

Perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

#### Pengujian Aplikasi

Menguji data citra pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil perbaikan citra dan menarik kesimpulan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Citra atau *image* merupakan istilah lain dari Gambar, yang merupakan informasi visual. Sebuah pribahasa “sebuah Gambar bermakna lebih dari seribu kata” maksudnya tentu sebuah Gambar dapat memberikan informasi yang lebih banyak dari pada informasi tersebut disajikan dalam bentuk kata-kata (Rinaldi Munir, 2004:48)

Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat: (1) Optik berupa foto; (2) Analog berupa signal video seperti Gambar pada monitor televisi; dan (3) *Digital* yang dapat langsung disimpan pada media penyimpanan magnetik.

Jenis citra lain jika akan diolah dengan komputer harus di ubah dulu menjadi citra digital. Citra juga dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu:

1. Citra tampak seperti foto, Gambar, lukisan, apa yang nampak di layar monitor, hologram, dan lain-lain.
2. Citra tidak tampak seperti data foto, Gambar dalam file, citra yang direpresentasikan dalam fungsi matematis

Citra didefinisikan sebagai fungsi intensitas cahaya dua dimensi  $f(x,y)$  dimana  $x$  dan  $y$  menunjukkan koordinat spasial dan nilai  $f$  pada suatu titik  $(x,y)$  sebanding dengan kecerahan (*brightness*) yang biasanya dinyatakan dalam tingkatan *gray level* dari citra titik tersebut.

**Derau (Noise)**

Derau (*noise*) adalah titik-titik pada citra yang sebenarnya bukan merupakan bagian dari citra, melainkan ikut tercampur pada citra karena suatu sebab. Ada 3 macam noise, yaitu: (1) *Noise Aditif*. Noise yang bersifat menambahkan secara seragam pada sebuah bidang citra dengan varian tertentu. Contoh: *nois salt-and-pepper* yang menambahkan arah gelap dan terang pada citra. (2) *Noise Gaussian*. Memiliki intensitas sesuai dengan distribusi normal yang memiliki rerata (mean) dan varian tertentu. (3) *Noise Speckle*. Muncul saat pengambilan citra tidak sempurna karena alasan cuaca, perangkat dan lain sebagainya. Sifatnya multiflikatif, artinya semakin besar intensitas citra atau semakin cerah citra, semakin jelas juga *noise*.

*Noise* muncul biasanya akibat dari pembelokan yang tidak bagus (*sensor noise, photographic gain noise*). Gangguan dapat berupa variasi intensitas yang tidak berkolerasi dengan pixel tetangga. Secara visual, gangguan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan piksel tetangga (Rika Novita, 2011).

**Gaussian Filter**

*Gaussian Filter* tergolong sebagai *filter* lolos-rendah yang didasarkan pada fungsi *Gaussian*. Model dua dimensinya berupa :  $G(y,x) = e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$ . Standar deviasi pada pusat  $(y,x)$  mendapatkan bobot terbesar berupa 1. *Gaussian filter* ini sangat membantu dalam meminimalisi *noise* yang ada pada Gambar. Berikut adalah persamaan Distribusi *Gaussian Filter* untuk 1D:

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\sigma}} \frac{x^2}{2\sigma^2}$$

Nilai rata-rata (*mean*) adalah nol.

Dimana:

$G(x,y)$  = Elemen matriks pada posisi  $(x,y)$

$C$  = Konstanta normalisasi

$E$  = Konstanta *Euler*

$\sigma$  (Sigma) = *Filter radius* atau *Standard deviasi*

$x,y$  = Ukuran matriks yang jangkauannya dari  $-x$  sampai  $+x$  dengan titik tengah adalah  $x = 0, y = 0$

**Konvolusi**

Konvolusi dinyatakan dalam matriks, di mana setiap elemen matriks penapis tersebut dinamakan koefisien konvolusi. Operasi bekerja dengan menggeser kernel piksel per piksel, yang hasilnya kemudian disimpan dalam matriks baru. Contoh konvolusi yang terjadi antara citra  $f(x,y)$  berukuran  $5 \times 5$  dengan sebuah kernel berukuran  $3 \times 3$  yang diperlihatkan:

$$F(x,y) = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 3 & 5 & 4 \\ 6 & 6 & 5 & 5 & 2 \\ 5 & 6 & 6 & 6 & 2 \\ 6 & 7 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 5 & 2 & 4 & 4 \end{pmatrix} \quad g(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & .4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Tanda titik menunjukkan posisi (0,0) dari kernel Tahapan untuk mendapatkan hasil konvolusi yang terjadi antara citra dan kernel

**Metode Canny**

Canny merupakan salah satu bentuk operator yang paling populer saat ini. Operator ini diformulasikan dengan 3 tujuan utama:

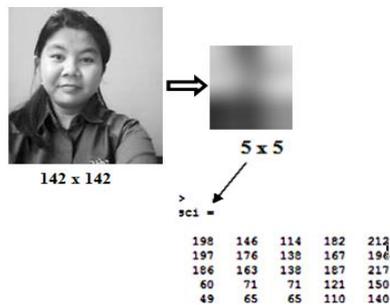
1. *Optimal detection*, dengan tidak adanya respon yang salah (palsu).
2. *Good Localization*, dengan jarak minimal antara posisi tepi sebenarnya dengan posisi yang terdeteksi.
3. *Single response*, dengan mengeliminasi *multiple response* menjadi satu garis tepi saja.

Algoritma dari deteksi tepi dengan *canny* operator adalah sebagai berikut:

1. *Smoothing* dengan *Gaussian filter*, tujuannya adalah untuk mengurangi respon terhadap *noise*.
2.  $|\Delta S| = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$  carilah turunan pertama arah horizontal,  $S_x$  dan vertical  $S_y$  dengan menggunakan operator sobel, kemudian hitung besaran atau magnitudonya :
3. *Non – maximum suppression*. Tujuan operator untuk mendeteksi lokasi tepi yang tepat, maka *non-maximum suppression* bertujuan mempertahankan puncak (ekivalen dengan diferensiasi tegak lurus terhadap tepi). *Non-maximum suppression* mencari titik tertinggi pada data besaran tepi. Ini diperoleh dengan menggunakan informasi arah tepi untuk memeriksa apakah titik tersebut berada pada puncak unggung bukit (*ridge*).
4. *Hysteresis Thresholding*
  - a. Jika gradient pada sebuah *pixel* diatas nilai '*High*' *pixel* tersebut maka *Pixel* tersebut merupakan '*edge pixel*'.
  - b. Jika gradient pada sebuah *pixel* di bawah nilai '*low*', *pixel* tersebut bukan '*edge-pixel*'.
5. Jika gradient pada sebuah *pixel* antar nilai '*low*' dan '*high*' maka *pixel* tersebut termasuk '*edge pixel*' jika dan hanya jika piksel tersebut terhubung dengan sebuah '*edge pixel*' secara langsung atau melalui *pixel - pixel* antara '*low*' and '*high*'.

**Penentuan Data**

Konversi citra ke matriks di mana ukuran yang digunakan adalah 5x5. Adapun matriks dengan 8 skala keabuan dibentuk ukuran 142x142 pixel.



(a) citra asli      (b) Size 5x5

Gambar 1. Citra Input

Fragmen perintah matlab untuk mengambil data dari citra asli adalah: *Gambar=imread('NF.jpg');*  
*red=Gambar(:, :, 1); green=Gambar(:, :, 2); blue=Gambar(:, :, 3); gray2=0.3\*red+0.5\*green+0.2\*blue ;*

**Deteksi Tepi**

Langkah awal untuk melakukan proses deteksi *canny* adalah dengan melakukan *filter Gaussian* sesuai dengan langkah awal untuk proses deteksi tepi di mana langkah-langkah nya adalah:

1. Lakukan penapisan terhadap citra dengan tujuan untuk menghilangkan derau. Hal ini dilakukan dengan *filter Gaussian*

$$G(x,y) = e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$$

Jika ditentukan  $\sigma^2=1$ , ukuran filter 5x5 dari pembentukan warna menjadi -2 -1 0 1 2. Nilai pada (0,0) yaitu 1.

1.  $G(0,0) = e^{-\frac{(0^2+0^2)}{2 \cdot 1}} = e^{-\frac{(0+0)}{2}} = e^{-\frac{0}{2}} = e^{-0} = 1$
2.  $G(1,0) = G(0,1) = G(-1,0) = G(0,-1) = e^{-1/2} = 0,6065$
3.  $G(1,1) = G(-1,1) = G(1,-1) = G(-1,-1) = e^{-1} = 0,3679$
4.  $G(1,2) = G(-1,2) = G(1,-2) = G(-1,-2) = G(2,1) = e^{-5/2} = 0,0821$

- 5.  $G(2.0)=G(-2.0)=G(0.2)=G(0.-2) = e^{-2} = 0,1353$
- 6.  $G(0.2)=G(-2.2)=G(2.-2)=G(-2.-2) = e^{-4} = 0, 0183$

Maka nilai pembobotan sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai Pembobotan

(x,y)	-2	-1	0	1	2
-2	0.0183	0.0821	0.1353	0.0821	0.0183
-1	0.0821	0.3679	0.6065	0.3679	0.0821
0	0.1353	0.6065	1.000	0.6065	0.1353
1	0.0821	0.3679	0.6065	0.3679	0.0821
2	0.0183	0.0821	0.1353	0.0821	0.0183

Selanjutnya normalisasi nilai pembobotan atau pembulatan dengan cara membaginya dengan nilai terkecil dari nilai pembobotan.

Tabel 2. Normalisasi Nilai Pembobotan

Nilai bobot	Pembulatan bobot
1.000	$1.000/0,0183 = 55$
0,6065	$0,6065/0,0183 = 33$
0,3679	$0,3679/0,0183 = 20$
0,0821	$0,0821/0,0183 = 4$
0,1353	$0,1353/0,0183 = 7$
0,0183	$0,0183/0,0183 = 1$

Selanjutnya mencari nilai c dengan cara membagi 1 dengan nilai terkecil di g (x,y).

$$C = \frac{1}{0.0183} = 55$$

Setelah nilai c sudah diketahui maka langkah selanjutnya adalah mengalikan konstanta c dengan nilai pembobotan.

$G(x,y) = 55 \times$	(x,y)	-2	-1	0	1	2
	-2	0.0183	0.0821	0.1353	0.0821	0.0183
	-1	0.0821	0.3679	0.6065	0.3679	0.0821
	0	0.1353	0.6065	1.000	0.6065	0.1353
	1	0.0821	0.3679	0.6065	0.3679	0.0821
	2	0.0183	0.0821	0.1353	0.0821	0.0183

Hasilnya sebagai berikut:

Tabel 3. Tabel Hasil g (x,y)

(x,y)	-2	-1	0	1	2
-2	1	4	7	4	1
-1	4	20	33	20	4
0	7	33	55	33	7
1	4	20	33	20	4
2	1	4	7	4	1

Maka distribusi *gaussian* nya seperti di bawah:

Tabel 4. Distribusi *Gaussian*

1	4	7	4	1
4	20	33	20	4
7	33	55	33	7
4	20	33	20	4
1	4	7	4	1

- 2. Proses untuk mendapatkan kekuatan tepi dengan menggunakan operator *Gaussian*  $G=G_x + G_y$

Langkah selanjutnya ialah mengalikan matriks Gambar asli (*gaussian*) dengan kernel distribusi *gaussian* dengan rumus:

$$h(x,y) = \frac{1}{331} (f(x,y) * g(x,y))$$

$$= \frac{1}{331} \begin{bmatrix} 198 & 146 & 114 & 182 & 212 \\ 197 & 176 & 138 & 167 & 196 \\ 186 & 163 & 138 & 187 & 217 \\ 60 & 71 & 71 & 121 & 150 \\ 49 & 65 & 65 & 110 & 140 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \\ 4 & 20 & 33 & 20 & 4 \\ 7 & 33 & 55 & 33 & 7 \\ 4 & 20 & 33 & 20 & 4 \\ 1 & 4 & 7 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{331} \begin{bmatrix} 198+584+798+728+212 & 792+2920+3762+3640+848 & & & \\ 197+704+966+668+196 & 788+3520+4554+3340+784 & & & \\ 186+652+966+748+217 & 744+3260+4554+3740+868 & & & \\ 60+284+497+484+150 & 240+1420+2343+2420+600 & & & \\ 49+260+455+440+140 & 196+1300+2145+2200+560 & & & \\ 1386+4818+6270+6006+1484 & 792+2920+3762+3640+848 & & & \\ 1379+5808+7590+5511+1372 & 788+3520+4554+3340+784 & & & \\ 1302+5379+7590+6171+1519 & 744+3260+4554+3740+868 & & & \\ 420+2343+3905+3993+1050 & 240+1420+2343+2420+600 & & & \\ 343+2145+3575+3630+980 & 196+1300+2145+2200+560 & & & \\ 198+584+798+728+212 & & & & \\ 197+704+966+668+196 & & & & \\ 186+652+966+748+217 & & & & \\ 60+284+497+484+150 & & & & \\ 49+260+455+440+140 & & & & \\ 2520 & 11962 & 19964 & 11962 & 2520 \\ 2731 & 12986 & 21660 & 12986 & 2731 \\ 2769 & 13166 & 21961 & 13166 & 2769 \\ 1475 & 7023 & 11711 & 7023 & 1475 \\ 1344 & 6401 & 10673 & 6401 & 1344 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 & 36 & 60 & 36 & 8 \\ 8 & 39 & 65 & 39 & 8 \\ 8 & 40 & 66 & 40 & 8 \\ 4 & 21 & 35 & 21 & 4 \\ 4 & 19 & 32 & 19 & 4 \end{bmatrix}$$

3. Perhitungan arah tepi

Langkah selanjutnya adalah penghitungan arah tepi dengan menggunakan rumus:

$$Theta = \tan^{-1}(G_y, G_x)$$

$$\begin{matrix} \text{Arah x} & \text{Arah y} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} & \times \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \times \begin{bmatrix} 8 & 36 & 60 & 36 & 8 \\ 8 & 39 & 65 & 39 & 8 \\ 8 & 40 & 66 & 40 & 8 \\ 4 & 21 & 35 & 21 & 4 \\ 4 & 19 & 32 & 19 & 4 \end{bmatrix}$$

MatrikG<sub>y</sub>

Penyelesaian:

- 1) Konvolusi pertama dilakukan terhadap *pixel* yang bernilai 39 (titik pusat maks)

$$\begin{aligned} G_x &= 8x(1) + 8x(0) + 8x1 &= 16 \\ 36x(-2) + 39x(0) + 40x(2) &= 8 \\ 60x(-1) + 65x(0) + 66x1 &= 6 \\ G_x &= 16 + 8 + 6 &= 30 \\ G_y &= 8x1 + 36x2 + 60x1 &= 140 \\ 8x0 + 39x(0) + 65x0 &= 0 \\ 8x1 + 40x2 + 66x1 &= 154 \\ G_y &= 140 + (0) + 154 &= 294 \end{aligned}$$

Nilai gradien = G<sub>x</sub> + G<sub>y</sub> = 30 + 294 = 324

- 2) Konvolusi ke dua dilakukan terhadap *pixel* yang bernilai 65 (titik pusat maks)

$$\begin{aligned} G_x &= 66x(1) + 39x(0) + 40x1 &= 106 \\ 60x(-2) + 65x(0) + 66x(2) &= 12 \\ 36x(-1) + 39x(0) + 40x1 &= 4 \\ G_x &= 106 + 12 + 4 &= 122 \\ G_y &= 66x1 + 60x2 + 36x1 &= 222 \\ 39x0 + 65x(0) + 39x0 &= 0 \\ 40x1 + 66x2 + 40x1 &= 212 \\ G_y &= 222 + (0) + 212 &= 434 \end{aligned}$$

Nilai gradien = G<sub>x</sub> + G<sub>y</sub> = 122 + 434 = 556

- 3) Konvolusi ke tiga dilakukan terhadap *pixel* yang bernilai 39 (titik pusat maks)

$$\begin{aligned} G_x &= 60x(1) + 65x(0) + 66x1 &= 126 \\ 36x(-2) + 39x(0) + 40x(2) &= 8 \\ 8x(-1) + 8x(0) + 8x1 &= 0 \\ G_x &= 126 + 8 + (0) &= 134 \\ G_y &= 60x1 + 36x2 + 8x1 &= 140 \\ 65x0 + 39x(0) + 8x0 &= 0 \\ 66x1 + 40x2 + 8x1 &= 154 \\ G_y &= 140 + (0) + 154 &= 294 \end{aligned}$$

Nilai gradien = G<sub>x</sub> + G<sub>y</sub> = 134 + 294 = 428

- 4) Konvolusi ke empat dilakukan terhadap *pixel* yang bernilai 40 (titik pusat maks)

$$\begin{aligned} Gx &= 8x(1) + 8x(0) + 4x1 && = 12 \\ 39x(-2) + 40x(0) + 21x(2) &&& = -36 \\ 65x(-1) + 66x(0) + 35x1 &&& = -30 \\ Gx &= 12 + (-36) + (-30) && = -54 \\ Gy &= 8x1 + 39x2 + 65x1 && = 151 \\ 8x0 + 40x(0) + 66x0 &&& = 0 \\ 4x1 + 21x2 + 35x1 &&& = 81 \end{aligned}$$

$$Gy = 151 + (0) + 81 = 232$$

$$\text{Nilai gradien} = Gx + Gy = -54 + 232 = 178$$

- 5) Konvolusi ke lima dilakukan terhadap *pixel* yang bernilai 66 ( titik pusat maks)

$$\begin{aligned} Gx &= 39x(1) + 40x(0) + 21x1 && = 60 \\ 65x(-2) + 66x(0) + 35x(2) &&& = -60 \\ 39x(-1) + 40x(0) + 21x1 &&& = -18 \\ Gx &= 60 + (-60) + (-18) && = -18 \\ Gy &= 39x1 + 65x2 + 39x1 && = 208 \\ 40x0 + 66x(0) + 40x0 &&& = 0 \\ 21x1 + 35x2 + 21x1 &&& = 112 \\ Gy &= 208 + (0) + 112 && = 320 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai gradien} = Gx + Gy = -18 + 320 = 302$$

- 6) Konvolusi ke enam dilakukan terhadap *pixel* yang bernilai 40 ( titik pusat maks)

$$\begin{aligned} Gx &= 65x(1) + 66x(0) + 35x1 && = 100 \\ 39x(-2) + 40x(0) + 21x(2) &&& = -36 \\ 8x(-1) + 8x(0) + 4x1 &&& = -4 \\ Gx &= 100 + (-36) + (-4) && = 60 \\ Gy &= 65x1 + 39x2 + 8x1 && = 151 \\ 66x0 + 40x(0) + 8x0 &&& = 0 \\ 35x1 + 21x2 + 4x1 &&& = 81 \end{aligned}$$

$$Gy = 151 + (0) + 81 = 232$$

$$\text{Nilai gradien} = Gx + Gy = 60 + 232 = 292$$

- 7) Konvolusi ke tujuh dilakukan terhadap *pixel* yang bernilai 21 ( titik pusat maks)

$$\begin{aligned} Gx &= 8x(1) + 4x(0) + 4x1 && = 12 \\ 40x(-2) + 21x(0) + 19x(2) &&& = -42 \\ 66x(-1) + 35x(0) + 32x1 &&& = -34 \\ Gx &= 12 + (-42) + (-34) && = -64 \\ Gy &= 8x1 + 40x2 + 66x1 && = 154 \\ 4x0 + 21x(0) + 35x0 &&& = 0 \\ 4x1 + 19x2 + 32x1 &&& = 74 \end{aligned}$$

$$Gy = 154 + (0) + 74 = 228$$

$$\text{Nilai gradien} = Gx + Gy = (-64) + 228 = 164$$

- 8) Konvolusi ke delapan dilakukan terhadap *pixel* yang bernilai 35 ( titik pusat maks)

$$\begin{aligned} Gx &= 40x(1) + 21x(0) + 19x1 && = 80 \\ 66x(-2) + 35x(0) + 32x(2) &&& = -68 \\ 41x(-1) + 21x(0) + 19x1 &&& = -10 \\ Gx &= 80 + (-68) + (-10) && = 2 \\ Gy &= 40x1 + 66x2 + 41x1 && = 213 \\ 21x0 + 35x(0) + 21x0 &&& = 0 \\ 19x1 + 32x2 + 19x1 &&& = 102 \end{aligned}$$

$$Gy = 213 + (0) + 102 = 315$$

$$\text{Nilai gradien} = Gx + Gy = 2 + 315 = 317$$

- 9) Konvolusi ke sembilan dilakukan terhadap *pixel* yang bernilai 21 ( titik pusat maks)

$$\begin{aligned} Gx &= 66x(1) + 35x(0) + 32x1 && = 98 \\ 40x(-2) + 21x(0) + 19x(2) &&& = -42 \\ 8x(-1) + 4x(0) + 4x1 &&& = -4 \\ Gx &= 98 + (-42) + (-4) && = 52 \\ Gy &= 66x1 + 40x2 + 8x1 && = 154 \\ 35x0 + 21x(0) + 4x0 &&& = 0 \\ 32x1 + 19x2 + 4x1 &&& = 67 \end{aligned}$$

$$Gy = 119 + (0) + 67 = 186$$

$$\text{Nilai gradien} = Gx + Gy = 52 + 186 = 238$$

Tabel 5. Nilai akhir gradient konvolusi *canny*

*	*	*	*	*
*	324	556	428	*
*	178	302	292	*
*	164	317	126	*
*	*	*	*	*

4. Setelah arah tepi diperoleh, perlu menghubungkan arah tepi dengan sebuah arah yang dapat dilacak dengan citra.

Tabel 6. Perubahan Theta

17.7	33.8	65.9	1.71	31.7
16.6	35.7	15.6	-67.9	15.6
5.71	1.71	57.9	-67.9	-36.8
59.9	-15.6	-42.9	-53.8	-29.6
48.9	64.9	-64.9	-69.9	-39.6

Tabel 7. Hasil Derajat Theta

0	45	45	0	45
0	45	0	-90	0
0	0	45	-90	-45
45	0	-45	-45	-45
45	45	-45	-45	-45

5. Penghilangan non-maksimum. Setelah diketahui hasil derajat theta maka selanjutnya penghapusan maksimum, penghilangan non maksimum dilakukan di sepanjang tepi pada arah tepi dan menghilangkan *piksel* (*piksel* diatur menjadi 0) yang tidak dianggap sebagai tepi. Dengan cara seperti itulah di peroleh tepi tipis.

Tabel 8. Ilustrasi Penghilangan Non-maksimum

0	45	45	0	45
0	45	0	90	0
0	0	45	-90	-45
45	0	-45	-45	-45
45	45	-45	-45	-45

6. Proses *hysteris* Menghilangkan garis - garis yang seperti terputus – putus pada objek

0	45	45	198	146	114
0	45	0	197	324	556
0	0	45	186	178	302

**Gaussian Filter**

Langkah selanjutnya ialah mengalikan matriks Gambar asli (*gaussian*) dengan kernel distribusi *gaussian* dengan rumus:

$$h(x,y) = \frac{1}{331} (f(x,y)) * g(x,y)$$

196	144	114	184	213	1	4	7	4	1
193	172	135	164	194	4	20	33	20	4
186	162	137	186	215	7	33	55	33	7
67	77	75	124	153	4	20	33	20	4
56	71	69	113	142	1	4	7	4	1

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{331} \begin{bmatrix} 196 + 576 + 798 + 736 + 213 & 576 + 2880 + 3762 + 3680 + 852 \\ 193 + 688 + 966 + 656 + 194 & 772 + 3440 + 4455 + 3280 + 776 \\ 186 + 648 + 966 + 744 + 215 & 744 + 3240 + 4521 + 3720 + 860 \\ 67 + 308 + 497 + 496 + 153 & 268 + 1540 + 2475 + 2480 + 612 \\ 56 + 284 + 455 + 452 + 142 & 224 + 1420 + 2277 + 2260 + 568 \end{bmatrix} \\
 &= \frac{1}{331} \begin{bmatrix} 1372 + 4752 + 6270 + 6072 + 1491 & 784 + 2880 + 3762 + 3680 + 852 \\ 1351 + 5676 + 7425 + 5412 + 1358 & 772 + 3440 + 4455 + 3280 + 776 \\ 1302 + 5346 + 7535 + 6138 + 1505 & 744 + 3240 + 4521 + 3720 + 860 \\ 469 + 2541 + 4125 + 4092 + 1071 & 268 + 1540 + 2475 + 2480 + 612 \\ 392 + 2343 + 3795 + 3729 + 994 & 224 + 1420 + 2277 + 2260 + 568 \end{bmatrix} \\
 &= \frac{1}{331} \begin{bmatrix} 198 + 576 + 798 + 736 + 213 \\ 193 + 688 + 945 + 656 + 194 \\ 186 + 648 + 959 + 744 + 215 \\ 67 + 308 + 525 + 496 + 153 \\ 56 + 284 + 483 + 452 + 142 \end{bmatrix} \\
 &= \frac{1}{331} \begin{bmatrix} 2519 & 11750 & 19957 & 11958 & 2521 \\ 2679 & 12723 & 21222 & 12723 & 2676 \\ 2759 & 13085 & 21827 & 13085 & 2752 \\ 1521 & 7375 & 12298 & 7375 & 1549 \\ 1389 & 6749 & 11253 & 6749 & 1417 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 8 & 35 & 60 & 36 & 8 \\ 8 & 38 & 64 & 38 & 8 \\ 8 & 40 & 66 & 40 & 8 \\ 6 & 22 & 37 & 22 & 6 \\ 4 & 20 & 34 & 20 & 4 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

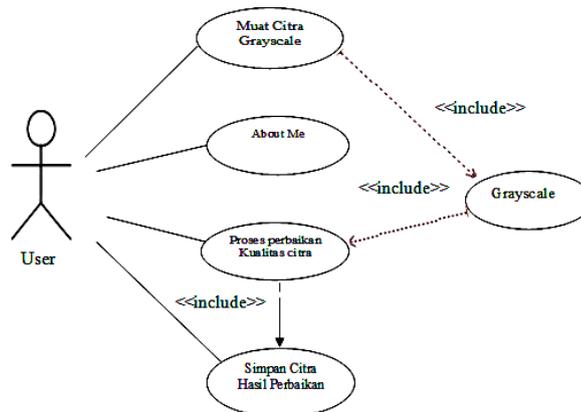
Jadi hasil akhir dari analisa perbaikan citra menggunakan metode *gaussian* adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Akhir Metode *Gaussian*

8	36	60	36	8
8	39	65	39	8
8	40	66	40	8
4	21	35	21	4
4	19	32	19	4

### Use Case Diagram

Diagram *use case* menunjukkan fungsionalitas sistem atau kelas dan interaksi dengan dunia luar.



Gambar 2. Use case Diagram Aplikasi

### Algoritma

Adapun algoritma yang digunakan adalah:

1. Algoritma citra

*Input* : Citra

Proses : Hitung Nilai Komponen Matriks Citra

*Output* : Matriks Citra

For x = 1 to *.height-1*

For y=1 to *.width-1*

$$Citra = R_{xy} + G_{xy} + B_{xy}$$

Next End for End for

2. Algoritma Konvolusi

*Input* : Citra *Grayscale*

Proses : Hitung Matriks Konvolusi

*Output* : Matriks Citra Konvolusi

For x = 1 to *.height-1*

For y = 1 to *.width-1*

$$Konvolusi = N1_{xy} + N2_{xy} + N3_{xy}$$

- ```

        Next End for
    End for
3. Algoritma Metode Canny
    Input : Citra Grayscale
    Proses : Hitung Besar Nilai Gradient
    Output : Matriks Hasil Operator Canny
        For x = 1 to .height-1
        For y =1 to .width-1
            G = (Gx + Gy)
        Next End for
    End for
4. Algoritma Metode Gaussian
    Input : F(x,y) = Kernel Gaussian
           G(x,y) = Citra Grayscale
    Proses : For x = 1 to .height-1
           For y = 1 to .width-1
               Gaussian = f(x,y) * g(x,y)
    Output : Matriks Hasil Gaussian
    
```

### Implementasi

Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

#### 3. Tampilan Proses Canny



Gambar 3. Tampilan Canny

#### 4. Tampilan Gaussian



Gambar 4. Tampilan Gaussian

### KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut: (1) Penerapan Gaussian Filter sangat tepat didahului dengan deteksi tepi yaitu Canny. Canny sangat mendukung cara kerja gaussian lebih spesifik dan terfokus pada citra yang memiliki noise; dan (2) Aplikasi yang dirancang dengan menggunakan tools yang ada membantu menghasilkan citra dengan perbaikan yang signifikan.

### DAFTAR PUSTAKA

Kadir Abdul. Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra. Andi, Yogyakarta, 2013  
 Fajar Astuti Hermawati. Pengolahan Citra Digital. Andi, Yogyakarta, 2013  
 Sutoyo, d k k. " Teori Pengolahan Citra Digital". Andi Offset. Yogyakarta, 2009  
 Putra, Darma, "Pengolahan Citra Digital". Penerbit Andi. Yogyakarta 2010  
 Munir R, "Pengolahan Citra Digital Dengan pendekatan Algoritmik", Penerbit Andi, Yogyakarta 2004.

- Awaluddin, M. Darma B.Y, Penajaman dan Segmentasi Citra Pada Pengolahan Citra Digital,(65-0852-1697)
- Awaluddin, M. Darmo. “*Penajaman dan Segmentasi Pada Pengolahan Citra Digital*”, 65, 0852-1697
- Hermawan, Julius. *Analisa Desain dan Pemrograman Berorientasi Obyek dengan UML dan Visual Basic*. Net, Andi , Yogyakarta., 2005
- Sugiarti, Y, “*Analisis & Perancangan UML (unified Modelling Language) Generated VB.6*”, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta 2003
- Joko Kurniawan, Implementasi Discreate Wavelet Transform Untuk Penyisipan Gambar Pada Gambar, Vol VI, No 1, 2014

## PERANCANGAN APLIKASI DETEKSI TEPI PADA CITRA DIGITAL DENGAN METODE OPERATOR SOBEL DAN OPERATOR LAPLACIAN OF GAUSSIAN (LOG)

Ridho Fahmi; Sinar Sinurat

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Segmentasi untuk mendapatkan objek yang terkandung dalam citra atau membagi citra ke dalam beberapa daerah ke dalam setiap objek adalah bagian dari pendeteksian tepi. Deteksi tepi ini memanfaatkan perubahan nilai intensitas yang drastis pada batas dua atau beberapa area. Dalam penggunaannya, deteksi tepi menggunakan operator berbasis turunan pertama dan turunan kedua. Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam mendeteksi tepi, contohnya adalah metode Roberts, Sobel Canny, Prewitt, Laplacian of Gaussian (LoG), compas, dan SUSAN. Deteksi tepi operator sobel merupakan pengembangan metode robert dengan menggunakan filter HPF (Hight Pass Filter). Metode ini mengambil prinsip dari fungsi operator laplacian of gaussian yang merupakan operator turunan ke dua. Hasil pendeteksian tepi menghasilkan batas nilai citra di mana citra yang akan diolah selanjutnya yang berada dalam segmentasi akan dihaluskan sedemikian hingga menampilkan perubahan dari citra semula.

**Kata kunci:** Sobel, Gaussian, Tepi\_Citra, RGB, Konvolusi

### PENDAHULUAN

Tepi adalah sekumpulan piksel yang terhubung (*connected pixel*) yang membatasi objek-objek yang terdapat di dalam citra. Ada tiga macam tepi yang terdapat di dalam citra digital, yaitu tepi curam, tepi landai dan tepi yang mengandung derau (*noise*).

Dalam jurnal Mochamad Nor Cholish dkk, yang meneliti “Aplikasi deteksi tepi sobel untuk identifikasi tepi citra medis” menjelaskan bahwa berdasarkan hasil penelitian pendeteksian tepi dengan metode Sobel dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode Sobel pada deteksi tepi untuk identifikasi tepi citra medis merupakan langkah tepat, karena pendeteksi tepi ini sangat optimum dan menghasilkan pixel tepi minimum yang mendekati tepi sesungguhnya, sehingga dalam penelitiannya diharapkan untuk melakukan suatu penelitian lebih lanjut mengenai deteksi tepi sobel.

Salah satu dari proses segmentasi citra dengan melakukan pendeteksian tepi pada suatu Gambar agar dapat memperoleh tepi objek. Deteksi tepi memanfaatkan perubahan nilai intensitas yang drastis pada batas dua area.

### METODE

Dalam penelitian ini, penulis menentukan langkah-langkah rancangan sebagai berikut:

#### Studi Literatur

Pengumpulan data sebanyak mungkin untuk pengolahan data, sejumlah artikel, referensi atau situs yang berkaitan dengan fungsi-fungsi dalam aplikasi.

#### Analisis

Menerapkan langkah-langkah deteksi tepi citra dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

#### Perancangan

Membuat prototipe mulai dari analisis hingga rancangan arsitektur, cara kerja, modul, basis data dan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi.

#### Implementasi

Melakukan penerapan pada perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

#### Pengujian Aplikasi

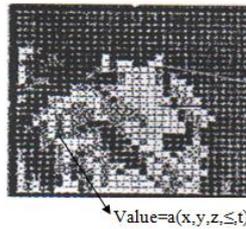
Menerapkan data pada aplikasi untuk melihat proses deteksi tepi dan membuat kesimpulan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Istilah “citra” pada umumnya digunakan dalam bidang pengolahan citra yang diartikan sebagai suatu fungsi kontinu dari intensitas cahaya  $f(x,y)$  dalam bidang dua dimensi, dengan  $(x,y)$  menyatakan suatu koordinat dan nilai  $f$  pada setiap titik  $(x,y)$  menyatakan intensitas atau tingkat kecerahan (*brightness*). Suatu citra digital adalah suatu citra kontinu yang diubah ke dalam bentuk diskrit, baik koordinat maupun intensitas cahayanya.

Citra merupakan suatu matriks, dimana indeks baris dan kolomnya menyatakan koordinat sebuah titik pada citra tersebut dan nilai masing-masing elemennya menyatakan intensitas cahaya pada titik tersebut.

Citra analog maupun digital dibagi dalam N baris dan M kolom sehingga diperoleh  $A(x,y)$  dengan memberikan nilai diskrit bagi setiap titik. Pada umumnya, citra digital yang direpresentasikan dengan  $A(x,y)$  merupakan sebuah fungsi dari banyak variabel yang mencakup kedalaman/ *depth* (z), warna/ *color* (y), dan waktu/ *time* (t). Representasi citra digital diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Representasi Citra Digital (Murni, 1992)

**Konvolusi**

Konvolusi dinyatakan dalam matriks, di mana setiap elemen matriks penapis tersebut dinamakan koefisien konvolusi. Operasi bekerja dengan menggeser kernel piksel per piksel, yang hasilnya kemudian disimpan dalam matriks baru. Contoh konvolusi yang terjadi antara citra  $f(x,y)$  berukuran 5x5 dengan sebuah kernel berukuran 3x3 yang diperlihatkan:

$$F(x,y) = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 3 & 5 & 4 \\ 6 & 6 & 5 & 5 & 2 \\ 5 & 6 & 6 & 6 & 2 \\ 6 & 7 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 5 & 2 & 4 & 4 \end{pmatrix} \quad g(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & .4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Tanda (titik) menunjukkan posisi (0,0) dari kernel Tahapan untuk mendapatkan hasil konvolusi yang terjadi antara citra dan kernel.

**Operator Sobel**

Operator sobel menghindari adanya perhitungan gradient di titik interpolasi. Operator Sobel menggunakan filter HPF (*Hight Pass Filter*) yang diberi satu angka nol penyangga dan juga mengambil prinsip fungsi laplacian dan gaussian sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF (*Hight Pass Filter*). Kelebihan dari metode sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi. Operator sobel lebih sensitif terhadap tepian diagonal dari pada tepian vertikal dan horisontal. Operator ini terbentuk dari matriks berukuran 3 x 3 seperti berikut ini:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Sama halnya operator robert, operator prewit dan operator sobel yang dapat di hitung berbasis gradient (turunan pertama), maka besar gradient sebagai berikut.

$|M| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$  disederhanakan dengan:

$|M| = |G_x| + |G_y|$  di mana M adalah besar gradient di titik tengah kernel dan turunan parsial dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$G_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6)$

$G_y = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6)$

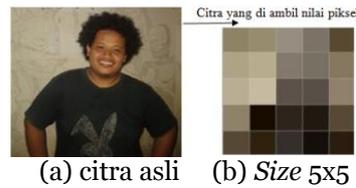
**Gaussian Of Laplace**

Deteksi tepi orde kedua yang makin kurang sensitif terhadap derau adalah laplacian of gaussian (LoG). Hal disebabkan penggunaan fungsi gaussian yang memuluskan citra dan berdampak terhadap pengurangan derau pada citra. Akibatnya, operator mereduksi jumlah tepi yang salah terdeteksi (Crane, 1997). Menurut Fisher dkk. (2003), operator LoG merupakan operator turunan kedua yang dihitung dengan:

$$\nabla^2 G(x,y) = \left( \frac{x^2+y^2-2s^2}{s^4} \right) e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2s^2}}$$

**Penentuan Data**

Tahap ini melakukan konversi citra digital ke dalam bentuk matriks di mana ukuran matriks yang digunakan adalah ukuran 5x5. Matriks citra yang dibentuk adalah:



Gambar 2. Citra Input

**Operator Sobel**

Adapun langkah-langkah adalah:

4. Citra input dengan matriks 5x5 pada nilai f(x,y), di mana pengambilandata decimal ini dapat dilakukan dengan matlab pada citra input di atas dengan cara:

```
Gambar=imread('NF.jpg');
red=Gambar(:,:,1);
green=Gambar(:,:,2);
blue=Gambar(:,:,3);
gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;
```

maka datanya citra hasil grayscale adalah :

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} 139 & 160 & 146 & 126 & 85 \\ 178 & 179 & 128 & 121 & 133 \\ 184 & 199 & 93 & 86 & 141 \\ 142 & 22 & 46 & 32 & 85 \\ 82 & 51 & 49 & 22 & 42 \end{bmatrix}$$

5. Tentukan kernel yang digunakan untuk mendeteksi citra yaitu :

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

6. Hitung nilai konvolusi dari  $G_x$  tersebut :

$$\begin{bmatrix} 139 & 160 & 146 & 126 & 85 \\ 178 & 179 & 128 & 121 & 133 \\ 184 & 199 & 93 & 86 & 141 \\ 142 & 22 & 46 & 32 & 85 \\ 82 & 51 & 49 & 22 & 42 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$|G_x| = (-1 \times 139) + (2 \times 178) + (1 \times 184) + (1 \times 146) + (2 \times 128) + (1 \times 93) = |-184| = 184$$

7. Hitung nilai konvolusi dari  $G_y$  tersebut :

$$\begin{bmatrix} 139 & 160 & 146 & 126 & 85 \\ 178 & 179 & 128 & 121 & 133 \\ 184 & 199 & 93 & 86 & 141 \\ 142 & 22 & 46 & 32 & 85 \\ 82 & 51 & 49 & 22 & 42 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

$$|G_y| = (1 \times 139) + (-1 \times 184) + (2 \times 160) + (-2 \times 199) + (1 \times 146) + (1 \times 128) + (-1 \times 93) = 106$$

maka hasil nilai gradient dari perhitungan  $G_x$  dan  $G_y$  tersebut yaitu :

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} = |G| = |G_x| + |G_y| = |184| + |106| = 290$$

8. Dengan cara yang sama maka akan menghasilkan perhitungan  $G_x$  seperti di bawah ini :

$$\begin{bmatrix} 139 & 160 & 146 & 126 & 85 \\ 178 & 179 & 128 & 121 & 133 \\ 184 & 199 & 93 & 86 & 141 \\ 142 & 22 & 46 & 32 & 85 \\ 82 & 51 & 49 & 22 & 42 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Nilai kernel dihitung dengan cara berikut :

$$|G_x| = (-1 \times 160) + (-2 \times 179) + (-1 \times 199) + (1 \times 126) + (2 \times 212) + (1 \times 80) = |-81| = 81$$

6. Menghitung nilai konvolusi citra dengan karnel  $G_y$

$$\begin{bmatrix} 139 & 160 & 146 & 126 & 85 \\ 178 & 179 & 128 & 121 & 133 \\ 184 & 199 & 93 & 86 & 141 \\ 142 & 22 & 46 & 32 & 85 \\ 82 & 51 & 49 & 22 & 42 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Nilai kernel dihitung dengan cara berikut :

$$|G_y| = (1 \times 160) + (-1 \times 199) + (2 \times 146) + (-2 \times 93) + (1 \times 126) + (-1 \times 212) + (-1 \times 86) = 319$$

maka hasil nilai gradient dari perhitungan  $G_x$  dan  $G_y$  tersebut yaitu :

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} = |G| = |G_x| + |G_y| = |81| + |319| = 400$$

7. Lakukan dengan cara sama seperti di atas maka diperoleh hasil akhir sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} * & * & * & * & * \\ * & 290 & 400 & 213 & * \\ * & 853 & 796 & 591 & * \\ * & 804 & 454 & 661 & * \\ * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

### Laplace Of Gaussian

Operator Laplacian of Gaussian (LoG) adalah turunan ke dua dari tepi berjenis landai adalah fungsi yang memotong sumbu x pada lokasi tepi.

Dengan melanjutkan hasil dari perhitungan metode operator Sobel, maka dengan cara yang sama metode operator Laplacian of Gaussian (LoG) dapat diterapkan. adapun hasil dari perhitungan metode operator Sobel yaitu menghasilkan nilai  $f(x,y)$  seperti dibawah ini.

$$f(x,y) \begin{bmatrix} 139 & 160 & 146 & 126 & 85 \\ 178 & 290 & 400 & 213 & 133 \\ 184 & 853 & 796 & 591 & 141 \\ 182 & 804 & 454 & 661 & 85 \\ 82 & 51 & 49 & 22 & 42 \end{bmatrix}$$

Tentukan kernel  $G_y$  :

$$|G_{x,y}| = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & -4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

menghitung nilai konvolusi dari citra tersebut dengan kernel  $G_{x,y}$  :

$$\begin{bmatrix} 139 & 160 & 146 & 126 & 85 \\ 178 & 290 & 400 & 213 & 133 \\ 184 & 853 & 796 & 591 & 141 \\ 182 & 804 & 454 & 661 & 85 \\ 82 & 51 & 49 & 22 & 42 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & -4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Nilai kernel dihitung dengan cara berikut :

$$|G_{x,y}| = (-1 \times 160) + (-1 \times 178) + (4 \times 290) + (-1 \times 400) + (-1 \times 853) = |-431| = 431$$

Menghitung nilai konvolusi dari citra tersebut dengan kernel  $G_{x,y}$

$$\begin{bmatrix} 139 & 160 & 146 & 126 & 85 \\ 178 & 290 & 400 & 213 & 133 \\ 184 & 853 & 796 & 591 & 141 \\ 182 & 804 & 454 & 661 & 85 \\ 82 & 51 & 49 & 22 & 42 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & -4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Nilai kernel dihitung dengan cara berikut :

$$|G_{x,y}| = (-1 \times 146) + (-1 \times 290) + (4 \times 400) + (-1 \times 213) + (-1 \times 796) = 161$$

Menghitung nilai konvolusi dari citra dengan kernel  $G_{x,y}$

$$\begin{bmatrix} 139 & 160 & 146 & 126 & 85 \\ 178 & 290 & 400 & 213 & 133 \\ 184 & 853 & 796 & 591 & 141 \\ 182 & 804 & 454 & 661 & 85 \\ 82 & 51 & 49 & 22 & 42 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & -4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Nilai kernel dihitung dengan cara berikut :

$$|G_{x,y}| = (-1 \times 126) + (-1 \times 400) + (4 \times 213) + (-1 \times 133) + (-1 \times 591) = |-402| = 402$$

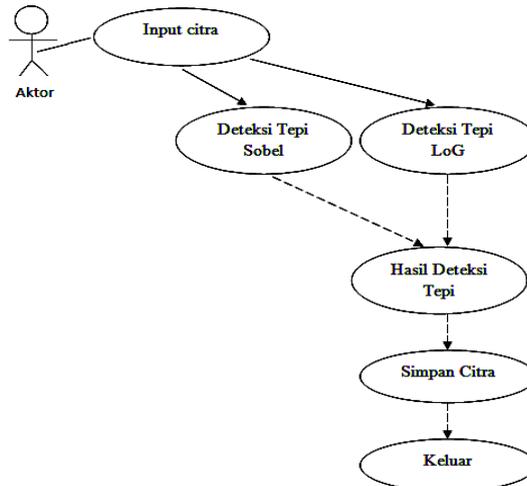
Dengan cara yang sama seperti yang dilakukan diatas, maka pixel-pixel pada baris ke dua dan ke tiga yang dikonvolusikan akan menghasilkan nilai seperti dibawah ini :

$$\begin{bmatrix} * & * & * & * & * \\ * & -431 & 161 & -402 & * \\ * & 1338 & 886 & 553 & * \\ * & 1716 & -494 & 1492 & * \\ * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

**Perancangan Interface**

**Use Case**

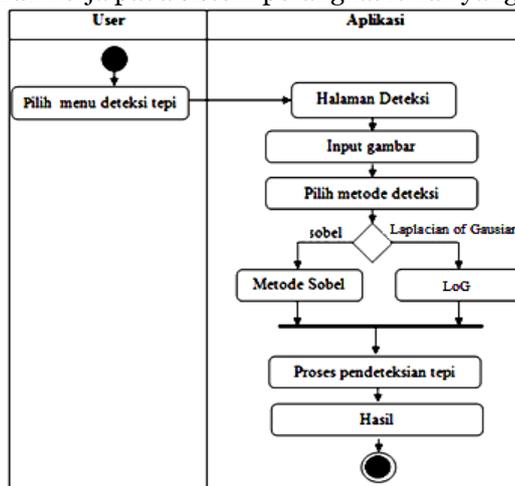
Fungsionalitas sistem, agar *user* dapat mengerti kegunaan aplikasi yang akan dibangun. adalah :



Gambar 3.2 Use case Diagram Aplikasi

**Activity Diagram**

Memodelkan komputasi aliran kerja pada sistem perangkat lunak yang sedang dikembangkan.



Gambar 3.3 Activity Diagram Halaman deteksi tepi

**Algoritma dan Implementasi**

**Algoritma**

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

6. Algoritma Menu Utama

Input : File Citra

Output : Citra

Proses :

a ← input citra ; b ← simpan ; c ← keluar

If a = True Then Tampilkan sub-sub menu file

Else if (pilihan input citra) Then

Tampilkan citra asli

Else if (pilihan proses deteksi tepi sobel ) Then

Tampilkan hasil deteksi tepi sobel

Else if (pilihan proses deteksi tepi LoG) Then

Tampilkan hasil deteksi tepi LoG

Else if (Pilihan Simpan) Then Simpan citra hasil

Else if (Pilihan Keluar) Then

Keluar dari Menu Utama

End if

7. Algoritma Input Citra

Input : File Citra  
Output : Citra  
Proses :  
If citra = True Then  
    Tampil Gambar citra  
Else if pilih keluar Then  
    Keluar dari aplikasi  
End if Endif

8. Algoritma Sobel

Input : Citra Asli  $\leftarrow F(i,j)$   
Output : File citra hasil perbaikan  
Proses :  
if i=get (prewitt.axes1,'Userdata') Then  
    (Tampil Citra yang akan diproses dari axes1)  
Else if i ('Belum ada Gambar1'), Then  
    Pesan "sobel process error"  
Else if (x,y)  $\leftarrow$  Tampilkan kernel Sobel  
Else if edge\_t=im2bw(edge\_p/255,0.2)  
    Tampil proses deteksi tepi sobel  
Else if set(imshow(edge\_t));  
    set(prewitt.axes2,'Userdata',edge\_t) Then  
    (Tampil Hasil Deteksi Tepi Sebuah Citra)

End if

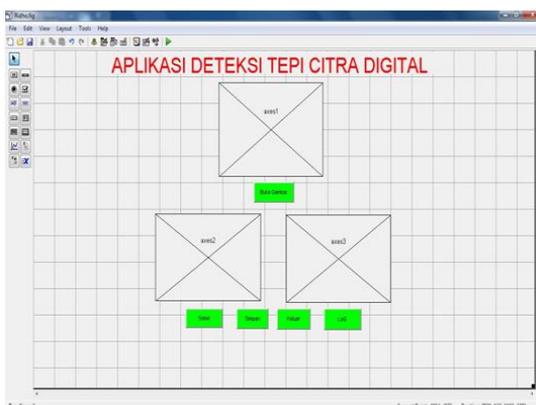
6. Algoritma Log of Gaussian

Input :  $f(x,y) \leftarrow$  citra yang akan diproses  
Output :  $h(x,y)$  // Hasil Deteksi Tepi LoG  
Proses :  
if i=get (LoG.axes1,'Userdata') Then  
    (Citra yang akan diproses dari axes1)  
Else if i ('Belum ada Gambar1'), Then  
    Pesan "LoG process error"  
Else if (x,y)  $\leftarrow$  Kernel LoG then  
Else if edge\_t=im2bw(edge\_p/255,0.9)  
    Tampil proses deteksi tepi LoG then  
Else if set(imshow(edge\_t));  
    set(LoG.axes2,'Userdata',edge\_t)  
    Then (Hasil Deteksi Tepi Sebuah Citra)  
End if

**Implementasi**

Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

5. Tampilan Menu Utama sebagai berikut :



Gambar 4.1. Menu Utama

6. Tampilan Menu Input



Gambar 4.2. Menu input

7. Tampilan Form Proses



Gambar 4.3. Menu Prose Deteksi Tepi

**KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut: (1) Operator sobel dan operator laplacian of gaussian (LoG) dengan konstanta berbeda, pada operator sobel menggunakan konstanta  $c=2$  sedangkan operator laplacian of gaussian tidak ada. (2) Pada operator sobel deteksi tepi yang dihasilkan memiliki hasil tepi citra yang cukup baik, sehingga garis tepi pada citra tersebut memperlihatkan pola yang hampir sesuai dengan citra yang aslinya. (3) Pada operator LoG deteksi tepi yang dihasilkan memiliki hasil tepi citra yang kurang baik dibandingkan dengan hasil dari operator sobel, sehingga garis tepi pada citra tersebut memperlihatkan pola yang kurang jelas dan tidak sesuai dengan citra yang aslinya.

**DAFTAR PUSTAKA**

T. Sutoyo, 2009. Teori Pengantar Citra Digital, ANDI Yogyakarta  
 Jogianto H.M, 1991. Analisis Dan Desain Sistem Informasi, ANDI Yogyakarta  
 Darma Putra , 2010. Pengolahan Citra Digital, ANDI Yogyakarta  
 Fajar Astuti Hermawati, 2013. "Pengolahan Citra Digital". Yogyakarta: Andi.

- Munir, Rinaldi 2004. Pengolahan Citra Digital Pendekatan Algoritmik  
Anianti Murni, 1992. Pengantar Pengolahan Citra, ANDI Yogyakarta  
Adi Nugroho, 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek, ANDI Yogyakarta  
Sutoyo T, ddk, 2009. Teori Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta & Semarang: ANDI & UDINUS  
Priyanto, Rahmat, 2007. Langsung Bisa Visual Basic.Net 2008, ANDI, Yogyakarta  
Abdul Kadir & Adhi Susanto, 2013. "Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra". Yogyakarta: Andi.  
Rosa A.S, M. Shallahuddin, 2011. "Rekayasa Perangkat Lunak". Bandung: Modula  
Abdul Kadir, 2013. "Dasar Pengolahan Citra dengan Delphi". Yogyakarta: Andi.  
Adi Nugroho, 2010. "Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek". Yogyakarta: Andi.

## **PENERAPAN METODE LEAST SIGNIFICANT BIT DALAM PENYISIPAN PESAN TEKS DAN MENGKOMPRESI CITRA DENGAN ALGORITMA HUFFMAN**

**Ade Fitriani<sup>1</sup>; Sony Bahagia Sinaga<sup>1</sup> dan Sinar Sinurat<sup>\*</sup>**

<sup>1</sup>STMIK Budidarma, Medan

Jl. Sisingamangaraja No. 338 Simpang Limun Medan

<sup>\*</sup>Alamat korespondensi: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Penyisipan pesan pada media lain ada kalanya sangat penting. Salah satu media dimaksud adalah sebuah Gambar atau citra, di mana proses penyisipan tersebut tidak diharapkan akan berpengaruh oleh karena penyisipan sesuatu padanya. Setelah citra disisip sesuatu maka langkah berikutnya adalah pemanfaatan citra, apakah akan dikirimkan kepada seseorang melalui media jaringan atau disimpan sendiri oleh pemiliknya. Jika dikirim maka perlu membahas jaringan akan tetapi jika hanya untuk kalangan sendiri maka dapat dianggap sebagai bagian dari keamanan yaitu sebagai alat legitimasi kepemilikan pada saat seseorang mempersoalkan akan citra tersebut. Dalam penelitian ini membahas penyisipan pesan teks pada citra tanpa membahas masalah jaringan komunikasi dan selanjutnya melakukan kompresi untuk memperkecil size ukuran citra. Untuk mengatasi persoalan teknik penyisipan akan digunakan metode Least Significant Bit (LSB). LSB melakukan modifikasi bit terakhir dalam satu byte data dengan bit-bit informasi dan hanya menyebabkan perubahan nilai bit satu lebih tinggi atau satu lebih rendah. Bit yang memiliki signifikansi paling tinggi adalah numerik dengan nilai tertinggi, bila terjadi perubahan pada bit akan menghasilkan perubahan sangat signifikan sedangkan hasil penyisipan akan dikompresi dengan algoritma Huffman. Algoritma Huffman memanfaatkan frekuensi karakter dari sajian data yang akan dikompresi, kemudian membuat kode-kode karakter dengan jumlah kemunculan karakter, pengurutan berdasarkan karakter ASCII dan frekuensinya, kemudian membentuk Pohon Huffman, pemberian bit 0 untuk cabang kiri dan bit 1 untuk cabang kanan, kemudian mencari kode untuk masing-masing karakter dan menulis hasil kompresi berdasarkan kode yang sudah diperoleh sebelumnya. Rancangan aplikasi yang dirancang, dilakukan pengujian penyisipan pesan teks pada citra kemudian akan diproses kompresi selanjutnya dengan Algoritma Huffman.

**Kata kunci:** LSB, citra, kompresi, huffman, pesan

### **PENDAHULUAN**

Menurut Achmad Wahid Kurniawan dalam jurnalnya yang berjudul “Implementasi Penyisipan Pesan Teks Pada Citra Digital Menggunakan Metode *Least Significant Bit*”. Teks merupakan komponen yang penting dalam menyampaikan pesan atau informasi. Selain itu informasi dapat berupa citra, suara dan lain sebagainya. Informasi tersebut kadang harus diamankan dan hanya boleh dilihat dan dibaca oleh orang tertentu sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat mengatur atau mengamankan informasi tersebut agar tidak diketahui orang-orang yang tidak berhak.

Penyisipan pesan teks untuk saat ini terhadap citra digital memang sangat diperlukan agar pesan tersebut tidak dapat diketahui oleh orang lain, dan masih banyak cara untuk menyembunyikan pesan tersebut. Kompresi merupakan proses mereduksi ukuran suatu data untuk menghasilkan representasi digital yang padat atau mampat (*compact*) namun tetap mewakili kualitas informasi yang pada data tersebut. Pada citra, video, dan audio, kompresi mengarah pada minimisasi jumlah bit rate untuk representasi digital (Darma Putra, 2010).

Ada beberapa faktor yang dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam memilih algoritma yang akan digunakan dalam kompresi data yaitu sumber daya yang dibutuhkan (*memory*, kecepatan PC), kecepatan kompresi, ukuran hasil kompresi, besarnya reduksi dan kompleksitas algoritma. Pada algoritma *Huffman* setiap karakter pada teks akan di kodekan dalam bentuk *string biner*. *Huffman* menggunakan metode statik yang selalu menggunakan peta kode yang sama.

### **METODE**

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka penulis mencoba memaparkan langkah-langkah baik secara teoritis maupun dalam aplikasi yang akan dirancang dengan:

**Studi literatur.** Pengumpulan informasi yang diperlukan untuk proses perancangan sistem yaitu mempelajari artikel, buku-buku atau situs yang memuat pengetahuan citra untuk mengetahui fungsi dan aplikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian ini.

**Analisis.** Menerapkan langkah-langkah LSB dan Huffman kemudian analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

**Perancangan.** Melanjutkan data analisis ke tahapan selanjutnya dengan perancangan arsitektur aplikasi, cara kerja, modul, basis data dan perancangan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi.

**Implementasi.** Membangun aplikasi dengan menerapkan cara kerja ke dua metode dengan tools yang sesuai.

**Pengujian aplikasi.** Menggunakan data citra pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil penyisipan dan kompresi dan menarik kesimpulan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Citra merupakan hasil evaluasi dalam diri seseorang berdasarkan persepsi dan pemahaman terhadap Gambaran yang telah diolah, diorganisasikan, dan disimpan dalam benak seseorang. Citra dapat diukur melalui pendapat, kesan atau respon seseorang dengan tujuan untuk mengetahui secara pasti apa yang ada dalam pikiran setiap individu mengenai suatu objek, bagaimana mereka memahaminya dan apa yang mereka sukai atau yang tidak disukai dari objek tersebut (Dharma Putra, 2009).

Citra, menurut kamus Webster, adalah suatu representasi, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek atau benda. Sedangkan dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat: 1. Optik, berupa foto. 2. Analog, berupa sinyal video. 3. Digital, yang dapat langsung disimpan pada media penyimpanan magnetik. Citra juga dapat dikelompokkan menjadi : 1. Cita tampak : foto, Gambar. 2. Citra tidak tampak : data Gambar dalam file, citra yang direpresentasikan dalam fungsi matematis.

Suatu citra bisa sangat kaya makna atau sederhana saja. Citra dapat berjalan stabil dari waktu ke waktu atau sebaliknya bisa berubah dinamis, diperkaya oleh jutaan pengalaman dan berbagai jalan pikiran asosiatif.

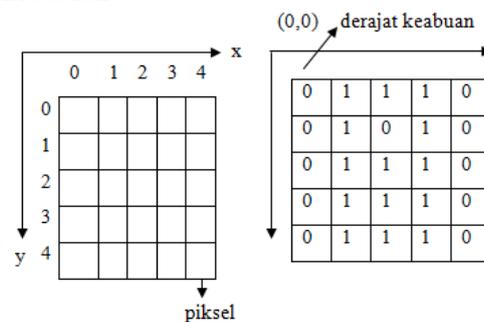
Citra analog adalah citra berupa hasil cetakan dalam kertas atau yang terdapat dalam klise (film). Sedangkan citra digital adalah citra yang sudah terekam dalam media rekam, misalnya camera digital, atau yang terdapat dalam video. Citra berdasarkan ruang dimensinya yaitu dua dimensi posisi (x,y) sedangkan 3 dimensi posisi (x,y,z). Posisi tersebut dalam bentuk representasi lain adalah matriks atau array dengan elemen-elemen data disebut pixel (picture element).

Citra analog maupun digital dibagi dalam N baris dan M kolom sehingga diperoleh A(x,y) dengan memberikan nilai diskrit bagi setiap titik. Pada umumnya, citra digital yang direpresentasikan dengan A(x,y) merupakan sebuah fungsi dari banyak variabel yang mencakup kedalaman/ *depth* (z), warna/ *color* (y), dan waktu/ *time* (t) atau dengan kata lain, representasi citra digital yang sebenarnya dilambangkan dengan a(x,y,z,≤,t). Jenis-jenis citra berdasarkan nilai *pixel*-nya : Citra Biner (*Monochrome*), Citra Skala Keabuan (*Grayscale*), Citra Warna (*True Color*), Citra Warna Berindeks.

**Struktur Data Citra Digital**

Matriks citra digital, setiap elemen dapat diakses melalui indeksnya, yaitu baris dan kolom. Sebuah citra digital berukuran NxM (Rinaldi Munir, Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, 2004) di mana N=jumlah baris (panjang/tinggi matriks) dengan  $0 \leq y \leq N-1$ ; M=jumlah kolom (lebar matriks) dengan  $0 \leq x \leq M-1$ ; L=intensitas warna maksimal (derajat keabuan) dengan  $0 \leq f(x,y) \leq L-1$ .

Representasinya data matrik adalah:



Gambar 2.1 Struktur Data Citra Berwarna

**Kompresi**

Menurut Dharma Putra (2009:261) dalam bukunya yang berjudul Pengolahan Citra Digital, proses kompresi merupakan proses mereduksi ukuran suatu data untuk menghasilkan representasi digital yang padat (*compact*) namun tetap mewakili kuantitas informasi yang terkandung. Pada citra, video, dan audio, kompresi mengarah pada minimisasi jumlah *bit rate* untuk representasi digital. Beberapa literatur, kompresi sering disebut juga *source coding*, *data compression*, *bandwidth compression*, dan *signal compression*.

Faktor-faktor penting dalam kompresi adalah :

- a. Pada citra tunggal atau frame tunggal video dapat terjadi korelasi yang signifikan antara suatu pixel dengan pixel tetangga. Kolerasi ini disebut dengan korelasi spasial (*spatial correlation*).
- b. Pada data citra yang diambil dari beberapa sensor (multi sensor), terdapat kolerasi yang signifikan antar sampel yang diambil oleh sensor-sensor disebut dengan korelasi spektral (*spectral correlation*).

c. Pada data citra temporal seperti video, terdapat korelasi yang signifikan antara sampel pada segmen waktu yang berbeda disebut dengan korelasi temporal (*temporal correlation*).

**Least Significant Bit (LSB)**

Menurut M. Fairus Abadi, 2010:65 Metode LSB merupakan metode steganografi yang paling sederhana dan mudah diimplementasikan. Metode ini menggunakan citra digital sebagai *coverttext*. Pada susunan bit di dalam sebuah bit (1 *byte* = 1 Bit), ada bit yang paling berarti (*Most Significant Bit* atau MSB) dan bit yang paling kurang berarti (*Least Significant Bit* atau LSB).

Sebagai contoh byte 11010010, angka bit 1 (pertama, digaris-bawahi), adalah bit MSB, dan angka bit 0 (terakhir, digaris-bawahi) adalah bit LSB. Bit yang cocok untuk diganti adalah bit LSB, sebab perubahan tersebut hanya mengubah nilai *byte* satu lebih tinggi atau satu lebih rendah dari nilai sebelumnya. Misalkan byte tersebut menyatakan warna merah, maka perubahan satu bit LSB tidak mengubah warna merah tersebut secara berarti. Mata manusia tidak dapat membedakan perubahan kecil tersebut.

Ada banyak cara menyisipkan pesan ke dalam media penyimpanan pesan, antara lain metode LSB (*Least Significant Bit*), *masking*, dan *filtering*, metode *Spread Spectrum*, dan lain-lain. Pada bagian ini hanya membahas steganografi menggunakan metode LSB saja. Perhatikan contoh untuk menyisipkan sebuah karakter A ke dalam citra *grayscale*.

**Algoritma Huffman**

Algoritma Huffman oleh David Huffman tahun 1952 menggunakan prinsip pengkodean yang mirip dengan kode Morse, yaitu tiap karakter (simbol) dikodekan hanya dengan rangkaian beberapa bit, di mana karakter yang sering muncul dikodekan dengan rangkaian bit yang pendek dan karakter yang jarang muncul dikodekan dengan rangkaian bit yang lebih panjang.

Klasifikasikan terdapat 2 kategori yaitu :

1. *Huffman* statis merupakan algoritma yang paling dasar di mana prosesnya hanya untuk data teks.
2. *Huffman* Dinamis merupakan *Huffman* statis dengan menambahkan atau mengurangi suatu proses tertentu.

$$RasioKompresi = \frac{(CitraAsli - HasilKompresi)}{CitraAsli} \times 100\%$$

**Pembentukan Pohon Huffman**

Kode Huffman merupakan kode prefiks (*prefix code*) yaitu himpunan kode biner, di mana kode prefiks ini tidak ada kode biner yang menjadi awal bagi kode biner yang lain. Untuk cabang kiri pada pohon biner diberi label 0, sedangkan pada cabang kanan pada pohon biner diberi label 1.

Langkah-langkah pembentukan pohon Huffman adalah sebagai berikut:

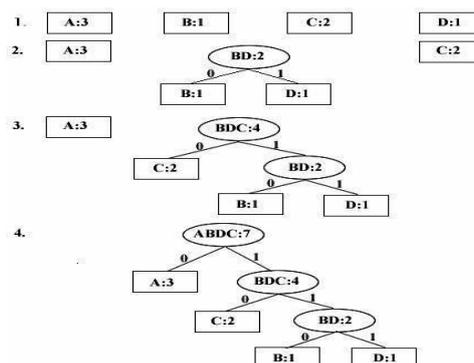
1. Baca semua karakter untuk menghitung frekuensi kemunculan setiap karakter. Setiap karakter penyusun teks dinyatakan sebagai pohon bersimpul tunggal. Setiap simpul di-assign dengan frekuensi kemunculan karakter
2. Terapkan strategi *greedy* dengan menggabungkan dua buah pohon yang mempunyai frekuensi terkecil pada sebuah akar. Setelah digabungkan akar tersebut akan mempunyai frekuensi yang merupakan jumlah dari frekuensi dua buah pohon-pohon penyusunnya.
3. Ulangi langkah 2 sampai hanya tersisa satu buah pohon Huffman. Agar pemilihan dua pohon yang akan digabungkan berlangsung cepat, maka semua yang ada selalu terurut menaik berdasarkan frekuensi.

Sebagai contoh, dalam kode ASCII *string* 7 huruf "ABACCCA" membutuhkan representasi 7x8 bit = 56 bit (7 byte), dengan rincian sebagai berikut:

A = 01000001 ; B = 01000010 ; A = 01000001 ;

C = 01000011 ; D = 01000100 ; A = 01000001

maka frekuensi kemunculan A=3, B=1, C=2, dan D=1



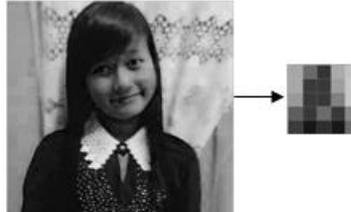
Gambar 2.3 Pohon Huffman untuk pesan ‘ABACCCDA’

**Penentuan Data**

Perancangan aplikasi ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu :

1. Tahap penentuan jenis data
2. Tahap menerapkan LSB dan Huffman
3. Tahap perancangan

Tahap penentuan jenis data adalah konversi citra digital ke dalam matriks di mana misalnya ukuran matriks 5x5. dengan format JPG mempunyai 8 bit skala keabuan.



Gambar 3.1 Input Citra Asli

di mana representasi datanya adalah :

$$\begin{pmatrix} 142 & 26 & 71 & 185 & 179 \\ 147 & 14 & 103 & 212 & 204 \\ 160 & 17 & 72 & 175 & 202 \\ 141 & 21 & 23 & 22 & 126 \\ 18 & 18 & 28 & 27 & 121 \end{pmatrix}$$

Fragmen perintah matlab untuk mengambil data dari citra asli adalah :

```
Gambar=imread('NF.jpg');
red=Gambar(:,:,1);
green=Gambar(:,:,2);
blue=Gambar(:,:,3);
gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;
```

Pesan yang akan disisip adalah “**ade**”. Kode ASCII dari pesan diberikan adalah : 97 100 101  
Kode ASCII tersebut untuk selanjutnya diubah menjadi 8 bit kode-kode biner sehingga diperoleh :  
011000010110010001100101

**Penerapan LSB**

Proses penyisipan pesan dengan metode LSB dapat dituliskan dalam algoritma sebagai berikut:

1. Inputkan pesan yang akan disisipkan.
2. Ubah pesan menjadi kode-kode biner. Untuk mempermudah dapat terlebih dulu diubah menjadi desimal, kemudian biner.
3. Inputkan citra grayscale yang akan disisipi pesan.
4. Dapatkan nilai derajat keabuan masing-masing piksel.
5. Ubah derajat keabuan tersebut menjadi kode-kode biner.
6. Ganti bit terakhir kode biner citra dengan bit pesan.
7. Ubah kode biner menjadi derajat keabuan citra baru (citra yang sudah disisipi pesan).

Dari data di atas maka nilai derajat keabuan masing-masing piksel diubah menjadi biner sebagai berikut :

|          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 10001110 | 00011010 | 01000111 | 10111001 | 10110011 |
| 10010011 | 00001110 | 01100111 | 11010100 | 11001100 |
| 10100000 | 00010001 | 01001000 | 10101111 | 11001010 |
| 10001101 | 00010101 | 00010111 | 00010110 | 01111110 |
| 00010010 | 00010010 | 00011100 | 00011011 | 01111001 |

Untuk selanjutnya, tiap bit kode biner pesan digunakan untuk menggantikan bit terakhir dari kode biner derajat keabuan citra. Proses penggantian dilakukan terurut, menurut baris ataupun kolom. Pada percobaan ini digunakan kolom.

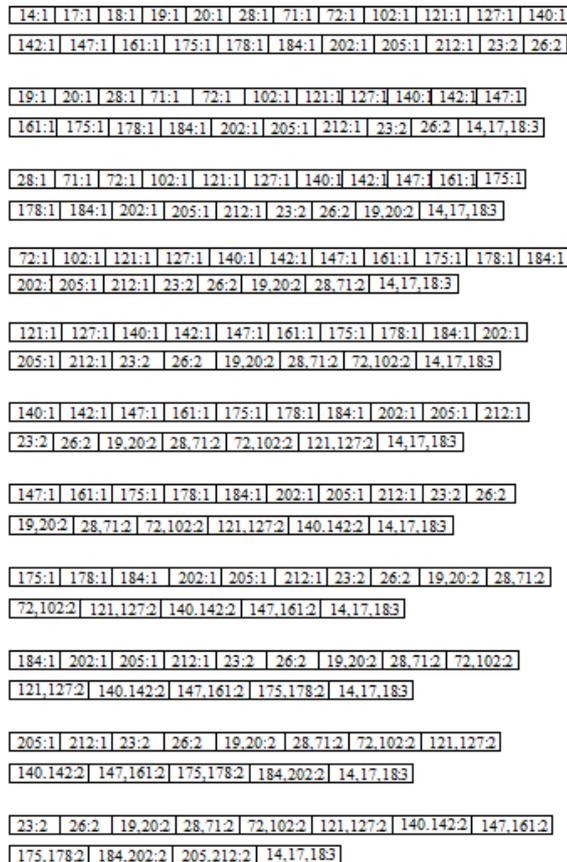
|          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 10001110 | 00011010 | 01000111 | 10111000 | 10110010 |
| 10010011 | 00001110 | 01100110 | 11010100 | 11001101 |
| 10100001 | 00010001 | 01001000 | 10101111 | 11001010 |
| 10001100 | 00010100 | 00010111 | 00010111 | 01111111 |
| 00010010 | 00010011 | 00011100 | 00011010 | 01111001 |

Jika data biner ini dikembalikan lagi menjadi decimal maka diperoleh seperti data semula.

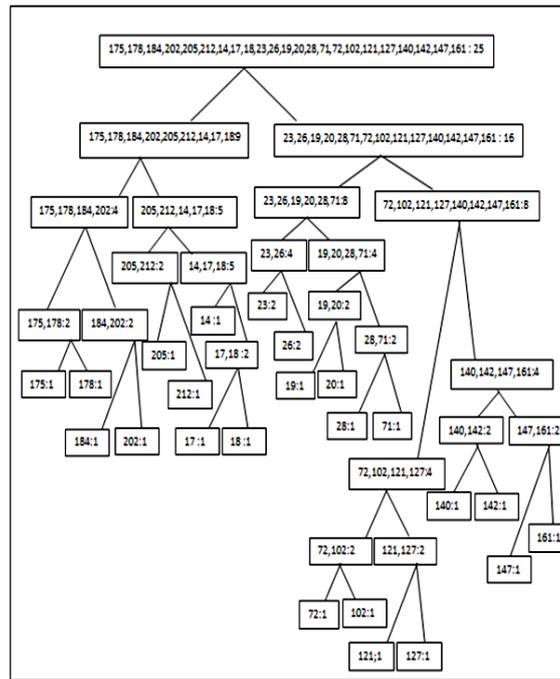
**Penerapan Huffman**

Dari data di atas maka penerapan *Huffman* untuk mengkompres data citra sebagai berikut:

1. Hitung frekuensi dari tiap nilai untuk setiap baris sampai setinggi citra dan setiap kolom sampai setinggi citra. Sehingga akan diperoleh frekuensi setiap nilai (piksel) sebagai berikut : 142 26 71 184 178 147 14 102 212 205 161 17 72 175 202 140 20 23 23 127 18 19 28 26 121
2. Baca simpul tersebut dan tentukan nilai warna yang ada serta frekuensi munculnya yaitu : 142:1 26:2 71:1 184:1 178:1 147:1 14:1 102:1 212:1 205:1 161:1 17:1 72:1 175:1 202:1 140:1 20:1 23:2 127:1 18:1 19:1 28:1 26:1 121:1
3. Urutkan frekuensi terkecil ke yang frekuensinya terbesar yaitu : 14:1 17:1 18:1 19:1 20:1 28:1 71:1 72:1 102:1 121:1 127:1 140:1 142:1 147:1 161:1 175:1 178:1 184:1 202:1 205:1 212:1 23:2 26:2
4. Cari simpul yang memiliki jumlah frekuensi terkecil pertama. Kemudian cari simpul yang mempunyai jumlah frekuensi terkecil kedua. Dari kedua simpul tadi jumlahkan frekuensinya. Hasil penjumlahan dari kedua simpul tadi menjadi sebuah simpul baru yang memiliki dua cabang kedua simpul. Simpul yang memiliki jumlah frekuensi terkecil pertama menjadi cabang kiri dan simpul yang memiliki jumlah frekuensi terkecil kedua menjadi cabang kanan.

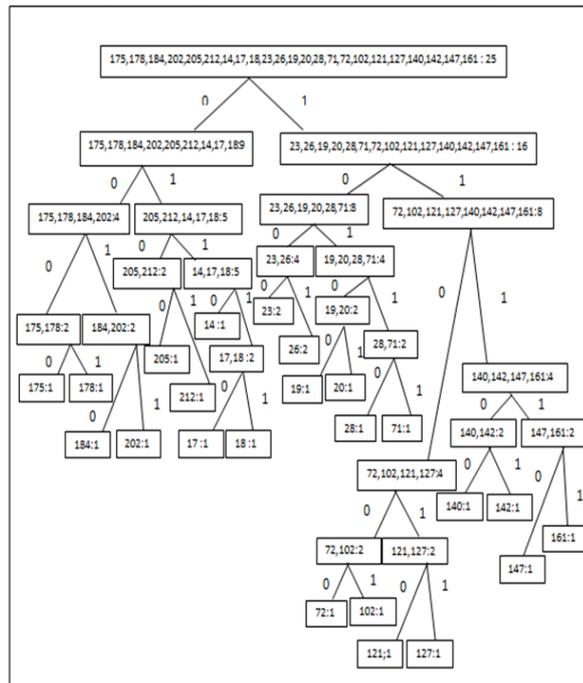


5. Proses ini berlanjut sampai semua simpul telah masuk ke dalam pohon dan frekuensi. Sebagai akar (root) dari pohon akan merupakan hasil penjumlahan semua frekuensi yang ada



Gambar 3.2 Pohon Huffman

6. Setelah terbentuk pohon Huffman dilakukan penelusuran terhadap pohon Huffman dengan memberikan kode “0” untuk setiap cabang kiri dan “1” untuk setiap cabang kanan.



Gambar 3.3 Pohon Huffman Dengan Kode Biner

7. Begitu didapatkan daun, maka nilai piksel dimasukkan dalam Tabel beserta angka-angka bit (“0” atau “1”) dari cabang-cabang yang dilalui untuk sampai pada daun yaitu :

|            |            |             |             |
|------------|------------|-------------|-------------|
| 175 : 0000 | 14 : 0110  | 20 : 10101  | 127 : 11011 |
| 178 : 0001 | 17 : 01110 | 28 : 10110  | 140 : 11100 |
| 184 : 0010 | 18 : 01111 | 71 : 10111  | 142 : 11101 |
| 202 : 0011 | 23 : 1000  | 72 : 11000  | 147 : 11110 |
| 205 : 0100 | 26 : 1001  | 102 : 11001 | 161 : 11111 |
| 212 : 0101 | 19 : 10100 | 121 : 11010 |             |



```

Data Menu Utama
If a = True Then
    Tampilkan sub-sub menu file
Else if (Pilihan Keluar) Then
    Keluar dari Menu Utama
End if

```

### 2. Algoritma Input Citra

```

Input      : File Citra
Output     : Citra
Proses     :
            If citra = True Then
                Tampil Gambar citra
            Else if pilih keluar Then
                Keluar dari aplikasi
            End if

```

### 3. Algoritma LSB

```

Input      : citra yang akan diproses
Output     : Hasil Penyisipan Pesan Teks
Proses     :
            if i=get (button1.text,'Userdata') Then
                (Tampil Citra yang akan diproses)
            Else if i ('Belum ada Gambar1'), Then
                Pesan "tampil citra process error"
            Else if
                set(imshow(edge_t));
                set(hasil.textbox3,'Userdata',edge_t) Then
                (Tampil Hasil Penyisipan Pesan dalam Citra)
            End if

```

### 4. Algoritma Huffman

```

Input      : Citra
Output     : File citra hasil kompresi
Proses     :

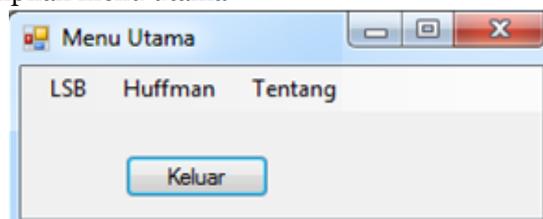
```

Jika citra diinput maka, proses pengkompresian citra dengan Algoritma *Huffman* dapat dilakukan. *Huffman* melakukan pengkompresian dengan merepresentasikan bit yang telah dikodekan semakin sering muncul *bit* tersebut maka akan semakin pendek pula representasi *bit*-nya. Begitu seterusnya hingga seluruh bit telah di representasikan, hingga hasil citra yang dikompresi akan keluar.

## Implementasi

Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

### 8. Tampilan Menu Utama Tampilan menu utama



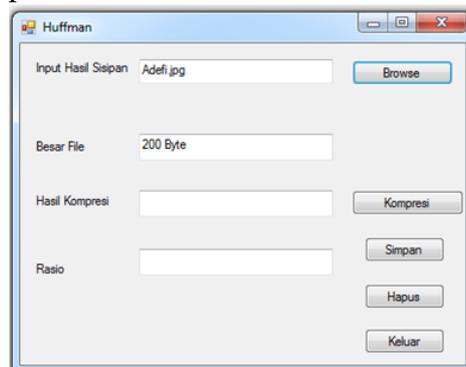
Gambar 4.1. Menu Open File

### 9. Tampilan Proses LSB



Gambar 4.2. Tampilan Proses LSB

## 10. Tampilan Proses Setelah Kompresi



Gambar 4.3. Tampilan Proses kompresi

**KESIMPULAN**

- Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :
1. Cara kerja metode *Least Significant Bit* dan algoritma *Huffman*, memanfaatkan metode *Least Significant Bit* untuk menyisipkan pesan pada citra dan algoritma *Huffman* digunakan untuk mengkompresi citra.
  2. Algoritma *Huffman* melakukan pengkodean setiap karakter ke dalam representasi bit. Semakin sering karakter muncul, maka semakin pendek panjang representasi bitnya. Sebaliknya bila semakin jarang muncul, maka semakin panjang representasi bit.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Krisnawati (2008,Mei), Metode Least Significant Bit (LSB) Dan Of File (EOF) untuk Menyisipkan Teks Ke Dalam Citra Grayscale, Tanggal Akses 7 april 2016.
- Anianti Murni, 1992. Pengantar Pengolahan Citra, ANDI Yogyakarta
- T. Sutoyo, S.Si, M.Kom, 2009. Teori Pengantar Citra Digital, ANDI Yogyakarta
- Darma Putra , 2010. Pengolahan Citra Digital, ANDI Yogyakarta
- Munir, Rinaldi 2004. Pengolahan Citra Digital Pendekatan Algoritmik
- Muhammad Sandi, " Analisis Teknik Kompresi Pada Citra Berformat Bmp dan PNG Dengan Menggunakan Algoritma Run Length Encoding", Maret 2015
- Josua Silaen, "Studi Perbandingan Algoritma Huffman dan Shannon Fano Dalam Pemampatan File Teks", Juli 2014
- Adi Nugroho, 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek, ANDI Yogyakarta
- Ladjamudin, Al-Bahra Bin. 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- Putra, Darma. 2009. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta. Penerbit ANDI.
- Arhami, M dan Desiana, A, Matlab, 2005.
- Subhan, Mohamad. 2012. *Analisa Perancangan Sistem*. Jakarta. Penerbit Lentera Ilmu Cendekia.
- Yuni, Sugiarti. 2003. *Analisa dan Perancangan UML*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- Hendrayudi. 2009. *Visual Basic 2008 Untuk Berbagai Keperluan Pemrograman*. Jakarta. Penerbit Elex Media Komputindo.
- Kusrini, dkk. 2007. *Tuntunan Praktis Membangun sisem Informasi Akuntansi dengan Visual Basic dan Microsoft SQL Server*. Yogyakarta. Penerbit ANDI.

## **OPTIMASI BIAYA TRANSPORTASI HASIL PRODUKSI KELAPA SAWIT PADA PT. PP LONDON SUMATERA INDONESIA TBK MENGGUNAKAN METODE VOGEL'S APPROXIMATION**

**Eris Ratih Unzila; Matias Julyus Fika Sirait**

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** PT. Lonsum adalah salah satu perusahaan yang memproduksi tandan buah segar (TBS) berupa minyak kelapa sawit. Perusahaan ini selama beroperasi menginginkan keuntungan yang maksimal. Dalam mencapai tujuan perusahaan ini selalu mempertimbangkan kebijakan lainnya seperti memaksimalkan total biaya transportasi produk dengan keterbatasan sarana dan prasarana dan meminimalkan biaya transportasi. Dalam memenuhi permintaan produk bervariasi. Mengirim barang dari satu tempat ke tempat lain memerlukan alat transportasi, baik alat transportasi yang dimiliki sendiri maupun menyewa, keduanya memerlukan biaya pengiriman. Dalam mengoptimasikan biaya transportasi hasil produksi kelapa sawit PT. PP London Sumatera Indonesia Tbk ditawarkan suatu aplikasi yang dapat digunakan untuk membantu mengolah data administrasi transportasi. Adapun dalam mengoptimasikan biaya transportasi hasil produksi kelapa sawit terdapat model transportasi yaitu Metode Vogel's Approximation Method (VAM). Sehingga metode ini tepat untuk menentukan biaya distribusi yang optimal dalam masalah transportasi sehingga perusahaan lebih mudah dalam merencanakan produksi yang menghasilkan keuntungan maksimal pada periode 1 tahun. Aplikasi yang dirancang akan memberikan hasil perhitungan yang maksimal dari setiap proses transportasi produksi dalam perusahaan untuk dipakai sebagai bahan pertimbangan kebijakan perusahaan tahun berikutnya.

**Kata kunci :** Produksi, VAM, Transportasi, Optimasi

### **PENDAHULUAN**

PT. PP London Sumatera Indonesia Tbk (Lonsum) adalah perusahaan yang bergerak di bidang pabrik kelapa sawit yang memproduksi *Crude Palm Oil* (CPO) dan Kernel. Lonsum telah berkembang menjadi salah satu perusahaan perkebunan yang terkemuka di dunia dengan produksi mencapai sekitar 44% dari total produksi minyak sawit. Hal ini karena PT. PP London Sumatera Indonesia Tbk telah konsisten dalam merebut persaingan dengan perusahaan-perusahaan lain yang sejenis. Banyaknya permintaan terhadap minyak sawit dan kernel menjadikan Lonsum sebagai perusahaan penghasil minyak sawit terbesar di Indonesia.

Berdasarkan data produksi kelapa sawit PT. PP London Sumatera Indonesia Tbk sebagai penghasil *Crude Palm Oil* (CPO) dan Kernel, perusahaan tentunya butuh biaya transportasi yang tidak sedikit jumlahnya dalam setiap kegiatan pendistribusian kepada konsumen, di mana kegiatan transportasi hasil produksi ditanggung sepenuhnya oleh perusahaan di mana pihak manajemen perusahaan dituntut mampu meminimalkan total biaya transportasi. Pengoptimasian biaya transportasi dalam mengirimkan produk dalam kapasitas yang tetap, dengan biaya yang lebih sedikit dibutuhkan model transportasi berkaitan pendistribusian barang-barang dari pusat-pusat pengiriman. Oleh karena itu metode ini tepat untuk menentukan biaya distribusi yang optimal dalam masalah transportasi adalah metode VAM. VAM merupakan metode yang lebih mudah dan lebih cepat untuk digunakan dalam mengalokasikan sumber daya dari beberapa sumber ke beberapa tujuan (daerah pemasaran), Sistem ini memiliki kelebihan dalam proses input, keakuratan proses perhitungan dan proses pengerjaan lebih cepat dari proses perhitungan secara manual. Oleh karena itu model transportasi tersebut akan di coba diimplementasikan dalam bentuk perangkat lunak untuk mempermudah proses perhitungan untuk mendapatkan biaya transportasi yang optimal.

### **METODE**

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka langkah-langkah baik secara teoritis maupun perancangan dalam aplikasi adalah:

**Studi Literatur.** Mengoleksi bahan-bahan pustaka yang berkaitan dengan biaya transportasi perusahaan atau referensi lain yang berkaitan dengan topik penelitian, mempelajari artikel, buku-buku atau sumber tentang VAM.

**Analisis.** Menerapkan langkah dan prosedur VAM dan analisis kebutuhan aplikasi.

**Perancangan.** Melanjutkan tahapan analisis dengan membangun arsitektur aplikasi, algoritma, modul, basis data dan interface, serta pengembangan aplikasi.

**Implementasi.** Perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi.** Menguji data pada aplikasi untuk melihat hasil optimalisasi transportasi dan menarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Transportasi adalah perpindahan barang atau orang dari tempat asal ke tempat tujuan dengan menggunakan sebuah alat yang digerakkan manusia atau mesin. Transportasi digunakan memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Transportasi sendiri dibagi 3 yaitu, transportasi darat, laut, dan udara.

Secara garis besar, transportasi merupakan kebutuhan ke dua atau kebutuhan turunan dari kebutuhan ekonomi masyarakat. (Rudy Azis, Asrul, 2001, Hal : 15). Secara umum, model dalam permasalahan transportasi dapat digambarkan dalam suatu Tabel yang menunjukkan sisi penawaran (asal) dan sisi permintaan (tujuan), kapasitas penawaran dan jumlah permintaan, serta biaya transportasi dari masing-masing sumber ke masing-masing tujuan. (Eddy Herjanto, 2008, Hal : 219).

Dalam bentuk matematika, permasalahan transportasi tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Min, } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\text{pembatasan: } \sum_{j=1}^n X_{ij} = S_i \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = d_j \quad \text{untuk } j = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{dan } X_{ij} \geq 0 \quad \text{untuk semua } i \text{ dan } j$$

Sumber : Eddy Herjanto, 2008, Hal : 220.

di mana :  $Z$  = Biaya total transportasi ;  $X_i$  = Jumlah barang yang harus diangkut dari  $i$  ke  $j$  ;  $C_{ij}$  = Biaya angkut per unit barang dari  $i$  ke  $j$  ;  $S_i$  = Banyaknya barang yang tersedia di tempat asal  $i$  ;  $d_j$  = Banyaknya permintaan barang di tempat tujuan  $j$  ;  $m$  = Jumlah tempat asal ;  $n$  = Jumlah tempat tujuan.

### Minyak Kelapa Sawit

Menurut (Pardamean, 2008) dalam junal (Budi Nining Widarti, Septian Hadi Susetyo, Edhi Sarwono, Degradasi COD Limbah Cair Dari Pabrik Kelapa Sawit Dalam Proses Pembentukan Biogas, Universitas Mulawarman, 2015, ISSN : 138-141) Kelapa sawit merupakan tumbuhan monokotil (berbiji tunggal) yang dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah. Kelapa sawit memiliki spesifik yaitu tanaman sejenis palma, buah tersusun dalam sebuah tandan dan disebut dengan tandan buah segar, satu tandan dewasa beratnya 15-30 kg tersusun dari 600-2000 buah dengan berat perbuah 15-30 gram, buah diambil minyaknya dengan hasi dari sabut (daging buah) menghasilkan 20-24% sedangkan inti sawit menghasilkan minyak sawit 3-4 %.

Minyak sawit termasuk minyak yang memiliki kadar lemak jenuh yang tinggi. Minyak sawit berwujud setengah padat pada temperatur ruangan dan memiliki beberapa jenis lemak jenuh asam laurat (0.1%), asam miristat (1%), asam stearat (5%), dan asam palmitat (44%). Minyak sawit juga memiliki lemak tak jenuh dalam bentuk asam oleat (39%), asam linoleat (10%), dan asam alfa linoleat (0.3%). Seperti semua minyak nabati, minyak sawit tidak mengandung kolesterol meski konsumsi lemak jenuh diketahui menyebabkan peningkatan kolesterol lipoprotein densitas rendah dan lipoprotein densitas tinggi akibat metabolisme asam lemak dalam tubuh. Minyak sawit juga *GMO free*, karena tidak ada kelapa sawit termodifikasi genetik (GMO) yang dibudidayakan untuk menghasilkan minyak sawit.

### Vogel's Approximation Method

Metode *Vogel's Approximation Method* (VAM) merupakan metode yang dapat mengatur alokasi dari beberapa daerah pemasaran. Langkah Penyelesaian *Vogel's Approximation Method* (VAM) :

1. Menyusun kebutuhan kapasitas sumber dan biaya pengangkutan ke dalam matriks.
2. Mencari selisih dua biaya terkecil (dalam nilai absolut) yaitu, biaya terkecil dan terkecil kedua untuk tiap baris dan kolom pada matriks.
3. Pilihlah satu nilai perbedaan-perbedaan yang terbesar di antara semua nilai perbedaan pada kolom dan baris.
4. Kemudian isilah pada salah satu segi empat yang termasuk dalam kolom atau baris terpilih, yaitu pada segi empat yang biayanya terendah di antara segi empat lain pada kolom atau baris. Isikan sebanyak mungkin yang bisa dilakukan.
5. Ulangi langkah-langkah 1, 2, 3 dan 4 sampai semua baris dan kolom seluruhnya teralokasikan (Yolanda Siagian, 2008, Hal : 123).

### Analisa dan Perancangan Penentuan Data

Pengumpulan data dalam hal optimasi biaya transportasi, data yang dikumpulkan yaitu, data jarak jalur pengiriman CPO ke tempat tujuan dan data biaya transportasi.

Adapun ketentuan biaya transportasi dihitung dengan Rp. 7.500 per liter bensin per kilometer (1 km x 1 liter bensin).

a. Jarak pengiriman CPO pada Pabrik Turangie *Estate* ke tujuan.

1. Turangie-Lubuk Pakam=50km x Rp.7.500,-= Rp.375.000,-
2. Turangie-Belawan=78 km x Rp. 7.500,- = Rp. 585.000,-
3. Turangie-Tanjung Balai=565 km x Rp. 7.500,- = Rp.4.237.500,-
4. Turangie-Pekan Baru=625 km x Rp. 7.500,- = Rp. 4.687.500,-

b. Jarak pengiriman CPO pada Pabrik Bagerpang *Estate* ke tujuan.

1. Bagerpang-Lubuk Pakam = 33 km x Rp.7.500,- = Rp. 247.500,-
2. Bagerpang-Belawan=70 km x Rp.7.500,- = Rp. 525.000,-
3. Bagerpang-Tanjung Balai=170 km x Rp.7.500,- = Rp. 1.275.000,-
4. Bagerpang-Pekan Baru = 740 km x Rp.7.500,- = Rp.5.550.000,-

c. Jarak pengiriman CPO pada Pabrik Dolok *Estate* ke tujuan.

1. Dolok-Lubuk Pakam=38 km x Rp.7.500,- = Rp. 285.000,-
2. Dolok-Belawan=60km x Rp.7.500,-=Rp. 450.000,-
3. Dolok-Tanjung Balai=280 km x Rp. 7.500,- = Rp. 2.100.000,-
4. Dolok-Pekan Baru = 760 km x Rp.7.500,- = Rp. 5.700.000,-

Adapun setiap mobil tangki (alat transportasi pengangkut minyak CPO) dengan kapasitas 500 ton adalah :

1. Turangie – Lubuk Pakam = Rp. 375.000,- / 500 = Rp. 750,- per ton
2. Turangie – Belawan = Rp. 585.000,- / 500 = Rp. 1.170,- per ton
3. Turangie – Tanjung Balai = Rp. 4.237.500,- / 500 = Rp. 8.475,- per ton
4. Turangie – Pekan Baru = Rp. 4.687.500,- / 500 = Rp. 9.375,- per ton
5. Bagerpang – Lubuk Pakam = Rp. 247.500,- / 500 = Rp. 495,- per ton
6. Bagerpang – Belawan = Rp. 525.000,- / 500 = Rp. 1.050,- per ton
7. Bagerpang – Tanjung Balai = Rp. 1.275.000,- / 500 = Rp. 2.550,- per ton
8. Bagerpang – Pekan Baru = Rp. 5.550.000,- / 500 = Rp. 11.100,- per ton
9. Dolok – Lubuk Pakam= Rp. 285.000,- / 500 = Rp. 570,- per ton
10. Dolok – Belawan = Rp. 450.000,- / 500 = Rp. 900,- per ton
11. Dolok – Tanjung Balai = Rp. 2.100.000,- / 500 = Rp. 4.200,- per ton
- Dolok – Pekan Baru = Rp. 5.700.000,- / 500 = Rp. 11.400,- per ton

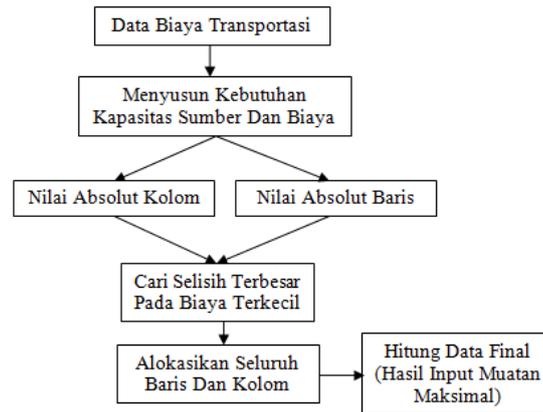
Berikut daftar biaya transportasi dari Pabrik ke tempat tujuan dapat dilihat pada Tabel 3.1:

Tabel 3.1 Daftar Biaya Transportasi Ke Tujuan

| Dari / Ke          | PT. Salim Ivomas Pratama (Lubuk Pakam) | PT. Musim Mas (Belawan) | PT. Multi Nabati Asahan (Tanjung Balai) | PT. Gunung Melayu (Pekan Baru) |
|--------------------|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|
| Pabrik 1 Turangie  | 750                                    | 1.170                   | 8.475                                   | 9.375                          |
| Pabrik 2 Bagerpang | 495                                    | 1.050                   | 2.550                                   | 11.100                         |
| Pabrik 3 Dolok     | 570                                    | 900                     | 4.200                                   | 11.400                         |

### Penerapan VAM

Berikut adalah skema optimasi biaya transportasi seperti pada Gambar 3.2



Gambar 3.2. Skema Optimasi Biaya Transportasi

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Susunlah kebutuhan kapasitas sumber dan biaya transportasi ke dalam matriks.

Tabel 3.2 Langkah Metode VAM Ke-1

| Dari / Ke          | PT. Salim Ivomas Pratama (Lubuk Pakam) | PT. Musim Mas (Belawan) | PT. Multi Nabati Asahan (Tanjung Balai) | PT. Gunung Melayu (Pekan Baru) | Produksi |
|--------------------|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|----------|
| Pabrik 1 Turangie  | 750                                    | 1.170                   | 8.475                                   | 9.375                          | 750      |
| Pabrik 2 Bagerpang | 495                                    | 1.050                   | 2.550                                   | 11.100                         | 1250     |
| Pabrik 3 Dolok     | 570                                    | 900                     | 4.200                                   | 11.400                         | 500      |
| Permintaan         | 1000                                   | 500                     | 500                                     | 500                            | 2500     |

Keterangan :

- a. Masing-masing permintaan adalah PT. Salim Ivo Mas Pratama = 1000 ton, PT. Musim Mas = 1000 ton, PT. Multi Nabati Asahan = 500 ton, PT. Gunung Melayu = 500 ton.
  - b. Produksi sesuai dengan permintaan yaitu, Pabrik 1 = 500 ton, Pabrik 2 = 1500 ton, Pabrik 3 = 1000 ton maka, total produksi yaitu 2500 ton. Rincian biaya transportasi antara lain, Turangie – Lubuk Pakam = 750, Turangie – Belawan = 1.170, Turangie – Tanjung Balai = 8.475, Turangie – Pekan Baru = 9.375, sampai dengan seterusnya.
2. Mencari selisih dua biaya terkecil (nilai absolut) setiap kolom dan baris.

Tabel 3.3 Langkah Metode VAM Ke-2

| Dari / Ke          | PT. Salim Ivomas Pratama (Lubuk Pakam) | PT. Musim Mas (Belawan) | PT. Multi Nabati Asahan (Tanjung Balai) | PT. Gunung Melayu (Pekan Baru) | Produksi | Selisih |
|--------------------|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|----------|---------|
| Pabrik 1 Turangie  | 750                                    | 1.170                   | 8.475                                   | 9.375                          | 750      | 420     |
| Pabrik 2 Bagerpang | 495                                    | 1.050                   | 2.550                                   | 11.100                         | 1250     | 555     |
| Pabrik 3 Dolok     | 570                                    | 900                     | 4.200                                   | 11.400                         | 500      | 330     |
| Permintaan         | 1000                                   | 500                     | 500                                     | 500                            | 2500     |         |
| Selisih            | 75                                     | 150                     | 1.650                                   | 1.725                          |          |         |

Keterangan :

- a. Dari Tabel di atas, masing-masing selisih yaitu : Pabrik 1 = 420, Pabrik 2 = 555, Pabrik 3 = 330.
  - b. Selanjutnya pada kolom PT. MNA = 75, PT. MM = 150, PT. MNA = 1.650, PT. GM = 1.725.
  - c. Selisih terbesar terdapat pada Pabrik 2 = 555 dan selisih terbesar terdapat juga pada kolom PT. GM = 1.725.
3. Pilihlah 1 nilai perbedaan-perbedaan terbesar diantara semua nilai perbedaan pada kolom dan baris.

Tabel 3.4 Langkah Metode VAM Ke-3

| Dari / Ke          | PT. Salim Ivomas Pratama (Lubuk Pakam) | PT. Musim Mas (Belawan) | PT. Multi Nabati Asahan (Tanjung Balai) | PT. Gunung Melayu (Pekan Baru) | Produksi | Selisih |
|--------------------|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|----------|---------|
| Pabrik 1 Turangie  | 750                                    | 1.170                   | 8.475                                   | 9.375                          | 750      | 420     |
| Pabrik 2 Bagerpang | 495<br>500                             | 1.050                   | 2.550                                   | 11.100                         | 1250     | 555     |
| Pabrik 3 Dolok     | 570                                    | 900                     | 4.200                                   | 11.400                         | 500      | 330     |
| Permintaan         | 1000                                   | 500                     | 500                                     | 500                            | 2500     |         |
| Selisih            | 75                                     | 150                     | 1.650                                   | 1.725                          |          |         |

Keterangan :

- a. Dari Tabel di atas, ditemukan selisih terbesar berada pada baris Pabrik 2 Bagerpang yakni 555.
- b. Selanjutnya dari baris Pabrik 2 Bagerpang, kotak kosong dengan biaya terkecil berada pada kotak Pabrik 2 – PT. SIMP (Lubuk Pakam)
- c. Kemudian pada kotak tersebut diberi muatan maksimal yakni sebesar 500.
4. Isilah pada salah satu segi empat yang termasuk dalam kolom atau baris terpilih, yaitu pada segi empat yang biayanya rendah di antara segi empat lain pada kolom atau baris.

Tabel 3.5 Langkah Metode VAM Ke-4

| Dari / Ke          | PT. Salim Ivomas Pratama (Lubuk Pakam) | PT. Musim Mas (Belawan) | PT. Multi Nabati Asahan (Tanjung Balai) | PT. Gunung Melayu (Pekan Baru) | Produksi | Selisih |
|--------------------|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|----------|---------|
| Pabrik 1 Turangie  | 750<br>500                             | 1.170                   | 8.475                                   | 9.375                          | 750      | 7.305   |
| Pabrik 2 Bagerpang | 495<br>500                             | 1.050                   | 2.550                                   | 11.100                         | 1250     | 1.500   |
| Pabrik 3 Dolok     | 570<br>X                               | 900                     | 4.200                                   | 11.400                         | 500      | 3.300   |
| Permintaan         | 1000                                   | 500                     | 500                                     | 500                            | 2500     |         |
| Selisih            | -                                      | 150                     | 1.650                                   | 1.725                          |          |         |

Keterangan :

- a. Dari Tabel di atas, selisih terbesar yaitu baris Pabrik 1 Turangie yakni 7.305.
- b. Selanjutnya dari baris Pabrik 1 Turangie, kotak kosong dengan biaya terkecil berada pada kotak Pabrik 1 Turangie – PT. SIMP (Lubuk Pakam).
- c. Kemudian pada kotak tersebut diberi muatan maksimal sebesar 500.
- d. Dengan demikian untuk baris Pabrik 1 Turangie, total muatan sudah mencukupi dan selanjutnya tidak perlu dicari selisihnya lagi.
5. Hilangkan baris atau kolom tersebut setelah diisi sepenuhnya (kapasitas penuh) sehingga tidak mungkin diisi lagi. Kemudian perhatikan kolom dan baris yang belum terisi.

Tabel 3.6 Langkah Metode VAM Ke-5

| Dari / Ke          | PT. Salim Ivomas Pratama (Lubuk Pakam) | PT. Musim Mas (Belawan) | PT. Multi Nabati Asahan (Tanjung Balai) | PT. Gunung Melayu (Pekan Baru) | Produksi | Selisih |
|--------------------|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|----------|---------|
| Pabrik 1 Turangie  | 750<br>500                             | 1.170<br>X              | 8.475                                   | 9.375                          | 750      | 900     |
| Pabrik 2 Bagerpang | 495<br>500                             | 1.050<br>500            | 2.550                                   | 11.100                         | 1250     | 8.550   |
| Pabrik 3 Dolok     | 570<br>X                               | 900<br>X                | 4.200                                   | 11.400                         | 500      | 7.200   |
| Permintaan         | 1000                                   | 500                     | 500                                     | 500                            | 2500     |         |
| Selisih            | -                                      | -                       | 1.650                                   | 1.725                          |          |         |

Keterangan:

- a. Dari Tabel di atas, ada selisih terbesar berada pada baris Pabrik 2 Bagerpang yakni 8.550.
- b. Selanjutnya dari baris Pabrik 2 Bagerpang, kotak kosong dengan biaya terkecil berada pada kotak Pabrik 3 Dolok – PT. MM (Belawan).
- c. Kemudian pada kotak tersebut diberi muatan maksimal yakni sebesar 500 .
- d. Dengan demikian untuk kolom PT. MM (Belawan), total muatan sudah mencukupi dan selanjutnya tidak perlu dicari selisihnya lagi.
6. Tentukan kembali perbedaan (selisih) biaya pada langkah ke 2 (dua) untuk kolom dan baris yang belum terisi. Ulangi langkah 3 (tiga) sampai dengan langkah 5 (lima), sampai semua baris dan kolom sepenuhnya terisi.

Tabel 3.7 Langkah Metode VAM Ke-6

| Dari / Ke          | PT. Salim Ivomas Pratama (Lubuk Pakam) | PT. Musim Mas (Belawan) | PT. Multi Nabati Asahan (Tanjung Balai) | PT. Gunung Melayu (Pekan Baru) | Produksi      | Selisih      |
|--------------------|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|---------------|--------------|
| Pabrik 1 Turangie  | 750<br>500                             | X                       | 1.170<br>X                              | 8.475<br>X                     | 9.375<br>250  | 750<br>-     |
| Pabrik 2 Bagerpang | 495<br>500                             | 500                     | 1.050<br>X                              | 2.550<br>X                     | 11.100<br>250 | 1.250<br>-   |
| Pabrik 3 Dolok     | 570<br>X                               | X                       | 900<br>500                              | 4.200<br>X                     | 11.400<br>X   | 500<br>7.200 |
| Permintaan         | 1000                                   | 500                     | 500                                     | 500                            | 2.500         |              |
| Selisih            | -                                      | -                       | -                                       | -                              |               |              |

**Keterangan:**

- Dari Tabel di atas, ditemukan selisih terbesar berada pada baris Pabrik 3 Dolok yakni 7.200.
- Selanjutnya dari baris Pabrik 3 Dolok, kotak kosong dengan biaya terkecil berada pada kotak Pabrik 3 Dolok — PT. MNA (Tanjung Balai).
- Kemudian pada kotak tersebut diberi muatan maksimal yakni sebesar 500 .
- Dengan demikian untuk kolom PT. MNA (Tanjung Balai), total muatan sudah mencukupi dan selanjutnya tidak perlu dicari selisihnya lagi.
- Untuk kotak kosong Pabrik 1 Turangie – PT. GM (Pekan Baru) dibutuhkan sebesar 250 dan Pabrik 2 Bagerpang – PT. Gunung Melayu (Pekan Baru), dibutuhkan sebesar 250.
- Seluruh kebutuhan baris dan kolom sudah terpenuhi

Dengan demikian, besar biaya transportasi yang diperoleh dengan Metode *Vogel's Approximation* adalah :

- Pabrik 2 Bagerpang – PT. SIMP (Lubuk Pakam)  $500 \times 495 = \text{Rp. } 247.500,-$
- Pabrik 1 Turangie – PT. SIMP (Lubuk Pakam)  $500 \times 750 = \text{Rp. } 375.000,-$
- Pabrik 2 Bagerpang – PT. MM (Belawan)  $500 \times 1.050 = \text{Rp. } 525.000,-$
- Pabrik 3 Dolok – PT. MNA (Tanjung Balai)  $500 \times 4.200 = \text{Rp. } 2.100.000,-$
- Pabrik 1 Turangie – PT. GM (Pekan Baru)  $250 \times 9.375 = \text{Rp. } 2.343.750,-$
- Pabrik 2 Bagerpang – PT. GM (Pekan Baru)  $250 \times 11.100 = \text{Rp. } 2.775.000,-$

Penyelesaian :

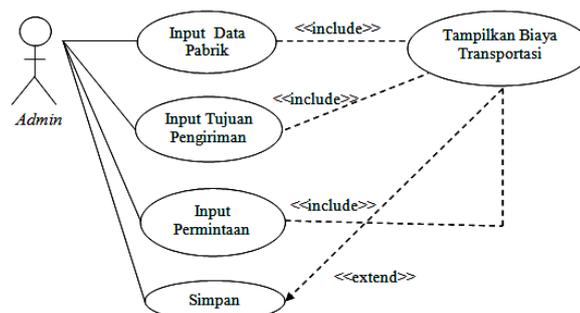
$$= (500 \times 495) + (500 \times 750) + (500 \times 1.050) + (500 \times 4.200) + (250 \times 9.375) + (250 \times 11.100)$$

$$= 247.500 + 375.000 + 525.000 + 2.100.000 + 2.343.750 + 2.775.000 = \text{Rp. } 8.366.250,-$$

Total optimasi biaya transportasi hasil produksi kelapa sawit dari pabrik ke tujuan dengan menerapkan model transportasi *Vogel's Approximation Method* (VAM) sebesar Rp. 8.366.250,-. Penerapan VAM dapat meminimumkan biaya transportasi dari Rp. 13.000.000,- menjadi Rp. 8.366.250,-. Terjadi penurunan biaya sebesar Rp. 4.633.750,- berarti hal ini dapat meningkatkan laba atau pendapatan perusahaan.

**Perancangan Use Case**

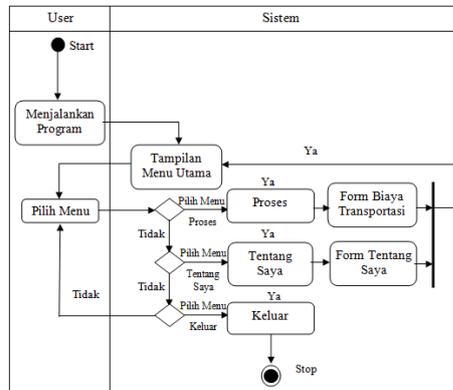
*Use case* merupakan fungsionalitas dari suatu sistem, sehingga pengguna sistem paham dan mengerti mengenai kegunaan sistem yang akan dibangun. *Use Case* optimasi biaya transportasi hasil produksi kelapa sawit pada PT. PP London Sumatera Indonesia Tbk dari pabrik ke tempat tujuan yang berbeda.



Gambar 3.3 Use Case Diagram

**Activity**

Activity Diagram adalah cara untuk memodelkan *event-event* yang terjadi dalam *use case*. Activity diagram berfungsi untuk memvisualisasikan, spesifikasi mengkonstruksi sifat dari sekumpulan objek. Berikut adalah *activity* diagram yang menggambarkan aktivitas yang terjadi dalam sistem yang sedang berjalan seperti pada Tabel 3.8.



**Algoritma Dan Implementasi**

**Algoritma**

Algoritma Aplikasi Optimasi Biaya Transportasi adalah :

Input : *Supply* ← input data *supply* (permintaan)  
*Demand* ← input data *demand* (tujuan)  
*Tmp* ← input data *tmp* (*tmp* adalah nilai *cell* (biaya transportasi))

Output : Biaya Transportasi.

Proses : If iterasi module 2=1 Then

For jumlah baris = 1 to 18 do

Hitung selisih dua biaya terkecil dari baris Then

If pilih baris dengan nilai selisih terbesar True

Tentukan cell baris dengan nilai terkecil Then

Isi cell dengan menyesuaikan *demand* dan *supply*

Else If iterasi module 2=0 Then

For jumlah kolom = 1 to 14 do

Hitung selisih dua biaya terkecil dari kolom Then

If pilih kolom dengan nilai selisih terbesar True

Tentukan cell kolom dengan nilai terkecil Then

Isi cell dengan menyesuaikan *demand* dan *supply* End If

If *supply* dan *demand* terpenuhi True Then Total optimal = total\_optimal\*ongkos transportasi (*tmp*) kemudian dijumlahkan.

End If

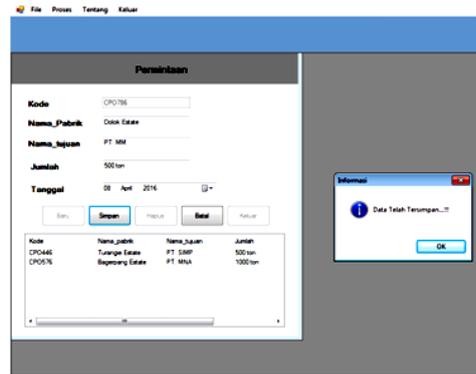
Tampilkan hasil.

**Implementasi**

Implementasi program adalah penerapan proses dari jalannya sistem yaitu dari sistem logika diterapkan dalam sistem komputerisasi (program) yang terstruktur, sehingga dapat memberikan Gambaran kepada user bagaimana cara menjalankan program agar dapat menghasilkan data yang dikehendaki

1. Form Permintaan

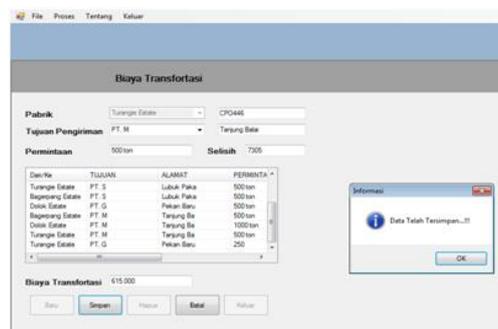
Tampilan Form Permintaan untuk melihat permintaan pada setiap PT yang di minta yang akan digunakan pada program dibawah ini.



Gambar 4.1 Tampilan Form Permintaan

## 2. Form Biaya Transportasi

Tampilan Form Biaya Transportasi adalah hasil akhir, untuk melihat seberapa besar jumlah permintaan ke tujuan pengiriman serta jumlah biaya transportasi dari setiap permintaan.



Gambar 4.1 Tampilan Biaya Transportasi

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam proses perhitungan biaya transportasi hasil produksi kelapa sawit pada PT. PP London Sumatera Indonesia Tbk dapat digunakan sebagai pendukung.
2. Pengimplementasian *Vogel's Approximation Method (VAM)* pada aplikasi transportasi pengiriman barang dapat dilakukan dengan mencari selisih antara dua biaya terkecil pada setiap baris dan kolom kemudian menghilangkan baris/kolom yang terisi penuh sehingga mendapatkan biaya yang optimal.
3. Dengan penerapan *Vogel's Approximation Method (VAM)* Total optimasi biaya transportasi hasil produksi kelapa sawit dari pabrik ke tujuan sebesar Rp. 8.366.250,-. Penerapan VAM dapat meminimumkan biaya transportasi dari Rp. 13.000.000,- menjadi Rp. 8.366.250,-. Terjadi penurunan biaya sebesar Rp. 4.633.750,- berarti hal ini dapat meningkatkan laba atau pendapatan perusahaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bustani, H, "Fundamental Operation Research", Penerbit Gramedia, Jakarta, 2005.
- Herjanto, E. (2008), *Manajemen Operasi*, Grasindo, Jakarta.
- Rimbahari, D. dkk. (2014), *Perencanaan Produksi Berdasarkan Program Linear Dengan Permintaan Yang Diramalkan*, Salatiga : Jurnal Sains dan Matematika, Vol. 5, No. 1 : 2087-0922.
- Rosa, Salahuddin, "Rekayasa Perangkat Lunak", Penerbit Modula, Bandung, 2008.
- Hartawan, Z. (2011), *Praktikum Manajemen Operasional*, Universitas Muhamadiyah, Bengkulu.
- Sugiarti, Y, "Analisis & Perancangan UML (unified Modelling Language) Generated VB.6", Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta 2003
- Rudy Azis, Asrul, "Pengantar Sistem Dan Perencanaan Transportasi", Penerbit Andi, Jogjakarta, 2001.
- Rustam Efendi, Agus Widanarko, "Buku Pintar Kelapa Sawit", Penerbit Agromedia Pustaka, Jakarta, 2011.
- Siagian, Y, "Supply Chain Managemet", Penerbit Graha Ilmu, Jogjakarta, 2008.
- Adi Nugroho, 2010. "Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek". Yogyakarta : Andi.
- Subhan, M, "Analisa Perancangan Sistem", Jakarta, Lentera Ilmu Cendekia, 2012.
- Ladjamudin, Al-Bahra Bin. 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- Subhan, Mohamad. 2012. *Analisa Perancangan Sistem*. Jakarta. Penerbit Lentera Ilmu Cendekia.
- Yuni, Sugiarti. 2003. *Analisa dan Perancangan UML*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.

## IMPLEMENTASI PENYANDIAN FILE CITRA MENGGUNAKAN ALGORITMA ADVANCE ENCRYPTION STANDARD

Vifi Afrianti Marpaung dan Sinar Sinurat

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Citra digital sebagai salah satu bentuk data digital saat ini banyak dipakai untuk menyimpan photo, Gambar ataupun hasil karya dalam format digital. Salah satu contoh bersifat negatif adalah dengan mencuri dan memanipulasi citra yang dimiliki suatu pihak yang akan dikirim ke pihak lainnya menjadi Gambar yang tidak sama dengan Gambar asli yang dikirim oleh pengirim dengan tujuan merugikan pihak penerima. Melihat hal itu maka diperlukan suatu bentuk pengamanan, salah satunya dengan melakukan penyandian. Salah Satu Algoritma yang dapat digunakan untuk penyandian file citra adalah Advanced Encryption Standard (AES). AES adalah salah satu algoritma yang termasuk kriptografi modern dengan kunci simetri cipher blok. AES menggunakan substitusi, permutasi dan sejumlah putaran yang dikenakan pada tiap blok yang akan dienkripsi atau dekripsi. Setiap putarannya, Advanced Encryption Standard menggunakan kunci yang berbeda. Algoritma Advanced Encryption Standard dapat mendukung panjang kunci 128, 192 dan 256 bit. Penerapan Algoritma ini pada suatu aplikasi yang akan dibangun, di mana aplikasi tersebut akan mengubah secara langsung informasi input dan menampilkan hasil penyandian. Input tersebut adalah citra, di mana setiap item informasi citra tersebut akan berubah secara langsung di area yang sudah ditentukan dalam aplikasi.

**Kata kunci :** citra, enkripsi, dekripsi, plain\_text, cipher\_text

### PENDAHULUAN

Citra (*image*) adalah data berbentuk informasi visual. Citra mempunyai kaya akan informasi dan karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks. Pada umumnya representasi citra digital membutuhkan memori yang besar. Semakin besar ukuran citra tentu semakin besar juga memori yang dibutuhkannya.

Kriptografi adalah ilmu sekaligus seni untuk menjaga keamanan informasi. Kriptografi memiliki dua proses utama, yaitu proses menyandikan pesan yang dapat dibaca (*plaintext*) menjadi pesan yang tidak dapat dibaca atau sudah disandikan (*ciphertext*) yang disebut dengan proses enkripsi dan proses mengembalikan *ciphertext* menjadi *plaintext* yang disebut dengan proses dekripsi. Berdasarkan sejarahnya, kriptografi dapat dibagi menjadi kriptografi klasik dan kriptografi modern. Kriptografi klasik umumnya berbasis karakter dan memakai kunci simetri. Algoritma kriptografi modern memiliki dua jenis kunci, yaitu algoritma simetri (*konvensional*) dan algoritma asimetri (kunci publik).

### METODE

Langkah-langkah teoritis maupun dalam aplikasi yang akan dirancang dengan:

**Studi Literatur.** Mencari, mempelajari *literature* dengan memahami masalah dari artikel-artikel, karya ilmiah, buku-buku, jurnal yang bersumber dari internet.

**Analisis.** Melakukan proses penyandian *file* citra dengan algoritma AES dan merancang aplikasi menggunakan bahasa pemrograman.

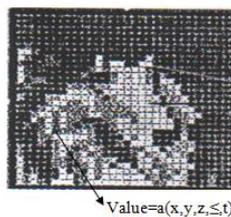
**Perancangan.** Membangun arsitektur aplikasi, cara kerja, modul, basis data dan antar muka aplikasi.

**Implementasi.** Menggunakan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi.** menggunakan data untuk melihat hasil Penyandian dan menarik kesimpulan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Citra analog maupun digital dibagi dalam N baris dan M kolom sehingga diperoleh  $A(x,y)$  dengan memberikan nilai diskrit bagi setiap titik. Citra digital direpresentasikan  $A(x,y)$  merupakan sebuah fungsi dari banyak variabel yang mencakup kedalaman/ *depth* ( $z$ ), warna/ *color* ( $y$ ), dan waktu/ *time* ( $t$ ), representasi citra digital yang sebenarnya dilambangkan dengan  $a(x,y,z,\leq,t)$ . Representasi citra digital diperlihatkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Representasi Citra Digital

**Advanced Encryption Standard**

Algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) menggunakan substitusi dan permutasi, dan sejumlah putaran (*cipher* berulang), setiap putaran menggunakan kunci internal yang berbeda (kunci setiap putaran disebut *round key*). Panjang kunci yang digunakan adalah 128 *bit* sampai 256 *bit* dengan langkah 32 *bit*, *Advanced Encryption Standard* (AES) beroperasi dalam orientasi *byte* (untuk memangkuskan implementasi algoritma ke dalam *software* dan *hardware*) (Rinaldi Munir, 2006).

Algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) mempunyai 3 parameter (Rinaldi Munir, 2006) :

1. *Plaintext* : *array* yang berukuran 16-*byte*, yang berisi data masukan.
2. *Ciphertext* : *array* yang berukuran 16-*byte*, yang berisi hasil enkripsi.
3. *Key* : *array* yang berukuran 16-*byte*, yang berisi kunci *ciphering* (disebut juga *cipher key*).

Algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) dengan 16-*byte*, maka baik blok data dan kunci yang berukuran 128-*bit* dapat disimpan di dalam ketiga *array* tersebut (128=16x8). Selama kalkulasi *plaintexts* menjadi *cipherteks*, status sekarang dari data disimpan di dalam *array of bytes* dua dimensi, *state*, yang berukuran *NROWS* x *NCOLS*. Dengan data sebesar 128 *bit*, berarti *Nb*=4 yang menunjukkan panjang data tiap baris adalah 4 *byte*. Untuk blok data 128-*bit*, ukuran *state* adalah 4 x 4. Elemen *array state* diacu sebagai *S[r,c]*, dengan  $0 \leq r < Nb$  (*Nb* adalah panjang blok dibagi 32. Pada *AES-128 bit*, *Nb* =  $132/32= 4$ ).

Tabel 2.1. Tiga buah versi *AES*

|                | Panjang kunci<br>( <i>Nk words</i> ) | Ukuran blok<br>( <i>Nb words</i> ) | Jumlah Putaran<br>( <i>Nr</i> ) |
|----------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| <i>AES-128</i> | 4                                    | 4                                  | 10                              |
| <i>AES-192</i> | 6                                    | 4                                  | 12                              |
| <i>AES-256</i> | 8                                    | 4                                  | 14                              |

**Trasformasi AES**

Proses dalam enkripsi dan dekripsi algoritma *rijndael* memiliki beberapa transformasi (Rinaldi Munir, 2006), sebagai berikut :

1. Transformasi *AddRoundKey*.

Melakukan operasi *XOR* terhadap sebuah *round key* dengan *array state*, dan hasilnya disimpan di *array state*. Untuk setiap rondonya, setiap *sub-kunci* diturunkan dari kunci utama menggunakan penjadwalan kunci (*Key Scheduling*), setiap kunci mempunyai panjang yang sama dengan *state*.

2. Transformasi *SubBytes*.

Memetakan setiap *byte* dari *array state* dengan menggunakan Tabel substitusi *S-box*. *rijndael* hanya memiliki satu buah *S-box*. Tabel *S-box* yang digunakan adalah :

3. Transformasi *ShiftRows*

Melakukan pergeseran secara *wrapping* (siklik) pada 3 baris terakhir dari *array state*. Jumlah pergeseran bergantung pada nilai baris (*r*). Baris  $r = 1$  digeser sejauh 1 *byte*, baris  $r = 2$  digeser sejauh 2 *byte*, dan baris  $r = 3$  digeser sejauh 3 *byte*. Baris  $r = 0$  tidak digeser.

4. Transformasi *MixColumns*

Mengalikan setiap kolom dari *array state* dengan polinom  $a(x) \text{ mod } (x^4+1)$ . *MixColumns* memberikan difusi pada *cipher*. Setiap kolom diperlakukan sebagai polinom 4 suku pada  $GF(2^8)$ . Polinom  $a(x)$  yang ditetapkan adalah :

$$a(x) = \{03\}x^3 + \{01\}x^2 + \{01\}x + \{02\}$$

4. Ekspansi Kunci

Algoritma *rijndael* melaksanakan *cipher key* dan membuat suatu ekspansi kunci untuk menghasilkan suatu *key schedule*. Ekspansi kunci yang diperlukan  $Nb(Nr+1) = 40 \text{ word} = 44 \times 32 \text{ bit} = 1408 \text{ bit sub key}$ . Proses ini disebut dengan *key schedule*. Rumus untuk *key schedule* adalah:

$$W_4 = W_0 \oplus \text{Subword}(\text{Rootword}(W_3)) \oplus R_{con}$$

$R_{con}$  yang digunakan adalah :

```

01 02 04 08 10 20 40 80 1b 36
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
    
```

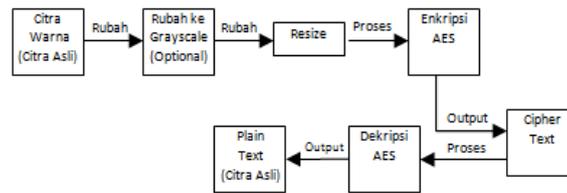
**Analisa dan Interface**

**Analisa**

**Enkripsi**

Perancangan perangkat lunak ini terdiri dari beberapa tahap yaitu: Tahap penentuan jenis data, Tahap menerapkan AES, Tahap perancangan

Berikut diagram proses transformasi input adalah:



Gambar 3.1. Diagram Proses Penyandian Aplikasi

Tahapan-tahapan enkripsi file citra algoritma *Advanced Encryption Standard* sebagai berikut:

1. Citra di-input-kan 16 pixel pertama dari citra warna



Nilai 16 piksel pertama citra warna

|         |         |         |         |         |         |         |        |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| R = 128 | R = 0   | R = 0   | R = 128 | R = 128 | R = 128 | R = 117 | R = 74 |
| G = 128 | G = 64  | G = 255 | G = 64  | G = 0   | G = 64  | G = 117 | G = 9  |
| B = 0   | B = 64  | B = 64  | B = 64  | B = 0   | B = 0   | B = 255 | B = 27 |
| R = 116 | R = 182 | R = 26  | R = 40  | R = 112 | R = 130 | R = 32  | R = 88 |
| G = 14  | G = 22  | G = 11  | G = 31  | G = 96  | G = 103 | G = 23  | G = 56 |
| B = 41  | B = 66  | B = 7   | B = 20  | B = 91  | B = 110 | B = 15  | B = 70 |

Gambar 3.2. Input Citra Sampel 16 Pixel

2. *Input* kunci sepanjang 128 bit.  
Kunci = MARPAUNG\_VIVI\_BD  
Hexa : 4D 41 52 50 41 55 4E 47 5F 56 49 56 49 5F 42 44
3. Konversi nilai *pixel* dan kunci ke bilangan heksadesimal, contoh diambil 16 nilai *red* pertama. plain text citra :  
128 0 0 128 128 128 117 74 116 182 26 40 112 130 32 88  
Bilangan heksadesimal plain text citra adalah :

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 90 | 00 | 00 | 80 | 80 | 80 | 75 | 4a | 74 | b6 | 1a | 28 | 70 | 82 | 20 | 58 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

4. Mengekspansi kunci  
Dibagi beberapa blok, jika panjang kunci 128 bit, maka panjang kunci (Nk) dibagi 32.  $128/32 = 4$ , urutan pengisian baris dan kolom adalah berdasarkan kolom, maka:  
 $W_0 = 4D415250$        $W_2 = 5F564956$   
 $W_1 = 41554E47$        $W_3 = 495F4244$   
 $R_{con}$  yang digunakan adalah :

```

01 02 04 08 10 20 40 80 1b 36
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
    
```

Sebelum mencari *roundkey* yang pertama, dicari terlebih dahulu nilai  $W_3$  dengan rumus :

$$W_3 = \text{Subword}(\text{rootword}(W_3))$$

*Rootword* adalah menggeser posisi 1 byte ke kanan:

$$\begin{array}{c} 495F4244 = 44495F42 \\ \leftarrow \quad \rightarrow \end{array}$$

Kemudian hasil *rootword* akan dilakukan transformasi *subbyte*, yaitu mengganti nilai *byte* dengan Tabel *S-box*, cara melakukan transformasi ini adalah nilai dari 1 *byte* data, misalkan 44 untuk nilai yang pertama merupakan nilai dari baris pada Tabel *S-box* dan nilai yang kedua merupakan nilai kolom dari Tabel *S-box*. Perpotongan antara nilai baris dan kolom merupakan nilai hasil dari transformasi *subbyte*.

$$44495F42 = 1B3BCF2C$$

Kemudian mencari *roundkey* yang pertama kolom pertama ( $W_4$ ), dengan melakukan operasi XOR antara kolom pertama *cipherkey* ( $W_0$ ) dengan kolom keempat ( $W_3$ ) yang sudah ditransformasi dan dengan  $R_{con}$  yang pertama ( $R_{con1}$ ):

$$\begin{aligned}
 W_4 &= W_0 \oplus W_3 \oplus R_{con1} \\
 &= 4D \oplus 1b \oplus 01 = 57 \\
 &\quad 41 \oplus 3B \oplus 00 = 7a \\
 &\quad 52 \oplus CF \oplus 00 = 9d \\
 &\quad 50 \oplus 2C \oplus 00 = 7c
 \end{aligned}$$

Jika dikelompokkan menghasilkan  $W_4 = 577a9d7c$

Untuk mencari kolom ke dua pada *roundkey* yang pertama ( $W_5$ ), dengan melakukan operasi *XOR* antara hasil kolom pertama *roundkey* yang pertama ( $W_4$ ) dengan kolom kedua *cipherkey* ( $W_1$ ):

$$\begin{aligned}
 W_5 &= W_4 \oplus W_1 \\
 &= 57 \oplus 41 = 16 \\
 &\quad 7a \oplus 55 = 2f \\
 &\quad 9d \oplus 4E = d3 \\
 &\quad 7c \oplus 47 = 3b
 \end{aligned}$$

Jika dikelompokkan menghasilkan  $W_5 = 162fd33b$

Untuk mencari kolom ke tiga pada *roundkey* yang pertama ( $W_6$ ), dengan melakukan operasi *XOR* antara hasil kolom kedua *roundkey* yang pertama ( $W_5$ ) dengan kolom ke tiga *cipherkey* ( $W_2$ ):

$$\begin{aligned}
 W_6 &= W_5 \oplus W_2 \\
 &= 16 \oplus 5f = 49 \\
 &\quad 2f \oplus 56 = 79 \\
 &\quad d3 \oplus 49 = 9a \\
 &\quad 3b \oplus 56 = 6d
 \end{aligned}$$

Jika dikelompokkan menghasilkan  $W_6 = 49799a6d$

Untuk mencari kolom ke empat pada *roundkey* yang pertama ( $W_7$ ), dengan melakukan operasi *XOR* antara hasil kolom ke tiga *roundkey* yang pertama ( $W_6$ ) dengan kolom ke empat *cipherkey* ( $W_3$ ) tidak ditransformasi:

$$\begin{aligned}
 W_7 &= W_6 \oplus W_3 \\
 &= 49 \oplus 49 = 1e \\
 &\quad 79 \oplus 5f = 25 \\
 &\quad 9a \oplus 42 = df \\
 &\quad 6d \oplus 44 = 38
 \end{aligned}$$

Jika dikelompokkan menghasilkan  $W_7 = 1e25df38$

Sehingga untuk *roundkey* pertama adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. *Roundkey* pertama

| $W_4$ | $W_5$ | $W_6$ | $W_7$ |
|-------|-------|-------|-------|
| 57    | 16    | 49    | 1e    |
| 7a    | 2f    | 79    | 25    |
| 9d    | d3    | 9a    | df    |
| 7c    | 3b    | 6d    | 38    |

Berikut ini merupakan proses untuk mendapatkan nilai *roundkey*II sampai *roundkey*III dengan cara yang sama seperti *roundkey* I :

$$\begin{aligned}
 W_7 &= \text{Subword}(\text{rootword}(W_6)) & W_9 &= W_4 \oplus W_5 \\
 &= \text{Subword}(\text{rootword}(1e25df38)) & &= 52 \oplus 16 = 44 \\
 &= \text{Subword}(381e25df) & &08 \oplus 2f = 29 \\
 &= 07723f9e & &a2 \oplus d3 = 71 \\
 & & &e2 \oplus 3b = d9 \\
 W_8 &= W_4 \oplus W_7 \oplus R_{con2} & W_{10} &= 442971d9 \\
 &= 57 \oplus 07 \oplus 02 = 52 & W_{10} &= W_2 \oplus W_6 \\
 &7a \oplus 72 \oplus 00 = 08 & &= 44 \oplus 49 = 0d \\
 &9d \oplus 3f \oplus 00 = a2 & &29 \oplus 79 = 50 \\
 &7c \oplus 9e \oplus 00 = e2 & &71 \oplus 9a = eb \\
 W_8 &= 5208a2e2 & &d9 \oplus 6d = b4 \\
 & & &W_{10} = 0d50ebb4 \\
 W_{11} &= W_{10} \oplus W_7 & & \\
 &= 0d \oplus 1e = 13 & & \\
 &50 \oplus 25 = 75 & & \\
 &eb \oplus df = 34 & & \\
 &b4 \oplus 38 = 8c & & \\
 W_{11} &= 1375348c & &
 \end{aligned}$$

Tabel 3.2. Roundkey II

| W <sub>8</sub> | W <sub>9</sub> | W <sub>10</sub> | W <sub>11</sub> |
|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 52             | 44             | 0d              | 13              |
| 08             | 29             | 50              | 75              |
| a2             | 71             | Eb              | 34              |
| e2             | d9             | b4              | 8c              |

$$\begin{aligned}
 W_{11} &= \text{Subword}(\text{rootword}(W_{11})) & W_{13} &= W_{12} \oplus W_9 \\
 &= \text{Subword}(\text{rootword}(1375348c)) & &= 32 \oplus 44 = 76 \\
 &= \text{Subword}(8c137534) & &84 \oplus 29 = ad \\
 &= 647d9d18 & &3f \oplus 71 = 4e \\
 & & &Fa \oplus d9 = 23 \\
 W_{12} &= W_8 \oplus W_{11} \oplus R_{con3} & W_{13} &= 76ad4e23 \\
 &= 52 \oplus 64 \oplus 04 = 32 & & \\
 &08 \oplus 7d \oplus 00 = 84 & & \\
 &a2 \oplus 9d \oplus 00 = 3f & & \\
 &e2 \oplus 18 \oplus 00 = fa & & \\
 W_{12} &= 32843ffa & & \\
 W_{14} &= W_{13} \oplus W_{10} & W_{15} &= W_{14} \oplus W_{11} \\
 &= 76 \oplus 0d = 7b & &= 7b \oplus 13 = 68 \\
 &Ad \oplus 50 = fd & &Fd \oplus 75 = 88 \\
 &4e \oplus eb = a5 & &a5 \oplus 34 = 91 \\
 &23 \oplus b4 = 97 & &97 \oplus 8c = 1b \\
 W_{14} &= 7bfd a597 & W_{15} &= 6888911b
 \end{aligned}$$

Tabel 3.2. Roundkey III

| W <sub>12</sub> | W <sub>13</sub> | W <sub>14</sub> | W <sub>15</sub> |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 32              | 76              | 7b              | 68              |
| 84              | ad              | fd              | 88              |
| 3f              | 4e              | a5              | 91              |
| fa              | 23              | 97              | 1b              |

Proses dilakukan sebanyak 10 putaran dengan mengikuti aturan perumusan sama dengan *roundkey* putaran pertama dan *roundkey* putaran kedua, sehingga menghasilkan *roundkey* yang akan digunakan pada transformasi *addroundkey* untuk setiap putaran. Berikut ini adalah Tabel hasil dari ekspansi kunci sebanyak sepuluh putaran:

Tabel 3.4. Roundkey Enkripsi AES

| Cipherkey   |    |    |    | RoundkeyI   |    |    |    | RoundkeyII   |    |    |    |
|-------------|----|----|----|-------------|----|----|----|--------------|----|----|----|
| 4d          | 41 | 5f | 49 | 57          | 16 | 49 | 1e | 52           | 44 | 0d | 13 |
| 41          | 55 | 56 | 5f | 7a          | 2f | 79 | 25 | 08           | 29 | 50 | 75 |
| 52          | 4e | 49 | 42 | 9d          | d3 | 9a | df | a2           | 71 | eb | 34 |
| 50          | 47 | 56 | 44 | 7c          | 3b | 6d | 38 | e2           | d9 | b4 | 8c |
| RoundkeyIII |    |    |    | RoundkeyIV  |    |    |    | RoundkeyV    |    |    |    |
| 32          | 76 | 7b | 68 | 9b          | e9 | 94 | 11 | ff           | 16 | 82 | 93 |
| 84          | ad | fd | 88 | d4          | 79 | 84 | 75 | 56           | 2f | ab | de |
| 3f          | 4e | a5 | 91 | fb          | b5 | 10 | 34 | 66           | d3 | c3 | f7 |
| fa          | 23 | 97 | 1b | 7b          | 58 | cf | 8c | 63           | 3b | f4 | 78 |
| RoundkeyVI  |    |    |    | RoundkeyVII |    |    |    | RoundkeyVIII |    |    |    |
| 43          | 55 | d7 | 44 | 26          | 73 | a4 | e0 | 04           | ec | d8 | 27 |
| 8a          | a5 | 0e | d0 | 91          | 34 | 3a | ea | 83           | e2 | 27 | b2 |
| 7b          | a8 | 6b | 9c | 0b          | a3 | c8 | 54 | 0c           | f0 | 50 | de |
| 0b          | 30 | c4 | bc | d7          | e7 | 23 | 9f | 8f           | 71 | 10 | 58 |
| RoundkeyIX  |    |    |    | Roundkey X  |    |    |    |              |    |    |    |
| db          | ca | 40 | ee | d2          | 9f | b2 | 15 |              |    |    |    |
| 79          | 57 | Ef | 19 | b6          | Ff | 76 | c5 |              |    |    |    |
| 1d          | 35 | a3 | 08 | 21          | 4a | 73 | 29 |              |    |    |    |
| bb          | Df | Bc | 8a | 7f          | 58 | 31 | f3 |              |    |    |    |

5. Melakukan *Xor* antara blok plainteks dengan kunci

| Plaintext     | cipherkey     | hasil (keyaddition) |
|---------------|---------------|---------------------|
| 80 80 74 70 ⊕ | 40 41 5f 49 = | c0 c1 2b 39         |
| 00 80 b6 82 ⊕ | 41 55 56 5f = | 41 d5 e0 dd         |
| 00 75 1a 20 ⊕ | 52 4e 49 42 = | 52 3b 53 62         |
| 80 4a 28 58 ⊕ | 50 47 56 44 = | d0 0d 7e 1c         |

6. Melakukan transformasi putaran sebanyak 10 putaran karena panjang kunci 128 bit.

Putaran I:

- a. *SubByte*, mengganti hasil *Xor plaintext* dan kunci dengan Tabel *S-box*. Proses penggantian nilai terhadap Tabel *s-box* adalah nilai perpotongan dari nilai kolom dan baris Tabel *s-box*, dimana aturannya lihat contoh berikut:  $c0 = c \rightarrow$  sebagai nilai baris ;  $0 \rightarrow$  sebagai nilai kolom Nilai perpotongan antara baris c dan kolom o adalah ba, jadi nilai ba akan menjadi masukan yang baru.

| Keyaddition   | Tabel S-box |
|---------------|-------------|
| c0 c1 2b 39   | ba 78 f1 12 |
| 41 d5 e0 dd = | 83 03 e1 c1 |
| 52 3b 53 62   | 00 e2 ed aa |
| d0 0d 7e 1c   | 70 d7 f3 9c |

- b. *Shiftrow*, menggeser posisi baris. Pergeseran yang terjadi pada transformasi *shiftrow* adalah seperti berikut ini:

- 1) Baris pertama tidak terjadi pergeseran.
- 2) Baris kedua terjadi pergeseran 1 byte ke kiri.
- 3) Baris ketiga terjadi pergeseran 2 byte ke kiri.
- 4) Baris keempat terjadi pergeseran 3 byte ke kiri.

| Hasil subbyte | hasil shiftrow |
|---------------|----------------|
| ba 78 f1 12   | ba 78 f1 12    |
| 83 03 e1 c1 = | 03 e1 c1 83    |
| 00 e2 ed aa   | ed aa 00 e2    |
| 70 d7 f3 9c   | 9c d7 f3 70    |

- c. *MixColumn*. Proses ini adalah meng *Xor* kan hasil dari *shiftrow* dengan matriks yang telah ditentukan, perkalian dilakukan dengan *irreductional polynomial* di dalam Medan Galois (GF) ( $2^8$ ), yaitu :  $x^8 + x^4 + x^3 + x + 1$ , maka dalam perkalian *mixcolumns* nilai dari biner akan dirubah menjadi bilangan x

$$\begin{pmatrix} \text{ba} \\ 03 \\ \text{ed} \\ 9\text{c} \end{pmatrix} \bullet \begin{pmatrix} 02 & 03 & 01 & 01 \\ 01 & 02 & 03 & 01 \\ 01 & 01 & 02 & 03 \\ 03 & 01 & 01 & 02 \end{pmatrix} \\
 = (\text{ba})(02) \oplus (03)(03) \oplus (\text{ed})(01) \oplus (9\text{c})(01) \\
 = (10111010)(00000010) \oplus (00000011)(00000011) \oplus (11101011) \\
 (00000001) \oplus (10011100)(00000001) \\
 = (x^7 + x^5 + x^4 + x^3 + x)(x) \oplus (x+1)(x+1) \oplus (x^7+x^6+x^5+x^3+x+1)(1) \oplus \\
 (x^7+x^4+x^3+1)(1) = x^6+x^5+x^4+x^3 = 01111000 = 78$$

Proses ini akan dilakukan tiap putaran yaitu dari putaran pertama hingga putaran kesembilan. Pada putaran kesepuluh, proses ini diabaikan

| Hasil <i>shiftrow</i> |   | Hasil <i>mixcolumns</i> |
|-----------------------|---|-------------------------|
| ba 78 f1 12           | = | 78 ff 80 74             |
| 03 e1 c1 83           | = | 22 3b 54 92             |
| ed aa 00 e2           | = | e3 0d 44 6a             |
| 9c d7 f3 70           | = | 67 e3 51 88             |

d. *Addroundkey*, hasil *mixcolumns* di *Xor* kan dengan kunci putaran

| Hasil <i>mixcolumns</i> | <i>roundkey</i> I | Hasil         |
|-------------------------|-------------------|---------------|
| 78 ff 80 74 $\oplus$    | 57 16 49 1e       | = 2f e9 c9 6a |
| 22 3b 54 92 $\oplus$    | 7a 2f 79 25       | = 58 14 2d b7 |
| e3 0d 44 6a $\oplus$    | 9d d3 9a df       | = 7e de de b5 |
| 67 e3 51 88 $\oplus$    | 7c 3b 6d 38       | = 1b d8 3c b0 |

Keempat proses dilakukan secara berulang sampai putaran kesembilan, hasil dari sembilan putaran dapat dilihat dari Tabel berikut :

Tabel 3.5. Hasil *Round* Enkripsi Algoritma *Rijndael* 9 Putaran

| Putaran 1 |    |    |    | Putaran 2 |    |    |    | Putaran 3 |    |    |    |
|-----------|----|----|----|-----------|----|----|----|-----------|----|----|----|
| 2f        | e9 | c9 | 6a | c4        | 8e | a6 | 4b | a5        | 53 | fe | 9b |
| 58        | 14 | 2d | b7 | 19        | b3 | f7 | 38 | a8        | 4c | fb | fc |
| 7e        | de | De | b5 | 57        | 46 | a9 | 41 | 5f        | 83 | c3 | 45 |
| 1b        | d8 | 3c | b0 | 8f        | 0b | a8 | f2 | e5        | b5 | 9f | 12 |
| Putaran 4 |    |    |    | Putaran 5 |    |    |    | Putaran 6 |    |    |    |
| 39        | f5 | 19 | b6 | 4b        | 04 | 2b | c1 | 7d        | 1c | 8f | 17 |
| 03        | d4 | 16 | 1f | 05        | 67 | 3a | 21 | 6d        | a2 | 24 | 54 |
| e1        | 9e | 5e | cf | 38        | b9 | e2 | 4a | 25        | a5 | 52 | ce |
| 34        | c4 | Ba | 36 | 5c        | 57 | d5 | 5a | 8a        | c7 | 01 | 0d |
| Putaran 7 |    |    |    | Putaran 8 |    |    |    | Putaran 9 |    |    |    |
| de        | 1b | 25 | 56 | 69        | Ef | da | 16 | e9        | 28 | 19 | 41 |
| 7c        | 77 | 91 | 40 | 16        | 2a | 75 | 64 | 61        | 3f | 78 | 6f |
| 97        | 42 | 79 | 65 | fc        | 63 | 0e | 47 | 93        | 32 | 88 | 86 |
| a2        | f6 | Dd | af | 9f        | 24 | 79 | df | 18        | 77 | 25 | 3e |

7. *FinalRound*. Proses enkripsi pada putaran kesepuluh tidak menggunakan transformasi *mixcolumn*.

| a. <i>Subbyte</i>       |                      | b. <i>Shiftrow</i>    |                       |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Hasil <i>roundkey</i> 9 | tabel <i>s-box</i>   | Hasil <i>Subbytes</i> | Hasil <i>Shiftrow</i> |
| e9 28 19 41             | $\oplus$ 1e 34 d4 83 | 1e 34 d4 83           | = 1e 34 d4 83         |
| 61 3f 78 6f             | $\oplus$ ef 75 bc a8 | ef 75 bc a8           | = 75 bc a8 ef         |
| 93 32 88 86             | $\oplus$ dc 23 c4 44 | dc 23 c4 44           | = dc 23 c4 44         |
| 18 77 25 3e             | $\oplus$ ad f5 3f b2 | ad f5 3f b2           | = b2 ad f5 3f         |
| c. <i>Addroundkey</i>   |                      |                       |                       |
| Hasil <i>Shiftrow</i>   | <i>Roundkey</i> 10   | Hasil                 |                       |
| 1e 34 d4 83 $\oplus$    | 13 e3 f3 4d          | = 0d d7 27 ce         |                       |
| 75 bc a8 ef $\oplus$    | 11 94 07 2b          | = 64 38 af c4         |                       |
| dc 23 c4 44 $\oplus$    | 1d 4a a7 30          | = c1 69 63 74         |                       |
| b2 ad f5 3f $\oplus$    | 7f 17 8b c5          | = cd 7e 7e fa         |                       |

Maka *ciphercitra* yang dihasilkan adalah : od 64 c1 cd d7 38 69 7e 27 af 63 7e ce c4 74 fa. Konversi ke dalam bilangan desimal: 13 100 193 205 215 56 105 126 39 175 99 126 206 196 116 250 ; maka 16 nilai *pixel* pertama dari nilai *red* di atas telah terjadi perubahan nilai, untuk pencarian 16 *pixel* pertama dari nilai *green* dan *blue*, proses yang dilakukan sama seperti di atas, sehingga menghasilkan nilai sebagai berikut:

Tabel 3.6. Hasil Enkripsi 16 Nilai *Pixel* Pertama Pada Citra Warna

|       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| R=13  | R=100 | R=193 | R=205 | R=215 | R=56  | R=105 | R=126 |
| G=30  | G=193 | G=206 | G=178 | G=161 | G=1   | G=56  | G=179 |
| B=48  | B=213 | B=230 | B=205 | B=192 | B=11  | B=70  | B=194 |
| R=39  | R=175 | R=99  | R=126 | R=206 | R=196 | R=116 | R=250 |
| G=206 | G=167 | G=169 | G=113 | G=103 | G=23  | G=96  | G=103 |
| B=227 | B=191 | B=170 | B=124 | B=110 | B=15  | B=91  | B=110 |

**Dekripsi**

Tahapan-tahapan proses dekripsi sebagai berikut:

1. *Input* citra yang sudah dienkripsi
2. Tampilkan Tabel 3.6 Kembali
3. Input kunci sebelumnya
4. Bilangan heksadesimal Ciphercitra = od 64 c1 cd d7 38 69 7e 27 af 63 7e ce c4 74 fa  
Kunci = 4D 41 52 50 41 55 4E 47 5F 56 49 56 49 5F 42 44
5. Ekspansi kunci.  
Kunci dibagi menjadi beberapa blok, jika panjang kunci 128 *bit*, maka panjang kunci (Nk) dibagi 32. 128/32 = 4, urutan pengisian baris dan kolom adalah berdasarkan kolom, maka: W<sub>0</sub> = 4D415250 ; W<sub>2</sub> = 5F56495 ; W<sub>1</sub> = 41554E47 ; W<sub>3</sub> = 495F4244  
R<sub>con</sub> yang digunakan adalah:

```
01 02 04 08 10 20 40 80 1b 36 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
```

Sebelum mencari *roundkey* yang pertama, dicari terlebih dahulu nilai W<sub>3</sub> dengan rumus: W<sub>3</sub>= *Subword*(*rootword*(W<sub>3</sub>)) ; *Rootword* adalah menggeser posisi 1 *byte* ke kanan dari Tabel *S-box*. Perpotongan antara nilai baris dan kolom merupakan nilai hasil dari transformasi *subbyte* dan *Roudkey* (Seperti model sebelumnya)

6. Melakukan putaran pertama transformasi *inverse of addroundkey*, meng-*XOR*-kan cipherteks dengan kunci putaran kesepuluh

| Cipherteks  | <i>roundkey</i> X | = | Hasil       |
|-------------|-------------------|---|-------------|
| 0d d7 27 ce | d2 9f b2 15       | = | df 48 95 db |
| 64 38 af c4 | b6 ff 76 c5       | = | d2 c7 d9 01 |
| c1 69 63 74 | 21 4a 73 29       | = | e0 23 10 5d |
| cd 7e 7e fa | 7f 58 31 f3       | = | b2 26 4f 09 |

7. Melakukan putaran pertama transformasi *inverse shiftrow*

|             |   |             |
|-------------|---|-------------|
| df 48 95 db | = | df 48 95 db |
| d2 c7 d9 01 | = | c7 d9 01 d2 |
| e0 23 10 5d | = | 10 5d e0 23 |
| b2 26 4f 09 | = | 26 4f 09 b2 |

8. Melakukan putaran pertama transformasi *inverse subbyte*.

|             |   |             |
|-------------|---|-------------|
| df 48 95 db | = | 9e 52 2a b9 |
| c7 d9 01 d2 | = | c6 35 7c b5 |
| 10 5d e0 23 | = | ca 4c e1 26 |
| 26 4f 09 b2 | = | f7 84 01 37 |

9. Untuk putaran kedua sampai sepuluh dilakukan transformasi *inverse of addroundkey*, *inverse mixcolumns*, *inverse shiftrow* dan *inverse subbyte*

Tabel 3.12. Hasil Putaran Dua Sampai Sepuluh Dekripsi AES

| Putaran kedua     |    |    |    | Putaran ketiga     |    |    |    | Putaran keempat   |    |    |    |
|-------------------|----|----|----|--------------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|
| 9e                | 52 | 2a | b9 | d1                 | 79 | b4 | d6 | c6                | f7 | cc | 84 |
| c6                | 35 | 7c | b5 | 87                 | c4 | 55 | 6f | 2f                | 5e | 79 | f9 |
| ca                | 4c | e1 | 26 | 6c                 | 30 | 94 | f4 | e1                | Ed | 39 | cf |
| f7                | 84 | 01 | 37 | 0f                 | 0a | ad | 1f | 09                | c3 | 5d | 5d |
| Putaran kelima    |    |    |    | Putaran keenam     |    |    |    | Putaran ketujuh   |    |    |    |
| c8                | 9b | 25 | b0 | 24                 | 69 | 6e | 88 | fa                | 25 | 40 | 57 |
| 16                | 7a | 02 | 26 | 72                 | 66 | d2 | 42 | 63                | b3 | 66 | 24 |
| 77                | c9 | 79 | 19 | 40                 | b3 | 75 | 5b | 6a                | 39 | 8a | 4d |
| bc                | 3b | 92 | 96 | 23                 | fa | 32 | 63 | 28                | 09 | 31 | 17 |
| Putaran kedelapan |    |    |    | Putaran kesembilan |    |    |    | Putaran kesepuluh |    |    |    |
| 49                | 55 | Da | 1f | 1a                 | 1f | 11 | 1c | 2e                | 91 | 1d | ff |
| 15                | e5 | Ca | 0a | 0e                 | 00 | 05 | 12 | 71                | 71 | 6c | 48 |
| 59                | d7 | 94 | 63 | 17                 | 11 | 0c | 0d | 3c                | 3c | a7 | e4 |
| 8f                | a0 | Fa | ff | 08                 | 1d | 00 | 09 | 77                | 6e | af | 52 |

10. Langkah yang terakhir adalah *keyaddition*:

$$2e\ 91\ 1d\ ff \oplus 53\ 4b\ 49\ 4d = 80\ 80\ 74\ 70$$

$$71\ 9b\ 6c\ 48 \oplus 71\ 42\ 44\ 41 = 00\ 80\ b6\ 82$$

$$3c\ 21\ a7\ e4 \oplus 3c\ 55\ 41\ 4d = 00\ 75\ 1a\ 20$$

$$77\ 6e\ af\ 52 \oplus 49\ 44\ 52\ 44 = 80\ 4a\ 28\ 58$$

11. Konversi nilai heksadesimal hasil dekripsi algoritma *Advanced Encryption Standard* ke dalam bilangan desimal. Plain Text citra= 80 00 00 80 80 80 75 4A 74 B6 1A 28 70 82 20 58 ;  
Desimal=128 0 0 128 128 128 117 74 116 182 26 40 112 130 32 88

Tabel 3.13. Hasil Dekripsi Algoritma AES

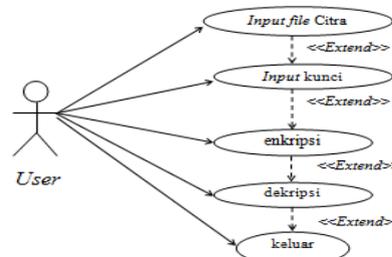
|                       |                       |                      |                       |                       |                         |                         |                      |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| R=128<br>G=128<br>B=0 | R=0<br>G=64<br>B=64   | R=0<br>G=255<br>B=64 | R=128<br>G=64<br>B=64 | R=128<br>G=0<br>B=0   | R=128<br>G=64<br>B=0    | R=117<br>G=117<br>B=255 | R=74<br>G=9<br>B=27  |
| R=116<br>G=14<br>B=41 | R=182<br>G=22<br>B=66 | R=26<br>G=11<br>B=7  | R=40<br>G=31<br>B=20  | R=112<br>G=96<br>B=91 | R=130<br>G=103<br>B=110 | R=32<br>G=23<br>B=15    | R=88<br>G=56<br>B=70 |

### Perancangan Interface

Aplikasi yang akan dirancang menggunakan :

### Use Case

Adalah fungsionalitas sistem, agar *user* dapat mengerti kegunaan aplikasi yang akan dibangun.

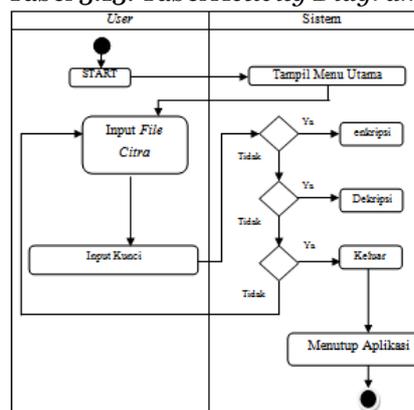


Gambar 3.3 Use case Diagram Aplikasi

### Activity Diagram

Memodelkan *event-event* yang terjadi dalam *use case*.

Tabel 3.13. Tabel Activity Diagram



## Algoritma dan Implementasi

### Algoritma

#### A. Enkripsi

*Input* :  $P \leftarrow$  Citra yang akan diproses ;  $K \leftarrow$  Kunci

*Output* :  $C \leftarrow$  Ciphercitra

Proses : Mulai :

Masukkan  $P, K, K, (Nr, w)$

(\*Nr = Jumlah Ronde, w = larik bytes kunci ronde\*)

AddRoundkey (  $P, w[0..3]$  )

For  $i = 1$  to  $Nr$  do

Subbytes(P)

Shiftrows(P)

If  $i \neq Nr$  then

Mixcolumns(P)

End if

Addroundkey (  $P, w[(i * 4)..(i * 4) + 3]$  )

End for

Selesai.

#### B. Dekripsi

*Input* :  $C \leftarrow$  Ciphercitra ;  $K \leftarrow$  Kunci

*Output* :  $P \leftarrow$  Citra

Proses : Mulai :

Masukkan  $C, P, Ekspansi(K), (Nr, w)$

AddRoundkey (  $C, w[Nr * 4..Nr * 4-3]$  )

For  $i = 1$  to  $Nr$  do

InvSubBytes (  $C$  ) ; InvShiftRows (  $C$  )

AddRoundKey (  $C, w [(Nr-i) * 4..(Nr-i)*4 + 3]$  )

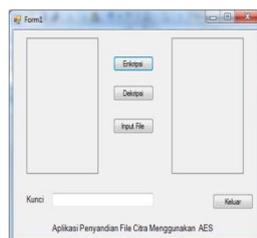
If  $i \neq Nr$  then InvMixColumns(  $C$  ) End if

End For

Selesai.

## Implementasi

Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan. Tampilan Menu Utama dan Tampilan menu utama dan Enkripsi



Gambar 4.1. Menu Utama



Gambar 4.2. Enkripsi

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan bahwa Algoritma *advanced encryption standard* adalah algoritma kriptografi modern yang memiliki 10 putaran dalam melakukan proses enkripsi dan dekripsi serta beberapa transformasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- T. Sutoyo, S.Si, M.Kom, 2009. Teori Pengantar Citra Digital, ANDI Yogyakarta
- Darma Putra , 2010. Pengolahan Citra Digital, ANDI Yogyakarta
- Munir, Rinaldi 2004. Pengolahan Citra Digital Pendekatan Algoritmik
- Anianti Murni, 1992. Pengantar Pengolahan Citra, ANDI Yogyakarta
- Adi Nugroho, 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek, ANDI Yogyakarta
- Ladjudin, Al-Bahra Bin. 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- Putra, Darma. 2009. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta. Penerbit ANDI.

- Subhan, Mohamad. 2012. *Analisa Perancangan Sistem*. Jakarta. Penerbit Lentera Ilmu Cendekia.
- Yuni, Sugiarti. 2003. *Analisa dan Perancangan UML*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- Hendrayudi. 2009. *Visual Basic 2008 Untuk Berbagai Keperluan Pemrograman*. Jakarta. Penerbit Elex Media Komputindo.
- Amin, Zaid. (2012). *Desain dan Implementasi Tunneling IPSEC Berbasis UNIX dengan ESP (Encapsulating Security Payload)*. Palembang: STMIK PalComTech, 2.
- Ariyus, Dony. (2008). *Pengantar Ilmu Kriptografi Teori Analisis dan Implementasi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Enterprise, Jubilee. (2010) *Rahasia Manajemen File*. Jakarta: PT.Elex Media Komputindo.
- Munir, Rinaldi. (2011). *Algoritma dan Pemrograman*. Bandung: Informatika Bandung.
- Munir, Rinaldi. (2006). *Kriptografi*. Bandung: Informatika Bandung.
- Nugroho, Adi. (2010). *Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek dengan Metode USDP*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Rachmat C, Antonius. (2010). *Algoritma dan Pemrograman dengan Bahasa C-Konsep, Teori & Implementasi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

## **PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DETEKSI TEPI PADA BATIK SASIRANGAN KHAS BANJAR MENGGUNAKAN METODE ROBERT DAN SOBEL**

**Wahyuni dan Sinar Sinurat**

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Batik merupakan warisan leluhur dari generasi ke generasi bangsa Indonesia . Motif dalam batik adalah salah satu karya seni tradisional Indonesia yang menyimpan konsep artistik, semata-mata bukan hanya untuk keindahan. Di propinsi Kalimantan tepatnya di kota Banjarmasin terdapat salah satu batik peninggalan leluhur yaitu batik sasirangan. Ciri khas Batik Sasirangan itu sendiri terlihat dari motifnya yang disirang atau dijahit. Kain Sasirangan adalah sejenis kain yang diberi Gambar dengan motif dan warna tertentu yang sudah dipolakan secara tradisional menurut cita rasa budaya lokal genius yang khas etnis Banjar di Kalimantan Selatan. Dewasa ini berbagai upaya dilakukan oleh masyarakat lokal mempromosikannya ke berbagai negara. Bentuk pemasarannya dalam bentuk foto (digital dan analog). Bagaimana mengenali motif dalam foto tersebut adalah asli atau tidak, mungkin orang tidak mengenal dengan gampang apalagi bukan dari Suku Banjar yang lahir dan mengenal betul dari batik tersebut. Salah satu upaya untuk membantunya akan dibuat suatu aplikasi untuk membantu mengenali daripada batik tersebut berdasarkan tepi dari sebuah citra. Dalam bidang keilmuan citra dan pembuatan aplikasi tersebut tersedia sejumlah metode yang sesuai, akan tetapi yang akan dibahas adalah dengan metode Robert dan Sobel di mana keduanya menggunakan Kernel Filter. Metode Robert adalah nama lain dari teknik differensial pada arah horizontal dan differensial pada arah vertikal, dengan ditambahkan proses konversi biner setelah dilakukan differensial. Sedangkan metode Sobel adalah pengembangan metode Robert dengan menggunakan filter HPF (High Pass Filter) yang diberi satu angka nol penyangga. Kelebihan dari metode Sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi. Dalam Aplikasi yang akan dibangun dengan menerapkan proses deteksi tepi pada foto batik akan menghasilkan border line pada tepi seluruh objek citra dimaksud.

**Kata kunci :** Citra, Tepi, Kernel, Konvolusi, Robert, Sobel

### **PENDAHULUAN**

Masing-masing daerah mempunyai keunikannya tersendiri. Keunikan tersebut disalurkan dalam bentuk tarian, lagu, kuliner, pakaian daerah, kain khas daerah, dan sebagainya. Batik di pakai sebagai busana sehari-hari, dan juga untuk keperluan upacara, adat, tradisi, kepercayaan, agama, bahkan status sosial. Di Indonesia sendiri terdapat berbagai jenis batik yang memiliki motif, corak dan arti yang berbeda.

Di propinsi Kalimantan tepatnya di kota Banjarmasin terdapat salah satu batik peninggalan bangsa Indonesia, yaitu batik Sasirangan. Sasirangan bukanlah kata benda, *Sa* artinya satu dan *Sirang* artinya Jelujur (dijahit). ciri khas dari Sasirangan sendiri terlihat dari motifnya yang harus disirang atau di jahit, dalam pembuatan motifnya harus disirang (dijahit). Kain Sasirangan adalah sejenis kain yang diberi Gambar dengan motif dan warna tertentu yang sudah dipolakan secara tradisional menurut cita rasa budaya lokal genius yang khas etnis Banjar di Kalimantan Selatan. Sasirangan adalah kain yang diberi motif dan warna yang dibuat sedemikian rupa dengan pola satu jelujur. Motif Gambar kain Sasirangan pada umumnya merujuk kepada Gambar visualisasi flora, fauna, manusia, alam benda budaya, benda di langit dan lain-lain.

Deteksi tepi sangat penting dalam pengolahan citra karena pendeteksian tepi merupakan langkah pertama untuk melingkupi informasi di dalam citra. Dimana, tepi mencirikan batas-batas objek dan karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi objek dalam citra. Tujuan operasi pendeteksi tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek di dalam citra. Oleh karena itu, memungkinkan untuk mengombinasikan tingkat kehalusan dan pendeteksian tepi ke dalam suatu konvolusi dalam satu dimensi dengan dua arah yang berbeda (vertikal dan horizontal). Dalam deteksi tepi pun terdapat banyak metode diantaranya metode Robert, Sobel, Prewitt dan Metode Turunan Kedua.

### **METODE**

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka penulis mencoba memaparkan langkah-langkah baik secara teoritis maupun dalam aplikasi yang akan dirancang dengan:

**Studi Literatur.** Pengumpulan data dan informasi mulai dari proses perancangan hingga implementasi, mempelajari artikel, buku atau situs yang memuat ilmu citra dan Batik Sasirangan dengan menentukan fungsi dan aplikasi yang sesuai dengan kebutuhan.

**Analisis.** Menerapkan langkah-langkah deteksi tepi citra dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi. Dari hasil analisis data hingga ke tahapan selanjutnya dengan disain arsitektur aplikasi, logika kerja, model modul, basis data dan antar muka, serta lingkungan sistem.

**Implementasi.** Mengolah data citra pada aplikasi yang dirancang dengan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi.** Menguji sejumlah data citra pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil deteksi tepi yang sesuai dan membuat kesimpulan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Citra adalah suatu representasi (Gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti Gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat disimpan pada suatu media penyimpanan (T.Sutoyo dkk., 2009).

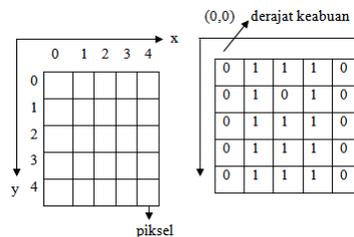
Citra dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu citra diam (*still image*) dan citra bergerak (*animated images*). Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak. Sebaliknya, citra bergerak adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara beruntun (sekuensial) sehingga memberi kesan pada mata sebagai Gambar yang bergerak. Setiap citra di dalam rangkaian itu disebut *frame*. Gambar-Gambar yang tampak pada film layar lebar atau televisi pada hakekatnya terdiri dari ratusan sampai ribuan *frame*. Citra dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu citra analog dan citra digital. Adapun jenis citra adalah : citra analog, citra digital.

Citra analog adalah citra berupa hasil cetakan dalam kertas atau yang terdapat dalam klise (film). Sedangkan citra digital adalah citra yang sudah terekam dalam media rekam, misalnya camera digital, atau yang terdapat dalam video. Biasanya citra tersebut direpresentasi dengan ruang dimensinya yaitu untuk dua dimensi posisi (x,y) sedangkan untuk 3 dimensi posisi (x,y,z). Posisi tersebut dalam bentuk representasi lain adalah matriks atau array dengan elemen-elemen data disebut pixel (picture element).

Suatu citra digital berbentuk matriks, setiap elemen-elemen matriks dapat diakses melalui indeksnya, yaitu baris dan kolom. Sebuah citra digital berukuran NxM (Rinaldi Munir, Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, 2004) di mana N=jumlah baris (panjang/tinggi matriks) dengan  $0 \leq y \leq N-1$ ; M=jumlah kolom (lebar matriks) dengan  $0 \leq x \leq M-1$ ; L=intensitas warna maksimal (derajat keabuan) dengan  $0 \leq f(x,y) \leq L-1$ .

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(0,1) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Representasinya pada matrik adalah:



Gambar 1. Struktur Data Citra Berwarna

**Konvolusi**

Konvolusi dinyatakan dalam matriks, di mana setiap elemen matriks penapis tersebut dinamakan koefisien konvolusi. Operasi bekerja dengan menggeser kernel piksel per piksel, yang hasilnya kemudian disimpan dalam matriks baru. Contoh konvolusi yang terjadi antara citra  $f(x,y)$  berukuran  $5 \times 5$  dengan sebuah kernel berukuran  $3 \times 3$  yang diperlihatkan:

$$F(x,y) = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 3 & 5 & 4 \\ 6 & 6 & 5 & 5 & 2 \\ 5 & 6 & 6 & 6 & 2 \\ 6 & 7 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 5 & 2 & 4 & 4 \end{pmatrix} \quad g(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & .4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Tanda titik menunjukkan posisi (0,0) dari kernel Tahapan untuk mendapatkan hasil konvolusi yang terjadi antara citra dan kernel

**Batik Sasirangan**

Kain Sasirangan dikenal dengan Kain Pamintan, singkatan permintaan (permintaan). Maksudnya selembar kain putih yang diberi warna dan motif tertentu atas permintaan seseorang. Dengan pamintan

maka diharapkan penyakitnya akan menjadi sembuh. Kain pamintan berfungsi sebagai sarana pengobatan atas petunjuk seorang tabib.

Berbagai macam penyakit dari seorang atau keluarganya yang sakit, seperti sakit perut, sakit kepala, bisul, sawan, badan panas dingin, bahkan penyakit gangguan jiwa serta sakit yang disebabkan oleh gangguan makhluk halus atau gangguan roh jahat. Dalam proses pengobatan, nasihat tabib, proses pembuatan kain pamintan serta pemakaiannya sebagai terapi, dilaksanakan agak tertutup artinya tidak terbuka secara umum. Kain pamintan diperkirakan dikenal di Kalimantan Selatan sejak sekitar abad ke XVI (Syamsiar, 2008). Berikut contoh Batik Sasirangan, yang umum saat ini:



Gambar 2. Beberapa Motif Batik Sasirangan

**Robert**

Operator *Roberts' Cross* terdiri dari sepasang matriks konvolusi 2x2. Satu matriks merupakan hasil rotasi 90 derajat terhadap matriks lainnya. Operator sederhana ini memeriksa sebuah piksel tambahan pada satu arah gradient tetapi karena yang diperiksa adalah piksel dalam arah diagonal, maka secara keseluruhan piksel-piksel yang terlibat membentuk jendela matrik 2x2. Bentuk jendela yang demikian lebih menekankan pemeriksaan pada kedua arah diagonal, dari pada arah horizontal atau arah vertikal, sehingga perbedaan yang terletak pada sisi-sisi miring objek akan terdeteksi dengan lebih baik. Adapun gradien yang digunakan adalah:

$$\begin{array}{|c|c|} \hline +1 & 0 \\ \hline 0 & -1 \\ \hline \end{array}
 \quad
 \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & +1 \\ \hline -1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

Gx                      Gy

Gambar 3. Proses Edge Detection.

Matriks selanjutnya dikombinasikan untuk mencari skala absolut dari gradien setiap titik. Nilai mutlak gradien titik dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:  $G = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$  Sedangkan untuk perhitungan pendekatan gradien menggunakan:  $|G| = |Gx| + |Gy|$  (Arifin, Budiman Edge Detection Menggunakan Metode *Roberts*).

**Sobel**

Metode Sobel merupakan pengembangan metode Robert dengan menggunakan *filter HPF (High Pass Filter)* yang diberi satu angka nol penyangga. Kelebihan dari metode Sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi *noise* sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi. Kernel *filter* yang digunakan dalam metode Sobel ini adalah:

$$H = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dan } H = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

(Apriyana Dkk, Perbandingan Metode Sobel, Metode Prewitt dan Metode Robert Untuk Deteksi Tepi Objek Pada Aplikasi Pengenalan Bentuk Berbasis Citra Digital).

**Penentuan Data**

Konversi citra warna (RGB) digital ke grayscale dalam bentuk matriks di mana ukuran matriks yang digunakan adalah ukuran 20x13 dengan format JPG.



Gambar 4. Citra Input

**Penerapan Robert**

Adapun langkah-langkah adalah:

Citra input dengan matriks 20x13 pada nilai  $f(x,y)$ , di mana pengambilan data decimal ini dapat dilakukan dengan matlab pada citra input di atas dengan cara:  $Gambar=imread('NF.jpg');$   
 $red=Gambar(:, :, 1); green=Gambar(:, :, 2); blue=Gambar(:, :, 3); gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;$

dengan cara lain dapat menggunakan fungsi berikut:

$$f_0(x,y) = \frac{f_i^R(x,y) + f_i^G(x,y) + f_i^B(x,y)}{3}$$

1. datanya citra hasil grayscale adalah :

|             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $f_0(x,y)=$ | 103 | 64  | 165 | 175 | 202 | 102 | 121 | 179 | 137 | 162 | 164 | 152 | 140 | 183 | 172 | 126 | 126 | 133 | 115 | 121 |
|             | 65  | 112 | 81  | 180 | 108 | 135 | 133 | 118 | 145 | 141 | 123 | 113 | 165 | 118 | 97  | 124 | 165 | 154 | 128 | 139 |
|             | 71  | 126 | 137 | 96  | 99  | 130 | 111 | 119 | 140 | 129 | 105 | 141 | 94  | 135 | 136 | 156 | 139 | 135 | 125 | 158 |
|             | 90  | 129 | 115 | 123 | 92  | 89  | 159 | 121 | 105 | 141 | 142 | 112 | 152 | 133 | 112 | 102 | 90  | 154 | 179 | 175 |
|             | 85  | 132 | 102 | 100 | 172 | 120 | 163 | 159 | 134 | 112 | 115 | 105 | 172 | 118 | 105 | 101 | 150 | 172 | 153 | 135 |
|             | 56  | 70  | 86  | 115 | 100 | 149 | 124 | 130 | 153 | 94  | 99  | 131 | 107 | 116 | 159 | 173 | 134 | 141 | 125 | 121 |
|             | 61  | 123 | 105 | 88  | 159 | 123 | 157 | 139 | 108 | 119 | 140 | 114 | 135 | 103 | 125 | 138 | 118 | 101 | 73  | 88  |
|             | 94  | 90  | 71  | 74  | 107 | 167 | 125 | 136 | 132 | 104 | 102 | 164 | 102 | 139 | 117 | 85  | 92  | 110 | 95  | 89  |
|             | 117 | 69  | 105 | 131 | 101 | 104 | 152 | 146 | 96  | 100 | 134 | 124 | 157 | 108 | 73  | 124 | 73  | 90  | 87  | 91  |
|             | 83  | 111 | 104 | 55  | 105 | 67  | 71  | 101 | 122 | 82  | 98  | 124 | 96  | 93  | 148 | 141 | 107 | 118 | 115 | 107 |
|             | 63  | 81  | 74  | 78  | 70  | 80  | 76  | 91  | 127 | 176 | 94  | 103 | 128 | 95  | 101 | 127 | 103 | 87  | 79  | 75  |
|             | 124 | 40  | 78  | 70  | 77  | 71  | 158 | 138 | 54  | 46  | 38  | 106 | 57  | 87  | 132 | 70  | 91  | 74  | 76  | 61  |
|             | 40  | 27  | 31  | 82  | 80  | 79  | 53  | 50  | 77  | 88  | 56  | 77  | 61  | 101 | 79  | 69  | 84  | 99  | 127 | 75  |

2. Tentukan kernel yang digunakan untuk mendeteksi citra yaitu:

$$(R_x) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

3. Hitung nilai konvolusi Horijontal dari citra tersebut:

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 103 | 64  | 165 | 175 | 202 | 102 | 121 | 179 | 137 | 162 | 164 | 152 | 140 | 183 | 172 | 126 | 126 | 133 | 115 | 121 | 0 |
| 65  | 112 | 81  | 180 | 108 | 135 | 133 | 118 | 145 | 141 | 123 | 113 | 165 | 118 | 97  | 124 | 165 | 154 | 128 | 139 | 0 |
| 71  | 126 | 137 | 96  | 99  | 130 | 111 | 119 | 140 | 129 | 105 | 141 | 94  | 135 | 136 | 156 | 139 | 135 | 125 | 158 | 0 |
| 90  | 129 | 115 | 123 | 92  | 89  | 159 | 121 | 105 | 141 | 142 | 112 | 152 | 133 | 112 | 102 | 90  | 154 | 179 | 175 | 0 |
| 85  | 132 | 102 | 100 | 172 | 120 | 163 | 159 | 134 | 112 | 115 | 105 | 172 | 118 | 105 | 101 | 150 | 172 | 153 | 135 | 0 |
| 56  | 70  | 86  | 115 | 100 | 149 | 124 | 130 | 153 | 94  | 99  | 131 | 107 | 116 | 159 | 173 | 134 | 141 | 125 | 121 | 0 |
| 61  | 123 | 105 | 88  | 159 | 123 | 157 | 139 | 108 | 119 | 140 | 114 | 135 | 103 | 125 | 138 | 118 | 101 | 73  | 88  | 0 |
| 94  | 90  | 71  | 74  | 107 | 167 | 125 | 136 | 132 | 104 | 102 | 164 | 102 | 139 | 117 | 85  | 92  | 110 | 95  | 89  | 0 |
| 117 | 69  | 105 | 131 | 101 | 104 | 152 | 146 | 96  | 100 | 134 | 124 | 157 | 108 | 73  | 124 | 73  | 90  | 87  | 91  | 0 |
| 83  | 111 | 104 | 55  | 105 | 67  | 71  | 101 | 122 | 82  | 98  | 124 | 96  | 93  | 148 | 141 | 107 | 118 | 115 | 107 | 0 |
| 63  | 81  | 74  | 78  | 70  | 80  | 76  | 91  | 127 | 176 | 94  | 103 | 128 | 95  | 101 | 127 | 103 | 87  | 79  | 75  | 0 |
| 124 | 40  | 78  | 70  | 77  | 71  | 158 | 138 | 54  | 46  | 38  | 106 | 57  | 87  | 132 | 70  | 91  | 74  | 76  | 61  | 0 |
| 40  | 27  | 31  | 82  | 80  | 79  | 53  | 50  | 77  | 88  | 56  | 77  | 61  | 101 | 79  | 69  | 84  | 99  | 127 | 75  | 0 |
| 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |

4. Hasil konvolusi citra grayscale dengan kernel Roberts horizontal

|     |     |     |     |     |     |      |     |     |      |     |     |     |      |     |     |     |     |      |      |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 9   | 17  | 15  | -67 | -67 | 31  | -3   | -34 | 4   | -39  | -51 | 13  | -22 | -86  | -48 | 39  | 28  | -5  | 24   | -121 |
| 61  | 25  | 15  | -81 | 22  | -24 | -14  | 22  | -16 | -36  | 18  | -19 | -30 | 18   | 59  | 15  | -30 | -29 | 30   | -139 |
| 58  | -11 | -14 | -4  | -10 | 29  | 10   | -14 | 1   | 13   | 7   | 11  | 39  | -23  | -34 | -66 | 15  | 44  | 50   | -158 |
| 42  | -27 | -15 | 49  | 28  | 74  | 0    | 13  | 7   | -26  | -37 | 60  | -34 | -28  | -11 | 48  | 82  | -1  | -44  | -175 |
| -15 | -46 | 13  | 0   | -23 | 4   | -33  | -6  | -40 | -13  | 16  | 2   | -56 | 41   | 68  | 33  | -9  | -47 | -32  | -135 |
| 67  | 35  | 2   | 44  | 23  | 8   | 15   | -22 | -34 | 46   | 15  | 4   | -4  | 9    | -21 | -55 | -33 | -68 | -37  | -121 |
| 29  | -52 | -31 | 19  | 8   | 2   | -21  | -7  | -4  | -17  | 24  | -12 | 4   | 14   | -40 | -46 | -8  | -6  | 16   | -88  |
| -25 | 15  | 60  | 27  | -3  | -15 | 21   | -40 | -32 | 30   | 22  | -7  | 6   | -66  | 7   | -12 | -2  | -23 | -4   | -89  |
| -6  | 35  | -50 | -26 | -34 | -33 | -51  | -24 | -14 | -2   | -10 | -28 | -64 | 40   | 68  | -17 | 45  | 25  | 20   | -91  |
| -2  | -37 | -26 | 15  | -25 | 9   | 20   | 26  | 54  | 12   | 5   | 4   | -1  | 8    | -21 | -38 | -20 | -39 | -40  | -107 |
| -23 | -3  | -4  | -1  | 1   | 78  | 62   | -37 | -81 | -138 | 12  | -46 | -41 | 37   | -31 | -36 | -29 | -11 | -18  | -75  |
| -97 | -9  | 4   | 10  | 2   | -18 | -108 | -61 | 34  | 10   | 39  | -45 | 44  | -8   | -63 | 14  | 8   | 53  | -1   | -61  |
| -40 | -27 | -31 | -82 | -80 | -79 | -53  | -50 | -77 | -88  | -56 | -77 | -61 | -101 | -79 | -69 | -84 | -99 | -127 | -75  |

5. Konvolusikan citra grayscale dengan kernel Roberts vertikal  $(R_y) = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 103 | 64  | 165 | 175 | 202 | 102 | 121 | 179 | 137 | 162 | 164 | 152 | 140 | 183 | 172 | 126 | 126 | 133 | 115 | 121 | 0 |
| 65  | 112 | 81  | 180 | 108 | 135 | 133 | 118 | 145 | 141 | 123 | 113 | 165 | 118 | 97  | 124 | 165 | 154 | 128 | 139 | 0 |
| 71  | 126 | 137 | 96  | 99  | 130 | 111 | 119 | 140 | 129 | 105 | 141 | 94  | 135 | 136 | 156 | 139 | 135 | 125 | 158 | 0 |
| 90  | 129 | 115 | 123 | 92  | 89  | 159 | 121 | 105 | 141 | 142 | 112 | 152 | 133 | 112 | 102 | 90  | 154 | 179 | 175 | 0 |
| 85  | 132 | 102 | 100 | 172 | 120 | 163 | 159 | 134 | 112 | 115 | 105 | 172 | 118 | 105 | 101 | 150 | 172 | 153 | 135 | 0 |
| 56  | 70  | 86  | 115 | 100 | 149 | 124 | 130 | 153 | 94  | 99  | 131 | 107 | 116 | 159 | 173 | 134 | 141 | 125 | 121 | 0 |
| 61  | 123 | 105 | 88  | 159 | 123 | 157 | 139 | 108 | 119 | 140 | 114 | 135 | 103 | 125 | 138 | 118 | 101 | 73  | 88  | 0 |
| 94  | 90  | 71  | 74  | 107 | 167 | 125 | 136 | 132 | 104 | 102 | 164 | 102 | 139 | 117 | 85  | 92  | 110 | 95  | 89  | 0 |
| 117 | 69  | 105 | 131 | 101 | 104 | 152 | 146 | 96  | 100 | 134 | 124 | 157 | 108 | 73  | 124 | 73  | 90  | 87  | 91  | 0 |
| 83  | 111 | 104 | 55  | 105 | 67  | 71  | 101 | 122 | 82  | 98  | 124 | 96  | 93  | 148 | 141 | 107 | 118 | 115 | 107 | 0 |
| 63  | 81  | 74  | 78  | 70  | 80  | 76  | 91  | 127 | 176 | 94  | 103 | 128 | 95  | 101 | 127 | 103 | 87  | 79  | 75  | 0 |
| 124 | 40  | 78  | 70  | 77  | 71  | 158 | 138 | 54  | 46  | 38  | 106 | 57  | 87  | 132 | 70  | 91  | 74  | 76  | 61  | 0 |
| 40  | 27  | 31  | 82  | 80  | 79  | 53  | 50  | 77  | 88  | 56  | 77  | 61  | 101 | 79  | 69  | 84  | 99  | 127 | 75  | 0 |
| 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0 |

6. Hasil konvolusi citra *grayscale* dengan *kernel* Roberts vertikal

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| -1  | 53  | 94  | 22  | -6  | -14 | 46  | 19  | 17  | 23  | 29 | 27  | 18  | 54  | 29  | 2   | -32 | -39 | -7  | -139 |
| 41  | -45 | 43  | 12  | 36  | 3   | 7   | 26  | 1   | -6  | 8  | 24  | 24  | -38 | -12 | 9   | 15  | -7  | 14  | -158 |
| 36  | 8   | -19 | -24 | 38  | 22  | -40 | 19  | 24  | -36 | -1 | -18 | -17 | 3   | 44  | 37  | 45  | -29 | -21 | -175 |
| 44  | -17 | 21  | -8  | -83 | 39  | -42 | -54 | 7   | 30  | -3 | 47  | -39 | -6  | -3  | -11 | 4   | 7   | 22  | -135 |
| 76  | 32  | 14  | 57  | 20  | 14  | 35  | 4   | -41 | 21  | 6  | 41  | 11  | -11 | -58 | -23 | 38  | 12  | 10  | -121 |
| 9   | -37 | 10  | 12  | -10 | 1   | -27 | 14  | -14 | -20 | -9 | -7  | -19 | 56  | 48  | -4  | 23  | 24  | 48  | -88  |
| 29  | 15  | 17  | 85  | 16  | -10 | 14  | -28 | -13 | 36  | 12 | -29 | 1   | -14 | 21  | 33  | 9   | -37 | -7  | -89  |
| -27 | 2   | -31 | -24 | 66  | 21  | -16 | -14 | 8   | 2   | 30 | -22 | -18 | 9   | 12  | -32 | 37  | 5   | 2   | -91  |
| -14 | -6  | 27  | 46  | -1  | 85  | 75  | -5  | -22 | 52  | 26 | 33  | 12  | -20 | -24 | -68 | -17 | -31 | -24 | -107 |
| 48  | 23  | -19 | 27  | -3  | -9  | 25  | 31  | -45 | -78 | 30 | -7  | -35 | 53  | 40  | -20 | 15  | 28  | 28  | -75  |
| -43 | 34  | 0   | 0   | 3   | 5   | -67 | -11 | 122 | 48  | 65 | 22  | 38  | 14  | -5  | 33  | -4  | 5   | -1  | -61  |
| 0   | 51  | 39  | -5  | -9  | 79  | 85  | 4   | -31 | -50 | 50 | -20 | 26  | 31  | -9  | 22  | -10 | -23 | -66 | -75  |
| 27  | 31  | 82  | 80  | 79  | 53  | 50  | 77  | 88  | 56  | 77 | 61  | 101 | 79  | 69  | 84  | 99  | 127 | 75  | 0    |

7. Hitung besar *gradien* citra dengan rumus  $G = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$ , diperoleh hasil akhir Robert sebagai berikut :

|    |    |    |     |     |    |     |    |     |     |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|----|----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 9  | 55 | 95 | 70  | 67  | 34 | 46  | 38 | 17  | 45  | 58 | 29 | 28  | 101 | 56  | 39  | 42  | 39  | 25  | 184 |
| 73 | 51 | 45 | 81  | 42  | 24 | 15  | 34 | 16  | 36  | 19 | 30 | 38  | 42  | 60  | 17  | 33  | 29  | 33  | 210 |
| 68 | 13 | 23 | 24  | 39  | 36 | 41  | 23 | 24  | 38  | 7  | 21 | 42  | 23  | 55  | 75  | 47  | 52  | 54  | 235 |
| 60 | 31 | 25 | 49  | 87  | 83 | 42  | 55 | 9   | 39  | 37 | 76 | 51  | 28  | 11  | 49  | 82  | 7   | 49  | 221 |
| 77 | 56 | 19 | 57  | 30  | 14 | 48  | 7  | 57  | 24  | 17 | 41 | 57  | 42  | 89  | 40  | 39  | 48  | 33  | 181 |
| 67 | 50 | 10 | 45  | 25  | 8  | 30  | 26 | 36  | 50  | 17 | 8  | 19  | 56  | 52  | 55  | 40  | 72  | 60  | 149 |
| 41 | 54 | 35 | 87  | 17  | 10 | 25  | 28 | 13  | 39  | 26 | 31 | 4   | 19  | 45  | 56  | 12  | 37  | 17  | 125 |
| 36 | 15 | 67 | 36  | 66  | 25 | 26  | 42 | 32  | 30  | 37 | 23 | 18  | 66  | 13  | 34  | 37  | 23  | 4   | 127 |
| 15 | 35 | 56 | 52  | 34  | 91 | 90  | 24 | 26  | 52  | 27 | 43 | 65  | 44  | 72  | 70  | 48  | 39  | 31  | 140 |
| 48 | 43 | 32 | 30  | 25  | 12 | 32  | 40 | 70  | 78  | 30 | 8  | 35  | 53  | 45  | 42  | 25  | 48  | 48  | 130 |
| 48 | 34 | 4  | 1   | 3   | 78 | 91  | 38 | 146 | 146 | 66 | 50 | 55  | 39  | 31  | 48  | 29  | 12  | 18  | 96  |
| 97 | 51 | 39 | 11  | 9   | 81 | 137 | 61 | 46  | 50  | 63 | 49 | 51  | 32  | 63  | 26  | 12  | 57  | 66  | 96  |
| 48 | 41 | 87 | 114 | 112 | 95 | 72  | 91 | 116 | 104 | 95 | 98 | 117 | 128 | 104 | 108 | 129 | 161 | 147 | 75  |

**Perancangan Sobel**

Langkah Sobel adalah sebagai berikut:

1. Citra masukan berupa citra *grayscale*
2. Konvolusikan citra *grayscale* dengan *kernel* sobel horizontal

$$(S_x) = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \text{ dan kernel vertikal } (S_y) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}$$

3. Hitung besar gradien dengan rumus  $G = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$
4. Citra keluaran merupakan hasil besar gradien (G).

|    |    |    |     |     |    |     |    |     |     |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|----|----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 9  | 55 | 95 | 70  | 67  | 34 | 46  | 38 | 17  | 45  | 58 | 29 | 28  | 101 | 56  | 39  | 42  | 39  | 25  | 184 |
| 73 | 51 | 45 | 81  | 42  | 24 | 15  | 34 | 16  | 36  | 19 | 30 | 38  | 42  | 60  | 17  | 33  | 29  | 33  | 210 |
| 68 | 13 | 23 | 24  | 39  | 36 | 41  | 23 | 24  | 38  | 7  | 21 | 42  | 23  | 55  | 75  | 47  | 52  | 54  | 235 |
| 60 | 31 | 25 | 49  | 87  | 83 | 42  | 55 | 9   | 39  | 37 | 76 | 51  | 28  | 11  | 49  | 82  | 7   | 49  | 221 |
| 77 | 56 | 19 | 57  | 30  | 14 | 48  | 7  | 57  | 24  | 17 | 41 | 57  | 42  | 89  | 40  | 39  | 48  | 33  | 181 |
| 67 | 50 | 10 | 45  | 25  | 8  | 30  | 26 | 36  | 50  | 17 | 8  | 19  | 56  | 52  | 55  | 40  | 72  | 60  | 149 |
| 41 | 54 | 35 | 87  | 17  | 10 | 25  | 28 | 13  | 39  | 26 | 31 | 4   | 19  | 45  | 56  | 12  | 37  | 17  | 125 |
| 36 | 15 | 67 | 36  | 66  | 25 | 26  | 42 | 32  | 30  | 37 | 23 | 18  | 66  | 13  | 34  | 37  | 23  | 4   | 127 |
| 15 | 35 | 56 | 52  | 34  | 91 | 90  | 24 | 26  | 52  | 27 | 43 | 65  | 44  | 72  | 70  | 48  | 39  | 31  | 140 |
| 48 | 43 | 32 | 30  | 25  | 12 | 32  | 40 | 70  | 78  | 30 | 8  | 35  | 53  | 45  | 42  | 25  | 48  | 48  | 130 |
| 48 | 34 | 4  | 1   | 3   | 78 | 91  | 38 | 146 | 146 | 66 | 50 | 55  | 39  | 31  | 48  | 29  | 12  | 18  | 96  |
| 97 | 51 | 39 | 11  | 9   | 81 | 137 | 61 | 46  | 50  | 63 | 49 | 51  | 32  | 63  | 26  | 12  | 57  | 66  | 96  |
| 48 | 41 | 87 | 114 | 112 | 95 | 72  | 91 | 116 | 104 | 95 | 98 | 117 | 128 | 104 | 108 | 129 | 161 | 147 | 75  |

5. Konvolusikan citra *grayscale* dengan *kernel* sobel horizontal

$$(S_x) = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

|   |    |    |    |    |    |    |     |    |     |     |    |    |    |     |    |    |    |    |    |     |   |
|---|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|---|
| 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |     |   |
| 0 | 9  | 55 | 95 | 70 | 67 | 34 | 46  | 38 | 17  | 45  | 58 | 29 | 28 | 101 | 56 | 39 | 42 | 39 | 25 | 184 | 0 |
| 0 | 73 | 51 | 45 | 81 | 42 | 24 | 15  | 34 | 16  | 36  | 19 | 30 | 38 | 42  | 60 | 17 | 33 | 29 | 33 | 210 | 0 |
| 0 | 68 | 13 | 23 | 24 | 39 | 36 | 41  | 23 | 24  | 38  | 7  | 21 | 42 | 23  | 55 | 75 | 47 | 52 | 54 | 235 | 0 |
| 0 | 60 | 31 | 25 | 49 | 87 | 83 | 42  | 55 | 9   | 39  | 37 | 76 | 51 | 28  | 11 | 49 | 82 | 7  | 49 | 221 | 0 |
| 0 | 77 | 56 | 19 | 57 | 30 | 14 | 48  | 7  | 57  | 24  | 17 | 41 | 57 | 42  | 89 | 40 | 39 | 48 | 33 | 181 | 0 |
| 0 | 67 | 50 | 10 | 45 | 25 | 8  | 30  | 26 | 36  | 50  | 17 | 8  | 19 | 56  | 52 | 55 | 40 | 72 | 60 | 149 | 0 |
| 0 | 41 | 54 | 35 | 87 | 17 | 10 | 25  | 28 | 13  | 39  | 26 | 31 | 4  | 19  | 45 | 56 | 12 | 37 | 17 | 125 | 0 |
| 0 | 36 | 15 | 67 | 36 | 66 | 25 | 26  | 42 | 32  | 30  | 37 | 23 | 18 | 66  | 13 | 34 | 37 | 23 | 4  | 127 | 0 |
| 0 | 15 | 35 | 56 | 52 | 34 | 91 | 90  | 24 | 26  | 52  | 27 | 43 | 65 | 44  | 72 | 70 | 48 | 39 | 31 | 140 | 0 |
| 0 | 48 | 43 | 32 | 30 | 25 | 12 | 32  | 40 | 70  | 78  | 30 | 8  | 35 | 53  | 45 | 42 | 25 | 48 | 48 | 130 | 0 |
| 0 | 48 | 34 | 4  | 1  | 3  | 78 | 91  | 38 | 146 | 146 | 66 | 50 | 55 | 39  | 31 | 48 | 29 | 12 | 18 | 96  | 0 |
| 0 | 97 | 51 | 39 | 11 | 9  | 81 | 137 | 61 | 46  | 50  | 63 | 49 | 51 | 32  | 63 | 26 | 12 | 57 | 66 | 96  | 0 |
| 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0 |

6. Hasil konvolusi citra *grayscale* dengan *kernel* sobel horizontal

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| -3   | -196 | -172 | -2   | -41  | -79  | -48  | -102 | -44  | -45  | -159 | -156 | -141 | -142 | -36  | -79  | -74  | -768 | 95  | 471 |
| 7    | -172 | -181 | -163 | -16  | 4    | 36   | -84  | -29  | -49  | -141 | -28  | -84  | -184 | -148 | 42   | -47  | -819 | 124 | 481 |
| 37   | -74  | -197 | -85  | -8   | 4    | -8   | -46  | -47  | -150 | -117 | 51   | -49  | -138 | -194 | -51  | -29  | -848 | 77  | 388 |
| 88   | -77  | -149 | -9   | -170 | -142 | -75  | -152 | 53   | -107 | -170 | -154 | -159 | -72  | 19   | -89  | -139 | -571 | 77  | 290 |
| 24   | -136 | -61  | 80   | -96  | -75  | -105 | -90  | -49  | 27   | -56  | -107 | -253 | -117 | -71  | -103 | -117 | -471 | 104 | 242 |
| -96  | -182 | 2    | 112  | -31  | -87  | -48  | -86  | -84  | -35  | 27   | -83  | -148 | -153 | -50  | -78  | -77  | -501 | -22 | 228 |
| -179 | -200 | -28  | -114 | -18  | -5   | 14   | -71  | -50  | -47  | -30  | -137 | -46  | -37  | -81  | -40  | 34   | -471 | 22  | 269 |
| -169 | -72  | -82  | -121 | -211 | 39   | 32   | -166 | -31  | 35   | -136 | -136 | -55  | -141 | 18   | -1   | -30  | -434 | 106 | 283 |
| 5    | -28  | -75  | -184 | -226 | -131 | -247 | -260 | 107  | 141  | -91  | -166 | -133 | -101 | -78  | -85  | -114 | -427 | 83  | 216 |
| 66   | 33   | -25  | -266 | -361 | 48   | -121 | -323 | 43   | 107  | -31  | -22  | 44   | -107 | -15  | -49  | -105 | -383 | 54  | 158 |
| 64   | 45   | 53   | -219 | -350 | -76  | -55  | -162 | -246 | -194 | -97  | -55  | -110 | -75  | 42   | -122 | -155 | -186 | 114 | 86  |
| -136 | -82  | -48  | -92  | -146 | -142 | -183 | -111 | -108 | -99  | -114 | -81  | -114 | -58  | -75  | -83  | -78  | -153 | -46 | -96 |

7. Konvolusikan citra *grayscale* dengan kernel *sobel* vertikal

$$(S_y) = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

|   |    |    |    |    |    |    |     |    |     |     |    |    |    |     |    |    |    |    |    |     |   |
|---|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|---|
| 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |     |   |
| 0 | 9  | 55 | 95 | 70 | 67 | 34 | 46  | 38 | 17  | 45  | 58 | 29 | 28 | 101 | 56 | 39 | 42 | 39 | 25 | 184 | 0 |
| 0 | 73 | 51 | 45 | 81 | 42 | 24 | 15  | 34 | 16  | 36  | 19 | 30 | 38 | 42  | 60 | 17 | 33 | 29 | 33 | 210 | 0 |
| 0 | 68 | 13 | 23 | 24 | 39 | 36 | 41  | 23 | 24  | 38  | 7  | 21 | 42 | 23  | 55 | 75 | 47 | 52 | 54 | 235 | 0 |
| 0 | 60 | 31 | 25 | 49 | 87 | 83 | 42  | 55 | 9   | 39  | 37 | 76 | 51 | 28  | 11 | 49 | 82 | 7  | 49 | 221 | 0 |
| 0 | 77 | 56 | 19 | 57 | 30 | 14 | 48  | 7  | 57  | 24  | 17 | 41 | 57 | 42  | 89 | 40 | 39 | 48 | 33 | 181 | 0 |
| 0 | 67 | 50 | 10 | 45 | 25 | 8  | 30  | 26 | 36  | 50  | 17 | 8  | 19 | 56  | 52 | 55 | 40 | 72 | 60 | 149 | 0 |
| 0 | 41 | 54 | 35 | 87 | 17 | 10 | 25  | 28 | 13  | 39  | 26 | 31 | 4  | 19  | 45 | 56 | 12 | 37 | 17 | 125 | 0 |
| 0 | 36 | 15 | 67 | 36 | 66 | 25 | 26  | 42 | 32  | 30  | 37 | 23 | 18 | 66  | 13 | 34 | 37 | 23 | 4  | 127 | 0 |
| 0 | 15 | 35 | 56 | 52 | 34 | 91 | 90  | 24 | 26  | 52  | 27 | 43 | 65 | 44  | 72 | 70 | 48 | 39 | 31 | 140 | 0 |
| 0 | 48 | 43 | 32 | 30 | 25 | 12 | 32  | 40 | 70  | 78  | 30 | 8  | 35 | 53  | 45 | 42 | 25 | 48 | 48 | 130 | 0 |
| 0 | 48 | 34 | 4  | 1  | 3  | 78 | 91  | 38 | 146 | 146 | 66 | 50 | 55 | 39  | 31 | 48 | 29 | 12 | 18 | 96  | 0 |
| 0 | 97 | 51 | 39 | 11 | 9  | 81 | 137 | 61 | 46  | 50  | 63 | 49 | 51 | 32  | 63 | 26 | 12 | 57 | 66 | 96  | 0 |
| 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0 |

8. Hasil konvolusi citra *grayscale* dengan kernel *sobel* vertikal

|     |     |     |     |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 233 | 258 | 238 | 148 | 107  | 95   | 110 | 54   | 106 | 193 | 67  | 100 | 227 | 90  | 34  | 91  | 34  | -18 | -23 | 419 |
| 193 | 154 | 89  | -19 | -16  | 32   | 22  | 100  | 1   | -7  | -49 | 94  | 166 | 136 | -42 | -10 | 143 | -7  | 60  | 431 |
| 63  | 44  | -15 | 121 | 106  | 52   | 88  | -22  | 99  | 22  | -31 | 13  | 27  | 32  | 222 | 135 | 115 | 196 | 195 | 416 |
| 104 | 115 | 105 | 293 | 274  | 144  | 103 | 16   | 43  | 197 | 222 | 120 | -27 | -4  | 93  | 123 | -19 | 129 | 253 | 370 |
| 106 | 48  | 7   | 174 | 78   | 49   | 75  | 108  | 31  | 55  | 116 | 201 | 151 | 133 | 129 | 161 | 89  | 173 | 162 | 306 |
| 116 | -40 | 54  | -18 | 61   | 25   | 28  | 96   | 88  | 25  | 25  | 23  | 56  | 221 | 110 | 144 | 231 | 229 | 108 | 276 |
| 73  | 82  | 144 | 24  | -176 | -25  | 110 | 13   | 12  | 77  | -32 | -73 | -8  | -5  | 53  | 52  | 42  | 33  | 18  | 265 |
| 63  | 134 | 152 | 161 | 111  | 27   | 24  | -42  | 13  | 137 | 80  | 10  | 47  | 47  | 54  | 75  | -32 | -20 | 46  | 257 |
| 117 | 224 | 193 | 128 | 62   | 153  | 33  | -272 | -55 | 113 | 89  | 118 | 171 | 187 | 166 | 183 | 144 | 121 | 137 | 236 |
| 122 | 99  | 125 | 4   | -209 | -138 | 151 | 177  | 139 | 21  | -5  | 46  | 110 | 65  | 153 | 85  | 1   | 103 | 182 | 226 |
| 120 | 43  | 9   | 85  | 250  | 298  | 313 | 476  | 504 | 328 | 221 | 199 | 164 | 149 | 156 | 118 | 71  | 144 | 210 | 96  |
| 238 | 140 | 70  | 110 | 308  | 416  | 305 | 203  | 209 | 225 | 212 | 183 | 178 | 184 | 127 | 107 | 192 | 285 | 258 | 96  |

9. Hitung besar gradien dengan rumus  $G = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$ , maka diperoleh hasil akhir sebagai berikut :

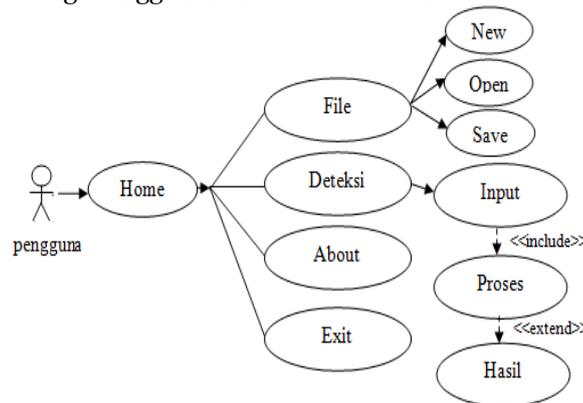
|     |     |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |     |     |
|-----|-----|-----|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|
| 233 | 324 | 294 | 148  | 1232 | 1236 | 120 | 1154 | 124 | 198 | 173 | 185 | 267 | 168 | 4952 | 1205 | 8144 | 7682 | 977 | 630 |
| 193 | 231 | 202 | 1641 | 2263 | 3225 | 422 | 1306 | 29  | 694 | 149 | 981 | 186 | 229 | 1538 | 4317 | 1505 | 819  | 138 | 646 |
| 731 | 861 | 198 | 1479 | 1063 | 5215 | 884 | 5099 | 110 | 152 | 121 | 526 | 559 | 142 | 2948 | 1443 | 1186 | 8704 | 210 | 569 |
| 136 | 138 | 182 | 2931 | 3225 | 2022 | 127 | 1528 | 682 | 224 | 280 | 195 | 161 | 721 | 9492 | 1518 | 1403 | 5854 | 264 | 470 |
| 109 | 144 | 614 | 1915 | 1237 | 8959 | 129 | 1406 | 58  | 613 | 129 | 261 | 295 | 177 | 1472 | 1911 | 147  | 5018 | 193 | 390 |
| 151 | 186 | 54  | 1134 | 6843 | 9052 | 556 | 1289 | 122 | 43  | 368 | 861 | 158 | 269 | 1208 | 1638 | 2435 | 5509 | 110 | 338 |
| 193 | 216 | 147 | 1165 | 1769 | 255  | 111 | 7218 | 514 | 902 | 439 | 155 | 467 | 373 | 968  | 656  | 6841 | 4722 | 284 | 378 |
| 180 | 152 | 173 | 2014 | 2384 | 4743 | 40  | 1712 | 336 | 141 | 158 | 136 | 723 | 149 | 5692 | 7501 | 4386 | 4345 | 116 | 382 |
| 117 | 226 | 207 | 2241 | 2344 | 2014 | 249 | 3763 | 120 | 181 | 127 | 204 | 217 | 213 | 1834 | 2018 | 1837 | 4438 | 160 | 320 |
| 139 | 104 | 127 | 266  | 4171 | 1461 | 193 | 3683 | 145 | 109 | 314 | 51  | 118 | 125 | 1537 | 9811 | 105  | 3985 | 190 | 276 |
| 136 | 622 | 538 | 2349 | 4301 | 3075 | 318 | 5028 | 561 | 381 | 241 | 206 | 197 | 167 | 1616 | 1697 | 1705 | 2352 | 239 | 136 |
| 274 | 153 | 849 | 1434 | 3409 | 4396 | 356 | 2314 | 236 | 246 | 241 | 200 | 211 | 193 | 1475 | 1354 | 2072 | 3235 | 266 | 136 |

10. Hitung besar gradien dengan rumus  $G = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$ , maka diperoleh hasil akhir sebagai berikut :

|     |     |     |      |      |      |     |      |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |     |     |
|-----|-----|-----|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|
| 233 | 324 | 294 | 148  | 1232 | 1236 | 120 | 1154 | 124 | 198 | 173 | 185 | 267 | 168 | 4952 | 1205 | 8144 | 7682 | 977 | 630 |
| 193 | 231 | 202 | 1641 | 2263 | 3225 | 422 | 1306 | 29  | 694 | 149 | 981 | 186 | 229 | 1538 | 4317 | 1505 | 819  | 138 | 646 |
| 731 | 861 | 198 | 1479 | 1063 | 5215 | 884 | 5099 | 110 | 152 | 121 | 526 | 559 | 142 | 2948 | 1443 | 1186 | 8704 | 210 | 569 |
| 136 | 138 | 182 | 2931 | 3225 | 2022 | 127 | 1528 | 682 | 224 | 280 | 195 | 161 | 721 | 9492 | 1518 | 1403 | 5854 | 264 | 470 |
| 109 | 144 | 614 | 1915 | 1237 | 8959 | 129 | 1406 | 58  | 613 | 129 | 261 | 295 | 177 | 1472 | 1911 | 147  | 5018 | 193 | 390 |
| 151 | 186 | 54  | 1134 | 6843 | 9052 | 556 | 1289 | 122 | 43  | 368 | 861 | 158 | 269 | 1208 | 1638 | 2435 | 5509 | 110 | 338 |
| 193 | 216 | 147 | 1165 | 1769 | 255  | 111 | 7218 | 514 | 902 | 439 | 155 | 467 | 373 | 968  | 656  | 6841 | 4722 | 284 | 378 |
| 180 | 152 | 173 | 2014 | 2384 | 4743 | 40  | 1712 | 336 | 141 | 158 | 136 | 723 | 149 | 5692 | 7501 | 4386 | 4345 | 116 | 382 |
| 117 | 226 | 207 | 2241 | 2344 | 2014 | 249 | 3763 | 120 | 181 | 127 | 204 | 217 | 213 | 1834 | 2018 | 1837 | 4438 | 160 | 320 |
| 139 | 104 | 127 | 266  | 4171 | 1461 | 193 | 3683 | 145 | 109 | 314 | 51  | 118 | 125 | 1537 | 9811 | 105  | 3985 | 190 | 276 |
| 136 | 622 | 538 | 2349 | 4301 | 3075 | 318 | 5028 | 561 | 381 | 241 | 206 | 197 | 167 | 1616 | 1697 | 1705 | 2352 | 239 | 136 |
| 274 | 153 | 849 | 1434 | 3409 | 4396 | 356 | 2314 | 236 | 246 | 241 | 200 | 211 | 193 | 1475 | 1354 | 2072 | 3235 | 266 | 136 |

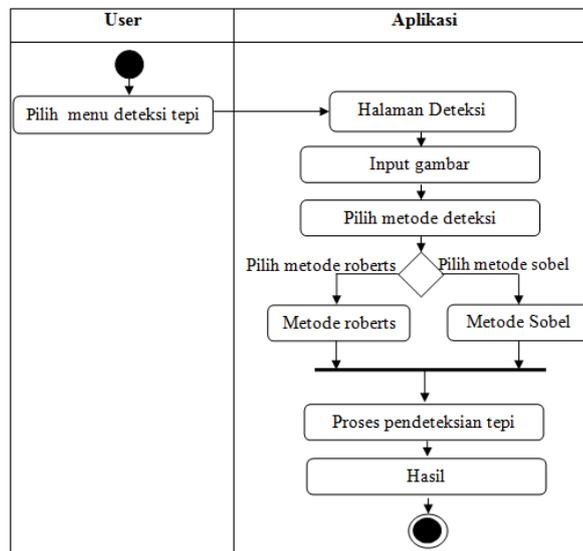
**Perancangan Interface**

Aplikasi yang akan dirancang menggunakan use case adalah:



Gambar 5. Use case Diagram Aplikasi

Activity diagram juga digambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi. Activity Diagram bertujuan memodelkan komputasi-komputasi dari aliran kerja yang terjadi pada sistem/perangkat lunak yang sedang dikembangkan.



Gambar 6. Activity Diagram Halaman deteksi tepi

**Algoritma**

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

9. Algoritma Deteksi Tepi Robert

Input : Citra

Output : Nilai Pixel Hasil Robert

Proses :

```

For i=0 to Image.width
For j=0 to Image.heigth
Pixel=Image.GetPixel(i,j) ;
Warna=(P.R+P.G+P.B)/3
Image.SetPixels(i,j, Warna)

```

End For

End For

```

For i = 0 to Image.width

```

```

For j = 0 to Image.heigth

```

```

Gx=Abs(Image.GetPixel(i,j)-
Image.GetPixels(i+1,j+1))

```

```

Gy=Abs(Image.GetPixel(i,j+1) -
Image.GetPixels(i+1,j))

```

```

GMutlak=.Sqrt(Gx^2 + Gy^2)

```

```

End For
End For
For i = 0 to Image.width
For j = 0 to Image.heigth
If G Mutlak < o then GrMutlak = o
If G Mutlak > 255 then
GradienMutlak = 255
SetPixel(i,j,RGB(GMutlak,GMutlak,
GMutlak)
End For
End For

```

10. Algoritma Deteksi Tepi Sobel

Input : Citra Asli ← F(i,j)

Output : Nilai Pixel Hasil Sobel

Proses :

```

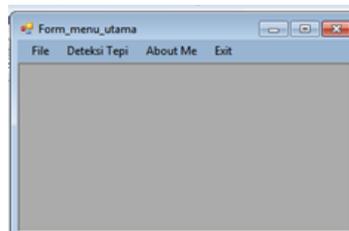
{Mengubah citra RGB menjadi citra skala keabuan }
I = double(rgb2gray(handles.data1));
{ Konvolusi dengan kernel sobel 3x3 }
sobelhor = [-1 0 1;-2 0 2;-1 0 1];
sobelver = [-1 -2 -1;0 0 0;1 2 1];
Ix = conv2(I,sobelhor,'same');
Iy = conv2(I,sobelver,'same');
J = sqrt((Ix.^2)+(Iy.^2)); { Pengambangan}
thresh = alfa*mean2(abs(J));
If J > thresh edgeimage = 1; else
edgeimage = 0; endif
{Mengembalikan matriks menjadi nilai intensitas citra }
edgeimage = mat2gray(edgeimage);

```

**Implementasi**

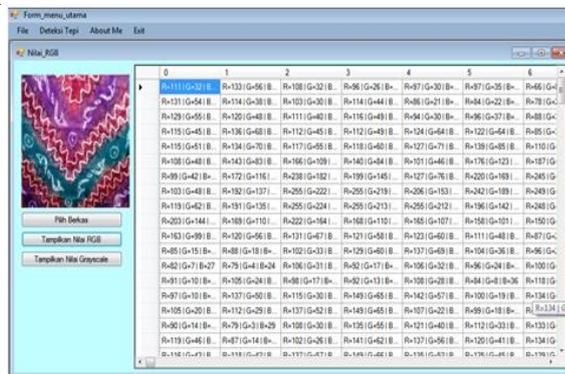
Aplikasi ini berpengaruh pada spesifikasi yang digunakan maka spesifikasi hardware harus disesuaikan.

Tampilan Menu Utama Tampilan menu utama:



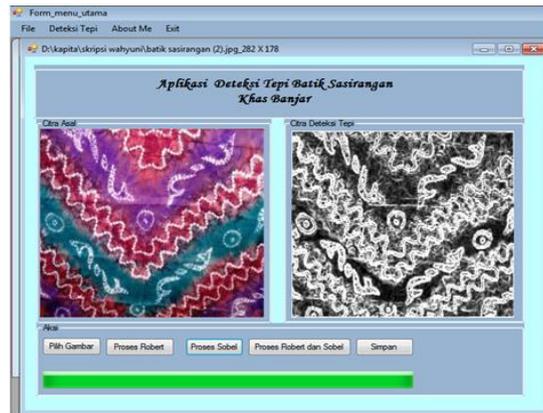
Gambar 7. Menu Utama

11. Tampilan Menu deteksi tepi



Gambar 8. Form Nilai Citra

Tampilan Form Proses Deteksi Tepi



Gambar 9. Tampilan Form Deteksi Tepi

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut: (1) penelitian ini membuktikan beraneka ragam kain batik memiliki berbagai motif dari daerah asal kain batik tersebut. Masing-masing pola kain batik tersebut memiliki perbedaan yang besar, hal ini disebabkan latar belakang kebudayaan dan kegunaan batik tersebut, penamaan pola kain batik pun sangat beraneka ragam sesuai fungsi dan tujuan batik tersebut; (2) Penerapan metode *Roberts* dan *sobel* pada aplikasi deteksi tepi pola batik sasirangan. Dengan ini penggunaan metode *Roberts* dan *sobel* dapat mendokumentasikan hasil karya yang sudah ada dalam basis data yang dikhususkan untuk menyimpan file-file tersebut. Sehingga dapat mencegah orang yang tidak bertanggung jawab mengklaim motif batik yang ada.

## DAFTAR PUSTAKA

- Sutoyo T, dkk.(2009). "*Teori Pengolahan Citra Digital*", Yogyakarta & Semarang: ANDI & UDINUS,  
Jogianto H.M, 1991. Analisis Dan Desain Sistem Informasi, ANDI Yogyakarta  
Darma Putra , 2010. Pengolahan Citra Digital, ANDI Yogyakarta  
Munir, Rinaldi 2004. Pengolahan Citra Digital Pendekatan Algoritmik  
Anianti Murni, 1992. Pengantar Pengolahan Citra, ANDI Yogyakarta  
Adi Nugroho, 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek, ANDI Yogyakarta  
V. Christianto dan I Made Wiryana, 2002 Pengantar Manajemen Proyek berbasis Internet. Jakart: PT. Alex Media Komputindo  
Sutoyo T, ddk, 2009. Teori Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta & Semarang: ANDI & UDINUS  
Priyanto, Rahmat,2007. Langsung Bisa Visual Basic.Net 2008, ANDI, Yogyakarta  
Putra Darma, (2010). "*Pengolahan Citra Digital*", Yogyakarta: ANDI.  
Windu Gara, Grace Gata. (2013). "Sukses Membangun Aplikasi Penjualan Dengan Java". Jakarta: PT. Alex Media Komputindo.  
Wahyu Suprianto dan Ahamad Muhsin, (2008). "Teknologi Informasi Perpustakaan". Yogyakarta: KANISINUS.

## PERANCANGAN APLIKASI DETEKSI TEPI CITRA DIGITAL DENGAN METODE OPERATOR PREWITT DAN OPERATOR SOBEL BERBASIS MATLAB

Joko Syahputra dan Sinar Sinurat

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Deteksi tepi merupakan bagian yang sangat penting dalam bidang pengolahan citra (*image processing*), tepi (*edge*) didefinisikan sebagai batas yang membatasi sebuah daerah (*region*) dalam sebuah *image*/Gambar. Citra hasil keluaran dari suatu perekaman yang bersifat optik berupa foto dan pemetaannya secara analog dalam bentuk sinyal-sinyal video seperti Gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital akan dideteksi tepinya guna kepentingan segmentasi. Deteksi tepi (*Edge Detection*) adalah suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari objek-objek citra. Tepi-tepi ini akan menandai bagian detail citra. Tepi-tepi pada Gambar tersebut terletak pada titik-titik yang memiliki perbedaan tinggi. Dengan perbedaan tinggi tersebut tercipta suatu pola atau guratan yang membentuk suatu objek dapat diperoleh menggunakan *High Pass Filter (HPF)*. Dalam penggunaannya, deteksi tepi menggunakan operator berbasis turunan pertama dan turunan kedua serta konvolusi berdasarkan kernel menurut metode yang digunakan. Hasil pendeteksian tepi menghasilkan batas-batas Gambar yang tersegmentasi di mana Gambar yang akan diolah adalah berada dalam segmentasi.

**Kata kunci:** *Prewitt, Sobel, Tepi, RGB, Konvolusi*

### PENDAHULUAN

Deteksi tepi dalam proses pengolahan citra digital adalah salah satu langkah awal dalam melakukan segmentasi citra, yang bertujuan mempresentasikan objek-objek yang terdapat di dalam citra tersebut. Operasi ini bertujuan melacak pixel citra yang dianggap sebagai tepi dari suatu objek, yang membatasi wilayah objek satu dengan yang lainnya. Tujuan lain adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek di dalam citra. Proses deteksi tepi menggambarkan bentuk geometris objek dan mengidentifikasi garis-garis yang mendasari objek – objek tersebut.

Dalam penggunaannya, deteksi tepi menggunakan operator berbasis turunan pertama dan turunan kedua. Masalah deteksi citra digital diselesaikan dengan beberapa metode yang ada, salah satunya dengan menggunakan metode *prewitt* dan *sobel*, ke dua metode dapat melakukan pendeteksian tepi (*edge*) pada pengolahan Gambar (*image processing*).

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka penulis mencoba memaparkan langkah-langkah baik secara teoritis maupun dalam aplikasi yang akan dirancang dengan:

**Studi Literatur.** Pengumpulan data yang perlu pada perancangan sistem, mempelajari artikel, buku-buku atau situs yang berhubungan dengan citra serta fungsi dalam aplikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian ini.

**Analisis.** Menerapkan langkah-langkah deteksi tepi citra dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

**Perancangan.** Melanjutkan data analisis hingga perancangan arsitektur aplikasi, cara kerja, modul, basis data dan perancangan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi

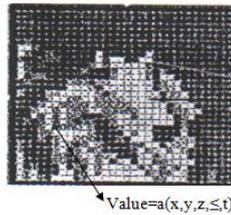
**Implementasi.** Melakukan penerapan pada perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi.** Menerapkan data pada aplikasi untuk melihat proses deteksi tepi dan membuat kesimpulan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengertian yang umum, citra adalah Gambar, citra adalah Gambaran visual mengenai suatu objek atau beberapa objek (Abdul kadir 2013:2). Citra adalah suatu representasi (Gambaran), kemiripin, atau imitasi dari suatu obek (T. Sutoyo, 2009:9). Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyanya-sinyal video seperti Gambar pada monitor televisi atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan. Sebuah pixel adalah sampel dari pemandangan dalam bilangan bulat. Citra dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu citra diam dan citra bergerak. Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak. Sebaliknya, citra bergerak adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara beruntun (sekuensial) sehingga memberi kesan pada mata sebagai Gambar yang bergerak. Setiap citra di dalam rangkaian itu disebut *frame*. Citra dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu citra analog dan citra digital.

Citra analog maupun digital dibagi dalam N baris dan M kolom sehingga diperoleh  $A(x,y)$  dengan memberikan nilai diskrit bagi setiap titik. Pada umumnya, citra digital yang direpresentasikan dengan  $A(x,y)$  merupakan sebuah fungsi dari banyak variabel yang mencakup kedalaman/ *depth* ( $z$ ), warna/ *color* ( $y$ ), dan waktu/ *time* ( $t$ ). Representasi citra digital diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Representasi Citra Digital (Murni, 1992)

**Konvolusi**

Konvolusi dinyatakan dalam matriks, di mana setiap elemen matriks penapis tersebut dinamakan koefisien konvolusi. Operasi bekerja dengan menggeser kernel piksel per piksel, yang hasilnya kemudian disimpan dalam matriks baru. Contoh konvolusi yang terjadi antara citra  $f(x,y)$  berukuran  $5 \times 5$  dengan sebuah kernel berukuran  $3 \times 3$  yang diperlihatkan:

$$F(x,y) = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 3 & 5 & 4 \\ 6 & 6 & 5 & 5 & 2 \\ 5 & 6 & 6 & 6 & 2 \\ 6 & 7 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 5 & 2 & 4 & 4 \end{pmatrix} \quad g(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & .4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Tanda titik menunjukkan posisi (0,0) dari kernel Tahapan untuk mendapatkan hasil konvolusi yang terjadi antara citra dan kernel

**Operator Prewitt**

Metode Prewitt merupakan pengembangan metode robert dengan menggunakan filter HPF (*High Pass Filter*) yang diberi satu angka nol penyangga. Metode ini mengambil prinsip dari fungsi laplacian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF (*High Pass Filter*). Persamaan gradien pada operator prewitt sama dengan gradient pada operator sobel, perbedaannya adalah pada prewitt menggunakan konstanta  $c = 1$ , sehingga bentuk kernel dari operator prewitt adalah sebagai berikut.

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Dalam deteksi tepi terdapat susunan dari piksel-piksel di sekitar piksel. Misalkan susunan dari piksel-piksel di sekitar piksel (x,y) adalah sebagai berikut:

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ |
| $a_7$ | (x,y) | $a_3$ |
| $a_6$ | $a_5$ | $a_4$ |

Berdasarkan susunan piksel-piksel tersebut, besar gradient dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut:

$|M| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$  di mana persamaan ini disederhanakan:

$|M| = |G_x| + |G_y|$  di mana M adalah besar gradient di titik tengah kernel dan turunan parsial dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$G_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6)$

$G_y = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6)$

**Operator Sobel**

Operator sobel menghindari adanya perhitungan gradient di titik interpolasi. Operator Sobel menggunakan filter HPF (*High Pass Filter*) yang diberi satu angka nol penyangga dan juga mengambil prinsip fungsi laplacian dan gaussian sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF (*High Pass Filter*). Kelebihan dari metode sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi. Operator sobel lebih sensitif terhadap tepian diagonal dari pada tepian vertikal dan horisontal. Operator ini terbentuk dari matriks berukuran  $3 \times 3$  seperti berikut ini:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Sama halnya operator robert, operator prewitt dan operator sobel yang dapat di hitung berbasis gradient (turunan pertama), maka besar gradient sebagai berikut.

$|M| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$  disederhanakan dengan :

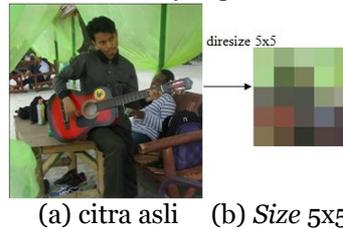
$|M| = |G_x| + |G_y|$  di mana M adalah besar gradient di titik tengah kernel dan turunan parsial dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$G_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6)$$

$$G_y = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6)$$

**Penentuan Data**

Tahap ini melakukan konversi citra digital ke dalam bentuk matriks di mana ukuran matriks yang digunakan adalah ukuran 5x5. Adapun matriks citra yang dibentuk adalah:



Gambar 2. Citra Input

**Operator Prewit**

Adapun langkah-langkah adalah:

Citra input dengan matriks 5x5 pada nilai f(x,y), di mana pengambil data decimal ini dapat dilakukan dengan matlab pada citra input di atas dengan cara: `Gambar=imread('NF.jpg');`  
`red=Gambar(:,:,1); green=Gambar(:,:,2); blue=Gambar(:,:,3); gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;`

maka datanya citra hasil grayscale adalah:

|                 |     |     |     |     |     |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                 | 174 | 150 | 174 | 159 | 163 |
|                 | 199 | 78  | 108 | 190 | 157 |
| <b>f(x,y) =</b> | 98  | 84  | 63  | 152 | 160 |
|                 | 115 | 94  | 70  | 125 | 59  |
|                 | 130 | 113 | 44  | 68  | 80  |

Tentukan kernel yang digunakan untuk mendeteksi citra yaitu:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Hitung nilai konvolusi dari  $G_x$  tersebut:

$$\begin{bmatrix} 174 & 150 & 174 & 159 & 163 \\ 199 & 78 & 108 & 190 & 157 \\ 98 & 84 & 63 & 152 & 160 \\ 155 & 94 & 70 & 125 & 59 \\ 130 & 113 & 44 & 68 & 80 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$|G_x| = (-1 \times 174) + (-1 \times 199) + (-1 \times 98) + (1 \times 174) + (1 \times 108) + (1 \times 63) = |-126| = 126$$

Hitung nilai konvolusi dari  $G_y$  tersebut:

$$\begin{bmatrix} 174 & 150 & 174 & 159 & 163 \\ 199 & 78 & 108 & 190 & 157 \\ 98 & 84 & 63 & 152 & 160 \\ 155 & 94 & 70 & 125 & 59 \\ 130 & 113 & 44 & 68 & 80 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$G_y = (1 \times 174) + (1 \times 150) + (1 \times 174) + (-1 \times 98) + (-1 \times 84) + (-1 \times 63) = |-253| = 253$$

maka hasil nilai gradient dari perhitungan  $G_x$  dan  $G_y$  tersebut yaitu:

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} = |G| = |G_x| + |G_y| = |126| + |253| = 379$$

Dengan cara yang sama maka akan menghasilkan perhitungan  $G_x$  seperti di bawah ini:

$$\begin{bmatrix} 174 & 150 & 174 & 159 & 163 \\ 199 & 78 & 108 & 190 & 157 \\ 98 & 84 & 63 & 152 & 160 \\ 155 & 94 & 70 & 125 & 59 \\ 130 & 113 & 44 & 68 & 80 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Nilai kernel dihitung dengan cara berikut :

$$|G_x| = (-1 \times 150) + (-1 \times 78) + (-1 \times 84) + (1 \times 159) + (1 \times 190) + (1 \times 152) = |189| = 189$$

Menghitung nilai konvolusi citra dengan karnel  $G_y$

$$\begin{bmatrix} 174 & 150 & 174 & 159 & 163 \\ 199 & 78 & 108 & 190 & 157 \\ 98 & 84 & 63 & 152 & 160 \\ 155 & 94 & 70 & 125 & 59 \\ 130 & 113 & 44 & 68 & 80 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Nilai kernel dihitung dengan cara berikut:

$$|G_y| = (1 \times 150) + (1 \times 174) + (1 \times 159) + (-1 \times 84) + (-1 \times 63) + (-1 \times 152) = |184| = 184$$

maka hasil nilai gradient dari perhitungan  $G_x$  dan  $G_y$  tersebut yaitu:

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} = |G| = |G_x| + |G_y| = |189| + |184| = 373$$

Lakukan dengan cara sama seperti di atas maka diperoleh hasil akhir sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} * & * & * & * & * \\ * & 379 & 373 & 256 & * \\ * & 277 & 298 & 336 & * \\ * & 248 & 128 & 305 & * \\ * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

### Operator Sobel

Kernel yang digunakan untuk mendeteksi citra dengan menggunakan operator Sobel:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Menghitung nilai konvolusi dari citra tersebut dengan kernel  $G_x$ :

$$\begin{bmatrix} 174 & 150 & 174 & 159 & 163 \\ 199 & 379 & 373 & 256 & 157 \\ 98 & 277 & 298 & 336 & 160 \\ 155 & 248 & 128 & 305 & 70 \\ 130 & 113 & 44 & 68 & 80 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Nilai kernel dihitung dengan cara berikut:

$$|G_x| = (-1 \times 174) + (-2 \times 199) + (-1 \times 98) + (1 \times 174) + (2 \times 373) + (1 \times 298) = |548|$$

Menghitung nilai konvolusi dengan kernel  $G_y$ :

$$\begin{bmatrix} 174 & 150 & 174 & 159 & 163 \\ 199 & 379 & 373 & 256 & 157 \\ 98 & 277 & 298 & 336 & 160 \\ 155 & 248 & 128 & 305 & 70 \\ 130 & 113 & 44 & 68 & 80 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Nilai kernel dihitung dengan cara berikut :

$$|G_y| = (1 \times 174) + (2 \times 150) + (1 \times 174) + (-1 \times 98) + (-2 \times 277) + (-1 \times 298) = |-292| = 292$$

Maka hasil nilai gradient dari perhitungan  $G_x$  dan  $G_y$  tersebut yaitu:

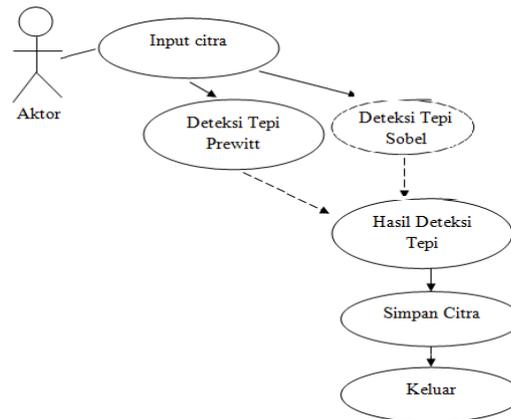
$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} = |G| = |G_x| + |G_y| = |548| + |292| = 840$$

Lakukan dengan cara sama seperti di atas maka diperoleh hasil akhir sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} * & * & * & * & * \\ * & 840 & 1619 & 1056 & * \\ * & 1098 & 624 & 784 & * \\ * & 610 & 1068 & 1088 & * \\ * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

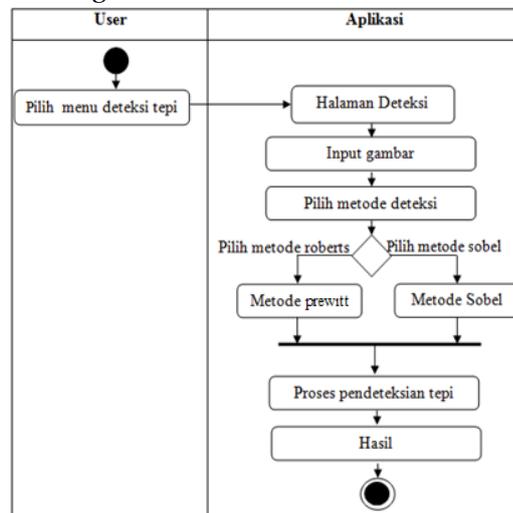
### Perancangan Interface

Aplikasi yang akan dirancang menggunakan use case. Adalah fungsionalitas sistem, agar *user* dapat mengerti kegunaan aplikasi yang akan dibangun. adalah :



Gambar 3. Use case Diagram Aplikasi

Activity diagram juga digambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi. Activity Diagram bertujuan memodelkan komputasi-komputasi dari aliran kerja yang terjadi pada sistem/perangkat lunak yang sedang dikembangkan.



Gambar 4. Activity Diagram Halaman deteksi tepi

**Algoritma**

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

Algoritma Input Citra

Input : File Citra

Output : Citra

Proses :

```

    If citra = True Then
        Tampil Gambar citra
    Else if pilih keluar Then
        Keluar dari aplikasi
    End if
    Selesai
    
```

11. Algoritma Deteksi Tepi Prewit

Input : Citra

Output : Menu Tepi Citra

Proses :

```

    if i=get (prewitt.axes1,'Userdata') Then
        (Tampil Citra yang akan diproses dari axes1)
    Else if i ('Belum ada Gambar1'), Then
        Pesan "prewitt process error"
    Else if
        g(x,y) ← Tampilkan kernel prewitt
    Else if
    
```

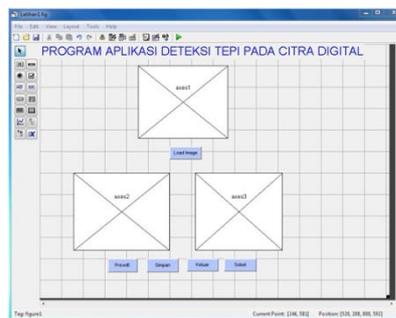
```

edge_t=im2bw(edge_p/255,0.2)
    Tampil proses deteksi tepi prewitt
Else if
    set(imshow(edge_t));
    set(prewitt.axes2,'Userdata',edge_t) Then
    (Tampil Hasil Deteksi Tepi Sebuah Citra)
End if
12. Algoritma Sobel
Input : Citra Asli ← F(i,j)
Output : File citra hasil perbaikan
Proses :
    if i=get (prewitt.axes1,'Userdata') Then
        (Tampil Citra yang akan diproses dari axes1)
    Else if i ('Belum ada Gambar1'), Then
        Pesan “sobel process error”
    Else if
        g(x,y) ← Tampilkan kernel Sobel
    Else if
        edge_t=im2bw(edge_p/255,0.2)
        Tampil proses deteksi tepi sobel
    Else if
        set(imshow(edge_t));
        set(prewitt.axes2,'Userdata',edge_t) Then
        (Tampil Hasil Deteksi Tepi Sebuah Citra)
End if

```

**Implementasi**

Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai. Tampilan Menu Utama Tampilan menu utama sebagai berikut:



Gambar 5. Menu Utama

Tampilan Menu Input



Gambar 6. Menu input

Tampilan Form Proses



Gambar 7. Menu Prose Deteksi Tepi

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut: (1) Metode operator prewitt dan operator sobel menggunakan konstanta yang berbeda, pada operator prewitt dengan konstanta  $c = 1$  sedangkan pada operator sobel menggunakan konstanta  $c = 2$ ; (2) Pada operator prewitt deteksi tepi yang dihasilkan memiliki hasil tepi citra yang cukup baik, sehingga garis tepi pada citra tersebut memperlihatkan pola yang hampir sesuai dengan citra yang aslinya; dan (3) Aplikasi yang dirancang dengan menggunakan tools pemrograman dapat membantu pengguna untuk menghasilkan citra dengan informasi deteksi tepi yang baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- T. Sutoyo, S.Si, M.Kom, 2009. Teori Pengantar Citra Digital, ANDI Yogyakarta  
Jogianto H.M, 1991. Analisis Dan Desain Sistem Informasi, ANDI Yogyakarta  
Darma Putra, 2010. Pengolahan Citra Digital, ANDI Yogyakarta  
Munir, Rinaldi, 2004. Pengolahan Citra Digital Pendekatan Algoritmik  
Anianti Murni, 1992. Pengantar Pengolahan Citra, ANDI Yogyakarta  
Adi Nugroho, 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek, ANDI Yogyakarta  
Sutoyo T, ddk, 2009. Teori Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta & Semarang: ANDI & UDINUS  
Priyanto, Rahmat, 2007. Langsung Bisa Visual Basic.Net 2008, ANDI, Yogyakarta  
Abdul Kadir & Adhi Susanto, 2013. "Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra". Yogyakarta: Andi.  
Rosa A.S, M. Shallahuddin, 2011. "Rekayasa Perangkat Lunak". Bandung: Modula  
Abdul Kadir, 2013. "Dasar Pengolahan Citra dengan Delphi". Yogyakarta: Andi.

## **SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN KACANG TANAH MENGGUNAKAN METODE DEMPSTER-SHAFER**

**Evi Rida Maha; Sinar Sinurat; Rivalry Kristianto Hondro**

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Kacang tanah mengandung zat yang dapat mempertahankan kestabilan tubuh dan mencegah beberapa macam penyakit, Mengingat begitu banyaknya manfaat yang ada pada kacang tanah, berkorelasi positif terhadap pembudidayaannya. Kacang tanah sudah banyak dibudidayakan namun produksi komoditi kacang tanah per hektar belum mencapai hasil maksimum. Sistem pakar dibuat untuk menduplikasi fungsi seorang pakar dalam satu bidang keahlian tertentu. Sistem pakar diagnosa penyakit tanaman kacang tanah dapat dilakukan penanganannya yang tepat sesuai dengan ciri-ciri penyakit yang terdapat pada tanaman tersebut. Dalam penerapan sistem pakar ini dibantu dengan metode Dempster Shafer. Dempster Shafer adalah teori matematika untuk pembuktian berdasarkan *belief functions and plausible reasoning* (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah (bukti) untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa di atas. Atas dasar tersebut maka sistem yang dibuat dapat membantu user mendiagnosa penyakit pada tanaman kacang tanah sesuai dengan gejala-gejala yang terdapat pada tanaman kacang tanah yang terserang penyakit.

**Kata kunci:** Pakar, Diagnosa, Depster\_Shaper, Kacang\_Tanah, Diagnosa

### **PENDAHULUAN**

Kacang tanah sudah banyak dibudidayakan namun produksi dan mutu kacang tanah di Indonesia saat ini masih rendah dikarenakan keterbatasan pengetahuan para petani dalam pemeliharaan tanamannya dari serangan penyakit. Hal ini yang sering terjadi, banyak kerugian yang diakibatkan karena adanya penyakit tanaman yang terlambat untuk didiagnosis dan sudah mencapai tahap yang parah dan menyebabkan terjadinya gagal panen.

Sebenarnya setiap penyakit tanaman tersebut sebelum mencapai tahap yang lebih parah dan meluas umumnya menunjukkan gejala-gejala penyakit yang diderita tetapi masih dalam tahap yang ringan dan masih sedikit. Tetapi petani sering mengabaikan hal ini karena ketidaktahuannya dan menganggap gejala tersebut sudah biasa terjadi pada masa tanam, sampai suatu saat timbul gejala yang sangat parah dan meluas, sehingga sudah terlambat untuk dikendalikan.

Sistem ini membuat proses identifikasi penyakit serta pengambilan kesimpulan diagnosa dihitung menggunakan metode Dempster-shafer dengan menggunakan masukkan gejala fakta dari pengguna. Hasil dari perhitungan Dempster-Shafer ini memiliki tingkat keakurasian dengan proses manual.

Menurut Anis Mistanti dalam jurnalnya yang berjudul "Sistem Pakar Untuk Memprediksi Penyakit Pada Tanaman Cabai Menggunakan Metode Dempster Shafer". Metode Dempster Shafer adalah suatu teori matematika untuk pembuktian berdasarkan *belief function and plausible reasoning* (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah (bukti) untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa.

### **METODE**

Dalam menyelesaikan penelitian kompresi, maka langkah-langkah yang dilakukan adalah:

**Studi Literatur.** Pengumpulan informasi tentang kacang tanah yang diperlukan untuk proses perancangan sistem, mempelajari sejumlah artikel, buku-buku atau situs yang memuat pengetahuan kacang tanah.

**Analisis.** Menerapkan langkah-langkah Dempster-Shaper dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

**Perancangan.** Dari analisis data dilanjutkan pada tahapan berikutnya dengan perancangan arsitektur aplikasi, cara kerja, modul, basis data dan perancangan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi

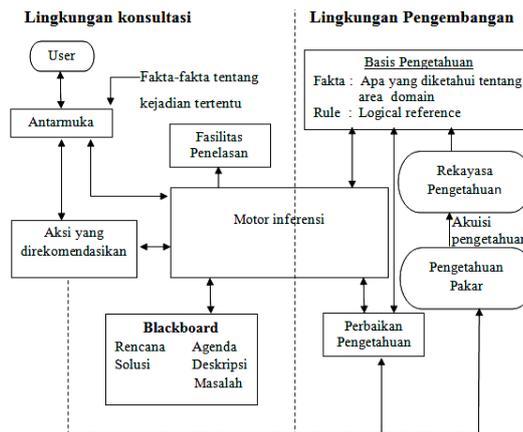
**Implementasi.** Membuat perancangan aplikasi sesuai dengan tools pemrograman.

**Pengujian Aplikasi.** Menggunakan data tentang kacang tanah pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil pakar dan menarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem pakar adalah cabang *Artificial Intelligence* (AI) dikembangkan pada pertengahan 1960. Sistem pakar yang muncul pertama kali adalah *General-purpose problem solver* (GPS) oleh Newel dan Simon. Sampai saat ini sudah banyak sistem pakar yang dibuat, seperti MYCIN untuk diagnosis penyakit, DENDRAL untuk mengidentifikasi struktur molekul campuran yang tak dikenal, XCON & XSEL untuk membantu konfigurasi sistem komputer besar, SOPHIE untuk analisis *sirkuit elektronik*, *Prospector* digunakan dibidang geologi untuk membantu mencari dan menemukan *deposit*, FOLIO digunakan untuk membantu memberikan keputusan bagi seorang manager dalam stok dan investasi, DELTA dipakai untuk pemeliharaan lokomotif listrik diesel, dan sebagainya (T. Sutojo, Edy Mulyanto, Vincent Suhartono, 2011: 159).

Struktur sistem pakar adalah :



Gambar 2.1 Struktur Sistem Pakar

Adapun manfaat sistem pakar, menurut T. Sutojo, Edy Mulyanto dan Vincent Suhartono (2011:160) Sistem pakar menjadi sangat populer karena banyak kemampuan dan manfaat yang diberikan, di antaranya:

1. Meningkatkan produktivitas, karena Sistem Pakar dapat bekerja lebih cepat daripada manusia.
2. Membuat seorang yang awam bekerja seperti layaknya seorang pakar.
3. Meningkatkan kualitas, dengan memberi nasehat yang konsisten dan mengurangi kesalahan.
4. Mampu menangkap pengetahuan dan kepakaran seseorang.
5. Meningkatkan kapasitas sistem komputer. *Integrasi* Sistem Pakar dengan sistem komputer lain membuat sistem lebih efektif dan mencakup lebih banyak aplikasi.
6. Bisa digunakan sebagai media pelengkap dalam pelatihan. Pengguna pemula yang bekerja dengan sistem pakar akan menjadi lebih berpengalaman karena adanya fasilitas penjelas yang berfungsi sebagai guru.

### Kacang Tanah

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L) merupakan tanaman pangan yang mengandung protein nabati cukup penting, serta menjadi kacang-kacangan ke dua terpenting setelah kedelai di Indonesia.

### Gejala Penyakit Kacang Tanah

Penyakit kacang terbagi dua yaitu penyakit abiotis yaitu penyakit yang disebabkan oleh organisme tak hidup misalnya difisiensi unsur hara, keracunan mineral, kelembaban, suhu, sinar yang tidak sesuai, kekurangan oksigen, polusi, dan reaksi tanah. Yang kedua adalah biotis yaitu yang disebabkan organisme hidup yang kesemuanya adalah jasad renik atau mikroorganisme yaitu jamur, bakteri, virus, dan nematoda.

Berbagai jenis penyakit kacang tanah adalah :

1. Penyakit Bercak Daun (*Leaf spot*). Gejala serangan : bercak daun oleh genotip inang dan faktor lingkungan, berwarna coklat gelap pada permukaan atas daun, berwarna coklat lebih terang pada bagian bawah daun, penyebabnya Jamur *Cercospora arachidicola*.
2. Penyakit Bercak Bersarang (*Web blotch*). Gejala serangan : daun melingkar kasar, coklat kekuningan sampai bercak coklat gelap atau bercak menyerupai jaring tidak beraturan dan coklat terang. Bercak mirip coklat pucat pada permukaan bawah daun. Penyebabnya Jamur *Phoma arachidicola*.

3. Penyakit Karat (*Rust*). Gejala serangan : Pustule orange (*uredinia*) pada permukaan daun bawah dan pecah melepas *uredinospora* berwarna coklat kemerahan. Tampak bercak tampak pada sisi daun.
4. Penyakit Bungkus hitam (*Blackhull*). Gejala serangan sejumlah lesio hitam pada permukaan polong dan permukaan polong banyak tampak hitam.
5. Penyakit Hawar Botritis (*Botrytis blight*). Gejala serangan. Penyakit menyebar ke tangkai dan polong.
6. Penyakit Nekrosis tunas (*Bud necrosis*)
7. Penyakit Busuk batang (*Stem rot*).

**Dempster-Shaper**

Dikembangkan oleh Arthur P. Dempster and Glenn Shafer. Berbagai macam penalaran tidak dapat terselesaikan secara lengkap dan konsisten akibat penambahan fakta baru (*non monotonis*).

Untuk mengatasi ketidak konsistenan tersebut maka dapat menggunakan penalaran dengan teori *Dempster-shafer* dengan interval : [*Belief, Plausibility*] di mana *Belief (bel)* adalah ukuran kekuatan evidence dalam himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka tidak ada evidence, dan 1 menunjukkan adanya kepastian. *Plausibility (PI)* dinotasikan :  $PI(s) = 1 - Bel(-s)$  yang bernilai 0 sampai 1. Jika yakin akan  $-s$ , maka dapat dikatakan bahwa  $Bel(-s)=1$ , dan  $PI(-s)=0$ .

*Dempster-Shafer* dikenal adanya *frame of discrement* dinotasikan dengan  $\Theta$ . Probabilitas fungsi densitas (m). Nilai m tidak hanya mendefinisikan elemen  $\Theta$  saja, namun juga semua subsetnya. Sehingga jika  $\Theta$  berisi n elemen, maka subset  $\Theta$  adalah  $2^n$ . Jumlah semua m dalam subset  $\Theta$  sama dengan 1. Bila tidak ada informasi untuk memilih hipotesis maka  $M\{\Theta\}=1.0$  Apabila diketahui X adalah subset dari  $\Theta$ , dengan  $m_1$  sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan subset dari  $\Theta$  dengan  $m_2$  sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi  $m_1$  dan  $m_2$  sebagai  $m_3$  yaitu :

$$M3(Z) = \frac{\sum X \cap Y = Z m_1(X) m_2(Y)}{1 - \sum X \cap Y = \emptyset m_1(X) m_2(Y)}$$

Kerangka shafer's memberikan kepercayaan pada proposi dengan 2 nilai, kepercayaan (dukungan ) dan masuk akal.  $belief \leq plausibility$  adalah kepercayaan hipotesis melalui jumlah keseluruhan subset. Kepercayaan (dinotasi dengan Bel) mengukur kekuatan proporsi. Memiliki rentang antara 0 (mengindikasikan tidak ada barang bukti) sampai 1 (yang menunjukkan kepastian).

**Analisa dan Perancangan**

**Analisa Gejala**

Dalam membangun rule-base, dilakukan beberapa tahap analisis, yaitu:

1. Menentukan masalah yang akan dikaji
2. Mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk membangun sistem yaitu berupa jenis penyakit dan gejala penyerangan kacang tanah serta solusinya
3. Menentukan model solusi dari yang berhubungan dengan *Dempster-Shafer*.

Tabel 3.1. Rule Based Gejala Penyakit

| Aturan | Nama Penyakit    | Gejala                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R1     |                  | 1. Berwarna coklat gelap pada permukaan atas daun, dimana sporulasi terjadi sangat banyak<br>2. Berwarna coklat lebih terang pada bagian bawah daun                                                                                                                                                                                                                                                              |
| R2     | Bercak Bersarang | 1. Gejala terlihat melingkar kasar, berwarna coklat kekuningan sampai bercak coklat gelap atau bercak menyerupai jamur dengan tidak beraturan dan lembaran coklat terang.<br>2. Bercak mirip dan coklat pucat pada permukaan bawah daun.                                                                                                                                                                         |
| R3     | Karat            | 1. Pustule orange ( <i>uredinia</i> ) pertama tampak pada permukaan daun sebelah bawah dan pecah melepas <i>uredinospora</i> berwarna coklat kemerahan.<br>2. Tampak bercak daun yang sangat kecil atau noda yang tampak dan sisi daun. Sebagaimana dengan jumlah infeksi meningkat dan umur daun menjadi lebih tua, daun berkarat berwarna kuning.<br>3. Daun yang terinfeksi karat menjadi nekrotis dan kering |
| R3     | Bungkus Hitam    | 1. Sejumlah <i>lesio</i> hitam berkembang pada permukaan polong. <i>Lesio</i> meluas menyatu menghasilkan massa <i>spora</i> yang banyak mengakibatkan permukaan polong banyak tampak hitam.<br>2. Beberapa jamur non-patogenik, yang hidup pada sisa tanaman, dapat tumbuh pada permukaan kulit polong dan menyebabkan perubahan warna                                                                          |
| R5     | Hawar Botritis   | 1. Daun yang kontak dengan permukaan tanah dapat diserang dan menyebabkan kerusakan secara cepat.<br>2. Penyakit menyebar ke tangkai polong dan polong serta memasuki tanaman dan dapat membunuh tanaman.<br>3. Jamur dapat menyebabkan layu dan kematian jaringan tanaman atau keluruhan tanaman                                                                                                                |
| R6     | Layu Bakteri     | 1. Infeksi tanaman muda mengakibatkan layu tiba-tiba mati, tetapi daun masih hijau<br>2. Infeksi tanaman dewasa mengakibatkan kehilangan turgiditas, dan daun menjadi terang, klorotis dan ujung daun menggulung<br>3. Sering daun menjadi coklat tetapi masih melekat pada tanaman                                                                                                                              |

|     |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                     | 4. Aroma kuncup yang terserang berbau busuk                                                                                                                                                                                                                                                   |
| R7  | Kudis               | 1. Banyak <i>lesio</i> bulat sampai tidak beraturan tampak pada permukaan daun maupun menyebar merata pada daun atau titik dekat bagian tengah daun<br>2. <i>Lesio</i> pada <i>petiole</i> dan cabang berkembang menjadi kanker kudis, menjadikan tanaman tampak terbakar                     |
| R8  | Virus Belang kacang | 1. Lembaran daun dapat mengeriting dan jaringan dalam tulang daun tertekan.<br>2. Benih yang terinfeksi sering berubah bentuk dan wama<br>3. Pada daun muda tampak seperti pulau yang hijau gelap tidak beraturan                                                                             |
| R9  | Nekrosis Tunas      | 1. Gejala awal tampak pada daun muda sebagai bercak klorotis tidak jelas (kabur).<br>2. Gejala ke dua tanaman kerdil dan tampak tumbuh seperti semak<br>3. Gejala benih yang berasal tanaman yang terinfeksi adalah kecil, dan mengeriput serta kelihatannya berwarna merah, atau belang ungu |
| R10 | Busuk Batang        | 1. Patogen menyerang semua bagian tanaman, tetapi infeksi batang adalah sangat umum terjadi dan merusak tanaman<br>2. Gejala pertama kuning dan layu cabang dekat dengan tanah<br>3. Infeksi tangkai polong, polong dan akar terjadi secara bebas atau bersama dengan infeksi batang          |

Tabel 3.2. Akuisisi Nilai Densitas Gejala Penyakit Tanaman Kacang Tanah

| Kode Gejala | Gejala                                                                                                                                                                                    | Nilai Densitas Tiap Penyakit |     |     |     |     |     |    |    |    |     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|
|             |                                                                                                                                                                                           | P1                           | P2  | P3  | P4  | P5  | P6  | P7 | P8 | P9 | P10 |
| GP1         | Berwarna coklat gelap pada permukaan atas daun, dimana sporulasi terjadi sangat banyak.                                                                                                   | 0,7                          |     |     |     |     |     |    |    |    |     |
| GP2         | Berwarna coklat lebih terang pada bagian bawah daun                                                                                                                                       | 0,3                          |     |     |     |     |     |    |    |    |     |
| GP3         | Gejala terlihat melingkar kasar, berwarna coklat kekuningan sampai bercak coklat gelap atau bercak menyerupai jaring dengan tidak beraturan dan lembaran coklat terang                    |                              | 0,5 |     |     |     |     |    |    |    |     |
| GP4         | Bercak mimp dan coklat pucat pada permukaan bawah daun                                                                                                                                    |                              | 0,5 |     |     |     |     |    |    |    |     |
| GP5         | Pustule orange ( <i>uredinia</i> ) pertama tampak pada permukaan daun sebelah bawah dan pecah melepas <i>urediniospora</i> berwarna coklat kemerahan.                                     |                              |     | 0,3 |     |     |     |    |    |    |     |
| GP6         | Tampak bercak daun yang sangat kecil atau noda yang tampak dari sisi daun. Sebagaimana dengan jumlah infeksi meningkat dan umur daun menjadi lebih tua, daun berkarat berwarna kuning.    |                              |     | 0,2 |     |     |     |    |    |    |     |
| GP7         | Daun yang terinfeksi karat menjadi nekrotis dan kering                                                                                                                                    |                              |     | 0,5 |     |     |     |    |    |    |     |
| GP8         | Sejumlah <i>lesio</i> hitam berkembang pada permukaan polong. <i>Lesio</i> meluas menyatu menghasilkan massa <i>spora</i> yang banyak mengakibatkan permukaan polong banyak tampak hitam. |                              |     |     | 0,5 |     |     |    |    |    |     |
| GP9         | Beberapa jamur non-patogenik, yang hidup pada sisa tanaman, dapat tumbuh pada permukaan kulit polong dan menyebabkan perubahan wama                                                       |                              |     |     | 0,5 |     |     |    |    |    |     |
| GP10        | Daun yang kontak dengan permukaan tanah dapat diserang dan menyebabkan kerusakan secara cepat.                                                                                            |                              |     |     |     | 0,4 |     |    |    |    |     |
| GP11        | Penyakit menyebar ketangkai polong dan polong serta memasuki tanaman dan dapat membunuh tanaman.                                                                                          |                              |     |     |     | 0,3 |     |    |    |    |     |
| GP12        | Jamur dapat menyebabkan layu dan kematian jaringan tanaman atau kehuruhan tanaman                                                                                                         |                              |     |     |     | 0,3 |     |    |    |    |     |
| GP13        | Infeksi tanaman muda mengakibatkan layu tiba-tiba mati, tetapi daun masih hijau                                                                                                           |                              |     |     |     |     | 0,4 |    |    |    |     |
|             | Infeksi tanaman dewasa mengakibatkan kehilangan                                                                                                                                           |                              |     |     |     |     | 0,2 |    |    |    |     |



| No    | Nama Gejala                                                                                                                                                                            | Bobot |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | Pustule orange ( <i>wredinia</i> ) pertama tampak pada permukaan daun sebelah bawah dan pecah melepas <i>wredinospora</i> berwarna coklat kemerahan.                                   | 0,3   |
| 2     | Tampak bercak daun yang sangat kecil atau noda yang tampak dari sisi daun. Sebagaimana dengan jumlah infeksi meningkat dan umur daun menjadi lebih tua, daun berkarat berwarna kuning. | 0,5   |
| 3     | Daun yang terinfeksi karat menjadi nekrotis dan kering                                                                                                                                 | 0,2   |
| TOTAL |                                                                                                                                                                                        | 1     |

Tabel 3.5 Bobot Gejala Penyakit Bungkus Hitam

| No    | Nama Gejala                                                                                                                                                                               | Bobot |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | Sejumlah <i>lesio</i> hitam berkembang pada permukaan polong. <i>Lesio</i> meluas menyatu menghasilkan massa <i>spora</i> yang banyak mengakibatkan permukaan polong banyak tampak hitam. | 0,5   |
| 2     | Beberapa jamur non-patogenik, yang hidup pada sisa tanaman, dapat tumbuh pada permukaan kulit polong dan menyebabkan perubahan warna                                                      | 0,5   |
| TOTAL |                                                                                                                                                                                           | 1     |

Tabel 3.6 Bobot Gejala Penyakit Hawar Botritis

| No    | Nama Gejala                                                                                      | Bobot |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | Daun yang kontak dengan permukaan tanah dapat diserang dan menyebabkan kerusakan secara cepat    | 0,4   |
| 2     | Penyakit menyebar ketangkai polong dan polong serta memasuki tanaman dan dapat membunuh tanaman. | 0,3   |
| 3     | Jamur dapat menyebabkan layu dan kematian jaringan tanaman atau keluruhan tanaman                | 0,3   |
| TOTAL |                                                                                                  | 1     |

Tabel 3.7 Bobot Gejala Penyakit Layu Bakteri

| No    | Nama Gejala                                                                                                             | Bobot |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | Infeksi tanaman muda mengakibatkan layu tiba-tiba mati, tetapi daun masih hijau                                         | 0,4   |
| 2     | Infeksi tanaman dewasa mengakibatkan kehilangan turgiditas, dan daun menjadi terang, klorotis dan ujung daun menggulung | 0,2   |
| 3     | Sering daun menjadi coklat tetapi masih melekat pada tanaman                                                            | 0,3   |
| 4     | Aroma kuncup yang terserang berbau busuk                                                                                | 0,1   |
| TOTAL |                                                                                                                         | 1     |

Tabel 3.8 Bobot Gejala Penyakit Kudis

| No    | Nama Gejala                                                                                                                                        | Bobot |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | Banyak <i>lesio</i> bulat sampai tidak beraturan tampak pada permukaan daun maupun menyebar merata pada daun atau terikat dekat bagian tengah daun | 0,6   |
| 2     | <i>Lesio</i> pada <i>petiole</i> dan cabang berkembang menjadi kanker kudis, menjadikan tanaman tampak terbakar                                    | 0,4   |
| TOTAL |                                                                                                                                                    | 1     |

Tabel 3.9 Bobot Gejala Penyakit Virus Belang kacang

| No    | Nama Gejala                                                            | Bobot |
|-------|------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | Lembaran daun dapat mengering dan jaringan dalam tulang daun tertekan. | 0,5   |
| 2     | Benih yang terinfeksi sering berubah bentuk dan warna                  | 0,3   |
| 3     | Pada daun muda tampak seperti pulau yang hijau gelap tidak beraturan   | 0,2   |
| TOTAL |                                                                        | 1     |

Tabel 3.10 Bobot Gejala Penyakit Nekrosis Tunas

| No    | Nama Gejala                                                                                                                        | Bobot |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | Gejala awal tampak pada daun muda sebagai bercak klorotis tidak jelas (kabur).                                                     | 0,1   |
| 2     | Tanaman muda menjadi layu tiba-tiba mati, tetapi daun masih hijau.                                                                 | 0,5   |
| 3     | Gejala benih yang berasal tanaman yang terinfeksi adalah kecil, dan mengeriput serta kelihatannya berwarna merah, atau belang ungu | 0,4   |
| TOTAL |                                                                                                                                    | 1     |

Tabel 3.11 Bobot Gejala Penyakit Busuk Batang

| No    | Nama Gejala                                                                                                  | Bobot |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1     | Patogen menyerang semua bagian tanaman, tetapi infeksi batang adalah sangat umum terjadi dan merusak tanaman | 0,4   |
| 2     | Gejala pertama kuning dan layu cabang dekat dengan tanah                                                     | 0,3   |
| 3     | Infeksi tangkai polong, polong dan akar terjadi secara bebas atau bersama dengan infeksi batang              | 0,3   |
| TOTAL |                                                                                                              | 1     |

Berikut contoh masalah dan solusi penyelesaiannya.

Contoh kasus :

Sebuah lahan pertanian kacang tanah terserang suatu penyakit dengan gejala sebagai berikut : Misalkan :  $\theta \{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8, P_9, P_{10}\}$

Keterangan :

- |                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| 1. Bercak Daun (P1)      | 6. Layu Bakteri (P6)        |
| 2. Bercak Bersarang (P2) | 7. Kudis (P7)               |
| 3. Karat P3)             | 8. Virus Belang Kacang (P8) |
| 4. Bungkus Hitam (P4)    | 9. Nekrosis Tunas (P9)      |
| 5. Hawar Botritis (P5)   | 10. Busuk Batang (P10)      |

Gejala 1 : Bercak coklat sering dikelilingi oleh halo kuning sehingga bercak dapat meluas atau tumbuh bersama pada daun.

Tabel 3.12. Contoh gejala I

| Kode | Nama Gejala                                                                                                                                                            | Penyakit         |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| P1   | Berwarna coklat gelap pada permukaan atas daun, dimana sporulasi terjadi sangat banyak                                                                                 | Bercak Daun      |
| P2   | Gejala terlihat melingkar kasar, berwarna coklat kekuningan sampai bercak coklat gelap atau bercak menyerupai jaring dengan tidak beraturan dan lembaran coklat terang | Bercak Bersarang |
| P9   | Gejala awal tampak daun bercak tidak jelas (kabur)                                                                                                                     | Nekrosis Tunas   |

Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah observasi permukaan daun berwarna coklat sebagai gejala dari penyakit dengan densitas:  $m \{Bercak Daun\}=0,7$ ;  $m \{Bercak Bersarang\}=0,5$ ;  $m \{Nekrosis Tunas\}=0,5$  untuk  $m_1$  nilai densitas yang dipilih adalah yang tertinggi maka

$$[Belief, Plausibility] ; PI(s) = 1 - Bel (-s)$$

$$m_1 \{P_1, P_2, P_9\} = 0,7 ; m_1 \{\theta\} = 1 - 0,7 = 0,3$$

Gejala 2 : Banyaknya *Lesio* yang tampak pada kacang tanah.

Setelah observasi diketahui bahwa nilai kepercayaan diawali dengan tumbuh *Lesio* yang tampak pada kacang tanah sebagai gejala dari Penyakit Karat dan Kudis :

Tabel 3.13. Contoh Tabel gejala II

| Kode | Nama Gejala                                                                                                                                                                            | Penyakit |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| P3   | Tampak bercak daun yang sangat kecil atau noda yang tampak dari sisi daun. Sebagaimana dengan jumlah infeksi meningkat dan umur daun menjadi lebih tua, daun berkarat berwarna kuning. | Karat    |
| P7   | Banyak <i>lesio</i> bulat sampai tidak beraturan tampak pada permukaan daun maupun menyebar merata pada daun atau tenkat dekat bagian tengah daun                                      | Kudis    |

Untuk m1 nilai densitas yang dipilih adalah yang tertinggi, maka :

$$m_2 \{P_3, P_7\} = 0,6 ; m_2 \{\theta\} = 1 - 0,6 = 0,4$$

Munculnya gejala baru maka harus dihitung densitas baru untuk beberapa kombinasi (m3).

Tabel 3.14. Rule Kombinasi untuk m3

|    |                  |                |                   |  |  |
|----|------------------|----------------|-------------------|--|--|
|    |                  | m2             |                   |  |  |
|    |                  | {P3,P7} (0,6)  | $\theta$ (0,4)    |  |  |
| m2 | {P1,P2,P9} (0,7) | P1 (0,42)      | {P1,P2,P9} (0,28) |  |  |
|    | $\theta$ (0,3)   | {P3,P7} (0,18) | $\theta$ (0,12)   |  |  |

Keterangan:

- $\{P_1, P_2, P_9\} \cap \{P_3, P_7\} = \{P_1\}$   
 $0,7 * 0,6 = 0,42 ; \{P_1\} = 0,42$
- $\{\theta\} \cap \{P_3, P_7\} = \{P_3, P_7\} ; 0,3 * 0,6 = 0,18$
- $\{P_1, P_2, P_9\} \cap \{\theta\} = \{P_1, P_2, P_9\} ; 0,7 * 0,4 = 0,28$   
 $\{P_1, P_2, P_9\} = 0,28$
- $\{\theta\} \cap \{\theta\} = \{\theta\} ; 0,3 * 0,4 = 0,12$

Sehingga dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$m_i(Z) = \frac{\sum X \cap Y = z^{m^1(X).m^2(Y)}}{1 - \sum X \cap Y = \theta^{m^1(X).m^2(Y)}}$$

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan) ; XYZ= Himpunan Evidence ;  $\theta$  = Himpunan Kosong ;

$$m_3\{P_1\} = \frac{0,42}{1-0} = 0,42 ; m_3\{P_1, P_2, P_9\} = \frac{0,28}{1-0} = 0,28 ; m_3\{P_3, P_7\} = \frac{0,18}{1-0} = 0,18 ; m_3\{\theta\} = \frac{0,12}{1-0} = 0,12$$

Setelah itu muncul gejala ke tiga,

Gejala 3 : Infeksi tangkai polong,

$$\text{maka : } m_4 = 0,3 = 1 - 0,3 = 0,7$$

Tabel 3.15. Rule Kombinasi untuk m5

|    |                     |            |                  |  |  |
|----|---------------------|------------|------------------|--|--|
|    |                     | m4         |                  |  |  |
|    |                     | {P1} (0,3) | $\theta$ (0,7)   |  |  |
| m3 | M3{P1} 0,42         | {P1} 0,126 | {P1} 0,294       |  |  |
|    | M3{P1,P2,P9} 0,28   | {P1} 0,084 | {P1,P2,P9} 0,196 |  |  |
|    | M3{P3,P7} 0,18      | {P1} 0,054 | {P3,P7} 0,126    |  |  |
|    | M3{ $\theta$ } 0,12 | {P1} 0,036 | $\theta$ 0,084   |  |  |

- $\{P_1\} \cap \{\theta\} = \{P_1\} ; 0,42 * 0,7 = 0,294 ; \{P_1\} = 0,294$
- $\{P_1, P_2, P_9\} \cap \{\theta\} = \{P_1, P_2, P_9\} ; 0,28 * 0,7 = 0,196$
- $\{P_3, P_7\} \cap \{\theta\} = \{P_3, P_7\} ; 0,18 * 0,7 = 0,126$
- $\{\theta\} \cap \{\theta\} = \{\theta\} ; 0,12 * 0,7 = 0,084 ; \{\theta\} = 0,084$
- $\{P_1\} \cap \{\theta\} = \{P_1\} ; 0,42 * 0,3 = 0,126 ; \{P_1\} = 0,126$
- $\{P_1, P_2, P_9\} \cap \{\theta\} = \{P_1, P_2, P_9\} ; 0,28 * 0,3 = 0,084$   
 $\{P_1, P_2, P_9\} = 0,084$
- $\{P_3, P_7\} \cap \{\theta\} = \{P_3, P_7\} ; 0,18 * 0,3 = 0,054 ;$   
 $\{P_3, P_7\} = 0,054$
- $\{\theta\} \cap \{\theta\} = \{\theta\} ; 0,18 * 0,3 = 0,036 ; \{\theta\} = 0,036$

Sehingga dapat dihitung dengan persamaan :

$$m_i(Z) = \frac{\sum X \cap Y = z^{m^3(X).m^4(Y)}}{1 - \sum X \cap Y = \theta^{m^3(X).m^4(Y)}}$$

Keterangan :

m = Nilai Densitas (Kepercayaan) ; XYZ= Himpunan Evidence ;  $\theta$  = Himpunan Kosong

$$m_s\{P1\} = \frac{0,126 + 0,084 + 0,054 + 0,036}{1 - 0} = 0,3$$

$$m_s\{P1, P2, P9\} = \frac{0,196}{1 - 0} = 0,196$$

$$m_s\{P3, P7\} = \frac{0,126}{1 - 0} = 0,126$$

$$m_s\{\theta\} = \frac{0,084}{1 - 0} = 0,084$$

Perhitungan kemungkinan diagnosa penyakit tanaman kacang tanah yang memiliki hasil perhitungan tertinggi dari seluruh yang ada adalah Penyakit Bercak daun dengan nilai densitas 0,3

## Algoritma dan Implementasi

### Algoritma

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

#### 13. Algoritma Gejala

*Input* : Kode Gejala, Keterangan Gejala, Nilai

*Output* : Tampil Form Gejala

*Process* : a ← save, b ← cancel, c ← delete

If (pilih sub menu ; data gejala ) Then

Tampilkan data gejala

Else if a= True Then {data disimpan}

Else if b = True Then

(input data dibatalkan)

Else if c= True Then

{data dihapus} End if

#### 14. Algoritma Data Penyakit

*Input* : Kode Penyakit, Keterangan Penyakit, Saran

*Output* : Tampil Form Penyakit

*Process* : a ← save, b ← cancel, c ← delete

If (pilih sub menu ; data penyakit ) Then

Tampilkan data penyakit

Else if a= True Then {data disimpan}

Else if b = True Then

(input data dibatalkan)

Else if c= True Then

{data dihapus} End if

#### 15. Algoritma Konsultasi Penyakit

*Input* : Pertanyaan, Kode Penyakit, Keterangan Penyakit, Saran

*Output* : Hasil Konsultasi

*Proses* :

Tampil Data Konsultasi

Open Database “kacangtanah”

If Pertanyaan Found then

tampil pertanyaan ;  $b \leq p$

Else if Tampil pertanyaan then

PI(s) = 1-Bel (-s)

Jawab pertanyaan

Else if Kombinasi DS 1.1 dan DS 1.2 then

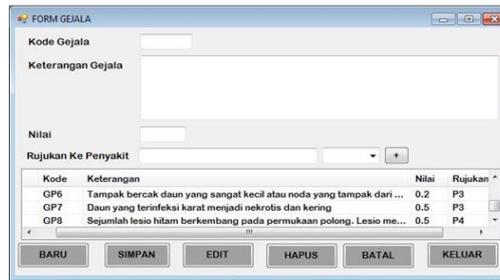
$$m_3(Z) = \frac{\sum X \cap Y = Z m_1(x) m_2(y)}{1 - \sum X \cap Y = \theta m_1(x) m_2(y)}$$

Keluar dari Program

### Implementasi

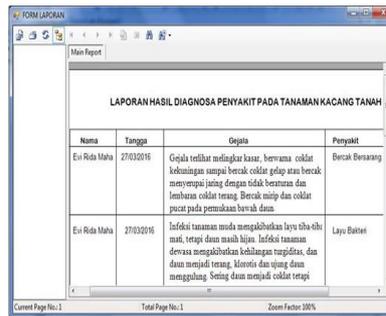
Aplikasi ini akan berjalan dengan :

#### 12. Tampilan Data Gejala



Gambar 4.1. Menu Utama

13. Tampilan Kesimpulan



Gambar 4.2. Tampilan Sub Menu Kompresi

**KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut: (1) Sistem pakar untuk diagnosa penyakit pada tanaman kacang tanah ini dapat memberikan kemudahan bagi para petani kacang tanah untuk dapat mengetahui lebih awal tentang gejala dan penyakit pada tanaman kacang tanah sehingga mereka dapat melakukan penanganan yang tepat; dan (2) Memerlukan seseorang yang ahli dalam mendiagnosa penyakit pada tanaman kacang tanah guna membuat *rule-rule* kepakaran dalam sistem pakar mendiagnosa penyakit pada tanaman kacang tanah. Sistem pakar tidak akan selalu benar, tergantung pada sumber informasinya (ahli).

**DAFTAR PUSTAKA**

Subhan, M, "Analisa Perancangan Sistem", Jakarta, Lentera Ilmu Cendekia, 2012.  
 Jogyanto, HM, "Perancangan Sistem Informasi Pengenalan Komputer", Yogyakarta, Pustaka Pelajar, 2009.  
 Dhanta, Rizky, "Pengantar Ilmu Komputer", Surabaya, Indah, 2009.  
 Lamhot Sitorus "Algoritma dan Pemograman", Yogyakarta, C.V Andi Offset, 2015.  
 A.S. Rosa dan Shalahuddin. M, "Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur Dan Berorientasi Objek)", Bandung, Modula, 2011.  
 Adi Nugroho, 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek, ANDI Yogyakarta  
 Ladjamudin, Al-Bahra Bin. 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.  
 Subhan, Mohamad. 2012. *Analisa Perancangan Sistem*. Jakarta. Penerbit Lentera Ilmu Cendekia.  
 Yuni, Sugiarti. 2003. *Analisa dan Perancangan UML*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.  
 Jim Leidin, Mike Dickens, Jay Sharp. Single Modelling Environment For Construction High Fidelity Plant And Controlling Models  
 Leidin J, Simulation Engineering, Lawrence KS : Camps Books, 2001

## IMPLEMENTASI METODE KIRSCH DALAM DETEKSI TEPI CITRA DIGITAL UNTUK MENGENALI POLA UANG

Lia Waroka Tarihoran dan Sinar Sinurat

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Salah satu pengolahan citra yang berkembang saat ini adalah penggunaan deteksi tepi untuk mengenali pola. Permasalahan dalam mengenali pola uang sangat terbatas, tidak cukup hanya dengan penglihatan mata manusia saja karena banyak keterbatasan. Tepi citra bertujuan untuk meningkatkan penampakan garis tepi, batas daerah atau objek dalam citra. Segmentasi citra dalam beberapa daerah sub objek akan memanfaatkan perubahan nilai intensitas pada batas dua atau beberapa area. Metode Kirsch akan mendeteksi tepi dari delapan arah mata angin yaitu timur, timur laut, utara, barat, barat laut, barat daya, selatan dan tenggara, dengan melakukan proses konvolusi terhadap citra menggunakan delapan Kernel. Dari hasil pengujian dengan metode tersebut tiap-tiap arah mata angin memiliki hasil yang berbeda. Dalam penelitian ini hasil yang paling bagus dari ke delapan arah mata angin tersebut dan lebih baik polanya akan ditentukan dari hasil pengujian dari seluruh mata angin.

**Kata kunci :** Kirsch, Tepi\_Citra, RGB, Konvolusi, Kernel

### PENDAHULUAN

Pada penelitian sebelumnya oleh Edy Victor Haryanto dalam penelitiannya yang berjudul “Penerapan Metode Kirsch Dalam Mendeteksi Tepi Objek Citra Digital” dari hasil pengujiannya metode kirsch menerapkan delapan arah mata angin yaitu Timur, Timur Laut, Utara, Barat, Barat Laut, Barat Daya, Selatan dan Tenggara yang tiap-tiap arah mata angin memiliki hasil yang berbeda pula, dari hasil pengujian dengan metode kirsch tersebut bahwa arah mata angin Barat Laut yang memiliki Gambar hasil tepi yang paling bagus di antara yang lainnya.

Pada penelitian oleh Veronika Lusiana yang berjudul “Deteksi Tepi Pada Citra Digital Menggunakan Metode Kirsch dan Robinson” Dari hasil pengujiannya proses pengamatan citra uji dilakukan secara visual dan menggunakan batas penerimaan piksel penyusun tepi sebesar 80%. Berdasarkan pengamatan secara visual terhadap hasil uji maka metode kirsch memiliki kinerja paling baik untuk mendeteksi tepi dibandingkan dengan metode robinson, sobel, prewitt. Berdasarkan jumlah paling tinggi terhadap pixel penyusun tepi obyek maka urutan pertama, kedua, ketiga, keempat, dihasilkan metode kirsch, robinson, sobel, prewitt.

### METODE

Dalam penelitian ini, penulis menentukan langkah-langkah rancangan sebagai berikut :

**Studi Literatur.** Pengumpulan data sebanyak mungkin untuk pengolahan data, sejumlah artikel, referensi atau situs yang berkaitan dengan fungsi-fungsi dalam aplikasi

**Analisis.** Menerapkan metode Kirch dalam proses deteksi tepi citra dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

**Perancangan.** Membangun prototipe dari analisis awal hingga rancangan aplikasi, cara kerja, modul, basis data dan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi

**Implementasi.** Menerapkan data pada perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi.** Menggunakan data pada aplikasi untuk melihat proses deteksi tepi dan membuat kesimpulan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Istilah “citra” pada umumnya digunakan dalam bidang pengolahan citra yang diartikan sebagai suatu fungsi kontinu dari intensitas cahaya  $f(x,y)$  dalam bidang dua dimensi, dengan  $(x,y)$  menyatakan suatu koordinat dan nilai  $f$  pada setiap titik  $(x,y)$  menyatakan intensitas atau tingkat kecerahan (brightness). Suatu citra digital adalah suatu citra kontinu yang diubah ke dalam bentuk diskrit, baik koordinat maupun intensitas cahayanya. Citra merupakan suatu matriks, dimana indeks baris dan kolomnya menyatakan koordinat sebuah titik pada citra tersebut dan nilai masing-masing elemennya menyatakan intensitas cahaya pada titik tersebut.

#### Citra Grayscale

Citra *greyscale* hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pixelnya, di mana  $red=green=blue$ . Warna yang dimiliki adalah hitam, keabuan, dan putih. Tingkat keabuan di sini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih (Drama Putra, 2010:40).

Skala keabuan adalah menangani gradasi warna hitam dan putih, yang menghasilkan efek warna abu-abu. Warna dinyatakan dengan intensitas berkisar antara 0 sampai dengan 255. Nilai 0 menyatakan hitam dan nilai 255 menyatakan putih (Abdul Kadir & Adhi Susanto, 2013:23). *Grayscale* adalah warna yang tergantung pada jumlah bit yang disediakan di memori untuk menampung kebutuhan warna ini (T. Sutoyo, 2009:21).

**Konvolusi**

Konvolusi dinyatakan dalam matriks, di mana setiap elemen matriks penapis tersebut dinamakan koefisien konvolusi. Operasi bekerja dengan menggeser kernel piksel per piksel, yang hasilnya kemudian disimpan dalam matriks baru. Contoh konvolusi yang terjadi antara citra  $f(x,y)$  berukuran  $5 \times 5$  dengan sebuah kernel berukuran  $3 \times 3$  yang diperlihatkan :

$$F(x,y) = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 3 & 5 & 4 \\ 6 & 6 & 5 & 5 & 2 \\ 5 & 6 & 6 & 6 & 2 \\ 6 & 7 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 5 & 2 & 4 & 4 \end{pmatrix} \quad g(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & . & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Tanda . (titik) menunjukkan posisi (0,0) dari kernel Tahapan untuk mendapatkan hasil konvolusi yang terjadi antara citra dan kernel, dan fungsi yang digunakan adalah :  $h(x,y) = f(x,y) * g(x,y)$

**Metode Kirsch**

Kirsch tahun 1971 memetakan proses deteksi ke delapan arah mata angin. Metode ini identik dengan bentuk matriks  $3 \times 3$  dengan  $k_0$  sampai dengan  $k_7$  (Veronica Lusiana ISSN: 0854-9524). Melakukan konvolusi terhadap citra dengan menggunakan kernel ke delapan arah mata angin. Hasil operasinya berupa nilai maksimum dari ke delapan konvolusi. Dapat dilihat pada masing-masing kernel sebagai berikut :

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} 5 & -3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & -3 & -3 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -3 & 3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & 5 & -3 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -3 & -3 & 5 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -3 & 5 & 5 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix} \\ k_0 \text{ Timur} & k_1 \text{ Timur Laut} & k_4 \text{ Barat} & k_5 \text{ Barat Daya} \\ \\ \begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & -3 \\ 5 & 5 & 5 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & 5 & 5 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 \\ -3 & 0 & -3 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 5 & 5 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix} \\ k_2 \text{ Utara} & k_3 \text{ Barat Laut} & k_6 \text{ Selatan} & k_7 \text{ Tenggara} \end{matrix}$$

**Uang**

Uang adalah alat tukar yang sah dan dilindungi oleh negara. Uang digunakan untuk segala keperluan dalam menggerakkan perekonomian, bahkan berubah menjadi multifungsi. Begitu pun dengan jenis-jenis uang demikian beragam. Uang adalah sesuatu yang dapat diterima secara umum sebagai alat pembayaran dalam wilayah tertentu atau sebagai alat untuk melakukan pembelian barang dan jasa. (Dr. Kasmir 2014:13). Uang juga memiliki fungsi-fungsi lainnya seperti alat satuan hitung, penimbun kekayaan atau sebagai alat standar pencicilan uang. Jadi uang adalah alat yang digunakan untuk melakukan pertukaran baik barang maupun jasa.

**Analisa dan Perancangan Penentuan Data**

Tahap awal melakukan konversi citra digital ke dalam matriks di mana ukuran matriks yang digunakan adalah ukuran  $5 \times 5$ . Adapun matriks citra yang dibentuk adalah :



Gambar 3.1 Citra Input

**Analisa Sobel dan Laplace of Gaussian Serta Perancangan Metode Kirsch**

Adapun langkah-langkah adalah :

Citra input dengan matriks 5x5 pada nilai f(x,y), di mana pengambil data decimal ini dapat dilakukan dengan matlab pada citra input di atas dengan cara :

```
Gambar=imread('NF.jpg');
red=Gambar(:,:,1);
green=Gambar(:,:,2);
blue=Gambar(:,:,3);
gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;
```

maka datanya citra hasil grayscale adalah :

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & 99 & 105 & 145 & 150 \\ 143 & 116 & 121 & 152 & 155 \\ 110 & 124 & 136 & 152 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

9. Kernel Kirsch Timur :

$$g(x,y) = \begin{bmatrix} 5 & -3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & -3 & -3 \end{bmatrix}$$

Pilih f(x,y) ukuran 3x3, dimulai dari pojok kiri atas kemudian hitung konvolusinya dengan g(x,y).

$$\begin{bmatrix} 5 & -3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & -3 & -3 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & 99 & 105 & 145 & 150 \\ 143 & 116 & 121 & 152 & 155 \\ 110 & 124 & 136 & 152 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

Hasil konvolusinya adalah: (5x89)+(-3x126)+(-3x126)+(5x149)+(0x99)+ (-3x105)+(5x143)+(-3x116)+(-3x121)=123

Dengan cara yang sama perhitungan dilakukan terus hingga f(x,y) ukuran 3x3 sampai pada ujung paling kanan pojok bawah. Dari hasil akhir matriks konvolusi terlihat bahwa nilai sisi matriks asal tetap dipertahankan, disebabkan pada saat pergeseran jendela konvolusi (kernel) ada kemungkinan jendela konvolusi menggantung sehingga nilai perhitungan tidak dapat dicari maka nilai paling pinggir tetap dipertahankan. Berikut hasil matriks yang baru adalah

$$h(x,y) = \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & 123 & -287 & -254 & 150 \\ 143 & 255 & -375 & -470 & 155 \\ 110 & 55 & -402 & -288 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

Kernel Kirsch Timur Laut :

Selanjutnya terus dilakukan konvolusi dengan Kernel Kirsch Timur Laut dengan menggunakan f(x,y) dari hasil akhir Kernel Timur.

$$g(x,y) = \begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & 5 & -3 \end{bmatrix}$$

Pilih f(x,y) ukuran 3x3, dimulai dari pojok kiri atas kemudian hitung konvolusinya dengan g(x,y).

$$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & 5 & -3 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & 123 & -287 & -254 & 150 \\ 143 & 255 & -375 & -470 & 155 \\ 110 & 55 & -402 & -288 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

Nilai ini dihitung dengan cara berikut: (-3x126)+(-3x120)+(-3x113)+(5x-287)+(0x-254)+(-3x150)+(5x-375)+(5x-470)+(-3x155)=-7652

Dengan cara yang sama perhitungan dilakukan terus hingga f(x,y) ukuran 3x3 sampai pada ujung paling kanan pojok bawah.

$$h(x,y) = \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & 3698 & -1380 & -7652 & 150 \\ 143 & 3916 & 3068 & -5091 & 155 \\ 110 & 2101 & 3814 & 1888 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

Kernel Kirsch Utara :

Selanjutnya dilakukan konvolusi nilai pixel dengan Kernel Kirsch Utara dengan menggunakan f(x,y) dari hasil akhir Kernel Timur Laut.

$$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & -3 \\ 5 & 5 & 5 \end{bmatrix}$$

Pilih f(x,y) ukuran 3x3, dimulai dari pojok kiri atas kemudian hitung konvolusinya dengan g(x,y).

$$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & -3 \\ 5 & 5 & 5 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & 3698 & -1380 & -7652 & 150 \\ 143 & 3916 & 3068 & -5091 & 155 \\ 110 & 2101 & 3814 & 1888 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

Hasil konvolusinya adalah: (-3x89)+(-3x126)+(-3x126)+(-3x149)+(0x3689)+(-3x-1380)+(5x143)+(5x3916)+(5x3068)=38305

Dengan cara yang sama perhitungan dilakukan terus hingga f(x,y) ukuran 3x3 sampai pada ujung paling kanan pojok bawah.

$$h(x,y) = \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & 38305 & 20211 & -15007 & 150 \\ 143 & 13091 & 58542 & 46277 & 155 \\ 110 & -31138 & -15461 & -3962 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

Kernel Kirsch Barat Laut

Selanjutnya dilakukan konvolusi nilai dengan Kernel Kirsch Barat Laut dengan menggunakan f(x,y) dari hasil akhir Kernel Timur Utara.

$$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & 5 & 5 \end{bmatrix}$$

Pilih f(x,y) ukuran 3x3, dimulai dari pojok kiri atas kemudian hitung konvolusinya dengan g(x,y).

$$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & 5 & 5 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & 38305 & 20211 & -15007 & 150 \\ 143 & 13091 & 58542 & 46277 & 155 \\ 110 & -31138 & -15461 & -3962 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

Hasil konvolusinya adalah:  
(-3x89)+(-3x126)+(-3x126)+(-3x149)+(0x38305)+  
(5x 20211)+(-3x143)+(5x13091)+(5x58542)=457321

Dengan cara yang sama perhitungan dilakukan terus hingga f(x,y) ukuran 3x3 sampai pada ujung paling kanan pojok bawah.

$$h(x,y) = \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & 457321 & 518540 & 346826 & 150 \\ 143 & -117039 & 57884 & -163550 & 155 \\ 110 & -291956 & -278925 & -266321 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

Kernel Kirsch Barat  
Hasil akhir adalah :

$$h(x,y) = \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & 2769274 & 1030126 & -2546910 & 150 \\ 143 & 3221594 & 851520 & -1132961 & 155 \\ 110 & -756056 & -1097333 & 1153928 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

Kernel Kirsch Barat Daya  
Hasil akhir adalah :

$$h(x,y) = \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & -7068595 & -23418791 & -2244983 & 150 \\ 143 & 28813561 & -13793359 & -18548222 & 155 \\ 110 & 14876937 & -3035490 & -4927211 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

Kernel Kirsch Selatan  
Hasil akhir adalah :

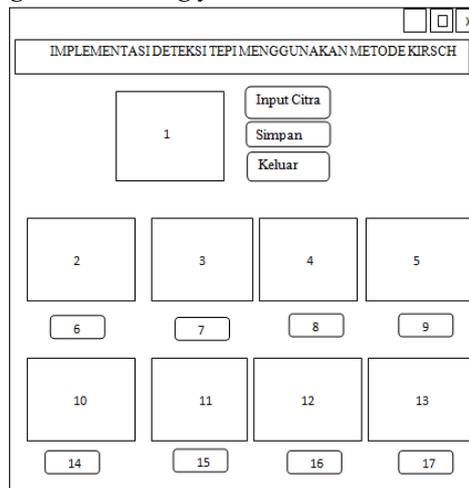
$$h(x,y) = \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & 24914803 & -11553546 & 167281996 & 150 \\ 143 & -146581208 & -215200570 & -63050879 & 155 \\ 110 & 8420656 & -47490589 & -152602544 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

Kernel Kirsch Tenggara  
Hasil akhir adalah :

$$h(x,y) = \begin{bmatrix} 89 & 126 & 126 & 120 & 113 \\ 149 & 1050685709 & -1900918874 & 776986593 & 150 \\ 143 & 922047292 & -403775675 & 1583917410 & 155 \\ 110 & 55167493 & -1372050168 & -1628712539 & 158 \\ 126 & 123 & 154 & 160 & 156 \end{bmatrix}$$

**Perancangan Dialog**

Aplikasi yang akan dirancang bentuk dialog yaitu :



Gambar 3.2 Rancangan Dialog

Keterangan :

1. Axes digunakan untuk menampilkan Gambar yang ada pada folder yang dipilih.
2. Axes digunakan untuk menampilkan hasil Gambar dari Timur yang telah diproses.
3. Axes digunakan untuk menampilkan hasil Gambar dari Timur Laut yang telah diproses
4. Axes digunakan untuk menampilkan hasil Gambar dari Utara yang telah diproses
5. Axes digunakan untuk menampilkan hasil Gambar dari Barat Laut yang telah diproses
6. Push button digunakan melakukan proses deteksi tepi dengan menggunakan arah mata angin Timur
7. Push button digunakan melakukan proses deteksi tepi dengan menggunakan arah mata angin Timur Laut
8. Push button digunakan melakukan proses deteksi tepi dengan menggunakan arah mata angin Utara

9. Push button digunakan melakukan proses deteksi tepi dengan menggunakan arah mata angin Barat Laut
10. Axes digunakan untuk menampilkan hasil Gambar dari Barat yang telah diproses
11. Axes digunakan untuk menampilkan hasil Gambar dari Barat Daya yang telah diproses
12. Axes digunakan untuk menampilkan hasil Gambar dari Selatan yang telah diproses
13. Axes digunakan untuk menampilkan hasil Gambar dari Tenggara yang telah diproses
14. Push button digunakan melakukan proses deteksi tepi dengan menggunakan arah mata angin Barat
15. Push button digunakan melakukan proses deteksi tepi dengan menggunakan arah mata angin Barat Daya
16. Push button digunakan melakukan proses deteksi tepi dengan menggunakan arah mata angin Selatan
17. Push button digunakan melakukan proses deteksi tepi dengan menggunakan arah mata angin Tenggara

## Algoritma dan Implementasi

### Algoritma

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

Algoritma Menu Utama

Input : Pilihan Menu

Output : Sub-sub Menu

Proses :

```

a ← input citra ; b ← simpan ; c ← keluar
Data Menu Utama
If a = True Then
    Tampilkan sub-sub menu file
Else if (pilihan input citra) Then
    Tampilkan citra asli
Else if (pilihan Timur ) Then
    Tampilkan hasil tepi Timur
Else if (pilihan Timur Laut) Then
    Tampilkan hasil tepi Timur Laut
Else if (pilihan Utara ) Then
    Tampilkan hasil tepi Utara
Else if (pilihan Barat Laut) Then
    Tampilkan hasil tepi Barat Laut
Else if (pilihan Barat ) Then
    Tampilkan hasil tepi Barat
Else if (pilihan Barat Daya) Then
    Tampilkan hasil tepi Barat Daya
Else if (pilihan Selatan ) Then
    Tampilkan hasil tepi Selatan
Else if (pilihan Tenggara) Then
    Tampilkan hasil tepi Tenggara
Else if (Pilihan Simpan) Then
    Simpan citra hasil
Else if (Pilihan Keluar) Then
    Keluar dari Menu Utama
End if
Selesai

```

### 16. Algoritma Input Citra

Input : File Citra

Output : Citra

Proses :

```

If citra = True Then
    Tampil Gambar citra
Else if pilih keluar Then
    Keluar dari aplikasi
End if

```

Selesai

### 17. Algoritma Arah Timur Laut

Input :

f(x,y) ← citra yang akan diproses

Output :

```

h(x,y) // Hasil Deteksi Tepi Timur
Proses      :
  if i=get (kirsch.axes1,'Userdata') Then
  (Tampil Citra yang akan diproses dari axes1)
  Else if i ('Belum ada Gambar1'), Then
    Pesan "Kirsch process error"
  Else if
    g(x,y) ← Tampilkan kernel Timur
  Else if
    edge_t=im2bw(edge_p/255,0.9)
    Tampil proses deteksi tepi
  Else if
    set(imshow(edge_t));
    set(kirsch.axes2,'Userdata',edge_t) Then
    (Tampil Hasil Deteksi Tepi Sebuah Citra)
  End if

```

#### Algoritma Timur Laut

```

Input  : f(x,y)←citra yang akan diproses
Output : h(x,y) // Hasil Deteksi Tepi Timur Laut
Proses      :
  if i=get (kirsch.axes1,'Userdata')
  (Tampilan Citra dari axes1)
  Else if i ('Belum ada Gambar1', Then
    Pesan "Kirsch process error"
  Else if
    g(x,y) ← Tampilkan kernel Timur Laut
  Else if
    edge_t=im2bw(edge_p/255,0.9)
  (Tampil proses deteksi tepi)
  Else if
    set(imshow(edge_t));
    set(kirsch.axes3,'Userdata',edge_t) Then
    (Tampil Hasil Deteksi Tepi Sebuah Citra)
  End if

```

#### Algoritma Utara

```

Input      : f(x,y)←citra yang akan diproses
Output     : h(x,y) // Hasil Deteksi Tepi Utara
Proses     :
  if i=get (kirsch.axes1,'Userdata')
    (Tampilan Citra diproses dari axes1)
  Else if i ('Belum ada Gambar1', Then
    Pesan "Kirsch process error"
  Else if
    g(x,y) ← Tampilkan kernel Utara
  Else if
    edge_t=im2bw(edge_p/255,0.9)
    Tampil proses deteksi tepi
  Else if
    set(imshow(edge_t));
    set(kirsch.axes4,'Userdata',edge_t) Then
    (Tampil Hasil Deteksi Tepi Sebuah Citra)
  End if

```

#### 7. Algoritma Barat Laut

```

Input      : f(x,y)←citra yang akan diproses
Output     : h(x,y) // Deteksi Tepi Barat Laut
Proses     : if i=get (kirsch.axes1,'Userdata')
    (Tampilan Citra diproses dari axes1)
  Else if i ('Belum ada Gambar1', Then
    Pesan "Kirsch process error"
  Else if
    g(x,y) ← Tampilkan kernel Barat Laut
  Else if

```

```

        edge_t=im2bw(edge_p/255,0.9)
        (Tampil proses deteksi tepi)
    Else if
        set(imshow(edge_t))
        set(kirsch.axes5,'Userdata',edge_t) Then
        (Tampil Hasil Deteksi Tepi Sebuah Citra)
    End if

```

**Algoritma Barat**

```

Input      : f(x,y)←citra yang akan diproses
Output     : h(x,y) // Hasil Deteksi Tepi Barat
Proses     :
    if i=get (kirsch.axes1,'Userdata')
        (Tampilan Citra diproses dari axes1)
    Else if i ('Belum ada Gambar1', maka
        Pesan "Kirsch process error"
    Else
        g(x,y) ← Tampilkan kernel Barat
    Else if
        edge_t=im2bw(edge_p/255,0.9)
        (Tampil proses deteksi tepi)
    Else if
        set(imshow(edge_t))
        set(kirsch.axes6,'Userdata',edge_t) Then
        (Tampil Hasil Deteksi Tepi Sebuah Citra)
    End if

```

**Algoritma Barat Daya**

```

Input      : f(x,y)←citra yang akan diproses
Output     : h(x,y) // Hasil Deteksi Tepi Barat Daya
Proses     : if i=get (kirsch.axes1,'Userdata')
        (Tampilan Citra diproses dari axes1)
    Else if i ('Belum ada Gambar1', maka
        Pesan "Kirsch process error"
    Else if
        g(x,y) ← Tampilkan kernel Barat Daya
    Else if
        edge_t=im2bw(edge_p/255,0.9)
        (Tampil proses deteksi tepi)
    Else if
        set(imshow(edge_t))
        set(kirsch.axes7,'Userdata',edge_t) Then
        (Tampilan Hasil Deteksi Tepi)
    End if

```

**Algoritma Selatan**

```

Input      : f(x,y)←citra yang akan diproses
Output     : h(x,y) // Hasil Deteksi Tepi Selatan
Proses     : if i=get (kirsch.axes1,'Userdata')
        (Tampilan diproses dari axes1)
    Else if i ('Belum ada Gambar1', maka
        Pesan "Kirsch process error"
    Else if
        g(x,y) ← Tampilkan kernel Selatan
    Else if
        if edge_t=im2bw(edge_p/255,0.9)
        (Tampil proses deteksi tepi)
    Else if
        set(imshow(edge_t))
        set(kirsch.axes8,'Userdata',edge_t) Then
        (Tampil Hasil Deteksi Tepi Sebuah Citra)
    End if

```

**Algoritma Tenggara**

```

Input      : f(x,y)←citra yang akan diproses
Output     : h(x,y) // Hasil Deteksi Tepi Tenggara

```

```

Proses      : if i=get (kirsch.axes1,'Userdata')
              (Tampilan diproses dari axes1)
Else if i ('Belum ada Gambar1', maka
          Pesan "Kirsch process error"
Else if
          g(x,y) ← Tampilkan kernel Tenggara
Else if
          edge_t=im2bw(edge_p/255,0.9)
              (Tampil proses deteksi tepi)
Else if
          set(imshow(edge_t))
          set(kirsch.axes9,'Userdata',edge_t) Then
              (Tampil Hasil Deteksi Tepi Sebuah Citra)
End if
    
```

**Implementasi**

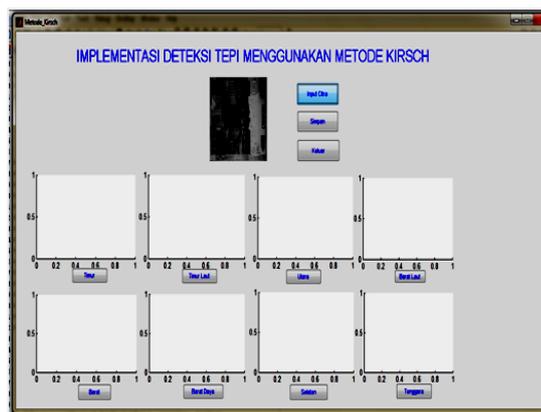
Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

Tampilan menu utama sebagai berikut :



Gambar 4.1. Menu Utama

Tampilan Menu Input



Gambar 4.2. Menu input

**KESIMPULAN**

- Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :
1. Dari hasil penerepan metode Kirsch yang dilakukan, metode Kirsch dapat digunakan dalam melakukan proses deteksi tepi terhadap citra digital
  2. Metode Kirsch menghasilkan delapan arah mata angin dengan hasil yang berbeda satu dengan yang lainnya. Arah mata angin timur terdeteksi dengan baik, timur laut terdeteksi tetapi belum maksimal karena sedikit terlihat kabur, utara terdeteksi dengan baik, barat laut terdeteksi tetapi belum maksimal, barat tidak terdeteksi, barat daya terdeteksi tetapi belum maksimal, selatan terdeteksi

tetapi belum maksimal, tenggara terdeteksi tetapi belum maksimal karena masih terlihat sedikit kabur.

3. Hasil yang paling bagus yang dihasilkan metode Kirsch yang lebih baik dikenali polanya adalah arah mata angin timur dan arah mata angin utara.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdul Kadir & Adhi Susanto, 2013. "Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra". Yogyakarta : Andi.
- T. Sutoyo, S.Si, M.Kom, 2009. Teori Pengantar Citra Digital, ANDI Yogyakarta
- Anianti Murni, 1992. Pengantar Pengolahan Citra, ANDI Yogyakarta
- Fajar Astuti Hermawati, 2013. "Pengolahan Citra Digital". Yogyakarta : Andi.
- Lamhot Sitorus, 2015. "Algoritma Dan Pemograman". Yogyakarta : Andi.
- Darma Putra, 2010. "Pengolahan Citra Digital". Yogyakarta : Andi.
- Munir, Rinaldi 2004. Pengolahan Citra Digital Pendekatan Algoritmik
- Jogianto H.M, 1991. Analisis Dan Desain Sistem Informasi, ANDI Yogyakarta
- Rosa A.S, M. Shallahuddin, 2011. "Rekayasa Perangkat Lunak". Bandung : Modula.
- Adi Nugroho, 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek, ANDI Yogyakarta
- T. Sutoyo dkk, 2009. "Teori Pengolahan Citra Digital". Yogyakarta : Andi.
- Abdul Kadir, 2013. "Dasar Pengolahan Citra dengan Delphi". Yogyakarta : Andi.
- Adi Nugroho, 2010. "Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek". Yogyakarta : Andi.
- Kasmir, 2014. "Bank dan Lembaga Keuangan Lainnya". Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Wahana Komputer, 2013 "Pengolahan Image dengan Matlab". Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

## PERANCANGAN APLIKASI KOMPRESI FILE AUDIO BERFORMAT WAV DAN WMA MENGGUNAKAN ALGORITMA SHANNON-FANO

Saibatul Aslamiah Saragih dan Sinar Sinurat

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Secara umum ukuran file audio relatif besar, salah satunya adalah audio berformat Waveform (WAV) dan Windows Media Audio (WMA) membutuhkan memory dalam melakukan penyimpanan maupun akses real time. Untuk itu perlu dikembangkan aplikasi kompresi (pemampatan) data yang bertujuan untuk minimalisasi ruang penyimpanan (storage) maupun akses real time. Salah satu tipe kompresi adalah metode lossless, di mana hasil kompresi dapat dikembalikan seperti data semula tanpa kehilangan informasi dari data asli. Pada penelitian ini menggunakan algoritma Shannon-Fano yang memiliki sifat lossless untuk kompresi file audio berjenis WAV dan WMA. Algoritma Shannon-Fano bekerja dengan cara menggantikan setiap simbol dengan sebuah alternatif kode biner yang panjangnya ditentukan berdasarkan probabilitas dari munculnya simbol. Perbandingan antara ukuran audio hasil kompresi dan audio asli dihitung dengan menggunakan rumus rasio kompresi. Dari hasil pengujian delapan file audio format WAV (Waveform) didapat rata-rata rasio kompresi adalah 27,44%. Dan untuk format WMA (Windows Media Audio) didapat rata-rata rasio kompresi adalah 27,44%. Lama proses kompresi tergantung pada ukuran audio yang akan dikompresi. Aplikasi ini dapat digunakan secara langsung dengan memasukkan data sebagai input bersama berbentuk audio kemudian akan diproses kompresi di atas hingga memberikan hasil kompresi yang diharapkan.

**Kata Kunci :** Kompresi, Audio, Shannon-Fano

### PENDAHULUAN

Beberapa format file audio yang ada atau musik digital, masih ada beberapa format file audio yang memiliki size yang cukup besar. Untuk mengurangi ukuran file tersebut perlu dilakukan teknik kompresi. Kompresi merupakan salah satu solusi yang cukup populer untuk digunakan terkait dengan masalah storage dan akses real time. Teknik kompresi digunakan seoptimal mungkin dengan memperhatikan beberapa aspek. Teknik Kompresi bertujuan untuk mengecilkan atau mengurangi ukuran file. Sehingga dapat menghemat media penyimpanan (Storage). Teknik kompresi saat ini sudah banyak digunakan dalam data seperti citra, audio, video dan teks yang disimpan dalam bentuk file untuk memperkecil ukuran dari ukuran aslinya.

Beberapa algoritma kompresi yang sudah dibuktikan kecepatan dan ukuran file setelah melakukan kompresi, seperti algoritma Shannon-Fano, Arithmetic Coding, Huffman, Zero Compression, algoritma Run Length Encoding dan algoritma lossless dan lossy lainnya.

Shannon-Fano adalah salah satu dari teknik kompresi lossless dimana hasil kompresinya tidak menghilangkan informasi pada file. Dalam skripsi ini akan dibahas algoritma Shannon-Fano untuk mengkompresi file audio, dengan menerapkan pada sampel file audio berformat WAV (Waveform) dan WMA (Windows Media Audio) Dan melihat kemampuan algoritma Shannon-Fano dalam mengkompresi file audio berformat WAV (Waveform) dan WMA (Windows Media Audio).

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian kompresi, maka langkah-langkah yang dilakukan adalah :

**Studi Literatur.** Pengumpulan informasi yang diperlukan untuk proses perancangan sistem yaitu mempelajari artikel, buku-buku atau situs yang memuat pengetahuan citra untuk mengetahui fungsi dan aplikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian ini.

**Analisis.** Menerapkan langkah-langkah Shannon-Fano dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

**Perancangan.** Melanjutkan data analisis ke tahapan selanjutnya dengan perancangan arsitektur aplikasi, cara kerja, modul, basis data dan perancangan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi

**Implementasi.** Melakukan implementasi dari perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi.** Menggunakan data audio pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil kompresi dan menarik kesimpulan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Umumnya data apapun sebenarnya adalah merupakan rangkaian bit 0 dan 1. Yang membedakan antara suatu data yang lain adalah ukuran dari rangkaian bit dan bagaimana 0 dan 1 itu ditempatkan dalam rangkaian bit tersebut. Misalnya data berupa teks dan Gambar, dalam data teks suatu rangkaian bit mewakili satu karakter, sedangkan dalam data Gambar rangkain bit mewakili suatu warna dalam satu pixel. Semakin kompleks suatu data, ukuran rangkaian bit yang diperlukan akan semakin panjang, dengan demikian ukuran data juga akan semakin besar.

Proses kompresi merupakan proses mereduksi ukuran suatu data untuk menghasilkan representasi digital yang padat atau mampat (*Compact*) namun tetap dapat mewakili kuantitas informasi yang terkandung pada data tersebut. Pada citra, vidio, audio kompresi mengarah pada minimalis jumlah bit rate untuk representasi digital. Pada beberapa literatur, istilah kompresi sering disebut juga *source coding*, *data compression*, *bandwidth compression*, dan *signal compression*.

Tujuan daripada kompresi data tidak lain adalah untuk mengurangi data berlebihan tersebut sehingga ukuran data menjadi lebih kecil dan lebih ringan dalam proses transmisi ( Darma Putra, 2012 : 261). Berikut disajikan Tabel perbandingan *data rate* yang dibutuhkan untuk data yang sebelum dan setelah dikompresi pada berbagai aplikasi citra, vidio, audio (pada Tabel 2.1)

Tabel 2.1 Kompresi Pada Citra, Video, Audio

| Aplikasi                                                                     | Data Rate         |                |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|
|                                                                              | Tidak Terkompresi | Terkompresi    |
| Suara<br>8 ksampel/s, 8 bit/ sampel                                          | 64 kbps           | 2 - 4 kbps     |
| Slow-motion vidio (10 fps)<br>Ukuran frame 176 x 120, 24 bits/ pixel         | 5.07 Mbps         | 8 - 16 kbps    |
| Konfrensi audio<br>8 ksampel/s, 16 bit/ sampel                               | 128 kbps          | 6 - 64 kbps    |
| Konfrensi vidio (16 fps)<br>Ukuran frame 352 x 240, 24 bits/ pixel           | 30.41 Mbps        | 64 - 768 kbps  |
| Digital audio (stereo)<br>44.1 ksampel/s, 16 bit/ sampel                     | 1.5 Mbps          | 128 - 768 kbps |
| Vidio file transfer (15 fps)<br>Ukuran frame 352 x 240, 24 bits/ pixel       | 30.41 Mbps        | 384 kbps       |
| Digital vidio pada CD-ROM (30 fps)<br>Ukuran frame 352 x 240, 24 bits/ pixel | 60.83 Mbps        | 1.5 - 4 Mbps   |

Sumber : Darma putra, 2010, 262

**Teknik Kompresi**

Ada dua teknik yang dilakukan dalam melakukan kompresi data yaitu :

1. *Lossless Compression*

Hasil kompresi dapat dikembalikan secara sempurna menjadi data asli, tidak terjadi kehilangan informasi, oleh karena itu metode ini disebut juga *error free compression*. Pada kompresi *lossless*, karena harus mempertahankan kesempurnaa informasi, sehingga hanya terdapat proses coding dan decoding, tidak terdapat proses kuantisasi. Kompresi tipe ini cocok diterapkan pada berkas basis data (*data base*), *spread sheet*, berkas *word processing*, citra biomedis, dan lain sebagainya.

2. *Lossy Compression*

Kompresi data yang bersifat *Lossy* mengijinkan terjadinya kehilangan sebagian data tertentu dari pesan tersebut, sehingga dapat menghasilkan rasio kompresi yang tinggi. Apabila data terkompresi direkonstruksi kembali maka hasilnya tidak sama dengan aslinya, tetapi informasi terkandung tidak sampai berubah atau hilang. Sebagian besar kompresi data *lossy* memiliki pengaturan tingkat kompresi yang berbeda-beda. Hal ini dilakukan agar kompresinya lebih efektif dan informasi yang terkandung tidak sampai berubah dan hilang. Kompresi data *lossy* ini efektif jika diterapkan pada penyimpanan data analog yang didigitasi seperti Gambar. Vidio, dan suara.

**Rasio Kompresi**

Rasio kompresi adalah ukuran persentase data yang telah berhasil dimampatkan, secara matematis rasio pemampatan dutuliskan sebagai berikut :

$$\text{Rasio} = 100\% - \left[ \frac{\text{Hasil Kompresi}}{\text{Data Asli}} \right] \times 100\%$$

**Audio Digital**

Dengan kata lain *audio* digital merupakan merupakan sampel suara. Audio digital merupakan versi digital dari suara analog. Pengubahan suara analog menjadi suara digital membutuhkan suatu alat yang disebut *Analog To Digital Converter* (ADC). ADC akan mengubah amplitudo sebuah gelombang analog ke dalam waktu interval (sampel) sehingga menghasilkan representasi digital dari suara (Iwan Binanto, 2010, 50).[7]. Ditunjukkan pada Tabel berikut :

Tabel 2.1 Audio Berdurasi satu menit Pada Sampling

| Angka sampling | Resolusi | Stereo atau Mono | Byte yang Diperlukan untuk 1 Menit | Keterangan                                                                                                                                                                                         |
|----------------|----------|------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 44.1 kHz       | 16-bit   | Stereo           | 10.5 MB                            | Recording berkualitas CD, standar terkenal untuk kualitas audio.                                                                                                                                   |
| 44.1 kHz       | 16-bit   | Mono             | 5.25 MB                            | Recording mono berkualitas tinggi untuk trade-off yang bagus seperti pengisi suara.                                                                                                                |
| 44.1 kHz       | 8-bit    | Stereo           | 5.25 MB                            | Memiliki kualitas pemutaran yang tertinggi dalam perangkat berteknologi rendah seperti kebanyakan sound card dalam PC Windows.                                                                     |
| 44.1 kHz       | 8-bit    | Mono             | 2.6 MB                             | Trade-off yang cocok untuk recording mono.                                                                                                                                                         |
| 22.05 kHz      | 16-bit   | Stereo           | 5.25 MB                            | Suaranya lebih gelap dibanding recorder berkualitas CD karena angka sampling lebih rendah, namun masih tetap penuh dan "muncul" karena bit resolusi tinggi dan stereo disukai untuk proyek CD-ROM. |
| 22.05 kHz      | 16-bit   | Mono             | 2.5 MB                             | Bukan pilihan yang buruk untuk pembicaraan, namun lebih baik menghilangkan beberapa ketelitian untuk ruang disk yang besar untuk menurunkannya menjadi 8-bit.                                      |
| 22.05 kHz      | 8-bit    | Stereo           | 2.6 MB                             | Pilihan yang populer untuk recording stereo dimana bandwidth pemutaran tidak penuh.                                                                                                                |
| 22.05 kHz      | 8-bit    | Mono             | 1.3 MB                             | Suara lebih tipis dibandingkan pilihan diatas, namun sangat bermanfaat. Macintosh atau MPC apa pun dapat memainkan tipe file ini. Sama bagunnya saat anda mendengarkan televisi anda.              |
| 11 kHz         | 8-bit    | Stereo           | 1.3 MB                             | Dengan angka sampling rendah, hanya sedikit keuntungan yang diperoleh saat menggunakan stereo.                                                                                                     |
| 11 kHz         | 8-bit    | Mono             | 650 K                              | Dalam praktik pekerjaan anda mungkin tidak banyak/berat, namun masih mendapatkan hasil yang berguna, sangat gelap.                                                                                 |
| 5.5 kHz        | 8-bit    | Stereo           | 650 K                              | Stereo tidak efektif.                                                                                                                                                                              |
| 5.5 kHz        | 8-bit    | Mono             | 325 K                              | Sama seperti koneksi telepon yang buruk.                                                                                                                                                           |

Sumber : Iwan Binanto, 2010, 51

Cara menghitung ukuran file audio digital adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Mono} &: \text{samplingRate} * \text{durationOfRecordingInSeconds} * \\ &(\text{bitResolution} / 8) * 2 \\ \text{Stereo} &: \text{samplingRate} * \text{durationOfRecordingInSeconds} * \\ &(\text{bitResolution} / 8) * 2 \end{aligned}$$

**Algoritma Shannon-Fano**

Dikembangkan secara bersamaan oleh Claude Shanon dari Bell Labs dan RM Fano dari MIT. Metode ini tergantung pada probabilitas setiap simbol data. Berdasarkan probabilitas tersebut kemudian dibentuk daftar kode untuk setiap simbol dengan ketentuan sebagai berikut (Darma Putra, 2010:275). [5]

1. Setiap simbol yang berbeda memiliki kode berbeda.
2. Simbol dengan probabilitas kehadiran rendah memiliki kode jumlah bit yang lebih panjang dan simbol dengan probabilitas yang lebih tinggi memiliki jumlah bit yang lebih pendek.
3. Meskipun memiliki panjang kode yang berbeda, simbol tetap dapat dikodekan secara unik.

Algoritma *Shannon-Fano* didasarkan pada *variable-length code* yang berarti beberapa karakter data yang dikodekan direpresentasikan dalam kode yang lebih pendek dari karakter yang ada pada data. Jika frekuensi kemunculan karakter semakin tinggi maka kode semakin pendek. Dengan demikian kode yang dihasilkan tidak sama panjang sehingga kode tersebut bersifat unik. Algoritma *Shannon-Fano* menggunakan struktur data yang sama dengan algoritma Huffman, yaitu struktur data string sebagai data masukan, struktur data *binary tree* sebagai pembentukan pohon biner dan array sebagai pendeklarasian variabel yang sama.

Berikut adalah langkah-langkah kompresi algoritma *Shannon-fano*.

1. Buat daftar peluang atau frekuensi kehadiran setiap simbol dari data (pesan) yang akan dikodekan
2. Urutkan daftar menurut frekuensi kehadiran simbol secara menurun (simbol yang frekuensi kemunculan paling banyak sampai simbol dengan frekuensi kemunculan paling sedikit).
3. Bagilah daftar tersebut menjadi dua bagian dengan pembagian didasari pada jumlah total frekuensi suatu bagian (bagian atas) sedekat mungkin dengan jumlah total frekuensi dengan bagian yang lain (bagian bawah).
4. Daftar bagian bawah dinyatakan dengan digit 0 dan bagian bawah dinyatakan dengan digit 1. Hal tersebut berarti kode untuk simbol-simbol pada bagian atas akan dimulai dengan 0 dan kode untuk simbol-simbol pada bagian bawah akan dimulai dengan 1.

Lakukan proses secara rekursif langkah 3 dan 4 pada bagian atas dan bawah. Bagilah menjadi kelompok-kelompok dan tambahkan bit-bit pada kode sampai setiap simbol mempunyai kode yang bersesuaian pada pohon tersebut.

### Analisa dan Perancangan

#### Analisa

#### Penentuan File Audio

Sebelum *file audio* dikompresi, terlebih dahulu dilakukan pembacaan *file audio* untuk mendapatkan data berupa *header*. *Header* dalam *audio* berupa bilangan *hexadesimal*. Untuk mengambil header yang ada dalam audio menggunakan aplikasi HxD.

#### Penerapan Shannon-Fano Pada WAV

Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut :

1. Buatlah daftar peluang atau frekuensi kehadiran setiap simbol dari data (pesan) yang akan dikodekan. Berikut ilustrasi untuk memperjelas cara kerja algoritma *Shannon-Fano* serta pembentukan pohon . Diambil dari suatu sampel data *audio* sebanyak 94 byte, dari name file "splat1a.wav" yang dinyatakan dalam bentuk heksadesimal.

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 52 | 49 | 46 | 46 | 52 | 04 | 00 | 00 | 57 | 41 | 56 | 45 | 66 | 6D |
| 74 | 20 | 32 | 00 | 00 | 00 | 02 | 00 | 01 | 00 | 22 | 56 | 00 | 00 |
| 93 | 2B | 00 | 00 | 00 | 02 | 04 | 00 | 20 | 00 | F4 | 03 | 07 | 00 |
| 00 | 01 | 00 | 00 | 00 | 02 | 00 | FF | 00 | 00 | 00 | 00 | C0 | 00 |
| 40 | 00 | F0 | 00 | 00 | 00 | CC | 01 | 30 | FF | 88 | 01 | 18 | FF |
| 66 | 61 | 63 | 74 | 04 | 00 | 00 | 00 | A0 | 05 | 00 | 00 | 64 | 61 |
| 74 | 61 | 00 | 04 | 00 | 00 | 03 | 39 | 00 | 1E |    |    |    |    |

Gambar 3.1 Sampel Audio WAV Sebesar 94 Byte

2. Urutkan daftar menurut frekuensi simbol secara menurun (simbol frekuensi kemunculan paling banyak sampai simbol dengan paling sedikit)

Tabel 3.1 Frekwensi Kemunculan Simbol Hexa

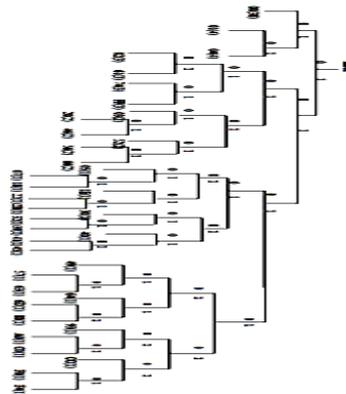
| Simbol | Frekuensi | Simbol | Frekuensi |
|--------|-----------|--------|-----------|
| 00     | 38        | 30     | 1         |
| 01     | 4         | 32     | 1         |
| 04     | 4         | 39     | 1         |
| 02     | 3         | 40     | 1         |
| 01     | 3         | 41     | 1         |
| 74     | 3         | 45     | 1         |
| FF     | 3         | 49     | 1         |
| 03     | 2         | 57     | 1         |
| 20     | 2         | 63     | 1         |
| 46     | 2         | 64     | 1         |
| 52     | 2         | 6D     | 1         |
| 56     | 2         | 88     | 1         |
| 66     | 2         | 93     | 1         |
| 05     | 1         | A0     | 1         |
| 07     | 1         | C0     | 1         |
| 18     | 1         | CC     | 1         |
| 1E     | 1         | F0     | 1         |
| 22     | 1         | F4     | 1         |
| 2B     | 1         |        |           |

3. Bagilah daftar menjadi dua bagian dengan pembagian didasari pada jumlah total frekuensi suatu bagian (disebut bagian atas) sedekat mungkin dengan jumlah total frekuensi dengan bagian yang lain (disebut bagian bawah).
4. Daftar bagian atas dinyatakan dengan digit 0 dan bagian bawah dinyatakan dengan digit 1. Berarti kode untuk simbol-simbol pada bagian atas akan dimulai dengan 0 dan kode untuk simbol-simbol pada bagian bawah akan dimulai dengan 1.

Tabel 3.2 Proses Pembagian 2 Bagian WAV

| Simbol | Frekuensi |   |                   |    |   |
|--------|-----------|---|-------------------|----|---|
| 00     | 38        | 0 |                   |    |   |
| 01     | 4         | 0 | Pembagian pertama |    |   |
| 04     | 4         | 0 |                   |    |   |
| 02     | 3         | 1 |                   | 2B | 1 |
| 61     | 3         | 1 |                   | 30 | 1 |
| 74     | 3         | 1 |                   | 32 | 1 |
| FF     | 3         | 1 |                   | 39 | 1 |
| 03     | 2         | 1 |                   | 40 | 1 |
| 20     | 2         | 1 |                   | 41 | 1 |
| 46     | 2         | 1 |                   | 45 | 1 |
| 52     | 2         | 1 |                   | 49 | 1 |
| 56     | 2         | 1 |                   | 57 | 1 |
| 66     | 2         | 1 |                   | 63 | 1 |
| 05     | 1         | 1 |                   | 64 | 1 |
| 07     | 1         | 1 |                   | 6D | 1 |
| 18     | 1         | 1 |                   | 88 | 1 |
| 1E     | 1         | 1 |                   | 93 | 1 |
| 22     | 1         | 1 |                   | A0 | 1 |
|        |           |   |                   | C0 | 1 |
|        |           |   |                   | CC | 1 |
|        |           |   |                   | F0 | 1 |
|        |           |   |                   | F4 | 1 |

- Lakukan proses rekursif langkah 3 dan 4 pada bagian atas dan bawah. Bagi menjadi kelompok-kelompok dan tambahkan bit-bit pada kode sampai setiap simbol mempunyai kode yang bersesuaian dengan pohon



Gambar 3.2 Pohon Shannon-Fano

- Barisan angka-angka 0 dan 1 pada sisi pohon menyatakan kode *Shannon-Fano*. Telusuri pohon *biner* untuk membentuk kode *Shannon-Fano*.

Tabel 3.3 Panjang Kode Shannon-Fano

| Simbol | Frekuensi | Kode    | Panjang Kode | Total Bit | Simbol | Frekuensi | Kode     | Panjang Kode | Total Bit |
|--------|-----------|---------|--------------|-----------|--------|-----------|----------|--------------|-----------|
| 00     | 38        | 00      | 2            | 76        | 2B     | 1         | 11001111 | ?            | ?         |
| 01     | 4         | 010     | 3            | 12        | 30     | 1         | 110100   | 6            | 6         |
| 04     | 4         | 011     | 3            | 12        | 32     | 1         | 1101010  | ?            | ?         |
| 02     | 3         | 10000   | 5            | 15        | 39     | 1         | 1101011  | ?            | ?         |
| 61     | 3         | 10001   | 5            | 15        | 40     | 1         | 110110   | 6            | 6         |
| 74     | 3         | 10010   | 5            | 15        | 41     | 1         | 1101110  | ?            | ?         |
| FF     | 3         | 10011   | 5            | 15        | 45     | 1         | 1101111  | ?            | ?         |
| 03     | 2         | 10100   | 5            | 10        | 49     | 1         | 111000   | 6            | 6         |
| 20     | 2         | 101010  | 6            | 12        | 57     | 1         | 1110010  | ?            | ?         |
| 46     | 2         | 101011  | 6            | 12        | 63     | 1         | 1110011  | ?            | ?         |
| 52     | 2         | 10110   | 5            | 10        | 64     | 1         | 111010   | 6            | 6         |
| 56     | 2         | 101110  | 6            | 12        | 6D     | 1         | 1110110  | ?            | ?         |
| 66     | 2         | 101111  | 6            | 12        | 88     | 1         | 1110111  | ?            | ?         |
| 05     | 1         | 110000  | 6            | 6         | 93     | 1         | 111100   | 6            | 6         |
| 07     | 1         | 1100010 | ?            | ?         | A0     | 1         | 1111010  | ?            | ?         |
| 18     | 1         | 1100011 | ?            | ?         | C0     | 1         | 1111011  | ?            | ?         |
| 1E     | 1         | 110010  | 6            | 6         | CC     | 1         | 111110   | 6            | 6         |
| 22     | 1         | 1100110 | ?            | ?         | F0     | 1         | 1111110  | ?            | ?         |
|        |           |         |              |           | F4     | 1         | 1111111  | ?            | ?         |

(Jumlah Frekuensi)×8 bit = 752 bit = 752/8 = 94 byte

Untuk mendapatkan total bit yaitu frekuensi x panjang kode. Jumlah total bit adalah 388 bit atau 48,5 byte. Rasio kompresi  $100\% - \frac{48,5}{94} \times 100\% = 48,4\%$  yang berarti sekitar 48,4 % data telah berhasil dikompresi.

**Penerapan Shannon-Fano WMA**

Langkah-langkah kompresi sebagai berikut :

- Buatlah daftar peluang atau frekuensi kehadiran setiap simbol dari data (pesan) yang akan dikodekan. Ilustrasi untuk menjelaskan cara kerja algoritma *Shannon-Fano* pada format *wma (windows audio vidio)* sama seperti langkah-langkah yang telah dikerjakan di sampel *audio* format *wav (Waveform)*. Berikut ini sampel (*header*) dari data *audio* format *WMA* sebanyak 105 *byte*, dari nama *file* audio “short.wma”, yang dinyatakan dalam bilangan *hexadesimal*.

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 30 | 26 | B2 | 75 | 8E | 66 | CF | 11 | A6 | D9 | 00 | AA | 00 | 62 | CE |
| 6C | 4E | 02 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 06 | 00 | 00 | 00 | 01 | 02 |
| A1 | DC | AB | 8C | 47 | A9 | CF | 11 | 8E | E4 | 00 | C0 | 0C | 20 | 53 |
| 65 | 68 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | A0 | 0E | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 80 | 3E | D5 | DE | B1 | 9D | 01 | 01 | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 30 | 45 | FC | 01 | 00 | 00 | 00 | 00 | 70 | 3F | 23 |

Gambar 3.3 Sampel Audio WMA Sebanyak 105 byte

- Urutkan daftar tersebut menurut frekuensi kehadiran simbol secara menurun (dari simbol yang frekuensi kemunculan paling banyak sampai simbol dengan frekuensi kemunculan paling sedikit).

Tabel 3.4. Frekwensi Kemunculan Bilangan Hexa

| Simbol | Frekuensi | Simbol | Frekuensi | Simbol | Frekuensi |
|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|
| 00     | 53        | 26     | 1         | 70     | 1         |
| 01     | 4         | 3E     | 1         | 75     | 1         |
| 02     | 2         | 3F     | 1         | 80     | 1         |
| 11     | 2         | 45     | 1         | 8C     | 1         |
| 30     | 2         | 47     | 1         | 9D     | 1         |
| 8E     | 2         | 4E     | 1         | A0     | 1         |
| CF     | 2         | 53     | 1         | A1     | 1         |
| 06     | 1         | 62     | 1         | A6     | 1         |
| 0C     | 1         | 65     | 1         | A9     | 1         |
| 0E     | 1         | 66     | 1         | AA     | 1         |
| 20     | 1         | 68     | 1         | AB     | 1         |
| 23     | 1         | 6C     | 1         | B1     | 1         |
|        |           |        |           | B2     | 1         |

- Bagilah daftar menjadi dua bagian dengan pembagian didasari jumlah total frekuensi suatu bagian (disebut bagian atas) sedekat mungkin dengan jumlah total frekuensi bagian yang lain (disebut bagian bawah).
- Daftar bagian atas dinyatakan dengan digit 0 dan bagian bawah dinyatakan dengan digit 1. Hal tersebut berarti kode simbol-simbol pada bagian atas akan dimulai dengan 0 dan kode simbol-simbol pada bagian bawah akan dimulai dengan 1

Tabel 3.5. Pembagian dua bagian pada format WMA

| Simbol | Frekuensi |   |                   |   |   |
|--------|-----------|---|-------------------|---|---|
| 00     | 53        | 0 | pembagian pertama |   |   |
| 01     | 4         | 1 |                   |   |   |
| 02     | 2         | 1 | 66                | 1 | 1 |
| 11     | 2         | 1 | 68                | 1 | 1 |
| 30     | 2         | 1 | 6C                | 1 | 1 |
| 8E     | 2         | 1 | 70                | 1 | 1 |
| CF     | 2         | 1 | 75                | 1 | 1 |
| 06     | 1         | 1 | 80                | 1 | 1 |
| 0C     | 1         | 1 | 8C                | 1 | 1 |
| 0E     | 1         | 1 | 9D                | 1 | 1 |
| 20     | 1         | 1 | A0                | 1 | 1 |
| 23     | 1         | 1 | A1                | 1 | 1 |
| 26     | 1         | 1 | A6                | 1 | 1 |
| 3E     | 1         | 1 | A9                | 1 | 1 |
| 3F     | 1         | 1 | AA                | 1 | 1 |
| 45     | 1         | 1 | AB                | 1 | 1 |
| 47     | 1         | 1 | B1                | 1 | 1 |
| 4E     | 1         | 1 | B2                | 1 | 1 |
| 53     | 1         | 1 | C0                | 1 | 1 |
| 62     | 1         | 1 | CE                | 1 | 1 |
| 65     | 1         | 1 | D5                | 1 | 1 |
|        |           |   | D9                | 1 | 1 |
|        |           |   | DC                | 1 | 1 |
|        |           |   | DE                | 1 | 1 |
|        |           |   | E4                | 1 | 1 |
|        |           |   | FC                | 1 | 1 |

- Lakukan rekursif langkah 3 dan 4 pada bagian atas dan bawah. Bagilah menjadi kelompok-kelompok dan tambahkan bit-bit pada kode sampai setiap simbol mempunyai kode yang bersesuaian pada pohon tersebut.
- Barisan angka-angka 0 dan 1 pada sisi pohon menyatakan kode *Shannon-Fano*. Telusuri pohon *biner* untuk membentuk kode *Shannon-Fano*.

Tabel 3.5. Panjang Kode Shannon-Fano format WMA

| Simbol | Frekuensi | Kode    | Panjang Kode | Total Bit |
|--------|-----------|---------|--------------|-----------|
| 00     | 53        | 0       | 1            | 53        |
| 01     | 4         | 10000   | 5            | 20        |
| 02     | 2         | 100010  | 6            | 12        |
| 11     | 2         | 100011  | 6            | 12        |
| 30     | 2         | 10010   | 5            | 10        |
| 8E     | 2         | 100110  | 6            | 12        |
| CF     | 2         | 100111  | 6            | 12        |
| 06     | 1         | 101000  | 6            | 6         |
| 0C     | 1         | 1010010 | 7            | 7         |
| 0E     | 1         | 1010011 | 7            | 7         |
| 20     | 1         | 101010  | 6            | 6         |
| 23     | 1         | 1010110 | 7            | 7         |
| 26     | 1         | 1010111 | 7            | 7         |
| 3E     | 1         | 101100  | 6            | 6         |
| 3F     | 1         | 1011010 | 7            | 7         |
| 45     | 1         | 1011011 | 7            | 7         |
| 47     | 1         | 101110  | 6            | 6         |
| 4E     | 1         | 1011110 | 7            | 7         |

| Simbol | Frekuensi | Kode    | Panjang Kode | Total Bit |
|--------|-----------|---------|--------------|-----------|
| 53     | 1         | 1011111 | 7            | 7         |
| 62     | 1         | 1100000 | 7            | 7         |
| 65     | 1         | 1100001 | 7            | 7         |
| 66     | 1         | 1100010 | 7            | 7         |
| 68     | 1         | 1100011 | 7            | 7         |
| 6C     | 1         | 110010  | 6            | 6         |
| 70     | 1         | 1100110 | 7            | 7         |
| 75     | 1         | 1100111 | 7            | 7         |
| 80     | 1         | 110100  | 6            | 6         |
| 8C     | 1         | 1101010 | 7            | 7         |
| 9D     | 1         | 1101011 | 7            | 7         |
| A0     | 1         | 110110  | 6            | 6         |
| A1     | 1         | 1101110 | 7            | 7         |
| A6     | 1         | 1101111 | 7            | 7         |
| A9     | 1         | 1110000 | 7            | 7         |
| AA     | 1         | 1110001 | 7            | 7         |
| AB     | 1         | 1110010 | 7            | 7         |
| B1     | 1         | 1110011 | 7            | 7         |
| B2     | 1         | 111010  | 6            | 6         |

Ukuran data sebelum pemampatan (dalam kode ASCII) adalah =105 (Jumlah Frekuensi) × 8 bit = 840 bit = 840 / 8 = 105 byte

Untuk mendapatkan total bit yaitu, frekuensi x panjang kode. Jumlah total bit adalah 387 bit atau 48,375 byte

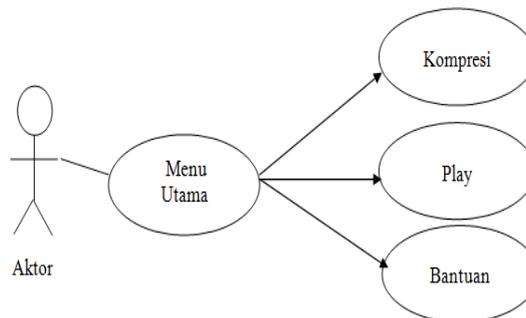
Rasio kompresi =  $100\% - \frac{48,375}{105} \times 100\% = 53,9$  yang berarti sekitar 53,9% data telah berhasil dikompresi.

**Perancangan Interface**

Aplikasi yang akan dirancang menggunakan :

**Use Case**

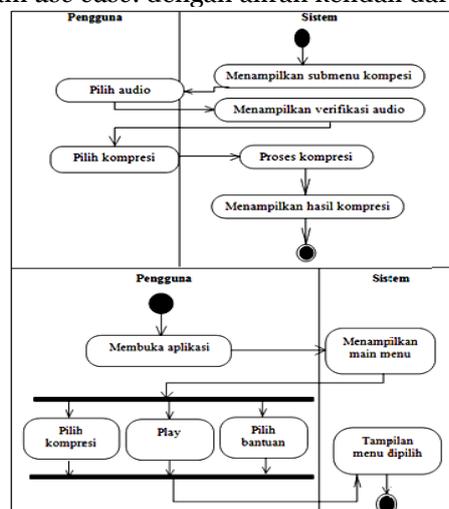
Adalah fungsionalitas sistem, agar user dapat mengerti kegunaan aplikasi yang akan dibangun.



Gambar 3.3 Use case Diagram Aplikasi

**Acitiviy Diagram**

Memodelkan event-event dalam use case. dengan aliran kendali dari aktifitas ke aktifitas lainnya.



Gambar 3.4 Activity Diagram Aplikasi

## Algoritma dan Implementasi

### Algoritma

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

#### 18. Algoritma Menu Utama

*Input* : Halaman Utama  
*Output* : Tampil Halaman Utama  
*Process* : a ← Masuk Form Proses Kompresi  
 If a = True Then  
     Tampilkan Form Proses Kompresi  
 Else Keluar dari Halaman Utama

#### 19. Algoritma Kompresi

*Input* : Masuk Form Proses Kompresi  
*Output* : Tampil Form Proses Kompresi  
*Process* : a ← Kompresi; b ← Bantuan;  
         c ← Play; d ← Keluar  
 If a = True Then  
     Tampilkan Sub Menu Kompresi  
 Else If b = True Then  
     Tampilkan Sub Menu Bantuan  
 Else if c = True Then  
     Tampilan Sub Menu Play  
 Else Kembali ke Halaman Utama  
 End if

*End* Algoritma Form Menu Deteksi

#### 20. Algoritma Sub Menu Kompresi

*Input* : Kompresi  
*Output* : Sub Menu Kompresi  
*Proses* :  
 a ← Buka; b ← kompresi ; c ← reset  
 If a = True Then  
     Browse File Audio  
     If Browse Audio = wav then  
         Tampil file wav and pilih file  
     Else file wma and pilih file End if  
 Else if b = True Then  
     Proses Kompresi  
 Else Pilih Reset End if

### Implementasi

Aplikasi ini akan berjalan dengan :

#### 14. Tampilan Menu Utama Tampilan menu utama



Gambar 4.1. Menu Utama

#### 15. Tampilan Sub Menu Kompresi



Gambar 4.2. Tampilan Sub Menu Kompresi

16. Tampilan Setelah Kompresi



Gambar 4.3. Tampilan setelah kompresi

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Kecepatan proses bergantung pada data yang diproses, tetapi berbanding lurus dengan ukuran (*size file*). Semakin besar ukuran *file*, maka akan semakin lama waktu proses kompresinya.
2. Hasil kompresi sangat dipengaruhi oleh jumlah perulangan data dalam *audio*, semakin banyak perulangan yang terdapat pada data, maka semakin banyak ukuran *audio* yang berkurang.
3. Hasil pengujian kompresi yang dilakukan dengan menggunakan 8 *audio* format *waveform* (WAV) rata-rata *rasio* kompresi adalah 27,44% dan 8 *audio* format *Windows Media Audio* (WMA) rata-rata *rasio* kompresi adalah 27,44%.
4. *Audio* yang terkompresi dapat di *play* kembali, tetapi suara tidak sama seperti suara *audio* asli atau suara *audio* yang terkompresi tidak jelas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Subhan, M, "Analisa Perancangan Sistem", Jakarta, Lentera Ilmu Cendekia, 2012.
- Jogyanto, HM, "Perancangan Sistem Informasi Pengenalan Komputer", Yogyakarta, Pustaka Pelajar, 2009.
- Dhanta, Rizky, "Pengantar Ilmu Komputer", Surabaya, Indah, 2009.
- Jogyanto, HM, "Pengenalan Komputer", Yogyakarta, C.V Andi Offset, 2004.
- Putra, Darma, "Pengolahan Citra Digital", Yogyakarta, C.V Andi Offset, 2010.
- Hermawan, Fajar Astuti, "Pengolahan Citra Digital Konsep & Teori" Yogyakarta, C.V Andi Offset, 2013.
- Binanto, Iwan, "Multimedia Digital Dasar Teori Pengembangan", Yogyakarta, C.V Andi Offset, 2010.
- Gunawan, I. & Gunadi, K, "Pembuatan Perangkat Lunak Wave Manipulator untuk Manipulasi File WAV", Jurnal Informatika, 6(1):41-50.
- Sutoyo, T, "Teori Pengolahan Citra Digital", Yogyakarta, C.V Andi Offset, 2009.

## PERANCANGAN APLIKASI DETEKSI TEPI CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE FREI-CHEN

Ririn Fatma dan Sinar Sinurat

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail: sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Penggunaan citra menjadi bagian penting dalam dunia komputer grafik di mana representasi letak, kemiripan, atau imitasi digunakan guna kepentingan pembangkitan informasi baru. Citra hasil keluaran dari suatu perekaman yang bersifat optik berupa foto dan pemetaannya secara analog dalam bentuk sinyal-sinyal video seperti Gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital akan dideteksi tepinya guna kepentingan segmentasi. Deteksi tepi yang umum digunakan dalam pengolahan citra digital merupakan salah satu langkah awal untuk mempresentasikan objek-objek yang terkandung dalam citra tersebut. Dari beberapa metode yang dapat digunakan pada masalah deteksi tepi adalah metode Frei Chen. Beberapa langkah penting yang akan dilakukan yaitu mengubah citra asli dalam bentuk Red Green Blue (RGB) menjadi citra abu-abu menjadi citra biner dan selanjutnya melakukan operasi konvolusi. Hasil pendeteksian tepi menghasilkan border line melalui titik-titik putih yang saling terhubung satu sama lain membentuk garis (line picture).

**Kata kunci :** Citra, Frei\_Chen, Tepi, RGB, Konvolusi

### PENDAHULUAN

Umumnya representasi citra digital membutuhkan memori yang besar. Semakin besar ukuran citra tentu semakin besar pula memori yang dibutuhkannya. Pada sisi lain, kebanyakan citra mengandung duplikasi data. Duplikasi data pada citra dapat berarti dua hal. Pertama, besar kemungkinan suatu pixel dengan pixel tetangganya memiliki intensitas yang sama, sehingga menyimpan setiap pixel memboroskan tempat. Kedua, citra banyak mengandung bagian (region) yang sama, sehingga bagian yang sama ini tidak perlu dikodekan berulang kali.

Adapun teknik pengolahan citra yang digunakan adalah deteksi tepi (*edge detection*). Deteksi tepi adalah hal yang umum dalam proses pengolahan citra digital karena merupakan salah satu langkah awal dalam melakukan segmentasi citra, yang bertujuan untuk mempresentasikan objek-objek yang terkandung dalam citra tersebut. Deteksi tepi berfungsi untuk mengidentifikasi garis batas dari suatu objek terhadap latar belakang yang saling tumpang tindih. Sehingga apabila garis tepi pada citra dapat diidentifikasi dengan akurat, semua objek dapat ditemukan dan sifat dasar seperti area, bentuk, dan ukuran objek dapat diukur. Tepian citra adalah posisi dimana intensitas pixel dari citra berubah dari nilai rendah ke nilai tinggi atau sebaliknya. Saat ini telah ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk pendeteksian tepi, contohnya adalah metode *sobel*, *canny*, *prewitt*, *frei-chen*. Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai metode *Frei-Chen* untuk mendeteksi tepi citra digital. *Frei-Chen* merupakan metode deteksi tepi (*edge detection*) dengan menggunakan *Frei-Chen mask* yang mana berisi basis perhitungan vektor untuk diterapkan pada citra. *Frei-Chen* menunjukkan pendeteksian tepi yang terbaik dilakukan oleh detektor tepi yang sederhana, diikuti dengan penipisan dan menghubungkan proses untuk mengoptimalkan garis tepi. Skripsi ini akan memberikan Gambaran mengenai penerapan kedua metode dalam mendeteksi tepi pada sebuah citra, serta mengevaluasi kinerja masing-masing algoritma.

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka langkah-langkah baik secara teoritis maupun perancangan dalam aplikasi adalah:

**Studi Literatur.** Pengumpulan informasi yang diperlukan untuk proses perancangan sistem yaitu mempelajari artikel, buku-buku atau situs yang memuat pengetahuan citra untuk mengetahui fungsi dan aplikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian ini.

**Analisis.** Menerapkan langkah-langkah deteksi tepi citra dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

**Perancangan.** Melanjutkan data analisis ke tahapan selanjutnya dengan perancangan arsitektur aplikasi, cara kerja, modul, basis data dan perancangan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi

**Implementasi.** Melakukan implementasi dari perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi.** Menggunakan data citra pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil deteksi tepi dan menarik kesimpulan.

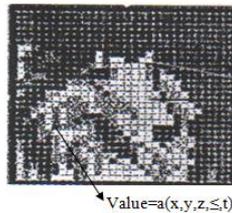
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Citra adalah suatu representasi (Gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti Gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat disimpan pada suatu media penyimpanan (T.Sutoyo dkk, 2009 : 9).

Citra dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu citra diam (*still image*) dan citra bergerak (*animated images*). Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak. Sebaliknya, citra bergerak adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara beruntun (sekuensial) sehingga memberi kesan pada mata sebagai Gambar yang bergerak. Setiap citra di dalam rangkaian itu disebut *frame*. Gambar-Gambar yang tampak pada film layar lebar atau televisi pada hakekatnya terdiri dari ratusan sampai ribuan *frame*. Citra dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu citra analog dan citra digital. Adapun jenis citra adalah : citra analog, citra digital.

Citra analog adalah citra berupa hasil cetakan dalam kertas atau yang terdapat dalam klise (film). Sedangkan citra digital adalah citra yang sudah terekam dalam media rekam, misalnya camera digital, atau yang terdapat dalam video. Biasanya citra tersebut direpresentasi dengan ruang dimensinya yaitu untuk dua dimensi posisi (x,y) sedangkan untuk 3 dimensi posisi (x,y,z). Posisi tersebut dalam bentuk representasi lain adalah matriks atau array dengan elemen-elemen data disebut pixel (picture element).

Citra analog maupun digital dibagi dalam N baris dan M kolom sehingga diperoleh  $A(x,y)$  dengan memberikan nilai diskrit bagi setiap titik. Pada umumnya, citra digital yang direpresentasikan dengan  $A(x,y)$  merupakan sebuah fungsi dari banyak variabel yang mencakup kedalaman/ *depth* (z), warna/ *color* (y), dan waktu/ *time* (t) atau dengan kata lain, representasi citra digital yang sebenarnya dilambangkan dengan  $a(x,y,z,t)$ . Representasi citra digital diperlihatkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Representasi Citra Digital (Murni, 1992)

Jenis-jenis citra berdasarkan nilai *pixel*nya : Citra Biner (*Monochrome*), Citra Skala Keabuan (*Grayscale*), Citra Warna (*True Color*), Citra Warna Berindeks.

### Elemen Dasar Citra Digital

Terdapat 6 elemen dasar citra digital

1. Kecerahan (*brightness*), yaitu intensitas cahaya rata-rata dari suatu area yang melingkupinya.
2. Kontras (*contrast*), yaitu sebaran terang dan gelap pada sebuah citra. Sebuah citra disebut kontras rendah jika komposisi citra tersebut sebagian besar terang atau sebagian besar gelap. Citra dengan kontras yang baik jika sebaran bagian terang dan gelap merata.
3. Kontur (*contour*), yaitu keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas *pixel-pixel* yang berdekatan, sehingga kita dapat mendeteksi tepi-tepi pada objek dalam suatu citra.
4. Warna (*colour*), yaitu persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek.
5. Bentuk (*shape*), yaitu informasi yang ditangkap oleh sistem visual manusia mengenai citra suatu objek.
6. Tekstur (*texture*), yaitu distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam *pixel-pixel* yang bertetangga.

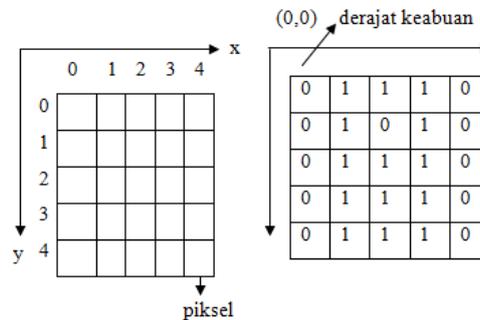
### Struktur Data Citra Digital

Semua citra dalam sistem komputer perlu dikodekan menggunakan sistem simbol diskrit. Sebuah citra digital  $a(x,y)$  yang diuraikan dalam sebuah ruang diskrit dua dimensi yang diperoleh dari sebuah citra analog dalam sebuah ruang kontinu melalui proses sampling ataupun digital. Sebuah citra digital dapat dianggap suatu matriks di mana baris dan kolomnya menunjukkan sebuah titik pada citra dan nilai elemen matriks menunjukkan warna pada titik tersebut. Elemen dari *array* digital tersebut disebut piksel atau *picture elements (pixel)* (Aniati Murni, Pengantar Pengolahan Citra, 1992)

Suatu citra digital berbentuk matriks, setiap elemen-elemen matriks dapat diakses melalui indeksnya, yaitu baris dan kolom. Sebuah citra digital berukuran  $N \times M$  (Rinaldi Munir, Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, 2004) di mana  $N$ =jumlah baris (panjang/tinggi matriks) dengan  $0 \leq y \leq N-1$ ;  $M$ =jumlah kolom (lebar matriks) dengan  $0 \leq x \leq M-1$ ;  $L$ =intensitas warna maksimal (derajat keabuan) dengan  $0 \leq f(x,y) \leq L-1$ .

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Representasinya pada matrik adalah :



Gambar 2.2 Struktur Data Citra Berwarna

**Konvolusi**

Konvolusi dinyatakan dalam matriks, di mana setiap elemen matriks penapis tersebut dinamakan koefisien konvolusi. Operasi bekerja dengan menggeser kernel piksel per piksel, yang hasilnya kemudian disimpan dalam matriks baru. Contoh konvolusi yang terjadi antara citra  $f(x,y)$  berukuran  $5 \times 5$  dengan sebuah kernel berukuran  $3 \times 3$  yang diperlihatkan :

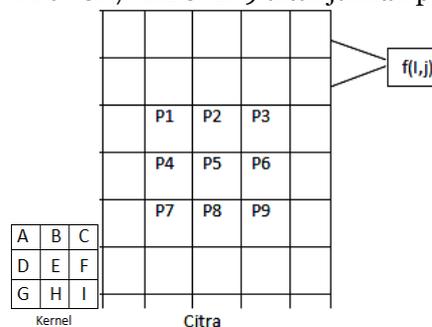
$$F(x,y) = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 3 & 5 & 4 \\ 6 & 6 & 5 & 5 & 2 \\ 5 & 6 & 6 & 6 & 2 \\ 6 & 7 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 5 & 2 & 4 & 4 \end{pmatrix} \quad g(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & . & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Tanda . (titik) menunjukkan posisi (0,0) dari kernel Tahapan untuk mendapatkan hasil konvolusi yang terjadi antara citra dan kernel

**Frei Chen**

Pemetaan vektor intensitas menggunakan transformasi linear dan kemudian mendeteksi tepi berdasarkan sudut antara intensitas vektor dan diproyeksikan ke dalam ruang bagian tepi. *Frei Chen mask* adalah *mask*, di mana semua berisi basis vektor diimplementasikan pada area Gambar  $3 \times 3$  diwakili dengan jumlah sembilan *Frei Chen mask*.

Titik yang akan diproses beserta titik-titik disekitarnya dimasukkan ke dalam sebuah matriks 2 dimensi yang akan berukuran  $N \times M$ . Matriks ini dinamakan matriks neighbor di mana dimensi filter umumnya kelipatan ganjil karena titik yang akan diproses di letakkan di tetangga dari matriks. Untuk citra konvolusi dituliskan :  $h(x,y) = f(x,y) \times g(x,y)$  di mana :  $h(x,y)$  adalah hasil konvolusi;  $f(x,y)$  adalah matriks yang akan diproses;  $g(x,y)$  adalah matriks kernel dengan  $F(l,j) = AP_1 + BP_2 + CP_3 + DP_4 + EP_5 + FP_6 + GP_7 + HP_8 + IP_9$  ditunjukkan pada diagram berikut :

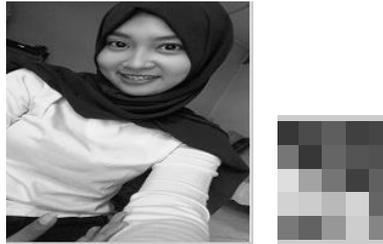


Gambar 2.3 Proses Konvolusi

**Analisa dan Perancangan Penentuan Data**

Tahap ini melakukan konversi citra digital ke dalam bentuk matriks di mana ukuran matriks yang digunakan adalah ukuran  $5 \times 5$ . Adapun matriks citra yang dibentuk ukuran  $200 \times 200$  pixel dengan format

JPG mempunyai 8 bit skala keabuan.



(a) citra asli (b) Size 5x5  
Gambar 3.1 Citra Input

**Analisa Frei Chen dan Perancangan Penerapan Frei Chen**

Adapun langkah-langkah adalah :

10. Citra input dengan matriks 5x5 pada nilai f(x,y), di mana pengambilan data decimal ini dapat dilakukan dengan matlab pada citra input di atas dengan cara :

```
Gambar=imread('NF.jpg');
red=Gambar(:,:,1);
green=Gambar(:,:,2);
blue=Gambar(:,:,3);
gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;
```

maka datanya citra hasil grayscale adalah :

$$f(x,y) = \begin{matrix} \begin{matrix} 55 & 75 & 94 & 64 & 69 \\ 118 & 55 & 101 & 84 & 81 \\ 222 & 163 & 117 & 63 & 96 \\ 210 & 204 & 185 & 212 & 101 \\ 121 & 98 & 151 & 205 & 133 \end{matrix} \end{matrix}$$

11. Tentukan kernel yang digunakan untuk mendeteksi citra yaitu :

$$g(x,y) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

12. Hitung nilai konvolusi dari citra tersebut :

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 55  | 75  | 94  | 64  | 69  |
| 118 | 55  | 101 | 84  | 81  |
| 222 | 163 | 117 | 63  | 96  |
| 210 | 204 | 185 | 212 | 101 |
| 121 | 98  | 151 | 205 | 133 |

$$\times \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

13. Hasil konvolusi = -237  
dihitung dengan :  $(55 \times 0) + (75 \times -1) + (94 \times 0) + (118 \times -1) + (55 \times 4) + (101 \times -1) + (222 \times 0) + (163 \times -1) + (117 \times 0) = -237$  sehingga hasil perhitungannya diletakkan pada cel (2,2) yaitu :

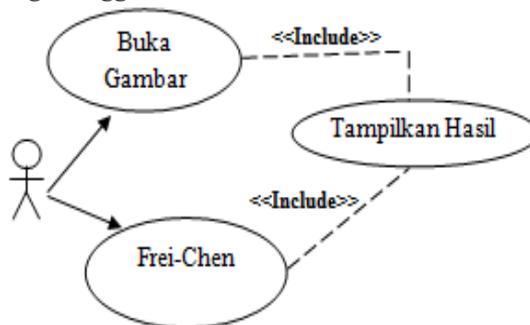
|  |      |  |  |  |
|--|------|--|--|--|
|  |      |  |  |  |
|  | -237 |  |  |  |
|  |      |  |  |  |
|  |      |  |  |  |
|  |      |  |  |  |

14. Dengan cara yang sama dilakukan seterusnya hingga semua cel dengan pergerakan kernel ke arah kanan dan lanjut ke bawah hingga terisi penuh kecuali baris dan kolom paling atas, bawah, kiri dan kanan, maka hasil akhir diperoleh :

|  |      |     |      |  |
|--|------|-----|------|--|
|  |      |     |      |  |
|  | -237 | 54  | 27   |  |
|  | 54   | -44 | -257 |  |
|  | 160  | 56  | 294  |  |
|  |      |     |      |  |

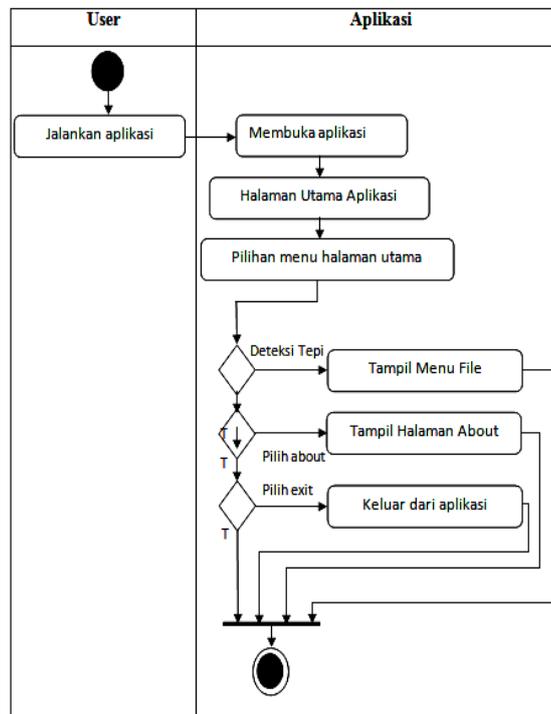
**Perancangan Interface**

Aplikasi yang akan dirancang menggunakan use case adalah :

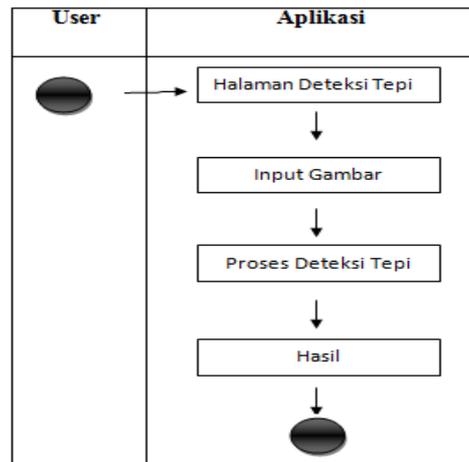


Gambar 3.2 Use case Diagram Aplikasi

Activity diagram juga digambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi. Activity Diagram bertujuan memodelkan komputasi-komputasi dari aliran kerja yang terjadi pada sistem /perangkat lunak yang sedang dikembangkan.



Gambar 3.3 Activity Diagram Halaman Utama



Gambar 3.4 Activity Diagram Halaman deteksi tepi

### Algoritma dan Implementasi

#### Algoritma

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

#### 21. Algoritma form Menu Utama

Input : Klik\_Pilihan

Output : Menu Utama

Proses :

tampilan menu pilihan menu utama, sub menu file, sub menu deteksi, about me

If pilihan = menu utama then

Tampilkan halaman menu utama

End if

#### 22. Algoritma Form Menu Deteksi Tepi

Input : Citra

Output : Menu Tepi Citra

Proses :

tampilan menu pilihan menu utama, sub menu file, sub menu deteksi, about me

If pilihan = pilihan deteksi tepi then

Tampilkan halaman deteksi tepi

End if

#### 23. Algoritma Frei-chen

Input : Citra Asli  $\leftarrow F(i,j)$

Output : File citra hasil perbaikan dengan freichen  $\leftarrow G(i,j)$

Proses : Perbaikan citra dengan metode Freichen

DX = 1

DY = 1

For i = DX To.Height - DX - 1

For j = DY To.Width - DY - 1

//Konvolusi

$x = (1 * F[i-1,j-1] + 1 * F[i-1,j] + 1 * F[i-1,j+1] -$   
 $1 * F[i+j-1] - 1 * F[i+1,j] - 1 * F[i+1,j+1])$

$y = (1 * F[i-1,j-1] + 1 * F[i,j-1] + 1 * F[i+1,j-1] -$   
 $1 * [i-1,j+1] - 1 * Fy[i,j+1] - 1 * F[i+1,j+1])$

//hitung Gradien

Magnitude =  $x * x + y * y$

If magnitude > 255 Then

    magnitude = 255

Else If magnitude < 255 Then

    magnitude = 0

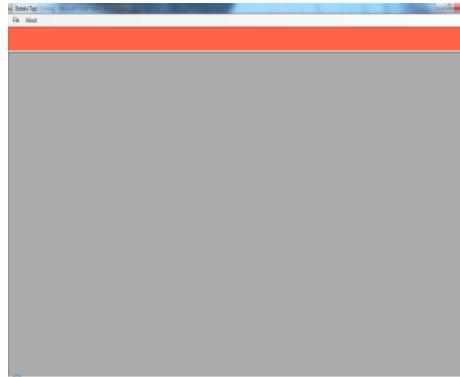
End If

### Implementasi

Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

#### 17. Tampilan Menu Utama Tampilan menu utama

Merupakan tampilan awal aplikasi yang muncul pada saat pertama kali dijalankan sebagai berikut :



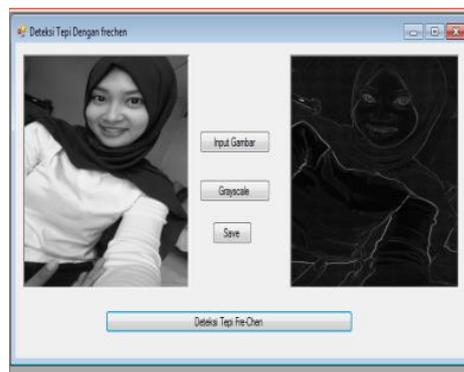
Gambar 4.1. Menu Utama

#### 18. Tampilan Menu deteksi tepi



Gambar 4.2. Menu Open File

#### 19. Tampilan Form Proses



Gambar 4.3. Menu Proses Deteksi

### KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Frei Chen yang digunakan dalam deteksi tepi citra cukup handal, karena berhasil memisahkan antara objek dengan latar belakang sehingga menghasilkan objek yang sesuai dengan citra asli
2. Pada saat deteksi tepi citra yang memiliki noise ternyata frei-chen tetap menghasilkan deteksi tepi cukup baik
3. Aplikasi yang dirancang dengan menggunakan tools pemrograman dapat membantu pengguna untuk menghasilkan citra dengan informasi deteksi tepi yang baik

### DAFTAR PUSTAKA

- T. Sutoyo, S.Si, M.Kom, 2009. Teori Pengantar Citra Digital, ANDI Yogyakarta  
Jogianto H.M, 1991. Analisis Dan Desain Sistem Informasi, ANDI Yogyakarta  
Darma Putra , 2010. Pengolahan Citra Digital, ANDI Yogyakarta

Munir, Rinaldi 2004. Pengolahan Citra Digital Pendekatan Algoritmik  
Anianti Murni, 1992. Pengantar Pengolahan Citra, ANDI Yogyakarta  
Adi Nugroho, 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek, ANDI Yogyakarta  
V. Christianto dan I Made Wiryana, 2002 Pengantar Manajemen Proyek baebasis Internet. Jakarta : PT.  
Alex Media Komputindo  
Sutoyo T, ddk, 2009. Teori Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta & Semarang : ANDI & UDINUS  
Priyanto, Rahmat,2007. Langsung Bisa Visual Basic.Net 2008, ANDI, Yogyakarta

## PERANCANGAN APLIKASI KOMPRESI DATA TEKS DENGAN METODE HUFFMAN DAN METODE ARITHMATIC

Fransiska Sitohang; Zekson A. Matondang dan Henry Kristian Siburian<sup>3)</sup>

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Penerapan kompresi pada data akan mereduksi ukuran file, akan tetapi hasil kompresi belum tentu hasil optimal dan memuaskan. Kecepatan pengolahan informasi bergantung pada ukuran file. Dewasa ini ada banyak teknik kompresi yang dapat digunakan dengan berbagai macam kemudahan yang ditawarkan oleh masing-masing metode tersebut. Untuk mengatasi persoalan kompresi di atas menggunakan dua teknik kompresi digunakan secara berjenjang diantaranya adalah Algoritma Huffman dan Arithmetic. Masing-masing algoritma ini memiliki cara kompresi yang berbeda. Algoritma Huffman memanfaatkan frekuensi karakter dari sajian data yang akan dikompresi, kemudian membuat kode-kode karakter dengan jumlah kemunculan karakter, pengurutan berdasarkan karakter ASCII dan frekuensinya, kemudian membentuk Pohon Huffman, pemberian bit 0 untuk cabang kiri dan bit 1 untuk cabang kanan, kemudian mencari kode untuk masing-masing karakter dan menulis hasil kompresi berdasarkan kode yang sudah didapat. Sedangkan algoritma Arithmetic di mana pengkodeannya adalah dengan menggantikan satu deretan simbol input dengan sebuah bilangan floating point. Semakin panjang teks yang dikodekan maka semakin banyak bit diperlukan. Output dari pengkodean arithmetic adalah satu angka yang lebih kecil dari 1 dan lebih besar atau sama dengan 0. Pada aplikasi yang dirancang dengan memasukkan data pada aplikasi kemudian akan diproses kompresi dengan 2 metode yang di atas secara bertahap hingga memberikan hasil kompresi yang maksimal.

**Kata kunci :** Kompresi, Huffman, Arithmetic, Teks

### PENDAHULUAN

Ada dua teknik yang dapat dilakukan dalam melakukan kompresi data yaitu *Lossless Compression* dan *Lossy Compression*. *Lossless Compression* adalah kompresi data di mana hasil dekompresi dari data yang terkompresi sama dengan data aslinya dan tidak ada informasi yang hilang. Huffman coding yang dikembangkan oleh David Huffman pada tahun 1952 merupakan salah satu teknik kompresi data teks yang mempergunakan peluang kemunculan suatu karakter untuk menghasilkan kode kompresinya. Dalam teknik ini semakin besar peluang kemunculan suatu karakter maka kode yang dihasilkan akan semakin pendek. Dengan pendeknya kode yang dihasilkan untuk karakter tersebut, penghematan media penyimpanan untuk data file teks akan diperoleh.

Pengkodean aritmatik diusulkan oleh Elias dan dipresentasikan oleh Abramsom dalam bukunya *Information Theory and Coding* pada tahun 1963 (Lelewer dan Hirschberg, 1987). Pengkodean Aritmatik mengambil sederetan karakter pada teks dan menggantikannya dengan sebuah bilangan sebagai hasil kompresi (Nelson, 1991). Dengan teknik tersebut kode unik dihasilkan untuk sederetan karakter tanpa harus membuat kode untuk tiap karakter.

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka penulis mencoba memaparkan langkah-langkah baik secara teoritis maupun dalam aplikasi yang akan dirancang dengan :

**Studi Literatur.** Pengumpulan data-data yang berkaitan dengan kompresi, Proses perancangan sistem, Mempelajari sejumlah artikel, Buku-buku yang berkaitan dengan ilmu kompresi, Mengenal fungsi kompresi, prototipe aplikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian ini.

**Analisis.** Menggunakan Huffman dan Arithmetic Coding dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

**Perancangan.** Perancangan arsitektur aplikasi, cara kerja, modul, basis data dan perancangan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi

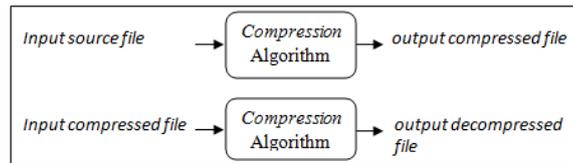
**Implementasi.** Melakukan rancang bangun sistem kompresi dengan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi.** Menguji data teks pada aplikasi yang dibuat untuk mendapatkan hasil kompresi dan menarik kesimpulan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Kompresi merupakan mengecilkan atau memampatkan ukuran sehingga diperoleh file dengan ukuran lebih kecil dari pada aslinya. Contoh kompresi sederhana yang bisa dilakukan adalah menyingkat kata-kata yang sering digunakan tapi sudah memiliki konvensi umum.

Defenisi kompresi data merupakan proses konversi dari aliran data *input* (sumber aliran data atau data asli) ke aliran data lain (*output*, aliran data bit atau data terkompresi) yang memiliki ukuran lebih kecil (Christian Puji Nugraha et al, 2014, 80).



Gambar 2.1 Alur Kompresi dan Dekompresi

Jenis kompresi data dibedakan menjadi dua yaitu *loseless* dan *lossy*. *Loseless* adalah *reversible* yakni data yang dikompresi dapat dikembalikan seperti semula dan sering diterapkan dalam *file* teks.

Sedangkan *Lossy* adalah *irreversible* yakni Data yang mengalami kehilangan beberapa data yang tidak sesuai dengan data awal dan sering diterapkan pada *file* Gambar, suara ataupun *video*.

Rasio kompresi adalah :

$$\text{Rasio} = 100\% - \left( \frac{\text{HasilKompresi}}{\text{UkuranFileSemula}} \right) \times 100\%$$

## Kompresi

### Algoritma Huffman

Algoritma Huffman oleh David Huffman tahun 1952 menggunakan prinsip pengkodean yang mirip dengan kode Morse, yaitu tiap karakter (simbol) dikodekan hanya dengan rangkaian beberapa bit, di mana karakter yang sering muncul dikodekan dengan rangkaian bit yang pendek dan karakter yang jarang muncul dikodekan dengan rangkaian bit yang lebih panjang.

Pembentukan kode Huffman di mana kode prefiks (*prefix code*) yaitu himpunan kode biner, dan kode prefik ini tidak ada kode biner yang menjadi awal bagi kode biner yang lain. Kode prefiks direpresentasikan sebagai pohon biner yang diberikan nilai atau label. Untuk cabang kiri pada pohon biner diberi label 0, sedangkan pada cabang kanan pada pohon biner diberi label 1. Rangkaian bit yang terbentuk pada setiap lintasan dari akar ke daun merupakan kode prefiks untuk karakter yang berpadanan. Pohon biner ini biasa disebut pohon Huffman.

### Arithmetic Coding

Pengkodean aritmatik menggantikan satu deretan simbol input dengan sebuah bilangan *floating point*. Untuk menghasilkan angka output tersebut, tiap simbol yang akan di-*encode* diberi satu set nilai probabilitas. Setelah probabilitas tiap karakter diketahui, tiap simbol/karakter akan diberikan *range* tertentu yang nilainya berkisar antara 0 dan 1, sesuai dengan probabilitas yang ada. Dalam hal ini tidak ada ketentuan urutan-penentuan segmen, asalkan antara *encoder* dan *decoder* melakukan hal yang sama.

Adapun proses encoding sebagai berikut :

1. Set *low* = 0.0 (kondisi awal)
2. Set *high* = 1.0 (kondisi awal)
3. *While* (simbol *input* masih ada) *do*
4. Ambil simbol *input*
5.  $CR = high - low$
6.  $High = low + CR * high\_range$  (simbol)
7. *End While*
8. Cetak *Low*

Catatan : “*Low*” adalah *output* pengkodean aritmatik

Sedangkan proses decoding adalah :

1. Ambil *encoded-symbol* (ES)
2. *Do*
3. Cari *range* dari simbol yang melingkupi ES
4. Cetak simbol
5.  $CR = high\_range - low\_range$
6.  $ES = ES - low\_range$
7.  $ES = ES / CR$
8. *Until* simbol habis

Catatan : simbol habis dengan simbol khusus, misalnya *End of Message* atau dengan menyertakan panjang pesan.

## Analisa dan Perancangan

### Analisa

Data text dibaca terlebih dahulu, diperiksa tiap karakter yang ada dan dihitung frekuensi kemunculannya. Untuk lebih jelasnya misalkan data teks “TEKNIK INFORMATIKA” terdapat jumlah

karakter data tersebut adalah 18 karakter. Langkah awal yaitu memeriksa karakter, dapat dilihat karakter-karakter yang ada dalam data teks adalah TEKNI<spasi>FORMA. Data inilah yang akan dikompresi dengan menggunakan Huffman Coding dan Arithmetic Coding.

**Algoritma Huffman**

Melakukan pengkodean dalam bentuk deretan bit untuk mewakili data karakter. Kata yang akan dikompres adalah “TEKNIK INFORMATIKA”.

```

T     E     K     N     I     K     <spasi>
01010100 01000101 01001011 01001110 01001001 01001011 00100000
I     N     F     O     R     M     A
01001001 01001110 01000110 01001111 01010010 01001101 01000001
T     I     K     A
01010100 01001001 01001011 01000001
    
```

Kata “TEKNIK INFORMATIKA” mengandung 144 bit.

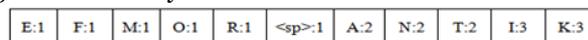
Urutan langkah proses *encode* algoritma huffman adalah sebagai berikut. Kata “TEKNIK INFORMATIKA” Bila dikodekan menggunakan kode huffman, langkahnya buat daftar frekuensi kemunculan tiap-tiap karakter dan urutkan dari yang terkecil hingga terbesar.

Tabel 3.1 Daftar frekuensi kemunculan untuk data teks “TEKNIK INFORMATIKA”

| Karakter | Frekuensi |
|----------|-----------|
| A        | 2         |
| E        | 1         |
| F        | 1         |
| I        | 3         |
| K        | 3         |
| M        | 1         |
| N        | 2         |
| O        | 1         |
| R        | 1         |
| T        | 2         |
| <spasi>  | 1         |

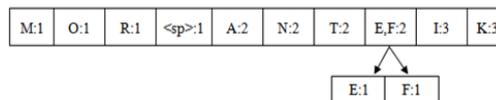
Dari daftar frekuensi dibuat daun-daun mewakili tiap simbol sebagai berikut :

1. Mengasosiasikannya dengan frekuensinya



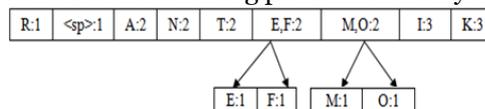
Gambar 3.2 Pohon Biner Huffman Langkah I

2. Setelah itu daun E dan F akan dibuat daun yang baru yaitu EF, daun EF akan menjadi orangtua dari simpul E dan F. Lalu menyisipkannya ke dalam daftar sesuai dengan posisi frekuensinya. Ditunjukkan dengan Gambar sebagai berikut :



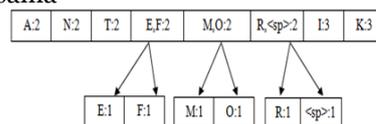
Gambar 3.3 Pohon Biner Huffman Langkah II

3. Selanjutnya dengan cara yang sama secara berulang pohon huffman yang baru sebagai berikut:



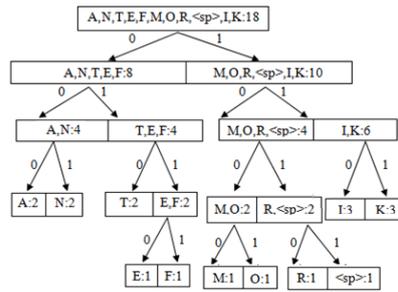
Gambar 3.3 Pohon Biner Huffman langkah III

4. Bentuk kembali dengan cara yang sama



Gambar 3.4 Pohon Biner Huffman langkah IV

5. Dengan cara yang sama untuk semua elemen dibentuk pohon Hoffman



Gambar 3.5 Pohon Biner Huffman Untuk Input Teks “TEKNIK INFORMATIKA”

Dengan menelusuri pohon biner Huffman dari akar ke daun maka menghasilkan kode huffman berikut :

Tabel 3.2 Tabel Kode Huffman

| Simbol  | Frekuensi | Kode Huffman |
|---------|-----------|--------------|
| A       | 2         | 000 = 3 bit  |
| N       | 2         | 001 = 3 bit  |
| T       | 2         | 010 = 3 bit  |
| E       | 1         | 0110 = 4 bit |
| F       | 1         | 0111 = 4 bit |
| M       | 1         | 1000 = 4 bit |
| O       | 1         | 1001 = 4 bit |
| R       | 1         | 1010 = 4 bit |
| <spasi> | 1         | 1011 = 4 bit |
| I       | 3         | 110 = 3 bit  |
| K       | 3         | 111 = 3 bit  |

Sehingga data teks “TEKNIK INFORMATIKA” jika disimbolkan dengan kode Huffman maka menjadi,

010 0110 111 001 110 111 110 001 0111 1001 1010 1000 000 010 110 111 000

Ukuran string sebelum kompresi (dalam kode ASCII) adalah =18x8 bit=144 bit. Ukuran string setelah kompresi (dalam kode huffman) adalah :

$$= 2 \times 3 \text{ bit} + 2 \times 3 \text{ bit} + 2 \times 3 \text{ bit} + 1 \times 4 \text{ bit} + 3 \times 3 \text{ bit} + 3 \times 3 \text{ bit} = 60 \text{ bit}$$

Rasio kompresi =  $\left(100\% - \frac{60}{144} \times 100\%\right) = 58,3\%$ , artinya 58,3% dari string semula telah berhasil dikompresi.

**Algoritma Arithmetic Coding**

*Arithmetic coding* tidak menggunakan suatu kode spesifik untuk menggantikan suatu simbol tertentu. *Arithmetic coding* menggantikan seluruh aliran simbol yang masuk dengan sebuah bilangan pecahan. Kata yang ingin dikompresi adalah “TEKNIK INFORMATIKA”. Bila dikodekan menggunakan kode aritmatika, langkahnya sebagai berikut:

1. Buat daftar frekuensi kemunculan tiap-tiap karakter dan urutkan dari yang terkecil hingga terbesar.

Tabel 3.3 Tabel Probabilitas kemunculan

| Karakter | Frekuensi | Probabilitas |
|----------|-----------|--------------|
| A        | 2         | 2/18 = 0,11  |
| E        | 1         | 1/18 = 0,05  |
| F        | 1         | 1/18 = 0,05  |
| I        | 3         | 3/18 = 0,16  |
| K        | 3         | 3/18 = 0,16  |
| M        | 1         | 1/18 = 0,05  |
| N        | 2         | 2/18 = 0,11  |
| O        | 1         | 1/18 = 0,05  |
| R        | 1         | 1/18 = 0,05  |
| <spasi>  | 1         | 1/18 = 0,05  |
| T        | 2         | 2/18 = 0,11  |

3. Setelah probabilitas tiap karakter diketahui, tiap simbol atau karakter akan diberikan *range* tertentu yang nilainya berkisar diantara 0 dan 1, sesuai dengan probabilitas yang ada dari Tabel 3.3 di atas dibentuk Tabel berikut:

Tabel 3.4 Range Simbol untuk kata “TEKNIK INFORMATIKA”

| Karakter | Frekuensi | Probabilitas | Range            |
|----------|-----------|--------------|------------------|
| A        | 2         | 2/18 = 0,11  | 0,0 ≤ A < 0,11   |
| E        | 1         | 1/18 = 0,05  | 0,11 ≤ E < 0,16  |
| F        | 1         | 1/18 = 0,05  | 0,16 ≤ F < 0,21  |
| I        | 3         | 3/18 = 0,16  | 0,21 ≤ I < 0,37  |
| K        | 3         | 3/18 = 0,16  | 0,37 ≤ K < 0,53  |
| M        | 1         | 1/18 = 0,05  | 0,53 ≤ M < 0,58  |
| N        | 2         | 2/18 = 0,11  | 0,58 ≤ N < 0,69  |
| O        | 1         | 1/18 = 0,05  | 0,69 ≤ O < 0,74  |
| R        | 1         | 1/18 = 0,05  | 0,74 ≤ R < 0,79  |
| <spasi>  | 1         | 1/18 = 0,05  | 0,79 ≤ T < 0,84  |
| T        | 2         | 2/18 = 0,11  | 0,84 ≤ sp < 1,00 |

Untuk proses dekoding dapat dilakukan dengan : untuk kata “TEKNIK INFORMATIKA” di atas pertama diambil karakter pertama, yaitu “T”.

Low = 0,0 (Kondisi Awal) ; High = 1,0 (Kondisi Awal)

CR = high-low = 1-0=1 ; High\_range (T) = 1,00

Low\_range (T) = 0,84

Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut.

High=Low+CR\*high\_range (T)=0+1\*1,00=1

Low = Low + CR\*low\_range (T)=0+1\*0,84=0,84

Kemudian karakter kedua “E” diambil dan diperoleh:

Low=0,84 (hasil perhitungan dari karakter “T”)

High=1 (hasil perhitungan dari karakter “T”)

CR = high - Low=1-0,84=0,16

High\_range (E) = 0,16 ; Low\_range(E)=0,11

Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut.

High = low + CR\*high\_range (E)=0,84+0,16\*0,16=0,8656

Low = low + CR\*low\_range (E)=0,84+0,16\*0,11=0,8576

Kemudian karakter ketiga “K” diambil sehingga diperoleh:

Low = 0,8576 ; High = 0,8656 ;

CR=high-low= 0,8656-0,8576=0,008 ; High\_range (K)=0,53

Low\_range (K) = 0,37

Kemudian, nilai-nilai berikut didapatkan.

High=low+CR\*high\_range (K)=0,8576+0,008\*0,53=0,86184

Low=low+CR\*low\_range (K)=0,8576+0,008\*0,37=0,86056

Berikutnya, karakter keempat “N” diambil sehingga diperoleh:

Low=0,86056 ; High=0,86184

CR=high-low= 0,86184-0,86056=0,00128

High\_range (N) = 0,69 ; Low\_range (N)=0,58

Selanjutnya, nilai-nilai berikut didapatkan.

High=low+CR\*high\_range(N)=0,86056+0,00128\*0,69=0,8614

Low=low+CR\*low\_range(N)=0,86056+0,00128\*0,58=0,86130

Kemudian diambil karakter kelima “I” dan diperoleh:

Low = 0,8613024 ; High = 0,8614432

CR=high-low=0,8614432-0,8613024=0,0001408

High\_range (I) = 0,37 ; Low\_range (I)=0,21

Kemudian, nilai-nilai berikut didapatkan.

High=low+CR\*high\_range (I)=0,8613024+0,0001408\*0,37

= 0,861354496 ; Low = low + CR\*low\_range (I)

= 0,8613024+0,0001408\*0,21=0,861331968

Lalu diambil karakter keenam “K” dan diperoleh:

Low = 0,861331968 ; High = 0,861354496

CR=high-low=0,861354496-0,861331968=0,000022528

$$High\_range (K) = 0,53 ; Low\_range (K) = 0,37$$

Kemudian, didapatkan nilai-nilai berikut.

$$High=low+CR*high\_range(K)=0,861331968+0,000022528*0,53=0,86134390784 ; Low = low + CR*low\_range (K) = 0,861331968+0,000022528*0,37=0,86134030336$$

Berikutnya diambil karakter ketujuh "<spasi>" dan diperoleh:

$$Low = 0,86134030336 ; High = 0,86134390784$$

$$CR=high-low=0,86134390784-0,86134030336=0,00000360448$$

$$High\_range (spasi) = 0,84 ; Low\_range (spasi) = 0,79$$

Kemudian, didapatkan nilai-nilai berikut.

$$High=low+CR*high\_range(spasi)=0,86134030336+ 0,00000360448*0,84=0,861343311232$$

$$Low=low+CR*low\_range(spasi)=0,86134030336+ 0,00000360448*0,79 = 0,8613431508992$$

Berikutnya diambil karakter ke delapan "I" dan diperoleh:

$$Low = 0,8613431508992 ; High = 0,861343311232$$

$$CR = high - low = 0,861343311232 - 0,8613431508992 = 0,000000180224 ; High\_range(I)=0,37 ; Low\_range(I)= 0,21$$

Kemudian, didapatkan nilai-nilai berikut.

$$High=low+CR*high\_range(I)=0,8613431508992+ 0,000000180224*0,37=0,86134321758208$$

$$Low = low + CR*low\_range (I) = 0,8613431508992 + 0,000000180224*0,21 = 0,86134318874624$$

Berikutnya, karakter kesembilan "N" diambil sehingga diperoleh :

$$Low = 0,86134318874624 ; High = 0,86134321758208$$

$$CR = high - low = 0,86134321758208 - 0,86134318874624 = 0,00000002883584 ; High\_range (N) = 0,69$$

$$Low\_range (N) = 0,58$$

Kemudian, nilai-nilai berikut didapatkan.

$$High = low + CR*high\_range (N) = 0,86134318874624 + 0,00000002883584*0,69 = 0,8613432086429696$$

$$Low = low + CR*low\_range (N) = 0,86134318874624 + 0,00000002883584*0,58 = 0,8613432054710272$$

Berikutnya, karakter kesepuluh "F" diambil sehingga diperoleh:

$$Low = 0,8613432054710272 ; High= 0,8613432086429696$$

$$CR=high-low = 0,8613432086429696 - 0,8613432054710272 = 0,0000000031719424 ; High\_range (F) = 0,21$$

$$Low\_range (F) = 0,16$$

Kemudian, nilai-nilai berikut didapatkan.

$$High= low + CR*high\_range (F)=0,8613432054710272 + 0,0000000031719424*0,21= 0,8613432061371351$$

$$Low = low + CR*low\_range (N) = 0,8613432054710272 + 0,0000000031719424*0,16 = 0,861343205978538$$

Berikutnya, karakter kesebelas "O" diambil sehingga diperoleh:

$$Low = 0,861343205978538 ; High = 0,8613432061371351$$

$$CR=high-low=0,8613432061371351-0,861343205978538= 0,000000001585971 ; High\_range (O) = 0,74$$

$$Low\_range (O) = 0,69$$

Kemudian, nilai-nilai berikut didapatkan.

$$High = low + CR*high\_range (O) = 0,861343205978538 + 0,000000001585971*0,74 = 0,8613432060958999$$

$$Low = low + CR*low\_range (O) = 0,861343205978538 + 0,000000001585971*0,69 = 0,86134320608797$$

Berikutnya, karakter keduabelas “R” diambil sehingga diperoleh

$$Low = 0,86134320608797 ; High = 0,8613432060958999$$

$$CR = high - low = 0,8613432060958999 - 0,86134320608797 = 0,000000000079299 ; High\_range (R) = 0,79$$

$$Low\_range (R) = 0,74$$

Kemudian, nilai-nilai berikut didapatkan.

$$High = low + CR * high\_range (R)$$

$$= 0,86134320608797 + 0,000000000079299 * 0,79$$

$$= 0,8613432060942346$$

$$Low = low + CR * low\_range (R) = 0,86134320608797 +$$

$$0,000000000079299 * 0,74 = 0,8613432060938381$$

Berikutnya, karakter ketigabelas “M” diambil sehingga diperoleh :

$$Low = 0,8613432060938381 ; High = 0,8613432060942346$$

$$CR = high - low = 0,8613432060942346 -$$

$$0,8613432060938381 = 0,00000000003965$$

$$High\_range (M) = 0,58 ; Low\_range (M) = 0,53$$

Kemudian, nilai-nilai berikut didapatkan.

$$High = low + CR * high\_range (M) = 0,8613432060938381 +$$

$$0,00000000003965 * 0,58 = 0,8613432060940681$$

$$Low = low + CR * low\_range (M) = 0,8613432060938381 +$$

$$0,00000000003965 * 0,53 = 0,8613432060940482$$

Berikutnya, karakter keempatbelas “A” diambil sehingga diperoleh :

$$Low = 0,8613432060940482 ; High = 0,8613432060940681$$

$$CR = high - low = 0,8613432060940681 - 0,8613432060940482$$

$$= 0,00000000000199 ; High\_range (A) = 0,11 ;$$

$$Low\_range (A) = 0,0$$

Kemudian, nilai-nilai berikut didapatkan :

$$High = low + CR * high\_range (A) = 0,8613432060940482 +$$

$$0,00000000000199 * 0,11 = 0,8613432060940504$$

$$Low = low + CR * low\_range (A) = 0,8613432060940482 +$$

$$0,00000000000199 * 0,0 = 0,8613432060940482$$

Berikutnya, karakter kelimabelas “T” diambil sehingga diperoleh :

$$Low = 0,8613432060940482 ; High = 0,8613432060940504$$

$$CR = high - low = 0,8613432060940504 - 0,8613432060940482$$

$$= 0,00000000000022$$

$$High\_range (T) = 1,00 ; Low\_range (T) = 0,84$$

Kemudian, nilai-nilai berikut didapatkan.

$$High = low + CR * high\_range (T) = 0,8613432060940482 +$$

$$0,00000000000022 * 1,00 = 0,8613432060940504$$

$$Low = low + CR * low\_range (T) = 0,8613432060940482 +$$

$$0,00000000000022 * 0,84 = 0,86134320609405$$

Berikutnya, karakter keenambelas “I” diambil sehingga diperoleh :

$$Low = 0,86134320609405 ; High = 0,8613432060940504$$

$$CR = high - low = 0,8613432060940504 - 0,86134320609405 = 0,000000000000004 ;$$

$$High\_range (I) = 0,37$$

$$Low\_range (I) = 0,21$$

Kemudian, nilai-nilai berikut didapatkan.

$$High = low + CR * high\_range (I) = 0,86134320609405 +$$

$$0,000000000000004 * 0,37 = 0,8613432060940501$$

$$Low = low + CR * low\_range (I) = 0,86134320609405 +$$

$$0,000000000000004 * 0,21 = 0,8613432060940501$$

Berikutnya, karakter ketujuhbelas “K” diambil sehingga diperoleh :  
 $Low = 0,8613432060940501$  ;  $High = 0,8613432060940501$   
 $CR = high - low = 0,8613432060940501 - 0,8613432060940501 = 0$  ;  $High\_range (K) = 0,53$   
 $Low\_range (K) = 0,37$

Kemudian, nilai-nilai berikut didapatkan.

$$High = low + CR * high\_range (K)$$

$$= 0,8613432060940501 + 0 * 0,53 = 0,8613432060940501$$

$$Low = low + CR * low\_range (K)$$

$$= 0,8613432060940501 + 0 * 0,37 = 0,8613432060940501$$

Berikutnya, karakter kedelapanbelas “A” diambil sehingga diperoleh :  
 $Low = 0,8613432060940501$  ;  $High = 0,8613432060940501$   
 $CR = high - low = 0,8613432060940501 - 0,8613432060940501 = 0$   
 $High\_range (A) = 0,11$  ;  $Low\_range (A) = 0,00$

Kemudian, nilai-nilai berikut didapatkan :

$$High = low + CR * high\_range (A) = 0,8613432060940501 + 0 * 0,11 = 0,8613432060940501$$

$$Low = low + CR * low\_range (A) = 0,8613432060940501 + 0 * 0,00 = 0,8613432060940501$$

Bila ditulis dalam bentuk Tabel maka data tersebut terlihat sebagai berikut :

Tabel 3.5 Hasil *encoding* untuk data teks “TEKNIK INFORMATIKA”

| No | Huruf   | Low                | High               | CR                 |
|----|---------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | T       | 0,0                | 1,0                | 1,0                |
| 2  | E       | 0,8576             | 0,8656             | 0,16               |
| 3  | K       | 0,86056            | 0,86184            | 0,008              |
| 4  | N       | 0,8613024          | 0,8614432          | 0,00128            |
| 5  | I       | 0,861331968        | 0,861354496        | 0,0001408          |
| 6  | K       | 0,86134030336      | 0,86134390784      | 0,000022528        |
| 7  | <spasi> | 0,8613431508992    | 0,8613433311232    | 0,00000360448      |
| 8  | I       | 0,86134318874624   | 0,86134321758208   | 0,000000180224     |
| 9  | N       | 0,8613432054710272 | 0,8613432086429696 | 0,00000002883584   |
| 10 | F       | 0,861343205978538  | 0,8613432061371351 | 0,0000000031719424 |
| 11 | O       | 0,86134320608797   | 0,8613432060958999 | 0,0000000001585971 |
| 12 | R       | 0,8613432060938381 | 0,8613432060942346 | 0,0000000000079299 |
| 13 | M       | 0,8613432060940482 | 0,8613432060940681 | 0,0000000000003965 |
| 14 | A       | 0,8613432060940482 | 0,8613432060940504 | 0,0000000000000199 |
| 15 | T       | 0,86134320609405   | 0,8613432060940504 | 0,0000000000000022 |
| 16 | I       | 0,8613432060940501 | 0,8613432060940501 | 0,0000000000000004 |
| 17 | K       | 0,8613432060940501 | 0,8613432060940501 | 0                  |
| 18 | A       | 0,8613432060940501 | 0,8613432060940501 | 0                  |

Proses ini mendapatkan nilai  $Low = 0,8613432060940501$ . Nilai inilah yang digunakan untuk menggantikan string “TEKNIK INFORMATIKA”.

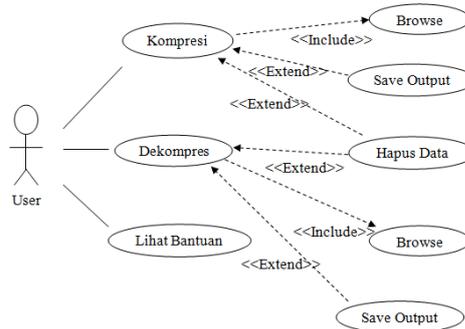
Nilai Low merupakan hasil kompresi, dilihat dari proses perhitungan maka didapat nilai  $Low = 0,861343$  atau sama dengan 86%. Jadi Rasio kompresi adalah 86%.

Proses dekoding dengan Arithmetic Coding dilakukan. bahwa  $ES = 0,8613432060940501$ . Bandingkan nilai ES di atas dengan range simbol (Tabel 3.4)



**Use Case**

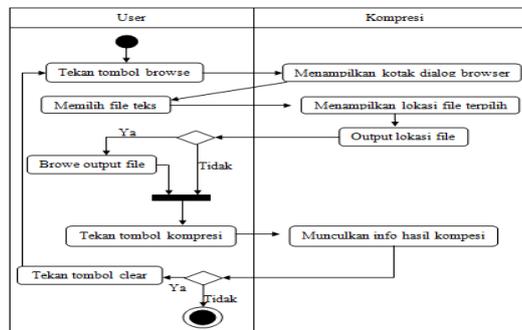
Adalah fungsionalitas sistem, agar *user* dapat mengerti kegunaan aplikasi yang akan dibangun.



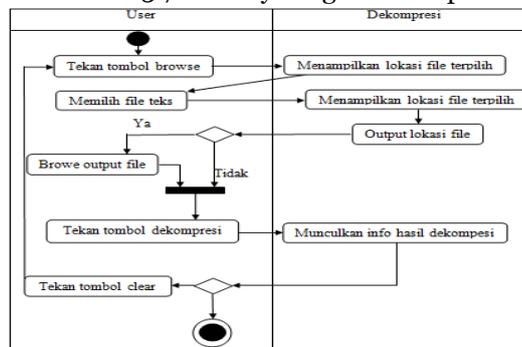
Gambar 3.6 Use case Diagram Aplikasi

**Activity Diagram**

Memodelkan *event-event* yang terjadi dalam *use case*. Memperlihatkan aliran kendali dari suatu aktifitas ke aktifitas lainnya.



Gambar 3.7 Activity Diagram Kompresi



Gambar 3.8 Activity Diagram Kompresi

**Algoritma**

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

24. Algoritma Encoding Huffman

```

Input      Teks
Output     Data Yang Terkompres
Proses

Input i
For i = 0 To 255
  If (CharCount(i) > 0) Then
    llength = llength + CharValue(i).Count * CharCount(i)
  End If
Next
For i = 0 To 7
  Bit Value(i) = 2 ^ i
Next
Count = 0
For i = 0 To 255
  If (CharValue(i).Count > 0) Then
    Count = Count + 1
  End If
Next
    
```

25. Algoritma Decoding Huffman

```

Input      Teks yang Terkompres
Output     Data Asli
Proses
  For i = 1 To Count
  With CharValue(ByteArray(CurrPos - 1))
    CurrPos = CurrPos + 1
    .Count = ByteArray(CurrPos - 1)
    CurrPos = CurrPos + 1
  ReDim .Data(0 To .Count - 1)
  End With
  Next
  For i = 0 To 7
    BitValue(i) = 2 ^ i Next
  ByteValue = ByteArray(CurrPos - 1) For
  BitPos = 0 To 7
  If (ByteValue And BitValue(BitPos)) Then
    NodeIndex = Nodes(NodeIndex).RightNode
  Else
    NodeIndex = Nodes(NodeIndex).LeftNode
  EndIf Next

```

## 26. Algoritma Arithmetic Encoding

```

Input      Teks
Output     Data yang terkompres
Proses
  Baca karakter ke-i dari teks input
   $l \leftarrow l + \frac{(h-l+1) \times \text{BatasBawahKarakterke-}i}{\text{TotalKarakter}}$ 
   $h \leftarrow h - \frac{(h-l+1) \times \text{BatasAtasKarakterke-}i}{\text{TotalKarakter}} - 1$ 
  Do
  If  $h < \text{NilaiTengah}$  Then InsertBit(0)
     $l \leftarrow 2 * l$ ;  $h \leftarrow 2 * h + 1$ 
    While (Counter > 0) (1 - 0, 1)
      Counter ← Counter - 1
  Else if  $l > \text{NilaiTengah}$  Then InsertBit(1)
     $l \leftarrow 2 * (l - \text{NilaiTengah})$ ;
     $h \leftarrow 2 * (h - \text{NilaiTengah}) + 1$ 
    While (Counter > 0) InsertBit(1 - 1, 1)
      Counter = Counter - 1
  Else if  $(l \geq \text{KuartilPertama})$  dan  $h \leq \text{KuartilKetiga}$ 
    Then
       $l \leftarrow 2 * (l - \text{KuartilPertama})$ 
       $h \leftarrow 2 * (h - \text{KuartilPertama}) + 1$ 
      Counter ← Counter + 1
    Else Exit Do
  Loop

```

## 27. Algoritma Arithmetic Decoding

```

Input      Teks yang Terkompres
Output     Data Asli
Proses
  Value ←  $\frac{(\text{tag} - l + 1) * \text{TotalKarakter} - 1}{h - l + 1}$ 
  For i = until total jenis karakter
  'mencari interval yang tepat untuk memperoleh karakter
  If ( Batas bawah karakter ke-i ≤ value < Batas
  atas karakter ke-i) Then FileSave(IndexToSave)=
  karakter ke-I Else
  i ← i + 1
  Next
   $l \leftarrow l + \frac{(h-l+1) \times \text{BatasBawahKarakterke-}i}{\text{TotalKarakter}}$ 
   $h \leftarrow h - \frac{(h-l+1) \times \text{BatasAtasKarakterke-}i}{\text{TotalKarakter}} - 1$ 
  Do
  If  $h < \text{NilaiTengah}$  then  $l \leftarrow l * 2$ ;  $h \leftarrow h * 2 + 1$ 
     $t \leftarrow t * 2 + \text{bit selanjutnya dari input}$ 
  Else if  $l \geq \text{NilaiTengah}$  then
     $l \leftarrow 2 * (l - \text{Half})$ ;  $h \leftarrow 2 * (h - \text{Half}) + 1$ 
     $t \leftarrow 2 * (t - \text{Half}) + \text{bit selanjutnya dari input}$ 
  Else if  $l \geq \text{KuartilPertama}$  dan  $h \leq \text{KuartilKetiga}$ 
    Then  $l \leftarrow 2 * (l - \text{KuartilPertama})$ 
       $h \leftarrow 2 * (h - \text{KuartilPertama}) + 1$ 
       $t \leftarrow 2 * (t - \text{KuartilPertama}) + \text{bit selanjutnya}$ 
    Else Exit Do
  Loop
EE

```

## KESIMPULAN

- Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :
1. Untuk melakukan kompresi terhadap sebuah data, dapat dilakukan dengan menyederhanakan isi *file* yang memiliki karakteristik sama, sehingga dalam proses penyimpanan ukuran *file* dapat diperkecil.
  2. Algoritma Huffman dan Aritmatik dapat menghasilkan kompresi dengan ukuran yang lebih kecil, hingga setengah dari ukuran *file* sebelum dilakukan proses kompresi.

3. Algoritma Huffman dan Aritmatik dapat melakukan kompresi terhadap *file* dengan kecepatan yang cukup tinggi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Adisantoso, Julio., Sulistio,Danny Dimas., Silalahi, Bip Paruhum., (2004). Kompresi Data Menggunakan Algoritma Huffman, 19-26
- Kadir,Abdul. (2013). Pengenalan Algoritma. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Nugraha, Christian Puji., Santosa R.Gunawan, A.A,Lukas Chrisantyo. (2014). Perbandingan Metode LZ77, Metode Huffman dan Metode Deflate Terhadap Kompresi Data, 10, 80-91
- Nugroho,Adi. (2010). Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek Dengan Metode USDP. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Sutoyo,T., Mulyanto,Edy., Suhartono,Vincent., Nurhayati,Oky D., Wijanarto,M.T. Teori Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Wahana Komputer. (2009). Visual Studio 2008. Bandung: Penerbit Wahana Komputer
- Wright, Paul H. (2005). Pengantar Engineering. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Rizky, Soetam. (2011). Konsep Dasar Rekayasa Perangkat Lunak. Jakarta: PT. Prestasi Pustakarya
- Putri Ariani, Ayu. (2014). Aplikasi Metodologi Penelitian Kebidanan dan Kesehatan Reproduksi. Yogyakarta: Nuha Medika Sadewa
- Zuhriyah,Sitti. (2014). Penggunaan Pohon Biner Huffman Untuk Kompresi Data Teks, 15,29-34

## **PENERAPAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION DALAM PERBAIKAN KUALITAS CITRA DIGITAL DAN MENGKOMPRESI CITRA MENGGUNAKAN ALGORITMA SHANNON FANO**

**Siti Nurul Khalisah; Lince Tomoria Sianturi dan Kennedi Tampubolon**

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Citra (image) atau sering disebut dengan Gambar adalah salah satu komponen dari multimedia yang memegang peranan penting sebagai bentuk informasi visual, di mana citra dapat diabadikan dan disimpan sebagai kenangan. Semakin besar ukuran dari suatu citra maka semakin besar pula media penyimpanan yang dibutuhkan. Sering citra yang dimiliki kualitas kurang yang mungkin diakibatkan oleh proses pembuatan Gambar yang benar atau ada gangguan lain saat pembuatan, maka perlu perbaikan. Perbaikan kualitas citra merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra (image processing). Perbaikan kualitas citra diperlukan karena sering kali citra yang dijadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami noise pada saat pengiriman melalui saluran transmisi, citra yang gelap, citra yang kurang tajam, kabur dan sebagainya. Untuk penghematan ruang penyimpanan salah satu cara yang dapat digunakan adalah teknik kompresi. Perbaikan kualitas citra dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, salah satu yang pokok pembahasan adalah Histogram Equalization. Pada metode mempertimbangkan bagaimana dengan sebaran nilai-nilai intensitas pixel pada seluruh komponen citra, maka langkah yang dilakukan adalah perataan histogram dan spesifikasi histogram sesuai dengan keinginan user untuk pengolahan citra. Sedangkan proses kompresi dilakukan dengan menggunakan Shannon Fano untuk mengatasi masalah dalam media penyimpanan. Salah satu tipe kompresi adalah metode lossless, di mana hasil kompresi dapat dikembalikan seperti data semula tanpa kehilangan informasi dari data asli. Algoritma Shannon-Fano bekerja dengan cara menggantikan setiap simbol dengan sebuah alternatif kode biner yang panjangnya ditentukan berdasarkan probabilitas dari munculnya simbol. Aplikasi ini dapat digunakan secara langsung dengan memasukkan data citra sebagai input untuk dilakukan perbaikan citra kemudian diproses kompresi di atas hingga memberikan hasil kompresi yang diharapkan.

**Kata Kunci :** Citra, Histogram, Kompresi, Shannon-Fano

### **PENDAHULUAN**

Ketika mengambil objek citra dari kamera, sering kali citra dengan kualitas yang buruk bahkan tidak jelas lagi memberikan informasi tentang citra tersebut. Kualitas tersebut akibat mengalami *noise* sehingga citra terlihat gelap, kurang tajam, kabur dan sebagainya. Perlu adanya usaha untuk memperbaiki kualitas citra tersebut. Salah satu cara untuk memperbaiki citra tersebut dengan Histogram Equalization. histogram citra memberikan informasi tentang penyebaran intensitas *pixel-pixel* di dalam citra. Misalnya, citra yang terlalu terang atau terlalu gelap memiliki histogram yang sempit.

Jika diasumsikan citra sebelumnya sudah dilakukan perbaikan akibat kerusakan, maka perlu juga melakukan kompresi agar kapasitasnya lebih sedikit. Pamanpatan itu dapat dilakukan dengan salah satu algoritma Shannon Fano. Algoritma Shannon-Fano merupakan algoritma pertama yang diperkenalkan untuk kompresi sinyal digital pada bukunya yang berjudul “*A Mathematical Theory of Communication*”. Algoritma ini dikembangkan secara mandiri oleh Claude Shannon dan Robert Fano dalam dua publikasi terpisah pada tahun yang sama yaitu pada tahun 1949. Algoritma Shannon-Fano adalah salah satu banyak yang dikembangkan oleh Claude Shannon dianggap sebagai “*Father of Information Theory*” yaitu membuat kemajuan dalam kaitannya dengan transfer data dan komunikasi pada umumnya.

### **METODE**

Dalam menyelesaikan penelitian kompresi, maka langkah-langkah yang dilakukan adalah :

#### **Studi Literatur**

Mengumpulkan sejumlah referensi perbaikan citra dan kompresi, proses perancangan sistem, mempelajari artikel, buku-buku atau sumber-sumber yang berhubungan dengan pengetahuan citra, menentukan fungsi pada aplikasi sesuai dengan kebutuhan.

#### **Analisis**

Menerapkan langkah-langkah Histogram Equalization dan Shannon-Fano dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

#### **Perancangan**

Membangun arsitektur aplikasi, cara kerja modul, model basis data dan interface, serta lingkungan pengembangan aplikasi

#### **Implementasi**

Menerapkan tools yang sesuai pada perancangan aplikasi.

## Pengujian Aplikasi

Menggunakan data citra bernoise pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil perbaikan dan kompresi serta menarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Citra adalah suatu representasi (Gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra terbagi 2 yaitu ada citra yang bersifat analog dan ada citra yang bersifat digital. Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu seperti Gambar pada monitor televisi, foto sinar X, hasil CT Scan dan lain sebagainya. Sedangkan pada citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer( T,Sutoyo *et al.* 2009).

Berdasarkan cara penyimpanan atau pembentukannya, citra digital dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :

1. Gambar Bitmap (raster), yaitu Gambar yang terbentuk dari sekumpulan titik penyusun Gambar (pixel). Gambar bitmap dipengaruhi oleh banyaknya pixel, sehingga semakin banyak jumlah pixel maka kualitas Gambar semakin baik dan halus, begitu pula sebaliknya. Gambar bitmap biasanya diperoleh dari scanner, kamera digital, kamera handphone, dan sebagainya.
2. Gambar vektor, yaitu Gambar yang terbentuk dari garis, kurva, dan bidang yang masing-masing merupakan suatu formulasi matematik. Jika Gambar vektor diperbesar, maka kualitas Gambarnya masih tetap baik dan tidak berubah. Gambar vektor biasanya dibuat dengan menggunakan aplikasi-aplikasi Gambar vektor seperti Corel Draw, Adobe Illustrator, Macromedia Freehand, dan sebagainya (Alinurdin, 2006).

## Kompresi

Umumnya data apapun sebenarnya adalah merupakan rangkaian bit 0 dan 1. Yang membedakan antara suatu data yang lain adalah ukuran dari rangkaian bit dan bagaimana 0 dan 1 itu ditempatkan dalam rangkaian bit tersebut. Misalnya data berupa teks dan Gambar, dalam data teks suatu rangkaian bit mewakili satu karakter, sedangkan dalam data Gambar rangkain bit mewakili suatu warna dalam satu pixel. Semakin kompleks suatu data, ukuran rangkaian bit yang diperlukan akan semakin panjang, dengan demikian ukuran data juga akan semakin besar.

Proses kompresi merupakan proses mereduksi ukuran suatu data untuk menghasilkan representasi digital yang padat atau mampat (*Compact*) namun tetap dapat mewakili kuantitas informasi yang terkandung pada data tersebut. Pada citra, video, audio kompresi mengarah pada minimalis jumlah bit rate untuk representasi digital. Pada beberapa literatur, istilah kompresi sering disebut juga *source coding*, *data compression*, *bandwidth compression*, dan *signal compression*.

## Teknik Kompresi

Ada dua teknik yang dilakukan dalam melakukan kompresi data yaitu :

3. *Lossless Compression*. Hasil kompresi dapat dikembalikan secara sempurna menjadi data asli, tidak terjadi kehilangan informasi (*error free compression*). Kompresi *lossless*, harus mempertahankan kesempurnaan informasi, sehingga hanya terdapat proses coding dan decoding, tidak terdapat proses kuantisasi. Kompresi tipe ini cocok diterapkan pada berkas basis data (data base), *spread sheet*, berkas *word processing*, citra biomedis, dan lain sebagainya.
4. *Lossy Compression*. Kompresi data yang bersifat *Lossy* mengijjinkan terjadinya kehilangan sebagian data tertentu dari pesan tersebut, sehingga dapat menghasilkan rasio kompresi yang tinggi. Apabila data terkompresi direkonstruksi kembali maka hasilnya tidak sama dengan aslinya, tetapi informasi terkandung tidak sampai berubah atau hilang. Sebagian besar kompresi data *lossy* memiliki pengaturan tingkat kompresi yang berbeda agar kompresi lebih efektif dan informasi tidak sampai berubah dan hilang. Kompresi data *lossy* efektif pada penyimpanan data analog yang didigitasi seperti Gambar. Video, dan suara.

Rasio kompresi adalah ukuran persentase data yang telah berhasil dimampatkan, secara matematis rasio pemampatan dituliskan sebagai berikut :

$$\text{Rasio} = 100\% - \left[ \frac{\text{Hasil Kompresi}}{\text{Data Asli}} \right] \times 100\%$$

## Histogram Equalization

Untuk memperoleh histogram citra yang sesuai, maka penyebaran nilai-nilai intensitas pada citra harus diubah. Terdapat dua metode pengubahan citra berdasarkan histogram:

1. Perataan historam (*histogram equalization*) Nilai-nilai intensitas di dalam citra diubah sehingga penyebarannya seragam (*uniform*).
2. Spesifikasi histogram (*histogram spesifcation*) Nilai-nilai intensitas di dalam citra diubah agar diperoleh histogram dengan bentuk yang dispesifikasikan oleh pengguna

Histogram menyatakan peluang *pixel* dengan derajat keabuan tertentu, maka rumus untuk menghitung histogram adalah :

$$Pr(rk) = \frac{nk}{n}, \text{ dimana } rk = \frac{k}{L-1}; 0 \leq k \leq L-1$$

Perataan histogram adalah mengubah *grayscale* *pixel* (*r*) dengan nilai baru (*s*) dengan transformasi *T*, maka  $S = T(s)$ . Ada dua sifat transformasi, yaitu :

- Nilai *s* adalah perataan 1 ke 1 dari *r* untuk menjamin intensitas tetap, ini berarti *r* dapat diperoleh kembali dari *r* dengan invers yaitu :  $r = T^{-1}(s); 0 \leq s \leq 1$
- Untuk  $0 \leq r \leq 1$ , maka  $0 \leq T(r) \leq 1$  menjamin pemetaan *T* konsisten pada range nilai.

Untuk fungsi histogram kontinue :

$$\delta = T(r) = \int_0^r Pr(w)dw; 0 \leq r \leq 1$$

dalam bentuk diskrit :

$$\delta = T(rk) = \sum_{i=0}^k \frac{ni}{n} = \sum_{i=0}^k Pr(rj)$$

### Algoritma Shannon-Fano

Berdasarkan probabilitas tersebut kemudian dibentuk daftar kode untuk setiap simbol dengan ketentuan sebagai berikut (Darma Putra, 2010:275). [5]

- Setiap simbol yang berbeda memiliki kode berbeda.
- Simbol dengan probabilitas kehadiran rendah memiliki kode jumlah bit yang lebih panjang dan simbol dengan probabilitas yang lebih tinggi memiliki jumlah bit yang lebih pendek.
- Meskipun memiliki panjang kode yang berbeda, simbol tetap dapat dikodekan secara unik.

Algoritma *Shannon-Fano* didasarkan pada *variable-length code* yang berarti beberapa karakter data yang dikodekan direpresentasikan dalam kode yang lebih pendek dari karakter yang ada pada data. Jika frekuensi kemunculan karakter semakin tinggi maka kode semakin pendek. Algoritma *Shannon-Fano* menggunakan struktur data yang sama dengan algoritma Huffman yaitu string sebagai data masukan, *binary tree* untuk pembentukan pohon biner dan array untuk pendeklarasian variabel yang sama.

Berikut adalah langkah-langkah kompresi algoritma *Shannon-fano*.

- Buat daftar frekuensi kemunculan setiap simbol dari data (pesan) yang akan dikodekan
- Urutkan daftar menurut frekuensi kemunculan simbol secara menurun (dari kemunculan paling banyak hingga kemunculan paling sedikit).
- Bagil daftar menjadi dua dengan pembagian jumlah total frekuensi (bagian atas) sedekat mungkin dengan jumlah total frekuensi yang lain (bagian bawah).
- Daftar bagian bawah dengan digit 0 dan bagian bawah dinyatakan digit 1. Berarti kode simbol-simbol bagian atas akan dimulai dengan 0 dan kode untuk simbol pada bagian bawah dimulai dengan 1.

Lakukan proses secara rekursif langkah 3 dan 4 pada bagian atas dan bawah. Bagialah menjadi kelompok-kelompok dan tambahkan bit-bit pada kode sampai setiap simbol mempunyai kode yang bersesuaian pada pohon tersebut.

### Analisa dan Perancangan

#### Analisa

#### Penentuan Data

Citra RGB diubah menjadi citra grayscale dengan menggunakan Matlab. Citra memiliki ukuran resolusi 2248 x 4268 pixel yang kemudian diperkecil dengan ukuran resolusi 5 x 5 pixel.



Gambar 3.1. Citra Input RGB ke Grayscale dan Size 5x5

Berikut ini merupakan coding untuk mengubah citra RGB menjadi citra *grayscale* adalah :

```
>>g=imread('d:\siti.jpg'); >>figure,imshow(g); >>figure,imhist(g); >>g=rgb2gray(g);
>>figure,imshow(g); >>figure,imhist(g); >> image=imread('d:\siti1.jpg');
>> imshow(image); >> citra=imread('d:\siti1.jpg');
```

Sehingga data pixel citra adalah :

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 139 | 119 | 107 | 182 | 206 |
| 131 | 76  | 124 | 98  | 116 |
| 43  | 73  | 167 | 122 | 140 |
| 8   | 25  | 76  | 203 | 226 |
| 20  | 30  | 71  | 191 | 214 |

**Penerapan Histogram Equalization**

Langkah-langkah sebagai berikut :

1. Baca citra dan dapatkan nilai tingkat keabuan dari setiap pixel penyusunnya, dan simpan dalam array.
2. Cari nilai maksimum tingkat keabuan citra tersebut.
3. Buat histogram citra asal. Simpan frekuensi kemunculan derajat keabuan dalam array (vektor).
4. Buatlah *Histogram Equalization* dengan menghitung presentasi kemunculan derajat keabuan yang ada dikali derajat keabuan maksimum dari citra asal.
5. Cari nilai tingkat keabuan dari citra hasil ekualisasi
6. Untuk memetakan *Histogram Equalization* menjadi citra baru, siapkan array (matriks) kosong ukuran sama dengan citra asal.
7. Petakan ke citra baru.

Karena histogram menyatakan peluang pixel dengan

$$Pr(rk) = rk = \frac{k}{L-1}$$

derajat keabuan tertentu, maka hitung histogram sebagai fungsi peluang di mana  $0 \leq k \leq L-1$ . Implementasikan pixel citra dengan grayscale ( $L$ ) = 8 untuk ukuran  $5 \times 5$  pixel dari data di atas.

Perhitungan histogram pada Tabel berikut :

Tabel 3.1 Perhitungan Histogram Equalization

| K | rk       | nk<br>(pixel) | pr(rk) |
|---|----------|---------------|--------|
| 0 | 0/7=0,00 | 1             | 0,04   |
| 1 | 1/7=0,14 | 4             | 0,16   |
| 2 | 2/7=0,29 | 4             | 0,16   |
| 3 | 3/7=0,43 | 2             | 0,08   |
| 4 | 4/7=0,57 | 7             | 0,28   |
| 5 | 5/7=0,71 | 1             | 0,04   |
| 6 | 6/7=0,86 | 4             | 0,16   |
| 7 | 7/7=1,00 | 2             | 0,08   |

Berdasarkan Tabel perhitungan di atas dapat dilakukan perataan histogram dengan melakukan operasi

$$Sk = T(rk) = \sum_{j=0}^k pr(rj)$$

di mana perhitungan perataan histogramnya adalah :

$$S0 = T(r0) = \sum_{j=0}^0 Pr(r0) = 0.04$$

$$S1 = T(r1) = \sum_{j=0}^1 Pr(r0) + Pr(r1) = 0.04 + 0.16 = 0.2$$

$$S2 = T(r2) = \sum_{j=0}^2 Pr(r0) + Pr(r1) + Pr(r2) = 0.04 + 0.16 + 0.16 = 0.36$$

$$S3 = T(r3) = \sum_{j=0}^3 Pr(r0) + Pr(r1) + Pr(r2) + Pr(r3) = 0.04 + 0.16 + 0.16 + 0.08 = 0.44$$

$$S4 = T(r4) = \sum_{j=0}^4 Pr(r0) + Pr(r1) + Pr(r2) + Pr(r3) + Pr(r4) = 0.04 + 0.16 + 0.16 + 0.08 + 0.28 = 0.72$$

$$\begin{aligned}
 S5 = T(r5) &= \sum_{j=0}^5 Pr(r0) + Pr(r1) + Pr(r2) + Pr(r3) + Pr(r4) + Pr(r5) \\
 &= 0.04 + 0.16 + 0.16 + 0.08 + 0.28 + 0.04 \\
 &= 0.76 \\
 S6 = T(r6) &= \sum_{j=0}^6 Pr(r0) + Pr(r1) + Pr(r2) + Pr(r3) + Pr(r4) + Pr(r5) + Pr(r6) \\
 &= 0.04 + 0.16 + 0.16 + 0.08 + 0.28 + 0.04 + 0.16 \\
 &= 0.92 \\
 S7 = T(r7) &= \sum_{j=0}^7 Pr(r0) + Pr(r1) + Pr(r2) + Pr(r3) + Pr(r4) + Pr(r5) + Pr(r6) + Pr(r7) \\
 &= 0.04 + 0.16 + 0.16 + 0.08 + 0.28 + 0.04 + 0.16 + 0.08 \\
 &= 1.00
 \end{aligned}$$

Karena pada citra hanya terdapat 8 nilai intensitas maka nilai nilai *Sk* harus dibulatkan kenilai *r* terdekat, sehingga:

|             |   |              |        |      |       |
|-------------|---|--------------|--------|------|-------|
| $S0 = 0.04$ | → | $0/7 = 0.00$ | maka : | $s0$ | $0/7$ |
| $S1 = 0.20$ | → | $1/7 = 0.14$ |        | $s1$ | $1/7$ |
| $S2 = 0.36$ | → | $2/7 = 0.29$ |        | $s2$ | $3/7$ |
| $S3 = 0.44$ | → | $3/7 = 0.43$ |        | $s3$ | $3/7$ |
| $S4 = 0.72$ | → | $5/7 = 0.71$ |        | $s4$ | $5/7$ |
| $S5 = 0.76$ | → | $5/7 = 0.71$ |        | $s5$ | $5/7$ |
| $S6 = 0.92$ | → | $6/7 = 0.86$ |        | $s6$ | $6/7$ |
| $S7 = 1.00$ | → | $7/7 = 1.00$ |        | $s7$ | $7/7$ |

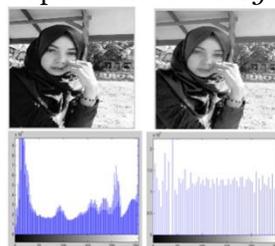
Tabel 3.3 Hasil Transformasi

| <i>K</i> | <i>rk</i> | <i>nk (pixel)</i> | <i>rk</i> | <i>sk</i> |
|----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|
| 0        | 0/7=0.00  | 1                 | 0/7       | 0/7       |
| 1        | 1/7=0,14  | 4                 | 1/7       | 1/7       |
| 2        | 2/7=0,29  | 4                 | 2/7       | 3/7       |
| 3        | 3/7=0,43  | 2                 | 3/7       | 3/7       |
| 4        | 4/7=0,57  | 7                 | 4/7       | 5/7       |
| 5        | 5/7=0,71  | 1                 | 5/7       | 5/7       |
| 6        | 6/7=0,86  | 4                 | 6/7       | 6/7       |
| 7        | 7/7=1.00  | 2                 | 7/7       | 7/7       |

Berdasarkan proses di atas kemudian didapatkan hasil citra baru dengan pixel berikut ini :

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 160 | 160 | 96  | 192 | 192 |
| 160 | 96  | 160 | 96  | 160 |
| 32  | 96  | 160 | 160 | 160 |
| 0   | 32  | 96  | 192 | 224 |
| 32  | 32  | 96  | 192 | 224 |

Berikut ini merupakan hasil penerapan metode *Histogram Equalization* beserta perbandingan grafiknya. Citra sebelah kiri merupakan citra grayscale yang menjadi objek dari penelitian ini. Sedangkan citra sebelah kanan merupakan citra hasil penerapan metode *Histogram Equalization*.



Gambar 3.2. Hasil Perataan Histogram

### Penerapan Shannon-Fano

Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut :

1. Buatlah daftar peluang atau frekuensi kehadiran setiap simbol dari data yang akan dikodekan.
2. Urutkanlah daftar tersebut menurut frekuensi kehadiran simbol secara menurun.
3. Bagilah daftar tersebut menjadi dua bagian dengan pembagian didasari pada jumlah total frekuensi suatu bagian (disebut bagian atas) sedekat mungkin dengan jumlah total frekuensi dengan bagian yang lain (disebut bagian bawah).
4. Daftar bagian atas dinyatakan dengan digit 0 dan bagian bawah dinyatakan dengan digit 1. Hal tersebut berarti kode untuk simbol-simbol pada bagianatas akan dimulai dengan 0 dan kode untuk simbol-simbol pada bagian bawah akan dimulai dengan 1.

5. Lakukanlah proses secara rekursif langkah 3 dan 4 pada bagian atas dan bawah. Bagilah menjadi kelompok-kelompok dan tambahkan bit-bit pada kode sampai setiap simbol mempunyai kode yang bersesuaian pada pohon tersebut.

Implementasikanlah algoritma Shannon Fano dengan menggunakan citra grayscale ukuran 5x5 *pixel* hasil dari perataan histogram di atas

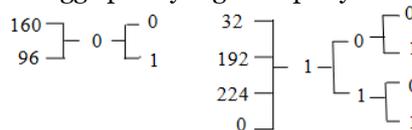
Tabel 3.4 Simbol Citra Grayscale

| No | Simbol | Codewords |
|----|--------|-----------|
| 1  | 0      | 1/25      |
| 2  | 32     | 4/25      |
| 3  | 96     | 6/25      |
| 4  | 160    | 8/25      |
| 5  | 192    | 4/25      |
| 6  | 224    | 2/25      |

Tabel 3.5 Daftar Frekuensi Simbol Setelah Diurutkan

| No | Simbol | Codewords |
|----|--------|-----------|
| 1  | 160    | 8/25      |
| 2  | 96     | 6/25      |
| 3  | 32     | 4/25      |
| 4  | 192    | 4/25      |
| 5  | 224    | 2/25      |
| 6  | 0      | 1/25      |

Berdasarkan Tabel di atas kemudian urutkanlah pixel tersebut mulai dari pixel yang mempunyai intensitas kemunculan paling besar hingga pixel yang mempunyai intensitas kemunculan paling kecil.



Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Kompresi

| Karakter | Shannon's Code |
|----------|----------------|
| 160      | 00             |
| 96       | 01             |
| 32       | 100            |
| 192      | 101            |
| 224      | 110            |
| 0        | 111            |

Tabel 3.7 Hasil Kompresi

| Karakter | Frekuensi | Kode bit | Ukuran citra   |
|----------|-----------|----------|----------------|
| 160      | 8         | 00       | 8 bit * 2 = 16 |
| 96       | 6         | 01       | 6 bit * 2 = 12 |
| 32       | 4         | 100      | 4 bit * 3 = 12 |
| 192      | 4         | 101      | 5 bit * 3 = 12 |
| 224      | 2         | 110      | 2 bit * 3 = 6  |
| 0        | 1         | 111      | 1 bit * 3 = 3  |

Ukuran citra setelah dikompresi = 96 bit.

| Sample<br>Pixel Citra | pixel 25 byte<br>=200bit | Hasil Kompresi<br>25byte=96 bit |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 32                    | 10100000                 | 00                              |
| 32                    | 10100000                 | 00                              |
| 192                   | 10100000                 | 00                              |
| 192                   | 10100000                 | 00                              |
| 192                   | 10100000                 | 00                              |
| 192                   | 10100000                 | 00                              |
| 224                   | 10100000                 | 00                              |
| 0                     | 10100000                 | 00                              |
|                       | 1100000                  | 01                              |
|                       | 1100000                  | 01                              |
|                       | 1100000                  | 01                              |
|                       | 1100000                  | 01                              |
|                       | 1100000                  | 01                              |
|                       | 1100000                  | 01                              |
|                       | 1000000                  | 100                             |
|                       | 1000000                  | 100                             |
|                       | 1000000                  | 100                             |
|                       | 1000000                  | 100                             |
|                       | 10101100                 | 101                             |
|                       | 10101100                 | 101                             |
|                       | 10101100                 | 101                             |
|                       | 10101100                 | 101                             |
|                       | 11100000                 | 110                             |
|                       | 00000000                 | 111                             |

Gambar 3.3 Hasil Kompresi Citra *Shannon Fano*

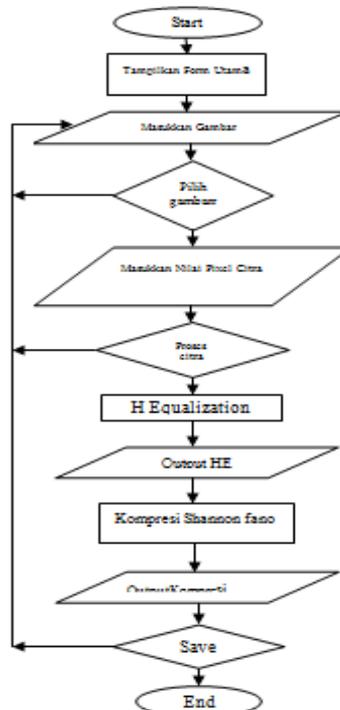
Rasio Kompresi :  $\frac{200 - 96}{200} \times 100\% = 52\%$

Nilai karakter *output* algoritma Shannon Fano adalah :

160 160 96 192 192; 160 96 160 96 160; 32 96 160 160 160; 0 32 96 192 224 ; 32 32 96 192 224

**Perancangan Flowchart**

Aplikasi yang akan dirancang dideskripsikan dalam flowchart berikut :



Gambar 3.4 *Flowchart Histogram Equalization dan Shannon Fano* Untuk Kompresi Citra Digital

**Algoritma dan Implementasi**  
**Algoritma**

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

28. Algoritma Histogram Equalization

```

Input : citra_awal , npix_R, npix_G, npix_B
Output : Nilai_hasilHistogramEQ
Proses :
    Input citra_awal
    citra_awal ← Citra asli sebelum proses peningkatan kualitas
    npix_R = ambil_nilai_pixelRed(citra_awal)
    npix_R ← Nilai channel Red
    npix_G = ambil_nilai_pixelGreen(citra_awal)
    npix_G ← Nilai channel Green
    npix_B = ambil_nilai_pixelBlue(citra_awal)
    npix_B ← Nilai channel Blue
    npix_GR = (npix_R + npix_G + npix_B) / 3
    npix_GR ← Nilai keabuan pixel
    for i=1 to 5
        nilai_pixel (i) = npix_GR(i)
        frekuensi(i) = frekuensi_kemunculan(npix_GR) Next i
    For i=1 to JumlahData(npix_GR)
        Distribusi_kumulatif(i) = 1 + frekuensi(i) Next i
    Nilai_hasilHistogramEQ(i) = Distribusi_kumulatif(i) / 2
    Nilai_hasilHistogramEQ ← Nilai pixel hasil dari proses Histogram EQ
    Cari data pixel ke-i
    If nilai=npix_GR(i) Then nilai=Nilai_hasilHistogramEQ(i)
    
```

29. Algoritma Kompresi Shannon Fano *End* Algoritma Form Menu Deteksi Tepi

```

Input : Nilai_hasilHistogramEQ
Output : Output_Shannon
Proses :
    Nilai_hasilHistogramEQ ← Nilai pixel hasil dari proses Histogram EQ
    For i=1 to 5
        Nilai_array(i) = Ambil_nilai(Nilai_hasilHistogramEQ)
        Simbol(i) = Nilai_array(i)
        CodeWords(i) = frekuensi(i) / JumlahData(Nilai_hasilHistogramEQ)
    Next i
    Urutkan_dari_terbesar_ke_terkecil(CodeWords)
    Shannon_karakter(CodeWords(i) / 2)
    Batas_atas = 0
    Batas_bawah = 1
    Range(i) = Range(i) + 0,04
    i = i + 1
    Cari_data(Nilai_hasilHistogramEQ)
    Jika Nilai_hasilHistogramEQ = CodeWords(i), maka
        Output_Shannon = Shannon_karakter(i)
    Output_Shannon ← Hasil kompresi Shannon-Fano
    Selesai
    
```

**Implementasi**

Aplikasi ini akan berjalan dengan :

20. Tampilan Awal



Gambar 4.1. Menu Utama

21. Tampilan Proses HE dan SF



Gambar 4.2. Tampilan HE dan SF

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan metode *histogram equalization* sangat berpengaruh pada pengolahan citra digital dengan menggunakan metode ini maka Gambar yang di dihasilkan dapat di bedakan dengan Gambar aslinya.
2. Pengompresan dapat di lakukan apabila proses *histogram equalization* telah selesai di kerjakan, maka otomatis shannon fano akan langsung di tampilkan pada aplikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, *“Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra”*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2013
- Darma Putra, *“Pengolahan Citra Digital”*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2010
- Ahmad, Usman. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- T. Sutoyo S.Si dkk, *“Teori Pengolahan Citra Digital”*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2009
- Ir.Yuniar Supardi, *“Microsoft Visual Basic Net 2008 (2008)”*
- Rosa A.S – M. Salahuddin, *“Unified Modeling Language (UML)”*, 2011
- Hermawan, Julius. 2005. *Analisa Desain dan Pemrograman Berorientasi Obyek dengan UML dan Visual Basic. Net*. Yogyakarta: Andi
- Winda Kusdianti, Andinita Septriani, 2014 *“Kompresi Pada Citra Digital Menggunakan Algoritma Shannon Fano”*
- Irmalia Suryani faradisa, Bara Firmana Budiono 2011 *“Implementasi Metode Shanon fano Sebagai Teknik Kompresi Citra”*.
- Wahana Komputer, *“Ragam Aplikasi Pengolahan Image dengan Matlab”*, Penerbit PT.Elex Media Komputindo, Jakarta 2013
- Sugiarti, Yuni. 2013. *Analisis dan Perancangan UML (Unified Modeling Language) Generated VB.6*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sri Rahayu Utami (2014). *Perancangan Aplikasi Perbaikan Citra Hasil Pengambilan Webcam Menerapkan Metode Contrast Stretching*. Pelita Informatika Budidarma, 2, 2301-9425

## **PENERAPAN METODE MOVING AVERAGE UNTUK MEMREDIKSI JUMLAH CRUDE PALM OIL (CPO) PADA PT. INTI INDOSAWIT SUBUR**

**Fenti Anatasia Sari Nastiti; Henry Kristian Siburian Dan Matias Julyus Fika Sirait**

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Produksi minyak sawit dengan operasi tepat waktu, cost murah, spesifikasi sesuai dengan order merupakan adalah target suatu perusahaan. PT. Inti Indosawit Subur adalah salah satu perusahaan yang memproduksi tandan buah segar (TBS) berupa minyak kelapa sawit. Perusahaan ini selama beroperasi menginginkan keuntungan yang maksimal. Dalam mencapai tujuan perusahaan ini selalu mempertimbangkan kebijakan lainnya seperti memaksimalkan total produk dengan keterbatasan bahan baku, dan meminimalkan biaya produksi. Dalam hal ini, perusahaan tak jarang mengalami produksi berkurang dan belum atau kurang dalam melakukan persiapan ketika dihadapkan pada masa produksi berkurang. Untuk membantu permasalahan yang dihadapi PT. Inti Indosawit subur dalam menjalankan kegiatan usahanya maka diperlukan suatu prediksi. Prediksi yang dimaksud adalah berapa banyak jumlah Crude Palm Oil (CPO) di periode yang akan datang. Untuk mempermudah proses perhitungan dan memperoleh hasil yang lebih optimal, maka proses perhitungan jumlah CPO dengan menggunakan Metode Moving Average diupayakan dapat membantu pihak manajemen PT. Inti Indosawit Subur dalam memprediksi jumlah Crude Palm Oil (CPO) sehingga tidak mengalami produksi berkurang atau berlebihan sehingga perusahaan lebih cepat mempersiapkan tindakan dalam memenuhi permintaan para konsumen. Aplikasi akan memberikan jumlah CPO yang sesuai dari setiap proses produksi sehingga perusahaan akan terbantu dalam membuat kebijakan layanan pada para konsumen dalam setiap permintaan.

**Kata kunci :** Produksi, CPO, Optimalisasi, Prediksi, Moving\_Average

### **PENDAHULUAN**

Crude Palm Oil (CPO) merupakan salah satu hasil olahan kelapa sawit yang dikenal dengan minyak kelapa sawit mentah. Minyak kelapa sawit memiliki beragam keunggulan yang terletak pada penggunaannya sebagai bahan baku beragam industri, baik industri pangan maupun nonpangan. Produksi minyak sawit dalam waktu yang tepat dan dalam jumlah yang tepat merupakan sesuatu yang diinginkan perusahaan perkebunan sawit, termasuk PT. Inti Indosawit Subur.

PT. Inti Indosawit Subur adalah anak perusahaan Asian Agri yang merupakan sebuah perusahaan swasta nasional bergerak dalam bidang perkebunan kelapa sawit dan unit pengolahannya sejak 1979. Sejak tahun 1987, PT. Inti Indosawit Subur telah ikut membantu pemerintah Indonesia dalam program pengembangan dan pembangunan Perkebunan Inti Rakyat Transmigrasi (PIR-Trans).

Dalam menentukan jumlah CPO di periode yang akan datang tidaklah mudah, banyaknya faktor yang terlibat dalam perhitungan menjadi kendala dalam mengambil kebijakan untuk dapat menentukan jumlah CPO yang akan diproduksi. Salah satu cara sederhana yang bisa digunakan dalam memprediksi jumlah produksi CPO adalah penerapan metode *moving average*, karena dalam metode ini terdapat beberapa data yang bisa digunakan dalam melakukan perhitungan prediksi jumlah produksi CPO. Metode ini dilakukan dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan, mencari rata-ratanya kemudian menggunakan rata-rata tersebut sebagai ramalan untuk periode yang akan datang.

### **METODE**

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka langkah-langkah baik secara teoritis maupun perancangan dalam aplikasi adalah :

#### **Studi Literatur**

Mengumpulkan sejumlah data dari perusahaan yang berhubungan dengan produksi CPO, mengoleksi sejumlah referensi lain yang berkaitan dengan penelitian, mempelajari artikel, buku-buku atau situs tentang Moving Average

#### **Analisis**

Menerapkan langkah-langkah Moving Average dan analisis kebutuhan aplikasi.

#### **Perancangan**

Melakukan tahapan analisis dengan Moving Average, membangun arsitektur aplikasi, model, basis data dan interface, serta pengembangan aplikasi

#### **Implementasi**

Perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

#### **Pengujian Aplikasi**

Menguji data produksi pada aplikasi untuk melihat hasil prediksi dan menarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Optimalisasi dan Produksi

Optimalisasi adalah persoalan untuk membuat nilai suatu fungsi beberapa variabel menjadi maksimum atau minimum dengan memperhatikan kendala yang ada. Optimasi bertujuan untuk mencapai hasil yang ideal atau optimasi (nilai efektif yang dapat dicapai). Optimasi dapat diartikan sebagai suatu bentuk mengoptimalkan sesuatu hal yang sudah ada, ataupun merancang dan membuat sesuatu secara optimal. (<https://id.wikipedia.org/wiki/Optimasi>, diakses pada tanggal 19 mei 2016).

Sedangkan produksi adalah suatu kegiatan yang mengubah input menjadi output. Kegiatan tersebut dalam ekonomi biasa dinyatakan dalam fungsi produksi. Fungsi produksi menunjukkan jumlah maksimum output yang dihasilkan dari pemakaian sejumlah input dengan menggunakan teknologi tertentu. (Sugiarto.dkk, Hal : 202, 2007).

### Minyak Kelapa Sawit

Menurut (Pardamean, 2008) dalam jurnal (Budi Nining Widarti, Septian Hadi Susetyo, Edhi Sarwono, Degradasi COD Limbah Cair Dari Pabrik Kelapa Sawit Dalam Proses Pembentukan Biogas, Universitas Mulawarman, 2015, ISSN : 138-141) Kelapa sawit merupakan tumbuhan monokotil (berbiji tunggal) yang dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah. Kelapa sawit memiliki spesifik yaitu tanaman sejenis palma, buah tersusun dalam sebuah tandan dan disebut dengan tandan buah segar, satu tandan dewasa beratnya 15-30 kg tersusun dari 600-2000 buah dengan berat perbuah 15-30 gram, buah diambil minyaknya dengan hasil dari sabut (daging buah) menghasilkan 20-24% sedangkan inti sawit menghasilkan minyak sawit 3-4 %.

Minyak sawit termasuk minyak yang memiliki kadar lemak jenuh yang tinggi. Minyak sawit berwujud setengah padat pada temperatur ruangan dan memiliki beberapa jenis lemak jenuh asam laurat (0.1%), asam miristat (1%), asam stearat (5%), dan asam palmitat (44%). Minyak sawit juga memiliki lemak tak jenuh dalam bentuk asam oleat (39%), asam linoleat (10%), dan asam alfa linoleat (0.3%). Seperti semua minyak nabati, minyak sawit tidak mengandung kolesterol meski konsumsi lemak jenuh diketahui menyebabkan peningkatan kolesterol lipoprotein densitas rendah dan lipoprotein densitas tinggi akibat metabolisme asam lemak dalam tubuh.

### Prediksi

Menurut Tita Deitiana, (2011:32) dalam buku *Manajemen Operasional Strategi dan Analisa (Service dan Manufactur)*, yaitu : “peramalan (*forecasting*) adalah : seni dan ilmu untuk memprediksi kejadian di masa mendatang”. Peramalan atau prediksi dalam dunia bisnis yang dapat diganti dengan istilah *proyeksi*.

Menurut Suliyanto, (2008 : 1) dalam buku *Teknik Proyeksi Bisnis dan Aplikasi dengan Microsoft Excel*, yaitu : “peramalan adalah pengidentifikasian keadaan yang akan datang secara ilmiah”.

### CPO

*Crude Palm Oil* (CPO) atau minyak sawit mentah merupakan salah satu komoditas pertanian yang menjadi andalan di Indonesia. Selain perusahaan swasta, Badan Usaha Milik Negara (BUMN) juga bergerak di bisnis perkebunan dan pengolahan kelapa sawit.

Perkebunan kelapa sawit menghasilkan minyak sawit mentah yang digunakan sebagai bahan baku oleh industri lainnya sebagai produk turunan seperti oleopangan (minyak goreng dan margarin, dan shortening) dan oleokimia (fatty acids, fatty alcohol dan glycerine).

Fungsi minyak sawit mentah sebagai bahan baku bagi industri lainnya tentu memberikan konsekuensi perhatian yang lebih terhadap kualitas. Dalam agroindustri CPO, manajemen rantai pasok akan menunjang praktik usaha tani, produksi dan pendistribusian (Basiron et al., 2005).

### Moving Average

*Moving Average* digunakan apabila data historis bersifat fluktuatif, tidak memiliki pola tren dan tidak memiliki pola musiman, cara kerjanya adalah menghaluskan pola data historis dengan meratakan data tersebut.

*Moving Average* terbagi menjadi tiga yaitu *Simple Moving Average* (SMA), *Weighted Moving Average* (WMA), dan *Exponential Moving Average* (XMA) (Ade Abdul Gofur<sup>1</sup>, Utami Dewi Widiyanti<sup>2</sup>, Universitas Komputer Indonesia, Sistem Peramalan Untuk Pengadaan Material Unit Injection Di PT. XYZ, Oktober 2013, ISSN : 2089-9033).

Prakiraan didasarkan pada proyeksi serial data yang dimuluskan dengan rata-rata bergerak. Nilai prakiraan suatu periode merupakan rata-rata nilai observasi N periode terakhir. Istilah rata – rata bergerak digunakan karena setiap kali observasi baru (data aktual) tersedia, angka rata-rata baru dihitung dengan memasukkan data terbaru dan mengeluarkan/ meninggalkan data periode terlama.

Rata-rata yang baru ini kemudian dipakai sebagai prakiraan untuk periode yang akan datang, dan seterusnya. Serial data yang digunakan jumlahnya selalu tetap dan termasuk data periode terakhir, dapat dihitung dengan :

$$F_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-N+1}}{N}$$

di mana :  $X_t$  = data observasi periode t ;  $F_t$  = Prediksi untuk ; periode t ; N = panjang serial waktu

**Analisa dan Perancangan**

**Analisa Data**

Ada 3 data jumlah CPO pada PT. Inti Indosawit Subur yakni data CPO kebun inti, data CPO kebun plasma dan data CPO kebun luar.

Data yang diambil untuk digunakan dalam memprediksi jumlah CPO adalah data per bulan dari kebun inti, kebun plasma dan kebun luar selama rentang waktu satu tahun empat bulan (Januari 2015 – April 2016) dari PT. Inti Indosawit Subur.

Tabel 3.1 Data Jumlah CPO Januari 2015 – April 2016

| Bulan (t)      | Jumlah CPO |          |          |
|----------------|------------|----------|----------|
|                | Inti       | Plasma   | Luar     |
| Januari 2015   | 554 ton    | 1587 ton | 756 ton  |
| Februari 2015  | 445 ton    | 1313 ton | 601 ton  |
| Maret 2015     | 728 ton    | 1967 ton | 978 ton  |
| April 2015     | 799 ton    | 2436 ton | 973 ton  |
| Mei 2015       | 1176 ton   | 2820 ton | 1337 ton |
| Juni 2015      | 1344 ton   | 3197 ton | 1378 ton |
| Juli 2015      | 729 ton    | 2725 ton | 1219 ton |
| Agustus 2015   | 1151 ton   | 3398 ton | 959 ton  |
| September 2015 | 1202 ton   | 2817 ton | 1132 ton |
| Oktober 2015   | 1156 ton   | 2913 ton | 1505 ton |
| November 2015  | 987 ton    | 2556 ton | 1704 ton |
| Desember 2015  | 1054 ton   | 2152 ton | 1395 ton |
| Januari 2016   | 413 ton    | 1805 ton | 912 ton  |
| Februari 2016  | 557 ton    | 1579 ton | 868 ton  |
| Maret 2016     | 514 ton    | 1387 ton | 689 ton  |
| April 2016     | 451 ton    | 1444 ton | 722 ton  |

Sumber data: PT. Inti Indosawit Subur

Dari data di atas akan diproses berapa besar prediksi untuk bulan Mei 2016

**Penerapan Moving Average**

Untuk memprediksi jumlah CPO di periode yang akan datang dengan *Moving Average* yang digunakan yaitu metode *simple moving average*. Metode ini mencari nilai rata - rata dari data jumlah CPO dari periode sebelumnya. Nilai rata-rata inilah yang kemudian akan menjadi acuan dalam peramalan untuk periode mendatang.

Menggunakan Rata – rata bergerak 3 bulan, di mana  $F_t$ =Prediksi untuk periode t ; N = panjang serial waktu dengan rumus :

$$F_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-N+1}}{N}$$

SMA Inti

$$\begin{aligned}
 F_4 &= \frac{X_3 + X_{3-1} + \dots + X_{3-2}}{N} \\
 &= \frac{728 + 445 + 554}{3} \\
 &= 575,6 \\
 F_5 &= \frac{X_4 + X_{4-1} + \dots + X_{4-2}}{N} \\
 &= \frac{799 + 728 + 445}{3} \\
 &= 657,3 \\
 F_6 &= \frac{X_5 + X_{5-1} + \dots + X_{5-2}}{N} \\
 &= \frac{1176 + 799 + 728}{3} \\
 &= 901 \\
 F_7 &= \frac{X_6 + X_{6-1} + \dots + X_{6-2}}{N} \\
 &= \frac{1344 + 1176 + 799}{3} \\
 &= 1106,3 \\
 F_8 &= \frac{X_7 + X_{7-1} + \dots + X_{7-2}}{N} \\
 &= \frac{729 + 1344 + 1176}{3} \\
 &= 1083 \\
 F_9 &= \frac{X_8 + X_{8-1} + \dots + X_{8-2}}{N} \\
 &= \frac{1151 + 729 + 1344}{3} \\
 &= 1074,6 \\
 F_{10} &= \frac{X_9 + X_{9-1} + \dots + X_{9-2}}{N} \\
 &= \frac{1202 + 1151 + 729}{3} \\
 &= 1027,3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{11} &= \frac{X_{10} + X_{10-1} + \dots + X_{10-2}}{N} \\
 &= \frac{1156 + 1202 + 1151}{3} \\
 &= 1169,6 \\
 F_{12} &= \frac{X_{11} + X_{11-1} + \dots + X_{11-2}}{N} \\
 &= \frac{987 + 1156 + 1202}{3} \\
 &= 1115 \\
 F_{13} &= \frac{X_{12} + X_{12-1} + \dots + X_{12-2}}{N} \\
 &= \frac{1054 + 987 + 1156}{3} \\
 &= 1065,6 \\
 F_{14} &= \frac{X_{13} + X_{13-1} + \dots + X_{13-2}}{N} \\
 &= \frac{413 + 1054 + 987}{3} \\
 &= 818 \\
 F_{15} &= \frac{X_{14} + X_{14-1} + \dots + X_{14-2}}{N} \\
 &= \frac{557 + 413 + 1054}{3} \\
 &= 674,6 \\
 F_{16} &= \frac{X_{15} + X_{15-1} + \dots + X_{15-2}}{N} \\
 &= \frac{514 + 557 + 413}{3} \\
 &= 494,6 \\
 F_{17} &= \frac{X_{16} + X_{16-1} + \dots + X_{16-2}}{N} \\
 &= \frac{451 + 514 + 557}{3} \\
 &= 507,3
 \end{aligned}$$

Jadi, prediksi jumlah CPO Inti bulan Mei 2016 sebanyak 507,3 ton.

SMA Plasma

$$\begin{aligned}
 F_4 &= \frac{X_3 + X_{3-1} + \dots + X_{3-2}}{N} \\
 &= \frac{1967 + 1313 + 1587}{3} \\
 &= 1622,3 \\
 F_5 &= \frac{X_4 + X_{4-1} + \dots + X_{4-2}}{N} \\
 &= \frac{2436 + 1967 + 1313}{3} \\
 &= 1905,3 \\
 F_6 &= \frac{X_5 + X_{5-1} + \dots + X_{5-2}}{N} \\
 &= \frac{2820 + 2436 + 1967}{3} \\
 &= 2407,6 \\
 F_7 &= \frac{X_6 + X_{6-1} + \dots + X_{6-2}}{N} \\
 &= \frac{3197 + 2820 + 2436}{3} \\
 &= 2817,6 \\
 F_8 &= \frac{X_7 + X_{7-1} + \dots + X_{7-2}}{N} \\
 &= \frac{2725 + 3197 + 2820}{3} \\
 &= 2914 \\
 F_9 &= \frac{X_8 + X_{8-1} + \dots + X_{8-2}}{N} \\
 &= \frac{3398 + 2725 + 3197}{3} \\
 &= 3106,6 \\
 F_{10} &= \frac{X_9 + X_{9-1} + \dots + X_{9-2}}{N} \\
 &= \frac{2817 + 3398 + 2725}{3} \\
 &= 2980
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{11} &= \frac{X_{10} + X_{10-1} + \dots + X_{10-2}}{N} \\
 &= \frac{2913 + 2817 + 3398}{3} \\
 &= 3042,6 \\
 F_{12} &= \frac{X_{11} + X_{11-1} + \dots + X_{11-2}}{N} \\
 &= \frac{2556 + 2913 + 2817}{3} \\
 &= 2762 \\
 F_{13} &= \frac{X_{12} + X_{12-1} + \dots + X_{12-2}}{N} \\
 &= \frac{2152 + 2556 + 2913}{3} \\
 &= 2540,3 \\
 F_{14} &= \frac{X_{13} + X_{13-1} + \dots + X_{13-2}}{N} \\
 &= \frac{1805 + 2152 + 2556}{3} \\
 &= 2171 \\
 F_{15} &= \frac{X_{14} + X_{14-1} + \dots + X_{14-2}}{N} \\
 &= \frac{1579 + 1805 + 2152}{3} \\
 &= 1845,3 \\
 F_{16} &= \frac{X_{15} + X_{15-1} + \dots + X_{15-2}}{N} \\
 &= \frac{1387 + 1579 + 1805}{3} \\
 &= 1590,3 \\
 F_{17} &= \frac{X_{16} + X_{16-1} + \dots + X_{16-2}}{N} \\
 &= \frac{1444 + 1387 + 1579}{3} \\
 &= 1470
 \end{aligned}$$

Jadi, prediksi jumlah CPO Plasma bulan Mei 2016 sebanyak 1470 ton

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>SMA Luar</b></p> $F_4 = \frac{X_3 + X_{3-1} + \dots + X_{3-2}}{N}$ $= \frac{978 + 601 + 756}{3}$ $= 778,3$ $F_5 = \frac{X_4 + X_{4-1} + \dots + X_{4-2}}{N}$ $= \frac{973 + 978 + 601}{3}$ $= 850,6$ $F_6 = \frac{X_5 + X_{5-1} + \dots + X_{5-2}}{N}$ $= \frac{1337 + 973 + 978}{3}$ $= 1096$ $F_7 = \frac{X_6 + X_{6-1} + \dots + X_{6-2}}{N}$ $= \frac{1378 + 1337 + 973}{3}$ $= 1229,3$ $F_8 = \frac{X_7 + X_{7-1} + \dots + X_{7-2}}{N}$ $= \frac{1219 + 1378 + 1337}{3}$ $= 1311,3$ $F_9 = \frac{X_8 + X_{8-1} + \dots + X_{8-2}}{N}$ $= \frac{959 + 1219 + 1378}{3}$ $= 1185,3$ $F_{10} = \frac{X_9 + X_{9-1} + \dots + X_{9-2}}{N}$ $= \frac{1132 + 959 + 1219}{3}$ $= 1103,3$ | $F_{11} = \frac{X_{10} + X_{10-1} + \dots + X_{10-2}}{N}$ $= \frac{1505 + 1132 + 959}{3}$ $= 1198,6$ $F_{12} = \frac{X_{11} + X_{11-1} + \dots + X_{11-2}}{N}$ $= \frac{1704 + 1505 + 1132}{3}$ $= 1447$ $F_{13} = \frac{X_{12} + X_{12-1} + \dots + X_{12-2}}{N}$ $= \frac{1395 + 1704 + 1505}{3}$ $= 1534,6$ $F_{14} = \frac{X_{13} + X_{13-1} + \dots + X_{13-2}}{N}$ $= \frac{912 + 1395 + 1704}{3}$ $= 1337$ $F_{15} = \frac{X_{14} + X_{14-1} + \dots + X_{14-2}}{N}$ $= \frac{868 + 912 + 1395}{3}$ $= 1058,3$ $F_{16} = \frac{X_{15} + X_{15-1} + \dots + X_{15-2}}{N}$ $= \frac{689 + 868 + 912}{3}$ $= 823$ $F_{17} = \frac{X_{16} + X_{16-1} + \dots + X_{16-2}}{N}$ $= \frac{722 + 689 + 868}{3}$ $= 759,6$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Jadi, prediksi jumlah CPO Luar bulan Mei 2016 pada PT. Inti Indosawit Subur sebanyak 759,6 ton. Dari hasil perhitungan diatas maka diperoleh data jumlah CPO dengan rata – rata bergerak 3 bulan seperti pada Tabel 3.2 berikut :

Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Data Jumlah CPO dengan Rata – Rata Bergerak 3 Bulan

| Bulan (t)      | Hasil Prediksi Jumlah CPO |            |            |
|----------------|---------------------------|------------|------------|
|                | Inti                      | Plasma     | Luar       |
| Januari 2015   |                           |            |            |
| Februari 2015  |                           |            |            |
| Maret 2015     |                           |            |            |
| April 2015     | 575,6 ton                 | 1622,3 ton | 778,3 ton  |
| Mei 2015       | 657,3 ton                 | 1905,3 ton | 850,6 ton  |
| Juni 2015      | 901 ton                   | 2407,6 ton | 1096 ton   |
| Juli 2015      | 1106,3 ton                | 2817,6 ton | 1229,3 ton |
| Agustus 2015   | 1083 ton                  | 2914ton    | 1311,3 ton |
| September 2015 | 1074,6 ton                | 3106,6 ton | 1185,3 ton |
| Oktober 2015   | 1027,3 ton                | 2980 ton   | 1103,3 ton |
| November 2015  | 1169,6 ton                | 3042,6 ton | 1198,6 ton |
| Desember 2015  | 1115 ton                  | 2762 ton   | 1447 ton   |
| Januari 2016   | 1065,6 ton                | 2540,3 ton | 1534,6 ton |
| Februari 2016  | 818 ton                   | 2171 ton   | 1337 ton   |
| Maret 2016     | 674,6 ton                 | 1845,3 ton | 1058,3 ton |
| April 2016     | 494,6 ton                 | 1590,3 ton | 823 ton    |
| Mei 2016       | 507,3 ton                 | 1470 ton   | 759,6 ton  |

Dengan demikian, hasil prediksi jumlah *Crude Palm Oil* (CPO) Bulan Mei 2016 dengan menggunakan metode *Moving Average* pada PT. Inti Indosawit Subur adalah :

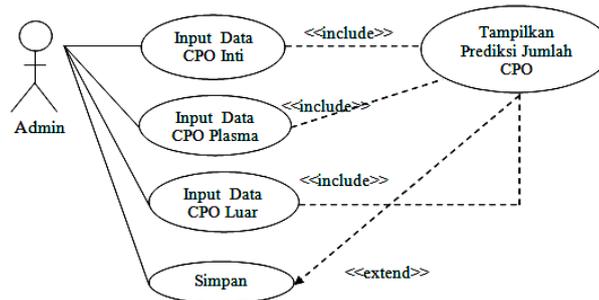
Tabel 3.3 Hasil Prediksi Bulan Mei 2016

| Periode (t) | Hasil Prediksi Jumlah CPO |          |           |
|-------------|---------------------------|----------|-----------|
|             | Inti                      | Plasma   | Luar      |
| Mei 2016    | 507,3 ton                 | 1470 ton | 759,6 ton |

Berdasarkan hasil di atas maka di ambil kesimpulan bahwa prediksi jumlah *Crude Palm Oil* (CPO) pada Bulan Mei 2016 adalah : Jumlah CPO pada Inti sebesar 507,3 ton, Plasma sebesar 1470 ton dan Luar sebesar 759,6 ton.

**Perancangan Use Case Diagram**

*Use case* merupakan fungsionalitas dari suatu sistem, sehingga pengguna sistem paham dan mengerti mengenai kegunaan sistem yang akan dibangun. *Use Case* penerapan metode moving average untuk memprediksi jumlah crude palm oil (CPO) pada PT. Inti Indosawit Subur diperlihatkan pada Gambar 3.1.

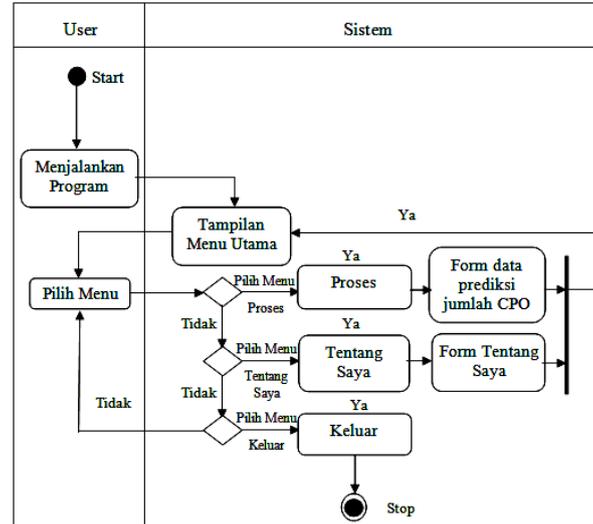


Gambar 3.1. Use Case Diagram

**Activity Diagram**

*Activity Diagram* adalah cara untuk memodelkan *event-event* yang terjadi dalam *use case*. *Activity diagram* berfungsi untuk memvisualisasikan, menspesifikasi, mengkonstruksi sifat dari sekumpulan objek pada Tabel 3.2 berikut :

Tabel 3.2. Activity Diagram



**Algoritma Dan Implementasi Algoritma**

Adapun algoritma yang digunakan dalam program ini adalah prosedur Algoritma *Simple Moving Avarege* (SMA).

Input :  $X_1, X_2, X_3$

- $X_1$  ← Jumlah CPO Inti
- $X_2$  ← Jumlah CPO Plasma
- $X_3$  ← Jumlah CPO Luar

Output : Hasil Prediksi bulan berikutnya.

Proses : /\* Deklarasi Variabel \*/

- $X_1$  ← ( Variabel Input)
- $X_2$  ← (Variabel Input)
- $X_3$  ← (Variabel Input)

```

Ft ← (Prediksi jumlah CPO)
n ← (Jumlah Periode)
X1 ← ( Variabel Proses)
X2 ← (Variabel Proses)
X3 ← (Variabel Proses)
/* Input_File */
Input X1, X2, X3 (data yang akan diinput)
Seek X1, X2, X3
If found Tampilkan data End if
Input Ft = Sum (X1, X2, X3) / n
Ft = X1 + X2 + X3 / n
/* Output file */
Tampilkan hasil Prediksi
    
```

## Implementasi

### A. Tampilan Form Input Data

| periode  | hasil inti | hasil plasma | hasil luar |
|----------|------------|--------------|------------|
| Januari  | 1727       | 4857         | 2344       |
| Februari | 2326       | 7308         | 2919       |
| Maret    | 2184       | 5901         | 2934       |
| April    | -          | -            | -          |
| Mei      | 575,7      | 1622,3       | 781,3      |

Gambar 4.1 Tampilan Form Input Data

### B. Form Output

| Bulan    | Inti     | Plasma   |
|----------|----------|----------|
| Januar   | 554 Ton  | 1507 Ton |
| Februari | 485 Ton  | 1353 Ton |
| Maret    | 728 Ton  | 1857 Ton |
| April    | 795 Ton  | 2426 Ton |
| Mei      | 1178 Ton | 2820 Ton |
| Juni     | 1344 Ton | 3187 Ton |
| Juli     | 725 Ton  | 2725 Ton |
| Agustus  | 1151 Ton | 3398 Ton |

Gambar 4.2 Tampilan Form Output

## KESIMPULAN

- Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :
1. Metode moving average dapat digunakan sebagai metode prediksi produksi jumlah CPO periode mendatang dengan menggunakan data aktual periode sebelumnya
  2. Dengan menggunakan metode moving average didapat prediksi jumlah CPO PT. Inti Indosawit Subur pada bulan mei 2016 sebesar inti 507,3 ton, Plasma 1470 ton, luar 759,6 ton.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ade Abdul Gofur dan Utami Dewi Widiyanti, 2013. “Sistem Peramalan Untuk Pengadaan Material Unit Injection Di PT. XYZ”. Universitas Komputer Indonesia. ISSN : 2089-9033
- A. S., Rosa dan Shalahuddin, M. 2013. Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur Dan Berorientasi Objek. Informatika. Bandung.
- Badudu J.S dan Zain, Sutan Mohammad. (1996). Kamus Umum Bahasa Indonesia. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Basiron, Y., and Weng, C.K., 2005. “The Role of Research and Development Strategies in Food Safety and Good Agricultural, Manufacturing and Distribution Practice in Malaysian PalmOil Industry.” *Oil Palm Industry Economic Journal*, Vol. 5, p. 1–16.
- Deitiana T, 2011, “Manajemen Operasional Strategi dan Analisa (Service dan Manufactur)”, Mitra Wacana Media, Jakarta.
- Eddy herjanto, 2007, “manajemen operasi edisi ketiga”. Hal 81-82. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.

- eWolf, Community. 2012. *"Indeks Lengkap Syntax"*. Yogyakarta: MediaKom
- Eddy herjanto, 2007, *"manajemen operasi edisi ketiga"*. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, jakarta.
- Muchtadi TR. 1992. *Karakterisasi Komponen Intrinsik Utama Buah Sawit (Elais guineensis, Jacq) Dalam Rangka Optimalisasi Proses Ekstraksi Minyak dan Pemanfaatan Provitamin A. [Disertasi]*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Reni Nursyanti, *"Perancangan Sistem Pengolahan Data Timbang Pabrik Minyak Sawit (CPO Mill) Dengan Bahasa Pemrograman Visual Basic 6.0 Pada PT Hindoli Banyuasin Palembang Sumatera Selatan"*. Universitas Bandar Lampung
- Suliyanto, dkk, 2008. *"Teori dan Aplikasi dengan Menggunakan Microsoft Excel"*. Andi, Yogyakarta.

## PERANCANGAN APLIKASI PERBAIKAN KUALITAS CITRA DENGAN METODE GEOMETRIK MEAN FILTER DAN MEDIAN FILTER

Cici Dian Lestari; Pandi Barita N. Simangunsong Dan Sinar Sinurat

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Gangguan (*noise*) dapat terjadi pada citra hasil rekaman kamera digital, seperti lensa tidak fokus, bintik-bintik mungkin disebabkan proses shooting yang tidak sempurna, pencahayaan yang tidak merata yang mengakibatkan intensitas tidak seragam, kontras citra terlalu rendah sehingga objek sulit dipisahkan dari latar belakangnya atau gangguan yang disebabkan oleh kotoran yang menempel pada citra dan lain sebagainya. Gangguan ini adalah masalah yang butuh solusi dengan perbaikan agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal. *Noise* yang berupa bintik-bintik dapat mengurangi keindahan sebuah citra. Efek *noise* terhadap sebuah citra berbeda-beda tergantung jenis *noise*-nya, karena ada yang mempengaruhi tampilan citra dan ada juga yang tidak begitu mempengaruhi. Salah satu teknik yang digunakan untuk mereduksi *noise* adalah filter untuk melakukan pemisahan *noise* dari objek citra. Algoritma yang digunakan adalah Geometrik Mean Filter dan Median Filter dengan cara mengganti nilai piksel dengan nilai tengah (rata-rata) intensitas piksel citra yang mengandung *noise*. Hasil yang diperoleh setelah melakukan pengujian dengan sejumlah data citra pada aplikasi yang dirancang dinyatakan dengan perbaikan citra.

**Kata kunci :** Citra, Geometric, Median, Filter

### PENDAHULUAN

Seringkali citra mengalami penurunan mutu (degradasi) yaitu penurunan kualitas, misalnya karena mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasikan karena informasi yang dideskripsikan oleh citra tersebut kurang jelas.

Proses perbaikan mutu citra yang mengalami derau (*noise*) menjadi sangat penting dalam pengolahan citra sebagai suatu sistem di mana dengan masukan citra dan hasilnya juga berupa citra. Citra tersebut dapat disimpan di dalam berkas (*file*) dengan format tertentu.

Format citra yang baku di lingkungan sistem operasi *Microsoft Windows* adalah berkas bitmap (BMP), TIF, JPG/JPEG dan lain-lain. Citra dalam format bitmap (BMP) lebih bagus dari pada citra dalam format lainnya, karena citra dalam format tersebut umumnya tidak dimampatkan sehingga tidak ada informasi yang hilang. Artinya, nilai intensitas pixel di dalam citra dipetakan ke sejumlah bit tertentu.

*Geometrik Mean Filter* adalah salah satu *filtering linear* berfungsi memperlhalus dan menghilangkan *noise* yang bekerja dengan menggantikan intensitas nilai *pixel* dengan rata-rata dari nilai *pixel* dengan nilai *pixel* tetangganya. *Median filter* merupakan *filter nonlinear* yang dikembangkan Tukey, berfungsi menghaluskan dan mengurangi *noise*. Operasi nonlinear dihitung dengan mengurutkan nilai intensitas sekelompok *pixel*, kemudian menggantikan nilai *pixel* yang diproses dengan nilai tertentu.

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka langkah-langkah baik secara teoritis maupun perancangan dalam aplikasi adalah :

#### Studi Literatur

Pengumpulan data citra yang perlu untuk proses perancangan sistem, mempelajari artikel, buku-buku atau situs yang memuat pengetahuan citra untuk mengetahui fungsi dan aplikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian ini.

#### Analisis

Menerapkan langkah-langkah perbaikan citra dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

#### Perancangan

Melanjutkan analisis ke tahapan berikutnya dengan membangun arsitektur aplikasi, algoritma, modul, basis data dan perancangan interface, serta pengembangan aplikasi

#### Implementasi

Perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

#### Pengujian Aplikasi

Menguji data citra pada aplikasi untuk melihat hasil perbaikan citra dan menarik kesimpulan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Defenisi Citra

Citra atau *image* merupakan istilah lain dari Gambar, yang merupakan informasi visual. Sebuah pribahasa “sebuah Gambar bermakna lebih dari seribu kata” maksudnya tentu sebuah Gambar dapat memberikan informasi yang lebih banyak dari pada informasi tersebut disajikan dalam bentuk kata-kata (Rinaldi Munir, 2004:48)

Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat :

1. Optik berupa foto
2. Analog berupa signal video seperti Gambar pada monitor televisi
3. *Digital* yang dapat langsung disimpan pada media penyimpanan magnetik

Citra digital merupakan citra yang disimpan dalam format digital (bentuk file) hanya citra digital yang dapat diolah menggunakan komputer. Jenis citra lain jika akan diolah dengan komputer harus di ubah dulu menjadi citra digital.

Citra juga dapat dikelompokan menjadi 2 yaitu :

3. Citra tampak seperti foto, Gambar, lukisan, apa yang nampak di layar monitor, hologram, dan lain-lain.
4. Citra tidak tampak seperti data foto, Gambar dalam file, citra yang direpresentasikan dalam fungsi matematis

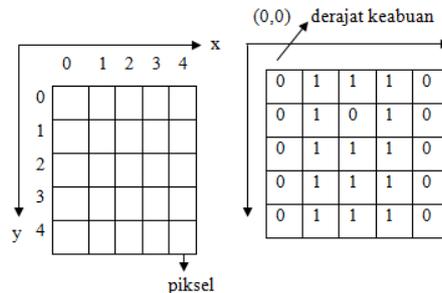
Citra didefinisikan sebagai fungsi intensitas cahaya dua dimensi  $f(x,y)$  dimana  $x$  dan  $y$  menunjukkan koordinat spasial dan nilai  $f$  pada suatu titik  $(x,y)$  sebanding dengan kecerahan (*brightness*) yang biasanya dinyatakan dalam tingkatan *gray level* dari citra titik tersebut.

**Struktur Data Citra Digital**

Suatu citra digital berbentuk matriks, setiap elemen-elemen matriks dapat diakses melalui indeksnya, yaitu baris dan kolom. Sebuah citra digital berukuran  $N \times M$  (Rinaldi Munir, Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, 2004) di mana  $N$ =jumlah baris (panjang/tinggi matriks) dengan  $0 \leq y \leq N-1$ ;  $M$ =jumlah kolom (lebar matriks) dengan  $0 \leq x \leq M-1$ ;  $L$ =intensitas warna maksimal (derajat keabuan) dengan  $0 \leq f(x,y) \leq L-1$ .

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Representasinya pada matrik adalah :



Gambar 2.1 Struktur Data Citra Berwarna

**Derau (Noise)**

Derau (*noise*) adalah titik-titik pada citra yang sebenarnya bukan merupakan bagian dari citra, melainkan ikut tercampur pada citra karena suatu sebab. Ada 3 macam noise, yaitu:

7. *Noise Aditif*. Noise yang bersifat menambahkan secara seragam pada sebuah bidang citra dengan varian tertentu. Contoh : *nois salt-and-pepper* yang menambahkan arah gelap dan terang pada citra.
8. *Noise Gaussian*. Memiliki intensitas sesuai dengan distribusi normal yang memiliki rerata (mean) dan varian tertentu.
9. *Noise Speckle*. Muncul saat pengambilan citra tidak sempurna karena alasan cuaca, perangkat dan lain sebagainya. Sifatnya multiflikatif, artinya semakin besar intensitas citra atau semakin cerah citra, semakin jelas juga *noise*.

*Noise* muncul biasanya akibat dari pembelokan yang tidak bagus (*sensor noise, photographic gain noise*). Gangguan dapat berupa variasi intensitas yang tidak berkolerasi dengan piksel tetangga. Secara visual, gangguan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan piksel tetangga (Rika Novita, 2011)

**Filter Perbaikan Citra**

*Filter* digunakan untuk memperbaiki citra memiliki gangguan (*noise*). Setiap Gambar dapat diperbaiki dengan menganalisis dan melihat *image histogramnya*, di mana *image histogramnya* adalah grafik yang menunjukkan frekuensi (jumlah yang digunakan) suatu nomor warna. Sumbu *histogram* dari grafik menunjukkan nomor warna yang dipakai mulai dari 0 hingga 255, dan sumbu *vertikal* menunjukkan jumlah titik yang mempergunakan warna yang bersangkutan.

Nomor warna yang lebih kecil dari 70 (0-69) cenderung sering digunakan dibandingkan dengan nomor warna yang lebih besar dari 70 (71-255). Inilah yang mengakibatkan Gambar sangat gelap. Untuk memperjelas Gambar tersebut dengan menambahkan intensitas atau *histogram equalization*.

**Geometric Mean Filter**

Meningkatkan kualitas setiap piksel dalam *sub image windows*. *Geometric Mean filter* menghasilkan *smoothing* lebih baik dari *mean filter*, tetapi cenderung menghilangkan *detail image*. Operasi *geometric mean filter* bekerja untuk *salt noise*, tetapi gagal untuk *papper noise*, *filter* yang berfungsi baik untuk tipe *noise*. Sifat filter ini sama seperti *geometrik mean filter*, baik untuk *salt noise*, seperti citra yang terdegrasi oleh *noise* yang mengandung *papper noise* (Fajar, Astuti, 2013).

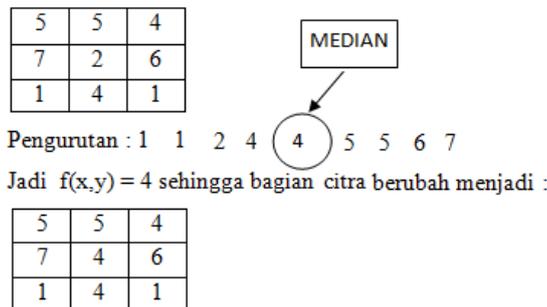
Pada *algoritma geometric Mean Filter* proses yang dilakukan sama dengan *Arithmetic mean filter* di mana rumusnya adalah :

$$f(x,y) = \left[ \frac{\prod_{(s,t) \in S_{xy}} g(s,t)}{Mn} \right]^{\frac{1}{Mn}}$$

Keterangan :  $Xy$  = Koordinat pixel pada citra;  $Mn$  = Dimensi citra (pixel) ;  $S,t$  = nilai intensitas pixe;  $\prod$  = Perkalian nilai pixel yang terkena filter

Geometric Mean Filtering merupakan *order-statistics filter* yang paling terkenal dengan  $f(x,y)=\text{median}\{g(s,t)\}$  di mana :  $(s,t) \in S_{xy}$

Filter Median memberikan hasil yang bagus pada citra dengan noise impulse bipolar untuk unipolar. Misalkan  $S_{xy}$  adalah subimage dari sebuah citra dan  $S_{xy}$  berukuran 3x3 yang mempunyai nilai intensitas seperti berikut :



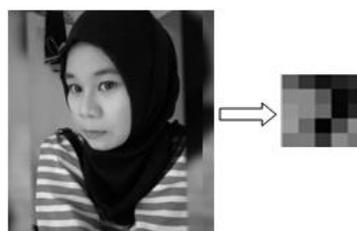
Gambar 2.2 Model Geometric Mean Filter

**Median Filter**

Merupakan *order-statistics filter* paling banyak dikenal dengan rumus :  $f(x,y)=\text{median}\{g(s,t)\}$  di mana :  $(s,t) \in S_{xy}$ . Nilai asli dari piksel diikuti dalam komputasi median. Filter median memberikan kemampuan reduksi noise yang baik, dengan *blurring* lebih sedikit dari pada *linear smothing filter* untuk ukuran citra yang sama. Filter median memberikan hasil yang bagus untuk citra yang terkena noise impulse bipolar untuk unipolar.

**Analisa dan Perancangan Penentuan Data**

Tahap ini melakukan konversi citra digital ke dalam bentuk matriks di mana ukuran matriks yang digunakan adalah ukuran 5x5. Adapun matriks citra grayscale yang dibentuk ukuran 200x200 pixel.



(a) citra asli (b) Size 5x5  
Gambar 3.1 Citra Input

di mana representasi datanya adalah :

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 91  | 50  | 19  | 32  | 41  |
| 133 | 133 | 86  | 8   | 21  |
| 148 | 136 | 103 | 7   | 41  |
| 160 | 108 | 4   | 77  | 144 |
| 127 | 130 | 55  | 144 | 122 |

Fragmen perintah matlab untuk mengambil data dari citra asli adalah :

```
Gambar=imread('NF.jpg');
red=Gambar(:,:,1);
green=Gambar(:,:,2);
blue=Gambar(:,:,3);
gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;
```

**Analisa dan Perancangan  
Penerapan Geometric Mean Filter**

*Geometric mean filter* akan menyaring Gambar, fungsi ini bekerja hanya monokrome, 8 bit per pixel dan 24 bit per pixel Gambar. *Geometrik* berarti filter anggota dari set filter rerata nonlinear yang lebih baik menghapus tipe kebisingan gaussian dan melestarikan fitur tepi dari mean aritmatic filter. *Geometric* berarti *filter* sangat rentan terhadap outlier negatif.

Dari data di atas semua pixel yang mewakili nilai intensitas dari citra yang terkena jendela *filter* dikalikan lalu dipangkatkan dengan 1/mn.

Matriks yang dihitung diambil dari nilai ukuran 3x3 :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 91  | 50  | 19  |
| 133 | 133 | 86  |
| 148 | 136 | 103 |

Hasil filter yang terbentuk adalah :  $(9 \cdot 50 \cdot 19 \cdot 133 \cdot 133 \cdot 86 \cdot 148 \cdot 136 \cdot 103)^{1/9} = 3$

|     |     |    |
|-----|-----|----|
| 50  | 19  | 32 |
| 133 | 86  | 8  |
| 136 | 103 | 7  |

Hasil filter yang terbentuk adalah :  $(50 \cdot 19 \cdot 32 \cdot 133 \cdot 86 \cdot 8 \cdot 136 \cdot 103 \cdot 7)^{1/9} = 3$

|     |    |    |
|-----|----|----|
| 19  | 32 | 41 |
| 86  | 8  | 21 |
| 103 | 7  | 41 |

Hasil filter yang terbentuk adalah :  $(19 \cdot 32 \cdot 41 \cdot 86 \cdot 8 \cdot 21 \cdot 103 \cdot 7 \cdot 41)^{1/9} = 1$

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 133 | 133 | 86  |
| 148 | 136 | 103 |
| 160 | 108 | 4   |

Hasil filter yang terbentuk adalah :  $(133 \cdot 133 \cdot 86 \cdot 148 \cdot 136 \cdot 103 \cdot 160 \cdot 108 \cdot 4)^{1/9} = 2$

|     |     |    |
|-----|-----|----|
| 133 | 86  | 8  |
| 136 | 103 | 7  |
| 108 | 4   | 77 |

Hasil filter yang terbentuk adalah adalah :

$$(133*86*8*136*103*7*108*4*77)1/9 =3$$

|     |    |     |
|-----|----|-----|
| 86  | 8  | 21  |
| 103 | 7  | 41  |
| 4   | 77 | 144 |

Hasil filter yang terbentuk adalah :

$$(86*8*21*103*7*41*4*77*144)1/9 =2$$

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 148 | 136 | 103 |
| 160 | 108 | 4   |
| 127 | 130 | 55  |

Hasil filter yang terbentuk adalah :

$$(148*136*103*160*108*4*127*130*55)1/9 =1$$

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 136 | 103 | 7   |
| 108 | 4   | 77  |
| 130 | 55  | 144 |

Hasil filter yang terbentuk adalah :

$$(136*103*7*108*4*77*130*55*144)1/9 =3$$

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 103 | 7   | 41  |
| 4   | 77  | 144 |
| 55  | 144 | 122 |

Hasil filter yang terbentuk adalah :

$$(103*7*41*4*77*144*55*144*122)1/9 =1$$

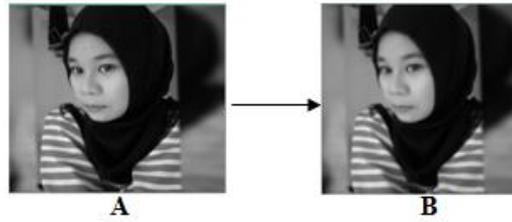
Citra awal (*Grayscale*) sebelum digeometrik mean filter:

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 91  | 50  | 19  | 32  | 41  |
| 133 | 133 | 86  | 8   | 21  |
| 148 | 136 | 103 | 7   | 41  |
| 160 | 108 | 4   | 77  | 144 |
| 127 | 130 | 55  | 144 | 122 |

Citra hasil setelah geometrik mean filter :

|     |     |    |     |     |
|-----|-----|----|-----|-----|
| 91  | 50  | 19 | 32  | 41  |
| 133 | 3   | 3  | 1   | 21  |
| 148 | 2   | 3  | 2   | 41  |
| 160 | 1   | 4  | 1   | 144 |
| 127 | 130 | 55 | 144 | 122 |

Citra hasil dari proses dengan metode *Geometrik Mean Filter*. Koding Matlab >> `imshow('d:\cici.JPG');`



A: Sebelum proses *geometric mean filter*  
B: Sesudah proses *geometric mean filter*  
Gambar 3.2 Proses Geometric Medan Filter

**Penerapan Median Filter**

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

Perhitungan digital dari *filter* median dari data citra di atas sebagai berikut :

|     |    |    |
|-----|----|----|
| 91  | 50 | 19 |
| 133 | 3  | 3  |
| 148 | 2  | 3  |

19

Pengurutan : 2 3 3 3 80 50 91 133 148

Nilai yang dilingkarin diatas adalah nilai median

|    |    |    |
|----|----|----|
| 50 | 19 | 32 |
| 3  | 3  | 1  |
| 2  | 3  | 2  |

Pengurutan : 1 2 2 3 3 3 19 32 50

|    |    |    |
|----|----|----|
| 19 | 32 | 41 |
| 3  | 1  | 21 |
| 3  | 2  | 41 |

Pengurutan : 1 2 3 3 19 21 32 41 41

|     |   |   |
|-----|---|---|
| 133 | 3 | 3 |
| 148 | 2 | 3 |
| 160 | 1 | 4 |

Pengurutan : 1 2 3 3 3 4 133 148 160

|   |   |   |
|---|---|---|
| 3 | 3 | 1 |
| 2 | 3 | 2 |
| 1 | 4 | 1 |

Pengurutan : 1 1 1 2 2 3 3 3 4

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 3 | 1 | 21  |
| 3 | 2 | 41  |
| 4 | 1 | 144 |

Pengurutan : 1 1 2 3 3 4 21 41 144

|     |     |    |
|-----|-----|----|
| 148 | 2   | 3  |
| 160 | 1   | 4  |
| 127 | 130 | 55 |

Pengurutan : 1 2 3 4 55 127 130 148 160

|     |    |     |
|-----|----|-----|
| 2   | 3  | 2   |
| 1   | 4  | 1   |
| 130 | 55 | 144 |

Pengurutan : 1 1 2 2 3 4 55 130 144

|    |     |     |
|----|-----|-----|
| 3  | 2   | 41  |
| 4  | 1   | 144 |
| 55 | 144 | 122 |

Pengurutan : 1 2 3 4 41 55 122 144 144

Citra awal (*Grayscale*) sebelum di median :

|     |     |    |     |     |
|-----|-----|----|-----|-----|
| 91  | 50  | 19 | 32  | 41  |
| 133 | 3   | 3  | 1   | 21  |
| 148 | 2   | 3  | 2   | 41  |
| 160 | 1   | 4  | 1   | 144 |
| 127 | 130 | 55 | 144 | 122 |

Citra hasil setelah median:

|     |     |    |     |     |
|-----|-----|----|-----|-----|
| 91  | 50  | 19 | 32  | 41  |
| 133 | 19  | 3  | 19  | 21  |
| 148 | 3   | 2  | 3   | 41  |
| 160 | 55  | 3  | 41  | 144 |
| 127 | 130 | 55 | 144 | 122 |

Citra hasil dari proses dengan metode *Median Filter*.  
Koding Matlab >> `imshow('d:\cici.JPG');`

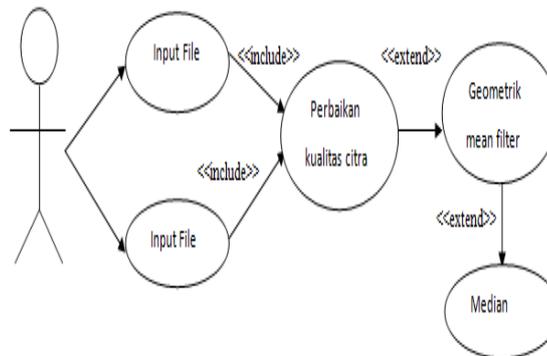


A: citra asli yang belum diproses dengan metode *median filter*  
B: citra hasil dari proses dengan metode *median filter*

Gambar 3.3 Proses Median Filter

**Perancangan Interface**

Menunjukkan *fungsionalitas* suatu sistem atau kelas dan bagaimana sistem tersebut berinteraksi dengan dunia luar dan menjelaskan sistem secara fungsional yang terlihat *user*.



Gambar 3.4 Use case Diagram Aplikasi

**Algoritma dan Implementasi**

**Algoritma**

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

30. Algoritma form Menu Utama

Input : Pilihan

Output : Menu Utama

Proses :

Tampilan menu pilihan menu utama, sub menu Geometrik Mean Filter ,Sub Menu Pixel citra, sub menu Median Filter ,sub menu pixel citra.

If pilihan = menu utama then

Tampilkan halaman menu utama

End if

31. Algoritma Form Menu Geometric Mean Filter

Input : Citra

Output : Perbaikan Citra

Proses :

For x = 0 to GambarEdit.width-1

For y = 0 To GambarEdit.Height-1

r = GambarEdit.GetPixel(x,y).R

g = GambarEdit.GetPixel(x,y).G

b = GambarEdit.GetPixel(x,y).B

Gray = (r + g+ b) / 3

GambarEdit.SetPixel( x, y, color.

fromArgb(mean,blue)

proses +=1

progress = proses / totalProses \* 100

Next

Next

32. Algoritma Menu Median Filter

Input : Citra

Output : Perbaiki Citra

Proses :

```

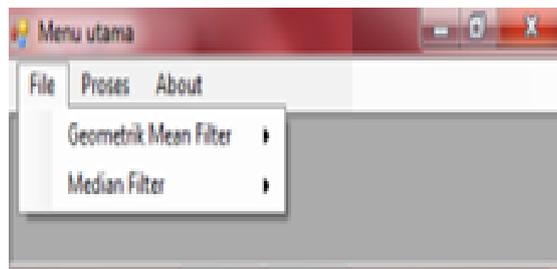
'Proses Median Filter'
Private void medianToolStripMenuItem_Click
(object sender, EventArgs e)
{
    Int i, j;
    If (img != null)
    {
        img2 = new Bitmap(img);
        for (i = 1; i <=img.Width - 2; i++)
            for (j = 1; j <= img.Height - 2 ; j++) {
                color pixelcolor = img.GetPixel( i, j );
                pixelcolor = img.GetPixel( i - 1, j - 1);
                dot_gamM[0] = pixelcolor. R;
                dot_gamH[0] = pixelcolor. G;
                dot_gamB[0] = pixelcolor. B;
                pixelcolor = img.GetPixel( i, j - 1);
                dot_gamM[1] = pixelcolor. R;
                dot_gamH[1] = pixelcolor. G;
                dot_gamB[1] = pixelcolor. B;
                pixelcolor = img.GetPixel( i + 1, j - 1);
                dot_gamM[2] = pixelcolor. R;
                dot_gamH[2] = pixelcolor. G;
                dot_gamB[2] = pixelcolor. B;
                pixelcolor = img.GetPixel( i - 1, j);
                dot_gamM[3] = pixelcolor. R;
                dot_gamH[3] = pixelcolor. G;
                dot_gamB[3] = pixelcolor. B; }}}}
    
```

**Implementasi**

Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

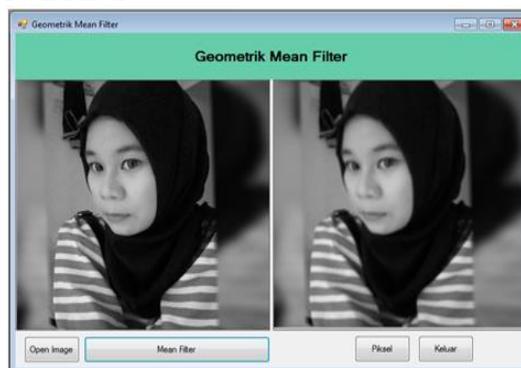
22. Tampilan Menu Utama Tampilan menu utama

Merupakan tampilan awal aplikasi yang muncul pada saat pertama kali dijalankan sebagai berikut :



Gambar 4.1. Menu Utama

23. Tampilan Menu Geometric Mean Filter



Gambar 4.2. Menu Geometric Mean Filter

24. Tampilan Form Median Filter



Gambar 4.3. Menu Median Filter

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

4. Citra akibat pengaruh *noise* dengan *Geometrik Mean Filter* dan *Median Filter* menunjukkan hasil yang signifikan dari citra asalnya
5. Penggunaan metode ini bisa mereduksi kesalahan pada citra dan hasilnya juga baik.
6. Aplikasi yang dirancang dengan menggunakan tools pemrograman dapat membantu pengguna untuk menghasilkan citra dengan informasi deteksi tepi yang baik

## DAFTAR PUSTAKA

- Richard R Carlion McKennel Adler, "Histogram",2000.  
T. Sutoyo, S.Si, M.Kom, 2009. Teori Pengantar Citra Digital, ANDI Yogyakarta  
Darma Putra, 2010. Pengolahan Citra Digital, ANDI Yogyakarta  
Anianti Murni, 1992. Pengantar Pengolahan Citra, ANDI Yogyakarta  
Munir, Rinaldi 2004. Pengolahan Citra Digital Pendekatan Algoritmik  
Adi Nugroho, 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek, ANDI Yogyakarta

# SISTEM CONTROL PENDEKTESIAN POSISI PARKIR SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROCONTROLLER AT89S51 MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC

Yogi Aditya; Pilipus Tarigan dan Pristiwanto

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Kemampuan teknologi pada bidang elektronika dan sistem kontrol dapat diarahkan pada keselamatan kerja manusia itu sendiri. Sistem kontrol ini dibuat untuk mendeteksi parkir secara otomatis, sistem ini memiliki sensor untuk mendeteksi di mana bilik yang kosong kemudian data di kirim ke server. Fuzzy Logic adalah suatu cara tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Lagika Fuzzy mengontrol proses berdasarkan himpunan fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan yang terbatas dari fungsi keanggotaan yang mewakilinya dan inilah dasar inferensi. Mikrokontroler AT89S51 merupakan mikrokontroler CMOS 8 bit dengan 4 Kbyte Flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM) di mana register merupakan penampung data sementara yang terletak di dalam CPU mikrokontroler AT89S51. Dengan salah register dimanfaatkan untuk menontrol sensor untuk deteksi sesuatu. Penelitian ini akan menghasilkan suatu simulasi pengontrolan posisi parkir secara otomatis, di mana proses pengontrolan memanfaatkan cara kerja Fuzzy Logi.

**Kata kunci :** Fuzzy\_logic, mikrokontroler, parkir, Deteksi

## PENDAHULUAN

Perkembangan mikrokontroler AT89S51 menjadi sangat pesat, hal tersebut dimungkinkan sifat multifungsinya. Fungsinya yang spektakuler adalah dapat diprogramkan melalui komputer. Dalam mikrokontroler terdapat sebuah IC (*integrated circuit*) yang bisa di program, dalam tujuan memasukan program ke dalam mikrokontroler agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, dan memproses input tersebut kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan.

Dalam bidang transportasi parkir adalah keadaan yang tidak bergerak yang mengelola data suatu kendaraan yang bersifat sementara. Kebutuhan manusia yang meningkat akan memicu perkembangan teknologi, salah satunya akan kebutuhan lahan parkir, jumlah kendaraan yang semakin meningkat memacu tumbuhnya lahan parkir yang menimbulkan masalah antrian atau sulitnya mencari lahan parkir yang masih kosong, pengendata mengelilingi dan mencari area parkir menjadi kurang efisien dan membutuhkan waktu yang lama. Sebenarnya jika proses pelayanan tersebut dapat diganti dengan menggunakan sistem yang lebih *modern (otomatisasi sistem)* akan sangat membantu, baik pengguna parkir atau petugas parkir.

Menurut Lofti A Zadeh (1965) Metode *Fuzzy Logic* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Titik awal dari konsep *modern* mengenai ketidakpastian, di mana Zadeh memperkenalkan teori yang memiliki obyek-obyek dari himpunan *Fuzzy* yang memiliki batasan yang tidak presisi dan keanggotaan dalam himpunan *Fuzzy*, dan bukan dalam bentuk *logika* benar (*true*) atau salah (*false*), tapi dinyatakan dalam derajat (*degree*).

Konsep seperti ini disebut dengan *Fuzziness* dan teorinya dinamakan *Fuzzy Set Theory*. *Fuzziness* dapat di *definisikan* sebagai *logika* kabur berkenaan dengan *semantic* dari suatu kejadian, *fenomena* atau pernyataan itu sendiri.

## METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka penulis mencoba memaparkan langkah-langkah baik secara teoritis maupun dalam aplikasi yang akan dirancang dengan :

**Studi Literatur.** Mengoleksi penelitian yang berkaitan dengan fuzzy dan perangkat AT89S51 mulai dari proses perancangan hingga implementasi, mempelajari artikel, buku

**Analisis.** Menerapkan fuzzy dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi selanjutnya dengan membangun arsitektur aplikasi, logika kerja, model modul, basis data dan antar muka, serta lingkungan sistem.

**Implementasi.** Membangun prototype dengan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi.** Melakukan simulasi pada aplikasi yang dibuat untuk memperlihatkan solusi tentang pengisian ruang parkir dan menarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Fuzzy Logic

Teori himpunan logika samar dikembangkan oleh Prof. Lofti Zadeh pada tahun 1965. Zadeh berpendapat bahwa logika benar dan salah dalam logika konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Tidak seperti logika boolean, logika *fuzzy* mempunyai nilai yang

kontinu. Samar dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama.

Meskipun logika *fuzzy* dikembangkan di Amerika, namun ia lebih populer dan banyak diaplikasikan secara luas oleh praktisi Jepang dengan mengadaptasikannya ke bidang kendali (kontrol). Makanya, tidak heran kalau saat ini banyak dijual produkelektronik buatan Jepang yang menerapkan prinsip logika *fuzzy*, seperti mesin cuci, AC, dan lain-lain. (Sri Kusumadewi,2002:2)

Logika *fuzzy* dikembangkan dari teori himpunan *fuzzy*. Sementara himpunan yang biasa digunakan adalah himpunan klasik yang disebut juga dengan himpunan tegas (crisp set). Keanggotaan suatu unsur di dalam himpunan dinyatakan secara tegas, apakah objek tersebut anggota himpunan atau bukan. Di dalam teori himpunan *fuzzy*, keanggotaan suatu elemen di dalam himpunan dinyatakan dengan derajat keanggotaan (*membership values*) yang nilainya terletak di antara selang. (Sri Kusumadewi, 2002:2)

Teori himpunan *fuzzy* menawarkan instrumen-instrumen yang memadai untuk pemodelan dan aturan-aturan untuk ahli. Dengan pemodelan variabel linguistik dalambentuk himpunan *fuzzy*, maka memungkinkan untuk mengubah aturan-aturan ahli ke dalam istilah matematika. Apalagi teori himpunan *fuzzy* menawarkan berbagai macam operator yang mampu menggabungkan aturan-aturan tersebut.(sri kusumadewi,2002:2)

Aplikasi yang paling penting dari sistem *fuzzy* adalah dalam masalah-masalah yang tidak pasti. Logika *fuzzy* cocok dan berhubungan dengan masalah ini. Langkah pertama merancang DSS *fuzzy* adalah penentuan *input* dan variabel *output*. Setelah itu, kita harus merancang keanggotaan fungsi dari semua variabel.

Berikut ini dirangkum beberapa alasan mengapa kita menggunakan *fuzzy logic*:

1. Konsep *fuzzy logic* adalah sangat sederhana sehingga mudah dipahami. Kelebihannya dibanding konsep yang lain bukan pada kompleksitasnya, tetapi pada natural pendekatannya dalam memecahkan masalah.
2. *Fuzzy logic* adalah fleksibel, dalam arti dapat dibangun dan dikembangkan dengan mudah tanpa harus memulainya dari “nol”.
3. *Fuzzy logic* memberikan toleransi terhadap ketidakpresisian data. Hal ini sangat cocok dengan fakta sehari-hari. Segala sesuatu di alam ini relatif tidak presisi, bahkan meskipun kita lihat atau amati secara lebih “dekat” dan hati-hati. *Fuzzy logic* dibangun berdasar pada fakta ini.
4. Pemodelan atau pemetaan untuk mencari hubungan data *input-output* dari sembarang sistem *black-box* bisa dilakukan dengan memakai sistem *fuzzy*.
5. *Fuzzy logic* dapat diterapkan dalam desain sistem kontrol tanpa harus menghilangkan teknik desain sistem control konvensional yang sudah terlebih dahulu ada.
6. *Fuzzy logic* berdasar pada bahasa manusia.

### Fuzzy Mamdani

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk memperoleh *output*, diperlukan 4 tahapan yaitu :

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*. Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.
2. Aplikasi fungsi implikasi. Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
3. Komposisi Aturan (*rule base*). Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri-dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu: max, additive dan probabilitistik OR (probor).
  - a. Metode Max (Maximum). Solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:  $\mu_{sf}[xi] \leftarrow \max(\mu_{sf}[xi], \mu_{kf}[xi])$  dengan :  $\mu_{sf}[xi]$  = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;-  $\mu_{kf}[xi]$  = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i;
  - b. Metode Additive (Sum). Solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan:  $\mu_{sf}[xi] \leftarrow \min(1, \mu_{sf}[xi] + \mu_{kf}[xi])$  dengan :  $\mu_{sf}[xi]$  = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;  $\mu_{kf}[xi]$  = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i;
  - c. Metode Probabilitistik OR (probor). Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua output daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan:  $\mu_{sf}[xi] \leftarrow (\mu_{sf}[xi] + \mu_{kf}[xi]) - (\mu_{sf}[xi] * \mu_{kf}[xi])$  dengan :  $\mu_{sf}[xi]$  = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;  $\mu_{kf}[xi]$  = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i;
4. Penegasan (defuzzy). *Input* dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada

domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai *output*. (Sri Kusumadewi, 2002:100)

### Mikrocontroller

Mikrokontroler, sesuai namanya, adalah suatu alat atau komponen pengontrol atau pengendali yang berukuran kecil (mikro). Sebelum mikrokontroler ada, telah terlebih dahulu muncul apa yang disebut.

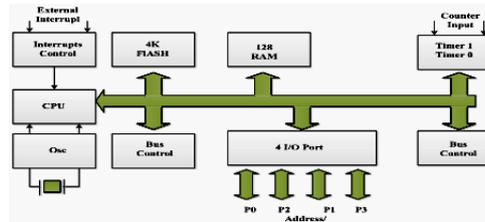


Gambar 2.1 Mikrokontroler AT89S51

Mikroprosesor, bila dibandingkan dengan Mikrokontroler jauh lebih unggul. Alasannya adalah :

1. Tersedia I/O. I/O dalam mikrokontroler sudah tersedia, bahkan AT89S51 ada 32 jalur I/O, sementara mikroprosesor dibutuhkan IC tambahan menangani L/C tersebut (PPI 8255).
2. Memori *internal*. Memori merupakan media menyimpan program dan data sehingga mutlak harus ada. Mikroprosesor belum memiliki memori internal sehingga memerlukan IC memori *eksternal*.

Dengan memiliki dasar pengetahuan yang cukup tentang mikroprosesor, pada saat belajar mikrokontroler kita akan dapat lebih cepat dan dapat memahaminya dengan lebih sempurna. Inti kerja mikroprosesor dan mikrokontroler adalah sama, yaitu sebagai pengendali atau pengontrol utama suatu rangkaian. Aplikasi mikrokontroler juga tidak terlalu sulit asalkan sudah mengerti dasar elektronika, dasar pemrograman, gemar elektronika.



Gambar 2.2 Diagram Blok Mikrokontroler AT89S51

### Parkir

Parkir adalah keadaan tidak bergerak suatu kendaraan yang bersifat sementara karena ditinggalkan oleh pengemudinya. Secara hukum dilarang untuk parkir. Setiap pengendara kendaraan bermotor memiliki kecenderungan untuk mencari tempat untuk memarkir kendaraannya sedekat mungkin dengan tempat kegiatan atau aktifitasnya. Sehingga tempat-tempat terjadinya suatu kegiatan misalnya seperti tempat kawasan pariwisata diperlukan areal parkir.

Pembangunan sejumlah gedung atau tempat-tempat kegiatan umum sering kali tidak menyediakan areal parkir yang cukup sehingga berakibat penggunaan sebagian lebar badan jalan untuk parkir kendaraan (Warpani, 1990).

### Analisa dan Perancangan Penentuan Data

Pada awalnya lahan parkir yang tersedia hanya di tepi jalan atau dilapangan tetapi seiring perkembangan jaman dan pusat pusat perbelanjaan yang semakin banyak bermunculan maka tidak memungkinkan memarkir kendaraan di tepi jalan atau lapangan yang sangat terbatas. Akhirnya lahan parkir dibuat menyatu dengan pusat perbelanjaan tersebut yang bertingkat dan berlot lot sehingga sangat mengefisienkan penggunaan lahan kosong sebagai lokasi parkir dan parkir menjadi teratur dan rapi.

Perkembangan sistem parkir yang ada saat ini sudah sangat maju sangat pesat, beberapa Negara di eropa dan asia sudah memiliki sistem parkir yang bisa mengefisienkan penggunaan lahan parkir. Salah satu Negara di asia yang bisa dijadikan contoh adalah jepang, jepang memiliki parkir mobil yang otomatis yang diberinama *Underground Round Automated* dengan cara kerja mobil hanya diletakkan pada suatu gerbang yang disediakan lalu pemilik mobil memasukkan kartu atau membayar sejumlah uang dan mendapatkan karcis dari mesin parkir.

Secara sederhana alat pendektasian posisi parkir akan membantu kebutuhan manusia yang meningkat, khususnya alat transportasi roda 4, salah satunya akan kebutuhan tempat parkir yang akan menimbulkan masalah antrian atau sulit nya mencari lahan parkir yang masih kosong, dengan ini user harus mengelilingi lahan parkir mencari lahan parkir yang masih kosong, alat sensor ini menggunakan sensor cahaya di setiap bilik yang dimana setiap bilik memiliki ukuran standart bilik parkir, jika sensor cahaya pada bilik terputus atau tidak maka *Ic* sebagai alat pengendali akan menampilkan pesan pada *lcd* bahwa bilik tersebut penuh atau kosong.

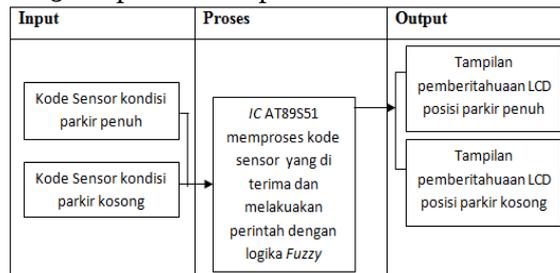
Alat pendektasian ini menggunakan Mikrokontroler AT89S51 yang mana Mikrokontroler AT89S51 ini hanya menerima data 0 dan 1, alat pendektasian ini menggunakan sistem *sensor* sebagai sistem pengirim kode perintah dimana kode perintah menggunakan logika *Fuzzy* yang mengenal nilai 0 dan 1, *on* atau *off*, hidup atau mati, gelap atau terang, benar atau salah kode.

**Analisa Penerapan Metode *Fuzzy Logic* Mamdani**

Metode *Fuzzy Logic* di gunakan pada sistem kontrol parkir, yang dimana metode ini menentukan letak posisi parkir yang kosong yang di kirim ke *server* operator pintu masuk parkir. Untuk mengetahui dan memodelkan proses-proses berfikir manusia dan mendisain mesin agar dapat menirukan perilaku manusia, salah satu konsep yang dipergunakan dalam sistem cerdas adalah *Fuzzy Logic*. Dengan proses *Fuzzy* yang terdiri dari *Fuzzification, Inference dan Defuzzification* maka diharapkan tingkat kebenaran dalam penentuan letak posisi parkir yang kosong.

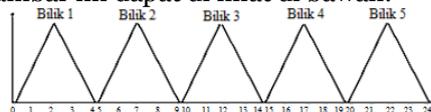
Penentuan kode-kode pengamanan sepeda motor dan waktu dalam pengamanan sepeda motor

Tabel 3.1 Input dan Output Alat Dektesi Posisi Parkir



**Fuzzifikasi Himpunan Bilik-bilik Parkir**

Diagram ini menjelaskan bilik-bilik parkir dimana kode yang di kirim melalui sensor keoperator pintu masuk parkir, penjelasan Gambar ini dapat di lihat di bawah.



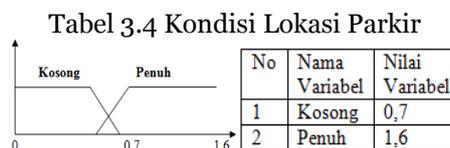
Gambar 3.1 Himpunan Pada Bilik-Bilik Parkir

Himpunan input output ini menjelaskan nama variabel dan nilai variabel dalam pendektasian poisi parkir  
3.2 Himpunan Bilik Parkir 3.3 Himpunan Blok Parkir

| NO | NAMA VARIABEL | NILAI |
|----|---------------|-------|
| 1  | Bilik 1       | 0-4   |
| 2  | Bilik 2       | 5-9   |
| 3  | Bilik 3       | 10-15 |
| 4  | Bilik 4       | 16-20 |
| 5  | Bilik 5       | 21-25 |

| NO | Nama variabel | Nilai variabel |
|----|---------------|----------------|
| 1  | Blok A        | 0-4            |
| 2  | Blok B        | 5-9            |
| 3  | Blok C        | 10-15          |
| 4  | Blok D        | 16-20          |
| 5  | Blok E        | 21-25          |

Kondisi parkir dapat ditentukan dari kondisi kosong dan penuh pada posisi parkir dimana posisi parkir yang kosong di beri variabel 0,4 dan posisi parkir yang penuh di beri variabel 0,8 ditunjukkan pada diagram berikut



Gambar 3.2 Himpunan Kondisi

Rule base proses, Fuzzy Mamdani adalah :

1. *If (ir Bilik 1) And (P1) And (Blok A)Then (Parkir Penuh).*
2. *If (ir Bilik 1) And (K1) And (Blok A)Then (Parkir Kosong).*
3. *If (ir Bilik 1) And (P2) And (Blok A)Then (Parkir Penuh).*
4. *If (ir Bilik 1) And (K2) And (Blok A)Then (Parkir Kosong).*
5. *If (ir Bilik 1) And (P3) And (Blok A)Then (Parkir Penuh).*
6. *If (ir Bilik 1) And (K3) And (Blok A)Then (Parkir Kosong).*
7. *If (ir Bilik 1) And (P4) And (Blok A)Then (Parkir Penuh).*
8. *If (ir Bilik 1) And (K4) And (Blok A)Then (Parkir Kosong).*
9. *If (ir Bilik 1) And (P5) And (Blok A)Then (Parkir Penuh).*
10. *If (ir Bilik 1) And (K5) And (Blok A)Then (Parkir Kosong).*
11. *If (ir Bilik 2) And (P1) And (Blok B)Then (Parkir Penuh).*
12. *If (ir Bilik 2) And (K1) And (Blok B)Then (Parkir Kosong).*
13. *If (ir Bilik 2) And (P2) And (Blok B)Then (Parkir Penuh).*
14. *If (ir Bilik 2) And (K2) And (Blok B)Then (Parkir Kosong).*
15. *If (ir Bilik 2) And (P3) And (Blok B)Then (Parkir Penuh).*
16. *If (ir Bilik 2) And (K3) And (Blok B)Then (Parkir Kosong).*
17. *If (ir Bilik 2) And (P4) And (Blok B)Then (Parkir Penuh).*
18. *If (ir Bilik 2) And (K4) And (Blok B)Then (Parkir Kosong).*
19. *If (ir Bilik 2) And (P5) And (Blok B)Then (Parkir Penuh).*
20. *If (ir Bilik 2) And (K5) And (Blok B)Then (Parkir Kosong).*
21. *If (ir Bilik 3) And (P1) And (Blok C)Then (Parkir Penuh).*
22. *If (ir Bilik 3) And (K1) And (Blok C)Then (Parkir Kosong).*
23. *If (ir Bilik 3) And (P2) And (Blok C)Then (Parkir Penuh).*
24. *If (ir Bilik 3) And (K2) And (Blok C)Then (Parkir Kosong).*
25. *If (ir Bilik 3) And (P3) And (Blok C)Then (Parkir Penuh).*
26. *If (ir Bilik 3) And (K3) And (Blok C)Then (Parkir Kosong).*
27. *If (ir Bilik 3) And (P4) And (Blok C)Then (Parkir Penuh).*
28. *If (ir Bilik 3) And (K4) And (Blok C)Then (Parkir Kosong).*
29. *If (ir Bilik 3) And (P5) And (Blok C)Then (Parkir Penuh).*
30. *If (ir Bilik 3) And (K5) And (Blok C)Then (Parkir Kosong).*
31. *If (ir Bilik 4) And (P1) And (Blok D)Then (Parkir Penuh).*
32. *If (ir Bilik 4) And (K1) And (Blok D)Then (Parkir Kosong).*
33. *If (ir Bilik 4) And (P2) And (Blok D)Then (Parkir Penuh).*
34. *If (ir Bilik 4) And (K2) And (Blok D)Then (Parkir Kosong).*
35. *If (ir Bilik 4) And (P3) And (Blok D)Then (Parkir Penuh).*
36. *If (ir Bilik 4) And (K3) And (Blok D)Then (Parkir Kosong).*
37. *If (ir Bilik 4) And (P4) And (Blok D)Then (Parkir Penuh).*
38. *If (ir Bilik 4) And (K4) And (Blok D)Then (Parkir Kosong).*
39. *If (ir Bilik 4) And (P5) And (Blok D)Then (Parkir Penuh).*
40. *If (ir Bilik 4) And (K5) And (Blok D)Then (Parkir Kosong).*
41. *If (ir Bilik 5) And (P5) And (Blok E)Then (Parkir Penuh).*
42. *If (ir Bilik 5) And (K5) And (Blok E)Then (Parkir Kosong).*
43. *If (ir Bilik 5) And (P5) And (Blok E)Then (Parkir Penuh).*
44. *If (ir Bilik 5) And (K5) And (Blok E)Then (Parkir Kosong).*
45. *If (ir Bilik 5) And (P5) And (Blok E)Then (Parkir Penuh).*
46. *If (ir Bilik 5) And (K5) And (Blok E)Then (Parkir Kosong).*
47. *If (ir Bilik 5) And (P5) And (Blok E)Then (Parkir Penuh).*
48. *If (ir Bilik 5) And (K5) And (Blok E)Then (Parkir Kosong).*
49. *If (ir Bilik 5) And (P5) And (Blok E)Then (Parkir Penuh).*
50. *If (ir Bilik 5) And (K5) And (Blok E)Then (Parkir Kosong).*

Logika Metode :

Jika lokasi parkir bilik 3 dan blok C maka kondisi parkir. Dalam pengerjaan mamdani terlebih dahulu menentukan fuzzyfikasi seperti dalam penyelesaian berikut:  $\max(\mu_{sf}[xi] - \mu_{kf}[xi] / \mu_{sf}[xi])$  dengan :  $\mu_{sf}[xi]$  = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;  $\mu_{kf}[xi]$ =nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

$\alpha$ -predikat = Bilik 3  $\cap$  Blok C  $\cap$  sehingga Bilik Parkir [B3] =  $(14-10)/14 = 0,28$  ; Blok [C] =  $(14-10)/14 = 0,28$

$\alpha$ -predikat = Bilik 3  $\cap$  Blok C  $\cap$  Bilik Parkir [B3] =  $(14-10)/14 = 0,28$  ; Blok [C] =  $(14-10)/14 = 0,28$

Hasil dari fuzzyfikasi akan dibentuk rule sebagai berikut :

$\alpha$ -predikat = Bilik 3  $\cap$  Blok C =  $\min(0,28; 0,28) = \min 0,28 = \max 0,28$ . Pada tahap selanjutnya adalah defuzzyfikasi, tahap ini menggunakan metode centroid :

$(a1-0) / 100 = 0,28 \rightarrow 28$  ;  $(a2-0) / 100 = 0,28 \rightarrow 28$

Pada tahap selanjutnya adalah defuzzyfikasi, tahap ini menggunakan metode centroid.

$$Z^* = \frac{\int_0^{24} 0,71 z dz + \int_{12}^{24} \frac{(z-0)z dz}{100} + \int_{12}^{24} 0,41 z dz}{\int_0^{12} 0,71 dz + \int_{12}^{24} \frac{(z-0) dz}{100} + \int_{24}^{32} 0,41 dz}$$

$$Z^* = \frac{\int \mu(z) z dz}{\int \mu(z) dz}$$

$$Z^* = \frac{700 + 70 + 5}{50 + 98 + 5}$$

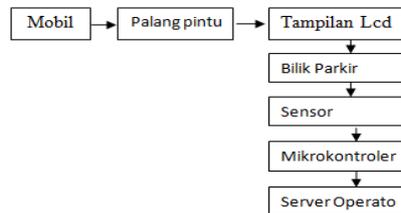
$$Z^* = \frac{775}{153}$$

$$Z^* = 9$$

Setelah didapatkan hasil defuzzyfikasi, maka didapatkan nilai fuzzy 9 maka lokasi pada bilik 3 blok C berada pada kondisi penuh

## Perancangan Interface Perancangan Sistem Pendektesian posisi parkir

Berikut ini adalah blok diagram dari perancangan pendektesian sistem parkir yang mana lokasi parkir yang kosong mau pun penuh akan di kirim ke server dan ditampilkan ke *Lcd* yang diproses dengan mikrokontroler AT89S51, blok diagram sistem di bawah ini.



Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem

### Komponen Alat Pendeteksian Posisi Parkir

Komponen yang digunakan dikelompok menjadi dua yaitu komponen fisik dan komponen elektronik. Komponen fisik digunakan untuk membentuk kerangka alat pengamanan. Sedangkan komponen elektronik digunakan untuk membangun sirkuit utama (main circuit ), bagian aktuator. Berikut adalah Tabel rincian dari peralatan dan komponen yang digunakan ( Tabel 3.5, Tabel 3.6 dan Tabel 3.7).

Tabel 3.5 Tabel Peralatan yang digunakan

| Nama Alat          | Funesi                                                 |
|--------------------|--------------------------------------------------------|
| Solder dan Timah   | Sebagai alat untuk <i>Soldering</i>                    |
| Multimeter Digital | Alat ukur satuan listrik (tegangan, hambatan dan arus) |

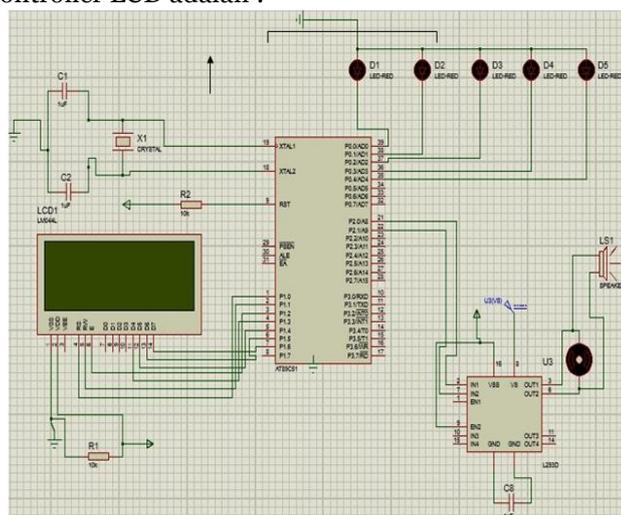
Tabel 3.6 Tabel Rincian Komponen Fisik

| Nama                         | Spesifikasi   | Keterangan           |
|------------------------------|---------------|----------------------|
| Piber atau kayu              | 1             | Sebagai palang pintu |
| Papan PCB ( <i>Printed</i> ) | 1 tipe bolong | Sebagai tempat untuk |

Tabel 3.7 Tabel Rincian Komponen Elektronik

| Nama                          | Spesifikasi                                        | Keterangan                   |
|-------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
| Minimum Sistem Mikrokontroler | AT89S51                                            | <i>Processor</i> Utama       |
| <i>Driver</i> Motor           | L298D                                              | <i>Driver</i> untuk motor DC |
| Motor DC                      | 6Volt                                              | Aktuator Roda                |
| Komponen Pasif                | <i>Kapasitor, Resistor, Kristal, Potensiometer</i> | Komponen Sirkuit             |
| Lcd                           | 16 pin                                             | Sebagai Tampilan             |
| Kabel Pelangi                 | Isi 20, 2 Meter                                    | Transmisi konektor           |
| Sensor Led                    | 5 V                                                | Sebagai pemberi perintah     |

Berikut rangkaian mikrokontroller LCD adalah :



### Algoritma dan Implementasi Algoritma

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

- a. Algoritma Analog ke Digital  
 Input : DA ← Data analog  
 Output : Data digital  
 Proses :  
 If driver sensor telah menerima input data analog then driver sensor akan mengubahnya menjadi data digital.
- b. Algoritma Mikrokontroler  
 Input : DG ← Data Digital  
 Output : Data biner  
 Proses :  
 If sistem pendeteksi parkir rule 1-50 benar *then mikrokontroler* telah menerima perintah data digital akan mengubahnya menjadi data biner.
- c. Algoritma LCD  
 Sensor mengirim data analog yang di terima *IC AT89S51*, lalu *IC AT89S51* memproses data sesuai pada perintah yang sudah di masukan ke mikrokontroler.  
 Input : Data  
 Output : Tampilan Teks  
 Proses : *if* mikrokontroler melakukan perintah *then* mikrokontroler mengirim data ke LCD
- d. Algoritma Motor DC  
 Input : DB ← Data biner  
 Output : Data analog  
 Proses : If driver motor telah menerima data biner dari *mikrokontroler* then driver motor mengubah data biner menjadi data analog berupa data pengontrolan dan menggerakkan motor DC

### Implementasi

Aplikasi ini berpengaruh pada spesifikasi yang digunakan maka spesifikasi hardware harus disesuaikan

#### 25. Catu Daya

Catu daya yang dibuat adalah catu daya dengan keluaran 5 volt. Catu daya 5 volt digunakan sebagai sumber tegangan rangkaian minimum *mikrokontroler AT89S52* dan rangkaian sensor. Hasil pengukuran tegangan keluaran dari catu daya 5 volt adalah 5,016 volt. Ini berarti, catu daya baik digunakan untuk rangkaian minimum *mikrokontroler AT89S52* dan rangkaian sensor.

#### 26. Rangkaian Sistem Minimum *Mikrokontroler AT89S51*

Sinyal masukan dari sensor, masuk pada port 1.0. Sinyal masukan tersebut diproses untuk menghasilkan sinyal keluaran. Keluaran sinyal dari *mikrokontroler* melalui port 0.0, dan selanjutnya dikuatkan dengan penguat pada driver motor untuk dapat menjalankan motor DC. Berikut ini Gambar rangkaian sistem minimum *mikrokontroler AT89S51*.

#### 27. Alat Pegamanan

Alat sistem kontrol pendeteksi parkir secara otomatis adalah alat pendeteksi yang mana menggunakan beberapa mikrokontroler sebagai penerima data pendeteksian yang di kirim dari sensor sebagai pengubah data analog menjadi data *digital*

28. Rancangan rangkaian sistem minimum adalah unit pemroses seluruh rangkaian I/O pada kontrol sistem pendeteksian parkir secara otomatis. Data biner yang dihasilkan oleh mikrokontroler merupakan data digital. Pada motor, sinyal yang digunakan merupakan data analog. Dengan demikian, diperlukan driver motor untuk mengubah data biner menjadi data analog dan untuk menaikkan tegangan pada tegangan tertentu yang akan digunakan untuk menggerakkan motor.

### KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem parkir yang masih manual di mana *user* masih harus mengelilingi atau mencari lokasi parkir yang masih kosong dapat menggunakan aplikasi ini.
2. Fuzzy mamdani ini dapat diterapkan untuk menentukan lokasi kosong pada bilik atau *blok* yang kosong.
3. Perancangan pendeteksi sistem parkir secara otomatis menggunakan mikrokontroler AT 89S51 sebagai pemroses data diperoleh dari sensor oleh aplikasi akan menghasilkan keluaran ke *driver* motor sebagai output diteruskan ke *LCD* dan menghasilkan *teks*

### DAFTAR PUSTAKA

- Perbawa, D. S. (2015). Desain Dan Analisis Sistem Kendali Pengereman Otomatis Pada Mobil City Car Manual Transmission. Jurnal Ilmiah SINUS, 12(2).

- Mashuri, A., & Darjat, D. (2011). Perancangan Sistem Pengendalian Suhu Dan Akuisisi Data Tingkat Kelembaban Pada Mesin Pengering Kertas Berbasis Kendali Logika Fuzzy (Doctoral dissertation, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik).
- Rahmat Taufik, Supriyono, Sukarman "Rancang Bangun Simulator Kendali Lampu Lalu Lintas Dengan Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler", Seminar Nasional Iv Sdm Teknologi Nuklir Yogyakarta, 25-26 Agustus 2008 Issn 1978-0176
- Wahyudi , "Implementasi Fuzzy Logic Controller Pada Sistem Pengereman Kereta Api", Transmisi, Vol. 10, No. 2, Desember 2005 : 10 – 13
- Puri, Y. M., and N. V. Deshpande. "Simultaneous optimization of multiple quality characteristics of WEDM based on fuzzy logic and Taguchi technique." Fifth Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference. Vol. 14. 2004.

# IMPLEMENTASI KERNEL KONVOLUSI PADA PERBAIKAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE GAUSSIAN FILTER DAN CONTRAST STRETCHING

Nuri Monika; Sony Bahagia Sinaga dan Sinar Sinurat

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Seringkali citra mengalami penurunan mutu atau kualitas, mungkin karena mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur, dan sebagainya. Dalam kondisi demikian diperlukan perbaikan citra (*image enhancement*) yang bertujuan untuk mendapatkan visualisasi yang lebih baik. Banyak teknik atau metode yang digunakan dalam perbaikan citra (*image enhancement*) beberapa diantaranya metode *Gaussian Filter* dan *Contrast Stretching*. *Gaussian Filter* sangat baik untuk menghilangkan *noise* yang bersifat sebaran normal, yang banyak di jumpai pada sebaran citra hasil proses digitasi menggunakan kamera karena merupakan fenomena alamiah akibat sifat pantulan cahaya dan kepekaan sensor cahaya pada kamera itu sendiri. Peregangan kontras (*contrast stretching*) berguna untuk memperbaiki kontras citra terutama citra yang memiliki kontras rendah. Proses peregangan kontras termasuk proses perbaikan kualitas citra yang bersifat *point processing*, yang artinya proses ini hanya tergantung dari nilai intensitas *gray level* satu *pixel*, tidak tergantung dari *pixel* lain yang ada disekitarnya (*tetangga*). Aplikasi yang dirancang dengan input data berbentuk citra akan ditajamkan dengan ke dua metode secara berjenjang hingga memberikan hasil yang maksimal.

**Kata kunci :** Citra, Contrast, Stretching, Gaussian, Konvolusi

## PENDAHULUAN

Perbaikan citra digital sekarang ini sudah menjadi hal yang wajar untuk mendapatkan hasil yang bagus terhadap citra, beberapa teknik perbaikan citra digital adalah metode *gaussian filter* dan metode *contrast stretching*.

Metode *Gaussian Filter* adalah *linear filter* yang biasa digunakan sebagai pengolah citra agar lebih halus. *Gaussian Filter* yang banyak digunakan dalam memproses Gambar. *Gaussian Filter* bertujuan untuk menghilangkan *noise* pada citra. *Gaussian Filter* merupakan model *noise* yang mengikuti distribusi normal standard dengan rata-rata nol dan standard deviasi.

Metode *Contrast stretching* ini adalah teknik yang digunakan untuk mendapatkan citra baru dengan kontras yang lebih baik dari pada kontras dari citra asalnya. Citra yang memiliki kontras rendah dapat terjadi karena kurangnya pencahayaan, kurangnya bidang dinamika dari sensor citra, atau kesalahan seting pembuka lensa pada saat pengambilan citra. Ide dari proses *contrast stretching* adalah untuk meningkatkan bidang dinamika dari *gray level* di dalam citra yang akan diproses.

Proses *contrast stretching* termasuk proses perbaikan citra yang bersifat *point processing*, yang artinya proses ini hanya tergantung dari nilai intensitas (*gray level*) satu *pixel*, tidak tergantung dari *pixel* lain yang ada di sekitarnya.

## METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka langkah-langkah baik secara teoritis maupun perancangan dalam aplikasi adalah :

### Studi Literatur

Browsing sumber pustaka yang berhubungan dengan citra dan proses perbaikan citra, mempelajari artikel, buku-buku atau situs tentang pengetahuan citra, memahami fungsi penajaman citra yang bernoise.

### Analisis

Menerapkan langkah-langkah penajaman citra dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

### Perancangan

Melanjutkan tahapan analisis dengan membangun arsitektur aplikasi, algoritma, model logika, basis data dan interface, serta pengembangan aplikasi

### Implementasi

Perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

### Pengujian Aplikasi

Menguji data citra pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil perbaikan citra dan menarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Defenisi Citra

Citra atau *image* merupakan istilah lain dari Gambar, yang merupakan informasi visual. Sebuah pribahasa “sebuah Gambar bermakna lebih dari seribu kata” maksudnya tentu sebuah Gambar dapat memberikan informasi yang lebih banyak dari pada informasi tersebut disajikan dalam bentuk kata-kata (Rinaldi Munir, 2004:48)

Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat :

4. Optik berupa foto
5. Analog berupa signal video seperti Gambar pada monitor televisi
6. *Digital* yang dapat langsung disimpan pada media penyimpanan magnetik

Citra digital merupakan citra yang disimpan dalam format digital (bentuk file) hanya citra digital yang dapat diolah menggunakan komputer. Jenis citra lain jika akan diolah dengan komputer harus di ubah dulu menjadi citra digital.

Citra juga dapat dikelompokan menjadi 2 yaitu :

5. Citra tampak seperti foto, Gambar, lukisan, apa yang nampak di layar monitor, hologram, dan lain-lain.
6. Citra tidak tampak seperti data foto, Gambar dalam file, citra yang direpresentasikan dalam fungsi matematis

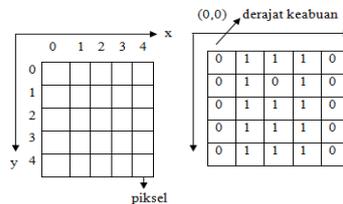
Citra didefinisikan sebagai fungsi intensitas cahaya dua dimensi  $f(x,y)$  dimana  $x$  dan  $y$  menunjukkan koordinat spasial dan nilai  $f$  pada suatu titik  $(x,y)$  sebanding dengan kecerahan (*brightness*) yang biasanya dinyatakan dalam tingkatan *gray level* dari citra titik tersebut.

**Struktur Data Citra Digital**

Suatu citra digital berbentuk matriks, setiap elemen-elemen matriks dapat diakses melalui indeksnya, yaitu baris dan kolom. Sebuah citra digital berukuran  $N \times M$  (Rinaldi Munir, Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, 2004) di mana  $N$ =jumlah baris (panjang/tinggi matriks) dengan  $0 \leq y \leq N-1$ ;  $M$ =jumlah kolom (lebar matriks) dengan  $0 \leq x \leq M-1$ ;  $L$ =intensitas warna maksimal (derajat keabuan) dengan  $0 \leq f(x,y) \leq L-1$ .

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Representasinya pada matrik adalah :



Gambar 2.1 Struktur Data Citra Berwarna

**Derau (Noise)**

Derau (*noise*) adalah titik-titik pada citra yang sebenarnya bukan merupakan bagian dari citra, melainkan ikut tercampur pada citra karena suatu sebab. Ada 3 macam noise, yaitu:

10. *Noise Aditif*. Noise yang bersifat menambahkan secara seragam pada sebuah bidang citra dengan varian tertentu. Contoh : *nois salt-and-pepper* yang menambahkan arah gelap dan terang pada citra.
11. *Noise Gaussian*. Memiliki intensitas sesuai dengan distribusi normal yang memiliki rerata (mean) dan varian tertentu.
12. *Noise Speckle*. Muncul saat pengambilan citra tidak sempurna karena alasan cuaca, perangkat dan lain sebagainya. Sifatnya multiflikatif, artinya semakin besar intensitas citra atau semakin cerah citra, semakin jelas juga *noise*.

*Noise* muncul biasanya akibat dari pembelokan yang tidak bagus (*sensor noise, photographic gain noise*). Gangguan dapat berupa variasi intensitas yang tidak berkolerasi dengan pixel tetangga. Secara visual, gangguan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan piksel tetangga (Rika Novita, 2011)

**Gaussian Filter**

*Gaussian Filter* tergolong sebagai *filter* lolos-rendah yang didasarkan pada fungsi *Gaussian*. Model dua dimensinya berupa :  $G(y,x) = e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$ . Standar deviasi pada pusat  $(y,x)$  mendapatkan bobot terbesar

berupa 1. *Gaussian filter* ini sangat membantu dalam meminimalisi *noise* yang ada pada Gambar. Berikut adalah persamaan Distribusi *Gaussian Filter* untuk 1D :

$$G(x) = \frac{1}{\sqrt{2\sigma}} \frac{x^2}{2\sigma^2}$$

Nilai rata-rata (*mean*) adalah nol.

**Contrast Streching**

Kontras suatu citra adalah distribusi pixel terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam Gambar. Citra dikelompokkan dalam tiga kategori : citra kontras-rendah (*low contrast*), citra kontras-bagus (*good contrast* atau *normal contrast*), dan kontras-tinggi (*high contrast*).

Citra dengan kontras rendah ditandai dengan sebagian besar komposisi citranya terang atau sebagian besar gelap. Histogramnya memperlihatkan sebagian derajat keabuannya berkelompok bersama. Jika pengelompokan pixel dibagian kiri, maka citranya cenderung gelap. Begitu juga sebaliknya jika pengelompokan pikselnya di bagian kanan, maka citra akan cenderung terang.

Citra dengan kontras tinggi memiliki daerah gelap dan terang yang luas, histogram citra dengan kontras tinggi memiliki dua puncak besar. Satu puncak terkonsentrasi pada sisi kiri dan yang satunya terkonsentersasi pada sisi kanan histogram. Citra dengan kontras yang bagus menampilkan rentangan nilai piksel yang lebar.

Peregangan kontras (*contrast stretching*) adalah teknik yang sangat berguna untuk memperbaiki kontras citra terutama citra yang memiliki kontras rendah. Proses peregangan kontras termasuk proses perbaikan kualitas citra yang bersifat *point processing*, yang artinya proses ini hanya tergantung dari nilai intensitas *gray level* satu piksel, tidak tergantung dari piksel lain yang ada disekitarnya (Darma Putra, Pengolahan Citra Digital, 2010, 124).

**Konvolusi**

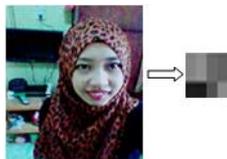
Konvolusi dinyatakan dalam matriks, di mana setiap elemen matriks penapis tersebut dinamakan koefisien konvolusi. Operasi bekerja dengan menggeser kernel piksel per piksel, yang hasilnya kemudian disimpan dalam matriks baru. Contoh konvolusi yang terjadi antara citra  $f(x,y)$  berukuran  $5 \times 5$  dengan sebuah kernel berukuran  $3 \times 3$  yang diperlihatkan :

$$F(x,y) = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 3 & 5 & 4 \\ 6 & 6 & 5 & 5 & 2 \\ 5 & 6 & 6 & 6 & 2 \\ 6 & 7 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 5 & 2 & 4 & 4 \end{pmatrix} \quad g(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & .4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

Tanda titik menunjukkan posisi (0,0) dari kernel Tahapan untuk mendapatkan hasil konvolusi yang terjadi antara citra dan kernel

**Analisa dan Perancangan Penentuan Data**

Konversi citra ke matriks di mana ukuran yang digunakan adalah  $5 \times 5$ . Adapun matriks dengan 8 skala keabuan dibentuk ukuran  $256 \times 256$  pixel.



(a) citra asli      (b) Size 5x5

Gambar 3.1 Citra Input

di mana representasi datanya adalah :

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 149 | 140 | 107 | 102 | 100 |
| 145 | 37  | 82  | 141 | 114 |
| 103 | 86  | 77  | 162 | 105 |
| 93  | 45  | 18  | 48  | 32  |
| 140 | 40  | 15  | 16  | 11  |

Fragmen perintah matlab untuk mengambil data dari citra asli adalah :  
`Gambar=imread('NF.jpg');`  
`red=Gambar(:,:,1);`  
`green=Gambar(:,:,2);`  
`blue=Gambar(:,:,3);`  
`gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;`

**Analisa dan Perancangan Matriks Kernel**

Citra f(x,y) adalah citra grayscale yang berukuran 5x5 piksel dan g(x,y) adalah kernel dengan matriks 5x5 sebagai berikut :

$$F(x,y) = \begin{pmatrix} 149 & 140 & 107 & 102 & 100 \\ 145 & 37 & 82 & 141 & 114 \\ 103 & 86 & 77 & 162 & 105 \\ 93 & 45 & 18 & 48 & 32 \\ 140 & 40 & 15 & 16 & 11 \end{pmatrix} \quad g(x,y) = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 3 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Sehingga matriks kernel adalah :

Tabel 3.1 matriks kernel

|     |    |    |   |   |   |
|-----|----|----|---|---|---|
| x\y | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 |
| -2  | 1  | 1  | 2 | 1 | 1 |
| -1  | 1  | 2  | 2 | 2 | 1 |
| 0   | 2  | 2  | 3 | 2 | 2 |
| 1   | 1  | 2  | 2 | 2 | 1 |
| 2   | 1  | 1  | 2 | 1 | 1 |

Berdasarkan matriks (Tabel 3.1) jumlah semua elemen nilai pada filter = 39.

**Gaussian Filter**

Matriks yang digunakan untuk mempermudah perhitungan maka di buat Tabel di bawah ini :

Tabel 3.2 Matriks *Filter Gaussian*

| G(x,y) | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1      | 149 | 140 | 107 | 102 | 100 |
| 2      | 145 | 37  | 82  | 141 | 114 |
| 3      | 103 | 86  | 77  | 162 | 105 |
| 4      | 93  | 45  | 18  | 48  | 32  |
| 5      | 140 | 40  | 15  | 16  | 11  |

Untuk proses pengurangan *noise* pada Gambar menggunakan *filter Gaussian* dapat dinyatakan pada persamaan (2,4) persamaan inilah yang dipakai sebagai dasar untuk membentuk nilai-nilai dalam *gaussian filter* yang akan dibuat memberikan standart deviasi dengan bernilai 2 (dua). Jadi untuk memberikan nilai ekonomis pada masing-masing konvolusi matriks *filter g(x,y)*, masing-masing konvolusi dimasukkan dalam rumus.

Adapun rumus dari perhitungannya dapat dilihat di bawah ini :

$$G(x,y) = -e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}}$$

Dimana : g=grayscale ; x=nilai kordinat x ; y=nilai kordinat y ;  
 e= konstanta {2.7.1.8.2.8.1.8.2.6} ; σ= standart deviasi (2)

Konvolusi 2 dimensi didefenisikan sebagai proses sebagai proses untuk memperoleh suatu piksel berdasarkan nilai piksel itu sendiri dan tetangganya, dengan melibatkan matriks data dan kernel yang mempresentasikan pembobotan diperoleh :

$$h(x,y) = f(x,y) * g(x,y) = \sum_{k=2}^M \sum_{l=2}^N f(k,l) \cdot g(x-k, y-l)$$

Dimana : h(x,y) = gambar output ; f(x,y) = adalah gambar output  
 g(x,y) = adalah *Gaussian Filter*

Langkah selanjutnya melakukan konvolusi dengan menempatkan *filter/kernel* pada setiap piksel yang ditimpali, kemudian nilai rata diambil dari hasil tersebut. Pada proses konvolusi kernel digeser sepanjang baris dan kolom dalam citra sehingga diperoleh nilai baru pada citra keluaran.

Letakkan filter g(x,y) mulai dari titik(x-2,y-2) dari titik citra yang akan di filtering. Kemudian hitung berdasarkan sel-sel pada titik tersebut dan titik tetangganya dengan bobot pada sel-sel matriks *filter g(x,y)* sesuai proses sel-selnya, maka nilai piksel hasil operasi konvolusi :

$$\begin{aligned}
 G(x,y) &= (1x149) + (1x140) + (2x107) + (1x102) + (1x100) + (1x145) + (2x37) + \\
 & (2x82) + (1x141) + (1x114) + (2x103) + (2x86) + (3x77) + (1x162) + \\
 & (2x105) + (1x93) + (2x45) + (2x18) + (2x48) + (1x32) + (1x140) + \\
 & (1x40) + (2x15) + (1x16) + (1x11) \\
 & = 149 + 140 + 214 + 102 + 100 + 145 + 74 + 164 + 141 + 114 + 206 + \\
 & 172 + 231 + 162 + 210 + 93 + 90 + 36 + 96 + 32 + 40 + 40 + 30 + 16 + 11 \\
 & = 2802/39 \\
 & = 72
 \end{aligned}$$

Setelah didapat hasil dari konvolusi maka nilai ini diletakkan pada piksel pada Gambar yang baru yaitu :



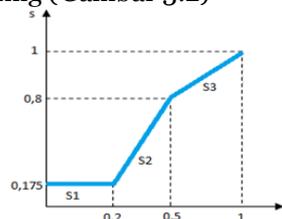
Gambar 3.3 Hasil *Gaussian Filter*

Nilai hasil *gaussian filter* adalah sebagai berikut :

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 149 | 140 | 214 | 102 | 100 |
| 145 | 74  | 164 | 141 | 114 |
| 206 | 172 | 231 | 162 | 210 |
| 93  | 90  | 36  | 96  | 32  |
| 40  | 40  | 30  | 16  | 11  |

### Contrast Streching

Proses contrast stretching termasuk proses perbaikan citra yang bersifat point processing, yang artinya proses ini hanya tergantung dari nilai intensitas *gray level* satu piksel, tidak tergantung dari pixel lain yang ada disekitarnya. Cara kerja dari proses peregangan kontras (contrast stretching) ini adalah, diketahui fungsi contrast stretching (Gambar 3.2)



Gambar 3.2 Fungsi Contrast Streching

Dari data di atas diketahui titik dari :

$$\begin{aligned}
 S_1 &= (r_1, s_1) \ \& \ (r_2, s_2) = (0, 0) \ \& \ (0.2, 0.175) \\
 S_2 &= (r_1, s_1) \ \& \ (r_2, s_2) = (0.2, 0.175) \ \& \ (0.5, 0.8) \\
 S_3 &= (r_1, s_1) \ \& \ (r_2, s_2) = (0.5, 0.8) \ \& \ (1, 1)
 \end{aligned}$$

Rumus :

$$\frac{y-y_1}{y_2-y_1} = \frac{x-x_1}{x_2-x_1} \ ; \ y - y_1 = \left[ \frac{y_2-y_1}{x_2-x_1} \right] (x - x_1)$$

Titik S1 :

$$s - s_1 = \frac{(s_2-s_1)}{(r_2-r_1)} (r - r_1) \ ; \ s - 0 = \frac{(0.175-0)}{(0.2-0)} (r - 0)$$

$$= \left( \frac{0.175}{0.2} \right) r = 0.875 r$$

Titik S2 :

$$s - s_1 = \frac{(s_2-s_1)}{(r_2-r_1)} (r - r_1) \ ; \ s - 0.175 = \frac{(0.8-0.175)}{(0.5-0.2)} (r - 0.2)$$

$$= \left( \frac{0.625}{0.3} \right) (r - 0.2)$$

$$= 2.08(r - 0.2) \ ; \ = 2.08 r - 0.416 \ ; \ = 2.08 r - 0.416 + 0.175$$

$$= 2.08 r - 0.591$$

Titik S3 :

$$s - s_1 = \frac{(s_2 - s_1)}{(r_2 - r_1)}(r - r_1) ; S - 0.8 = \frac{(1 - 0.8)}{(1 - 0.5)}(r - 0.5)$$

$$= \left(\frac{0.2}{0.5}\right)(r - 0.5) = 0.4(r - 0.5) = 0.4r - 0.2$$

$$= 0.4r - 0.2 + 0.8 = 0.4r - 1$$

Untuk menentukan graylevel adalah :

- |                                             |                                             |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1. $\frac{22}{255} = 0,04 \rightarrow S1$   | 13. $\frac{224}{255} = 0,44 \rightarrow S2$ |
| 2. $\frac{38}{255} = 0,06 \rightarrow S1$   | 14. $\frac{240}{255} = 0,54 \rightarrow S3$ |
| 3. $\frac{50}{255} = 0,11 \rightarrow S1$   | 15. $\frac{241}{255} = 0,55 \rightarrow S3$ |
| 4. $\frac{52}{255} = 0,12 \rightarrow S1$   | 16. $\frac{242}{255} = 0,56 \rightarrow S3$ |
| 5. $\frac{58}{255} = 0,10 \rightarrow S1$   | 17. $\frac{247}{255} = 0,58 \rightarrow S3$ |
| 6. $\frac{40}{255} = 0,15 \rightarrow S1$   | 18. $\frac{282}{255} = 0,63 \rightarrow S3$ |
| 7. $\frac{74}{255} = 0,29 \rightarrow S2$   | 19. $\frac{284}{255} = 0,64 \rightarrow S3$ |
| 8. $\frac{90}{255} = 0,35 \rightarrow S2$   | 20. $\frac{272}{255} = 0,67 \rightarrow S3$ |
| 9. $\frac{92}{255} = 0,36 \rightarrow S2$   | 21. $\frac{288}{255} = 0,80 \rightarrow S3$ |
| 10. $\frac{98}{255} = 0,37 \rightarrow S2$  | 22. $\frac{210}{255} = 0,82 \rightarrow S3$ |
| 11. $\frac{100}{255} = 0,39 \rightarrow S2$ | 23. $\frac{214}{255} = 0,83 \rightarrow S3$ |
| 12. $\frac{102}{255} = 0,4 \rightarrow S2$  | 24. $\frac{221}{255} = 0,90 \rightarrow S3$ |

Kemudian Masukkan Graylevel ke dalam persamaan :

- |                                                                 |                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1. $S1 = 0.875 \times 0.04 \times 255 = 8.92 = 9$               | 13. $S2 = 2.08 \times 0.44 - 0.591 \times 255 = -149.78 = -150$ |
| 2. $S1 = 0.875 \times 0.06 \times 255 = 13.38 = 13$             | 14. $S3 = 0.4 \times 0.54 - 1 \times 255 = -254.78 = -255$      |
| 3. $S1 = 0.875 \times 0.11 \times 255 = 24.54 = 25$             | 15. $S3 = 0.4 \times 0.55 - 1 \times 255 = -254.78 = -255$      |
| 4. $S1 = 0.875 \times 0.12 \times 255 = 26.77 = 27$             | 16. $S3 = 0.4 \times 0.56 - 1 \times 255 = -254.77 = -255$      |
| 5. $S1 = 0.875 \times 0.10 \times 255 = 22.31 = 22$             | 17. $S3 = 0.4 \times 0.58 - 1 \times 255 = -254.74 = -255$      |
| 6. $S1 = 0.875 \times 0.15 \times 255 = 33.46 = 33$             | 18. $S3 = 0.4 \times 0.63 - 1 \times 255 = -254.74 = -255$      |
| 7. $S2 = 2.08 \times 0.29 - 0.591 \times 255 = -150.10 = -150$  | 19. $S3 = 0.4 \times 0.64 - 1 \times 255 = -254.74 = -255$      |
| 8. $S2 = 2.08 \times 0.35 - 0.591 \times 255 = -149.97 = -150$  | 20. $S3 = 0.4 \times 0.67 - 1 \times 255 = -254.73 = -255$      |
| 9. $S2 = 2.08 \times 0.36 - 0.591 \times 255 = -149.95 = -150$  | 21. $S3 = 0.4 \times 0.80 - 1 \times 255 = -254.68 = -255$      |
| 10. $S2 = 2.08 \times 0.37 - 0.591 \times 255 = -149.93 = -150$ | 22. $S3 = 0.4 \times 0.82 - 1 \times 255 = -254.67 = -255$      |
| 11. $S2 = 2.08 \times 0.39 - 0.591 \times 255 = -149.89 = -150$ | 23. $S3 = 0.4 \times 0.83 - 1 \times 255 = -254.66 = -255$      |
| 12. $S2 = 2.08 \times 0.4 - 0.591 \times 255 = -149.87 = -150$  | 24. $S3 = 0.4 \times 0.90 - 1 \times 255 = -254.64 = -255$      |

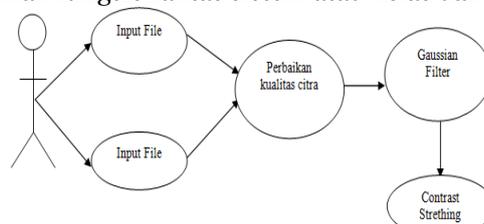
Setelah didapat hasil dari contrast stretching yaitu :



Gambar 3.5 Citra Hasil Contrast Stretching

### Perancangan Use Case Diagram

Diagram use case menunjukkan fungsionalitas sistem atau kelas dan interaksi dengan dunia luar.



Gambar 3.4 Use case Diagram Aplikasi

### Algoritma dan Implementasi

#### Algoritma

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

#### 33. Algoritma form Menu Utama

Algoritma form menu utama menunjukkan langkah-langkah yang ada dalam proses untuk setiap form yang terdapat dalam menu utama.

Input : Menu Utama

Proses :

tampilan menu pilihan menu utama, sub menu *filter gaussian*, sub menu kernel, sub menu pixel citra, sub menu *contrast stretching*, sub menu *histogram*.

If pilihan = menu utama then  
Tampilkan halaman menu utama  
End if

34. *Algoritma form Menu filter gaussian*

*Input : filter gaussian*

Proses:

tampilan menu pilihan menu utama, sub menu filter gaussian, sub menu kernel, sub menu pixel citra, sub menu contrast stretching, sub menu histogram.

If pilihan = pilihan *filter Gaussian* then  
Tampilkan halaman *filter gaussian*

End if

*Output : Menu filter gaussian*

35. *Algoritma kernel*

*Input : kernel*

Proses :

Tampilan menu pilihan menu utama, sub menu filter gaussian, sub menu kernel, sub menu pixel citra, sub menu contrast stretching, sub menu histogram.

If pilihan = kernel then  
Tampilkan halaman kernel

End if

*Output : kernel*

36. *Algoritma form pixel citra*

*Algoritma form* menu utama menunjukkan langkah-langkah yang ada dalam proses untuk setiap form yang terdapat dalam menu utama.

*Input : pixel citra*

Proses :

tampilan menu pilihan menu utama, sub menu *filter gaussian*, sub menu kernel, sub menu pixel citra, sub menu *contrast stretching*, sub menu histogram.

If pilihan = pixel citra then  
Tampilkan halaman pixel citra

End if

*Output : tampilan menu pixel citra*

37. *Algoritma form Menu contrast stretching*

*Input : contrast stretching*

Proses:

tampilan menu pilihan menu utama, sub menu filter gaussian, sub menu kernel, sub menu pixel citra, sub menu contrast stretching, sub menu histogram.

If pilihan = pilihan contrast stretching then  
Tampilkan halaman contrast stretching

End if

*Output : Menu contrast stretching*

38. *Algoritma histogram*

*Input : histogram*

Proses :

Tampilan menu pilihan menu utama, sub menu *filter gaussian*, sub menu kernel, sub menu pixel citra, sub menu *contrast stretching*, sub menu histogram.

If pilihan = *histogram* then  
Tampilkan halaman *histogram*

End if

*Output : histogram*

39. *Algoritma Gaussian Filter*

*Input : f= data yang dipilih*

Proses : perbaikan kualitas citra dengan metode *gaussian filter*

“*proses Gaussian filter*”

$G(x,y) = f_{\text{spesial}}(f, (xy_0 0, \dots, xy_0 29))$

Loop

For ( $f, (xy_0 0, \dots, xy_0 29)$ )

```

Pixel(x,y) = 1 to 900
    For x,y = 0,0 to 0,29
        Loop
        For x,y = 0,0 to 0,29
            Output : g= data Gambar yangtelah di filter Gaussian
40. Algoritma Constrast Stretching
    Input : Ambil citra (i)
        //jika I dalam RGB konversikan ke grayscale
    Proses : "proses contrast stretching"
        Begin
        for ix :=1 to 256 do
            for iy :=1 to 256 do
                warnab := arCitra1[ix,iy];
                if warnab < c1 then {zone 1}
                    warnab2 := round( warnab * d1/c1)
                else
                    if warnab < (c2) then {zone 2}
                        warnab2=d1+round((warnab-c1)*
                            (d2-d1) / (c2-c1) ) {zone 3}
                    else
                        warnab2 := d2 + round ( (warnab-c2) *
                            (255-d2) / (255-c2));
                        arCitra2[ix,iy] := warnab2;
                    end;
                end for;
            end for;
        end;
    Output : file citra hasil penajaman
    
```

**Implementasi**

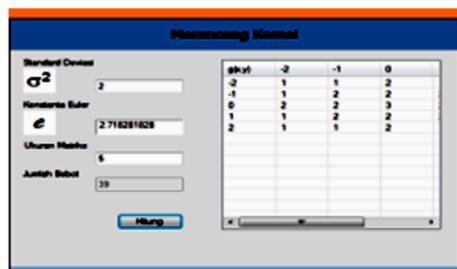
Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

5. Tampilan Proses Gaussian Filter



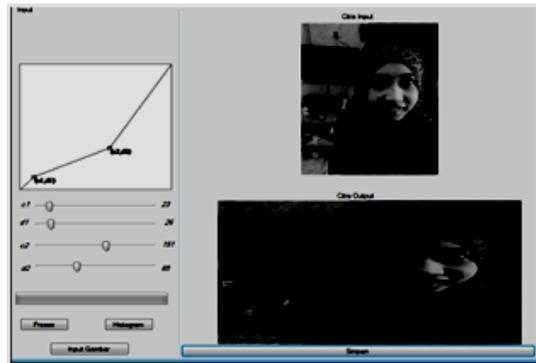
Gambar 4.1. Tampilan Gaussian Filter

6. Tampilan Kernel



Gambar 4.2. Tampilan Kernel

7. Tampilan Contrast Stretching



## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Citra akibat pengaruh *noise* dengan *Contrast Stretching* menunjukkan hasil penajaman lebih baik dari aslinya
2. Aplikasi yang dirancang dengan menggunakan tools yang ada membantu menghasilkan citra dengan penajaman yang baik dan juga kompresi yang signifikan

## DAFTAR PUSTAKA

- Sutoyo, dkk. "Teori Pengolahan Citra Digital". Andi Offset. Yogyakarta, 2009
- Putra, Darma, "Pengolahan Citra Digital". Penerbit Andi. Yogyakarta 2010
- Sugiarti, Y, "Analisis & Perancangan UML (unified Modelling Language) Generated VB.6", Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta 2003
- Munir R, "Pengolahan Citra Digital Dengan pendekatan Algoritmik", Penerbit Andi, Yogyakarta 2004.
- Rahmat Priyanto, "Langsung Bisa visual basic Net 2008". Penerbit Andi, Yogyakarta, 2009
- Awaluddin, M. Darmo. "Penajaman dan Segmentasi Pada Pengolahan Citra Digital", 65, 0852-1697
- Sri Rahayu Utami, "Perancangan Aplikasi Perbaikan Citra Hasil Pengambilan Webcam Menerapkan Metode Contrast Stretching". Skripsi Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Komputer Budidarma Medan, 2014.
- Joko Kurniawan, Implementasi Discrete Wavelet Transform Untuk Penyisipan Gambar Pada Gambar, Vol VI, No 1, 2014
- Awaluddin, M. Darma B.Y, Penajaman dan Segmentasi Citra Pada Pengolahan Citra Digital, (65-0852-1697)

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN PENJAGA GAWANG INTI PADA TIM SEPAKBOLA SSB PATRIOT MENGGUNAKAN METODE SAW (SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING)**

**Tengku Perdana Putra; Natalia Silalahi Dan Efori Bu'ulolo**

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Sekolah Sepak Bola (SSB) memiliki sistem tersendiri untuk melatih siswa-siswa menjadi pemain sepakbola profesional. SSB Patriot Medan adalah lembaga pendidikan khususnya sepak bola di mana siswa sekolah tersebut adalah anak-anak usia hingga 18 tahun. Dalam menjalani pelatihan bagi anak-anak yang ingin mempertajam bakat yang dimiliki dalam sepakbola terdapat berbagai jenis/ kualifikasi untuk pemain, mulia dari Penjaga Gawang (Kiper), Striker, Gelandang, Sayap, Penyerang. Secara khusus dalam penentuan penjaga gawang inti di tim sepak bola ini tidaklah mudah, dikarenakan banyaknya yang ingin menjadi penjaga gawang karena secara fisik tidak harus sekuat pemain di tengah lapangan. Terlalu banyaknya penjaga gawang yang ada, membuat sulit dalam pemilihan penjaga gawang secara manual dilakukan, dan hasil pemilihan terkadang kurang tepat dan menjadi suatu permasalahan dalam pemilihan penjaga gawang inti terbaik. Untuk mengatasi masalah ini, maka diupayakan menggunakan metode pemilihan yang tepat yaitu sistem pendukung keputusan dengan Simple Additive Weighting (SAW). SAW sering disebut penjumlahan terbobot. SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada. Metode ini banyak digunakan menghadapi situasi Multiple Attribute Decision Making (MADM). Penelitian akan menghasilkan suatu aplikasi yang dapat dipakai sewaktu-waktu oleh operator sistem sehingga output dari aplikasi ini dapat dijadikan sebagai model dasar dalam mengambil keputusan. Model yang dihasilkan tentunya berkaitan dengan seleksi penjaga gawang terbaik versi SSB Patriot.

**Kata Kunci :** SAW, Gawang, Kiper, SPK

### **PENDAHULUAN**

Sekolah Sepak Bola (SSB) PATRIOT MEDAN didirikan pada tanggal 28 Juni 2006 di Jalan Air Bersih Medan sesuai izin usaha PENGPROV NO 051/SSB/PGDSU-B/VI/2006. SSB PATRIOT MEDAN merupakan sekolah sepak bola yang melatih bibit-bibit muda agar bisa menjadi pemain yang berprestasi di masa yang akan datang. Usaha yang menyediakan jasa melatih sepak bola dari tingkatan umur, yaitu : umur 7-8 tahun, 9-10 tahun, 11-12 tahun, 13-14 tahun, 15-16 tahun dan yang terakhir 17-18 tahun setiap hari selasa, kamis dan sabtu sore jam 04.00 WIB.

Sekolah ini dibentuk dikarenakan pemain sepak bola profesional yang ada di Medan sangat sedikit mengandalkan pemain-pemain muda. Kombinasi pemain-pemain muda di SSB PATRIOT MEDAN yang dilatih membuat klub sebesar PSMS Medan menggunakan jasa pemain mereka, sebut saja Tri Yudha Handoko yang saat ini sedang berkiprah untuk klub pro sekelas PSMS Medan.

Secara umum, hanya penjaga gawang saja yang berhak menyentuh bola dengan tangan atau lengan di dalam daerah gawangnya, sedangkan 10 pemain lainnya diijinkan menggunakan seluruh badan kecuali tangan. Posisi penjaga gawang adalah yang paling khusus dari semua posisi di lapangan. Tidak seperti pemain lain, penjaga gawang dapat menyentuh bola dengan seluruh bagian tubuh mereka, asalkan di daerah penalti mereka sendiri. Di luar area penalti mereka, penjaga gawang memiliki pembatasan yang sama sebagai pemain lapangan lainnya. Mereka juga dilindungi dari campur tangan aktif oleh lawan-lawan di daerah tujuan mereka sendiri. Penjaga gawang sangat berpengaruh pada setiap pertandingan sepak bola. Mereka juga berperan penting dalam proses berkembangnya suatu posisi pemain belakang agar semakin kompak dalam mengawasi sektor pertahanan agar tidak terjadi gol. Sangat pentingnya posisi ini, maka kita harus mengelola, menganalisa dan mengukur kemampuannya.

Salah satu metode yang dipakai adalah *Simple Additive Weighting*. *Simple Additive Weighting* adalah suatu metode untuk membuktikan apakah suatu fakta itu pasti ataukah tidak pasti yang berbentuk metric yang biasanya digunakan dalam sistem pakar. Metode ini sangat cocok untuk sistem pakar yang mendiagnosis sesuatu yang belum pasti.

### **METODE**

Dalam menyelesaikan penelitian kompresi, maka langkah-langkah yang dilakukan adalah :

**Studi Literatur.** Mengumpulkan penelitian yang berkaitan dengan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) seleksi pemain atau kiper. Perencanaan sistem, buku-buku atau situs yang memuat pengetahuan tentang sepak bola.

**Analisis.** Menerapkan SAW pada pemilihan kiper, melengkapi kebutuhan perancangan aplikasi.

**Perancangan.** Membangun arsitektur aplikasi, model, basis data dan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi

**Implementasi.** Membuat rancangan aplikasi sesuai dengan tools pemrograman.

**Pengujian Aplikasi.** Menggunakan data kiper yang ada pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil seleksi dan evaluasi selanjutnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sepak Spesifikasi Sepak Bola

Macam-Macam nama posisi pemain Sepak Bola dan tugasnya. Sepak bola merupakan permainan yang di mainkan dua tim bertahan yang masing-masing memiliki 11 anggota. Dalam setiap tim, masing-masing anggota memiliki posisi dan tugasnya masing-masing sesuai karakteristik dan kemampuannya, lebih jelasnya dalam Gambar berikut :



Gambar 2.1. Peta Permainan Sepak Bola

Adapun nama dan fungsi pemain sepak bola adalah :

1. Goal Keeper. Nama lainnya “Penjaga Gawang” merupakan pemain yang berada pada barisan pertama. Memiliki empat peran utama yaitu: saving, clearing, mengarahkan pertahanan dan mendistribusikan bola. Posisi keeper di duduki oleh pemain yang bertubuh tinggi dan besar serta memiliki kecepatan dalam menangkap bola. Bahkan seorang keeper juga harus memiliki tendangan yang kuat karena tugasnya adalah mengarahkan bola ke para pemain timnya.
2. Defender (Pemain Bertahan). Seorang defenders bertugas untuk melindungi kiper saat menguasai bola, mencegah serangan lawan dan memblok tembakan pemain lawan. Posisi Defender di berikan kepada pemain yang yang kuat, pekerja keras dan cepat dalam mengantisipasi pergerakan lawan. Defender terdiri dari pemain yang dinamakan “Bek”, ada 4 macam bek dalam defender :
  - a. Center-Back adalah dua bek berada di tengah. Memiliki karakteristik kuat, tinggi, berani baik pada saat berduel dengan penyerang lawan.
  - b. Full-Back adalah bek yang diposisikan di samping yaitu bek kiri dan bek kanan. Tugas utama full-back adalah mencegah lawan menyerang di sisi pertahanan dari arah kiri dan kanan. Posisi ini diduduki oleh pemain yang cepat dan kuat.
  - c. Bek Sayap erupakan full-back yang dapat bergerak maju hingga gawang lawan. Wing-back dibagi menjadi dua yaitu Bek Sayap Kiri dan Bek Sayap Kanan. Tugasnya adalah menjaga pertahanan. Karakteristiknya harus kuat dan cepat.
  - d. Sweeper berada di belakang garis pertahanan dan di depan kiper. Tugas utama adalah membersihkan bola dari penguasaan lawan yang berhasil menerobos para bek (defenders).
3. Gelandang. Pemain yang menghubungkan antara pemain serang dan pemain bertahan. Tugasnya adalah membawa bola hingga ke depan saat melakukan serangan dan mencegah serangan lawan sampai ke daerah pertahanan. Berikut macam-macam gelandang :
  - a. Gelandang Bertahan. Berada di depan garis pertahanan. Tugas utamanya mencegah bola mencapai garis pertahanan.
  - b. Gelandang Tengah. Berada di tengah lapangan. Seorang gelandang tengah bertugas menciptakan peluang bagi striker dan menghentikan serangan lawan, maka posisi ini diduduki oleh pemain yang cepat, kuat, cerdas dan memiliki banyak taktik.
  - c. Gelandang Serang. Berada di tengah, memiliki sifat yang handal terutama dalam hal menyerang serta kemampuan kontrol dan teknik penguasaan yang baik.
  - d. Gelandang Sayap. Bertugas melakukan serangan dari sisi lapangan baik kiri maupun kanan. Posisi ini sering dipakai dalam formasi 4-3-3 seperti dan 4-5-1. Harus memiliki kemampuan dribbling yang sangat baik dan akurat. Sifat pemain fleksible artinya bisa berada di tengah dan menjadi penyerang.
4. Peyerang/ Forwards. Dalam sebuah tim, penyerang adalah pemain yang paling menonjol dan kedudukannya sangat mempengaruhi keberhasilan gol. Dibutuhkan kelincahan, kecepatan, akurasi tembakan yang baik, kemampuan heading serta kontrol bola yang baik untuk menjadi penyerang. Penyerang di bagi menjadi 2 bagian yaitu :

- a. Center-Forward. Berada di dekat dengan gawang lawan, sering disebut striker. Perannya mencetak gol dari umpan rekan tim dan mengalihkan perhatian pertahanan untuk memberikan ruang bagi gelandang serang, pemain sayap atau striker ditarik untuk menyerang. Karakteristiknya seorang striker adalah cerdas, kuat dan berani.
- b. Penyerang Sayap/ Withdrawn Striker. Second striker yang berada di belakang dan melakukan penyerangan. Sifatnya memiliki akurasi passing yang baik, karena pengumpan yang paling diandalkan di lapangan.

Sumber : <http://www.tutorialolahraga.com/2015/09/nama-posisi-pemain-sepak-bola.html>, Tgl. 23 Sept 2016

**Sistem Pendukung Keputusan (SPK)**

*Decision Support Systems* (DSS) merupakan sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi, pemodelan dan pemanipulasian data. Sistem itu membantu pengambilan keputusan dalam situasi yang semi terstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, di mana tak seorang pun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat (Alter, 2002). Sebuah sistem yang mampu memberikan kemampuan pemecahan masalah maupun kemampuan pengkomunikasian untuk masalah dengan kondisi semi terstruktur dan tak terstruktur. Sistem ini digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi semi terstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, dimana tak seorangpun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat (Turban, 2001).

Defenisi klasik SPK, diajukan oleh Keen dan Scott Morton (1978) yaitu: Sistem Pendukung keputusan dengan kapabilitas komputer untuk meningkatkan kualitas keputusan yang menangani masalah-masalah tidak terstruktur.

**Simple Additive Weighting (SAW)**

Metode SAW ini mengharuskan pembuat keputusan menentukan bobot bagi setiap atribut. Skor total untuk alternatif diperoleh dengan menjumlahkan seluruh hasil perkalian antara rating (yang dapat dibandingkan lintas atribut) dan bobot tiap atribut. Rating tiap atribut haruslah bebas dimensi dalam arti telah melewati proses normalisasi matriks sebelumnya. Adapun langkah-langkah adalah :

1. Menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan, yaitu  $C_i$ .
2. Menentukan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria.
3. Membuat matriks keputusan berdasarkan kriteria ( $C_i$ ), kemudian melakukan normalisasi matriks berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan ataupun atribut biaya) sehingga diperoleh matriks ternormalisasi R.
4. Hasil akhir diperoleh dari proses perankingan yaitu penjumlahan dari perkalian matriks ternormalisasi R dengan vektor bobot sehingga diperoleh nilai terbesar yang dipilih sebagai alternatif terbaik ( $A_i$ ) sebagai solusi. Formula untuk melakukan normalisasi tersebut adalah : di mana :  $r_{ij}$ =rating kinerja ternormalisasi  $Max_{ij}$ = nilai maksimum dari setiap baris dan kolom  $Min_{ij}$ =nilai minimum dari setiap baris dan kolom  $X_{ij}$ =baris dan kolom dari matriks. Dengan  $r_{ij}$  adalah rating kinerja ternormalisasi dari alternatif  $A_i$  pada atribut  $C_j$ ;  $i=1,2,...,m$  dan  $j=1,2,...,n$ . Nilai preferensi untuk setiap alternatif ( $V_i$ ) diberikan sebagai : di mana :  $V_i$ =Nilai akhir dari alternatif  $w_j$ =Bobot yang telah ditentukan  $r_{ij}$ =Normalisasi matriks Nilai  $V_i$  yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif  $A_i$  lebih terpilih.

Rumus SAW yang akan digunakan adalah :

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \\ \frac{Minx_{ij}}{x_{ij}} \end{cases}$$

**Analisa dan Perancangan Penentuan Kriteria dan Bobot**

Adapun kriteria dan bobot yang akan digunakan adalah :

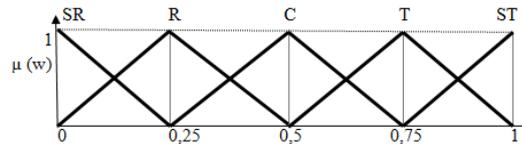
Tabel 3.1 Kriteria

| Kriteria |                      |
|----------|----------------------|
| C1       | Tinggi Badan         |
| C2       | Berat Badan          |
| C3       | Kecepatan Refleks    |
| C4       | Tinggi Lompatan      |
| C5       | Stamina              |
| C6       | Pengalaman           |
| C7       | Duel Satu lawan Satu |
| C8       | Kecepatan Lari       |
| C9       | Konsentrasi          |
| C10      | Mental Bertanding    |

Tabel 3.2 Bobot

| Bilangan fuzzy     | Nilai |
|--------------------|-------|
| Sangat Rendah (SR) | 0     |
| Rendah (R)         | 0,25  |
| Cukup (C)          | 0,5   |
| Tinggi (T)         | 0,75  |
| Sangat Tinggi (ST) | 1     |

Dari masing-masing kriteria akan ditentukan bobot-bobotnya terdiri dari lima bilangan *fuzzy* yaitu, sangat sangat bagus(Sba), bagus (Ba), cukup(C), buruk(Bu), sangat buruk(Sbu) seperti terlihat pada Gambar berikut ini :



Gambar 3.1. Bilangan Bobot

di mana : SR=Sangat Rendah ; R=Rendah; C=Cukup;  
T = Tinggi ; ST=Sangat Tinggi;

Gambar 3.1 di atas, bilangan-bilangan *fuzzy* dapat dikonversikan kebilangan *crisp*. Untuk lebih jelas data bobot dalam Tabel 3.2

Pada masing-masing kriteria, telah ditentukan penjabaran kriteria yang akan diberi bobot seperti yang terlihat pada table berikut :

Tabel 3.3 Penjabaran Kriteria-kriteria dan pemberian bobot

| Keterangan         | Penjabaran  | Bobot | Keterangan           | Penjabaran  | Bobot |
|--------------------|-------------|-------|----------------------|-------------|-------|
| Tinggi Badan       | 180-190 cm  | 1     | Pengalaman           | Banyak      | 1     |
|                    | 170-179 cm  | 0,5   |                      | Sedang      | 0,75  |
|                    | 160-169 cm  | 0,25  |                      | Sedikit     | 0,25  |
|                    | 150-159 cm  | 0     | Duel Satu Lawan Satu | Baik        | 1     |
| Berat Badan        | 45-54 kg    | 1     |                      | Sedang      | 0,5   |
|                    | 55-64 kg    | 0,75  |                      | Buruk       | 0     |
|                    | 65-70 kg    | 0,25  | Kecepatan Berlari    | 50-59km/jam | 0,5   |
| Kecepatan Refleksi | <=0,25m/dtk | 1     |                      | 40-49km/jam | 0,75  |
|                    | <=0,50m/dtk | 0,5   |                      | 30-39km/jam | 1     |
|                    | <=0,70m/dtk | 0,25  | Konsentrasi          | Baik        | 1     |
| Tinggi Lompatan    | 55-60 cm    | 1     |                      | Sedang      | 0,75  |
|                    | 45-54 cm    | 0,75  |                      | Buruk       | 0,5   |
|                    | 35-44s cm   | 0,25  | Mental               | Baik        | 0,75  |
| Stamina            | Baik        | 1     |                      | Sedang      | 0,5   |
|                    | Sedang      | 0,25  |                      | Buruk       | 0,25  |
|                    | Buruk       | 0     |                      |             |       |

**Penerapan SAW**

Sampel yang akan diambil dalam penentuan penjaga gawang inti adalah tiga (3) calon penjaga gawang sebagai contoh penerapan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) data dari calon penjaga gawang dalam Tabel berikut :

Tabel 3.4 Data Awal Calon Penjaga Gawang Inti

| Nama Kiper      | Nomor Pung gung | C1   | C2   | C3   | C4   | C5   | C6   | C7   | C8   | C9   | C10  |
|-----------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Qosim           | 32              | 1    | 0,75 | 0,25 | 0,75 | 0,25 | 0,75 | 0,5  | 0,75 | 0,75 | 0,5  |
| Akbar Rasyid    | 12              | 0,25 | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 0,75 | 1    | 1    | 0,75 |
| Muhammad Rasyid | 1               | 0,5  | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,25 |

Rincian data calon kiper adalah :

Tabel 3.5 Input data calon penjaga gawang inti

| Nama            | Nomor Pung gung | C1     | C2    | C3         | C4    |
|-----------------|-----------------|--------|-------|------------|-------|
| Qosim           | 32              | 183 cm | 55 kg | <0,70m/dtk | 48 cm |
| Akbar Rasyid    | 12              | 160 cm | 44 kg | <0,25m/dtk | 55 cm |
| Muhammad Rasyid | 1               | 171 cm | 63 kg | <0,70m/dtk | 35 cm |

| C5     | C6      | C7     | C8        | C9     | C10    |
|--------|---------|--------|-----------|--------|--------|
| Sedang | Sedang  | Sedang | >40km/jam | Sedang | Sedang |
| Baik   | Banyak  | Baik   | >30km/jam | Baik   | Baik   |
| Sedang | Sedikit | Sedang | >50km/jam | Buruk  | Buruk  |

Berdasarkan pada table 4.4 di atas, dapat dibentuk matriks keputusan X dengan data tersebut :

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 0,75 & 0,25 & 0,75 & 0,25 & 0,75 & 0,5 & 0,75 & 0,75 & 0,5 \\ 0,25 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0,75 & 1 & 1 & 0,75 \\ 0,5 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,5 & 0,5 & 0,5 & 0,25 & 0 \end{pmatrix}$$

Dengan vector bobot :

$$W = [1 \ 1 \ 0,75 \ 0,75 \ 1 \ 0,5 \ 1 \ 0,5 \ 0,75 \ 0,5]$$

Perhitungan normalisasi :

$$\begin{aligned} V_{1,1} &= \frac{1}{\max\{1;0,25;0,5\}} = \frac{1}{1} = 1 & V_{2,6} &= \frac{1}{\max\{0,75;1;0,5\}} = \frac{1}{1} = 1 \\ V_{1,2} &= \frac{0,75}{\max\{0,75;1;0,25\}} = \frac{0,75}{1} = 0,75 & V_{2,7} &= \frac{0,75}{\max\{0,5;0,75;0,5\}} = \frac{0,75}{0,75} = 1 \\ V_{1,3} &= \frac{0,25}{\max\{0,25;1;0,25\}} = \frac{0,25}{1} = 0,25 & V_{2,8} &= \frac{1}{\max\{0,75;1;0,5\}} = \frac{1}{1} = 1 \\ V_{1,4} &= \frac{0,75}{\max\{0,75;1;0,25\}} = \frac{0,75}{1} = 0,75 & V_{2,9} &= \frac{1}{\max\{0,75;1;0,25\}} = \frac{1}{1} = 1 \\ V_{1,5} &= \frac{0,25}{\max\{0,25;1;0,25\}} = \frac{0,25}{1} = 0,25 & V_{2,10} &= \frac{0,75}{\max\{0,5;0,75;0\}} = \frac{0,75}{0,75} = 1 \\ V_{1,6} &= \frac{0,75}{\max\{0,75;1;0,5\}} = \frac{0,75}{1} = 0,75 & V_{3,1} &= \frac{0,5}{\max\{1;1;0,25\}} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \\ V_{1,7} &= \frac{0,5}{\max\{0,5;0,75;0,5\}} = \frac{0,5}{0,75} = 0,67 & V_{3,2} &= \frac{0,25}{\max\{0,75;1;0,25\}} = \frac{0,25}{1} = 0,25 \\ V_{1,8} &= \frac{0,75}{\max\{0,75;1;0,5\}} = \frac{0,75}{1} = 0,75 & V_{3,3} &= \frac{0,25}{\max\{0,25;1;0,25\}} = \frac{0,25}{1} = 0,25 \\ V_{1,9} &= \frac{0,75}{\max\{0,75;1;0,25\}} = \frac{0,75}{1} = 0,75 & V_{3,4} &= \frac{0,25}{\max\{0,75;1;0,25\}} = \frac{0,25}{1} = 0,25 \\ V_{1,10} &= \frac{0,5}{\max\{0,5;0,75;0\}} = \frac{0,5}{0,75} = 0,67 & V_{3,5} &= \frac{0,25}{\max\{0,25;1;0,25\}} = \frac{0,25}{1} = 0,25 \\ V_{2,1} &= \frac{0,25}{\max\{1;0,25;0,5\}} = \frac{0,25}{1} = 0,25 & V_{3,6} &= \frac{0,5}{\max\{0,75;1;0,5\}} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \\ V_{2,2} &= \frac{1}{\max\{0,75;1;0,25\}} = \frac{1}{1} = 1 & V_{3,7} &= \frac{0,5}{\max\{0,5;0,75;0,5\}} = \frac{0,5}{0,75} = 0,67 \\ V_{2,3} &= \frac{1}{\max\{0,25;1;0,25\}} = \frac{1}{1} = 1 & V_{3,8} &= \frac{0,5}{\max\{0,75;1;0,5\}} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \\ V_{2,4} &= \frac{1}{\max\{0,75;1;0,25\}} = \frac{1}{1} = 1 & V_{3,9} &= \frac{0,25}{\max\{0,75;1;0,25\}} = \frac{0,25}{1} = 0,25 \\ V_{2,5} &= \frac{1}{\max\{0,25;1;0,25\}} = \frac{1}{1} = 1 & V_{3,10} &= \frac{0}{\max\{0,5;0,75;0\}} = \frac{0}{0,75} = 0 \end{aligned}$$

Hasil normalisasi adalah :

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 0,75 & 0,25 & 0,75 & 0,25 & 0,75 & 0,67 & 0,75 & 0,75 & 0,67 \\ 0,25 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0,5 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,5 & 0,67 & 0,5 & 0,25 & 0 \end{pmatrix}$$

Proses perangkingan dengan menggunakan bobot yang telah diberikan oleh pengambil keputusan, yaitu :

$$W = [1 \ 1 \ 0,75 \ 0,75 \ 1 \ 0,5 \ 1 \ 0,5 \ 0,75 \ 0,5]$$

Hasil yang diperoleh sebagai berikut :

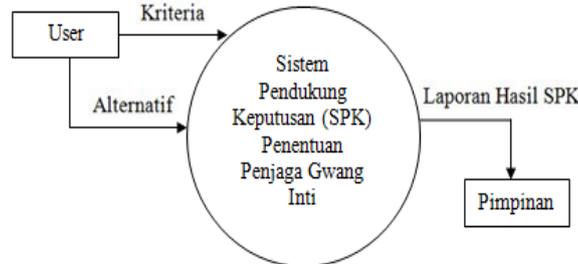
$$\begin{aligned} V_1 &= (1*1) + (1*0,75) + (0,75*0,25) + (0,75*0,75) + (1*0,25) + (0,5*0,75) + \\ &\quad (1*0,67) + (0,5*0,75) + (0,75*0,75) + (0,5*0,67) = 5,04 \\ V_2 &= (1*0,25) + (1*1) + (0,75*1) + (0,75*1) + (1*1) + (0,5*1) + (1*1) + \\ &\quad (0,5*1) + (0,75*1) + (0,5*1) = 7 \\ V_3 &= (1*0,5) + (1*0,25) + (0,75*0,25) + (0,75*0,25) + (1*0,25) + (0,5*0,5) + \\ &\quad (1*0,67) + (0,5*0,5) + (0,75*0,25) + (0,5*0) = 2,66 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, V2 merupakan nilai terbesar sehingga diperoleh penjaga gawang **Akbar Rasyid** adalah alternatif yang terpilih sebagai alternatif terbaik. Dengan kata lain penjaga gawang Akbar Rasyid akan berada di urutan pertama dalam daftar penentuan penjaga gawang inti di SSB Patriot Medan.

**Perancangan Dengan Data Flow Diagram**

**Diagram Level Konteks**

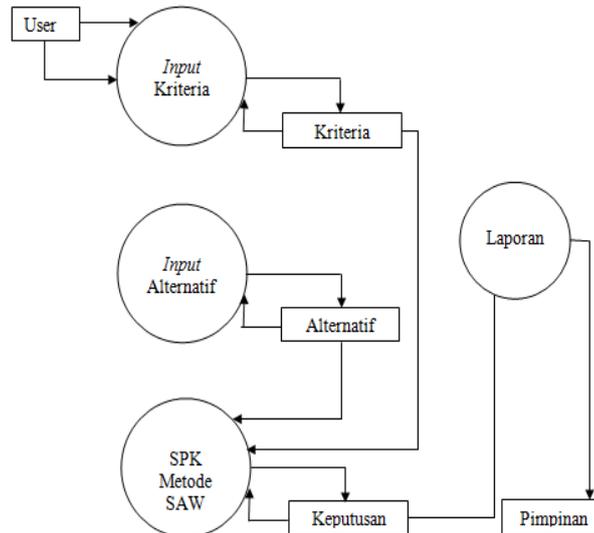
Diagram konteks atau disebut juga model *system* fundamental merepresentasikan seluruh elemen sistem sebagai *buble* tunggal dengan *input*, *output* yang ditunjukkan oleh anak panah yang masuk dan keluar secara berurutan.



Gambar 3.2 DFD Level-Konteks

**Diagram Level-1**

*Data Flow Diagram* Level 1 merupakan level pengembangan setelah diagram konteks. DFD level 1 dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar 3.3 Data Flow Diagram Level 1

**Algoritma dan Implementasi**

**Algoritma**

1. Langkah Pertama

```

Input : nama_calon, kriteria,
bobot
If Proses      : for i = 1 to 3
do
    Begin
    Wi = Kriteria 1
    End for.
Else
    Output:
    Bobot Kriteria
End if
    
```

**2. Langkah Kedua**

```

Input : Kriteria
If Proses : for i = 1 to
3, n = 1 to n = 2 do
    Begin
    Ci = Cin
    End for.
Else
    Output: Kriteria
End if

```

**3. Langkah Ketiga**

```

Input : Nilai Matriks
If Proses : {Matriks X}
    For i=1 to 3 do
    Begin
    X1n = C1n
    X2n = C2n
    X3n = C3n
    End for
Output: Matriks Nilai

```

**4. Langkah Keempat**

```

Input : Input Matriks X
If Proses : {Pencarian bobot
temormalisasi}
    For i=1 to 2 ; n=1 to 3
do
    Begin
    Rij = Xij / Maxi
    End for
    {Pencarian Solusi Ideal
Positif}
    For i=1 to 2 ; n=1 to 3 do
    Begin
    If Rij = Keuntungan
    Then
    Rij = Xij / Maxi
    Else
    Rij = MinXij / Xij
    End if
    End for

```

Output : Matriks Temormalisasi

**5. Langkah Kelima**

```

Input : Nilai Matriks Terbobot
Proses : for i = 1 to 2; j=1 to n = 3
do
    Begin
    Vi = Wi * Rij
    End for
    Hasil = Max [Vi]
Output : Hasil Penelitian

```

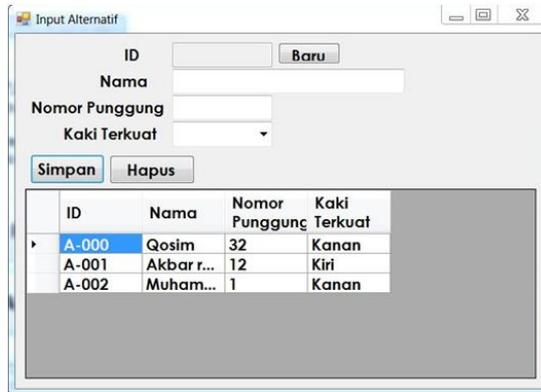
**Implementasi**

Aplikasi ini akan berjalan dengan :  
29. Form Menu Utama



Gambar 4.1. Form Menu Utama

30. Form Input Alternatif



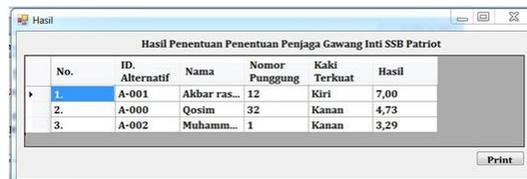
Gambar 4.2. Form Input Alternatif

31. Form Input Kriteria



Gambar 4.3. Form Input Kriteria

5. Form Hasil Seleksi



Gambar 4.4. Form Hasil Seleksi

**KESIMPULAN**

- Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :
1. Sistem pendukung keputusan penentuan penjaga gawang inti pada SSB Patriot menggunakan metode SAW (*Simple Additive Weighting*) dapat membantu pelatih menentukan penjaga gawang inti yang akan dimainkan didalam suatu pertandingan berdasarkan penjumlahan terbobot sesuai dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan sebelumnya.

2. Sistem pendukung keputusan ini dapat diterapkan dengan metode SAW (*Simple Additive Weighting*) dalam menentukan penjaga gawang inti pada tim SSB Patriot.
3. Perangkingan yang telah didapat tidak menjadi patokan bagi pengambil keputusan untuk menetapkan calon alternatif yang lulus seleksi. Pengambil keputusan tetap menjadi aktor utama yang menetapkan keputusan akhir.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Turban. 1995. *Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Jakarta : MacMillan.
- Turban , Efraim & Aronson, Jay E. 2001. *Decision Support Systems and Intelligent Systems(6th ed)*. Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ.
- Sri Kusumadewi, dkk. 2006. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)* Yogyakarta : Graha Ilmu.
- A.S., Rossa & Shalahuddin, M. (2011). *Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek)*. Bandung: Modula.
- Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Ramadan K., A., Budi, S., M. Aziz M.,2013, *Decision Making and Evaluation System for Employee Recruitment Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process, International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES) ISSN 2319183X, Vol.2 Issue 7 (July 2013), PP.24-3*
- Shuffler, Maria (2011). *There's a Science for That: Team Development Interventions in Organizations*. Sage Publications 2011.
- Sparague, R. H. and Watson H. J. 1993. *Decision Support Systems: Putting Theory Into Practice*. Englewood Clifts, N. J., Prentice Hall.
- Turban, Aronson & Liang. 2005. *Decision Support Systems and Inteligent Systems(7th ed)*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

## PENERAPAN ALGORITMA LZW DAN DEFLATE PADA KOMPRESI CITRA DIGITAL

Chairunnisa: Matias Julyus Fika Sirait dan Sinar Sinurat

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Ukuran file adalah sangat penting untuk dibuat sekecil mungkin. Terdapat beberapa aplikasi umumnya berbasis web yang membatasi ukuran file. File dimaksud cenderung ditujukan pada Gambar atau citra. Besarnya ukuran data yang harus dikirim melampaui kecepatan transmisi yang dimiliki oleh perangkat keras yang ada, sehingga masih terdapat delay time yang relatif besar oleh karena itu dibutuhkan kompresi data. Algoritma Lempel Zip Welch (LZW) merupakan teknik kompresi yang sering digunakan untuk citra dan text, yang memiliki kelebihan seperti, tidak perlu mengirimkan Tabel kode bersama dengan file encode sedangkan Algoritma Deflate merupakan algoritma kompresi yang bersifat lossless yang menggunakan kombinasi algoritma LZ77 dan Huffman Coding. Algoritma Deflate mengambil berbagai kelebihan dari masing-masing metode, mengambil konsep sliding-window dan prefix tree. Pada dasarnya algoritma deflate menggabungkan konsep pohon Huffman dan eliminasi string kembar, ke dua konsep tersebut sering di gunakan untuk kebutuhan minimasi bit data. Aplikasi yang dirancang dengan input data berbentuk citra akan kompresi dengan ke dua metode di atas secara bertahap hingga memberikan hasil kompresi yang maksimal.

**Kata kunci :** Citra, kompresi, LZW, Deflate

### PENDAHULUAN

Kompresi merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi penggunaan memori, sehingga akan mempermudah penyimpanan dan pengolahan data serta mempersingkat waktu pengiriman data. Secara umum kompresi citra terbagi menjadi dua, yaitu *lossy* dan *lossless*. *Lossless compression* digunakan untuk mengompresi data dengan tujuan agar data yang telah dikompresi dapat dikembalikan dalam kondisi asli, atau informasi penting yang ada di dalam data tersebut tidak boleh rusak akibat kompresi seperti pada Gambar hasil diagnosa medis. *Lossy compression* menghasilkan file kompresi yang lebih kecil dari metode *lossless*, tetapi data yang diperoleh berbeda dari yang aslinya tetapi cukup dekat perbedaannya. Algoritma yang digunakan dalam penelitian image lossless kompresi ini adalah algoritma lzw dan deflate.

Lempel Zip Welch (LZW) menggunakan teknik adaptif berbasis “kamus”. Pendahulu LZW adalah LZ77 dan LZ78 yang dikembangkan oleh Jacob Zip dan Abraham Lempel pada 1977 dan 1978. Terry Welch pada 1984 mengembangkan teknik tersebut dengan menggunakan dictionary, di mana fragmen-fragmen teks digantikan dengan indeks yang diperoleh dari sebuah kamus. (sutoyo,2009)

Algoritma Deflate merupakan algoritma kompresi data *lossless* yang menggunakan kombinasi algoritma LZ77 dan Huffman Coding. Algoritma Deflate mengambil berbagai kelebihan dari masing-masing metode, mengambil konsep *sliding-window* dan *prefix tree*. Pada dasarnya algoritma deflate menggabungkan konsep pohon huffman dan eliminasi string kembar, ke dua konsep tersebut sering digunakan untuk kebutuhan minimasi bit data.

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka penulis mencoba memaparkan langkah-langkah baik secara teoritis maupun dalam aplikasi yang akan dirancang dengan :

Studi Literatur. Pengumpulan data dan informasi mulai dari proses perencanaan hingga implementasi, mempelajari artikel, buku atau situs yang berhubungan dengan kompresi

Analisis. Menerapkan langkah-langkah kompresi citra dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi selanjutnya dengan perancangan arsitektur aplikasi, logika kerja, model modul, basis data dan antar muka, serta lingkungan sistem

Implementasi. Mengolah data citra pada aplikasi yang dirancang dengan tools yang sesuai.

Pengujian Aplikasi. Menguji sejumlah data citra pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil deteksi tepi yang sesuai dan membuat kesimpulan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kompresi Citra

Kompresi citra adalah pemampatan citra yang bertujuan mengurangi duplikasi data sehingga memory yang digunakan untuk merepresentasikan citra menjadi lebih sedikit dari pada representasi citra semula (T.Sutoyo, Eddy Mulyanto, Vincent Suhartono, Oky Dwi Nurhayati, Wijanarto, 2009:165)

Ada faktor mengapa citra sangat tepat dilakukan proses kompresi agar tidak terjadi korelasi yang signifikan antara piksel dengan piksel tetangga (korelasi spasial). Dari faktor inilah muncul data

berlebihan (*redundancy*).

Kompresi dapat dicapai dengan mengurangi *redundancy* (kelebihan data) namun ini dapat membuat data lebih rentan terhadap kesalahan. Membuat data yang lebih handal, disisi lain dilakukan dengan menambahkan bit cek dan bit paritas, sebuah proses yang meningkatkan ukuran kode.

### Teknik Kompresi Citra

Ada dua teknik kompresi citra yaitu:

1. Lossless Compression. Kompresi citra di mana hasil dekompresi dari citra terkompresi sama dengan citra aslinya, tidak ada informasi yang hilang tetapi rasio kompresi sangat rendah. Banyak aplikasi yang memerlukan kompresi tanpa cacat atau berkehilangan seperti aplikasi radiografi, hasil diagnosis medis, satelit, dan lain-lain. Contoh dari algoritma ini adalah Run Length Encoding (RLE), *Entropy Encoding* (Huffman, *Arithmetic coding*), Deflate dan *Adaptive Dictionary Based* (LZW) (Sutoyo, Et al. 2009)
2. Lossy Compression. Kompresi citra di mana hasil dekompresi dari citra yang terkompresi tidak sama dengan citra aslinya karena ada informasi yang hilang, tetapi masih dapat diterima oleh persepsi mata. Mata tidak dapat membedakan perubahan kecil pada Gambar. Metode ini menghasilkan ratio kompresi yang lebih tinggi. Contoh dari algoritma *lossless* adalah *Color Reduction*, *Chroma Subsampling*, dan *Transform Coding* (Sutoyo, Et al. 2009).

### Algoritma LZW

Lempel-Ziv-Welch (LZW) oleh Abraham Lempel, Jacob Ziv, dan Terry Welch. Dipublikasikan tahun 1984 oleh Terry Welch. LZW dirancang sebagai peningkatan dari algoritma LZ78.

LZW mereduksi sejumlah *token* yang dibutuhkan menjadi satu simbol saja. Simbol itu merujuk pada *index dictionary*. Proses kerjanya mirip LZ78 yang dimulai dari keadaan kosong, LZW mengisi *dictionary* dengan seluruh simbol alfabet yang dibutuhkan. Pada kasus yang umum, 256 *index* pertama dari *dictionary* akan diisi karakter ASCII dari 0-255, karena *dictionary* telah diisi dengan semua kemungkinan karakter terlebih dahulu, maka karakter inputan pertama akan selalu dapat ditemukan dalam *dictionary*. Algoritma LZW secara lengkap:

1. Kamus diinisialisasi dengan semua karakter dasar yang ada : {'A'..'Z','a'..'z','0'..'9'}.
2. P ← karakter pertama dalam stream karakter
3. C ← karakter berikutnya dalam stream karakter
4. Apakah string (P + C) terdapat dalam dictionary ? Jika ya maka P ← P+C (gabungkan P dan C menjadi string baru). Jika tidak maka : 1) Output sebuah kode menggantikan string P. 2) Tambahkan string (P+C) ke dalam dictionary dan berikan nomor/ kode berikutnya yang belum digunakan dalam dictionary untuk string tersebut sehingga P ← C.
5. Apakah masih ada karakter berikutnya dalam stream karakter ? Jika ya, maka kembali ke langkah 2. Jika tidak, maka output kode yang menggantikan string P, lalu terminasi proses (stop).

Proses dekompresi LZW sebagai berikut :

1. Dictionary diinisialisasi dengan semua karakter dasar yang ada : {'A'..'Z','a'..'z','0'..'9'},
2. CW ← kode pertama dari stream kode (menunjukkan ke salah satu karakter dasar)
3. Lihat dictionary dan output string dari kode tersebut (string CW) ke stream karakter
4. PW ← CW; CW ← kode berikutnya dari stream kode
5. Apakah string CW terdapat dalam dictionary? Jika ada, maka Output string CW, ke stream karakter ; P ← string PW ; C ← karakter pertama dari string CW. Tambahkan string (P+C) ke dalam kamus

### Algoritma Deflate

Deflate merupakan algoritma berdasarkan variasi LZ77 dikombinasikan dengan Huffman oleh Philip Katz sebagai bagian dari file format ZIP (Salomon, 2007). LZ77 adalah *lossless compression* oleh Abraham Lempel dan Jacob Ziv, algoritma ini bekerja dengan mencari urutan data yang diulang. Isitilah *sliding window* atau jendela luncur digunakan yang berarti suatu titik tertentu dalam data, ada catatan tentang apa yang terjadi pada karakter-karakter sebelumnya (Salomon, 2007).

### Ratio Kompresi

Rasio kompresi citra adalah ukuran persentasi citra yang telah berhasil dimampatkan dituliskan dengan

$$\text{Rasio} = 100\% - \frac{\text{Hasil kompresi}}{\text{Citra hasil}} \times 100\%$$

### Analisa dan Perancangan

**Penentuan Data**

Citra masukan yang memiliki intensitas warna berkisar antara 0 sampai 255 yang memiliki ukuran 5x5 piksel.



Gambar 3.1 Citra Input

Teknik untuk mengambil datanya dengan cara :

```
Gambar=imread('NF.jpg');
red=Gambar(:,:,1);
green=Gambar(:,:,2);
blue=Gambar(:,:,3);
gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;
```

Sehingga datanya adalah :

$$f_0(x,y)=$$

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 186 | 173 | 148 | 190 | 222 |
| 184 | 158 | 152 | 158 | 219 |
| 152 | 155 | 164 | 142 | 126 |
| 116 | 128 | 133 | 134 | 104 |
| 127 | 90  | 114 | 132 | 106 |

**Analisa LZW dan Deflate  
Penerapan LZW**

Adapun langkah-langkah adalah :

8. Proses pertama yang dilakukan adalah menginputkan citra yang akan dikompresi
9. Selanjutnya menginisialisasi 256 pertama dari kamus dengan karakter-karakter
10. Baca karakter pertama dari citra, selanjutnya karakter berikutnya, jika karakter ke dua ada dalam kamus, maka lanjutkan membaca karakter berikutnya, akan tetapi jika karakter ke dua tidak ada dalam kamus, maka tambahkan ke dua karakter ke dalam kamus, maka yang akan diambil sebagai outputnya adalah karakter pertama, sedangkan karakter ke dua dijadikan karakter pertama pada proses berikutnya
11. Proses tersebut akan berlanjut sampai karakter terakhir diproses. Untuk deretan string “90, 104, 106, 114, 116, 126, 127, 128, 132, 133, 134, 142, 148, 152, 152, 155, 158, 158, 164, 173, 184, 186, 190, 219, 222” akan dikompresi dengan LZW. Isi dictionary pada awal proses diset dengan karakter dasar yang ada: “90, 104, 106,114, 116, 126, 127, 128, 132, 133, 134, 142, 148, 152, 155, 158, 164, 173, 184, 186, 190, 219,222”.

Tabel 3.1 Kompresi LZW

| Posisi [Kode] | Gabungan Posisi | Angka    | Dictionary | Output |
|---------------|-----------------|----------|------------|--------|
| [1] 90        | 90+104          | 90[104]  | 90[104]    | [1]    |
| [2] 104       | 104+106         | 104[106] | 104[106]   | [2]    |
| [3] 106       | 106+114         | 106[114] | 106[114]   | [3]    |
| [4] 114       | 114+116         | 114[116] | 114[116]   | [4]    |
| [5] 116       | 116+126         | 116[126] | 116[126]   | [5]    |
| [6] 126       | 126+127         | 126[127] | 126[127]   | [6]    |
| [7] 127       | 127+128         | 127[128] | 127[128]   | [7]    |
| [8] 128       | 128+132         | 128[132] | 128[132]   | [8]    |
| [9] 132       | 132+133         | 132[133] | 132[133]   | [9]    |
| [10] 133      | 133+134         | 133[134] | 133[134]   | [10]   |
| [11] 134      | 134+142         | 134[142] | 134[142]   | [11]   |
| [12] 142      | 142+148         | 142[148] | 142[148]   | [12]   |
| [13] 148      | 148+152         | 148[152] | 148[152]   | [13]   |
| [14] 152      | 152+152         | 152[152] | .....      | .....  |
| [14] 152      | 152+155         | 152[155] | 152[155]   | [14]   |
| [15] 155      | 155+158         | 155[158] | 155[158]   | [15]   |
| [16] 158      | 158+158         | 158[158] | .....      | .....  |
| [16] 158      | 158+164         | 158[164] | 158[164]   | [16]   |
| [17] 164      | 164+173         | 164[173] | 164[173]   | [17]   |
| [18] 173      | 173+184         | 173[184] | 173[184]   | [18]   |
| [19] 184      | 184+186         | 184[186] | 184[186]   | [19]   |
| [20] 186      | 186+190         | 186[190] | 186[190]   | [20]   |
| [21] 190      | 190+219         | 190[219] | 190[219]   | [21]   |
| [22] 219      | 219+222         | 219[222] | 219[222]   | [22]   |
| [23] 222      |                 | .....    | .....      | .....  |

Kolom dictionary dengan nomor indeks string tersebut ditulis dalam kurung siku. Kolom output menyatakan kode output yang dihasilkan oleh langkah kompresi.

Proses dekompresi pada LZW dilakukan dengan :

Tabel 3.2 Dekompresi LZW

| Langkah | Kode | Output | Dictionary | Langkah | Kode | Output | Dictionary |
|---------|------|--------|------------|---------|------|--------|------------|
| 1       | [1]  | 90     | .....      | 13      | [13] | 148    | 148[152]   |
| 2       | [2]  | 104    | 90[104]    | 14      | [14] | 152    | 152[155]   |
| 3       | [3]  | 106    | 104[106]   | 15      | [15] | 155    | 155[158]   |
| 4       | [4]  | 114    | 114[116]   | 16      | [16] | 158    | 158[164]   |
| 5       | [5]  | 116    | 116[126]   | 17      | [17] | 164    | 164[173]   |
| 6       | [6]  | 126    | 126[127]   | 18      | [18] | 173    | 173[184]   |
| 7       | [7]  | 127    | 127[128]   | 19      | [19] | 184    | 184[186]   |
| 8       | [8]  | 128    | 128[132]   | 20      | [20] | 186    | 186[190]   |
| 9       | [9]  | 132    | 132[133]   | 21      | [21] | 190    | 190[219]   |
| 10      | [10] | 133    | 133[134]   | 22      | [22] | 219    | 219[222]   |
| 11      | [11] | 134    | 134[142]   | 23      | [23] | 222    |            |
| 12      | [12] | 142    | 142[148]   |         |      |        |            |

**Penerapan Deflate**

Deflate dari kombinasi LZ77 dan Huffman. Berdasarkan deretan data di atas yaitu : 186 173 148 190 222 184 158 152 158 219 152 155 164 142 126 116 128 133 134 104 127 90 114 132 106 ; maka proses kompresi pada Tabel berikut :

Tabel 3.3 Kompresi LZ77

| Search Buffer                                                                                 | Look A head Buffer                                                                                 | Output    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                                                                                               | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106 | (0,0,186) |
| 186                                                                                           | 173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106     | (0,0,173) |
| 186,173                                                                                       | 148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106         | (0,0,148) |
| 186, 173, 148                                                                                 | 190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106             | (0,0,190) |
| 186, 173, 148, 190                                                                            | 222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106                 | (0,0,222) |
| 186, 173, 148, 190, 222,                                                                      | 184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106                     | (0,0,184) |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184                                                                  | 158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106                         | (0,0,158) |
| 186, 173, 148,190, 222, 184, 158                                                              | 152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106                             | (0,0,152) |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152                                                        | 158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106                                 | (2,1,219) |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219                                              | 152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106                                         | (3,1,155) |
| 186, 173, 148, 190, 222,184, 158, 152, 158, 219, 152, 155                                     | 164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106                                                 | (0,0,164) |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219, 152, 155, 164                               | 142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106                                                     | (0,0,142) |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219, 152, 155, 164, 126, 116, 128, 133,134, 104, | 126,116,128,133,134,104,                                                                           | (0,0,126) |
| 158, 152, 158, 219, 152, 155, 164,142                                                         | 127,90,114,132,106                                                                                 |           |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219, 152, 155, 164, 142, 126                     | 116,128,133,134,104,127,90,114,132,106                                                             | (0,0,116) |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219, 152, 155, 164, 142, 126, 116                | 128,133,134,104,127,90,114,132,106                                                                 | (0,0,128) |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219, 152, 155, 164, 142, 126, 116, 128,          | 133,134,104,127,90,114,132,106                                                                     | (0,0,133) |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219, 152, 155, 164, 142, 126, 116, 128, 133,     | 134,104,127,90,114,132,106                                                                         | (0,0,134) |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219, 152, 155, 164, 142, 126, 116, 128, 133, 134 | 104,127,90,114,132,106                                                                             | (0,0,104) |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219, 152, 155, 164, 142, 126, 116, 128, 133, 134 | 127,90,114,132,106                                                                                 | (0,0,127) |

|                                                                                                                       |                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219, 152, 155, 164, 142, 126, 116, 128, 133, 134, 127                    | 90,114, 132,106 | (0,0,90)  |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219,152, 155, 164, 142, 126, 116, 128, 133, 134, 127, 90                 | 114, 132,106    | (0,0,114) |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219, 152, 155, 164, 142, 126, 116, 128, 133, 134, 127, 90, 114           | 132,106         | (0,0,132) |
| 186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 158, 219, 152, 155, 164, 142, 126, 116, 128, 133, 134, 127, 90, 114, 132, 106 | 106             | (0,0,106) |

Dari Tabel 3.3 diketahui bahwa output dari kompresi di atas adalah : (0,0,"186"), (0,0,"173"), (0,0,"148"), (0,0,"190"), (0,0,"222"), (0,0,"184"), (0,0,"158"), (2,1,"219"), (3,1,"155"), (0,0,"164"), (0,0,"142"), (0,0,"126"), (0,0,"116"), (0,0,"128"), (0,0,"133"), (0,0,"134"), (0,0,"104"), (0,0,"127"), (0,0,"90"), (0,0,"114"), (0,0,"132"), (0,0,"106"), yang terdiri dari *indeks*, *length*, *next symbol*, di mana *offset* adalah simbol pertama yang ditemukan oleh *look-ahead buffer* pada *search buffer*, sedangkan *length* adalah simbol paling kanan setelah *length* atau simbol terakhir.

Proses dekompresi menggunakan algoritma LZ77 pada dekompresi citra adalah sebagai berikut :

Tabel 3.4 Dekompresi LZ77

| Input     |                                                                                                    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (0,0,186) | 186                                                                                                |
| (0,0,173) | 186,173                                                                                            |
| (0,0,148) | 186,173,148                                                                                        |
| (0,0,190) | 186,173,148,190                                                                                    |
| (0,0,222) | 186,173,148,190,222                                                                                |
| (0,0,184) | 186,173,148,190,222,184                                                                            |
| (0,0,158) | 186,173,148,190,222,184,158                                                                        |
| (0,0,152) | 186,173,148,190,222,184,158,152                                                                    |
| (2,1,219) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219                                                            |
| (3,1,155) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155                                                    |
| (0,0,164) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164                                                |
| (0,0,142) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142                                            |
| (0,0,126) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126                                        |
| (0,0,116) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116                                    |
| (0,0,128) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128                                |
| (0,0,133) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133                            |
| (0,0,134) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134                        |
| (0,0,104) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104                    |
| (0,0,127) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127                |
| (0,0,90)  | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90             |
| (0,0,114) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114         |
| (0,0,132) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132     |
| (0,0,106) | 186,173,148,190,222,184,158,152,158,219,152,155,164,142,126,116,128,133,134,104,127,90,114,132,106 |

Dari Tabel 3.4 bahwa salah satu input file kompresi (0,0,"1") adalah 0 sebagai *indeks*, 0 sebagai *length*, dan "1" sebagai *next symbol*, sehingga dapat terbaca bahwa simbol yang pertama adalah 1, dan

seterusnya.

Contoh kompresi menggunakan algoritma Huffman pada kompresi citra dapat dilihat sebagai berikut. Berdasarkan hasil dari citra kompresi LZ77 pada di atas diketahui memiliki simbol “186, 173, 148, 190, 222, 184, 158, 152, 219, 155, 164, 142, 126, 116, 128, 133, 134, 104, 127, 90, 114, 132, 106” dari simbol tersebut dapat dibuat Tabel probabilitas seperti pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Tabel Nilai Probabilitas

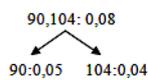
| K   | N <sub>k</sub> | P(k) = N <sub>k</sub> /n | K   | N <sub>k</sub> | P(k) = N <sub>k</sub> /n |
|-----|----------------|--------------------------|-----|----------------|--------------------------|
| 90  | 1              | 0.04                     | 148 | 1              | 0.04                     |
| 104 | 1              | 0.04                     | 152 | 1              | 0.04                     |
| 106 | 1              | 0.04                     | 155 | 1              | 0.04                     |
| 114 | 1              | 0.04                     | 158 | 1              | 0.04                     |
| 116 | 1              | 0.04                     | 164 | 1              | 0.04                     |
| 126 | 1              | 0.04                     | 173 | 1              | 0.04                     |
| 127 | 1              | 0.04                     | 184 | 1              | 0.04                     |
| 128 | 1              | 0.04                     | 186 | 1              | 0.04                     |
| 132 | 1              | 0.04                     | 190 | 1              | 0.04                     |
| 133 | 1              | 0.04                     | 219 | 1              | 0.04                     |
| 134 | 1              | 0.04                     | 222 | 1              | 0.04                     |
| 142 | 1              | 0.04                     |     |                |                          |

Keterangan : K : simbol ; N<sub>k</sub> : Frekwensi dari tiap-tiap simbol ; P(k) adalah frekuensi tiap simbol dibagi dengan total frekuensi.

Buat sebuah node, di mana dari dua buah simbol paling kiri yang mempunyai frekuensi terkecil dengan simbol sebelah kanan dari simbol tersebut, seperti pada simbol pada Tabel 3.5, lalu urutkan kembali simbol tersebut.

(1) 90:0,04 104:0,08 106:0,04 114:0,04 116:0,04 126:0,04 127:0,04 128:0,04  
 132:0,04 133:0,04 134:0,04 142:0,04 148:0,04 152:0,04 155:0,0 158:0,04  
 164:0,04 173:0,04 184:0,04 186:0,04 190:0,04 219:0,04 222:0,04

(2) 106:0,04 114:0,04 116:0,04 126:0,04 127:0,04 128:0,04  
 132:0,04 133:0,04 134:0,04 142:0,04 148:0,04 152:0,04 155:0,0 158:0,04  
 164:0,04 173:0,04 184:0,04 186:0,04 190:0,04 219:0,04 222:0,04

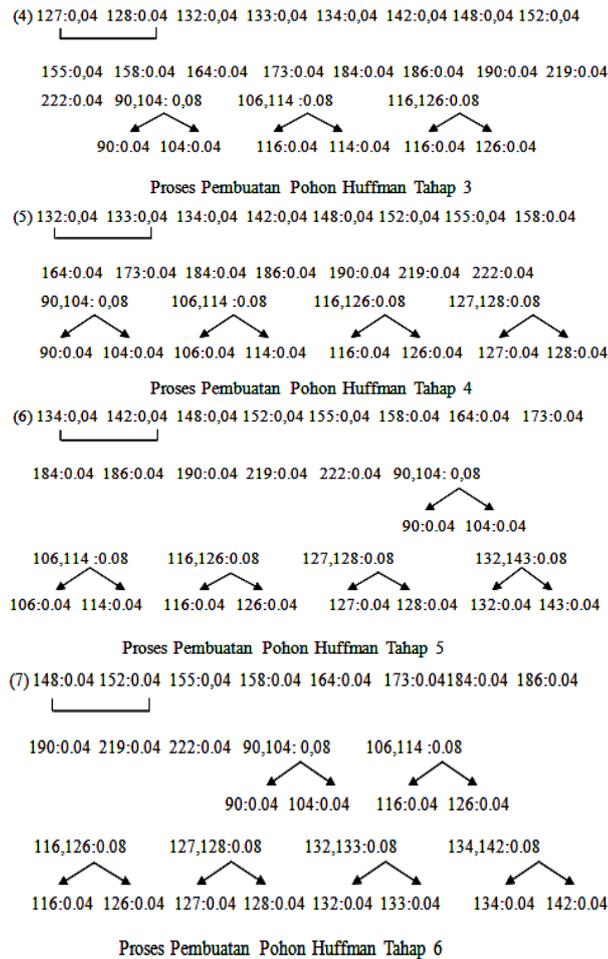


Proses Pembuatan Pohon Huffman Tahap 1

(3) 116:0,04 126:0,04 127:0,04 128:0,04 132:0,04 133:0,04 134:0,04 142:0,04  
 148:0,04 152:0,04 155:0,0 158:0,04 164:0,04 173:0,04 184:0,04 186:0,04  
 190:0,04 219:0,04 222:0,04 90,104:0,08 106,114:0,08



Proses Pembuatan Pohon Huffman Tahap 2



Dengan cara yang sama hingga proses pembentukan pohon Huffman sampai tahap 20 maka Tabel berikut :

Tabel 3.6. Kode Huffman

| Simbol | Frekuensi | Kode Huffman | Simbol | Frekuensi | Kode Huffman |
|--------|-----------|--------------|--------|-----------|--------------|
| 155    | 1         | 0000         | 114    | 1         | 10101        |
| 158    | 1         | 0001         | 116    | 1         | 10110        |
| 164    | 1         | 0010         | 126    | 1         | 10111        |
| 173    | 1         | 0011         | 127    | 1         | 11000        |
| 184    | 1         | 0100         | 128    | 1         | 11001        |
| 186    | 1         | 0101         | 132    | 1         | 11010        |
| 190    | 1         | 0110         | 133    | 1         | 11010        |
| 219    | 1         | 0111         | 134    | 1         | 11100        |
| 222    | 1         | 1000         | 142    | 1         | 11101        |
| 90     | 1         | 10010        | 148    | 1         | 11110        |
| 104    | 1         | 10011        | 152    | 1         | 11111        |
| 106    | 1         | 10100        |        |           |              |

Rasio kompresi citra adalah ukuran persentase citra yang telah berhasil dimampatkan. Secara matematis rasio pemampatan citra dituliskan sebagai berikut :

LZW : Rasio=100% -(176/200x100) =12%

Citra dimampatkan dengan algoritma LZW sebesar 12%

Deflate (LZ77 dan Huffman)

LZ77 : Rasio=100% -(184/200x100)=0.08 8%

Huffman : Rasio=100% -(106/184x100)=0.43%

Citra dimampatkan dengan algoritma deflate sebesar 51%

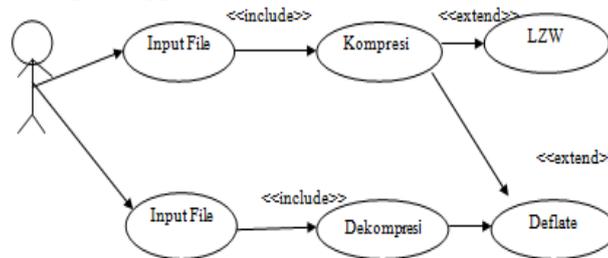
Tahap perbandingan dari hasil kompresi citra:

1. Citra awal memiliki 200 bit artinya citra memiliki nilai 25 piksel dikali dengan 8 bit

2. Citra awal dikompresi menggunakan algoritma Lempel Zip Welch (LZW) memiliki nilai 22 piksel dikali 8 bit= 176 bit
3. Kemudian citra awal dikompresi menggunakan algoritma Deflate yang berdasarkan variasi LZ77 dan Huffman . citra awal dikompresi dengan LZ77 memiliki nilai 184 bit. Kemudian hasil dari kompresi LZ77 dikompresi lagi dengan Huffman menghasilkan nilai 106 bit
4. Berdasarkan metode yang digunakan lebih efektif kompresi citra dengan menggunakan algoritma Deflate dibanding algoritma LZW

**Perancangan Interface**

Aplikasi yang akan dirancang menggunakan use case adalah :



Gambar 3.2 Use case Diagram Aplikasi

**Algoritma dan Implementasi**

**Algoritma**

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

41. Algoritma Encoding LZW

Input : Citra Asli

Output : File Terkompresi

Proses :

String 1← karakter pertama dari file citra

While not EOF do

Karakter ←baca karakter dari file citra

If Dictionary not full then

If gabungan string 1, karakter 1 terdapat pada dictionary then

String 1← string 1 + Karakter1

Else

Output kode untuk string 1

Tambahkan gabungan string 1, karakter pada dictionary

String1← karakter1

End if

Else

Output kode untuk string1

String=karakter1

End if

End while

42. Algoritma Decoding LZW

Input : File terkompresi

Output : Hasil Decoding

Proses :

Baca token x dari file terkompresi

Cari nilai element dengan indeks x

Output element

Nilai = element

While not EOF do

Baca x

Cari nilai element dengan indeks x then

Element = nilai + karakter pertama pada nilai

End if

Output element

Tambahkan entry nilai + karakter pertama pada nilai dictionary

Nilai = element

End while

43. Algoritma Deflate

Input : input citra (nCs) , Str

Output : Frekuensi\_nLz77

Proses :

For i=1 to jlhddata(nCs)

Look\_aheadbuffer[i] = nCs [i]

Next i

Look\_aheadbuffer ←Wadah penampung sebelum dikompresi dengan LZ77

Searchbuffer = ""

For i=1 to jlhddata (look\_Aheadbuffer)

Ambil nilai ke-i dari look\_Aheadbuffer,

Jika searchBuffer <> look\_Aheadbuffer [i] maka SearchBuffer=searchbuffer +

look\_Aheadbuffer[i] OutputStr[i] =(o,o, look\_Aheadbuffer[i]) Tetapi jika searchBuffer =

lookAheadbuffer[i] maka SearchBuffer = searchBuffer + look\_Aheadbuffer[i] &

look\_Aheaduffer[i+1]

Outp ut [i] = (1,1, look\_Aheadbuffer[i+1

Next i

Searchbuffer ←kumpulan nilai setelah dikompresi

outputStr ← nilai keluaran hasil kompresi LZ77

### Implementasi

Aplikasi ini berpengaruh pada spesifikasi yang digunakan maka spesifikasi hardware harus disesuaikan

32. Proses Kompresi LZW :



Gambar 4.1. Proses Kompresi LZW

33. Proses deKompresi LZW :



Gambar 4.2. Proses Dekompresi LZW

34. Proses Kompresi Deflate :



Gambar 4.3. Kompresi Deflate

6. Proses deKompresi Deflate :



Gambar 4.4. Kompresi Deflate

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Algoritma LZW (Lempel Zip Welch) menghasilkan performa waktu kompresi yang kurang baik tetapi algoritma ini memiliki kinerja kompresi yang tinggi pada format citra bmp.
2. Algoritma Deflate dapat melakukan kompresi citra dan dekompresi citra karena berhasil mengurangi bit citra dan mengembalikan bit citra

## DAFTAR PUSTAKA

- Sutoyo, T. Mulyanto, Edy. Suhartono, Vincent. Nurhayati, Oky D. Wijanarto. 2009. Citra Digital, Kompresi Citra, Semarang
- Linawati dan Hendry p.2004, algoritma kompresi LZW
- Yuni Sugiarti. 2003. *Analisis & Perancangan UML (unified Modelling Language) Generated VB.6*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Rahmat Priyanto, 2009 . *Langsung Bisa visual basic Net 2008*, Penerbit ANDI, Yogyakarta
- Adi nugroho, *Rekayasa perangkat lunak berorientasi objek*, 2010
- Sutoyo T, dkk.(2009). *"Teori Pengolahan Citra Digital"*, Yogyakarta & Semarang : ANDI & UDINUS,
- Jogianto H.M, 1991. *Analisis Dan Desain Sistem Informasi*, ANDI Yogyakarta
- Darma Putra , 2010. *Pengolahan Citra Digital*, ANDI Yogyakarta
- Munir, Rinaldi 2004. *Pengolahan Citra Digital Pendekatan Algoritmik*
- Anianti Murni, 1992. *Pengantar Pengolahan Citra*, ANDI Yogyakarta
- Adi Nugroho, 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek*, ANDI Yogyakarta

## PERANCANGAN APLIKASI KOMPRESI CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA HUFFMAN DAN RUN LENGTH

Sarifah Hayati dan Sinar Sinurat

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Kecepatan pengolahan informasi bergantung kepada ukuran dari data tersebut. Data umumnya berbentuk teks akan tetapi pada penelitian dibuat data dalam bentuk citra. Bukan saja pengolahan tetapi termasuk penghematan media simpan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan teknik kompresi (pemampatan). Dewasa ini teknik kompresi sangat variatif pada berbagai macam kemudahan yang ditawarkan oleh masing-masing metode yang ada. Untuk mengatasi persoalan kompresi di atas menggunakan dua teknik kompresi digunakan secara berjenjang diantaranya adalah Algoritma Huffman dan Run Length. Masing-masing algoritma memiliki teknik kompresi yang berbeda. Algoritma Huffman memanfaatkan frekuensi karakter dari sajian data yang akan dikompresi, kemudian membuat kode-kode karakter dengan jumlah kemunculan karakter, pengurutan berdasarkan karakter ASCII dan frekuensinya, kemudian membentuk Pohon Huffman, pemberian bit 0 untuk cabang kiri dan bit 1 untuk cabang kanan, kemudian mencari kode untuk masing-masing karakter dan menulis hasil kompresi berdasarkan kode yang sudah didapat. Sedangkan algoritma Run Length memanfaatkan deretan karakter yang berurutan, kemudian dikompresi menggunakan format kompresi algoritma run length berjumlah 3 byte, yaitu byte penanda, jumlah karakter dan karakter yang dikompresi. Setelah aplikasi selesai dirancang, maka aplikasi tersebut dapat digunakan secara langsung dengan memasukkan data sebagai input bersama berbentuk citra kemudian akan diproses kompresi dengan 2 metode yang di atas secara bertahap hingga memberikan hasil kompresi pada area yang disediakan.

**Kata kunci :** Kompresi, Huffman, Run\_length, citra

### PENDAHULUAN

Citra (*image*) adalah data berbentuk informasi visual. Citra mempunyai kaya akan informasi dan karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks. Pada umumnya representasi citra digital membutuhkan memori yang besar. Semakin besar ukuran citra tentu semakin besar juga memori yang dibutuhkannya. Kebanyakan citra mengandung duplikasi data di mana pertama besar kemungkinan suatu *pixel* dengan *pixel* tetangganya memiliki intensitas yang sama, sehingga penyimpanan setiap *pixel* memboroskan tempat. Ke dua citra banyak mengandung bagian (*region*) yang sama, sehingga bagian yang sama ini tidak perlu dikodekan berulang kali karena redundan.

Kompresi data berarti memampatkan data agar diperoleh ukuran yang lebih kecil daripada ukuran aslinya sehingga lebih efisien dalam menyimpannya serta mempersingkat waktu pertukaran data tersebut. Pengolahan citra dimaksudkan menghasilkan citra manipulasi yang kualitasnya lebih baik dari citra sebelumnya, sehingga citra tersebut lebih mudah diinterpretasikan baik oleh manusia maupun mesin.

*Algoritma Huffman* merupakan algoritma kompresi bersifat *lossless* dan ideal untuk mengkompresi data atau *file* program. Sedangkan *Run-length encoding* adalah sebuah fungsi yang dapat merepresentasikan data dengan lebih ringkas dengan menyatukan bagian data yang bernilai sama dan berderet menjadi satu bagian (yang disebut sebagai satu *run*).

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka penulis mencoba memaparkan langkah-langkah baik secara teoritis maupun dalam aplikasi yang akan dirancang dengan :

#### Studi Literatur

Pengumpulan informasi yang diperlukan untuk proses perancangan sistem yaitu mempelajari artikel, buku-buku atau situs yang memuat pengetahuan citra untuk mengetahui fungsi dan aplikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian ini.

#### Analisis

Menerapkan langkah-langkah Huffman dan Run Length Encoding dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

#### Perancangan

Melanjutkan data analisis ke tahapan selanjutnya dengan perancangan arsitektur aplikasi, cara kerja, modul, basis data dan perancangan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi

#### Implementasi

Melakukan implementasi dari perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

#### Pengujian Aplikasi

Menggunakan data citra pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil deteksi tepi dan menarik kesimpulan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Defenisi Citra**

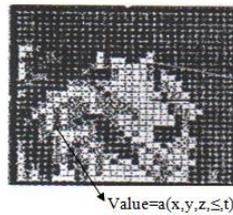
Citra merupakan hasil evaluasi dalam diri seseorang berdasarkan persepsi dan pemahaman terhadap Gambaran yang telah diolah, diorganisasikan, dan disimpan dalam benak seseorang. Citra dapat diukur melalui pendapat, kesan atau respon seseorang dengan tujuan untuk mengetahui secara pasti apa yang ada dalam pikiran setiap individu mengenai suatu objek, bagaimana mereka memahaminya dan apa yang mereka sukai atau yang tidak disukai dari objek tersebut (Dharma Putra, 2009).

Citra, menurut kamus Webster, adalah suatu representasi, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek atau benda. Sedangkan dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat: 1. Optik, berupa foto. 2. Analog, berupa sinyal video. 3. Digital, yang dapat langsung disimpan pada media penyimpanan magnetik. Citra juga dapat dikelompokkan menjadi : 1. Cita tampak : foto, Gambar. 2. Citra tidak tampak : data Gambar dalam file, citra yang direpresentasikan dalam fungsi matematis.

Suatu citra bisa sangat kaya makna atau sederhana saja. Citra dapat berjalan stabil dari waktu ke waktu atau sebaliknya bisa berubah dinamis, diperkaya oleh jutaan pengalaman dan berbagai jalan pikiran asosiatif.

Citra analog adalah citra berupa hasil cetakan dalam kertas atau yang terdapat dalam klise (film). Sedangkan citra digital adalah citra yang sudah terekam dalam media rekam, misalnya camera digital, atau yang terdapat dalam video. Citra berdasarkan ruang dimensinya yaitu dua dimensi posisi (x,y) sedangkan 3 dimensi posisi (x,y,z). Posisi tersebut dalam bentuk representasi lain adalah matriks atau array dengan elemen-elemen data disebut pixel (picture element).

Citra analog maupun digital dibagi dalam N baris dan M kolom sehingga diperoleh A(x,y) dengan memberikan nilai diskrit bagi setiap titik. Pada umumnya, citra digital yang direpresentasikan dengan A(x,y) merupakan sebuah fungsi dari banyak variabel yang mencakup kedalaman/ *depth* (z), warna/ *color* (y), dan waktu/ *time* (t) atau dengan kata lain, representasi citra digital yang sebenarnya dilambangkan dengan a(x,y,z,≤,t). Representasi citra digital diperlihatkan pada Gambar 2.1.

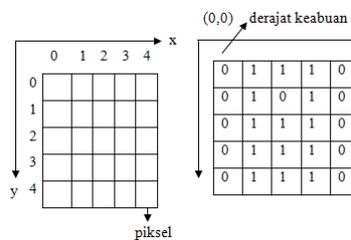


Gambar 2.1 Representasi Citra Digital (Murni, 1992)

Jenis-jenis citra berdasarkan nilai *pixel*nya : Citra Biner (*Monochrome*), Citra Skala Keabuan (*Grayscale*), Citra Warna (*True Color*), Citra Warna Berindeks.

**Struktur Data Citra Digital**

Matriks citra digital, setiap elemen dapat diakses melalui indeksnya, yaitu baris dan kolom. Sebuah citra digital berukuran NxM (Rinaldi Munir, Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, 2004) di mana N=jumlah baris (panjang/tinggi matriks) dengan  $0 \leq y \leq N-1$ ; M=jumlah kolom (lebar matriks) dengan  $0 \leq x \leq M-1$ ; L=intensitas warna maksimal (derajat keabuan) dengan  $0 \leq f(x,y) \leq L-1$ . Representasinya data matrik adalah :



Gambar 2.2 Struktur Data Citra Berwarna

**Kompresi**

Menurut Dharma Putra (2009:261) dalam bukunya yang berjudul Pengolahan Citra Digital, proses kompresi merupakan proses mereduksi ukuran suatu data untuk menghasilkan representasi digital yang padat (*compact*) namun tetap mewakili kuantitas informasi yang terkandung. Pada citra, video, dan audio, kompresi mengarah pada minimisasi jumlah *bit rate* untuk representasi digital. Beberapa

literatur, kompresi sering disebut juga *source coding*, *data compression*, *bandwidth compression*, dan *signal compression*.

Faktor-faktor penting dalam kompresi adalah :

- d. Pada citra tunggal atau frame tunggal video dapat terjadi korelasi yang signifikan antara suatu pixel dengan pixel tetangga. Korelasi ini disebut dengan korelasi spasial (*spatial correlation*).
- e. Pada data citra yang diambil dari beberapa sensor (multi sensor), terdapat korelasi yang signifikan antar sampel yang diambil oleh sensor-sensor disebut dengan korelasi spektral (*spectral correlation*).
- f. Pada data citra temporal seperti video, terdapat korelasi yang signifikan antara sampel pada segmen waktu yang berbeda disebut dengan korelasi temporal (*temporal correlation*).

### Algoritma Huffman

Algoritma Huffman oleh David Huffman tahun 1952 menggunakan prinsip pengkodean yang mirip dengan kode Morse, yaitu tiap karakter (simbol) dikodekan hanya dengan rangkaian beberapa bit, di mana karakter yang sering muncul dikodekan dengan rangkaian bit yang pendek dan karakter yang jarang muncul dikodekan dengan rangkaian bit yang lebih panjang.

Klasifikasikan terdapat 2 kategori yaitu :

3. *Huffman* statis merupakan algoritma yang paling dasar di mana prosesnya hanya untuk data teks.
4. *Huffman* Dinamis merupakan *Huffman* statis dengan menambah atau mengurangi suatu proses tertentu.

$$\text{RasioKompresi} = \frac{(\text{CitraAsli} - \text{HasilKompresi})}{\text{CitraAsli}} \times 100\%$$

### Pembentukan Pohon Huffman

Kode Huffman merupakan kode prefiks (*prefix code*) yaitu himpunan kode biner, di mana kode prefiks ini tidak ada kode biner yang menjadi awal bagi kode biner yang lain. Kode prefiks direpresentasikan sebagai pohon biner yang diberikan nilai atau label. Untuk cabang kiri pada pohon biner diberi label 0, sedangkan pada cabang kanan pada pohon biner diberi label 1. Rangkaian bit yang terbentuk pada setiap lintasan dari akar ke daun merupakan kode prefiks untuk karakter yang berpadanan. Pohon biner ini biasa disebut pohon Huffman.

Langkah-langkah pembentukan pohon Huffman adalah sebagai berikut :

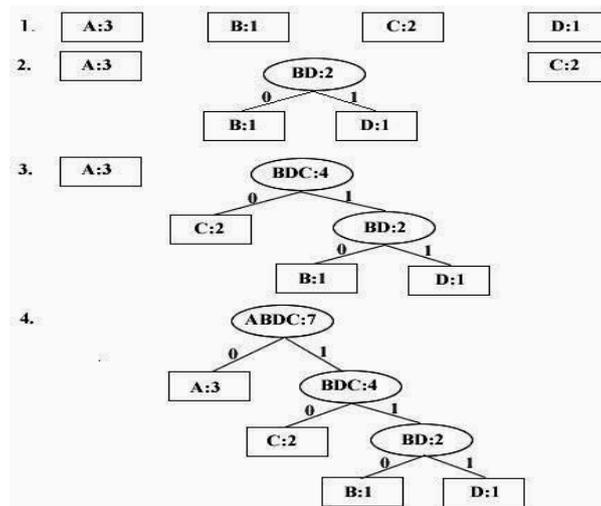
4. Baca semua karakter untuk menghitung frekuensi kemunculan setiap karakter. Setiap karakter penyusun teks dinyatakan sebagai pohon bersimpul tunggal. Setiap simpul di-assign dengan frekuensi kemunculan karakter
5. Terapkan strategi *greedy* dengan menggabungkan dua buah pohon yang mempunyai frekuensi terkecil pada sebuah akar. Setelah digabungkan akar tersebut akan mempunyai frekuensi yang merupakan jumlah dari frekuensi dua buah pohon-pohon penyusunnya.
6. Ulangi langkah 2 sampai hanya tersisa satu buah pohon Huffman. Agar pemilihan dua pohon yang akan digabungkan berlangsung cepat, maka semua yang ada selalu terurut menaik berdasarkan frekuensi.

Sebagai contoh, dalam kode ASCII *string* 7 huruf "ABACCDA" membutuhkan representasi 7×8 bit = 56 bit (7 byte), dengan rincian sebagai berikut:

A = 01000001 ; B = 01000010 ; A = 01000001 ;

C = 01000011 ; D = 01000100 ; A = 01000001

maka frekuensi kemunculan A=3, B=1, C=2, dan D=1



Gambar 2.3 Pohon Huffman untuk pesan ‘ABACCCDA’

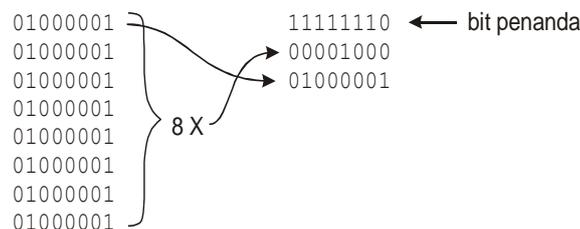
**Run Length**

Run Length lebih di kenal sebagai *Run Length Encoding* adalah sebuah fungsi yang dapat merepresentasikan data lebih ringkas dengan menyatukan bagian data yang bernilai sama dan berderet menjadi satu bagian (yang disebut sebagai satu *run*). Teknik run length bekerja berdasarkan sederetan karakter yang berurutan dan kode khusus ini biasanya terdiri dari tiga buah karakter.

*Run-length encoding* didasarkan pada pengamatan bahwa pixel citra memiliki nilai yang cenderung sama dengan nilai pixel tetangganya. Bila citra biner dimulai dengan 20 pixel putih, kemudian diikuti dengan 3 pixel hitam, kemudian diikuti lagi dengan 65 pixel putih maka hanya nilai 20, 3, dan 65 yang menjadi output mewakili nilai dari masing-masing inputnya (Dharma Putra, 2009).

Setiap citra dimulai dengan pixel putih. Apabila dimulai dengan pixel hitam maka di awal output ditambah nilai 0 yang artinya nilai 0 pixel putih. Berikut suatu citra *grayscale* 8-bit dengan nilai sebagai berikut : 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 35, 76, 112, 87, 87, 87, 87, 5, 5, 5, 5, 1, ... Hasil kompresinya menjadi 10, 12, 35, 76, 112, 4, 87, 6, 5, 1, ...

Catatan : nomor dengan garis bawah menyatakan banyaknya pixel dengan nilai pixel ditunjukkan oleh nomor berikutnya. Tentu resolusi dari citra bitmap yang akan dikompresi harus disimpan dan biasanya dilakukan pada awal output. Ukuran dari hasil kompresi tergantung dari kompleksitas citra. Semakin heterogen (detail) citra yang akan dikompresi maka semakin jelek hasil kompresinya, demikian pula bisa semakin homogen citra yang dikompresi maka semakin baik hasil kompresinya. Dimana : Sc adalah karakter khusus yang dipakai sebagai tanda kompresi ; Cc adalah banyaknya karakter yang dikompresi ; X adalah karakter berurutan yang akan dikompresi. Sebagai contoh apabila karakter khusus (Sc) yang digunakan adalah # dan Cc dalam bilangan desimal, maka jika digunakan untuk kompresi potongan string “Jarrrrringan”, maka akan diperoleh hasil “Ja#6ringan”.



Gambar 2.3 Pohon Huffman untuk pesan ‘ABACCCDA’

**Analisa dan Perancangan**

**Analisa**

**Algoritma Huffman**

Perancangan perangkat lunak ini terdiri dari beberapa tahap yaitu:

4. Tahap penentuan jenis data
5. Tahap menerapkan *Huffman* dan *Run Length*
6. Tahap perbandingan

Tahap penentuan jenis data adalah konversi citra digital ke dalam matriks di mana misalnya ukuran matriks 5x5. dengan format JPG mempunyai 8 bit skala keabuan.



Gambar 3.1 Input Citra Asli

di mana representasi datanya adalah :

$$\begin{pmatrix} 193 & 170 & 147 & 149 & 85 \\ 175 & 190 & 141 & 173 & 93 \\ 110 & 120 & 136 & 139 & 47 \\ 42 & 43 & 51 & 42 & 12 \\ 13 & 15 & 12 & 14 & 11 \end{pmatrix}$$

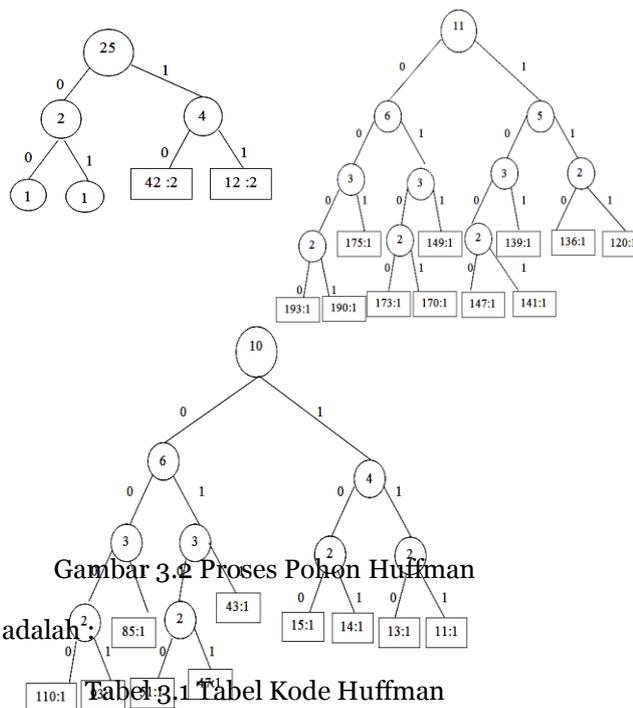
Fragmen perintah matlab untuk mengambil data dari citra asli adalah :

```
Gambar=imread('NF.jpg');
red=Gambar(:,:,1);
green=Gambar(:,:,2);
blue=Gambar(:,:,3);
gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;
```

Dari data di atas maka penerapan Huffman untuk mengkompres data citra sebagai berikut :

9. Buat matriks tersebut menjadi vector, sehingga diperoleh vector [193, 170, 147, 149, 85, 175, 190, 141, 173, 93, 110, 120, 136, 139, 47, 42, 43, 51, 42, 12, 13, 15, 12, 14, 11], besarnya data citra = 25 byte.
10. Dari vektor tersebut tentukan nilai warna yang ada serta frekuensi munculnya. Hasilnya adalah 42=2, 12=2, 193=1, 170=1, 147=1, 149=1, 85=1, 175=1, 190=1, 141=1, 173=1, 93=1, 110=1, 120=1, 136=1, 139=1, 47=1, 43=1, 51=1, 13=1, 15=1, 14=1, 11=1
11. Urutkan warna dari yang frekuensinya terkecil ke frekuensi yang terbesar yaitu : 193, 170, 147, 149, 85, 175, 190, 141, 173, 93, 110, 120, 136, 139, 47, 43, 51, 13, 15, 14, 11, 12, 42
12. Membuat pohon biner sesuai dengan urutan warna.

Perhatikan diagram berikut :



Gambar 3.2 Proses Pohon Huffman

Berikut Tabel pengelompokan adalah :

Tabel 3.1 Tabel Kode Huffman

| Karak<br>ter | Frekue<br>nsi | Kode Huffman   | Karak<br>ter | Frekue<br>nsi | Kode Huffman   |
|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------|
| 42           | 2             | 10 = 2 bit     | 136          | 1             | 00110 = 5 bit  |
| 12           | 2             | 11 = 2 bit     | 120          | 1             | 00111 = 5 bit  |
| 193          | 1             | 00001 = 5 bit  | 110          | 1             | 01001 = 5 bit  |
| 190          | 1             | 000000 = 6 bit | 93           | 1             | 010000 = 6 bit |
| 175          | 1             | 000001 = 6 bit | 85           | 1             | 010001 = 6 bit |
| 173          | 1             | 00011 = 5 bit  | 51           | 1             | 01011 = 5 bit  |
| 170          | 1             | 000100 = 6 bit | 47           | 1             | 010100 = 6 bit |
| 149          | 1             | 000101 = 6 bit | 43           | 1             | 010101 = 6 bit |
| 147          | 1             | 00101 = 5 bit  | 15           | 1             | 01100 = 5 bit  |
| 141          | 1             | 001000 = 6 bit | 14           | 1             | 01101 = 5 bit  |
| 139          | 1             | 001001 = 6 bit | 13           | 1             | 01110 = 5 bit  |
|              |               |                | 11           | 1             | 01111 = 5 bit  |

Ukuran string sebelum dikompres (dalam kode ASCII)  
Ukuran = 25x8 bit = 200 bit

$$RasioKompresi = \frac{(CitraAsli - HasilKompresi)}{CitraAsli} \times 100\%$$

$$\frac{(200 - 119)}{200} \times 100\% = 40.5\%$$

Artinya 40.5% dari string semula telah berhasil dimampatkan.

Misalnya 30 warna untuk sekali iterasi dan 100 warna untuk dua kali iterasi, sesuai dengan algoritma yang dikembangkan dalam makalah ini.

### Algoritma Run Length

Kompresi citra dengan menggunakan *Run-length encoding* didasarkan pada pengamatan bahwa suatu pixel dalam suatu citra akan memiliki nilai yang cenderung sama dengan nilai pixel tetangganya. Bila suatu citra biner dimulai dengan 20 pixel putih, kemudian diikuti dengan 3 pixel hitam, kemudian diikuti lagi dengan 65 pixel putih maka hanya nilai 20, 3, dan 65 yang akan menjadi output untuk mewakili nilai dari masing-masing nilai inputnya.

Asumsikan bahwa setiap citra dimulai dari pixel putih. Apabila dimulai dengan pixel warna hitam maka di awal output ditambah nilai 0 yang artinya nilai 0 pixel putih. Tentu resolusi dari citra bitmap yang akan dikompresi harus disimpan dan biasanya dilakukan pada awal output. Pemampatan citra dengan metode *RLE* dilakukan dengan membuat rangkaian pasangan nilai (*p,q*) untuk setiap baris *pixel*, nilai pertama (*p*) menyatakan derajat keabuan, sedangkan nilai kedua (*q*) menyatakan jumlah *pixel* berurutan yang memiliki derajat keabuan tersebut (*run length*).

Dengan data di atas maka *RLE* menyatakan seluruh baris citra menjadi sebuah baris *run*, lalu menghitung *run-length* untuk setiap derajat keabuan yang berurutan. Langkah metode *RLE* :

1. Nyatakan sebagai derajat keabuan : 193, 170, 147, 149, 85, 175, 190, 141, 173, 93, 110, 120, 136, 139, 47, 42, 43, 51, 42, 12, 13, 15, 12, 14, 11 ; semuanya ada 25 nilai
2. Pasangan nilai dari *run* yang dihasilkan pada metode *RLE* : 42=2, 12=2, 193=1, 170=1, 147=1, 149=1, 85=1, 175=1, 190=1, 141=1, 173=1, 93=1, 110=1, 120=1, 136=1, 139=1, 47=1, 43=1, 51=1, 13=1, 15=1, 14=1, 11=1
3. Hasil pengkodean : 193 170 147 149 85 175 190 141 173 93 110 120 136 139 47 42 43 51 13 15 12 14 11  
Semuanya ada 23 nilai. Jadi, kita sudah menghemat 2 buah nilai.

$$Rasio\ pemampatan : \frac{2}{25} \times 100\% = 8\%$$

### Analisa Kelebihan dan Kelemahan

Algoritma *Huffman* melakukan pengkompresian dengan mengkodekan setiap karakter ke dalam representasi bit sedangkan *Run Length* melakukan penyatuan bagian data yang bernilai sama dan berderet menjadi satu bagian.

Dari contoh-contoh di atas pengkompresian dengan Algoritma *Huffman* menghasilkan pengkompresian yang lebih tinggi dalam pengkompresian citra dari pada Algoritma *Run Length*.

Tabel 3.2 Tabel Hasil Akhir

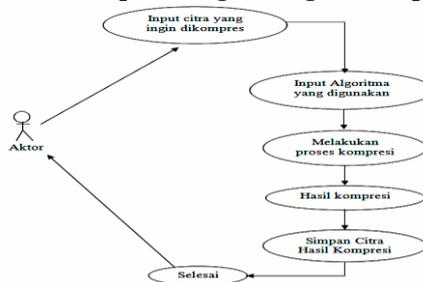
| Algoritma         | Kelebihan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Kekurangan                                                                                                                                                                                        |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Huffman</i>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Algoritma <i>Huffman</i> dapat memecahkan hampir sebagian besar masalah dan sering digunakan.</li> <li>2. Hasil Pengkompresian citra lebih tinggi</li> </ol>                                                                                                                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membutuhkan waktu yang lebih lama dalam pengkompresian citra</li> <li>2. Beberapa <i>Huffman</i> lebih tepat dalam pengkompresian data teks.</li> </ol> |
| <i>Run Length</i> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Algoritma <i>Huffman</i> sederhana dan mudah dimengerti</li> <li>2. Untuk perbandingan dengan algoritma lain seperti <i>Huffman</i>, kelebihan algoritma <i>Run length</i> terdapat pada kecepatan untuk mengkompresi data yang memiliki kesamaan nilai dengan menyatukannya.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hasil kompresi akan rendah bila nilai yang sama hanya sedikit</li> </ol>                                                                                |

**Perancangan Interface**

Aplikasi yang akan dirancang menggunakan:

**Use Case**

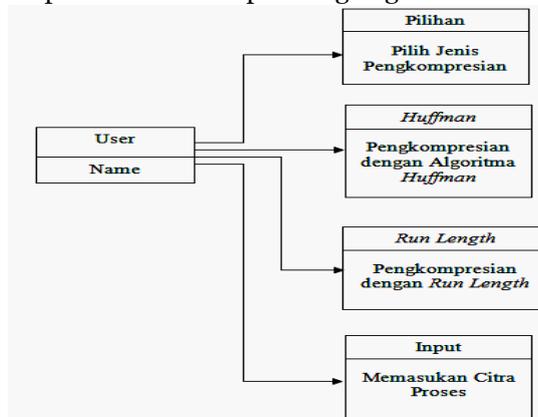
Adalah fungsionalitas sistem, agar *user* dapat mengerti kegunaan aplikasi yang akan dibangun.



Gambar 3.3 Use case Diagram Aplikasi

**Class Diagram**

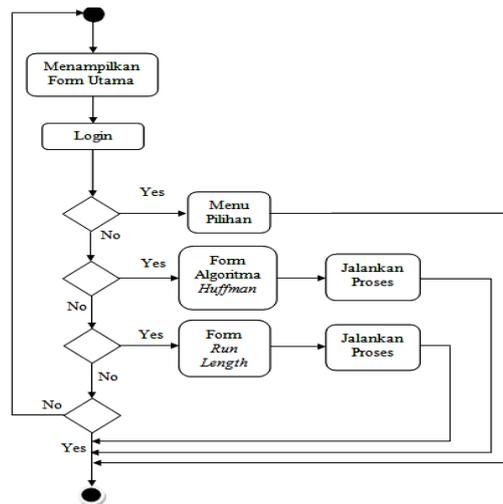
Deskripsi kelompok objek-objek dengan *property*, perilaku (operasi) dan relasi yang sama. Sehingga dengan adanya *class diagram* dapat memberikan pandangan global atas sebuah sistem



Gambar 3.4 Class Diagram Aplikasi

**Activity Diagram**

Memodelkan *event-event* yang terjadi dalam *use case*. Memperlihatkan aliran kendali dari suatu aktifitas ke aktifitas lainnya. Fungsinya untuk memvisualisasikan, menspesifikasi, mengkonstruksi, serta mendokumentasi-kan sifat dari sekumpulan objek, juga digunakan memodelkan aliran kendali dari suatu operasi.



Gambar 3.5 Activity Diagram Aplikasi

### Algoritma dan Implementasi

#### Algoritma

Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

44. Algoritma Menu Pilihan

Input : kompresi, about

Output : Huffman Encoding, RLE, Keluar

Proses : If kompresi “Huffman” then

Masuk “ Form Kompresi Huffman”

Else If kompresi “Run Length” then

Masuk “ Form Kompresi RLE

Else If About “Exit” then

“Keluar”

endif

45. Algoritma Form Menu Deteksi Tepi

Input : Citra

Output : Menu Tepi Citra

Proses :

tampilan menu pilihan menu utama, sub menu file,

sub menu deteksi, about me

If pilihan = pilihan deteksi tepi then

Tampilkan halaman deteksi tepi

End if

46. Algoritma Huffman

Input : Citra Asli

Output : File citra hasil kompresi

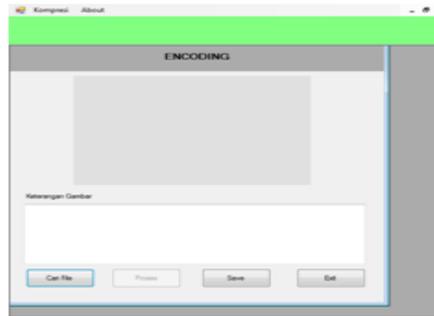
Proses :

Jika Citra telah diinput maka, proses pengkompresian citra dengan Algoritma *Huffman* dapat dilakukan. *Huffman* melakukan pengkompresian dengan merepresentasikan bit yang telah dikodekan semakin sering muncul *bit* tersebut maka akan semakin pendek pula representasi *bit*-nya. Begitu seterusnya hingga seluruh bit telah di representasikan, hingga hasil citra yang dikompresi akan keluar.

#### Implementasi

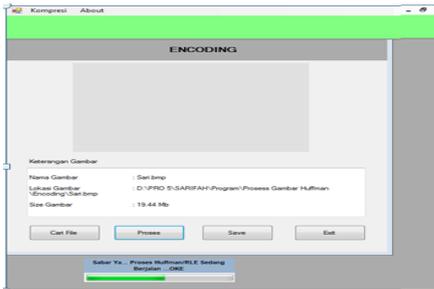
Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

35. Tampilan Menu Utama Tampilan menu utama



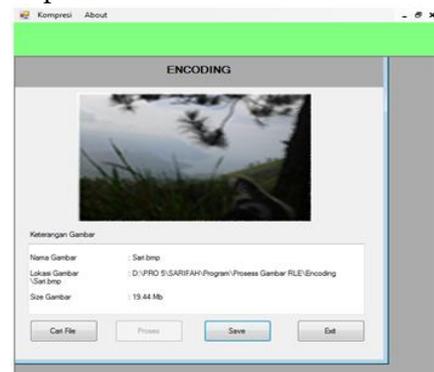
Gambar 4.1. Menu Open File

36. Tampilan Form Proses Kompresi



Gambar 4.2. Tampilan Proses saat kompresi

37. Tampilan Form Proses Setelah Kompresi



Gambar 4.3. Tampilan Proses setelah kompresi

**KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Algoritma *Huffman* melakukan pengkodean setiap karakter ke dalam representasi bit. Semakin sering karakter muncul, maka semakin pendek panjang representasi bitnya. Sebaliknya bila semakin jarang muncul, maka semakin panjang representasi bit. Sedangkan *Run-length encoding* lebih ringkas dengan menyatukan bagian data yang bernilai sama dan berderet menjadi satu bagian.
2. Algoritma *Huffman* dengan melihat hasil dari representasi setiap karakter untuk dilakukan pengkodean sedangkan algoritma *Run-length* merepresentasikan data dengan lebih ringkas dengan menyatukan bagian data yang bernilai sama menjadi satu bagian.

**DAFTAR PUSTAKA**

T. Sutoyo, S.Si, M.Kom, 2009. Teori Pengantar Citra Digital, ANDI Yogyakarta  
 Darma Putra , 2010. Pengolahan Citra Digital, ANDI Yogyakarta  
 Munir, Rinaldi 2004. Pengolahan Citra Digital Pendekatan Algoritmik  
 Anianti Murni, 1992. Pengantar Pengolahan Citra, ANDI Yogyakarta  
 Krisnawati (2008,Mei), Metode Least Significant Bit (LSB) Dan Of File (EOF) untuk Menyisipkan Teks Ke Dalam Citra Grayscale, Tanggal Akses 7 april 2016.  
 Muhammad Sandi, " Analisis Teknik Kompresi Pada Citra Berformat Bmp dan PNG Dengan Menggunakan Algoritma Run Length Encoding", Maret 2015  
 Josua Silaen, "Studi Perbandingan Algoritma Huffman dan Shannon Fano Dalam Pemampatan File Teks", Juli 2014

- Adi Nugroho, 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi objek*, ANDI Yogyakarta
- Ladjamudin, Al-Bahra Bin. 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- Putra, Darma. 2009. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta. Penerbit ANDI.
- Subhan, Mohamad. 2012. *Analisa Perancangan Sistem*. Jakarta. Penerbit Lentera Ilmu Cendekia.
- Yuni, Sugiarti. 2003. *Analisa dan Perancangan UML*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- Hendrayudi. 2009. *Visual Basic 2008 Untuk Berbagai Keperluan Pemrograman*. Jakarta. Penerbit Elex Media Komputindo.
- Kusrini, dkk. 2007. *Tuntunan Praktis Membangun sisem Informasi Akuntansi dengan Visual Basic dan Microsoft SQL S*

## **PENERAPAN METODE SIMPLEKS UNTUK OPTIMALISASI MENENTUKAN NILAI MINIMUM PRODUKSI MINYAK KELAPA SAWIT PADA PT. INTI INDOSAWIT SUBUR**

**Dinda Dwi Rahwanda; Hery Sunandar dan Matias Julyus Fika Sirait**

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** *PT. Inti Indosawit Subur adalah salah satu perusahaan yang memproduksi tandan buah segar (TBS) berupa minyak kelapa sawit. Perusahaan ini selama beroperasi menginginkan keuntungan yang maksimal. Dalam mencapai tujuan perusahaan ini selalu mempertimbangkan kebijakan lainnya seperti memaksimalkan total produk dengan keterbatasan bahan baku, dan meminimalkan biaya produksi. Dalam memenuhi permintaan produk bervariasi, perusahaan kesulitan dalam merencanakan produksi menghasilkan keuntungan maksimal pada periode 1 tahun. Untuk mempermudah proses perhitungan dan memperoleh hasil yang lebih optimal, maka proses perhitungan dibantu dengan menggunakan Software POM-QM for Windows akan tetapi metodologi proses perhitungan sangat abstrak sehingga diinginkan perhitungan yang ril dari setiap keuntungan yang diperoleh menjadi referensi penelitian yang berhubungan produksi. Dengan menggunakan metode simpleks diharapkan dapat membantu pihak manajemen perusahaan dalam menentukan nilai minimum produksi minyak kelapa sawit sehingga mendapatkan keuntungan yang maksimal pada periode 1 tahun berikutnya. Aplikasi yang dirancang akan memberikan hasil perhitungan yang maksimal dari setiap proses produksi dalam perusahaan untuk dipakai sebagai bahan pertimbangan kebijakan perusahaan tahun berikutnya.*

**Kata kunci :** *Produksi, Simpleks, TBS, minimum, maksimal*

### **PENDAHULUAN**

PT. Inti Indosawit Subur adalah anak perusahaan Asian Agri yang merupakan sebuah perusahaan swasta nasional bergerak dalam bidang perkebunan dan pengolahan tandan buah segar (TBS) berupa minyak kelapa sawit. Tandan buah segar kelapa sawit yang telah dipanen perlu diolah lebih lanjut agar diperoleh bahan bernilai tinggi yaitu minyak kelapa sawit (*Crude Palm Oil* atau CPO). PT. Inti Indosawit Subur selama beroperasi sebagai industri yang terus berkembang juga menginginkan keuntungan. Dalam mencapai tujuan memaksimalkan keuntungan tersebut juga memperhitungkan kebijakan lainnya seperti memaksimalkan total produk dengan keterbatasan bahan baku, dan meminimalkan biaya produksi. Dalam memenuhi permintaan produk yang cukup bervariasi, PT. Inti Indosawit Subur telah menetapkan kebijakan bahwa permintaan yang dikerjakan adalah permintaan yang dikumpulkan 1 minggu sebelumnya, kebijakan ini dirasakan oleh perusahaan mengalami kesulitan dalam melakukan produksi untuk menghasilkan keuntungan yang paling maksimal pada periode 1 tahun.

Metode simpleks adalah salah satu prosedur yang populer penggunaannya untuk pemecahan persoalan pemrograman linier, bahkan digunakan untuk penyelesaian dari program-program komputer. Solusi optimal yang diperoleh dari metode simpleks dapat diuji kelayakan perubahannya secara analisis sensitivitas. Sehingga hasil perhitungan produksi minyak kelapa sawit optimum yang diperoleh pada penelitian ini menjadi lebih baik dan optimal. (Indrawati, Sisca Octarina, dan Nanang Suwandi, Universitas Sriwijaya Sumatera Selatan, Aplikasi Metode Simpleks pada Produksi Padi di Kabupaten Ogan Ilir Serta Analisis Kelayakan Produksi Secara Sensitivitas, 2012, ISSN : 15211-49).

### **METODE**

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka langkah-langkah baik secara teoritis maupun perancangan dalam aplikasi adalah :

#### **Studi Literatur**

Mengumpulkan sumber pustaka yang berhubungan dengan produksi TBS dari perusahaan atau referensi lain yang berkaitan dengan penelitian, mempelajari artikel, buku-buku atau situs tentang simpleks

#### **Analisis**

Menerapkan langkah-langkah simpleks dan analisis kebutuhan aplikasi.

#### **Perancangan**

Melanjutkan tahapan analisis dengan membangun arsitektur aplikasi, algoritma, modul, basis data dan interface, serta pengembangan aplikasi

#### **Implementasi**

Perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

#### **Pengujian Aplikasi**

Menguji data pada aplikasi untuk melihat hasil optimalisasi dan menarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Optimalisasi dan Produksi

Optimalisasi adalah persoalan untuk membuat nilai suatu fungsi beberapa variabel menjadi maksimum atau minimum dengan memperhatikan kendala yang ada. Optimasi bertujuan untuk mencapai hasil yang ideal atau optimasi (nilai efektif yang dapat dicapai). Optimasi dapat diartikan sebagai suatu bentuk mengoptimalkan sesuatu hal yang sudah ada, ataupun merancang dan membuat sesuatu secara optimal. (<https://id.wikipedia.org/wiki/Optimasi>, diakses pada tanggal 19 mei 2016).

Sedangkan produksi adalah suatu kegiatan yang mengubah input menjadi output. Kegiatan tersebut dalam ekonomi biasa dinyatakan dalam fungsi produksi. Fungsi produksi menunjukkan jumlah maksimum output yang dihasilkan dari pemakaian sejumlah input dengan menggunakan teknologi tertentu. (Sugiarto.dkk, Hal : 202, 2007).

### Minyak Kelapa Sawit

Menurut (Pardamean, 2008) dalam junal (Budi Nining Widarti, Septian Hadi Susetyo, Edhi Sarwono, Degradasi COD Limbah Cair Dari Pabrik Kelapa Sawit Dalam Proses Pembentukan Biogas, Universitas Mulawarman, 2015, ISSN : 138-141) Kelapa sawit merupakan tumbuhan monokotil (berbiji tunggal) yang dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah. Kelapa sawit memiliki spesifik yaitu tanaman sejenis palma, buah tersusun dalam sebuah tandan dan disebut dengan tandan buah segar, satu tandan dewasa beratnya 15-30 kg tersusun dari 600-2000 buah dengan berat perbuah 15-30 gram, buah diambil minyaknya dengan hasil dari sabut (daging buah) menghasilkan 20-24% sedangkan inti sawit menghasilkan minyak sawit 3-4 %.

Minyak sawit termasuk minyak yang memiliki kadar lemak jenuh yang tinggi. Minyak sawit berwujud setengah padat pada temperatur ruangan dan memiliki beberapa jenis lemak jenuh asam laurat (0.1%), asam miristat (1%), asam stearat (5%), dan asam palmitat (44%). Minyak sawit juga memiliki lemak tak jenuh dalam bentuk asam oleat (39%), asam linoleat (10%), dan asam alfa linoleat (0.3%). Seperti semua minyak nabati, minyak sawit tidak mengandung kolesterol meski konsumsi lemak jenuh diketahui menyebabkan peningkatan kolesterol lipoprotein densitas rendah dan lipoprotein densitas tinggi akibat metabolisme asam lemak dalam tubuh. Minyak sawit juga *GMO free*, karena tidak ada kelapa sawit termodifikasi genetik (GMO) yang dibudidayakan untuk menghasilkan minyak sawit.

### Metode Simpleks

Simpleks secara sistematis dimulai dari suatu penyelesaian dasar yang feasible ke penyelesaian dasar feasible lainnya, yang dilakukan berulang-ulang (iteratif) sehingga tercapai suatu penyelesaian optimum.

Pada setiap iterasi akan dihasilkan nilai fungsi tujuan yang selalu lebih besar atau sama dengan iterasi sebelumnya. Untuk memecahkan persoalan dengan metode simpleks, model pemrograman linier harus dalam bentuk standar. (Eddy Herjanto, Hal : 51, 2008).

Langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Buat matriks data yang akan diolah
2. Lakukan tahap inisialisasi
  - Formulasikan model dalam bentuk standar
  - Tentukan penyelesaian dasar awal yang feasible (*starting basic feasible solution*). Sebagai variabel dasar awal, pilih variabel yang terdapat hanya pada satu baris (batasan) dan memiliki koefisien = 1. Jika kita tidak memiliki cukup variabel untuk keperluan ini maka harus ditambahkan *slack* atau *surplus variable* ( $S_1$ ). Dalam persamaan diatas  $S_1$ ,  $S_2$  dan  $S_3$  masing-masing mempunyai koefisien = 1 dan hanya terdapat pada satu baris persamaan, maka variabel tersebut kita pilih sebagai variabel dasar awal. Nilainya sama dengan nilai sisi kanan persamaannya masing-masing. Variabel selain dari ketiga variabel tersebut merupakan variabel bukan dasar (*non-basic variables*), dan nilainya sama dengan 0.
3. Lakukan tahap iterasi
  - Tentukan variabel dasar masuk (*entering basic variable*). Variabel dasar masuk ialah variabel bukan dasar yang bila nilainya ditambah akan meningkatkan nilai Z paling cepat, yaitu variabel pada fungsi tujuan yang memiliki koefisien negatif terbesar (jika fungsi tujuan maksimalisasi) atau memiliki koefisien positif terbesar (jika fungsi tujuan minimalisasi). Apabila terdapat lebih dari satu variabel bukan dasar pada fungsi tujuan mempunyai nilai koefisien yang sama untuk dipilih sebagai variabel dasar masuk, maka pilih salah satu secara sembarang.  $X_1$  dipilih sebagai variabel dasar masuk karena mempunyai koefisien negatif terbesar (-200). Kolom  $X_1$  disebut sebagai kolom pivot.
  - Tentukan variabel dasar keluar (*leaving basic variable*). Variabel dasar keluar ditentukan setelah variabel dasar masuk dipilih. Apabila  $X_1$  adalah variabel dasar masuk dan  $a_{ij}$  adalah elemen pada baris ke i di bawah variabel  $X_1$  dalam matriks  $AX=b$ . Variabel dasar keluar adalah variabel dasar yang berhubungan dengan baris i dimana  $a_{ij}/a_{1j}$  adalah terkecil untuk  $a_{ij}$  yang positif. Apabila terdapat

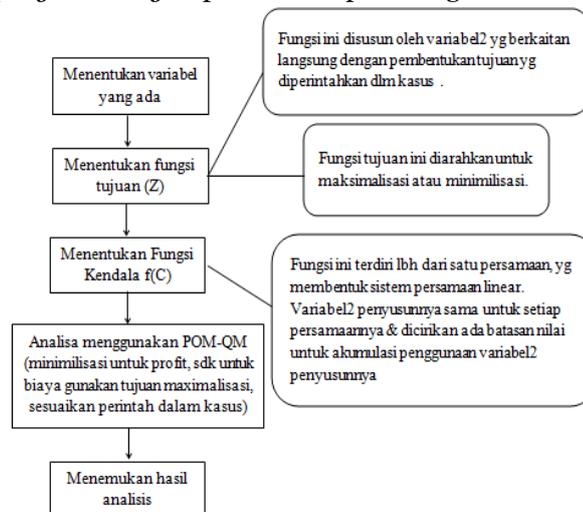
lebih dari satu variabel dasar mempunyai kesempatan yang sama untuk dipilih sebagai variabel dasar keluar, maka pilih salah satu diantaranya.

- Tentukan penyelesaian dasar baru yang fisibel. Ubah persamaan pada baris pivot sehingga koefisien titik pivot (titik pertemuan antara kolom pivot dan baris pivot  $X_{11}$ ) = 1. Kemudian buat semua koefisien  $X_1$  pada persamaan batasan lainnya menjadi sama dengan nol, sedangkan koefisien variabel dasarnya tetap sama dengan 1.
- 4. Lakukan uji optimalisasi  
Apabila kita memaksimalkan fungsi tujuan maka penyelesaian disebut optimal bila seluruh koefisien variabel bukan dasar pada fungsi tujuan tidak ada yang negatif ( $\geq 0$ ). Sebaliknya, apabila fungsi tujuan minimalisasi, penyelesaian optimal diperoleh bila seluruh koefisien variabel bukan dasar lebih kecil atau sama dengan nol ( $\leq 0$ ).
- 5. Lakukan penyelesaian secara tabulasi

**Analisa dan Perancangan**

**Cara Kerja POM-QM for Windows**

Adapun alur kerja *linear programming* diperlihatkan pada diagram berikut :



Gambar 3.1. Pengerjaan Linear Programming

**Penentuan Data**

Berikut ini adalah data-data yang diperoleh untuk periode tahun 2015 pada PT. Inti Indosawit Subur :

Tabel 3.1 Harga Minyak Kelapa Sawit/Kg

| No | Bulan     | Harga Minyak kelapa sawit |
|----|-----------|---------------------------|
| 1  | Januari   | Rp. 1761                  |
| 2  | Februari  | Rp. 1804                  |
| 3  | Maret     | Rp. 1641                  |
| 4  | April     | Rp. 1830                  |
| 5  | Mei       | Rp. 1650                  |
| 6  | Juni      | Rp. 1608                  |
| 7  | Juli      | Rp. 1600                  |
| 8  | Agustus   | Rp. 1471                  |
| 9  | September | Rp. 1227                  |
| 10 | Oktober   | Rp. 1372                  |
| 11 | November  | Rp. 1426                  |
| 12 | Desember  | Rp. 1324                  |

Tabel 3.2 Biaya TBS Kebun Sendiri/Ton

| No    | Bulan     | Biaya TBS Kebun Sendiri |
|-------|-----------|-------------------------|
| 1     | Januari   | Rp. 14,701,397,256      |
| 2     | Februari  | Rp. 12,417,926,976      |
| 3     | Maret     | Rp. 19,235,988,408      |
| 4     | April     | Rp. 22,219,364,076      |
| 5     | Mei       | Rp. 27,452,337,276      |
| 6     | Juni      | Rp. 30,988,208,160      |
| 7     | Juli      | Rp. 24,061,754,808      |
| 8     | Agustus   | Rp. 27,888,629,496      |
| 9     | September | Rp. 26,401,858,392      |
| 10    | Oktober   | Rp. 30,128,165,340      |
| 11    | November  | Rp. 27,559,092,288      |
| 12    | desember  | Rp. 23,598,750,084      |
| Total |           | Rp. 286,653,472,560     |

Tabel 3.3 Biaya TBS Kebun Lain/Ton

| No    | Bulan     | Biaya TBS Kebun Lain |
|-------|-----------|----------------------|
| 1     | Januari   | Rp. 9,800,931,504    |
| 2     | Februari  | Rp. 8,278,617,984    |
| 3     | Maret     | Rp. 12,823,992,272   |
| 4     | April     | Rp. 14,812,909,384   |
| 5     | Mei       | Rp. 18,301,558,184   |
| 6     | Juni      | Rp. 20,658,815,440   |
| 7     | Juli      | Rp. 16,041,169,872   |
| 8     | Agustus   | Rp. 18,592,419,664   |
| 9     | September | Rp. 17,601,238,928   |
| 10    | Oktober   | Rp. 20,085,443,560   |
| 11    | November  | Rp. 18,372,728,192   |
| 12    | desember  | Rp. 15,732,500,056   |
| Total |           | Rp.191,102,325,040   |

Tabel 3.4 Biaya Pengolahan/Kg

| No    | Bulan     | Biaya Pengolahan  |
|-------|-----------|-------------------|
| 1     | Januari   | Rp. 605,119,991   |
| 2     | Februari  | Rp. 745,737,571   |
| 3     | Maret     | Rp. 767,901,399   |
| 4     | April     | Rp. 819,774,546   |
| 5     | Mei       | Rp. 737,345,736   |
| 6     | Juni      | Rp. 846,763,074   |
| 7     | Juli      | Rp. 827,599,474   |
| 8     | Agustus   | Rp. 882,312,217   |
| 9     | September | Rp. 938,046,409   |
| 10    | Oktober   | Rp. 1,215,446,775 |
| 11    | November  | Rp. 716,530,347   |
| 12    | desember  | Rp. 851,449,441   |
| Total |           | Rp. 9,954,026,980 |

Menghitung selisih penerimaan dengan total biaya pengadaan bahan baku dan pengolahan. Nilai keuntungan yang diperhitungkan adalah keuntungan sebelum dikurangi biaya tetap, biaya umum atau disebut juga laba kotor. Hal ini mengingat biaya tetap tidak berubah sesuai perubahan jumlah produksi sehingga sesuai dengan asumsi yang mendasari program linier.

Dari hasil analisa data, maka dapat disusun formulasi fungsi tujuan untuk memaksimalkan keuntungan ke dalam bentuk persamaan linier yaitu:

$$Z = C_1x_1 + C_2x_2 + C_3x_3 + C_4x_4 + C_5x_5 + C_6x_6 + C_7x_7 + C_8x_8 + C_9x_9 + C_{10}x_{10} + C_{11}x_{11} + C_{12}x_{12} ; \text{ di mana : } C_1=1.761; C_2=1.804 ; C_3=1.641 ; C_4=1.830 ; C_5=1.650 ; C_6=1.608 ; C_7=1.600 ; C_8=1.471 ; C_9=1.227 ; C_{10}= 1.372 ; C_{11}=1.426 ; C_{12}=1.324$$

Maka formasi fungsi tujuan

$$z = 1.761x_1 + 1.804x_2 + 1.641x_3 + 1.830x_4 + 1.650x_5 + 1.608x_6 + 1.600x_7 + 1.471x_8 + 1.227x_9 + 1.372x_{10} + 1.426x_{11} + 1.324x_{12}$$

### Analisa Fungsi Kendala

Fungsi kendala yang digunakan dalam penyelesaian program linear ini disajikan sebagai berikut :

#### 1. Kendala Biaya TBS Kebun Sendiri

Tabel 3.5 Biaya Minimum TBS Kebun Sendiri/Ton

| No | Bulan     | Biaya Minimum TBS Kebun Sendiri |
|----|-----------|---------------------------------|
| 1  | Januari   | Rp. 13,462,818                  |
| 2  | Februari  | Rp. 11,371,728                  |
| 3  | Maret     | Rp. 17,615,374                  |
| 4  | April     | Rp. 20,347,403                  |
| 5  | Mei       | Rp. 25,139,503                  |
| 6  | Juni      | Rp. 28,377,480                  |
| 7  | Juli      | Rp. 22,034,574                  |
| 8  | Agustus   | Rp. 25,539,038                  |
| 9  | September | Rp. 24,177,526                  |
| 10 | Oktober   | Rp. 27,589,895                  |
| 11 | November  | Rp. 25,237,264                  |
| 12 | Desember  | Rp. 21,610,577                  |

Formulasi fungsi kendala Biaya TBS Kebun Sendiri ke dalam bentuk pertidaksamaan diperoleh :

$$13.462.818x_1 + 11.371.728x_2 + 17.615.374x_3 + 20.347.403x_4 + 25.139.503x_5 + 28.377.480x_6 + 22.034.574x_7 + 25.539.038x_8 + 24.177.526x_9 + 27.589.895x_{10} + 25.237.264x_{11} + 21.610.577x_{12} \leq 286.653.472.560$$

#### 2. Kendala Biaya TBS Kebun Lain

Tabel 3.6 Biaya Minimum TBS Kebun lain/Ton

| No | Bulan     | Biaya Minimm TBS Kebun Lain |
|----|-----------|-----------------------------|
| 1  | Januari   | Rp. 2,896,000               |
| 2  | Februari  | Rp. 2,359,240               |
| 3  | Maret     | Rp. 3,673,450               |
| 4  | April     | Rp. 4,208,750               |
| 5  | Mei       | Rp. 5,333,220               |
| 6  | Juni      | Rp. 5,919,070               |
| 7  | Juli      | Rp. 4,466,394               |
| 8  | Agustus   | Rp. 5,507,120               |
| 9  | September | Rp. 5,151,290               |
| 10 | Oktober   | Rp. 5,574,010               |
| 11 | November  | Rp. 5,256,360               |
| 12 | Desember  | Rp. 4,601,460               |

Formulasi fungsi kendala Biaya TBS Kebun lain ke dalam bentuk pertidaksamaan diperoleh :

$$2.896.000x_1 + 2.359.240x_2 + 3.673.450x_3 + 4.208.750x_4 + 5.333.220x_5 + 5.919.070x_6 + 4.466.394x_7 + 5.507.120x_8 + 5.151.290x_9 + 5.574.010x_{10} + 5.256.360x_{11} + 4.601.460x_{12} \leq 191.102.325.040$$

3. Kendala Biaya Pengolahan

Tabel 3.7 Biaya Minimum Pengolahan/Kg

| No | Bulan     | Biaya Minimum Pengolahan |
|----|-----------|--------------------------|
| 1  | Januari   | Rp. 684,890              |
| 2  | Februari  | Rp. 581,530              |
| 3  | Maret     | Rp. 893,570              |
| 4  | April     | Rp. 994,710              |
| 5  | Mei       | Rp. 1,239,556            |
| 6  | Juni      | Rp. 1,367,464            |
| 7  | Juli      | Rp. 1,155,212            |
| 8  | Agustus   | Rp. 1,330,620            |
| 9  | September | Rp. 1,197,260            |
| 10 | Oktober   | Rp. 1,434,230            |
| 11 | November  | Rp. 1,390,060            |
| 12 | desember  | Rp. 1,169,080            |

Formulasi fungsi kendala Biaya pengolahan ke dalam bentuk pertidaksamaan di peroleh :

$$684.890x_1 + 581.530x_2 + 893.570x_3 + 994.710x_4 + 1.239.556x_5 + 1.367.464x_6 + 1.155.212x_7 + 1.330.620x_8 + 21.197.260x_9 + 1.434.230x_{10} + 1.390.060x_{11} + 1.169.080x_{12} \leq 9.954.026.980$$

**Menyelesaikan Persoalan Linear Programming Dengan Metode Simpleks**

Agar persoalan tersebut dapat diselesaikan dengan metode simpleks, maka fungsi kendala perlu diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk kanonik dengan menambahkan variabel *slack*. Perubahan ke dalam bentuk kanonik tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kendala Biaya TBS Kebun Sendiri

$$13.462.818x_1 + 11.371.728x_2 + 17.615.374x_3 + 20.347.403x_4 + 25.139.503x_5 + 28.377.480x_6 + 22.034.574x_7 + 25.539.038x_8 + 24.177.526x_9 + 27.589.895x_{10} + 25.237.264x_{11} + 21.610.577x_{12} \leq 286.653.472.560$$

di ubah menjadi :

$$13.462.818x_1 + 11.371.728x_2 + 17.615.374x_3 + 20.347.403x_4 + 25.139.503x_5 + 28.377.480x_6 + 22.034.574x_7 + 25.539.038x_8 + 24.177.526x_9 + 27.589.895x_{10} + 25.237.264x_{11} + 21.610.577x_{12} + x_{13} = 286.653.472.560$$

2. Kendala Biaya TBS Kebun Lain

$$2.896.000x_1 + 2.359.240x_2 + 3.673.450x_3 + 4.208.750x_4 + 5.333.220x_5 + 5.919.070x_6 + 4.466.394x_7 + 5.507.120x_8 + 5.151.290x_9 + 5.574.010x_{10} + 5.256.360x_{11} + 4.601.460x_{12} \leq 191.102.325.040$$

Di ubah menjadi :

$$2.896.000x_1 + 2.359.240x_2 + 3.673.450x_3 + 4.208.750x_4 + 5.333.220x_5 + 5.919.070x_6 + 4.466.394x_7 + 5.507.120x_8 + 5.151.290x_9 + 5.574.010x_{10} + 5.256.360x_{11} + 4.601.460x_{12} + x_{14} = 191.102.325.040$$

3. Kendala Pengolahan

$$684.890x_1 + 581.530x_2 + 893.570x_3 + 994.710x_4 + 1.239.556x_5 + 1.367.464x_6 + 1.155.212x_7 + 1.330.620x_8 + 21.197.260x_9 + 1.434.230x_{10} + 1.390.060x_{11} + 1.169.080x_{12} \leq 9.954.026.980$$

Diubah menjadi :

$$684.890x_1 + 581.530x_2 + 893.570x_3 + 994.710x_4 + 1.239.556x_5 + 1.367.464x_6 + 1.155.212x_7 + 1.330.620x_8 + 21.197.260x_9 + 1.434.230x_{10} + 1.390.060x_{11} + 1.169.080x_{12} + x_{15} = 9.954.026.980$$

Untuk menyesuaikan dengan bentuk kendala yang baru, fungsi tujuan yang semula berbentuk:

$$z = 1.761x_1 + 1.804x_2 + 1.641x_3 + 1.830x_4 + 1.650x_5 + 1.608x_6 + 1.600x_7 + 1.471x_8 + 1.227x_9 + 1.372x_{10} + 1.426x_{11} + 1.324x_{12}$$

dilengkapi menjadi :

$$z = 1.761x_1 + 1.804x_2 + 1.641x_3 + 1.830x_4 + 1.650x_5 + 1.608x_6 + 1.600x_7 + 1.471x_8 + 1.227x_9 + 1.372x_{10} + 1.426x_{11} + 1.324x_{12} + 0x_{13} + 0x_{14} + 0x_{15}$$

Untuk mempermudah dalam menyelesaikan perhitungan dengan menggunakan metode simpleks, maka bentuk formulasi program linier tersebut disajikan dalam bentuk Tabel yaitu Tabel simpleks awal :

Tabel 3.7 Tabel simpleks dari hasil Iterasi 1

|    | Z     | X13             | X14             | X15           |
|----|-------|-----------------|-----------------|---------------|
| Z  | 1     | 0               | 0               | 0             |
| X1 | 1.761 | 13.462.818      | 2.896.000       | 684.890       |
| X2 | 1.804 | 11.371.728      | 2.359.240       | 581.530       |
| X3 | 1.641 | 17.615.374      | 3.673.450       | 893.570       |
| X4 | 1.830 | 20.347.403      | 4.208.750       | 994.710       |
| X5 | 1.650 | 25.139.503      | 5.333.220       | 1.239.556     |
| X6 | 1.608 | 28.377.480      | 5.919.070       | 1.367.464     |
| X7 | 1.600 | 22.034.574      | 4.466.394       | 1.155.212     |
| X8 | 1.471 | 25.539.038      | 5.507.120       | 1.330.620     |
| X9 | 1.227 | 24.177.526      | 5.151.290       | 1.197.260     |
| X1 | 1.372 | 27.589.895      | 5.574.010       | 1.434.230     |
| X1 | 1.426 | 25.237.264      | 5.256.360       | 1.390.060     |
| X1 | 1.324 | 21.610.577      | 4.601.460       | 1.169.080     |
| X1 | 0     | 1               | 0               | 0             |
| X1 | 0     | 0               | 1               | 0             |
| X1 | 0     | 0               | 0               | 1             |
| N  | 0     | 286.653.472.560 | 191.102.325.040 | 9.954.026.980 |

Pada Tabel simpleks tersebut dapat dilihat bahwa kendala utama sudah tersusut gauss jordan dengan ruas kanan tidak negatif, sehingga sudah dapat diselesaikan dengan metode simpleks.

Tabel 3.8 Tabel simpleks dari hasil Iterasi 2

|     | Z          | X13            | X14           | X4          |
|-----|------------|----------------|---------------|-------------|
| Z   | 1          | 0              | 0             | 0           |
| X1  | -500,9858  | 547.022,8547   | 1.860,4694    | 0,6885      |
| X2  | -734,1405  | 523.820,9867   | 101.290,5943  | 0,5846      |
| X3  | 2,9295     | 663.149,5866   | 107.363,2395  | 0,8983      |
| X4  | 0          | 0              | 0             | 1           |
| X5  | 630,4511   | 216.374,3296   | -88.494,0849  | 1,2461      |
| X6  | 907,7675   | -405.169,4838  | -133.148,3645 | 1,3747      |
| X7  | 525,2807   | 1.595.996,3448 | 421.461,2593  | 1,1614      |
| X8  | 976,9844   | 1.679.604,0148 | 122.909,7825  | 1,3377      |
| X9  | 975,6378   | 313.153,8415   | -85.524,0732  | 1,2036      |
| X10 | 1.266,5991 | 1.748.149,7854 | 494.407,4408  | 1,4419      |
| X11 | 1.131,3381 | 3.197.265,4838 | 625.168,3098  | 1,3975      |
| X12 | 826.7941   | 2,303,664.7467 | 345,072.6075  | -1.1753     |
| X13 | 0          | 1              | 0             | 0           |
| X14 | 0          | 0              | 1             | 0           |
| X15 | -0.0018    | -20.4556       | -4.2311       | -4.2311     |
| NK  |            |                |               | 10,006.9633 |

Tabel 3.9 Tabel simpleks dari hasil Iterasi 3

|   | Z | X13 | X14 | X4 |
|---|---|-----|-----|----|
| Z | 1 | 0   | 0   | 0  |

|     |            |                         |               |             |
|-----|------------|-------------------------|---------------|-------------|
| X1  | 363,6394   | 69.901,061              | 117.433,3156  | 1,1777      |
| X2  | 0          | 0                       | 0             | 1           |
| X3  | 1.130,9985 | 141.745,6569            | 48.278,3196   | 1,5366      |
| X4  | 1.255,7511 | 895.998,4642            | 173.258,0718  | 1,7105      |
| X5  | 2.195,303  | 900.172,4753            | 304.399,306   | 2,1315      |
| X6  | 2.634,0943 | 1.636.931,1469          | 371.332,5347  | 2,3515      |
| X7  | 1.983,6543 | -555.423,5367           | -220.247,0324 | 1,9865      |
| X8  | 2.656,7982 | -481.030,0822           | 108.856,9188  | 2,2881      |
| X9  | 2.487,094  | 765.294,2703            | 294.062,199   | 2,0588      |
| X10 | 3.077,2132 | -456.247,7462           | -244.594,0033 | 2,4663      |
| X11 | 2.886,1907 | -<br>1.945.150,<br>1686 | -383.048,38   | 2,3903      |
| X12 | 2.302,6751 | -<br>1.250.600<br>,1504 | -141.442,8595 | 2,0104      |
| X13 | 0          | 1                       | 0             | 0           |
| X14 | 0          | 0                       | 1             | 0           |
| X15 | 0,0031     | -19,5548                | -4,057        | 0           |
| NK  |            |                         |               | 17.116,9613 |

Tabel 3.10 Daftar Solusi

| Variabel          | Status    | Value        |
|-------------------|-----------|--------------|
| X1                | Non Basic | 0            |
| X2                | Basic     | 17116,96     |
| X3                | Non Basic | 0            |
| X4                | Non Basic | 0            |
| X5                | Non Basic | 0            |
| X6                | Non Basic | 0            |
| X7                | Non Basic | 0            |
| X8                | Non Basic | 0            |
| X9                | Non Basic | 0            |
| X10               | Non Basic | 0            |
| X11               | Non Basic | 0            |
| X12               | Non Basic | 0            |
| X13               | Basic     | 92004050000  |
| X14               | Basic     | 150719300000 |
| X15               | Non Basic |              |
| Optimal Value (Z) |           | 30879000     |

Berdasarkan dari hasil di atas maka, dengan basic biaya pengolahan sebesar 17.116,96 akan mengoptimalkan keuntungan produksi dengan minimum biaya pengolahan sebesar Rp. 30.879.000,-

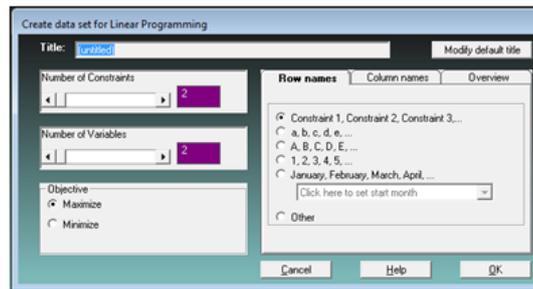
**Implementasi Dan Pengujian**

**Implementasi**

Implementasi program adalah penerapan proses dari jalannya sistem yaitu dari sistem logika diterapkan dalam sistem komputerisasi (program) yang terstruktur, sehingga dapat memberikan Gambaran kepada user bagaimana cara menjalankan program agar dapat menghasilkan data yang dikehendaki

**Pengujian**

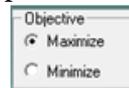
A. Tampilan Awal Linear Programming



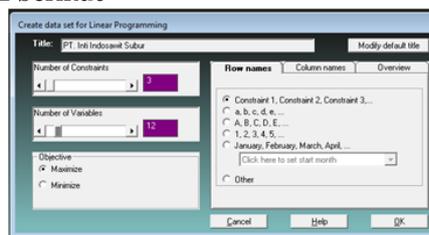
Gambar 4.1 Tampilan awal *Linear Programming*

B. Buat judul penyelesaian soal ini dengan mengisi bagian Title: “PT. Inti Indosawit Subur”. Jika Title tidak diisi, program POM-QM for Windows akan membuat judul sendiri sesuai default (patokan)-nya. Default Title ini dapat dirubah dengan meng-klik modify default title. Judul dapat diubah/edit dengan meng-klik ikon title.

1. Isikan (set) jumlah keputusan dengan 3, dengan cara meng-klik tanda pada kotak *Number of Constraints* (dalam program QM for Windows, tidak perlu memasukkan keputusan non negatif).
2. Isikan (set) jumlah *Number of Variables* dengan 12, dengan cara meng-klik tanda pada kotak.
3. Biarkan pada bagian Objective, tetap pada pilihan Profit (Maximize)



Sekarang tampilan akan seperti pada Gambar 5.4, lanjutkan dengan meng-klik tombol hingga akan muncul tampilan Gambar 4.2 berikut



Gambar 4.2 Tampilan setelah beberapa pilihan diisi

|              | X1       | X2       | X3       | X4       | X5       | X6       | X7       | X8       | X9       | X10      | X11      | X12      | RHS | Equation No |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----|-------------|
| Objective    |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |     | Max 179103  |
| Constraint 1 | 13452020 | 11071730 | 17819370 | 20547400 | 26139600 | 20377400 | 22034570 | 26336040 | 24177530 | 27599600 | 25272200 | 21610500 | =   | 305000000   |
| Constraint 2 | 28660000 | 23602400 | 30734050 | 42087500 | 53332200 | 59190700 | 44803940 | 55071200 | 51512000 | 52740100 | 52503600 | 48014800 | =   | 102000000   |
| Constraint 3 | 8840800  | 5815300  | 8820700  | 8947100  | 12396900 | 13074640 | 11952120 | 13300200 | 11972800 | 14242200 | 13060900 | 11900000 | =   | 88402000    |

Gambar 4.3 Tampilan pengisian data sesuai data biaya produksi

4. Selesaikan Contoh Soal ini dengan meng-klik tombol pada toolbar atau dari menu File-Solve atau tombol F9 pada keyboard.
5. Jika ternyata ada data soal yang perlu diperbaiki, klik tombol pada toolbar atau File-Edit
6. Simpan (save) file kerja ini dengan menu File – Save (atau menekan tombol Ctrl+S. Pilihan untuk menyimpan file dengan format Excel (.xls) dan html (.html) juga disediakan.
7. Hasil perhitungan Linear Programming

|              | X1       | X2       | X3       | X4       | X5       | X6       | X7       | X8 | X9 | X10 | X11 | X12 | RHS | Dual        |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| Objective    |          |          |          |          |          |          |          |    |    |     |     |     |     | 3007000     |
| Constraint 1 | 2037430  | 22034570 | 26336040 | 24177530 | 27599600 | 25272200 | 21610500 |    |    |     |     |     | =   | 26885200000 |
| Constraint 2 | 5919070  | 44803940 | 55071200 | 51512000 | 52740100 | 52503600 | 48014800 |    |    |     |     |     | =   | 59110220000 |
| Constraint 3 | 13074640 | 11952120 | 13300200 | 11972800 | 14242200 | 13060900 | 11900000 |    |    |     |     |     | =   | 884020000   |
| Solution     | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |    |    |     |     |     |     |             |

Gambar 4.4 Output produksi PT. Inti Indosawit Subur

**KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

3. Dalam mengoptimalkan biaya produksi pada PT. Inti Indosawit Subur dengan dengan perhitungan yang telah dilakukan ternyata produksi minyak kelapa sawit masih bisa dioptimalkan dengan biaya produksi awal tanpa mengurangi atau menambah, hanya dengan menggunakan waktu yang tersedia secara efektif.
4. Menerapkan program linier dengan metode simpleks untuk mengoptimalkan biaya produksi sesuai dengan yang diharapkan atau metode yang digunakan cocok untuk maksimasi produksi dan mendapatkan hasil yang maksimal.
5. Menguji permasalahan optimasi biaya dengan menggunakan software POM-QM *for Windows* Versi 3 dengan menginputkan nilai-nilai dan variabel yang telah ditentukan ternyata mendapatkan hasil yang sesuai dengan perhitungan manual.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Herjanto, E. (2008), *Manajemen Operasi*, Grasindo, Jakarta.
- Rimbasari, D. dkk. (2014), *Perencanaan Produksi Berdasarkan Program Linear Dengan Permintaan Yang Diramalkan*, Salatiga : Jurnal Sains dan Matematika, Vol. 5, No. 1 : 2087-0922.
- Hartawan, Z. (2011), *Praktikum Manajemen Operasional*, Universitas Muhamadiyah, Bengkulu.
- Sugiarti, Y, “*Analisis & Perancangan UML (unified Modelling Language) Generated VB.6*”, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta 2003
- Adi Nugroho, 2010. “*Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek*”. Yogyakarta : Andi.
- Subhan, M, “*Analisa Perancangan Sistem*”, Jakarta, Lentera Ilmu Cendekia, 2012.
- Ladjamudin, Al-Bahra Bin. 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- Subhan, Mohamad. 2012. *Analisa Perancangan Sistem*. Jakarta. Penerbit Lentera Ilmu Cendekia.
- Yuni, Sugiarti. 2003. *Analisa dan Perancangan UML*. Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- V. Christianto dan I Made Wiryana, 2002 *Pengantar Manajemen Proyek baebasis Internet*. Jakarta : PT. Alex Media Komputindo

## **APLIKASI PENGACAKAN SOAL BERKATEGORI MENGGUNAKAN METODE LCM (*LINEAR CONGRUENT METHOD*)**

**Yoseph Juli Christopher Sitanggang dan Tonni Limbong**

Fakultas Teknik Informatika-STMIK Budi Darma Medan

Email: joes.gusar@gmail.com

**Abstrak.** Ujian adalah tes yang bertujuan untuk menentukan kemampuan seorang murid, mahasiswa atau calon pekerja. Biasanya ujian tes bentuknya tertulis, walaupun beberapa mungkin praktek atau komponen praktis, dan sangat bervariasi dalam struktur, isi dan kesulitan tergantung pada subjek, kelompok usia orang yang diuji dan profesi. Namun tidak jarang juga terjadinya kecurangan seperti kebocoran soal yang sering dilakukan oleh panitia. Soal ujian yang disajikan kepada para peserta ujian dan dalam pencapaian hasil yang optimal maka perlu menyajikan soal ujian dalam bentuk pengelompokan/kategori seperti: Mudah, Sedang, Sulit dan dalam pelaksanaan ujian akan dilakukan pengacakan dan akan dilakukan cetak secara langsung di depan para peserta uji untuk menghindari terjadinya kebocoran. Sistem aplikasi yang digunakan untuk mengacak soal-soal ujian tersebut dengan menggunakan metode-metode pengacakan yang tersedia. *Linear Congruent Method (LCM)* adalah sebuah metode pengacakan yang masih belum sempurna karena masih memunculkan angka yang sama sehingga dibutuhkan metode *Resuffle* dan *Rejection Method*.

**Kata kunci:** Soal Ujian, Aplikasi Pengacakan Soal, *Linear Congruent Method*

### **PENDAHULUAN**

Saat ini dalam dunia pendidikan sangat berhubungan dengan perkembangan teknologi, baik pendidikan formal maupun informal, terutama pada perguruan tinggi. Dalam perkembangan teknologi yang serba komputer banyak yang masih ketinggalan dalam teknologi tersebut khususnya teknologi komputer, padahal teknologi komputer selalu dilibatkan dalam pendidikan seperti memberikan materi menggunakan komputer dan ujian menggunakan komputer.

Soal ujian berkategori adalah soal yang akan dibagi-bagi menjadi beberapa kategori seperti Mudah, Sedang, Sulit yang akan diterapkan di dalam soal-soal ujian sehingga peserta ujian tidak akan mengetahui soal yang akan dijawab, dan di setiap kategori akan ada tingkat kesulitan ujian.

Metode LCM (*Linear Congruent Method*) Bilangan acak yang dibangkitkan oleh komputer merupakan bilangan acak semu, karena pembangkitannya menggunakan operasi-operasi aritmatika. Banyak algoritma atau metode yang dapat digunakan untuk membangkitkan bilangan acak. Di dalam buku teks statistik klasik, angka-angka acak diciptakan dengan mengambil bola yang dinomori ke luar dari suatu kotak yang berisi sejumlah bola bernomor yang diketahui jumlahnya.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Analisa Masalah**

Pengacakan soal ujian berkategori dilakukan agar terhindar dari kebocoran soal yang sering dilakukan oleh panitia. Dengan melakukan pengacakan soal ujian berkategori maka nanti soal-soal yang ada akan diacak secara otomatis dan akan menghasilkan soal yang sudah teracak sehingga soal tersebut akan di cetak langsung di depan para peserta agar terhindar terjadinya kebocoran soal.

Menentukan pengacakan soal berkategori menggunakan metode *Linear Congruent Method* adalah dengan menggunakan rumus  $X = (a \cdot x + b) \bmod M$  pada aplikasi yang akan digunakan dengan keterangan  $X =$  bilangan acak ke- $i$ ,  $a =$  faktor penggali,  $x =$  bilangan acak sebelumnya,  $b =$  increment, dan  $M =$  Modulus. Dengan membangkitkan rumus maka akan dapat hasil pengacakan soal tanpa adanya soal yang sama muncul kembali.

Data yang diperoleh akan dianalisis sesuai dengan kebutuhan dan keadaan data untuk pemanfaatan. Analisis ini meliputi mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan, kesempatan, hambatan yang terjadi dan kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikan. Permasalahan yang ditemukan dasar perancangan sistem yang dikembangkan. yaitu untuk mengacak soal ujian dengan type dokumen microsoft Word tanpa menginput soal dalam bentuk database.

Sebelum melakukan perancangan terhadap perangkat lunak ujian menggunakan metode *linear congruent method (LCM)* ini, penulis melakukan analisa terhadap metode tersebut agar dapat diimplementasikan pada bahasa pemrograman yang penulis gunakan. Dalam membangkitkan bilangan acak pada *visual basic 2008* maka diperlukan rumus yang dapat membuat soal-soal yang berkategori diacak supaya nantinya tidak ada soal yang sama muncul pada peserta ujian lainnya.

Ujian yang dirancang ini adalah dalam bentuk soal-soal ujian yang ditampilkan dengan menggunakan metode LCM. Metode LCM adalah metode *linear* untuk membangkitkan bilangan acak, sehingga dapat menampilkan soal-soal ujian secara acak. Hal ini digunakan untuk menghindari terjadinya kebocoran soal yang dilakukan oleh tim panitia atau pendidik seperti yang sering terjadi di

beberapa tempat pengujian berlangsung.

**Penerapan Metode LCM**

LCM memanfaatkan model linier untuk membangkitkan bilangan acak yang didefinisikan sebagai berikut  $X = (a \cdot x + b) \text{ mod } M$

Dimana : X = bilangan acak ke -i  
a = Faktor Penggali  
x = bilangan acak sebelumnya  
b = increment  
M = Modulus

Sebagai Contoh, untuk mengacak bilangan sebanyak 8 kali, di mana nilai a=11, b=25, m=26 dan X(0)=3 adalah sebagai berikut :

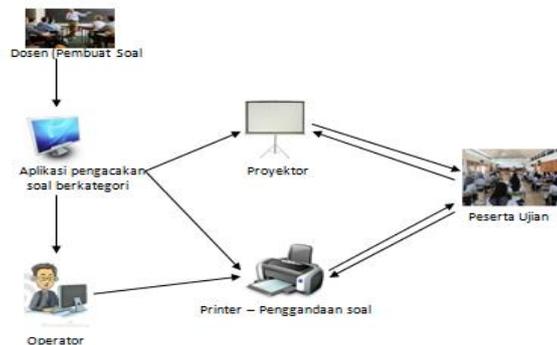
1.  $X(1) = ( 11 (3) + 25 ) \text{ mod } 26 = 6$
2.  $X(2) = ( 11 (6) + 25 ) \text{ mod } 26 = 13$
3.  $X(3) = ( 11 (13) + 25 ) \text{ mod } 26 = 12$
4.  $X(4) = ( 11 (12) + 25 ) \text{ mod } 26 = 1$
5.  $X(5) = ( 11 (1) + 25 ) \text{ mod } 26 = 10$
6.  $X(6) = ( 11 (10) + 25 ) \text{ mod } 26 = 21$
7.  $X(7) = ( 11 (21) + 25 ) \text{ mod } 26 = 22$
8.  $X(8) = ( 11 (22) + 25 ) \text{ mod } 26 = 11$
9.  $X(8) = ( 11 (11) + 25 ) \text{ mod } 26 = 16$
10.  $X(8) = ( 11 (16) + 25 ) \text{ mod } 26 = 19$

Maka, bilangan acak yang dibangkitkan adalah : 6 13 12 1 10 21 22 11 16 19

Dari contoh diatas dapat diketahui bahwa dalam pembangkitan bilangan acak tidak terjadi perulangan.

**Perancangan Sistem**

Setelah melakukan analisa terhadap sistem perangkat lunak yang akan dirancang, selanjutnya dilakukan perancangan terhadap perangkat lunak tersebut. Adapun tahapan perancangan yang dilakukan meliputi perancangan proses, dan perancangan antar muka program.



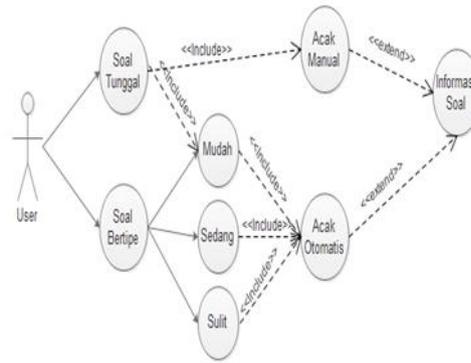
Gambar 2.1 Perancangan interface pengacakan soal berkategori

**Perancangan Proses**

Berdasarkan hasil analisa masalah yang dilakukan sebelumnya, penulis merancang proses kerja ujian menggunakan metode LCM untuk melakukan import file soal, melaukan pengacakan dan menyimpan kembali file soal-soal yang telah diacak. Adapun bentuk rancangan proses kerja perangkat lunak ini adalah :

1. Alur Kerja Sistem Use Case

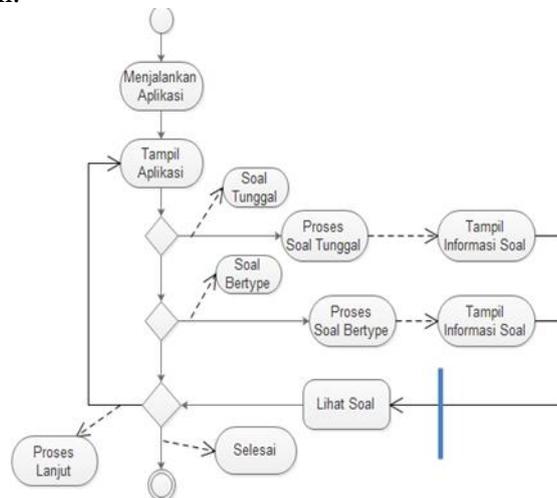
Di bawah ini adalah contoh Use Case pada perancangan Program sebagaimana terlihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Use Case Aplikasi pengacakan soal berkategori

2. Alur Kerja Sistem UML

Di bawah ini adalah contoh Use Case dan UML pada perancangan Program sebagaimana terlihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 UML Aplikasi Pengacakan soal berkategori

**Algoritma Program**

Dari perancangan sistem yang dibahas pada bab III dituangkan dalam algoritma untuk pembuatan script program, yang bertujuan untuk menghasilkan tampilan antar muka (*User Interface*) dan hasil proses sistem (*Sistem Process*). Pada sub bab ini diuraikan algoritma untuk pembuatan kode script yang utama, yang merupakan inti dari proses dari sistem.

**Algoritma Acak Soal Tunggal**

Input : a = Konstanta acak awal  
b = Konstanta nilai acak random  
m = Jumlah soal Ujian  
x = Jumlah Output soal

Output : xi = Array soal hasil  
Hasil = Output soal

Proses : a = masukan nilai konstanta acak awal  
b = masukan nilai random awal

```

For i = 1 to x do
    xi = (a * x + b) mod m
then
    if i = 0
        xi = xi + 1
    end if
x = xi
hasil = xi
    
```

**Algoritma Acak Soal Bertipe**

Input : SMD = Soal mudah  
SSE = Soal sedang  
SSU = Soal sulit  
a = Konstanta nilai acak  
b = Konstanta nilai acak random  
m = Jumlah soal  
x = Jumlah output soal

Output : xi = Array soal hasil  
Hasil = Output soal

Proses : x = masukan jumlah soal output  
If x >= SSM and  
If x >= SSD and If x >=SSU  
Hasil = Soal tidak cukup  
Else  
For i = 1 to x do  
xi = (a \* x + b) mod m  
then  
if i = 0  
xi = xi + 1  
end if  
x = xi  
hasil = xi

### Implementasi

Implementasi sistem program ini mencakup spesifikasi kebutuhan perangkat keras (*Hardware*) dan spesifikasi perangkat lunak (*Software*).

### Spesifikasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Program ini direkomendasikan untuk dijalankan dengan menggunakan perangkat keras (*hardware*) yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

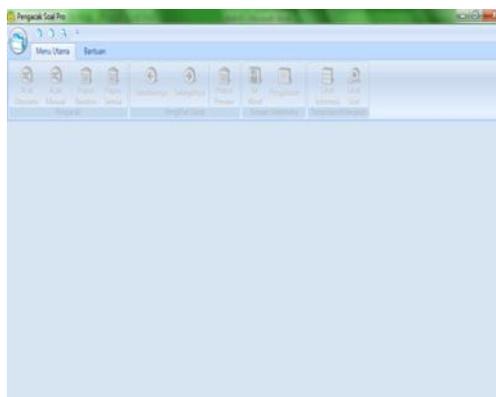
1. Prosesor minimal Pentium IV
2. *Memory* minimal 1 GB
3. *Harddisk* minimal 80 GB
4. *VGA Card* 64 MB
5. Monitor dengan resolusi 800 x 600 *pixel*
6. *Keyboard* dan *Mouse*

Adapun perangkat lunak (*Software*) yang akan digunakan untuk menjalankan aplikasi ini adalah :

1. Sistem Operasi *Windows 7 ultimate 32 Bit*
2. Program Aplikasi *Microsoft Visual Basic 2008*
3. *Microsoft Office Word 2007*

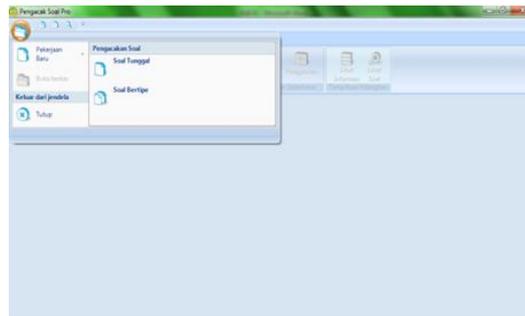
### Pengujian Program

1. Menu Utama  
Tampilah menu utama



Gambar 3.1 *Form Menu Utama*

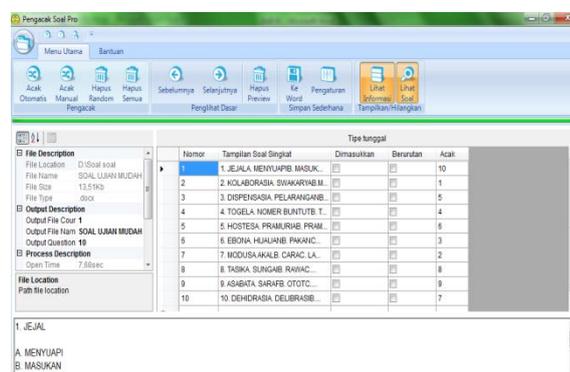
2. Menu Pilihan  
Tampilan menu pilihan akan menampilkan pilihan pekerjaan baru dan buka berkas.



Gambar 3.2 Form Menu Pilihan

3. Acak Soal Tunggal

Pada form ini akan memunculkan pengacakan soal yang terlebih dahulu di import soal yang telah diketik di *Microsoft Word* lalu dilakukan pengacakan soal-soal di tiap kategori.



Gambar 3.3 Form Acak soal Tunggal

**KESIMPULAN**

Adapun Kesimpulan dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Soal ujian harus diacak tiap saat pelaksanaan ujian agar soal berbeda dari soal sebelumnya sehingga peserta ujian harus benar-benar memiliki persiapan yang baik pada saat ujian.
2. *Linear Congruent Method* diterapkan untuk mengacak soal yang terbuat dari *microsoft word* dengan nilai awal acak soal sebagai konstanta a, nilai dari random sebagai variabel b dan m adalah jumlah soal yang ada baik itu soal tunggal ataupun soal berkategori. Proses pengacakan dengan metode LCM harus ditambah dengan beberapa kondisi untuk menghindari hasil angka 0 dan angka yang sama.
3. Merancang aplikasi pengacakan soal berkategori dengan *Microsoft Visual Basic 2008* terdiri dari form menu utama, form menu pilihan, form acak soal tunggal, form acak soal berkategori, form pengaturan, form menyimpan ke *microsoft word*, dan form bantuan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Bambang Haryanto, *Rekayasa Perangkat Sistem Berorientas Objek*, Informatika Bandung, Jakarta, 2010  
 Dhanta (2009:32)  
 Jogiyanto, *Kamus Komputer*, Rineka Cipta Jakarta, 2004  
 Jogiyanto, *Analisa Dan Perancangan Sistem Informasi*, 2005  
 Ketut Darmayuda, *Pemrograman Aplikasi Database dengan Visual Basic.Net 2008*, Penerbit Informatika, 2010  
 Roger S. Pressman (2015: 5)  
 Supriyanto (2005: 117)  
<http://www.haryanto/pengertian-pengacakan-soal/>, diakses 23 April 2016  
<http://www.ipulhe.com/pengertian-aplikasi>, diakses 15 Maret 2016  
<http://www.totalinfo.or.id>, diakses 15 Maret 2016  
<http://www.totalinfo.or.id/pengertian-ujian>, diakses 15 Maret 2016

## **IMPLEMENTASI METODE *AUTOREGGRESIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA)* UNTUK PREDIKSI PENJUALAN CELANA JEANS (STUDI KASUS: CV. HARAPAN MEDAN)**

**Nelly Purmasari dan Surya Darma Nasution**

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** CV. Harapan Medan merupakan distributor yang menjual celana jeans pria secara retail maupun grosir. Transaksi penjualan mencapai seratus kali dalam sehari, sehingga sering kekurangan stok barang. Hal ini dikarenakan CV Harapan Medan tidak dapat memperkirakan jumlah persediaan yang harus dilakukan. Perusahaan memerlukan suatu metode sebagai alat bantu untuk meramalkan penjualan celana jeans pada periode ke depan. Metode *Autoregressive integrated Moving Average (ARIMA)*, di mana metode ini dibagi menjadi 3 yaitu *Autoregressive (AR)*, *Moving Average (MA)*, dan *Autoregressive and moving Average (ARIMA)* yang didahului dengan pengecekan data stasioner. Dari hasil pengujian ditemukan bahwa metode AR lebih sering menghasilkan *Mean Squared Error (MSE)* yang paling rendah jika dibandingkan dengan MA atau ARIMA juga memiliki MSE yang paling kecil. Pada aplikasi peramalan dari Tanagra yang akan dibangun adalah menggunakan data selama 3 tahun (tiga) tahun untuk menentukan jumlah order barang tiap bulannya yang dibutuhkan dalam perusahaan juga untuk menampilkan ramalan untuk periode penjualan berikutnya.

**Kata kunci :** Peramalan, Penjualan, ARIMA, MSE, Celana\_Jeans

### **PENDAHULUAN**

CV. Harapan berdiri pada tahun 1980-an, yang terletak di Jalan Tangguk Bongkar 1 Nomor 5 Medan. CV. Harapan bergerak di bidang pembuatan dan penjualan celana jeans pria. Perusahaan dalam kegiatan sehari-harinya melakukan kegiatan berupa pembuatan dan penjualan celana jeans dan juga melayani pemesanan celana jeans dalam skala partai besar. Sebelum membuka usaha konveksi pembuatan celana jeans, beliau juga pernah mencoba keberuntungannya di bidang konveksi pakaian.

Peningkatan jumlah pesanan dan penjualan di CV. Harapan selalu menjadi pembahasan yang tidak pernah dilewatkan oleh pimpinan perusahaan. Oleh karena itu prediksi atau peramalan sangat berguna untuk melihat Gambaran-Gambaran tentang masa depan sehingga pimpinan perusahaan dapat mengantisipasi dengan kejadian mendatang. Misalnya, prediksi berapa jumlah penjualan celana jeans pada musim lebaran tahun 2016. Sering terdapat sepanjang waktu (*time lag*) antara kesadaran akan peristiwa atau kebutuhan mendatang dengan peristiwa itu sendiri. Adanya waktu tenggang (*lead time*). Jika waktu tenggang nol atau sangat kecil, maka perencanaan tidak diperlukan. Jika waktu tenggang ini panjang dan hasil peristiwa akhir bergantung pada faktor-faktor yang dapat diketahui, maka perencanaan dapat memegang peranan penting.

### **Metode Penelitian**

Dalam menyelesaikan topik ini, maka langkah-langkah baik secara teoritis maupun perancangan dalam aplikasi adalah :

#### **Studi Literatur**

Mengumpulkan data-data penjualan Celana Jeans dari pihak perusahaan, mengumpulkan sejumlah referensi yang berkaitan dengan penelitian, mempelajari artikel, buku-buku tentang penjualan

#### **Analisis**

Menerapkan langkah-langkah *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* dan analisis kebutuhan aplikasi.

#### **Perancangan**

Melakukan tahapan analisis dengan *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, membangun model aplikasi, basis data dan antar muka program, serta pengembangan aplikasi

#### **Implementasi**

Perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

#### **Pengujian Aplikasi**

Menguji data penjualan dengan hasil peramalan penjualan Celana Jeans dari aplikasi dan menarik kesimpulan.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Peramalan (Forecasting)**

*Forecasting* adalah perkiraan tingkat permintaan satu atau lebih produk selama beberapa periode mendatang. (Hendra Kusuma, "Manajemen Produksi", 1999: 13). *Forecasting* adalah meramalkan

keadaan pada masa mendatang melalui pengujian keadaan di masa lalu. (T. Hani Handoko, “Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi”, 1984: 260).

Esensi peramalan adalah perkiraan waktu yang akan datang atas dasar pola waktu lalu. Peramalan memerlukan kebijakan, sedangkan proyeksi-proyeksi adalah fungsi- fungsi mekanikal. Proses *forecasting* biasanya terdiri dari langkah- langkah sebagai berikut:

1. Penentuan tujuan. Penentuan macam estimasi yang diinginkan, tujuan tergantung kebutuhan.
2. Pengembangan model. Setelah tujuan ditetapkan, langkah berikutnya mengembangkan model yaitu penyajian sederhana sistem.
3. Pengujian model. Penyiapan estimasi untuk tahun-tahun sekarang dengan data nyata. Nilai model ditentukan derajat ketetapan hasil dengan kenyataan (*actual*). Dalam kasus model penjualan=  $A+Bx$ .
4. Revisi dan evaluasi. Harus senantiasa diperbaiki dan ditinjau kembali karena perubahan-perubahan. (T. Hani Handoko, “Dasar- Dasar Manajemen Produksi dan Operasi”, 1984: 260)

**Metode ARIMA ( Autoregressive Integrated Moving Average)**

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) yang dikembangkan oleh George Box dan Gwilyn Jenkins (1976) merupakan model yang tidak mengasumsikan pola tertentu pada data historis yang diramalkan dan model yang secara penuh mengabaikan independen variabel dalam membuat peramalan.

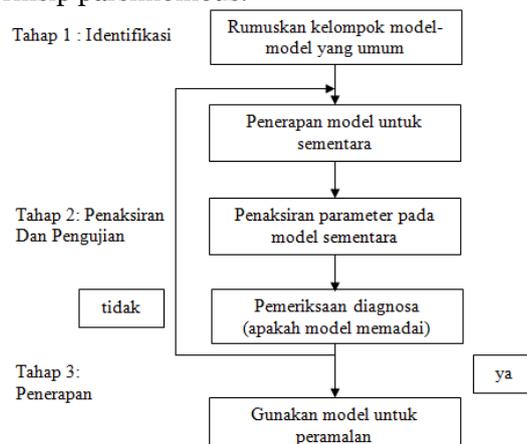
ARIMA sering disebut runtun waktu Box-Jenkins yaitu teknik mencari pola cocok dari sekelompok data (*curve fitting*), dengan demikian ARIMA memanfaatkan sepenuhnya data masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk melakukan peramalan jangka pendek yang akurat sedangkan untuk peramalan jangka panjang ketepatan peramalannya kurang baik.

Model ARIMA merupakan model gabungan antara *autoregressive* (AR) dan *moving average* (MA) dimana model ini mampu mewakili deret waktu yang stasioner dan non-stasioner (John E Hanke ; Arthur G.Reitch ; Dean W. Wichren, 2000).

**Tahapan ARIMA**

Langkah-langkah penerapan metode ARIMA secara berturut-turut adalah : identifikasi, estimasi, evaluasi model dan peramalan dengan maksud :

1. Identifikas. Pertama yaitu terhadap pola data apakah unsur musiman atau tidak. Ke dua, identifikasi terhadap kestasioneran data. Ke tiga, identifikasi terhadap pola atau perilaku ACF dan PACF.
2. Estimasi Model. Hitung nilai estimasi awal untuk parameter model tentatif; kemudian menggunakan proses iterasi diperoleh nilai estimasi akhir. Biasanya digunakan nilai 0 atau 1 sebagai koefisien estimasi untuk masing-masing parameter.
3. Evaluasi Model. Dilakukan uji diagnostik menguji kedekatan model dengan data. Menguji nilai residual dan signifikansi dan hubungan antara parameter. Jika ada hasil uji yang tidak diterima, maka model harus diperbaiki dan langkah-langkah sebelumnya diulangi kembali.
4. Peramalan. Nilai peramalan disediakan dalam output komputer. Model ARIMA dibangun berdasarkan dua batasan berikut :
  - a. Peramalan bersifat linier untuk observasi.
  - b. Seleksi model dengan prinsip parsimonious.



Gambar 2.1. Tahapan Peramalan Dengan Box-Jetskin  
Sumber: [daps.bps.go.id/file\\_artikel/77/arima.pdf](https://daps.bps.go.id/file_artikel/77/arima.pdf). Tanggal akses 21 mei 2016

**Stasioneritas dan Nonstasioneritas**

Stasioneritas berarti tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan pada data. Estimasi model peramalan dengan motodologi Box-Jenkins diterapkan dengan asumsi data sudah stasioner. Suatu series  $Z_t$  dikatakan stasioner bila :

1. Rataan series konstan untuk setiap periode pengamatan. Dituliskan  $E(Z_t) = \mu$  untuk setiap  $t$
2. Varians atau ragam series konstan untuk setiap periode pengamatan. Dituliskan :  $sVar(Z_t) = E[(Z_t - \mu)^2] = \theta^2_x$  untuk setiap  $t$
3. Kovarinas dua series konstan untuk setiap periode pengamatan. dituliskan :  $Cov(Z_t, Z_{t-k}) = E[(Z_t - \mu)(Z_{t-k} - \mu)] = \gamma_k$  untuk setiap  $t$ .

**Klasifikasi Model ARIMA**

Model Box-Jenkins (ARIMA) dibagi kedalam 3 kelompok, yaitu: model *autoregressive* (AR), *moving avarage* (MA), dan model campuran ARIMA (*autoregressive moving avarage*) yang mempunyai karakteristik dari dua model pertama.

*1. Autoregressive model (AR)*

Bentuk umum model *Autoregressive* dengan ordo  $p$ (AR( $p$ )) atau model ARIMA ( $p,0,0$ ) dinyatakan sebagai berikut:

$$x_t = \mu + \theta_1 x_{t-1} + \theta_2 x_{t-2} + \dots + \theta_p x_{t-p} + e_t$$

Dimana:  $\mu$  = suatu konstanta  
 $\theta_p$  = parameter autoregresif ke- $p$   
 $e_t$  = nilai kesalahan pada saat  $t$

*2. Moving avarage model (MA)*

Bentuk umum model *moving avarage* ordo  $q$  (MA( $q$ )) atau ARIMA ( $0,0,q$ ) dinyatakan sebagai berikut:

$$x_t = \frac{\mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}}{1 - ((-\theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}))}$$

Dimana:  $\mu$  = suatu konstanta  
 $\theta_1$  sampai  $\theta_q$  adalah parameter-parameter *moving avarage*  
 $e_{t-k}$  = nilai kesalahan pada saat  $t-k$

*3. Model Campuran*

*a. Proses ARMA*

Model umum untuk campuran proses AR(1) mumi dan MA(1) mumi, misal ARIMA (1,0,1) dinyatakan sebagai berikut:

$$X_t = \mu + \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \dots + \theta_p X_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

*4. Perhitungan Error*

Salah satu cara yang digunakan yaitu MSE(Mean Square Error). Merupakan salah satu perhitungan jumlah dari selisih data peramalan dengan data yang sebenarnya.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n-d} (x_t - \bar{x}_t)^2}{n - d}$$

Dimana :  $n$  = banyak data  
 $d$  = nilai differencing  
 $x_t$  = nilai data deret berkala  
 $\bar{x}_t$  = nilai ramalan model

**Analisa dan Perancangan Analisa Data**

Data yang akan dianalisa dalam penelitian ini adalah data nilai penjualan Celana Jeans yang ada di CV. Harapan Medan. Sebagaimana pada pembatasan masalah, data yang dianalisa adalah data nilai penjualan Celana Jeans pada kurun waktu tahun 2013-2016 yang diperoleh dari CV. Harapan Medan, seperti pada table berikut ini :

Tabel 3.1 Data Penjualan Celana Jeans Periode 2013 Sampai 2016

| Tahun | Bulan | Jumlah Penjualan | Tahun | Bulan | Jumlah Penjualan |
|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|
| 2013  | 5     | 28               | 2014  | 11    | 63               |
| 2013  | 6     | 37               | 2014  | 12    | 19               |
| 2013  | 7     | 57               | 2015  | 1     | 19               |
| 2013  | 8     | 47               | 2015  | 2     | 41               |
| 2013  | 9     | 46               | 2015  | 3     | 63               |
| 2013  | 10    | 36               | 2015  | 4     | 14               |
| 2013  | 11    | 28               | 2015  | 5     | 41               |
| 2013  | 12    | 33               | 2015  | 6     | 18               |
| 2014  | 1     | 51               | 2015  | 7     | 21               |
| 2014  | 2     | 31               | 2015  | 8     | 23               |
| 2014  | 3     | 18               | 2015  | 9     | 21               |
| 2014  | 4     | 32               | 2015  | 10    | 34               |
| 2014  | 5     | 26               | 2015  | 11    | 43               |
| 2014  | 6     | 28               | 2015  | 12    | 28               |
| 2014  | 7     | 28               | 2016  | 1     | 27               |
| 2014  | 8     | 35               | 2016  | 2     | 36               |
| 2014  | 9     | 34               | 2016  | 3     | 30               |
| 2014  | 10    | 23               | 2016  | 4     | 29               |

**Penerapan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)**

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Data penjualan celana jeans akan digunakan untuk menghitung nilai ACF (*Auto Correlation Function*), yaitu perhitungannya sebagai berikut :

$$X_t = \mu + \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \dots + \theta_p X_{t-p} + a_t[0]$$

$$r_1 = \frac{(28-33)(37-33) + (37-33)(57-33) + \dots + (30-33)(29-33)}{(28-33)^2 + (37-33)^2 + (57-33)^2 + \dots + (30-33)^2(29-33)^2}$$

$$r_1 = -0,09163$$

$$r_2 = \frac{(37-33)(57-33) + (57-33)(47-33) + \dots + (30-33)(29-33)}{(37-33)^2 + (57-33)^2 + (47-33)^2 + \dots + (30-33)^2(29-33)^2}$$

$$r_2 = -0,08518$$

$$r_3 = \frac{(57-33)(47-33) + (47-33)(46-33) + \dots + (30-33)(29-33)}{(57-33)^2 + (47-33)^2 + (46-33)^2 + \dots + (30-33)^2(29-33)^2}$$

$$r_3 = -0,12083$$

$$r_4 = \frac{(47-33)(46-33) + (46-33)(36-33) + \dots + (30-33)(29-33)}{(47-33)^2 + (46-33)^2 + (36-33)^2 + \dots + (30-33)^2(29-33)^2}$$

$$r_4 = -0,30905$$

$$r_5 = \frac{(46-33)(36-33) + (36-33)(33-33) + \dots + (30-33)(29-33)}{(46-33)^2 + (36-33)^2 + (33-33)^2 + \dots + (30-33)^2(29-33)^2}$$

$$r_5 = -0,43287$$

$$r_6 = \frac{(36-33)(33-33) + (33-33)(28-33) + \dots + (30-33)(29-33)}{(36-33)^2 + (33-33)^2 + (28-33)^2 + \dots + (30-33)^2(29-33)^2}$$

$$r_6 = -0,49553$$

$$r_7 = \frac{(33-33)(28-33) + (28-33)(51-33) + \dots + (30-33)(29-33)}{(33-33)^2 + (28-33)^2 + (51-33)^2 + \dots + (30-33)^2(29-33)^2}$$

$$r_7 = -0,49803$$

$$r_8 = \frac{(28-33)(51-33) + (51-33)(31-33) + \dots + (30-33)(29-33)}{(28-33)^2 + (51-33)^2 + (31-33)^2 + \dots + (30-33)^2(29-33)^2}$$

$$r_8 = -0,49803$$

$$r_9 = \frac{(51-33)(31-33) + (31-33)(18-33) + \dots + (30-33)(29-33)}{(51-33)^2 + (31-33)^2 + (18-33)^2 + \dots + (30-33)^2(29-33)^2}$$

$$r_9 = -0,45387$$

$$r_{10} = \frac{(31-33)(18-33) + (18-33)(32-33) + \dots + (30-33)(29-33)}{(31-33)^2 + (18-33)^2 + (32-33)^2 + \dots + (30-33)^2(29-33)^2}$$

$$r_{10} = -0,53421$$

$$r_{11} = \frac{(18-33)(32-33) + (32-33)(26-33) + \dots + (30-33)(29-33)}{(18-33)^2 + (32-33)^2 + (26-33)^2 + \dots + (30-33)^2(29-33)^2}$$

$$r_{11} = -0,55672$$

$$r_{12} = \frac{(32-33)(26-33) + (26-33)(28-33) + \dots + (30-33)(29-33)}{(32-33)^2 + (26-33)^2 + (28-33)^2 + \dots + (30-33)^2(29-33)^2}$$

$$r_{12} = -0,67331$$

Setelah data diperoleh, maka selanjutnya perhitungan nilai ACF (*Auto Correlation Function*) dengan :

Tabel 3.2 Hasil ACF data 3 Tahun

| Lag | ACF      | Lag | ACF      |
|-----|----------|-----|----------|
| 1   | -0,09163 | 7   | -0,49803 |
| 2   | -0,08518 | 8   | -0,49803 |
| 3   | -0,12083 | 9   | -0,45387 |
| 4   | -0,30905 | 10  | -0,53421 |
| 5   | -0,43287 | 11  | -0,55672 |
| 6   | -0,49803 | 12  | -0,67331 |

2. Peramalan akan dilanjutkan dengan menghitung PACF (*Partial Auto Correlation Function*) yang juga terdapat pada bagian sebelumnya, yaitu perhitungan dengan persamaan berikut ini :

$$X_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-k}$$

$$\varphi_{11} = \frac{-0,09163 - (0 \times 0)}{1 - (0 \times 0)} = -0,09163$$

$$\varphi_{12} = \frac{-0,08518 - ((-0,09163) \times (-0,09163))}{1 - ((-0,09163) \times -0,08518)} = -0,1013811$$

$$\varphi_{13} = \frac{-0,12083 - ((-0,08518) \times (-0,08518))}{1 - ((-0,08518) \times (-0,12083))} = -0,138377932$$

$$\varphi_{14} = \frac{-0,30905 - ((-0,12083) \times (-0,12083))}{1 - ((-0,12083) \times (-0,30905))} = -0,3609924$$

$$\varphi_{15} = \frac{-0,43287 - ((-0,30905) \times (-0,30905))}{1 - ((-0,30905) \times (-0,43287))} = -0,662160376$$

$$\varphi_{16} = \frac{-0,49553 - ((-0,43287) \times (-0,43287))}{1 - ((-0,43287) \times (-0,49553))} = -0,897406508$$

$$\varphi_{17} = \frac{-0,49803 - ((0,49553) \times (0,49553))}{1 - ((0,49553) \times (-0,49803))} = -0,990368787$$

$$\varphi_{18} = \frac{-0,49803 - ((-0,49803) \times (-0,49803))}{1 - ((-0,49803) \times (-0,49803))} = -0,994097762$$

$$\varphi_{19} = \frac{-0,45387 - ((-0,49803) \times (-0,49803))}{1 - ((-0,49803) \times (-0,45387))} = -0,927944757$$

$$\varphi_{20} = \frac{-0,5342 - ((-0,4539) \times (-0,4539))}{1 - ((-0,4539) \times (-0,5342))} = -0,982655331$$

$$\varphi_{21} = \frac{-0,5567 - ((-0,5342) \times (-0,5342))}{1 - ((-0,5342) \times (-0,5567))} = -1,13945878$$

$$\varphi_{22} = \frac{-0,6733 - ((-0,5567) \times (-0,5567))}{1 - ((-0,5567) \times (-0,6733))} = -1,358041$$

Tabel 3.3 hasil PACF Data 3 tahun

| Lag | PACF         | Lag | PACF         |
|-----|--------------|-----|--------------|
| 1   | -0,09163     | 7   | -0,990368787 |
| 2   | -0,1013811   | 8   | -0,994097762 |
| 3   | -0,138377932 | 9   | -0,927944757 |
| 4   | -0,3609924   | 10  | -0,982655331 |
| 5   | -0,662160376 | 11  | -1,13945878  |
| 6   | -0,897406508 | 12  | -1,358041    |

Hasil ACF dan PACF juga akan digunakan untuk menaksir nilai dari parameter p dan q. *User* dapat menentukan parameter p dan q atau model ARIMA nya. Sedang untuk nilai d, akan dihitung berdasarkan orde *differencing*.

Nilai yang biasa muncul adalah 0,1 dan 2. *User* dapat memasukkan model yang diinginkan di dalam *field* yang telah disediakan. Menguji dengan model ARIMA (1,0,0). Model ARIMA(1,0,0) akan menghasilkan persamaan :

$$X_t = \mu + \phi_1 X_{t-1} + e_t$$

Untuk persamaan linear, garis *trend* dicari dengan penyelesaian simultan nilai a dan b pada dua persamaan berikut:

$$a = \frac{\sum Y}{n}$$

Untuk mendapatkan nilai  $\phi$  dan  $\theta$ , diperlukan sebuah metode dekomposisi, yaitu metode Choleski. Metode ini digunakan untuk mencari koefisien variable dari persamaan. Sehingga diperoleh hasil peramalan akan menghasilkan Tabel 3.4

Tabel 3.4 Hasil Forecast ARIMA(1,0,1) Data 3 tahun

| NILAI RAMALAN | NILAI ASLI | ERROR |
|---------------|------------|-------|
| 31,8          | 79         | 47,2  |
| 40,81         | 84         | 43,19 |
| 60,77         | 91         | 30,23 |
| 50,58         | 56         | 5,42  |
| 49,46         | 76         | 26,54 |
| 39,39         | 58         | 18,61 |
| 36,39         | 68         | 31,61 |
| 31,39         | 74         | 42,61 |
| 54,44         | 70         | 15,56 |
| 34,36         | 69         | 34,64 |
| 21,33         | 117        | 95,67 |
| 35,22         | 56         | 20,78 |

Berikut merupakan Tabel data peramalan penjualan pada bulan Mei 2016 sampai dengan April 2017:

Tabel 3.5 Hasil Forecast Mei 2016 - April 2017

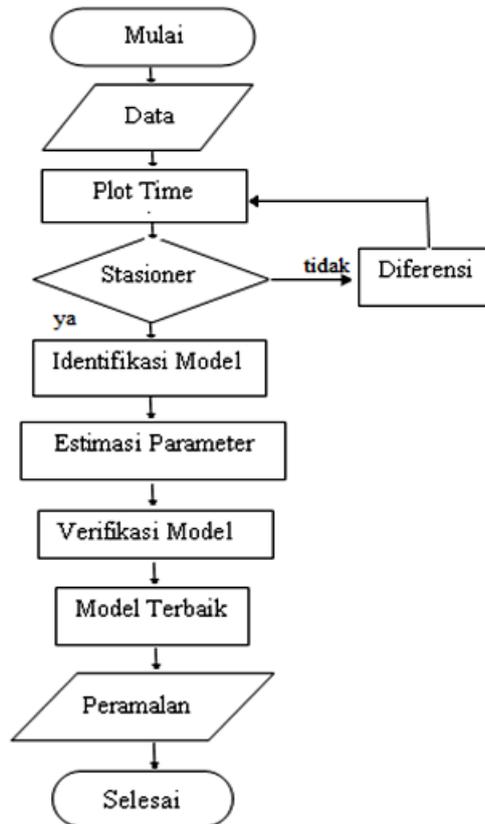
| Tahun | Bulan | Jumlah Penjualan |
|-------|-------|------------------|
| 2016  | 5     | 32               |
| 2016  | 6     | 41               |
| 2016  | 7     | 61               |
| 2016  | 8     | 51               |
| 2016  | 9     | 49               |
| 2016  | 10    | 39               |
| 2016  | 11    | 36               |
| 2016  | 12    | 31               |
| 2017  | 1     | 54               |
| 2017  | 2     | 34               |
| 2017  | 3     | 21               |
| 2017  | 4     | 35               |

Sehingga dari hasil di atas maka diperoleh nilai  $MSE = 412,06 / 36 - 12 = 17,17$

### Perancangan

#### Flowchart Program

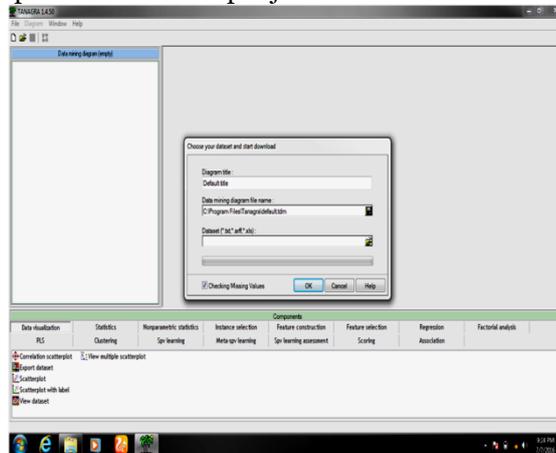
Adapun rancangan logika dari peramalan dalam penjualan celana di atas adalah :



Gambar 3.1. Flowchart Program

**Rancangan Interface**

Adapun Gambaran proses peramalan dalam penjualan Celana Jeans di atas adalah:



Gambar 3.2. Rancangan Interface

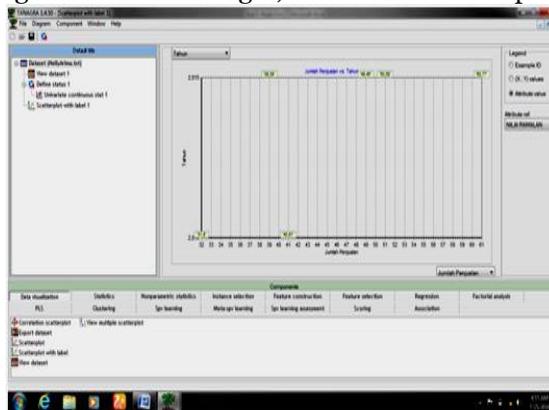
**Implementasi Tampilan Proses Tanagra**

1. Langkah pertama pembuatan *format tabular* pada lembar kerja Ms.Excel
2. *Input/* masukan data peramalan, setelah selesai simpan dengan nama terserah dan pilih *type* penyimpanan *Text (tab-delimited)*
3. Buka *tools tanagra* pada laptop atau komputer yang telah terinstal *tanagra*
4. Berikut adalah tampilan awal *tanagra* sebelum mulai mencari dan mengkoneksikan *database* ke *tanagra*
5. Untuk memulai menggunakan *tanagra*, pilih *file-New*. Dipilih *New* karena akan di koneksi *database* yang baru dibuat, atau yang belum tersimpan pada *tanagra*.
6. Kemudian akan tampil tampilan seperti berikut ini, lalu klik *folder* yang ada pada *dataset*. Menunjukkan bahwa harus dipilih data yang telah dibuat pada *dataset* untuk dikoneksikan ke *tanagra*
7. Lalu akan muncul tampilan data *input* peramalan yang sudah dibuat sebelumnya dan pilih OK

8. Kemudian akan tampil tampilan seperti berikut, lalu klik OK. *Dataset* akan terisi dengan nama *database* yang dibuat dan setelah OK di klik, maka *database* dan *tanagra* telah terkoneksi
9. Kemudian klik lambang  pada *Tanagra*. Lambang tersebut di klik untuk membuka kolom *atribut* yang isinya *item-item* dari *database*
10. Lalu muncul tampilan *item-item* yang akan di masukkan ke dalam kolom *input*
11. Pilih semua *item* dalam atribut ke dalam kolom input lalu klik tanda panah yang berfungsi untuk menampilkan item yang telah dimasukkan
12. Setelah semua item dalam atribut masuk ke dalam kolom input, klik OK yang berfungsi untuk menampilkan item yang telah dipindahkan
13. Maka akan tampil seperti berikut ini, dimana telah menunjukkan bahwa *item-item* tersebut berhasil di pindahkan ke kolom *input*
14. Sesudah masuk data peramalan akan dibuat suatu pengujian data yang dimana bisa memberikan hasil yang jelas bagi peramalan data. Dan untuk mengujinya sebaiknya *tools* yang ada di *tanagra* sudah dipahami, agar bisa memberikan hasil yang maksimal pada data peramalan tersebut

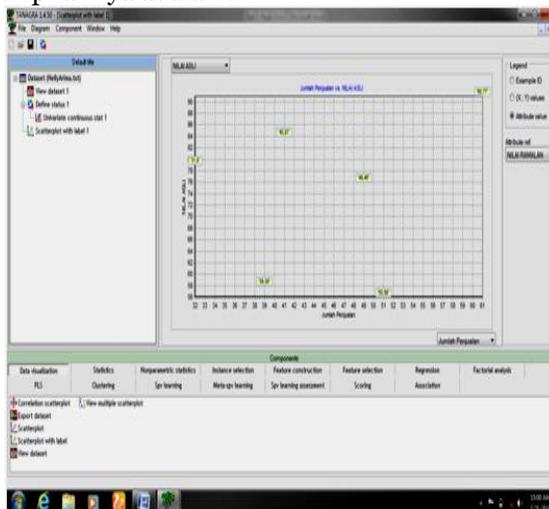
**Visualisasi Hasil**

1. Data Pengujian Tahun 2015. Tampilan Data Pengujian Tahun 2015 yang digunakan untuk memanggil semua informasi isi data yang ada didalam *tanagra*, berikut adalah tampilan yang dibuat



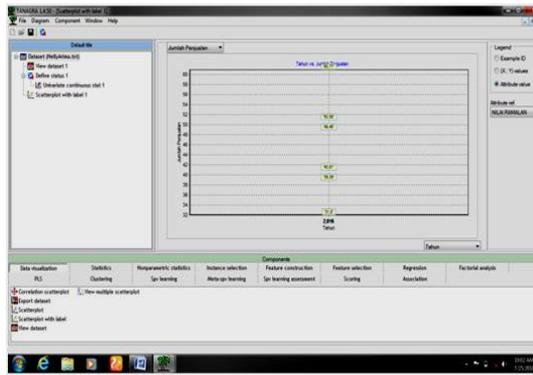
Gambar 3.2 Data Pengujian Penjualan Tahun 2015

2. Data Nilai Pengujian. Data nilai pengujian yang digunakan untuk melihat nilai asli, dengan jumlah penjualan. berikut adalah tampilannya adalah :



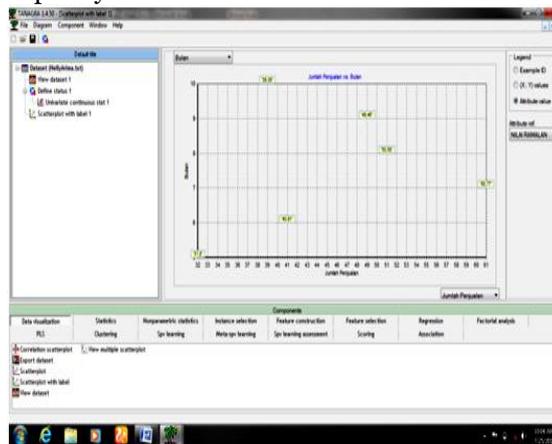
Gambar 3.3 Data Nilai Pengujian

3. Data Pengujian Penjualan Tahun 2016. Data ini digunakan untuk mengetahui nilai-nilai penjualan celana pada tahun 2016.



Gambar 3.4 Form Pemetaan Nilai

4. Data Peramalan Penjualan Celana. Tampilan data penjualan celana merupakan tampilan hasil proses dari nilai asli yang ada, proses disini merupakan proses yang penting dikarenakan proses arima ada di bagian ini, berikut adalah tampilanya.



Gambar 3.5 Data Peramalan Penjualan Celana

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Penjualan celana jeans paling banyak terjual di CV. Mandiri Medan dapat diketahui dengan menggunakan *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, dengan melihat produk yang memenuhi minimal *support* dan minimal *confidence*, produk yang memenuhi minimal support dan minimal
2. Pengimplementasian *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* pada *tanagra* dimulai dengan penginputan data penjualan perbulan yang menjadi *database* pada Ms. Excel, semakin banyak data pembuatan Tabel tabular akan semakin sulit. Tabel tabular tersebut yang kemudian dikoneksikan ke dalam *tools tanagra*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kusrianto, Adi, "Memanfaatkan Formula dan Fungsi Microsoft Office Excel 2007", Penerbit PT.Elex Media Komputindo, Jakarta, 2007
- Meliola, Melly Sari Br. "Sistem Aplikasi Forecasting Penjualan Elektronik Pada Toko Nasional Elektronik Labanjahe Dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)", 2014, Jurnal Pelita Informatika Budi Darma, Maret 2014, Vol. VI No. 1, ISSN: 2301-9425.
- Julsam, Mooduto, H.A., Alexyusandria, "Penambangan Data Format Text Excel Dengan Software Tanagra", Ilektron: Vol.1, Edisi: Juni 2009, ISSN: 2085-6989.
- Ade Abdul Gofur dan Utami Dewi Widiyanti, 2013. "Sistem Peramalan Untuk Pengadaan Material Unit Injection Di PT. XYZ". Universitas Komputer Indonesia. ISSN : 2089-9033
- Deitiana T, 2011, "Manajemen Operasional Strategi dan Analisa (Service dan Manufactur)", Mitra Wacana Media, Jakarta.
- Eddy herjanto, 2007, "manajemen operasi edisi ketiga". PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Reni Nursyanti, "Perancangan Sistem Pengolahan Data Timbang Pabrik Minyak Sawit (CPO Mill) Dengan Bahasa Pemrograman Visual Basic 6.0 Pada PT Hindoli Banyuasin Palembang Sumatera Selatan". Universitas Lampung

## IMPLEMENTASI METODE AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA) PADA PENJUALAN SEPEDA MOTOR (STUDY KASUS : CV. INDAKO TRADING COMPANY)

Ardanillah Ritonga; Efori Bu'ulolo dan Natalia Silalahi

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Perusahaan yang bergerak di bidang penjualan sepeda motor, mempunyai masalah yang sering dihadapi yaitu kekurangan barang karena estimasi manual order jumlah barang setiap bulan tidak tercukupi sehingga harus indend. Hal Ini dapat mengecewakan konsumen karena barang yang akan dipesan konsumen tidak ada dan sering juga terjadi barang overstock digudang karena barang tidak laku. Dari banyaknya permasalahan ini tentunya akan mengurangi keuntungan. Perusahaan memerlukan suatu aplikasi yang dapat meramalkan penjualan periode yang akan datang agar dapat menentukan jumlah order barang tiap bulan. Metode Autoregressive integrated Moving Average (ARIMA), di mana metode ini dibagi menjadi 3 yaitu Autoregressive (AR), Moving Average (MA), dan Autoregressive and moving Average (ARIMA) yang didahului dengan pengecekan data stasioner. Dari hasil pengujian ditemukan bahwa metode AR lebih sering menghasilkan Mean Squared Error (MSE) yang paling rendah jika dibandingkan dengan MA atau ARIMA juga memiliki MSE yang paling kecil. Pada penelitian ini akan dibuatkan aplikasi peramalan dengan menggunakan Peramalan dilakukan dengan menggunakan data selama 3 tahun (tiga) tahun untuk menentukan jumlah order barang tiap bulannya yang dibutuhkan dalam perusahaan juga untuk menampilkan ramalan untuk priode penjualan berikutnya.

**Kata kunci :** Peramalan, Penjualan, ARIMA, MSE, Sepeda\_motor

### PENDAHULUAN

CV. Indako Trading Company didirikan pada tahun 1966 dan berlokasi di jalan Pemuda No 18 D-H Medan. Nama Indako adalah singkatan dari Industri dan Komersil, bisnis pertamanya adalah bidang otomotif (mobil, sepeda motor dan generator Listrik) dan Johson (mesin speedboat) juga spare part dari product diatas. CV. Indako Trading Company kemudian bekerja sama dengan Honda (Japan) dan Johnson (Singapore). Ketika PT. Astra International ditunjuk sebagai Sole Distributor untuk Honda di Indonesia pada tahun 1971, PT Astra International menunjuk CV. Indako Trading company sebagai Main dealer dari sepeda motor Honda untuk daerah Sumatera Utara. Juga sebagai main dealer Spare Part Honda (Honda Genuine Parts) untuk daerah Sumatera Utara dan Aceh. Seiring perkembangan perusahaan saat ini CV. Indako Trading Company sudah mempunyai jaringan penjualan Honda sebanyak 106 dealer, 136 bengkel AHASS dan 414 toko spare part yang tersebar dari Sumatera Utara dan Aceh.

Ketidaktepatan dalam membuat prediksi penjualan akan mengakibatkan pemborosan sehingga menimbulkan kerugian. Apabila prediksi penjualan dibuat terlalu besar, maka biaya produksi akan membengkak dan seluruh investasi yang ditanamkan menjadi kurang efisien. Begitu juga sebaliknya, seandainya prediksi penjualan terlalu kecil perusahaan akan menghadapi kehabisan persediaan sehingga pelanggan terpaksa menunggu terlalu lama untuk produk atau jasa yang diinginkan.

Sering terdapat sepanjang waktu (*time lag*) antara kesadaran akan peristiwa atau kebutuhan mendatang dengan peristiwa itu sendiri. Adanya waktu tenggang (*lead time*) ini merupakan alasan utama bagi perencanaan dan prediksi. Jika waktu tenggang nol atau sangat kecil, maka perencanaan tidak diperlukan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya maka penelitian ini diarahkan pada peramalan penjualan sepeda motor dengan menggunakan metode yang berbeda yaitu metode ARIMA. Metode *Autoregressive Integrated Moving average* (ARIMA) atau biasa disebut juga sebagai metode Box-Jenkins merupakan metode yang secara intensif dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins (1976), yang merupakan perkembangan baru dalam metode peramalan ekonomi, tidak bertujuan membentuk suatu model struktural (persamaan tunggal maupun persamaan simultan) yang berbasis dari teori ekonomi dan logika, namun dengan menganalisis probabilitistik atau stokastik dari data *time series* dengan memegang filosofi "let the data speak for themselves" ARIMA merupakan suatu metode yang menghasilkan ramalan-ramalan berdasarkan sintesis dari pola data secara historis (Arsyad, 1995). ARIMA ini sama sekali mengabaikan variabel independen karena model ini menggunakan nilai sekarang dan nilai-nilai lampau dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat.

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka langkah-langkah baik secara teoritis maupun perancangan dalam aplikasi adalah :  
Studi Literatur

Mengumpulkan data-data penjualan dari pihak perusahaan, mengumpulkan sejumlah referensi yang berkaitan dengan penelitian, mempelajari artikel, buku-buku tentang penjualan

#### Analisis

Menerapkan langkah-langkah *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* dan analisis kebutuhan aplikasi.

#### Perancangan

Melakukan tahapan analisis dengan *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, membangun arsitektur aplikasi, basis data dan interface, serta pengembangan aplikasi

#### Implementasi

Perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

#### Pengujian Aplikasi

Menguji data penjualan dengan hasil peramalan dari aplikasi dan menarik kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Forecasting (Peramalan)

*Forecasting* adalah perkiraan tingkat permintaan satu atau lebih produk selama beberapa periode mendatang. (Hendra Kusuma, "Manajemen Produksi", 1999: 13). *Forecasting* adalah suatu usaha untuk meramalkan keadaan pada masa mendatang melalui pengujian keadaan di masa lalu. (T. Hani Handoko, "Dasar- Dasar Manajemen Produksi dan Operasi", 1984: 260).

Esensi peramalan adalah perkiraan peristiwa- peristiwa pada waktu yang akan datang atas dasar pola pada waktu lalu dan penggunaan kebijakan terhadap proyeksi – proyeksi dengan pola- pola di waktu yang lalu. Peramalan memerlukan kebijakan, sedangkan proyeksi- proyeksi adalah fungsi- fungsi mekanikal. Proses *forecasting* biasanya terdiri dari langkah- langkah sebagai berikut:

5. Penentuan tujuan. Penentuan macam estimasi yang diinginkan, sebaliknya tujuan tergantung pada kebutuhan- kebutuhan informasi.
6. Pengembangan model. Setelah tujuan ditetapkan, langkah berikutnya mengembangkan model yaitu penyajian sederhana sistem.
7. Pengujian model. Model diuji untuk tingkat akurasi, validitas dan reliabilitas. Penyiapan estimasi untuk tahun-tahun sekarang dengan data nyata yang tersedia. Nilai suatu model ditentukan oleh derajat ketetapan hasil peramalan dengan kenyataan (*actual*). Dalam kasus model penjualan =  $A+Bx$ .
8. Revisi dan evaluasi. Ramalan dibuat harus senantiasa diperbaiki dan ditinjau kembali. Perbaikan mungkin perlu dilakukan karena adanya perubahan-perubahan. (T. Hani Handoko, "Dasar- Dasar Manajemen Produksi dan Operasi", 1984: 260)

### Metode ARIMA ( *Autoregressive Integrated Moving Average* )

Model *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* yang dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins (1976) merupakan model yang tidak mengasumsikan pola tertentu pada data historis yang diramalkan dan model yang secara penuh mengabaikan independen variabel dalam membuat peramalan.

ARIMA sering disebut runtun waktu Box-Jenkins yaitu teknik mencari pola cocok dari sekelompok data (*curve fitting*), dengan demikian ARIMA memanfaatkan sepenuhnya data masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk melakukan peramalan jangka pendek yang akurat sedangkan untuk peramalan jangka panjang ketepatan peramalannya kurang baik.

Model ARIMA merupakan model gabungan antara *autoregressive (AR)* dan *moving average (MA)* dimana model ini mampu mewakili deret waktu yang stasioner dan non-stasioner (John E Hanke ; Arthur G.Reitch ; Dean W. Wichren, 2000).

### Tahapan ARIMA

Langkah-langkah penerapan metode ARIMA secara berturut-turut adalah : identifikasi, estimasi, evaluasi model dan peramalan dengan maksud :

5. Identifikasi. Identifikasi terhadap tiga hal, yaitu terhadap pola data apakah terdapat unsur musiman atau tidak. Ke dua, identifikasi terhadap kestasioneran data. Ke tiga, identifikasi terhadap pola atau perilaku ACF dan PACF.
6. Estimasi Model. Hitung nilai estimasi awal untuk parameter-parameter dari model tentatif; kemudian dengan menggunakan program komputer melalui proses iterasi diperoleh nilai estimasi akhir. Walaupun ada beberapa formula untuk menghitung nilai estimasi awal, biasanya digunakan nilai 0 atau 1 sebagai koefisien estimasi untuk masing-masing parameter.
7. Evaluasi Model. Dilakukan uji diagnostik untuk menguji kedekatan model dengan data. Uji ini dilakukan dengan menguji nilai residual dan dengan menguji signifikansi dan hubungan-hubungan antara parameter. Jika ada hasil uji yang tidak dapat diterima atau tidak memenuhi syarat, maka model harus diperbaiki dan langkah-langkah sebelumnya diulangi kembali.

8. Peramalan. Nilai peramalan disediakan dalam output komputer. Model ARIMA dibangun berdasarkan dua batasan berikut :
  - c. Peramalan bersifat linier untuk observasi.
  - d. Seleksi model dengan prinsip parsimonious.

**Stasioneritas dan Nonstasioneritas**

Stasioneritas berarti tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan pada data. Estimasi model peramalan dengan metodologi Box-Jenkins diterapkan dengan asumsi data sudah stasioner. Suatu series  $Z_t$  dikatakan stasioner bila :

4. Rataan series konstan untuk setiap periode pengamatan. Dituliskan  $E(Z_t) = \mu$  untuk setiap t
5. Varians atau ragam series konstan untuk setiap periode pengamatan. Dituliskan :  $sVar(Z_t) = E [(Z_t - \mu)^2] = \theta^2_x$  untuk setiap t
6. Kovarinas dua series konstan untuk setiap periode pengamatan. dituliskan :  $Cov(Z_t, Z_{t-k}) = E [(Z_t - \mu)(Z_{t-k} - \mu)] = \gamma_k$  untuk setiap t.

**Klasifikasi Model ARIMA**

Model Box-Jenkins (ARIMA) dibagi kedalam 3 kelompok, yaitu: model *autoregressive* (AR), *moving avarage* (MA), dan model campuran ARIMA (*autoregressive moving avarage*) yang mempunyai karakteristik dari dua model pertama.

1. *Autoregressive model* (AR)

Bentuk umum model *Autoregressive* dengan ordo  $p$ (AR(p)) atau model ARIMA (p,0,0) dinyatakan sebagai berikut:

$$x_t = \mu + \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \dots + \phi_p x_{t-p} + e_t$$

Dimana:  $\mu$  = suatu konstanta  
 $\phi_p$  = parameter autoregresif ke-p  
 $e_t$  = nilai kesalahan pada saat t

2. *Moving avarage model* (MA)

Bentuk umum model *moving avarage* ordo q (MA(q)) atau ARIMA (0,0,q) dinyatakan sebagai berikut:

$$x_t = \mu + \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \dots + \theta_q e_{t-k}$$

Dimana:  $\mu$  = suatu konstanta  
 $\theta_1$  sampai  $\theta_q$  adalah parameter-parameter *moving avarage*  
 $e_{t-k}$  = nilai kesalahan pada saat t-k

3. Model Campuran

a. Proses ARMA

Model umum untuk campuran proses AR(1) mumi dan MA(1) mumi, misal ARIMA (1,0,1) dinyatakan sebagai berikut:

$$X_t = \mu + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

4. Perhitungan Error

Salah satu cara yang digunakan yaitu MSE(Mean Square Error). Merupakan salah satu perhitungan jumlah dari selisih data peramalan dengan data yang sebenarnya.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n-d} (x_t - \bar{x}_t)^2}{n - d}$$

Dimana : n = banyak data  
 d = nilai differencing  
 $x_t$  = nilai data deret berkala  
 $\bar{x}_t$  = nilai ramalan model

**Analisa dan Perancangan  
Analisa Data**

Data yang diperoleh dalam penelitian adalah data nilai penjualan sepeda motor yang ada di CV. Indako Trading Company. Sebagaimana pada pembatasan masalah, data yang dianalisa adalah data nilai penjualan sepeda motor pada kurun waktu tahun 2012-2015 yang diperoleh dari CV. Indako Trading Company, seperti pada Tabel berikut ini :

Tabel 3.1 Penjualan Sepeda Motor tipe Matic Merk Unit: Honda Type Unit: Matic Periode 2012 Sampai 2015

| Tahun | Bulan | Jumlah Penjualan | Tahun | Bulan | Jumlah Penjualan |
|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|
| 2012  | 5     | 28               | 2013  | 1     | 63               |
| 2012  | 6     | 37               | 2013  | 12    | 19               |
| 2012  | 7     | 57               | 2014  | 1     | 19               |
| 2012  | 8     | 47               | 2014  | 2     | 41               |
| 2012  | 9     | 46               | 2014  | 3     | 63               |
| 2012  | 10    | 36               | 2014  | 4     | 14               |
| 2012  | 11    | 33               | 2014  | 5     | 41               |
| 2012  | 12    | 28               | 2014  | 6     | 18               |
| 2013  | 1     | 51               | 2014  | 7     | 21               |
| 2013  | 2     | 31               | 2014  | 8     | 23               |
| 2013  | 3     | 18               | 2014  | 9     | 21               |
| 2013  | 4     | 32               | 2014  | 10    | 34               |
| 2013  | 5     | 26               | 2014  | 11    | 43               |
| 2013  | 6     | 28               | 2014  | 12    | 28               |
| 2013  | 7     | 28               | 2015  | 1     | 27               |
| 2013  | 8     | 35               | 2015  | 2     | 36               |
| 2013  | 9     | 34               | 2015  | 3     | 30               |
| 2013  | 10    | 23               | 2015  | 4     | 29               |

Sumber : CV. Indako Trading Company

**Penerapan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)**

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

3. Data penjualan sepeda motor akan digunakan untuk menghitung nilai ACF (*Auto Correlation Function*), yaitu perhitungannya di mana :  $X_t$  = moving average (rata-rata priode) ;  $\theta_{t-q}$  = parameter rata-rata priode ;  $e_t$  = nilai kesalahan;  $\mu'$  = jumlah penjualan :

$$X_t = \frac{\mu' \theta_1 x_{t-1} + \theta_2 x_{t-2} + \dots + \theta_p x_{t-p} + e_t}{\mu' (\theta_1 x_{t-1} + \theta_2 x_{t-2} + \dots + \theta_p x_{t-p} + e_t)}$$

$$x_1 = \frac{(28 - 33)(37 - 33) + (37 - 33)(57 - 33) + \dots + (30 - 33)(29 - 33)}{(28 - 33)^2 + (37 - 33)^2 + (57 - 33)^2 + \dots + (30 - 33)^2(29 - 33)^2}$$

$$x_1 = -0.09163$$

$$x_2 = \frac{(37 - 33)(57 - 33) + (57 - 33)(47 - 33) + \dots + (30 - 33)(29 - 33)}{(37 - 33)^2 + (57 - 33)^2 + (47 - 33)^2 + \dots + (30 - 33)^2(29 - 33)^2}$$

$$x_2 = -0.08518$$

$$x_3 = \frac{(57 - 33)(47 - 33) + (47 - 33)(46 - 33) + \dots + (30 - 33)(29 - 33)}{(57 - 33)^2 + (47 - 33)^2 + (46 - 33)^2 + \dots + (30 - 33)^2(29 - 33)^2}$$

$$x_3 = -0.12083$$

$$x_4 = \frac{(47 - 33)(46 - 33) + (46 - 33)(36 - 33) + \dots + (30 - 33)(29 - 33)}{(47 - 33)^2 + (46 - 33)^2 + (36 - 33)^2 + \dots + (30 - 33)^2(29 - 33)^2}$$

$$x_4 = -0.30905$$

$$x_5 = \frac{(46 - 33)(36 - 33) + (36 - 33)(33 - 33) + \dots + (30 - 33)(29 - 33)}{(46 - 33)^2 + (36 - 33)^2 + (33 - 33)^2 + \dots + (30 - 33)^2(29 - 33)^2}$$

$$x_5 = -0.43287$$

$$x_6 = \frac{(36 - 33)(33 - 33) + (33 - 33)(28 - 33) + \dots + (30 - 33)(29 - 33)}{(36 - 33)^2 + (33 - 33)^2 + (28 - 33)^2 + \dots + (30 - 33)^2(29 - 33)^2}$$

$$x_6 = -0,49553$$

$$x_7 = \frac{(33 - 33)(28 - 33) + (28 - 33)(51 - 33) + \dots + (30 - 33)(29 - 33)}{(33 - 33)^2 + (28 - 33)^2 + (51 - 33)^2 + \dots + (30 - 33)^2(29 - 33)^2}$$

$$x_7 = -0,49803$$

$$x_8 = \frac{(28 - 33)(51 - 33) + (51 - 33)(31 - 33) + \dots + (30 - 33)(29 - 33)}{(28 - 33)^2 + (51 - 33)^2 + (31 - 33)^2 + \dots + (30 - 33)^2(29 - 33)^2}$$

$$x_8 = -0,49803$$

$$x_9 = \frac{(51 - 33)(31 - 33) + (31 - 33)(18 - 33) + \dots + (30 - 33)(29 - 33)}{(51 - 33)^2 + (31 - 33)^2 + (18 - 33)^2 + \dots + (30 - 33)^2(29 - 33)^2}$$

$$x_9 = -0,45387$$

$$x_{10} = \frac{(31 - 33)(18 - 33) + (18 - 33)(32 - 33) + \dots + (30 - 33)(29 - 33)}{(31 - 33)^2 + (18 - 33)^2 + (32 - 33)^2 + \dots + (30 - 33)^2(29 - 33)^2}$$

$$x_{10} = -0,53421$$

$$x_{11} = \frac{(18 - 33)(32 - 33) + (32 - 33)(26 - 33) + \dots + (30 - 33)(29 - 33)}{(18 - 33)^2 + (32 - 33)^2 + (26 - 33)^2 + \dots + (30 - 33)^2(29 - 33)^2}$$

$$x_{11} = -0,55672$$

$$x_{12} = \frac{(32 - 33)(26 - 33) + (26 - 33)(28 - 33) + \dots + (30 - 33)(29 - 33)}{(32 - 33)^2 + (26 - 33)^2 + (28 - 33)^2 + \dots + (30 - 33)^2(29 - 33)^2}$$

$$x_{12} = -0,67331$$

Setelah data diperoleh, maka selanjutnya perhitungan nilai ACF (*Auto Correlation Function*) dengan :

Tabel 3.2 Hasil ACF data 3 Tahun

| $x_t$ | ACF      | $x_t$    | ACF      |
|-------|----------|----------|----------|
| $x_1$ | -0,09163 | $x_8$    | -0,49803 |
| $x_2$ | -0,08518 | $x_9$    | -0,45387 |
| $x_3$ | -0,12083 | $x_{10}$ | -0,53421 |
| $x_4$ | -0,30905 | $x_{11}$ | -0,55672 |
| $x_5$ | -0,43287 | $x_{12}$ | -0,67331 |
| $x_6$ | -0,49553 |          |          |
| $x_7$ | -0,49803 |          |          |

4. Peramalan akan dilanjutkan dengan menghitung PACF (*Partial Auto Correlation Function*) yang juga terdapat pada bagian sebelumnya, yaitu perhitungan dengan persamaan berikut ini :

$$x_t = \frac{\mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-k}}{1 - ((-\theta_1 e_{t-1} - \theta_2) x - \theta_q e_{t-k})}$$

$$x_1 = \frac{-0,09163 - (0x0)}{1 - (0x0)} = -0,09163$$

$$x_2 = \frac{-0,08518 - ((-0,09163)x(-0,09163))}{1 - ((-0,09163)x - 0,08518)} = -0,1013811$$

$$x_3 = \frac{-0,12083 - ((-0,08518)x(-0,08518))}{1 - ((-0,08518)x(-0,12083))} = -0,138377932$$

$$x_4 = \frac{-0,30905 - ((-0,12083)x(-0,12083))}{1 - ((-0,12083)x(-0,30905))} = -0,3609924$$

$$x_5 = \frac{-0,43287 - ((-0,30905)x(-0,30905))}{1 - ((-0,30905)x(-0,43287))} = -0,662160376$$

$$x_6 = \frac{-0,49553 - ((-0,43287)x(-0,43287))}{1 - ((-0,43287)x(-0,49553))} = -0,897406508$$

$$x_7 = \frac{-0,49803 - ((0,49553)x(0,49553))}{1 - ((0,49553)x(-0,49803))} = -0,990368787$$

$$x_8 = \frac{-0,49803 - ((-0,49803)x(-0,49803))}{1 - ((-0,49803)x(-0,49803))} = -0,994097762$$

$$x_9 = \frac{-0,45387 - ((-0,49803)x(-0,49803))}{1 - ((-0,49803)x(-0,45387))} = -0,927944757$$

$$x_{10} = \frac{-0,5342 - ((-0,4539)x(-0,4539))}{1 - ((-0,4539)x(-0,5342))} = -0,982655331$$

$$x_{11} = \frac{-0,5567 - ((-0,5342)x(-0,5342))}{1 - ((-0,5342)x(-0,5567))} = -1,13945878$$

$$x_{12} = \frac{-0,6733 - ((-0,5567)x(-0,5567))}{1 - ((-0,5567)x(-0,6733))} = -1,358041$$

Tabel 3.3 hasil PACF Data 3 tahun

| $x_t$ | PACF         | $x_t$    | PACF         |
|-------|--------------|----------|--------------|
| $x_1$ | -0,09163     | $x_7$    | -0,990368787 |
| $x_2$ | -0,1013811   | $x_8$    | -0,994097762 |
| $x_3$ | -0,138377932 | $x_9$    | -0,927944757 |
| $x_4$ | -0,3609924   | $x_{10}$ | -0,982655331 |
| $x_5$ | -0,662160376 | $x_{11}$ | -1,13945878  |
| $x_6$ | -0,897406508 | $x_{12}$ | -1,358041    |

Hasil ACF dan PACF akan digunakan untuk menaksir nilai dari parameter p dan q. *User* dapat menentukan parameter p dan q atau model ARIMA nya. Sedang untuk nilai d, akan dihitung berdasarkan orde differencing.

Nilai yang biasa muncul adalah 0,1 dan 2. *User* dapat memasukkan model yang diinginkan di dalam field yang telah disediakan. Kita akan menguji dengan model ARIMA (1,0,0). Model ARIMA (1,0,0) akan menghasilkan Tabel 3.4

Tabel 3.4 Hasil Forecast ARIMA(1,0,1) Data 3 tahun

| NILAI RAMALAN | NILAI ASLI | ERROR |
|---------------|------------|-------|
| 31,80         | 79         | 47,2  |
| 40,81         | 84         | 43,19 |
| 60,77         | 91         | 30,23 |
| 50,58         | 56         | 5,42  |
| 49,46         | 76         | 26,54 |
| 39,39         | 58         | 18,61 |
| 36,39         | 68         | 31,61 |
| 31,39         | 74         | 42,61 |
| 54,44         | 70         | 15,56 |
| 34,36         | 69         | 34,64 |
| 21,33         | 117        | 95,67 |
| 35,22         | 56         | 20,78 |

Berikut merupakan Tabel data peramalan penjualan pada bulan Mei 2015 sampai dengan April 2016 :

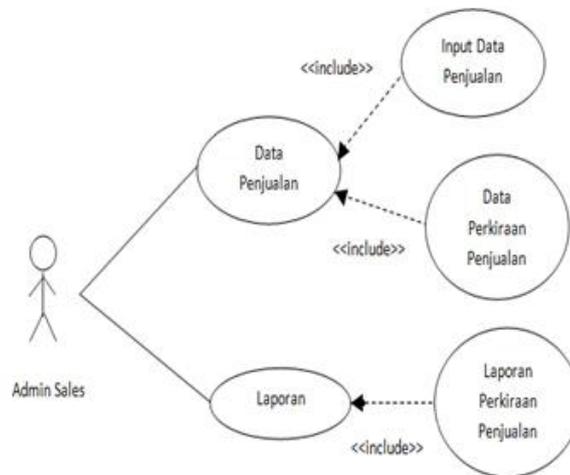
Tabel 3.5 Hasil Forecast Mei 2015 - April 2016

| Tahun | Bulan | Jumlah Penjualan |
|-------|-------|------------------|
| 2015  | 5     | 32               |
| 2015  | 6     | 41               |
| 2015  | 7     | 61               |
| 2015  | 8     | 51               |
| 2015  | 9     | 49               |
| 2015  | 10    | 39               |
| 2015  | 11    | 36               |
| 2015  | 12    | 31               |
| 2016  | 9     | 54               |
| 2016  | 10    | 34               |
| 2016  | 11    | 21               |
| 2016  | 12    | 35               |

Sehingga dari hasil di atas maka diperoleh nilai  $MSE = 412,06 / 36 - 12 = 17,17$

**Perancangan Use Case Diagram**

Use case adalah fungsionalitas sistem, sehingga user paham dan mengerti kegunaan sistem yang akan dibangun.

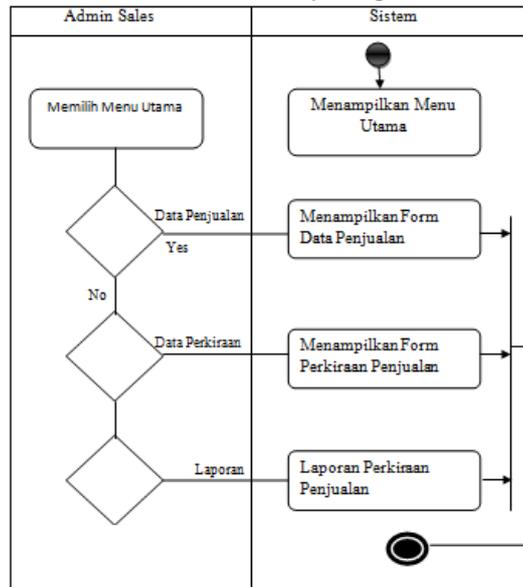


Gambar 3.1. Use Case Diagram

**Activity Diagram**

Activity Diagram adalah memodelkan event-event yang terjadi dalam use case. Activity diagram berfungsi untuk memvisualisasikan, serta menspesifikasi, mengkonstruksi sifat dari sekumpulan objek pada Tabel 3.2 berikut :

Tabel 3.2. Activity Diagram



**Algoritma Dan Implementasi**

**Algoritma**

15. Algoritma Menu Utama

**Input** : Masukan pilihan file; laporan; keluar  
**Output** : Info tampilan data penjualan, data perkiraan penjualan dan data laporan penjualan  
**Proses** : Mulai  
 Jika aksi adalah Menu Input File maka  
 Keluar Tampilan Form Input Data Penjualan dan Data Perkiraan  
 Jika Aksi adalah Menu Laporan maka  
 keluar Tampilan Form Hasil Laporan Tahunan *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*  
 akhir aksi  
 Keluar

16. Algoritma ARIMA

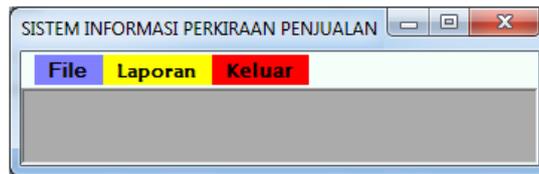
**Input** : Memasukkan nilai *ACF*, nilai *PACF*, nilai ramalan, nilai asli, nilai error  
**Output** : Laporan hasil akhir tahunan dalam bentuk bulanan  
**Proses** : Dalam melakukan penyelesaian masalah yang berkaitan dengan peramalan menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, sebaiknya mencari dulu nilai *ACF* nya, nilai *PACF*, nilai ramalan, nilai asli, nilai error dan setelah sudah mendapatkan hasilnya lalu proseslah hasil nilai-nilai tersebut.

**Implementasi**

A. Tampilan Login



Gambar 4.1. Login  
B. Tampilan Menu Utama



Gambar 4.1 Tampilan Menu Utama

### C. Tampilan Form Data Penjualan

| Bulan    | Penjualan | Bulan     | Penjualan |
|----------|-----------|-----------|-----------|
| Januari  | 19        | Juli      | 21        |
| Februari | 41        | Agustus   | 23        |
| Maret    | 63        | September | 21        |
| April    | 14        | Oktober   | 34        |
| Mai      | 41        | November  | 43        |
| Juni     | 18        | Desember  | 28        |

Gambar 4.2 Tampilan Form Data Penjualan

## KESIMPULAN

- Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :
1. Untuk menghasilkan hasil *forecasting* yang lebih akurat, maka diperlukan pengolahan data minimal yang dilakukan adalah data 3 tahun.
  2. Dari hasil penerapan model *ARIMA* dengan data jumlah penjualan sepeda motor dari tahun 2012 sampai tahun 2015 dapat disimpulkan bahwa data jumlah penjualan sepeda motor sudah stasioner sehingga tidak perlu dilakukan proses pembedaan (proses *differencing*). Dari plot nilai koefisien auto korelasi dan nilai koefisien auto korelasi data asli memperlihatkan juga bahwa data sudah stasioner.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hendra Kusuma “*Manajemen Produksi Perencanaan dan Pengendalian Produksi*”, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2004
- Ade Abdul Gofur dan Utami Dewi Widiyanti, 2013. “*Sistem Peramalan Untuk Pengadaan Material Unit Injection Di PT. XYZ*”. Universitas Komputer Indonesia. ISSN : 2089-9033
- T.Hani Handoko, “*Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*”, Edisi 1, Yogyakarta, 1984
- A.S., Rosa dan Shalahuddin, M. 2013. *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur Dan Berorientasi Objek*. Informatika. Bandung.
- Badudu J.S dan Zain, Sutan Mohammad. (1996). *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Deitiana T, 2011, “*Manajemen Operasional Strategi dan Analisa (Service dan Manufactur)*”, Mitra Wacana Media, Jakarta.
- eWolf, Community. 2012. “*Indeks Lengkap Syntax*”. Yogyakarta: MediaKom
- Eddy herjanto, 2007, “*manajemen operasi edisi ketiga*”. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Muchtadi TR. 1992. *Karakterisasi Komponen Intrinsik Utama Buah Sawit (Elais guineensis, Jacq) Dalam Rangka Optimalisasi Proses Ekstraksi Minyak dan Pemanfaatan Provitamin A*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Reni Nursyanti, “*Perancangan Sistem Pengolahan Data Timbang Pabrik Minyak Sawit (CPO Mill) Dengan Bahasa Pemrograman Visual Basic 6.0 Pada PT Hindoli Banyuasin Palembang Sumatera Selatan*”. Universitas Bandar Lampung
- Suliyanto, dkk, 2008. “*Teori dan Aplikasi dengan Menggunakan Microsoft Excel*”. Andi, Yogyakarta.

## PERANCANGAN APLIKASI PERBANDINGAN HASIL CAMERA B612 DAN CAMERA 360 MENGGUNAKAN METODE MIDPOINT FILTER

Suci Rahmadani; Lince Tomoria Sianturi dan Kristian Siregar

STMIK Budidarma Medan  
E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Umumnya citra atau Gambar diperoleh dari sebuah kamera. Kualitas citra hasil kamera tersebut sangat bergantung dari kualitas kamera juga. Ada banyak aplikasi kamera yang dapat dipasangkan khususnya pada kamera mobile diantaranya adalah Camera 360 dan B612. Dengan adanya Camera 360 dan B612 kita bisa menikmati foto-foto yang bagus untuk dipublikasikan. Seringkali citra mengalami penurunan mutu atau kualitas, mungkin karena mengandung cacat atau derau (noise), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur, dan sebagainya. Dalam kondisi demikian diperlukan perbaikan citra (image enhancement) yang bertujuan untuk mendapatkan visualisasi yang lebih baik. Sekilas antara dua pilihan tersebut kelihatannya tidak ada / tidak jelas perbedaannya baik dari segi kelebihan maupun kekurangan dari keduanya. Untuk itulah penelitian ini, ingin mengetahui perbandingan hasil ke dua camera. Midpoint Filter bertujuan untuk menghitung titik tengah citra hasil Camera 360 dan B612 untuk seluruh pixel antara nilai maksimum dan nilai minimum dalam daerah citra yang diliputi oleh filter. Dari proses pemilihan dan pengurutan kernel pertama dapat diperoleh hasil Midpoint-nya. Aplikasi yang dirancang adalah untuk membandingkan hasil aplikasi dari ke dua kamera tersebut dengan input citra yang sama sehingga bermanfaat bagi para pengguna kapan dan di mana aplikasi tersebut dapat digunakan.

**Kata kunci :** Citra, Kamera 360, B612, Mid point Filter.

### PENDAHULUAN

Camera adalah suatu alat yang dipakai untuk mengabadikan fose atau sesuatu informasi yang berharga dalam bentuk foto dan sejenisnya dalam bentuk dokumen, misalnya dalam kegiatan pesta, santai, prawedding, rapat, dan sebagainya. Camera dipakai oleh semua kalangan baik anak-anak, orang tua, remaja wartawan, instansi, dan lain sebagainya. Camera yang sering dipakai khusus kamera digital, kamera yang menempel dalam teknologi lain misalnya handphone. Dalam handphone yang sering terpasang adalah Camera B612 dan Camera 360. Camera B612 adalah aplikasi untuk aktivatis selfie, kegiatan selfie semakin menyenangkan dan hasil foto lebih bervariasi, saat ini Camera B612 versi terbarunya adalah 3.1.0 dan bisa di jalankan pada perangkat dengan OS Android versi 4.0.3 ke atas dengan ukuranya 28 Mb. Camera 360 adalah aplikasi yang banyak digemari oleh para pengguna Smartphone Android. Aplikasi ini memiliki banyak fungsi dengan versi terbaru yaitu Ultimate dengan ukuran hanya 38 Mb saja.

Perkembangan teknologi yang begitu pesat sangat mempengaruhi perubahan pola hidup manusia, menuntut pakar menciptakan alat-alat yang mempermudah semua kegiatan manusia salah satunya adalah Camera. Camera pada dahulunya digunakan pada saat acara tertentu saja, sekarang bisa mudah digunakan di mana saja berada.

Bagi penggemar foto selfie atau jenis fotografi lainnya, dan bagi para pengguna smartphone Android, tentu sudah tidak asing lagi dengan aplikasi Camera B612 dan Camera 360. Ke dua aplikasi ini bisa memberikan hasil foto yang lebih bervariasi dan terdapat banyak fitur menarik yang menjadi kelebihan masing-masing aplikasi.

Foto hasil Camera B612 memberikan efek miniatur dengan menempatkan efek blur pada bagian atas dan bawah foto dan menambahkan efek cahaya hitam dipinggir foto yang bisa membuat obyek foto, dan setiap foto yang diambil dengan hasil foto Camera B612 tak akan menghasilkan suara apapun alias silent. Hasil foto tidak secara otomatis tersimpan di smartphone harus dilakukan manual. Sedangkan hasil Camera B612 dapat menampilkan Gambar di mana titik fokus objek yang anda bidik akan tampak sempurna sementara objek disekitarnya menjadi buram, efek ini mirip dengan foto Macro namun bedanya titik fokus objek dibuat memanjang.

Metode-metode yang digunakan untuk membandingkan hasil Camera B612 dan Camera 360 adalah menggunakan Metode Midpoint Filter. Metode Midpoint Filter ini adalah dengan mengganti nilai pixel pada sel bitmap dengan nilai pixel tengah di antara nilai terkecil dan terbesar dari area lokal Gambar yang diambil.

### METODE

Dalam penelitian, maka langkah-langkah yang digunakan adalah :  
Studi Literatur

Mengumpulkan sejumlah pustaka tentang topik yang berhubungan dengan citra dan kamera sebagai alatnya, mempelajari artikel, buku-buku atau situs tentang pengetahuan citra dan kamera,

memahami fungsi aplikasi ke dua kamera.

**Analisis**

Menerapkan langkah-langkah pergantian pixel dari elemen Gambar dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

**Perancangan**

Membangun arsitektur aplikasi, algoritma, model logika, interface, serta pengembangan aplikasi

**Implementasi**

Perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai.

**Pengujian Aplikasi**

Membandingkan citra dari ke dua kamera pada aplikasi yang dibuat untuk menampilkan perbedaan keduanya serta menarik kesimpulan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Citra Digital**

Citra digital adalah citra yang bersifat diskrit yang diolah oleh komputer yang merupakan suatu *array* dari bilangan yang merepresentasikan intensitas terang pada point yang bervariasi (*pixel*). *Pixel* ini menghasilkan raster data citra. Suatu ukuran citra yang umum adalah 640x480 piksel dan 256 warna (8 bit per *pixel*) dan akan berisi kira-kira 300 kilobyte data. Citra ini dapat dihasilkan melalui kamera digital dan *scanner* ataupun citra yang telah mengalami proses digitalisasi.

Citra digital disimpan juga secara khusus di dalam file 24-bit atau 8-bit. Citra 24-bit menyediakan lebih banyak ruang untuk menyembunyikan informasi. Semua variasi warna untuk *pixel* yang diperoleh dari tiga warna dasar: merah, hijau dan biru. Setiap warna dasar direpresentasikan dengan 1 *byte*, citra 24-bit menggunakan 3 *byte* per *pixel* untuk merepresentasikan suatu nilai warna dan 3 *byte* ini dapat direpresentasikan sebagai nilai hexadecimal, decimal, dan biner (Sutoyo et al, 2009).

Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat :

- 7. Optik berupa foto
- 8. Analog berupa signal video seperti Gambar pada monitor televisi
- 9. *Digital* yang dapat langsung disimpan pada media penyimpanan magnetik

Citra juga dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu :

- 7. Citra tampak seperti foto, Gambar, lukisan, apa yang nampak di layar monitor, hologram, dan lain-lain.
- 8. Citra tidak tampak seperti data foto, Gambar dalam file, citra yang direpresentasikan dalam fungsi matematis

Citra didefinisikan sebagai fungsi intensitas cahaya dua dimensi  $f(x,y)$  dimana  $x$  dan  $y$  menunjukkan koordinat spasial dan nilai  $f$  pada suatu titik  $(x,y)$  sebanding dengan kecerahan (*brightness*) yang biasanya dinyatakan dalam tingkatan *gray level* dari citra titik tersebut.

**Struktur Data Citra Digital**

Suatu citra digital berbentuk matriks, setiap elemen-elemen matriks dapat diakses melalui indeksinya, yaitu baris dan kolom. Sebuah citra digital berukuran NxM (Rinaldi Munir, Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, 2004) di mana N=jumlah baris (panjang/tinggi matriks) dengan  $0 \leq y \leq N-1$ ; M=jumlah kolom (lebar matriks) dengan  $0 \leq x \leq M-1$ ; L=intensitas warna maksimal (derajat keabuan) dengan  $0 \leq f(x,y) \leq L-1$ .

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

**Kuantitas Citra**

Untuk beberapa keperluan tertentu, jumlah gradasi intensitas saling berbeda. Tabel 2.1 memberikan lima contoh untuk citra beraras keabuan dan Tabel 2.2 menunjukkan empat contoh penggunaan citra berwarna (GRB). Perhatikan bahwa jumlah gradasi juga dapat dinyatakan dalam jumlah digit biner atau bit 0 dan 1 sebagai sandi digital per piksal.

Tabel 2.1 Jangkauan nilai pada citra keabuan

| Komponen warna | Bit Per Piksel | Jangkauan | Penggunaan                                          |
|----------------|----------------|-----------|-----------------------------------------------------|
| 1              | 1              | 0-1       | Citra Biner : Dokumen Faksimili                     |
|                | 8              | 0-255     | Umum : foto dan hasil pemindai                      |
|                | 12             | 0-4095    | Kualitas tinggi : foto dan hasil pemindai           |
|                | 14             | 0-16383   | Kualitas Profesional : foto dan hasil pemindai      |
|                | 16             | 0-65535   | Kualitas tertinggi : Citra kedokteran dan astronomi |

Dalam pengolahan citra kuantisasi aras intensitas menentukan kecermatan hasilnya. Dalam praktik jumlah aras intensitas piksel dapat dinyatakan dengan kurang dari 8 bit.

Tabel 2.2 Jangkauan nilai pada citra berwarna

| Komponen warna | Bit Per Piksel | Jangkauan | Penggunaan               |
|----------------|----------------|-----------|--------------------------|
| 3              | 24             | 0-1       | RGB Umum                 |
|                | 36             | 0-4095    | RGB Kualitas Tinggi      |
|                | 42             | 0-16383   | RGB Kualitas Profesional |
|                | 32             | 0-255     | CMYK (Cetakkan Digital)  |

**Camera B612**

Camera B612 ini mengincar mereka yang senang melakukan aktivitas selfie. B612 hadir dengan berbagai fitur menarik dan kemudahan dalam penggunaannya. Saat ini B612 sudah mencapai versi 3.1.0 dan bisa dijalankan pada perangkat dengan OS Android versi 4.0.3 ke atas. Ukurannya yang hanya 28 Mb tentunya menjadikan aplikasi kamera ini mudah untuk diunduh atau dijalankan. Ini adalah merupakan tampilan Camera B612

**C 360**

Camera 360 merupakan salah satu aplikasi kamera yang banyak digemari oleh para pengguna smartphone Android. Terbukti dengan jumlah unduhan yang mencapai lebih dari 100 juta. Aplikasi dengan banyak fungsi dan kelebihan ini adalah aplikasi gratis yang bisa dengan mudah diunduh dan ukuran aplikasinya sendiri tidak begitu besar. Untuk versi dengan Camera 360 Ultimate dengan ukurannya hanya 38 Mb saja. Salah satu yang termasuk ke dalam Top Features dalam aplikasi ini adalah lebih dari 10 Free Camera Modes. Berbagai Mode kamera yang tersedia ini bisa digunakan sesuai dengan kebutuhan fotografi anda.



Gambar 2.1. Kamera B612 dan C360

**MidPoint Filter**

Midpoint Filter bertujuan untuk menghitung titik tengah antara nilai maksimum dan nilai minimum dalam daerah citra yang diliputi oleh filter. Untuk filter ini dapat menggunakan rumus :

$$ff'(xx,yy) = 12[\max\{gg(ss,tt)\} + \min\{gg(ss,tt)\}]$$

di mana  $(s,t) \in Sxy, (s,t) \in Sxy$

Dari proses pemilihan dan pengurutan kernel pertama, diperoleh hasil midpoint-nya adalah 3. Proses pengurutan dan pemilihan nilai tengah antara nilai maksimum dan nilai minimum dapat diperlihatkan pada Gambar berikut.

1. Alpha-trimmed mean filter. Misalkan jika dihapus nilai gray-level  $d/2$  paling rendah dan  $d/2$  paling tinggi dari  $g(s,t)$  dalam neighbourhood  $Sxy$ . Anggap  $gr(s,t)$  mewakili  $mn-d$  pixel yang tersisa. Sebuah filter dibentuk dengan averaging pixel yang tersisa disebut alpha-trimmed mean filter :

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{mn-d} \sum_{(s,t) \in S_{\alpha}} g_r(s, t)$$

di mana nilai  $d$  dapat bervariasi dari 0 sampai  $mn-1$ . Ketika  $d = 0$ , alpha-trimmed filter mengurangi ke arithmetic mean filter. Jika kita memilih  $d = (mn - 1)/2$ , filter menjadi median filter. Untuk nilai  $d$  yang lain, alpha-trimmed filter sangat berguna dalam situasi yang meliputi banyak tipe noise, seperti kombinasi salt-and-pepper dan Gaussian noise.

2. Order Statistic Filter. Order-statistic filter adalah spasial filter yang responsenya berdasarkan dalam ordering (ranking) pixel yang dikandung image area yang dilingkupi oleh filter. Response dari filter pada tiap titik ditentukan oleh hasil ranking yaitu :

- a. Median Filter. Merupakan order-statistics filter mengganti nilai pixel dengan median gray level neighbourhood dari pixel itu :

$$\hat{f}(x, y) = \text{median}_{(s,t) \in S_{\alpha}} \{g(s, t)\}$$

memberikan kemampuan noise-reduction yang baik, blurring dari linear smoothing filter dengan ukuran sama.

- b. Max and min filters. Median mengGambarkan persentil ke -50 dari kumpulan nomor beranking, Contohnya, menggunakan persentil ke-100 menghasilkan max filter dengan persamaan :

$$\hat{f}(x, y) = \max_{(s,t) \in S_{\alpha}} \{g(s, t)\}$$

Filter ini sangat berguna untuk menemukan titik paling terang dari sebuah image. Dari proses max selection subimage area  $Sxy$ . Persentile ke-0 adalah min filter :

$$\hat{f}(x, y) = \min_{(s,t) \in S_{\alpha}} \{g(s, t)\}$$

Filter ini berguna menemukan titik tergelap dalam image, juga mengurangi salt noise sebagai hasil dari min operation.

**Analisa MidPoint Filter**  
**Penentuan Data**

Citra dalam matriks di mana ukuran yang digunakan adalah 10x10 dengan kamera 300x399 adalah :



Gambar 3.1 Citra Input

Fragmen perintah matlab untuk mengambil data dari citra asli adalah :

```
Gambar=imread('NF.jpg');
red=Gambar(:,:,1);
green=Gambar(:,:,2);
blue=Gambar(:,:,3);
```

$$gray2=0.3*red+0.5*green+0.2*blue ;$$

di mana representasi datanya adalah :

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 188 | 189 | 194 | 203 | 202 | 194 | 194 | 186 | 176 | 176 |
| 208 | 225 | 226 | 146 | 150 | 182 | 196 | 181 | 184 | 179 |
| 216 | 181 | 109 | 70  | 81  | 158 | 172 | 214 | 191 | 175 |
| 217 | 145 | 66  | 153 | 153 | 101 | 144 | 192 | 195 | 180 |
| 187 | 140 | 90  | 123 | 239 | 71  | 151 | 83  | 133 | 189 |
| 214 | 234 | 118 | 163 | 255 | 255 | 87  | 135 | 111 | 219 |
| 213 | 96  | 20  | 80  | 236 | 148 | 49  | 77  | 115 | 77  |
| 160 | 72  | 44  | 46  | 32  | 46  | 85  | 58  | 72  | 112 |
| 152 | 48  | 39  | 106 | 47  | 67  | 74  | 46  | 63  | 230 |
| 139 | 14  | 53  | 83  | 125 | 29  | 59  | 51  | 121 | 72  |

Gambar 3.3 Nilai Matriks Citra B612

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 178 | 176 | 88  | 137 | 217 | 228 | 204 | 215 | 212 | 206 |
| 179 | 158 | 154 | 110 | 166 | 172 | 166 | 215 | 224 | 210 |
| 181 | 178 | 135 | 79  | 90  | 94  | 159 | 120 | 192 | 232 |
| 222 | 231 | 48  | 138 | 243 | 242 | 94  | 169 | 106 | 255 |
| 27  | 47  | 73  | 161 | 162 | 255 | 169 | 131 | 128 | 217 |
| 57  | 41  | 149 | 250 | 193 | 252 | 255 | 255 | 89  | 203 |
| 127 | 84  | 36  | 22  | 88  | 225 | 255 | 100 | 68  | 134 |
| 115 | 115 | 22  | 34  | 24  | 26  | 20  | 27  | 104 | 71  |
| 185 | 30  | 57  | 39  | 73  | 36  | 21  | 53  | 74  | 98  |
| 61  | 21  | 66  | 35  | 75  | 162 | 39  | 28  | 57  | 81  |

Gambar 3.3 Nilai Matriks Citra C360

**Penerapan MidPoint Filter**

Midpoint Filter adalah intensitas pada beberapa pixel lokal di mana setiap pixel akan di gantikan nilainya dengan rata-rata dari nilai intensitas pixel tersebut dengan pixel-pixel tetangganya, dan jumlah pixel tetangga yang dilibatkan tergantung pada filter yang di rancang secara matematis hal ini di nyatakan dalam persamaan :

$$ff'(xx,yy)= 12[\max\{gg(ss,tt)\}+\min\{gg(ss,tt)\}]$$

$$(s,t) \in Sxy(s), \in Sxy$$

di mana :  $f'(x,y)$  : Hasil *max* dan *min filter* ;  $g(s,t)$ :Sub-image  $Sxy$  ;  $Sxy$  : window daerah yang diliputi oleh *filter* ; *Mix* : Nilai tertinggi dari citra yang diliputi *filter*; *Min* : Nilai terkecil dari citra yang diliputi *filter*

Langkah 1 Hasil Camera B612

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 188 | 189 | 194 |
| 208 | 223 | 226 |
| 216 | 181 | 109 |

Dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 226  
Intensitas minimum pixel = 109  
 $f(x,y) = 226 + 109 / 2$   
 $= 335 / 2 = 167.5$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 188 | 189 | 194 |
| 208 | 168 | 226 |
| 216 | 181 | 109 |

Langkah selanjutnya nilai kernel berpindah satu kolo ke samping kanan dengan melakukan proses perhitungan :

Langkah 2 Hasil Camera B612

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 189 | 194 | 203 |
| 223 | 226 | 146 |
| 181 | 109 | 70  |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 226  
Intensitas minimum pixel = 70  
 $f(x,y) = 226 + 70 / 2$   
 $= 296 / 2 = 148$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 189 | 194 | 203 |
| 223 | 148 | 146 |
| 181 | 109 | 70  |

Langkah 3 Hasil Camera B612

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 194 | 203 | 202 |
| 226 | 146 | 150 |
| 109 | 70  | 81  |

Dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 226  
Intensitas minimum pixel = 70  
 $f(x,y) = 226 + 70 / 2$   
 $= 296 / 2 = 148$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 214  
Intensitas minimum pixel = 158  
 $f(x,y) = 214 + 158 / 2$   
 $= 372 / 2 = 186$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 194 | 194 | 182 |
| 182 | 186 | 181 |
| 158 | 172 | 214 |

Langkah 7 Hasil Camera B612

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 194 | 186 | 176 |
| 196 | 181 | 184 |
| 172 | 214 | 191 |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 214  
Intensitas minimum pixel = 172  
 $f(x,y) = 214 + 172 / 2$   
 $= 386 / 2 = 193$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 194 | 186 | 176 |
| 196 | 193 | 184 |
| 172 | 214 | 191 |

Langkah selanjutnya nilai kernel berpindah satu kolom ke samping kanan dengan melakukan proses perhitungan :

Langkah 8 Hasil Camera B612

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 186 | 176 | 176 |
| 181 | 184 | 179 |
| 214 | 191 | 173 |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 214  
Intensitas minimum pixel = 173  
 $f(x,y) = 214 + 173 / 2$   
 $= 389 / 2 = 194.5$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 186 | 176 | 176 |
| 181 | 195 | 179 |
| 214 | 191 | 173 |

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 194 | 203 | 202 |
| 226 | 148 | 150 |
| 109 | 70  | 81  |

Langkah selanjutnya nilai kernel berpindah satu kolo ke samping kanan dengan melakukan proses perhitungan :

Langkah 4 Hasil Camera B612

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 203 | 202 | 194 |
| 146 | 150 | 182 |
| 70  | 81  | 158 |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 203  
Intensitas minimum pixel = 81  
 $f(x,y) = 203 + 81 / 2$   
 $= 273 / 2 = 136.5$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 203 | 202 | 194 |
| 146 | 137 | 182 |
| 70  | 81  | 158 |

Langkah 5 Hasil Camera B612

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 202 | 194 | 194 |
| 150 | 182 | 196 |
| 81  | 158 | 172 |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 202  
Intensitas minimum pixel = 81  
 $f(x,y) = 202 + 81 / 2$   
 $= 283 / 2 = 141.5$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 202 | 194 | 194 |
| 150 | 142 | 196 |
| 81  | 158 | 172 |

Langkah selanjutnya nilai kernel berpindah satu kolom ke samping kanan dengan melakukan perhitungan :

Langkah 6 Hasil Camera B612

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 194 | 194 | 186 |
| 182 | 196 | 181 |
| 158 | 172 | 214 |

Langkah selanjutnya nilai kernel berpindah satu baris ke bawah dengan proses perhitungan :

Langkah 9 Hasil Camera B612

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 208 | 223 | 226 |
| 216 | 181 | 109 |
| 217 | 145 | 66  |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 226  
Intensitas minimum pixel = 66  
 $f(x,y) = 226 + 66 / 2$   
 $= 292 / 2 = 146$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 208 | 223 | 226 |
| 216 | 146 | 109 |
| 217 | 145 | 66  |

Langkah selanjutnya nilai kernel berpindah satu kolom ke samping kanan dengan melakukan proses perhitungan :

Langkah 10 Hasil Camera B612

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 223 | 226 | 146 |
| 181 | 109 | 70  |
| 145 | 66  | 153 |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 226  
Intensitas minimum pixel = 66  
 $f(x,y) = 226 + 66 / 2$   
 $= 292 / 2 = 146$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 223 | 226 | 146 |
| 181 | 146 | 70  |
| 145 | 66  | 153 |

Langkah 1 Hasil Camera 360

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 178 | 176 | 88  |
| 179 | 158 | 154 |
| 181 | 178 | 133 |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 181  
Intensitas minimum pixel = 88  
 $f(x,y) = 181 + 88 / 2$

$$= 269 / 2 = 134.5$$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 178 | 176 | 88  |
| 179 | 135 | 154 |
| 181 | 173 | 133 |

Langkah selanjutnya nilai kernel berpindah satu kolom ke samping kanan dengan melakukan proses perhitungannya :

Langkah 2 Hasil Camera 360

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 176 | 88  | 137 |
| 158 | 154 | 110 |
| 178 | 135 | 79  |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 178  
Intensitas minimum pixel = 79  
 $f(x,y) = 178 + 79 / 2$   
 $= 257 / 2 = 128.5$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 176 | 88  | 137 |
| 158 | 139 | 110 |
| 178 | 135 | 79  |

Langkah 3 Hasil Camera 360

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 88  | 137 | 217 |
| 134 | 110 | 166 |
| 135 | 79  | 90  |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 217  
Intensitas minimum pixel = 79  
 $f(x,y) = 217 + 79 / 2$   
 $= 296 / 2 = 148$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 88  | 137 | 217 |
| 134 | 143 | 166 |
| 135 | 79  | 90  |

Langkah selanjutnya nilai kernel berpindah satu kolom ke samping kanan dengan melakukan proses perhitungannya :

Langkah 4 Hasil Camera 360

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 228 | 204 | 215 |
| 172 | 161 | 215 |
| 94  | 156 | 120 |

Langkah 7 Hasil Camera 360

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 204 | 215 | 212 |
| 166 | 215 | 224 |
| 159 | 120 | 192 |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 224  
Intensitas minimum pixel = 120  
 $f(x,y) = 224 + 120 / 2$   
 $= 344 / 2 = 172$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 204 | 215 | 212 |
| 166 | 172 | 224 |
| 159 | 120 | 192 |

Langkah selanjutnya nilai kernel berpindah satu kolom ke samping kanan dengan melakukan proses perhitungannya :

Langkah 8 Hasil Camera 360

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 215 | 212 | 206 |
| 215 | 224 | 210 |
| 120 | 192 | 232 |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 232  
Intensitas minimum pixel = 120  
 $f(x,y) = 232 + 120 / 2$   
 $= 352 / 2 = 176$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 215 | 212 | 206 |
| 215 | 176 | 210 |
| 120 | 192 | 232 |

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 137 | 217 | 228 |
| 110 | 166 | 172 |
| 79  | 90  | 94  |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 228  
Intensitas minimum pixel = 79  
 $f(x,y) = 228 + 79 / 2$   
 $= 307 / 2 = 153.5$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 137 | 217 | 228 |
| 110 | 139 | 172 |
| 79  | 90  | 94  |

Langkah 5 Hasil Camera 360

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 217 | 228 | 204 |
| 166 | 172 | 166 |
| 90  | 94  | 159 |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 228  
Intensitas minimum pixel = 90  
 $f(x,y) = 228 + 90 / 2$   
 $= 318 / 2 = 159$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 217 | 228 | 204 |
| 166 | 139 | 166 |
| 90  | 94  | 159 |

Langkah selanjutnya nilai kernel berpindah satu kolom ke samping kanan dengan melakukan proses perhitungannya :

Langkah 6 Hasil Camera 360

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 228 | 204 | 215 |
| 172 | 166 | 215 |
| 94  | 156 | 120 |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 228  
Intensitas minimum pixel = 94  
 $f(x,y) = 228 + 94 / 2$   
 $= 322 / 2 = 161$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

Langkah selanjutnya nilai kernel berpindah satu baris ke bawah dengan melakukan proses perhitungannya :

Langkah 9 Hasil Camera 360

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 179 | 158 | 154 |
| 181 | 178 | 135 |
| 222 | 231 | 48  |

Dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 231  
Intensitas minimum pixel = 48  
 $f(x,y) = 231 + 48 / 2$   
 $= 279 / 2 = 139.5$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 179 | 158 | 154 |
| 181 | 140 | 135 |
| 222 | 231 | 48  |

Langkah selanjutnya nilai kernel berpindah satu kolom ke samping kanan dengan melakukan proses perhitungannya :

Langkah 10 Hasil Camera 360

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 138 | 134 | 110 |
| 178 | 135 | 79  |
| 231 | 48  | 138 |

dari kernel 3 x 3 di atas :  
Intensitas maksimum pixel = 231  
Intensitas minimum pixel = 48  
 $f(x,y) = 231 + 48 / 2$   
 $= 279 / 2 = 139.5$

maka nilai kernel yang sudah di proses adalah menjadi :

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 138 | 134 | 110 |
| 178 | 140 | 79  |
| 231 | 48  | 138 |

Sehingga berdasarkan perhitungan nilai matriks di atas dengan resolusi 10 x 10 di proses kernel 3 x 3 dengan menerapkan metode Midpoint Filter maka hasil dari perbandingan hasil citra adalah sebagai berikut :

Matriks Citra Hasil Camera B612 sebelum di proses

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 188 | 189 | 194 | 203 | 202 | 194 | 194 | 186 | 176 | 176 |
| 208 | 225 | 226 | 146 | 150 | 182 | 196 | 181 | 184 | 179 |
| 216 | 181 | 109 | 70  | 81  | 158 | 172 | 214 | 191 | 175 |
| 217 | 145 | 66  | 153 | 153 | 101 | 144 | 192 | 195 | 180 |
| 187 | 140 | 90  | 123 | 239 | 71  | 151 | 83  | 133 | 189 |
| 214 | 234 | 118 | 163 | 255 | 255 | 87  | 135 | 111 | 219 |
| 213 | 96  | 20  | 80  | 236 | 148 | 49  | 77  | 115 | 77  |
| 160 | 72  | 44  | 46  | 32  | 46  | 85  | 58  | 72  | 112 |
| 152 | 48  | 39  | 106 | 47  | 67  | 74  | 46  | 63  | 230 |
| 139 | 14  | 53  | 83  | 125 | 29  | 59  | 51  | 121 | 72  |

Matriks Citra Hasil Camera B612 sesudah di proses

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 188 | 189 | 194 | 203 | 202 | 194 | 194 | 186 | 176 | 176 |
| 208 | 168 | 148 | 148 | 137 | 142 | 186 | 193 | 195 | 179 |
| 216 | 146 | 146 | 146 | 126 | 139 | 112 | 179 | 197 | 175 |
| 217 | 142 | 124 | 153 | 155 | 155 | 143 | 139 | 149 | 180 |
| 187 | 150 | 150 | 161 | 155 | 163 | 163 | 139 | 151 | 189 |
| 214 | 127 | 127 | 138 | 163 | 163 | 152 | 100 | 148 | 219 |
| 213 | 127 | 127 | 138 | 151 | 144 | 151 | 92  | 146 | 77  |
| 160 | 117 | 127 | 138 | 144 | 144 | 151 | 142 | 139 | 112 |
| 152 | 87  | 60  | 79  | 79  | 57  | 57  | 84  | 140 | 230 |
| 139 | 14  | 53  | 83  | 125 | 29  | 59  | 51  | 121 | 72  |

Matriks Citra Hasil Camera 360 sebelum di proses

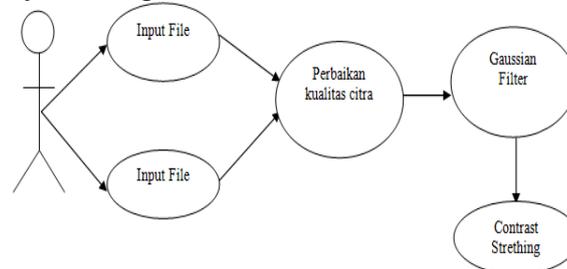
|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 178 | 176 | 88  | 137 | 217 | 228 | 204 | 215 | 212 | 206 |
| 179 | 158 | 154 | 110 | 166 | 172 | 166 | 215 | 224 | 210 |
| 181 | 178 | 135 | 79  | 90  | 94  | 159 | 120 | 192 | 232 |
| 222 | 231 | 48  | 138 | 243 | 242 | 94  | 169 | 106 | 255 |
| 27  | 47  | 73  | 161 | 162 | 255 | 169 | 131 | 128 | 217 |
| 57  | 41  | 149 | 250 | 193 | 252 | 255 | 255 | 89  | 203 |
| 127 | 84  | 36  | 22  | 88  | 225 | 255 | 100 | 68  | 134 |
| 115 | 115 | 22  | 34  | 24  | 26  | 20  | 27  | 104 | 71  |
| 185 | 30  | 57  | 39  | 73  | 36  | 21  | 53  | 74  | 98  |
| 61  | 21  | 66  | 35  | 75  | 162 | 39  | 28  | 57  | 81  |

Matriks Citra Hasil Camera 360 sesudah di proses

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 178 | 176 | 88  | 137 | 217 | 228 | 204 | 215 | 212 | 206 |
| 179 | 135 | 129 | 148 | 154 | 159 | 161 | 172 | 176 | 210 |
| 181 | 140 | 140 | 146 | 161 | 167 | 168 | 168 | 131 | 232 |
| 222 | 125 | 139 | 150 | 161 | 111 | 175 | 145 | 181 | 255 |
| 27  | 129 | 150 | 158 | 197 | 170 | 170 | 170 | 177 | 217 |
| 57  | 88  | 136 | 136 | 136 | 172 | 176 | 162 | 162 | 203 |
| 127 | 86  | 136 | 136 | 137 | 138 | 138 | 138 | 141 | 134 |
| 115 | 76  | 69  | 55  | 124 | 138 | 123 | 123 | 126 | 71  |
| 185 | 103 | 68  | 49  | 93  | 91  | 91  | 62  | 66  | 98  |
| 61  | 21  | 66  | 35  | 75  | 162 | 39  | 28  | 57  | 81  |

**Perancangan Use Case Diagram**

Diagram use case menunjukkan fungsionalitas sistem atau kelas dan interaksi dengan dunia luar.



Gambar 3.4 Use case Diagram Aplikasi

**Algoritma dan Implementasi**

**Algoritma**

Adapun algoritma input dan proses Gambar dengan midpoint filter sebagai berikut :

```

Proyek=guidata(gcbo);
[namafilename,direktori]=uigetfile
({'*.jpg';'.bmp';'.png';*.tif;*.tiff;*.png'},'Buka Gambar')
    
```

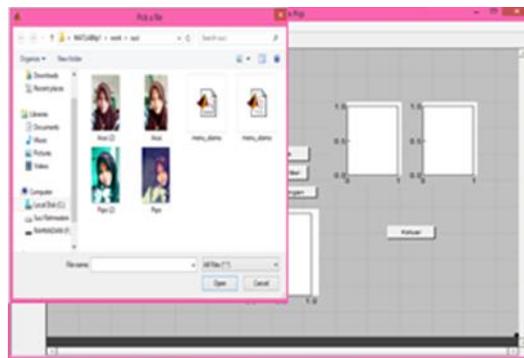
```

if isequal(namafile,0) return; end
eval(['cd''direktori'';']); a=imread(namafile);
set(proyek.figure,'CurrentAxes',proyek.axes1);
set(imshow(1)); info=imfinfo(namafile);
info=imfinfo(fullfile(nama_path1,nama_file1));
size_file=info.filesize /1024;
set(proyek.hasil,'string',size_file);
set(proyek.res,'string',info.width);
set(proyek.res,'string',info.height);
set(proyek.res,'string',info.bithdepth);
set(proyek.figure1,'userdata',1);
set(proyek.figure1,'userdata',1);
set(proyek.ukuran,'userdata',info.bithdepth);
    
```

**Implementasi**

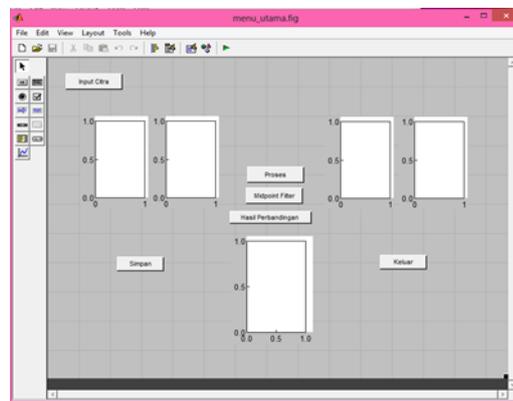
Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

8. Tampilan Menu Utama :



Gambar 4.1. Tampilan Menu Utama

9. Tampilan Input Gambar



Gambar 4.2. Tampilan Input Gambar

10. Tampilan Output Gambar



Gambar 4.3. Tampilan output Gambar

**KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian di atas maka kesimpulan sebagai berikut :

7. Metode midpoint filter sangat baik untuk perbandingan citra hasil Camera B612 dan Camera 360 dengan pola data berbentuk matriks
8. Aplikasi yang dirancang dengan menggunakan tools matlab membantu menghasilkan perbandingan citra dengan hasil berbentuk matriks

**DAFTAR PUSTAKA**

- Usman Ahmad, *ngolahan Citra Digital dan Teknik Pemogramanya*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005
- Rinaldi Munir, *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung 2004
- Sutoyo, d k k. “ *Teori Pengolahan Citra Digital*”. Andi Offset. Yogyakarta, 2009
- Putra, Darma, “*Pengolahan Citra Digital*”. Penerbit Andi. Yogyakarta 2010
- Sugiarti, Y, “*Analisis & Perancangan UML (unified Modelling Language) Generated VB.6*”, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta 2003
- Munir R, “*Pengolahan Citra Digital Dengan pendekatan Algoritmik*”, Penerbit Andi, Yogyakarta 2004.
- Rahmat Priyanto, “*Langsung Bisa visual basic Net 2008*”. Penerbit Andi, Yogyakarta, 2009
- Awaluddin, M. Darmo. “*Penajaman dan Segmentasi Pada Pengolahan Citra Digital*”, 65, 0852-1697
- Sri Rahayu Utami, “*Perancangan Aplikasi Perbaikan Citra Hasil Pengambilan Webcam Menerapkan Metode Contrast Stretching*”. Skripsi Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Komputer Budidarma Medan, 2014.
- Djon Irwanto, “*Perancangan Object Oriented Software dengan UML*”, Penerbit Andi, 2006
- Awaluddin, M. Darma B.Y, *Penajaman dan Segmentasi Citra Pada Pengolahan Citra Digital*, (65-0852-1697)
- Unikgeli, (2015), Perbandingan aplikasi foto camera 360 tanggal akses 03 Juni 2016 dari <http://unikgeli.blogspot.co.id>
- Techinasia (2015) Review aplikasi fofo selfie android tanggal akses 05 Juni 2016 dari <http://id.techinasia.com/b612>

## PENERAPAN METODE SMART UNTUK MENENTUKAN PEMBIMBING TERBAIK PADA BIMBINGAN BELAJAR

Noferianto Sitompul<sup>1\*</sup> dan Sonny Leston Hutabarat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>STMIK Budi Darma Medan

<sup>2</sup>STIKOM Medan

\*Email: riantompula@gmail.com

**Abstrak.** Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan penentuan pembimbing terbaik pada bimbingan belajar. Tentor atau pembimbing pada bimbingan belajar senantiasa berlomba-lomba membawakan materi pelajaran dengan teknik atau metode yang menarik dikarenakan setiap pembimbing yang membawakan materi pelajaran di nilai oleh para siswa-siswi melalui angket penilaian setiap bulannya dan juga penilaian kedisiplinan sewaktu mengajar. Dari angket penilaian inilah di dapat kesimpulan prestasi yang diberikan oleh seorang pembimbing sebagai acuan bagi pihak manajemen memberikan jadwal mengajar dan penghargaan lainnya. Tujuan penelitian ini ingin memperoleh data nilai setiap pembimbing per mata pelajaran yang menjadi acuan pemberian penghargaan oleh pihak manajemen nantinya. Penelitian ini menggunakan metode simple multi attribute rating technique (SMART) sebagai solusi untuk menentukan pembimbing terbaik pada bimbingan belajar. Dimana SMART menggunakan linear additive model untuk meramal nilai setiap alternatif. Kriteria penilaian yang digunakan untuk pemilihan pembimbing terbaik adalah prestasi, kedisiplinan, tanggungjawab dan prilaku. Setiap pembimbing akan dinilai berdasarkan ke-4 kriteria tersebut. Hasil dari penelitian ini akan mendapatkan nilai peringkat setiap pembimbing per mata pelajaran. Pembimbing yang memperoleh nilai tertinggilah yang disebut sebagai pembimbing terbaik di bagian mata pelajaran yang dibawakan. Adapun hasil penelitian dapat digunakan sebagai pendukung untuk mengambil keputusan pemberian penghargaan kepada pembimbing terbaik yang memiliki nilai tertinggi itu.

**Kata Kunci:** Bimbingan Belajar, Tentor, Pembimbing Terbaik

### PENDAHULUAN

Bimbingan Belajar merupakan salah satu instansi swasta yang menyelenggarakan pendidikan non formal yaitu pendidikan tambahan bagi siswa-siswi dalam memenuhi kebutuhan ilmu pengetahuan tambahan yang kurang didapatkan di bangku pendidikan formal yang dikhususkan untuk pelajar kelas 4-5 Sekolah Dasar, 7-9 Sekolah Menengah Pertama dan 10-12 untuk Sekolah Menengah Atas. Jika di sekolah maka pengajar siswa-siswi itu disebut dengan guru sedangkan di bimbingan belajar ini, pengajarnya disebut tentor atau pembimbing.

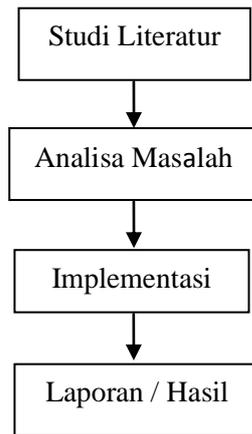
Salah satu bimbingan belajar sebagai tempat melakukan penelitian ini adalah bimbingan belajar prestasi medan. Dalam bimbingan belajar ini tentor atau pembimbing berlomba-lomba membawakan mata pelajaran di setiap kelas kursus siswa-siswi sebaik mungkin dengan metode yang umumnya berbeda didapatkan di sekolah. Dikarenakan setiap pembimbing yang membawakan materi pelajaran di nilai oleh para siswa-siswi melalui angket penilaian setiap bulannya. Dari angket penilaian inilah di dapat kesimpulan prestasi yang diberikan oleh seorang pembimbing sebagai acuan bagi pihak manajemen memberikan jadwal mengajar dan penghargaan lainnya. Disinilah diperlukan pemilihan terhadap beberapa pembimbing yang berprestasi tersebut berupa penentuan pembimbing terbaik berdasarkan kriteria prestasi, kedisiplinan, tanggung jawab dan prilaku. Yang menjadi permasalahan adalah bagaimana menerapkan metode *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) untuk menentukan pembimbing terbaik pada bimbingan belajar.

Metode SMART (*Simple Multi – Attribute Rating Technique*) merupakan metode pengambilan keputusan multi kriteria (Yeni Kustiyahningsih, 2010). Teknik pengambilan keputusan multi kriteria ini didasarkan pada teori bahwa setiap alternatif terdiri dari sejumlah kriteria yang memiliki nilai – nilai dan setiap kriteria memiliki bobot yang menggambarkan seberapa penting ia dibandingkan dengan kriteria lain. SMART menggunakan *linear additive* model untuk meramal nilai setiap alternatif. SMART merupakan metode pengambilan keputusan yang fleksibel. SMART lebih banyak digunakan karena kesederhanaannya dalam merespon kebutuhan pembuat keputusan dan caranya menganalisa respon.

Berdasarkan uraian pendahuluan di atas maka diuraikan pembahasan dan solusi penyelesaiannya dalam penelitian ini dengan topik: “Penerapan Metode Smart Untuk Menentukan Pembimbing Terbaik Pada Bimbingan Belajar “

### METODE

Metode Penelitian adalah langkah – langkah yang digunakan dalam penyelesaian penelitian ini. Kerangka kerja ini merupakan tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam rangka menyelesaikan masalah yang akan dibahas. Tahapan penelitian ini terdiri dari beberapa langkah seperti pada Gambar 1 dibawah ini:



**Gambar 1.** Kerangka Kerja Penelitian

Pada metode penelitian ini diperlukan studi literatur yang bertujuan mengumpulkan teori – teori yang berkaitan dengan topik. Dalam hal ini penulis menguraikan teori metode Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART). SMART merupakan metode pengambilan keputusan yang multi atribut. Teknik pembuatan keputusan multiatribut ini digunakan untuk membantu stakeholder dalam memilih antara beberapa alternatif. Setiap alternatif terdiri dari sekumpulan atribut dan setiap atribut mempunyai nilai-nilai, nilai ini dirata-rata dengan skala tertentu. Setiap atribut mempunyai bobot yang menggambarkan seberapa penting dibandingkan dengan atribut lain (Yeni Kustiyahningsih,2010). Teknik Metode SMART adalah sebagai berikut:

1. Langkah 1: menentukan jumlah kriteria
2. Langkah 2: sistem secara default memberikan skala 0-100 berdasarkan prioritas yang telah diinputkan kemudian dilakukan normalisasi.

$$\text{Normalisasi} = \frac{w_j}{\sum w_j} \tag{1}$$

Keterangan :  $w_j$  : bobot suatu kriteria

3. Langkah 3: memberikan nilai kriteria untuk setiap alternatif.
4. Langkah 4: hitung nilai utility untuk setiap kriteria masing-masing.

$$u_i(a_i) = 100 \frac{(C_{max} - C_{out i})}{(C_{max} - C_{min})} \% \tag{2}$$

Keterangan :

$u_i(a_i)$  : nilai utility kriteria ke-1 untuk kriteria ke-i

$C_{max}$  : nilai kriteria maksimal

$C_{min}$  : nilai kriteria minimal

$C_{out i}$  : nilai kriteria ke-i

5. Langkah 5: hitung nilai akhir masing-masing dengan rumus .:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m w_j u_i(a_i), \quad i = 1,2,\dots,m \tag{3}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini didapat pembimbing yang memperoleh nilai tertinggi dalam penilaian yang akan dikategorikan menjadi pembimbing terbaik. Terlebih dahulu dilakukan proses menganalisa dan mengumpulkan semua kebutuhan yang diperlukan dalam menyelesaikan permasalahan yang akan diselesaikan menentukan pembimbing terbaik. Untuk itu perlu ditentukan mana variabel input dan output yang nantinya akan diolah kedalam metode SMART.

**Analisa Input**

Dalam penelitian ini ada bobot dan kriteria yang digunakan untuk menentukan pembimbing terbaik yang digunakan sebagai input, yaitu prestasi, kedisiplinan, tanggung jawab, dan prilaku . Setiap kriteria nantinya akan diberikan nilai secara default dengan range 0-100. Model untuk uraian kriteria sebagai berikut :

1. Kriteria Prestasi  
Kriteria Prestasi maksudnya adalah hasil nilai yang didapat berdasarkan angket penilaian siswa-siswi tiap bulannya
2. Kriteria Kedisiplinan  
Kriteria Kedisiplinan maksudnya adalah tepat waktu dalam mengajar (jam masuk dan jam keluar)
3. Kriteria Tanggung Jawab  
Kriteria Tanggung Jawab maksudnya adalah melaksanakan kewajiban mengajar sesuai jadwal mengajar yang diberikan
4. Prilaku  
Kriteria Prilaku maksudnya adalah berperilaku yang sopan kepada siswa-siswi dan rekan kerja pada saat mengajar maupun saat diskusi dengan siswa-siswi.

**Analisa Output**

Keluaran (*Output*) dalam penelitian ini terdiri atas dua kategori, yaitu terpilih dan tidak terpilih yang nantinya menjadi keputusan bagi pihak manajemen klub untuk menentukan pelatih tim.

**Bobot Penilaian Kriteria**

Penentuan bobot penilaian telah dilakukan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan dengan bersumber pada hasil penelitian, namun hal ini untuk seterusnya bisa diadakan perubahan-perubahan searah dengan tuntutan kebutuhan. Bahwa sistem pada proses penilaiannya mengacu kepada pemenuhan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan serta mengacu pada beberapa kasus yang telah terjadi, sehingga benar-benar mempunyai tolak ukur yang baik. Penilaian kriteria sebagai berikut :

**Tabel 1.** Kriteria Prestasi

| No | Kriteria Prestasi | Nilai | Bobot |
|----|-------------------|-------|-------|
| 1. | 0-799             | 50    | 40%   |
| 2. | 800-1000          | 100   |       |

**Tabel 2.** Kriteria Kedisiplinan

| No | Kriteria Kedisiplinan | Nilai | Bobot |
|----|-----------------------|-------|-------|
| 1. | Buruk                 | 0     | 30%   |
| 2. | Cukup                 | 50    |       |
| 3. | Baik                  | 80    |       |
| 4. | Sangat Baik           | 100   |       |

**Tabel 3.** Kriteria Tanggung Jawab

| No | Kriteria Tanggung Jawab | Nilai | Bobot |
|----|-------------------------|-------|-------|
| 1. | Cukup                   | 50    | 20%   |
| 2. | Baik                    | 80    |       |
| 3. | Sangat Baik             | 100   |       |

**Tabel 4.** Prilaku

| No | Kriteria Prilaku | Nilai | Bobot |
|----|------------------|-------|-------|
| 1. | Buruk            | 0     | 10%   |
| 2. | Baik             | 80    |       |
| 3. | Sangat Baik      | 100   |       |

Pada bagian ini dilakukan penerapan metode smart untuk menentukan pembimbing terbaik terhadap beberapa pembimbing dengan cara memberi nilai pada masing-masing pembimbing sesuai dengan kriteria yang ada. Adapun daftar pembimbing diambil dari pengajar mata pelajaran matematika sebagai alternative dalam penelitian ini yang di nilai berdasarkan kriteria masing-masing adalah :

**Tabel 5.** Alternatif Pembimbing Terbaik

| No | Alternatif        |
|----|-------------------|
| 1. | Hotman Panggabean |
| 2. | Dewi Aritonang    |
| 3. | Hendrik Marbun    |

Penyelesaian pencarian pembimbing terbaik menggunakan metode smart adalah :

1. Menentukan jumlah kriteria yang digunakan, dalam hal ini telah dijelaskan di bagian analisa input
2. Menentukan normalisasi bobot dari masing-masing kriteria dengan rumus :

$$\frac{w_j}{\sum w_j}$$

Sebagai contoh perhitungan untuk bobot prestasi adalah :  $40/100 = 0.4$  Maka bobot masing-masing kriteria dapat dibuat dalam Tabel :

**Tabel 6.** Normalisasi Bobot Kriteria

| No | Kriteria       | Bobot (Wj) | Normalisasi |
|----|----------------|------------|-------------|
| 1. | Prestasi       | 40         | 0.4         |
| 2. | Disiplin       | 30         | 0.3         |
| 3. | Tanggung Jawab | 20         | 0.2         |
| 4. | Prilaku        | 10         | 0.1         |

3. Memberikan nilai kriteria untuk setiap alternatif

**Tabel 7.** Nilai Kriteria Setiap Alternatif

| Alternatif        | Prestasi | Kedisiplinan | Tanggung Jawab | Prilaku     |
|-------------------|----------|--------------|----------------|-------------|
| Hotman Panggabean | 801      | Baik         | Sangat Baik    | Sangat Baik |
| Dewi Aritonang    | 780      | Baik         | Sangat Baik    | Baik        |
| Hendrik Marbun    | 910      | Baik         | Baik           | Baik        |

4. Menghitung Nilai utility dari setiap kriteria berdasarkan Tabel 1,2,3 dan 4 dibuat dalam Tabel di bawah ini :

Nilai utility kriteria dari Hotman Panggabean

**Tabel 8.** Nilai Utility Hotman

| Alternatif     | Prestasi    | Nilai Utility |
|----------------|-------------|---------------|
| Prestasi       | 801         | 100           |
| Disiplin       | Baik        | 80            |
| Tanggung Jawab | Sangat Baik | 100           |
| Prilaku        | Sangat Baik | 100           |

Nilai utility kriteria dari Dewi Aritonang

**Tabel 9.** Nilai Utility Dewi Aritonang

| Alternatif     | Prestasi    | Nilai Utility |
|----------------|-------------|---------------|
| Prestasi       | 780         | 50            |
| Disiplin       | Baik        | 80            |
| Tanggung Jawab | Sangat Baik | 100           |
| Prilaku        | Baik        | 80            |

Nilai utility kriteria dari Hendrik Marbun

**Tabel 10.** Nilai Utility Hendrik Marbun

| Alternatif     | Prestasi | Nilai Utility |
|----------------|----------|---------------|
| Prestasi       | 910      | 100           |
| Disiplin       | Baik     | 80            |
| Tanggung Jawab | Baik     | 80            |
| Prilaku        | Baik     | 80            |

5. Hasil Akhir dari masing-masing alternatif dicari menggunakan rumus:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m w_j u_j(a_i), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Dengan penyelesaian sebagai berikut :

1. Hotman :  $(100 * 0.4) + (80 * 0.3) + (100 * 0.2) + (100 * 0.1) = 94$
2. Dewi :  $(50 * 0.4) + (80 * 0.3) + (100 * 0.2) + (80 * 0.1) = 72$
3. Hendrik :  $(100 * 0.4) + (80 * 0.3) + (80 * 0.3) + (80 * 0.1) = 92$

Maka dari hasil penilaian di atas yang menjadi pembimbing terbaik pada pembimbing di mata pelajaran matematika adalah Hotman karena memiliki nilai yang lebih tinggi dari para pembimbing lainnya.

## KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengambilan keputusan penentuan pembimbing terbaik dibutuhkan kriteria prestasi, kedisiplinan, tanggung jawab dan prilaku. Dimana kriteria tersebut dilakukan pembobotan berdasarkan tingkat kebutuhan kriteria.
2. Penerapan metode *Simple Multi Atribute Rating Technique* sangat cocok dilakukan untuk menentukan pembimbing terbaik karena dilakukan dengan langkah yaitu: Pemberian bobot terhadap kriteria yang sudah di tentukan sampai pada perhitungan Nilai Akhir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kusrini, 2007. Konsep dan aplikasi sistem pendukung keputusan. Andi, Yogyakarta
- Suryanto, & Muhammad Safrizal, 2015. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Teladan dengan metode SMART. *Jurnal CorelIT*, 1:25-29.
- Yeni Kustiyahningsih & Nikmatu Syafa'ah, 2015. Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Jurusan Pada Siswa SMA Menggunakan Metode KNN dan SMART. *Jurnal Sistem Informasi Indonesia*, 1:19-28.

## PELATIHAN JARINGAN UNTUK MEMBANGUN JARINGAN WARNET, PERKANTORAN DAN INTERNET DESA (IbM)

Akim Manaor Hara Pardede dan Novriyenni

STMIK KAPUTAMA, Binjai  
Email: akimmhp@live.com

**Abstrak.** Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi semakin meningkat sesuai dengan perkembangan jaman dan kebutuhan masyarakat saat ini, sehingga hampir semua aktifitas atau pekerjaan sudah dikenai dan menerapkan teknologi informasi dan komunikasi. Perkembangan teknologi dan informasi membawa dampak ke dunia pendidikan, sehingga minat masyarakat untuk mengambil jurusan informatika komputer mencakup Teknik Komputer Jaringan, Audio Visual, Design Grafis, Teknik Informatika, dll terus meningkat baik tingkat sekolah menengah maupun tingkat perguruan tinggi. Banyaknya peminat jurusan komputer mengakibatkan kuatnya persaingan para lulusan untuk mendapatkan pekerjaan, sehingga perlu ada upaya penanggulangan untuk meningkatkan skill siswa-siswi dan lulusan jurusan komputer agar tidak semata-mata ingin mencari perkerjaan tetapi mampu membuka lapangan kerja. STMIK Kaputama terus melakukan kegiatan pengajaran, penelitian dan pengabdian masyarakat, melihat kuatnya persaingan lulusan dan kebutuhan masyarakat Kota Binjai dan sekitarnya, dosen STMIK Kaputama merasa terpanggil untuk melaksanakan pengabdian masyarakat untuk meningkatkan skill siswa SMK Tunas Pelita dan Abdi Negara dalam bentuk pelatihan perakitan komputer, instalasi sistem operasi dan pemasangan jaringan lokal dan internet untuk membangun jaringan warnet, perkantoran dan internet desa dalam meningkatkan kemandirian. Dengan adanya pelatihan perakitan komputer, instalasi sistem operasi dan pemasangan jaringan lokal dan internet, diharapkan siswa-siswi SMK Tunas Pelita dan SMK Abdi Negara dapat lebih meningkatkan skill dan jiwa wirausaha sehingga mereka mampu berwirausaha sekaligus membuka lapangan kerja secara khusus untuk dapat menerima perbaikan komputer dan membangun jaringan warnet, jaringan internet perkantoran dan jaringan internet masuk desa. Selain adanya jiwa wirausaha, masyarakat juga terbantu khususnya pedesaan agar percepatan informasi dan komunikasi dapat lebih meningkat.

**Kata kunci:** Jaringan Komputer, Internet, Jaringan Warnet, Jaringan Perkantoran, Jaringan Desa, SMK Wirausaha.

### PENDAHULUAN

Kota Binjai sebagai salah satu kota di Propinsi Sumatera Utara yang hanya berjarak ± 22 Km dari Kota Medan ( ± 30 menit perjalanan ), bahkan batas terluar Kota Binjai dengan batas terluar Kota Medan hanya berjarak ± 8 Km. Kota Binjai berbatasan langsung dengan Kabupaten Deli Serdang dan Kabupaten Langkat, serta berada pada Jalur Trasportasi Utama yang menghubungkan Propinsi Sumatera Utara dengan Propinsi Nangroe Aceh Darurralam (NAD) serta ke Objek Wisata Bukit Lawang Kabupaten Langkat. Secara geografis Kota Binjai terletak pada posisi 3° 31' 31" - 3° 40' 2" LU dan 98° 27' 3" - 98° 32' 32" BT dan terletak ± 28 M di atas permukaan laut.

Kota Binjai yang memiliki luas 9.023,62 Ha (± 90,23 Km<sup>2</sup>) terdiri dari 5 (lima) Kecamatan dan 37 (tiga puluh tujuh) Kelurahan serta mempunyai penduduk sebanyak 252.652 jiwa yang terdiri dari berbagai Etnis antara lain Melayu, Batak Toba, Batak Mandailing, Batak Karo, Batal Simalungun, Jawa, Banten, Minang, Aceh, China dan India dengan pemeluk agama mayoritas Islam dan yang mempunyai kesadaran Politik dan Keamanan yang cukup tinggi, sehingga mendukung kondisi keamanan yang sangat kondusif. Kota Binjai sebagai Kota jasa, Perindustrian, Perdagangan dan Pemukiman telah berupaya memacu laju pertumbuhan Pembangunan yang mendukung Pertumbuhan Pembangunan yang mendukung Pertumbuhan Ekonomi Kota Binjai. Sementara itu Pendapat Asli Daerah (PAD) Kota Binjai pada tahun 2008 Rp.13.845.485.199. Sementara Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) berdasarkan Harga Berlaku tahun 2008 sebesar 15,04 persen. Hal ini menunjukkan kenaikan jika sebelumnya yaitu sebesar 14,58 persen pada tahun 2007. Laju pertumbuhan ekonomi Kota Binjai atas dasar harga konstan pada tahun 2008 sebesar 5,35 persen, Hal ini menunjukkan penurunan sedikit jika dibandingkan dengan tahun 2007 yaitu sebesar 5,68 persen (Sumber: <http://www.binjaikota.go.id>).

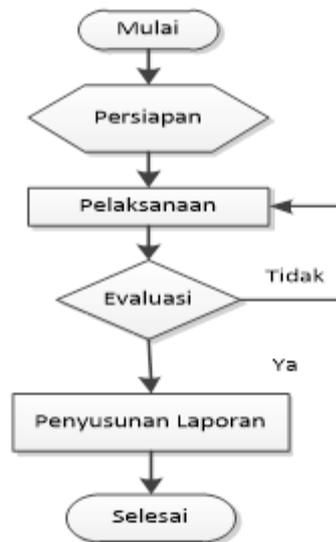
Program studi Teknik Komputer Jaringan di SMK Tunas Pelita dan SMK Abdi Negara dalam proses belajar mengajar mengikuti kurikulum sesuai dengan standard pemerintah, sehingga siswa-siswi memiliki kemampuan dasar untuk design dan instalasi jaringan. Mengingat saat ini pendidikan dalam bidang ilmu komputer yang sangat berkembang pesat baik dalam tingkat sekolah menengah maupun tingkat perguruan tinggi, menjadikan tantangan bagi lulusan SMK karena banyaknya kompetitor dan kuatnya persaingan baik dari tingkat SMK maupun dari tingkat lulusan perguruan tinggi. Secara umum siswa-siswi SMK memiliki pengetahuan umum tentang arsitektur jaringan, topologi, Ip address, Mikrotik, pengkabelan, setting miktorik, wifi. Dalam hal konfigurasi mereka hanya mampu untuk setting maupun design untuk personal. Selain kemampuan dalam teknologi jaringan komputer, siswa-siswi juga memperoleh pengetahuan dalam bidang wirausaha yang di dapat dari bangku sekolah.

Melihat kemampuan siswa-siswi dalam hal kemampuan dasar untuk membangun jaringan komputer serta pengetahuan dalam bidang wirausaha, sehingga siswa-siswi SMK Taman Siswa dan Swa Karya sangat potensial untuk dikembangkan sehingga mampu berwirausaha dalam hal membangun infrastruktur jaringan komputer dan internet, mampu membangun jaringan internet di warnet dan internet masuk desa. Mengingat sekarang ini perkembangan dunia informasi dan komunikasi sangat pesat, tidak hanya diperkotaan tetapi juga sampai ke pedesaan. Wirausaha dalam hal penyediaan jasa pembangunan jaringan internet sangat menjanjikan.

Penerapan Ipteks melalui pengabdian masyarakat, kami sebagai dosen Tim dari STMIK Kaputama akan melatih siswa siswi SMK Tunas Pelita dan SMK Abdi Negara untuk membangun jaringan internet untuk warnet, kantor dan jaringan internet desa mencakup: Perakitan Komputer, Install Sistem Operasi pada client, Konfigurasi interface jaringan dan Mikrotik, Konfigurasi IP Address, Konfigurasi Gateway, Konfigurasi DNS Server, Konfigurasi NAT, Konfigurasi DHCP, Subnetting, Membangun Server, Membangun Proxy, Membangun Firewall, dan Management Bandwidth.

## METODE

Untuk lebih jelasnya metode pelaksanaan pengabdian IBM yang diusulkan dapat di laksanakan dalam beberapa tahap (Faradisa, 2015), yang di Gambarkan pada Gambar 1. Flowchar Pelaksanaan dibawah ini :



**Gambar 1.** Flowchart Pelaksanaan

Tahapan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melalui beberapa tahapan, meliputi persiapan, pelaksanaan dan evaluasi.

### Persiapan

Tahap persiapan dilakukan beberapa kegiatan, yaitu:

- ❖ Survei tempat pelaksanaan kegiatan, dalam hal ini adalah SMK Tunas Pelita dan dan SMK Abdi Negara.
- ❖ Wawancara dilakukan dengan Kepala Sekolah SMK Tunas Pelita yaitu Bapak EMRI Yulizal Ardi, S.Pd, dan Kepala Sekolah SMK Abdi Negara yaitu bapak Suparmin, S.Pd dengan tujuan untuk mengumpulkan data siswa dan terkait dengan keutuhan-kebutuhan pelatihan yang direncanakan
- ❖ Pembuatan modul, modul pelatihan dibagi menjadi tiga belas bagian sesuai dengan pelaksanaan kegiatan

### Pelaksanaan Kegiatan

Rencana pelaksanaan kegiatan dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

- ❖ Pelatihan Perakitan Komputer, Install Sistem Operasi pada client, Konfigurasi interface jaringan dan Mikrotik, Konfigurasi IP Address
- ❖ Pelatihan Konfigurasi Gateway, Konfigurasi DNS Server, Konfigurasi NAT, Konfigurasi DHCP, Subnetting
- ❖ Pelatihan Membangun Server, Membangun Proxy, Membangun Firewall, Management Bandwidth
- ❖ Pelatihan Kofigurasi dan instalasi jaringan Warnet
- ❖ Pelatihan Konfigurasi dan instalasi jaringan perkantoran

- ❖ Pelatihan Konfigurasi dan instalasi jaringan internet desa

### **Evaluasi**

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan kegiatan, sehingga dapat dilakukan penyempurnaan apabila ditemui kekurangan-kekurangan selama kegiatan pelatihan dilaksanakan. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan kemampuan siswa setelah dilakukannya pelatihan.

Evaluasi dilakukan dengan dua cara meliputi :

a. Pemberian Tugas :

- Membuat sebuah rancangan pembangunan internet perkantoran, dengan menjelaskan Gambaran jaringan dan setting ip dan internet
- Membuat sebuah rancangan pembangunan internet desa, dengan menjelaskan Gambaran jaringan dan setting ip dan internet

b. Ujian Praktikum

- Trouble shooting komputer
- Perakitan komputer dan instalasi komputer
- Instalasi jaringan dan internet

c. Kuisioner :

Dimaksudkan untuk mengetahui pendapat dari peserta pelatihan mengenai kegiatan ini, sehingga dapat diketahui apakah tujuan dari kegiatan ini sudah tercapai atau belum.

d. Penyusunan Laporan

Penyusunan Laporan terbagi menjadi dua laporan kemajuan dan laporan hasil.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengabdian IBM Pelatihan Perakitan Komputer, Install Sistem Operasi Dan Pemasangan Jaringan Lokal Dan Internet Untuk Membangun Jaringan Warnet, Perkantoran Dan Internet Desa Dalam Meningkatkan Kemandirian Siswa SMK Tunas Pelita Dan SMK Abdi Negara Kota Binjai dilaksanakan sejak bulan Juni 2016 . Adapun kegiatan-kegiatan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Sosialisasi akan diadakannya kegiatan pengabdian IBM pada Kepala Sekolah dan siswa SMK oleh tim pengabdian
2. Peninjauan lokasi tempat pendirian tiang pipa pemancar Akses Poin pada kedua mitra pengabdian pada SMK Tunas Pelita dan SMK Abdi Negara
3. Peninjauan tempat untuk kegiatan pelatihan dalam hal pengecekan ketersediaan alat- dan perangkat yang dibutuhkan selama kegiatan pelatihan kepada mitra pengabdian
4. Identifikasi alat-alat yang dibutuhkan oleh mitra pengabdian
5. Mempersiapkan kegiatan pelatihan kepada mitra pengabdian tentang materi pelatihan.
6. Melaksanakan kegiatan pelatihan pengabdian : Perakitan Komputer, Install Sistem Operasi pada client, Konfigurasi interface jaringan dan Mikrotik, Konfigurasi IP Address, Konfigurasi Gateway, Konfigurasi DNS Server, Konfigurasi NAT, Konfigurasi DHCP, Subnetting, Membangun Server, Membangun Proxy, Membangun Firewall, Management Bandwidth.
7. Publikasi kegiatan pada Koran Metro Binjai-Langkat secara cetak dan online

### **Rencana Tahapan Berikutnya**

Adapun rencana tahapan berikutnya yang akan dilakukan adalah:

1. Memantau perkembangan siswa-siswa SMK Tunas Pelita dan SMK Abdi Negara yang telah mendapatkan pelatihan.
2. Melalui grup IBM yang telah dibuat pada group facebook diharapkan menjadi ajang komunikasi antara siswa dan tim pelaksana pengabdian, sehingga pembimbingan dan pembimbingan dapat terus dilaksanakan.
3. Melakukan pendampingan setelah dilakukan pelatihan agar sesuai dengan harapan siswa-siswa dapat mendirikan usaha atau bisnis penjualan koneksi internet pada desa.
4. Melakukan publikasi prosiding dan jurnal nasional terkait dengan kegiatan Pengabdian IBM Pelatihan Perakitan Komputer, Install Sistem Operasi Dan Pemasangan Jaringan Lokal Dan Internet Untuk Membangun Jaringan Warnet, Perkantoran Dan Internet Desa Dalam Meningkatkan Kemandirian Siswa Smk Tunas Pelita Dan Smk Abdi Negara Kota Binjai.
5. Melakukan testing penyerapan pengetahuan yang didapat oleh siswa-siswa SMK Tunas Pelita dan SMK Abdi Negara yang telah mendapatkan pelatihan, dan selanjutnya menerbitkan sertifikat pelatihan.

**KESIMPULAN**

Dari kegiatan pengabdian pada masyarakat ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengetahuan dan pemahaman siswa-siswi siswa – siswi SMK Tunas Pelita dan SMK Abdi Negara pada setiap sesi pelatihan menjadi meningkat.
2. Keinginan siswa-siswi SMK Tunas Pelita dan SMK Abdi Negara untuk berwirausaha meningkat, khususnya untuk membangun warnet milik sendiri dan menjual koneksi internet pada desa dengan memanfaatkan koneksi akses poin yang telah dipelajari pada saat pelatihan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Faradisa,S.I. dan Santi,F.W. dan Wahyuni,Y. 2015, “*IbM Pelatihan Dan Pendampingan Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Untuk Guru Sekolah Dasar Kelurahan Tasikmadu Dan Kelurahan Tunjungsekar Kotamadya Malang*” , PROSIDING SEMINAR NASIONAL “RESEARCH MONTH” 2015 “Sinergi Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat untuk Menumbuhkan Kapasitas Inovasi di Bidang Teknologi, Pertanian, Sosial dan Ekonomi”. ISBN:978-602-0856-43-8.
- Fitriasih,S.H. dan Utami,Y.R.W. dan Kustanto, 2009 “*Pelatihan Trouble Shooting Komputer untuk Karang Taruna Desa Banaran Kelurahan Banaran Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo*”, Jurnal Ilmiah SINUS, Vol.7, No.2, ISSN : 1693 – 1173.
- Wulandari,B. dan Suparman dan Santoso,D dan Muslikhin dan Utami.A.D.W, 2015, “*Pengembangan Trainer Equalizer Grafis Dan Parametris Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Praktik Sistem Audio*”, Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan, e-ISSN 2477-2410,p-ISSN 0854-4735.
- <http://langkahkab.bps.go.id>, diakses 25 April 2016
- <http://migas.bisbak.com/>, diakses 25 April 2016

## DETEKSI AKURASI TANDA TANGAN MENGGUNAKAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE DAN ZERNIKE MOMENT

Simon Simarmata

Mahasiswa Pasca Sarjana Program Studi Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur  
E-mail : smnsimarmata@gmail.com

**Abstrak.** Kemajuan teknologi yang sangat cepat membuat setiap orang ingin secara instan mendapatkan tanda tangan dalam melengkapi dokumen. Penulis melakukan penelitian tanda tangan beberapa siswa dan guru SMA Harapan Bangsa guna mencocokkan konsistensi tanda tangan dan tingkat akurasi menggunakan metode Support Vector Machine dan Zernike Moment untuk proses verifikasi keaslian dokumen penting dalam sebuah sistem. Penelitian ini bertujuan mengkombinasikan kedua metode untuk meningkatkan akurasi tanda tangan sehingga pemilik sebenarnya dapat dikenali dengan melakukan beberapa tahap. Praproses dengan grayscaling, filter dan Gaussian. Proses cropping terhadap citra dengan fokus area pada objek, Proses klasifikasi guna mengenali keaslian sekaligus menghitung akurasi terhadap metode Support Vector Machine dan Zernike Moment dengan memilih fitur yang memiliki nilai akurasi paling tinggi sehingga hasil penelitian menggunakan kombinasi kedua metode memberikan hasil yang paling baik sehingga keaslian serta tingkat akurasi sebesar 93%. Dalam eksperimen ini diketahui bahwa image akan mempengaruhi hasil akurasi citra tanda tangan. Hasil penelitian ini diharapkan pemalsuan tanda tangan akan terhindari.

**Kata kunci:** Deteksi akurasi tanda tangan, support vector machine, Zernike moment

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini yang sangat cepat membuat orang ingin mendapatkan segala sesuatunya dengan instan dan cukup klik semua akan terpenuhi. Dalam hal ini juga seperti banyaknya cara yang dilakukan orang lain untuk menjiplak tanda tangan dalam mempermudah segala urusan maupun pekerjaan. Maka dalam hal ini banyak cara yang dilakukan untuk mendeteksi akurasi tanda tangan tersebut guna mengecek keaslian goresan dan alur tanda tangan yang dibubuhkan dalam sebuah kertas. Beberapa metode dapat digunakan dalam pengenalan identitas tanda tangan dan yang paling banyak digunakan hingga saat ini, baik dibidang perbankan, akademik dan administrasi. Deteksi akurasi dan verifikasi tanda tangan pada lembar cek, absensi mahasiswa dan transaksi kartu kredit menjadi sangat penting dalam menentukan tanda tangan tersebut valid atau tidak. Karena tidak memungkinkan untuk mendeteksi akurasi semua tanda tangan secara manual dengan jumlah yang sedikit. Banyak pendekatan yang telah dilakukan dalam proses deteksi akurasi tanda tangan. Justino, Bortolozzi dan Sabourin mengusulkan sistem verifikasi tanda tangan dengan menggunakan *Hidden Markov Models* untuk mendeteksi pemalsuan random, kasual, dan terampil. 3 ciri: *pixel density*, *pixel distribution*, dan *axial slant features* diambil dari jaringan skema segmentasi.

Keberadaan tanda tangan dalam sebuah dokumen menyatakan pihak yang menandatangani, mengetahui dan menyetujui seluruh isi dari sebuah dokumen. Pemalsuan tanda tangan dapat dibagi menjadi tiga yaitu *random forgery*, *sample forgery* maupun *skilled forgery*. *Random forgery* adalah tanda tangan yang dilakukan oleh orang lain tanpa bermaksud untuk memalsukan. *Simple forgery* adalah pemalsuan yang dilakukan oleh orang lain yang sudah tahu bentuk dari tanda tangan namun belum dicoba serta dilatih untuk memalsukan tanda tangan. Sedangkan *skilled forgery* adalah pemalsuan yang disertai dengan pelatihan yang cukup dalam hal memalsukan tanda tangan aslinya.

### METODE

Proses pengenalan (verifikasi) tanda tangan adalah suatu proses yang digunakan untuk mengenal tanda tangan seseorang. Sebagian tanda tangan dapat dibaca namun banyak pula tanda tangan yang tidak dapat dibaca (*unreadable*). Namun demikian sebuah tanda tangan dapat dideteksi akurasinya yang dapat ditangani sebagai sebuah citra sehingga dapat dikenali dengan menggunakan aplikasi pengenalan pola pengolahan citra. Sistem verifikasi tanda tangan dapat dibagi menjadi dua.

1. verifikasi tanda tangan secara *off-line*
2. verifikasi tanda tangan secara *on-line*

Verifikasi tanda tangan secara *offline* mengambil sebuah image tanda tangan sebagai input yang akan digunakan dalam proses selanjutnya. Sedangkan input untuk verifikasi tanda tangan secara *on-line* diambil dari tanda tangan yang didapatkan langsung dari *digitizer* yang dapat menghasilkan nilai – nilai dinamik, seperti nilai koordinat, lama tanda tangan, dan kecepatan tanda tangan.

Sehingga untuk mendeteksi akurasi tanda tangan kebanyakan dilakukan dengan cara manual yaitu dengan cara membandingkan secara langsung menggunakan mata manusia sendiri. Namun penggunaan ini banyak mempunyai kelemahan yang menyebabkan orang yang melakukan mudah bosan. Ketelitian dan ketepatan hasil yang diinginkan kurang memuaskan. Oleh sebab itu, diperlukan sebuah sistem yang mampu menganalisa karakter tanda tangan untuk mempermudah mengidentifikasi. Dari data tangan

tersebut dilakukan proses *preprocessing* yaitu tanda tangan yang diambil diolah terlebih dahulu untuk disamakan ukurannya dan diubah ke dalam *grayscale*. Pada tahap ini dimulai dari pengambilan Gambar tanda tangan pada media kertas yang dibatasi dengan kotak ukuran 3 x 2 cm kemudian dilakukan proses scanning. Citra tanda tangan dari hasil *scanning* selanjutnya diekstraksi untuk memperoleh vektor ciri dari setiap citra dengan ukuran dimensi yang relatif lebih kecil.

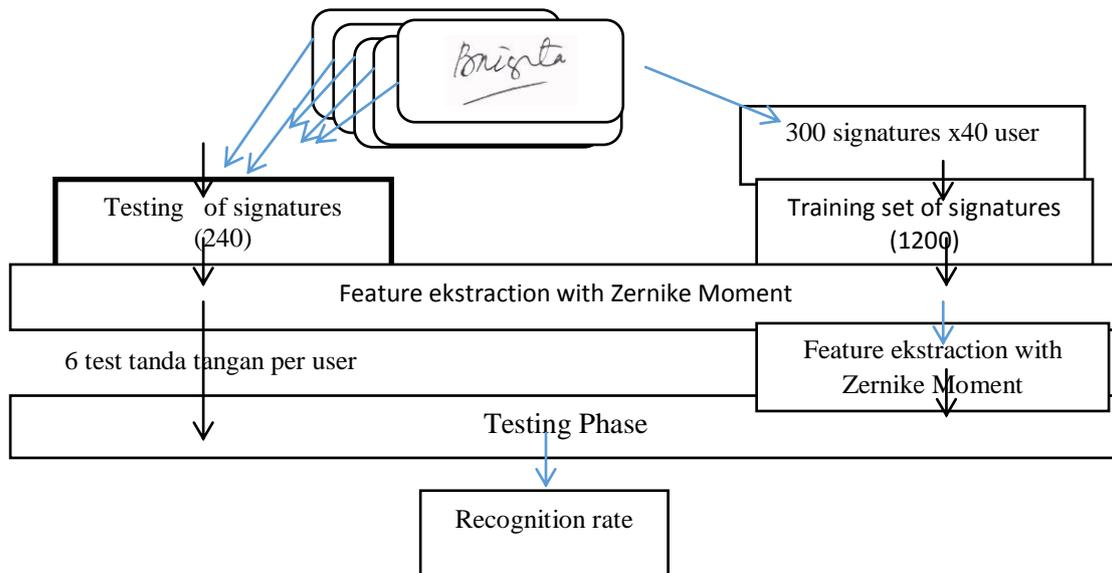
Untuk mengatasi masalah di atas maka diperlukan sebuah system pendeteksian tanda tangan yang dapat meverifikasi identitas seseorang secara otomatis berdasarkan tandatangannya. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* atau yang biasa disingkat SVM. SVM dan metode *Zernike Moment* yang tertuang dalam rumusan masalah yang menjadi penelitian dalam tesis ini dengan mengacu pada aspek.

1. Sejauh mana metode *Support machine* dan *Zernike Moment* dapat membantu mendeteksi akurasi tanda tanda tangan.
2. Apakah *Support vector machine* dan *Zernike moment* dapat mendeteksi pemalsuan tanda tangan dengan type *random forgery*, *simple forgery* dan *skilled forgery*.
3. Hal-hal apa saja yang dapat mempengaruhi akurasi tanda tangan pada metode *Support Machine* dan *Zernike moment*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

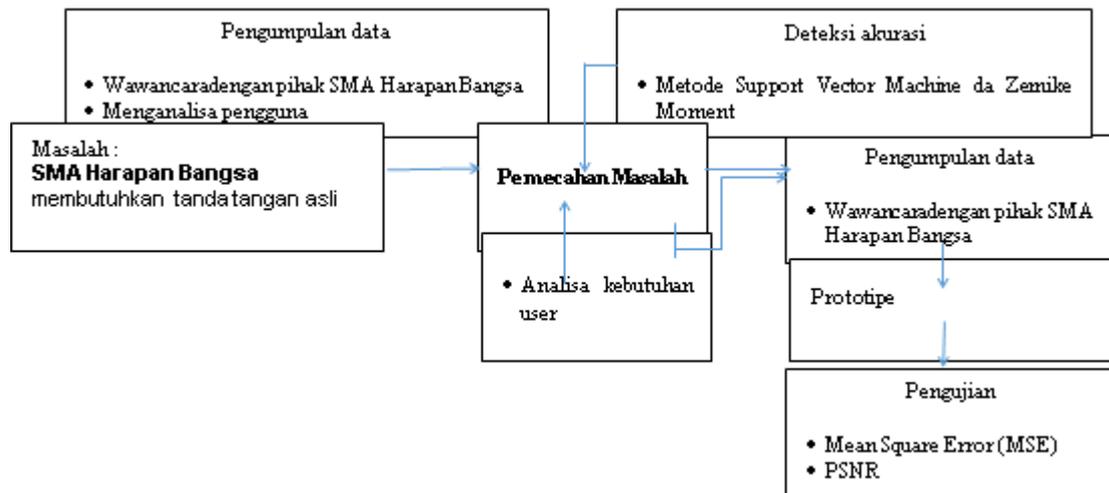
**Analisa**

Agar menghasilkan sebuah hasil penelitian yang baik, maka sudah sepatutnya harus ada dukungan tahapan penelitian yang sesuai. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil deteksi yang akurat dan maksimum. Agar menghasilkan sebuah hasil penelitian yang baik, maka sudah sepatutnya harus ada dukungan tahapan penelitian yang sesuai. Pada proses klasifikasi pengujian menggunakan hasil ekstraksi ciri data pengujian dan hasil proses klasifikasi pelatihan. Hasil dari proses ini berupa nilai indeks dari fungsi keputusan yang terbesar yang menyatakan kelas dari data pengujian. Jika kelas yang dihasilkan dari proses klasifikasi pengujian sama dengan kelas data pelatihan, maka pengenalan dinyatakan benar. Hasil akhirnya berupa citra tandatangan yang sesuai dengan nilai indeks dari fungsi keputusan yang terbesar hasil dari proses klasifikasi pengujian.



Gambar3.1 Alur pengenalan tandatangan

Dalam melakukan penelitian makalah ini, kerangka pemikiran yang digunakan untuk menyelesaikan rumusan masalah penelitian dapat dilihat pada (Gambar 3.2).



Gambar 3.2 Kerangka Pemikiran Pemecahan Masalah

Analisa kebutuhan sistem merupakan proses identifikasi dan evaluasi permasalahan – permasalahan yang ada sehingga sistem yang dibangun sesuai dengan kriteria yang diharapkan. Metode *support vector machine* dan *Zernike moment* akan diimplementasikan untuk pengenalan terhadap pola tanda tangan. Oleh karena itu aplikasi harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Aplikasi harus menyediakan fitur penggambaran tanda tangan oleh user.
2. Aplikasi dapat menerima input berupa *scan* tanda tangan dengan format bmp, jpeg atau gif dalam proses pengembangan (*thresholding*) untuk mengubah Gambar menjadi biner
3. Aplikasi harus mampu menambah pengetahuan pola tanda tangan dan identitas pemiliknya di dalam *database* melalui proses pelatihan.
4. Aplikasi harus mampu melakukan proses pengenalan terhadap pola tanda tangan dengan metode *Support Vector Machine* dan *Zernike Moment*.
5. *Output* dari aplikasi adalah merupakan punya milik daripada sipenandatanganan.

Dataset citra yang digunakan diambil dari tanda tangan 78 orang dengan total 702 tanda tangan asli, masing-masing individu diambil 9 tanda tangan asli, kemudian sebagai data testing diambil 3 tandatangan sehingga jumlah data testing 234 tanda tangan. Kemudian tanda tangan di-scan menjadi Gambar biner dengan 200 dpi resolusi dan disimpan dalam format \*.jpeg dengan menggunakan scanner Canon lide100 dengan resolusi 300 dpi.

Dalam menyelesaikan permasalahan akan digunakan penerapan *shape feature extraction zernike moments* dan algoritma *support vector machine* untuk melakukan akurasi terhadap citra tandatangan offline. Software yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah MATLAB. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan pendekatan yang diusulkan untuk diujicobakan kepada dataset yang telah dipilih. Tahap akhir dari penelitian melakukan evaluasi dengan mengukur tingkat akurasi hasil pendekatan *Support Vector Machine* (SVM) dikombinasikan dengan *Zernike moments* (ZM) agar dapat meningkatkan akurasi pengenalan tandatangan pada pengolahan citra tandatangan *offline* untuk menandai bagian yang menjadi detil citra tanda tangan.

Peneliti melakukan evaluasi terhadap semua tahapan-tahapan yang telah dilakukan dan membuat laporan tentang hasil yang diperoleh dari penelitian ini.

- a. Penentuan masalah  
Penelitian mengambil topik deteksi akurasi tanda tangan dengan metode random Support Vector Machine dan Zernike Moment.
- b. Pendekatan untuk pemecahan masalah  
Pendekatan komputasi yang dilakukan oleh peneliti adalah membuat suatu aplikasi dengan menggunakan Matlab.
- c. Analisa dan perancangan  
Pada tahap ini peneliti melakukan analisis kebutuhan sistem, pembuatan sketsa dan mendesain sistem.
- d. Implementasi  
Pada tahap ini peneliti mengimplementasikan steganografi dengan metode Support Vector Machine dan Zernike Moment untuk menghindari pemalsuan tanda tangan berupa citra tanda tangan.
- e. Pengujian dan analisis hasil  
Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem dengan melihat hasil dokumen.

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian-uraian di atas, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Diduga sistem deteksi akurasi tanda tangan dengan metode support vector machine dan Zernike moment dapat membantu SMA Harapan Bangsa dalam melindungi dan menjaga keaslian tanda tangan agar terhindar dari pemalsuan orang – orang tertentu untuk memperoleh kepentingan tertentu secara *instan*.
2. Kombinasi antara metode support vector machine dan Zernike moment diharapkan dapat menjamin keaslian tanda tangan sesuai dengan citra tanda tangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, Adhi Susanto, 2013. Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra, Ed.1 Andi Jogja, Yogyakarta.
- Annisa Hayatunnufus, Andrizal, Dodon Yendri, 2010. Pendeteksian dan Verifikasi tanda tangan menggunakan metode Image Domain Spasial, Universitas Andalas Padang
- Hadi Kusumo, 2015. Aplikasi Pengenalan Citra Tanda Tangan menggunakan Metode Spedeed-Up Robust Features (SURF) pada Single Board Computer Beaglebone Black, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- R.H Sianipar, 2015. Pemrograman Database menggunakan MYSQL, Andi Jogja, Yogyakarta
- Rahmadya Trias Handayanto, Herlawati, 2016. *Pemrograman Basis Data di Matlab* dengan MYSQL dan Microsoft Acces, Andi Jogja, Yogyakarta.
- Rinaldi Munir, *Pengolahan Citra Digital*, Informatika, 2014.
- Saptadi Nugroho, 2009. Karakteristik Moment Zernike yang tercampur Sinyal Derau, Universitas Kristen Satya Wacana
- Timotius Triputra Safei, ITB. 2013. *kriptografi-tanda-tangan-digital*. [terhubung berkala]. <http://www.metode-algoritma.com> [14 Mei 2012]
- Yeni Setiani, 2007 *Pembuatan Aplikasi Stenografi Menggunakan MATLAB 7.0*, Universitas Gunadarma.

## IMPLEMENTASI SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN KENAIKAN PANGKAT DAN GOLONGAN METODE FUZZY MULTI CRITERIA DECISION MAKING PADA BAPPEDA PROVINSI SUMUT

Hengki Tamando Sihotang dan Rachel Feyoena Tapian Br. Hutasoit

STMIK Pelita Nusantara

Email: hengki\_tamando@yahoo.com

**Abstrak.** Kenaikan pangkat adalah penghargaan yang diberikan atas prestasi kerja dan pengabdian Pegawai Negeri Sipil terhadap negara, serta sebagai dorongan kepada Pegawai Negeri Sipil untuk lebih meningkatkan prestasi kerja dan pengabdian. Sebagai sebuah peningkatan karir tentunya ada banyak persyaratan yang menjadi pertimbangan salah satunya penilaian DP3 Pegawai Sipil yang menjadi kendala karena hasil keputusan penilaian tidak optimal. Dalam Penelitian ini penulis merancang, membangun dan mengimplementasikan sebuah aplikasi sistem pengambilan keputusan kenaikan pangkat pada Bappeda Provinsi Sumut untuk memudahkan penentuan dalam penilaian DP3 Pegawai yang digunakan sebagai salah satu persyaratan kenaikan pangkat dan golongan dengan menggunakan metode Fuzzy MCDM yang merupakan metode untuk menetapkan alternatif keputusan terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang menjadi pertimbangan. Dalam Penelitian ini penulis menggunakan Metode Waterfall sebagai Metode pengembangan sistem, UML sebagai bahasa pemodelan sistem, Microsoft Access 2007 sebagai database, dan Microsoft Visual Basic 6.0 sebagai bahasa pemrogramannya. Hasil dari penelitian ini akan menghasilkan sebuah aplikasi yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam hal penilaian DP3 Pegawai Negeri Sipil yang terkomputerisasi berdasarkan nilai total integral tertinggi sebagai hasil alternatif optimal.

**Kata Kunci :** SPK, Fuzzy, MCDM, Pangkat, Golongan.

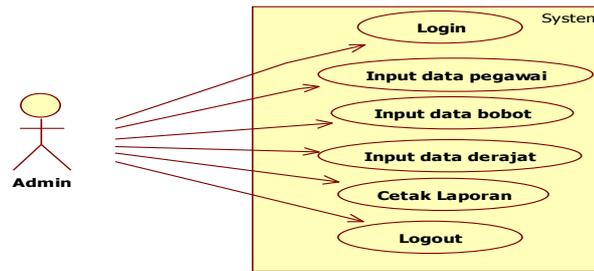
### PENDAHULUAN

Kenaikan pangkat merupakan penghargaan yang diberikan atas prestasi kerja dan pengabdian pegawai sipil terhadap negara terutama di lingkungan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Provinsi Sumatera Utara. Kenaikan pangkat ini diusulkan selama 4 tahun sekali yang dinilai setiap tahun, dengan pengajuan usul kepada Inspektur dan pejabat pemerintahan lainnya, dan berkas masuk ke bagian kepegawaian dan administrasi diproses di Badan Kepegawaian Daerah (BKD). Sebagai sebuah peningkatan karir tentunya ada banyak persyaratan yang menjadi bahan pertimbangan bagi seorang pegawai salah satu syarat kenaikan pangkat dan golongan adalah Penilaian DP3 pegawai sipil berdasarkan 8 kriteria yaitu kesetiaan, prestasi kerja, tanggungjawab, ketaatan, kejujuran, kerjasama, prakarsa dan kepemimpinan. Dengan banyaknya kriteria hal ini menjadi kendala karena proses pengambilan keputusan berdasarkan penilaian yang dilakukan secara manual dan tidak adanya sistem yang terkomputerisasi sehingga penilaian tidak menghasilkan keputusan yang optimal dan akurat[24][30].

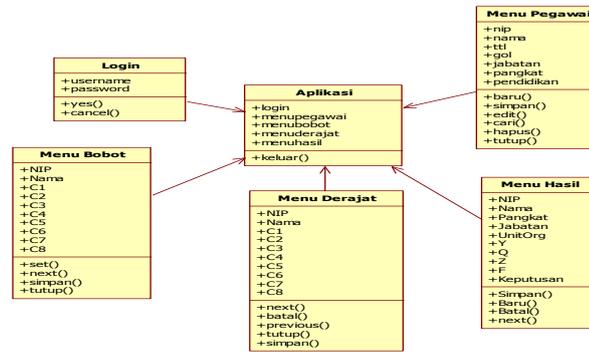
Untuk mengatasi hal tersebut maka digunakan salah satu metode pengambilan keputusan yaitu Metode Fuzzy Multi Criteria Decision Making yang merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang bertujuan untuk menetapkan alternatif keputusan tertinggi dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu yang akan menjadi bahan pertimbangan. Metode ini sebagai alat bantu pengambil keputusan dalam penilaian DP3 Pegawai Sipil. Tujuan penelitian ini untuk memudahkan penentuan kelayakan seorang pegawai untuk kenaikan pangkat dan golongan berdasarkan penilaian DP3 sebagai peningkatan karir dan menghasilkan pegawai yang berkompeten dibidangnya. Berdasarkan pemikiran inilah penulis bermaksud untuk merancang, membangun dan mengimplementasikan sistem pengambilan keputusan kenaikan pangkat dan golongan Pegawai Negeri Sipil berdasarkan Penilaian DP3 Pegawai Sipil dengan **Metode Fuzzy Multiple Criteria Decision Making (FMCDM)**

### METODE

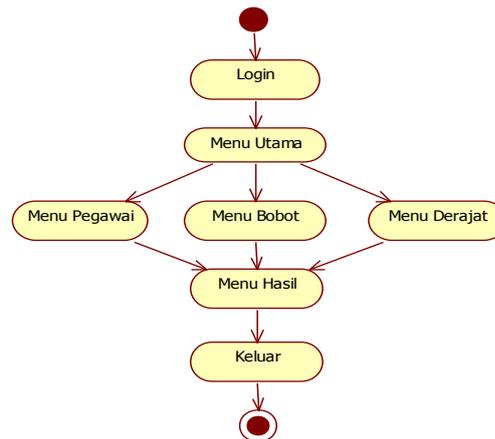
Perancangan sistem yang diusulkan untuk pengolahan data penilaian DP3 pegawai sipil sebagai salah satu syarat kenaikan pangkat dan golongan dilakukan dengan bahasa pemodelan UML yang terdiri dari *Use Case diagram*, *Class Diagram*, *Activity Diagram*, dan *Sequence Diagram* [21][16][19]. Dalam tahap ini juga dijelaskan mengenai rancangan *database* sistem yang dirancang serta desain antarmuka program.



Gambar 2. Usecase Diagram



Gambar 3. Class Diagram



Gambar 1. Activity Diagram

**Penerapan Fuzzy Multiple Criteria Decision Making (FMCDM)**

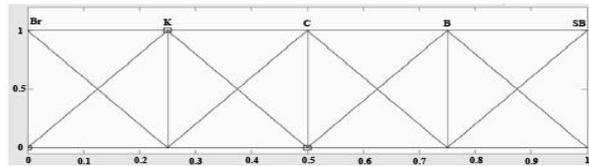
Data dari masing-masing kriteria akan dikonversikan dari bilangan *fuzzy* ke bilangan *crisp*. *Crisp* adalah keberadaan suatu elemen pada suatu himpunan A hanya akan memiliki dua kemungkinan keanggotaan, yaitu menjadi anggota atau tidak menjadi anggota A [13][14][9]. Dalam metode FMCDM terdapat kriteria yang dibutuhkan untuk menentukan penilaian DP3 pegawai sebagai salah satu persyaratan kenaikan pangkat dan golongan. Adapun kriterianya dari derajat kecocokan dapat dilihat pada Tabel dan Gambar berikut :

a. Kriteria nilai Kesetiaan

Adapun keterangan bilangan fuzzy untuk kriteria kesetiaan yaitu [1]:

**Tabel 1.** Bilangan Fuzzy untuk Kriteria nilai kesetiaan

| Kesetiaan                | Variabel         | Nilai Crisp |
|--------------------------|------------------|-------------|
| $0 \leq BOBOT < 20$      | Buruk (Br)       | 0           |
| $20 \leq BOBOT < 40$     | Kurang (K)       | 0,25        |
| $40 \leq BOBOT < 60$     | Cukup (C)        | 0,5         |
| $60 \leq BOBOT < 80$     | Baik (B)         | 0,75        |
| $80 \leq BOBOT \leq 100$ | Sangat Baik (SB) | 1           |



**Gambar 4.** Bilangan *fuzzy* Untuk Nilai kesetiaan

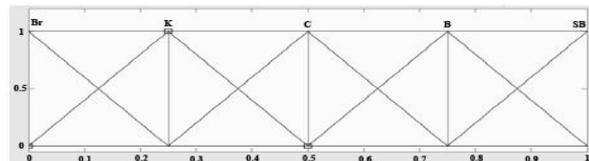
Variabel Nilai kesetiaan dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy yaitu : Buruk, Kurang, Cukup, Baik, dan Sangat Baik. Himpunan fuzzy Buruk memiliki domain [0 0.25] dimana derajat keanggotaan Buruk tertinggi (=1) terletak pada angka 0, himpunan fuzzy Kurang memiliki domain [0 0.5] dimana derajat keanggotaan Buruk tertinggi (=1) terletak pada angka 0.25, himpunan fuzzy Cukup memiliki domain [0.25 0.75] dimana derajat keanggotaan Cukup tertinggi (=1) terletak pada angka 0.5, himpunan fuzzy Baik memiliki domain [0.5 1] dimana derajat keanggotaan Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 0.75, himpunan fuzzy Sangat Baik memiliki domain [0.75 1] dimana derajat keanggotaan Sangat Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 1.

b. Kriteria Prestasi Kerja

Adapun keterangan bilangan fuzzy untuk kriteria prestasi kerja yaitu :

**Tabel 2.** Bilangan Fuzzy Untuk Kriteria Prestasi Kerja

| Prestasi                        | Variabel         | Nilai Crisp |
|---------------------------------|------------------|-------------|
| $0 \leq \text{BOBOT} < 20$      | Buruk (Br)       | 0           |
| $20 \leq \text{BOBOT} < 40$     | Kurang (K)       | 0,25        |
| $40 \leq \text{BOBOT} < 60$     | Cukup (C)        | 0,5         |
| $60 \leq \text{BOBOT} < 80$     | Baik (B)         | 0,75        |
| $80 \leq \text{BOBOT} \leq 100$ | Sangat Baik (SB) | 1           |



**Gambar 5.** Bilangan *fuzzy* Untuk Kriteria Prestasi Kerja

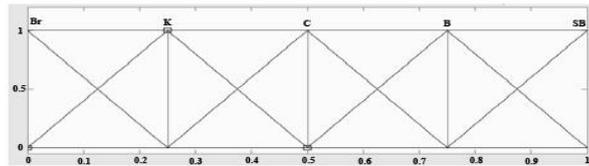
Variabel Prestasi kerja dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy yaitu : Buruk, Kurang, Cukup, Baik, dan Sangat Baik. Himpunan fuzzy Buruk memiliki domain [0 0.25] dimana derajat keanggotaan Buruk tertinggi (=1) terletak pada angka 0, himpunan fuzzy Kurang memiliki domain [0 0.5] dimana derajat keanggotaan Kurang tertinggi (=1) terletak pada angka 0.25, himpunan fuzzy Cukup memiliki domain [0.25 0.75] dimana derajat keanggotaan Cukup tertinggi (=1) terletak pada angka 0.5, himpunan fuzzy Baik memiliki domain [0.5 1] dimana derajat keanggotaan Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 0.75, himpunan fuzzy Sangat Baik memiliki domain [0.75 1] dimana derajat keanggotaan Sangat Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 1.

c. Kriteria Tanggungjawab

Adapun keterangan bilangan fuzzy untuk kriteria tanggungjawab yaitu :

**Tabel 3.** Bilangan Fuzzy Untuk Kriteria Tanggungjawab

| Tgjwb                           | Variabel         | Nilai Crisp |
|---------------------------------|------------------|-------------|
| $0 \leq \text{BOBOT} < 20$      | Buruk (Br)       | 0           |
| $20 \leq \text{BOBOT} < 40$     | Kurang (K)       | 0,25        |
| $40 \leq \text{BOBOT} < 60$     | Cukup (C)        | 0,5         |
| $60 \leq \text{BOBOT} < 80$     | Baik (B)         | 0,75        |
| $80 \leq \text{BOBOT} \leq 100$ | Sangat Baik (SB) | 1           |



**Gambar 6.** Bilangan *fuzzy* Untuk Kriteria Tanggungjawab

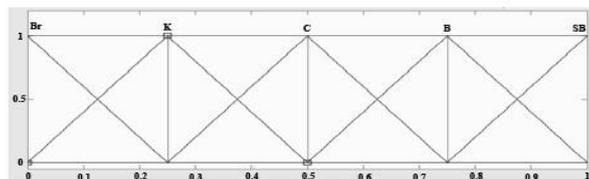
Variabel Tanggungjawab dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy yaitu: Buruk, Kurang, Cukup, Baik, dan Sangat Baik. Himpunan fuzzy Buruk memiliki domain [0 0.25] dimana derajat keanggotaan Sangat Buruk tertinggi (=1) terletak pada angka 0 , himpunan fuzzy Kurang memiliki domain [0 0.5] dimana derajat keanggotaan Kurang tertinggi (=1) terletak pada angka 0.25, himpunan fuzzy Cukup memiliki domain [0.25 0.75] dimana derajat keanggotaan Cukup tertinggi (=1) terletak pada angka 0.5, himpunan fuzzy Baik memiliki domain [0.5 1] dimana derajat keanggotaan Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 0.75, himpunan fuzzy Sangat Baik memiliki domain [0.75 1] dimana derajat keanggotaan Sangat Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 1.

d. Kriteria Ketaatan

Adapun keterangan bilangan fuzzy untuk kriteria ketaatan yaitu :

**Tabel 4.** Bilangan Fuzzy Untuk Kriteria Ketaatan

| Ketaatan                        | Variabel         | Nilai Crisp |
|---------------------------------|------------------|-------------|
| $0 \leq \text{BOBOT} < 20$      | Buruk (Br)       | 0           |
| $20 \leq \text{BOBOT} < 40$     | Kurang (K)       | 0,25        |
| $40 \leq \text{BOBOT} < 60$     | Cukup (C)        | 0,5         |
| $60 \leq \text{BOBOT} < 80$     | Baik (B)         | 0,75        |
| $80 \leq \text{BOBOT} \leq 100$ | Sangat Baik (SB) | 1           |



**Gambar 7.** Bilangan *fuzzy* Untuk Kriteria ketaatan

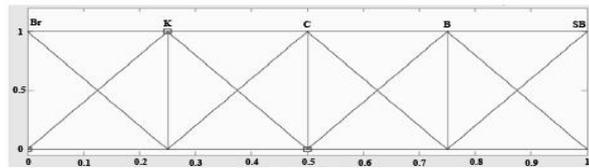
Variabel Ketaatan dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy yaitu : Buruk, Kurang, Cukup, Baik, dan Sangat Baik. Himpunan fuzzy Buruk memiliki domain [0 0.25] dimana derajat keanggotaan Buruk tertinggi (=1) terletak pada angka 0 , himpunan fuzzy Kurang memiliki domain [0 0.5] dimana derajat keanggotaan Kurang tertinggi (=1) terletak pada angka 0.25, himpunan fuzzy Cukup memiliki domain [0.25 0.75] dimana derajat keanggotaan Cukup tertinggi (=1) terletak pada angka 0.5, himpunan fuzzy Baik memiliki domain [0.5 1] dimana derajat keanggotaan Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 0.75, himpunan fuzzy Sangat Baik memiliki domain [0.75 1] dimana derajat keanggotaan Sangat Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 1.

e. Kriteria Kejujuran

Adapun keterangan bilangan fuzzy untuk kriteria kejujuran yaitu :

**Tabel 5.** Bilangan Fuzzy Untuk Kriteria Kejujuran

| Kejujuran                       | Variabel         | Nilai Crisp |
|---------------------------------|------------------|-------------|
| $0 \leq \text{BOBOT} < 20$      | Buruk (Br)       | 0           |
| $20 \leq \text{BOBOT} < 40$     | Kurang (K)       | 0,25        |
| $40 \leq \text{BOBOT} < 60$     | Cukup (C)        | 0,5         |
| $60 \leq \text{BOBOT} < 80$     | Baik (B)         | 0,75        |
| $80 \leq \text{BOBOT} \leq 100$ | Sangat Baik (SB) | 1           |



**Gambar 8.** Bilangan *fuzzy* Untuk Kriteria kejujuran

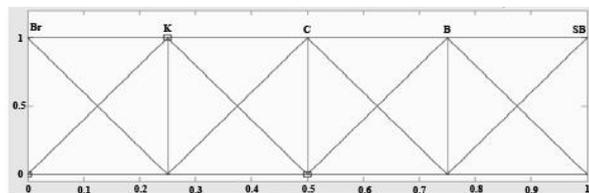
Variabel Kejujuran dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy yaitu : Buruk, Kurang, Cukup, Baik, dan Sangat Baik. Himpunan fuzzy Buruk memiliki domain [0 0.25] dimana derajat keanggotaan Buruk tertinggi (=1) terletak pada angka 0 , himpunan fuzzy Kurang memiliki domain [0 0.5] dimana derajat keanggotaan Kurang tertinggi (=1) terletak pada angka 0.25, himpunan fuzzy Cukup memiliki domain [0.25 0.75] dimana derajat keanggotaan Cukup tertinggi (=1) terletak pada angka 0.5, himpunan fuzzy Baik memiliki domain [0.5 1] dimana derajat keanggotaan Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 0.75, himpunan fuzzy Sangat Baik memiliki domain [0.75 1] dimana derajat keanggotaan Sangat Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 1.

f. Kriteria Kerjasama

Adapun keterangan bilangan fuzzy untuk kriteria kerjasama yaitu :

**Tabel 6.** Bilangan Fuzzy Untuk Kriteria Kerjasama

| Kerjasama                       | Variabel         | Nilai Crisp |
|---------------------------------|------------------|-------------|
| $0 \leq \text{BOBOT} < 20$      | Buruk (Br)       | 0           |
| $20 \leq \text{BOBOT} < 40$     | Kurang (K)       | 0,25        |
| $40 \leq \text{BOBOT} < 60$     | Cukup (C)        | 0,5         |
| $60 \leq \text{BOBOT} < 80$     | Baik (B)         | 0,75        |
| $80 \leq \text{BOBOT} \leq 100$ | Sangat Baik (SB) | 1           |



**Gambar 9.** Bilangan *fuzzy* Untuk Kriteria Kerjasama

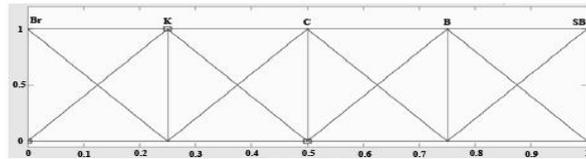
Variabel Kerjasama dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy yaitu : Buruk, Kurang, Cukup, Baik, dan Sangat Baik. Himpunan fuzzy Buruk memiliki domain [0 0.25] dimana derajat keanggotaan Buruk tertinggi (=1) terletak pada angka 0 , himpunan fuzzy Kurang memiliki domain [0 0.5] dimana derajat keanggotaan Kurang tertinggi (=1) terletak pada angka 0.25, himpunan fuzzy Cukup memiliki domain [0.25 0.75] dimana derajat keanggotaan Cukup tertinggi (=1) terletak pada angka 0.5, himpunan fuzzy Baik memiliki domain [0.5 1] dimana derajat keanggotaan Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 0.75, himpunan fuzzy Sangat Baik memiliki domain [0.75 1] dimana derajat keanggotaan Sangat Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 1.

g. Kriteria Prakarsa

Adapun keterangan bilangan fuzzy untuk kriteria prakarsa yaitu :

**Tabel 7.** Bilangan Fuzzy Untuk Kriteria prakarsa

| Prakarsa                        | Variabel         | Nilai Crisp |
|---------------------------------|------------------|-------------|
| $0 \leq \text{BOBOT} < 20$      | Buruk (Br)       | 0           |
| $20 \leq \text{BOBOT} < 40$     | Kurang (K)       | 0,25        |
| $40 \leq \text{BOBOT} < 60$     | Cukup (C)        | 0,5         |
| $60 \leq \text{BOBOT} < 80$     | Baik (B)         | 0,75        |
| $80 \leq \text{BOBOT} \leq 100$ | Sangat Baik (SB) | 1           |



**Gambar 10.** Bilangan *fuzzy* Untuk Kriteria prakarsa

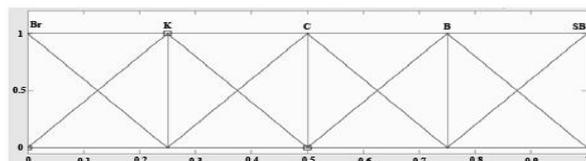
Variabel Prakarsa dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy yaitu : Buruk, Kurang, Cukup, Baik, dan Sangat Baik. Himpunan fuzzy Buruk memiliki domain [0 0.25] dimana derajat keanggotaan Buruk tertinggi (=1) terletak pada angka 0 , himpunan fuzzy Kurang memiliki domain [0 0.5] dimana derajat keanggotaan Kurang tertinggi (=1) terletak pada angka 0.25, himpunan fuzzy Cukup memiliki domain [0.25 0.75] dimana derajat keanggotaan Cukup tertinggi (=1) terletak pada angka 0.5, himpunan fuzzy Baik memiliki domain [0.5 1] dimana derajat keanggotaan Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 0.75, himpunan fuzzy Sangat Baik memiliki domain [0.75 1] dimana derajat keanggotaan Sangat Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 1.

h. Kriteria kepemimpinan

Adapun keterangan bilangan fuzzy untuk kriteria kepemimpinan yaitu :

**Tabel 8.** Bilangan Fuzzy Untuk Kriteria kepemimpinan

| Kepemimpinan                    | Variabel         | Nilai Crisp |
|---------------------------------|------------------|-------------|
| $0 \leq \text{BOBOT} < 20$      | Buruk (Br)       | 0           |
| $20 \leq \text{BOBOT} < 40$     | Kurang (K)       | 0,25        |
| $40 \leq \text{BOBOT} < 60$     | Cukup (C)        | 0,5         |
| $60 \leq \text{BOBOT} < 80$     | Baik (B)         | 0,75        |
| $80 \leq \text{BOBOT} \leq 100$ | Sangat Baik (SB) | 1           |



**Gambar 11.** Bilangan *fuzzy* Untuk Kepemimpinan

Variabel Kepemimpinan dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy yaitu : Buruk, Kurang, Cukup, Baik, dan Sangat Baik. Himpunan fuzzy Buruk memiliki domain [0 0.25] dimana derajat keanggotaan Buruk tertinggi (=1) terletak pada angka 0 , himpunan fuzzy Kurang memiliki domain [0 0.5] dimana derajat keanggotaan Kurang tertinggi (=1) terletak pada angka 0.25, himpunan fuzzy Cukup memiliki domain [0.25 0.75] dimana derajat keanggotaan Cukup tertinggi (=1) terletak pada angka 0.5, himpunan fuzzy Baik memiliki domain [0.5 1] dimana derajat keanggotaan Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 0.75, himpunan fuzzy Sangat Baik memiliki domain [0.75 1] dimana derajat keanggotaan Sangat Baik tertinggi (=1) terletak pada angka 1.

Keputusan penilaian pegawai berdasarkan DP3 untuk salah satu persyaratan kenaikan pangkat berdasarkan metode FMCDM dapat dilihat pada Tabel keputusan yang terdiri dari layak atau pertimbangan berdasarkan nilai yang dapat dilihat pada Tabel berikut ini [25]:

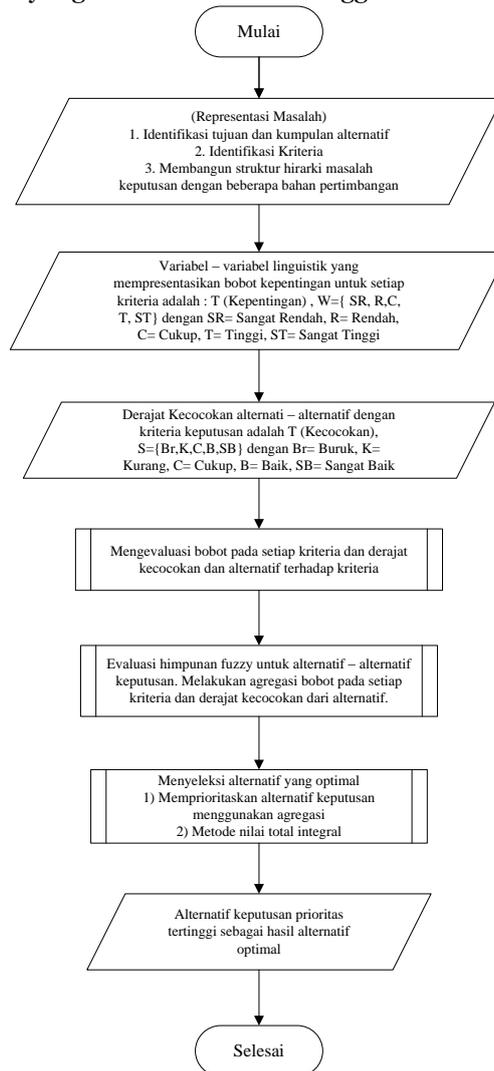
**Tabel 9.** Keputusan

| Nilai                                 | Keterangan                |
|---------------------------------------|---------------------------|
| $0,00 \leq \text{Nilai Akhir} < 0,50$ | Pertimbangan naik pangkat |
| $0,50 \leq \text{Nilai Akhir} < 1,00$ | Layak naik pangkat        |

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Representasi Masalah (Tahap Input Data)**

1. Tujuan keputusan ini adalah menentukan penilaian DP3 pegawai sipil.
2. Ada 3 alternatif pegawai yang diberikan misalnya  $A = \{A_1, A_2, A_3\}$
3. Ada 8 kriteria keputusan yang diberikan dari  $C_1$  hingga  $C_8$ .



**Gambar 11.** Gambar Bagan Alir Fuzzy MCDM [22][28]

**Evaluasi Himpunan Fuzzy dari Alternatif keputusan (Tahap Proses)**

1. Variabel-variabel linguistik yang mempresentasikan bobot kepentingan untuk setiap kriteria adalah  $T(\text{Kepentingan}) W = \{SR, R, C, T, ST\}$  dengan  $SR = \text{Sangat Rendah}$ ,  $R = \text{Rendah}$ ,  $C = \text{Cukup}$ ,  $T = \text{Tinggi}$ ,  $ST = \text{Sangat Tinggi}$ .
2. Sedangkan derajat kecocokan alternatif-alternatif kriteria kecocokan dengan kriteria keputusan adalah  $T(\text{Kecocokan}) S = \{Br, K, C, B, SB\}$  dengan  $Br = \text{Buruk}$ ,  $K = \text{Kurang}$ ,  $C = \text{Cukup}$ ,  $B = \text{Baik}$ ,  $SB = \text{Sangat Baik}$ .
3. Fungsi keanggotaan untuk setiap elemen direpresentasikan dengan menggunakan bilangan fuzzy segitiga sebagai berikut :

Bobot Kepentingan ( $Y_t, Q_t, Z_t$ ) dan Derajat Kecocokan ( $a_1, b_1, c_1$ )

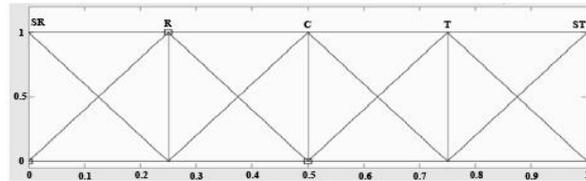
$SR = (0; 0; 0,25)$  dan  $Br = (0; 0; 0,25)$

$R = (0; 0,25; 0,25)$  dan  $K = (0; 0,25; 0,25)$

$C = (0,25; 0,5; 0,75)$  dan  $C = (0,25; 0,5; 0,75)$

$T = (0,5; 0,75; 0,75)$  dan  $B = (0,5; 0,75; 0,75)$

$ST = (0,75; 1; 1)$  dan  $SB = (0,75; 1; 1)$



**Gambar 12.** Bilangan *fuzzy* Rating kepentingan

4. Rating untuk setiap kriteria keputusan yang ditunjukkan Tabel 9 dan derajat kecocokan alternatif terhadap kriteria keputusan yang ditunjukkan pada Tabel 9 diberikan oleh pengambil keputusan.

**Tabel 10.** Rating Keputusan

|           |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Kriteria  | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 |
| Rating K. | ST | T  | ST | T  | ST | T  | C  | C  |

**Tabel 11.** Derajat Kecocokan Alternatif Terhadap Kriteria Keputusan

| Alternatif | Rating Kecocokan |    |    |    |    |    |    |    |
|------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|
|            | C1               | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 |
| A1         | SB               | B  | C  | SB | SB | B  | B  | B  |
| A2         | SB               | B  | B  | B  | B  | C  | SB | C  |
| A3         | SB               | B  | B  | C  | B  | B  | B  | B  |

Bobot Kepentingan ( $Y_t, Q_t, Z_t$ ) dikali dengan Derajat Kecocokan ( $a_1, b_1, c_1$ )

$$\begin{aligned}
 SR &= (0; 0; 0,25) \text{ dan } Br = (0; 0; 0,25) \\
 R &= (0; 0,25; 0,25) \text{ dan } K = (0; 0,25; 0,25) \\
 C &= (0,25; 0,5; 0,75) \text{ dan } C = (0,25; 0,5; 0,75) \\
 T &= (0,5; 0,75; 0,75) \text{ dan } B = (0,5; 0,75; 0,75) \\
 ST &= (0,75; 1; 1) \text{ dan } SB = (0,75; 1; 1)
 \end{aligned}$$

a) Untuk Alternatif  $A_1$

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= \frac{1}{8} (ST*SB) + (T*B) + (ST*C) + (T*SB) + (ST*SB) + (T*B) + (C*B) + (C*B) \\
 &= 0,3046
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= \frac{1}{8} (ST*SB) + (T*B) + (ST*C) + (T*SB) + (ST*SB) + (T*B) + (C*B) + (C*B) \\
 &= 0,6406
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_1 &= \frac{1}{8} (ST*SB) + (T*B) + (ST*C) + (T*SB) + (ST*SB) + (T*B) + (C*B) + (C*B) \\
 &= 0,9062
 \end{aligned}$$

b) Untuk Alternatif  $A_2$

$$\begin{aligned}
 Y_2 &= \frac{1}{8} (ST*SB) + (T*B) + (ST*B) + (T*B) + (ST*B) + (T*C) + (C*SB) + (C*C) \\
 &= 0,2734
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= \frac{1}{8} (ST*SB) + (T*B) + (ST*B) + (T*B) + (ST*B) + (T*C) + (C*SB) + (C*C) \\
 &= 0,5937
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_2 &= \frac{1}{8} (ST*SB) + (T*B) + (ST*B) + (T*B) + (ST*B) + (T*C) + (C*SB) + (C*C) \\
 &= 0,8828
 \end{aligned}$$

c) Untuk Alternatif  $A_3$

$$\begin{aligned}
 Y_3 &= \frac{1}{8} (ST*SB) + (T*B) + (ST*B) + (T*C) + (ST*B) + (T*B) + (C*B) + (C*B) \\
 &= 0,2734
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_3 &= \frac{1}{8} (ST*SB) + (T*B) + (ST*B) + (T*C) + (ST*B) + (T*B) + (C*B) + (C*B) \\
 &= 0,5937
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_3 &= \frac{1}{8} (ST*SB) + (T*B) + (ST*B) + (T*C) + (ST*B) + (T*B) + (C*B) + (C*B) \\
 &= 0,9062
 \end{aligned}$$

5. Mensubsitusikan  $S_{it}$  dan  $W_t$  dengan bilangan fuzzy segitiga ke setiap variabel linguistik ke dalam persamaan, diperoleh nilai kecocokan fuzzy seperti Tabel 12 berikut :

**Tabel 12.** Indeks Kecocokan Fuzzy

| Alternatif     | Rating Kecocokan |        |        |
|----------------|------------------|--------|--------|
|                | Y (a)            | Q (b)  | Z (c)  |
| A <sub>1</sub> | 0,3046           | 0,6406 | 0,9062 |
| A <sub>2</sub> | 0,2734           | 0,5937 | 0,8828 |
| A <sub>3</sub> | 0,2734           | 0,5937 | 0,9062 |

Indeks kecocokan fuzzy untuk alternatif Pegawai 1, Pegawai 2, Pegawai 3 dihitung menggunakan rumus F.

$$F_1 = \frac{1}{2} (\alpha * c + b + (1-\alpha) * a)$$

a)  $F_1 = \frac{1}{2} (0,5 * 0,9062) + 0,6406 + 0,5 * 0,3046 = 0,62304$

b)  $F_2 = \frac{1}{2} (0,5 * 0,8828) + 0,5937 + 0,5 * 0,2734 = 0,5859$

$F_3 = \frac{1}{2} (0,5 * 0,9062) + 0,5937 + 0,5 * 0,2734 = 0,59175$

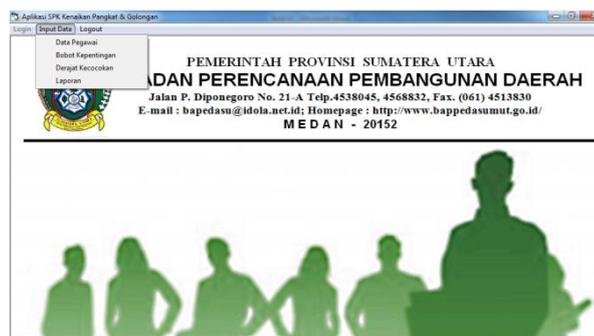
**Selektif Alternatif Optimal (Tahap Output)**

- i. Mensubstitusikan indeks kecocokan fuzzy antara 0 hingga 1, dengan mengambil derajat keoptimisan ( $\alpha$ ) = 0,5 maka akan diperoleh nilai integral yang dihitung dengan rumus sbb :
  - 1. Nilai Total Integral Pegawai 1 = 0,62304
  - 2. Nilai Total Integral Pegawai 2 = 0,5859
  - 3. Nilai Total Integral Pegawai 3 = 0,59175
- ii. Hasil Alternatif Pegawai 1 mempunyai nilai total integral terbesar dan alternatif lainnya layak untuk kenaikan pangkat dan golongan.



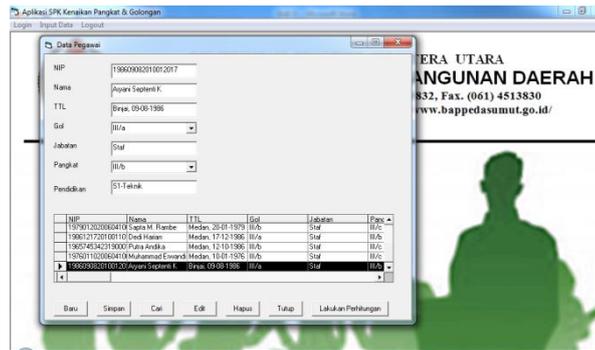
**Gambar 13** Form Menu Login

Menu login akan meminta pengisian untuk username dan password ketika pertama kali login. Terdapat dua tombol pilihan yaitu yes untuk masuk login dan cancel untuk batal login.



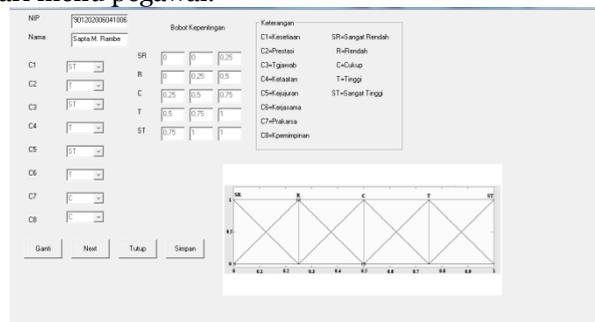
**Gambar 14.** Form Menu Utama

Menu utama terdiri atas menu input data yang termasuk didalamnya data pegawai, input angka rating kecocokan, dan derajat kepentingan dan menu keluar.



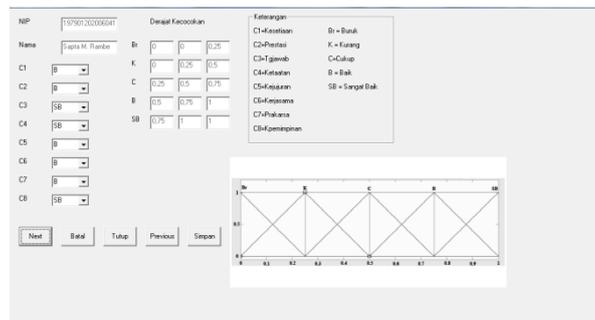
**Gambar 15.** Form Menu Pegawai

Menu pegawai terdiri atas beberapa tombol yaitu menu baru untuk memasukkan data pegawai yang mengusulkan kenaikan pangkat, tombol simpan untuk menyimpan data pegawai, tombol untuk pencarian data pegawai, tombol untuk mengedit data pegawai, tombol untuk menghapus data pegawai dan tombol untuk keluar dari menu pegawai.



**Gambar 16.** Form Menu Bobot Kepentingan

Menu bobot terdiri atas delapan kriteria yang memiliki variabel-variabel linguistik yang mempresentasikan bobot kepentingan untuk setiap kriteria adalah T(Kepentingan) yaitu  $W = \{SR, R, C, T, ST\}$  dengan SR=Sangat Rendah, R=Rendah, C=Cukup, T=Tinggi, ST=Sangat Tinggi.



**Gambar 17.** Form Menu Derajat Kecocokan

Menu derajat terdiri atas delapan kriteria yang memiliki nilai bobot untuk derajat kecocokan alternatif-alternatif kriteria kecocokan dengan kriteria keputusan adalah T (Kecocokan) yaitu  $S = \{Br, K, C, B, SB\}$  dengan Br = Buruk, K = Kurang, C = Cukup, B = Baik, SB = Sangat Baik.



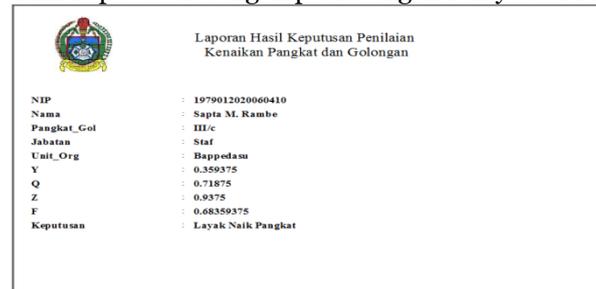
**Gambar 18.** Form Menu Perhitungan

Proses perhitungan fuzzy MCDM diperoleh dari perkalian antara bobot kepentingan dan derajat kecocokan kemudian dibagi dengan delapan kriteria berdasarkan kriteria penilaian DP3 Pegawai Negeri Sipil.



**Gambar 19.** Form Menu Hasil

Menu ini merupakan hasil akhir keputusan dengan perhitungan fuzzy MCDM.



**Gambar 20.** Form Cetak Laporan Hasil

Form ini merupakan cetak laporan data hasil dan keputusan setiap pegawai.

| NIP                | Nama             | Y         | Q         | Z        | E           | Keputusan                 |
|--------------------|------------------|-----------|-----------|----------|-------------|---------------------------|
| 198409212010011006 | Ronyanda Saputra | 0.28125   | 0.59375   | 0.859375 | 0.58203125  | Layak Naik Pangkat        |
| 196574534231900011 | Putra Andika     | 0.296875  | 0.6171875 | 0.890625 | 0.60546875  | Layak Naik Pangkat        |
| 19790120200041006  | Septa M. Rambe   | 0.21875   | 0.515625  | 0.8125   | 0.515625    | Layak Naik Pangkat        |
| 198612172010011013 | Dedi Harian      | 0.1953125 | 0.484375  | 0.8125   | 0.494140625 | Pertimbangan Naik Pangkat |

**Gambar 21.** Cetak Laporan Hasil dan Keputusan.

Form ini merupakan hasil akhir keputusan dengan perhitungan fuzzy MCDM dan laporan data pegawai layak atau pertimbangan kenaikan pangkat dan golongan.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan analisa dan hasil pembahasan program yang telah dilakukan maka penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa :

1. Sistem pengambilan keputusan kenaikan pangkat dan golongan dirancang dengan bahasa pemodelan perancangan sistem dengan UML dan dengan metode Fuzzy MCDM dengan cara sbb :
  - a. Tujuan keputusan ini adalah untuk menentukan penilaian DP3 Pegawai Sipil berdasarkan beberapa alternatif untuk kenaikan pangkat dan golongan.
  - b. Berdasarkan delapan kriteria dari C1 hingga C8 yaitu kesetiaan, prestasi kerja, tanggungjawab, ketaatan, kejujuran, kerjasama, prakarsa dan kepemimpinan.
  - c. Variabel-variabel linguistik yang mempresentasikan bobot kepentingan untuk setiap kriteria adalah T(Kepentingan)  $W=\{SR, R, C, T, ST\}$  dengan SR=Sangat Rendah, R=Rendah, C=Cukup, T=Tinggi, ST=Sangat Tinggi.
  - d. Sedangkan derajat kecocokan alternatif-alternatif kriteria kecocokan dengan kriteria keputusan adalah T(Kecocokan)  $S=\{Br,K,C,B,SB\}$  dengan Br=Buruk, K=Kurang, C=Cukup, B=Baik, SB=Sangat Baik.
  - e. Fungsi keanggotaan untuk setiap elemen direpresentasikan dengan menggunakan bilangan fuzzy segitiga yaitu :  
Bobot Kepentingan ( $Y_t, Q_t, Z_t$ ) dan Derajat Kecocokan ( $a_i, b_i, c_i$ ) dan rating untuk setiap kriteria keputusan.
  - f. Mensubstitusikan indeks kecocokan fuzzy antara 0 hingga 1, dengan mengambil derajat keoptimisan ( $\alpha$ ) = 0,5 dan hasil alternatif Pegawai mempunyai nilai total integral tertinggi layak untuk kenaikan pangkat dan golongan.

2. Sistem pengambilan keputusan kenaikan pangkat dan golongan dibangun dengan bahasa pemrograman Microsoft Visual Basic 6.0 dan Microsoft Access 2007 sebagai databasenya serta menghasilkan laporan cetak dengan menggunakan Crystal Reports 8.5.
3. Sistem pengambilan keputusan kenaikan pangkat dan golongan diimplementasikan dengan melakukan pengujian metode BlackBox terhadap sistem dengan menguji setiap menu yang ada pada sistem pengambilan keputusan kenaikan pangkat dan golongan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Reny Wahyuning, dkk. 2012. *Aplikasi Fuzzy Multi Criteria Decision Making untuk pemilihan dosen terbaik (Studi Kasus : STMIK Nurdin Hamzah)*. STMIK Nurdin Hamzah Jambi.
- Cahyo, Winda Nur dan Wahyuni R. 2009. *Implementasi Fuzzy Multi Criteria Decision Making untuk menentukan peringkat calon penerima beasiswa*. Seminar Nasional Electrical, Informatic's and Educations 2009. Universitas Islam Indonesia dan UGM Yogyakarta.
- Darmawan, Deni. 2012. *Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.
- Darmawan, Deni. 2013. *Sistem Informasi Manajemen*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.
- Hariningsih, SP. 2005. *Teknologi Informasi*. [6]Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Jogiyanto. 2005. *Analisis Desain*. Yogyakarta : \_\_\_\_\_Andi.
- Kadir, Abdul. 2009. *Dasar Perancangan dan Implementasi Database Relational*. Yogyakarta : Andi.
- Kahar, Novhirtamely dan Nova Fitri. 2011. *Aplikasi Metode Fuzzy Multi Criteria Decision Making (FMCDM) untuk optimalisasi penentuan lokasi promosi produk*. SNATI 2011. STMIK Nurdin Hamzah Jambi.
- Kristanto, Harianto. 2004. *Konsep dan Perancangan Database*. Yogyakarta : Andi.
- Kroenke, David M. 2005. *Database Processing, Dasar – dasar, Desain dan Implementasi*. Jakarta : Erlangga.
- Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta : Andi.
- Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. 2006. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Kusumadewi, Sri dan Idham Guswaludin. 2005. *Fuzzy Multi Criteria Decision Making*. Media Informatika, Vol 3 No.1, Juni 2005. Universitas Islam Indonesia.
- Madcoms. 2007. *Seri Panduan Lengkap Microsoft Access 2007*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Nugroho, Adi. 2009. *Rekayasa Perangkat Lunak Menggunakan UML dan Java*. Yogyakarta : Andi.
- Purnomo, Herry, Theo Zacharias. 2005. *Pengenalan Informatika Perspektif Teknik dan Lingkungan*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Rusmawan, Uus. 2007. *Konsep dan Implementasi Visual Basic*. Jakarta : PT. Alex Media Komputindo.
- Sholig. 2006. *Pemodelan Sistem Informasi Berorientasi Objek dengan UML*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Subari, dan Yuswanto. 2008. *Panduan Lengkap Pemrograman Visual Basic 6.0*. Jakarta : Cerdas Pustaka Publisher.
- Sugiarti, Yuni. 2013. *Analisis dan Perancangan UML (Unified Modeling Language) Generated Vb 6*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Suryadi K, Ramdhani MA. 2002. *Sistem Pendukung Keputusan : Suatu wacana struktur idealisasi dan implementasi konsep pengambilan keputusan*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.
- Sutopo, Ariesto Hadi. 2012. *Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pendidikan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Thoha, Miftah. 2010. *Manajemen Kepegawaian Sipil di Indonesia*. Jakarta : Kharisma Putra Utama.
- Turban E. 1990. *Decision Support Systems and Expert Systems*. New Jersey: Prentice Hall. Englewood Cliffs.
- Waluya, Harry. 2003. *Sistem Informasi Komputer Dalam Bisnis*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Whitehorn, Mark dan Bill Marklyn. 2003. *Seluk Beluk Database Relational*. Jakarta : Erlangga.
- Whitten, Jeffery L., dkk. 2004. *Metode Desain dan Analisis Sistem*. Yogyakarta : Andi.
- Wibisono, Dermawan. 2013. *Panduan Penyusunan Skripsi, Tesis, dan Disertasi*. Yogyakarta : Andi
- <http://bappeda.sumutprov.go.id/index.php>

## **MODEL INTEGRASI SISTEM DENGAN PENDEKATAN *SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE* DAN METODE *MODEL VIEW CONTROLLER* PADA PUSAT PENELITIAN PERKEMBANGAN IPTEK LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA**

**Warkim dan Dana Indra Sensuse**

Program Studi Magister Ilmu Komputer, Program Pascasarjana, Universitas Budi Luhur  
Email: xisyah@icloud.com, dana@cs.ui.ac.id

**Abstrak.** *Pengelolaan manajemen dibidang ketatausahaan sebagai salah satu yang mendukung kegiatan dan tugas pokok instansi disebut juga sebagai back office system yang didukung oleh beberapa sistem informasi. Kebutuhan data dan informasi dalam satu sistem informasi tidak bisa dipenuhi oleh satu sumber informasi saja, melainkan diperlukan komposisi dari dua atau lebih sumber data dalam suatu instansi/organisasi. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu arsitektur yang dapat mengatasi integrasi sistem antar sistem informasi yang berbeda. Model arsitektur yang diusulkan dengan pendekatan Service Oriented Architecture (SOA), dan metode Model View Controller (MVC) sebagai model dalam pemrograman (coding). Metode pengembangan SOA yang digunakan menggunakan metode pengembangan sistem Service Oriented Modelling and Architecture (SOMA) yaitu sebuah metode pengembangan perangkat lunak lifecycle untuk mengembangkan solusi berbasis SOA atau solusi dengan menggunakan prinsip berbasis layanan. Penggunaan SOA dikarenakan sifatnya yang loosely coupled (tingkat kebergantungan antar komponen rendah), highly interoperable (mudah dioperasikan), reusable (dapat digunakan kembali), dan interoperability (dapat berkomunikasi antar platform) sehingga menjadikan SOA handal dalam pengembangan dan pengintegrasian informasi. Sedangkan pengembangan aplikasi dibangun menggunakan metode MVC, dikarenakan sistem lebih mudah dirawat dan dikembangkan. Penelitian ini menghasilkan desain arsitektur integrasi sistem antar aplikasi berbasis web service dan prototipe layanan-layanan di bagian tata usaha yaitu layanan kepegawaian, layanan aset, layanan persediaan dan layanan keuangan dengan menggunakan teknologi REpresentational State Transfer (REST).*

**Kata Kunci:** *Service Oriented Architecture, Model View Controller, REpresentational State Transfer, Service Oriented Modelling and Architecture.*

### **PENDAHULUAN**

Perkembangan internet secara signifikan telah membawa pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) ke tingkatan yang lebih tinggi. Melalui jaringan internet, basis data dan aplikasi bahkan sistem informasi terhubung satu sama lainnya membentuk jaringan yang jauh lebih kompleks. Namun demikian pemanfaatan yang optimal dari TIK belum sepenuhnya dapat tercapai. Salah satu penyebab pemanfaatan TIK belum maksimal adalah basis data dan aplikasi dibangun dengan menggunakan *platform* sistem informasi dan data yang berbeda-beda. Akibatnya satu basis data atau sistem informasi belum tentu dapat saling berkomunikasi untuk melayani suatu kegiatan yang sifatnya terpadu. SOA dipilih dikarenakan SOA merupakan metode terbaik dalam konteks integrasi sistem. Sedangkan Metode MVC dipilih dikarenakan perangkat lunak yang dibangun dengan menggunakan metode MVC membagi tanggung jawab menjadi tiga peran utama yang memungkinkan untuk kolaborasi agar lebih efisien sehingga akan lebih mudah dipelihara dan dikembangkan. Penelitian ini menitikberatkan pada arsitektur SOA dan metode MVC dengan mempertimbangkan permasalahan pengintegrasian aplikasi terkait pengelolaan administrasi pada bagian tata usaha.

Berkaitan erat dengan permasalahan maka dilakukan penelitian membuat model integrasi sistem antar aplikasi dengan menggunakan pendekatan SOA, mengidentifikasi layanan-layanan yang diperlukan oleh bagian tata usaha agar sistem informasi yang digunakan dapat saling berkomunikasi serta membuat prototipe sistem terintegrasi dengan menggunakan metode MVC yang bertujuan untuk menjamin integrasi data dan menurunkan ambiguitas informasi. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi *inventory* dan sumberdaya manusia, meningkatkan produktifitas kerja, pengurangan biaya dan pemeliharaan teknologi informasi, *visibility* dan transparansi informasi, serta dapat meningkatkan terciptanya proses baru dan kinerja pegawai pada satuan kerja Pusat Penelitian Perkembangan Iptek Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PAPPIPTEK LIPI).

### **METODE**

Integrasi Sistem informasi yang baik harus melalui proses dengan perencanaan yang matang sesuai dengan kaidah-kaidah yang jelas sehingga dapat menghasilkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan dan teknologi yang diterapkan oleh suatu organisasi. Penelitian integrasi sistem dengan pendekatan SOA dan metode MVC ini dilandasi dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

Andika Agus Slameto (2015), dalam penelitiannya menerapkan integrasi sistem informasi inventaris dengan sistem informasi pelaporan kerusakan laboratorium dengan menggunakan SOA. Mardiana dan Keijiro Araki (2012), dalam penelitiannya mengintegrasikan sistem informasi akademik dengan sistem

informasi antar muka berbasis web dengan menggunakan metode *Model Driven Approach* (MDA) dan SOA, untuk kegiatan pembelajaran memakai aplikasi MOODLE (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning*). Khalifa Mansouri, Bouchaib Riyami, Mohamed Youssfi dan Omar Bouattane (2016), dalam penelitiannya menerapkan *Model Driven Engineering* (MDE) dan *Model Driven Architecture* (MDA) dengan mengintegrasikan layanan-layanan yang tersedia pada perusahaan. Metodologi yang dikembangkan menggunakan metode SOA dengan mengusulkan *layer middleware* yang terdiri dari *Business Process Execution Language* (BPEL) dan *Atlas Transformation Language* (ATL) sebagai arsitektur untuk membangun interoperabilitas antar layanan di perusahaan yang merupakan salah satu bentuk transformasi, integrasi, homogenisasi dan adaptasi layanan. Adi Nugroho dan Khabib Mustofa (2012), dalam penelitiannya membandingkan teknologi *web service* antara java *web service* berbasis SOAP dengan RESTful yang diimplementasikan dalam aplikasi Sistem Informasi Geografis terintegrasi dengan menggunakan format GML yang tersimpan pada basisdata dalam formal XML. Chhikara, J. (2014), dalam penelitiannya menerapkan *framework* berbasis MVC sebagai pola desain dalam pengembangan aplikasi menggunakan HTML5.

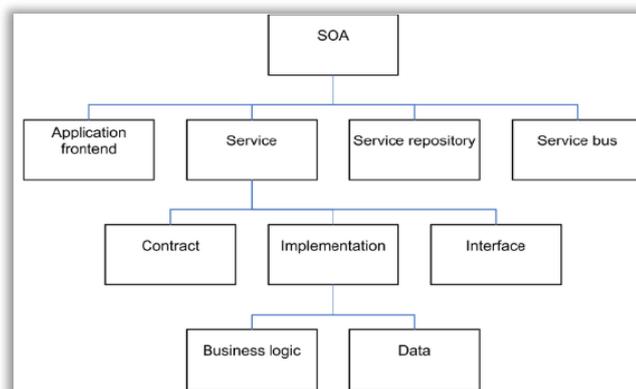
### Integrasi Sistem

Integrasi sistem adalah suatu konsep sistem yang saling berhubungan antara sistem yang satu dengan sistem yang lainnya disesuaikan dengan keperluan. Hal ini sangat bermanfaat untuk keberlanjutan dari suatu sistem informasi yang diperlukan juga oleh sistem yang lainnya atau *output* suatu sistem menjadi *input* sistem yang lainnya. Dalam konteks sistem informasi, sistem terintegrasi (*integrated system*) merupakan sebuah rangkaian proses untuk menghubungkan beberapa sistem informasi maupun aplikasi baik secara fisik maupun secara fungsional. Sistem terintegrasi akan menggabungkan komponen sub-sub sistem ke dalam satu sistem informasi yang menjamin fungsi-fungsi dari sub sistem tersebut sebagai satu kesatuan sistem.

### Service Oriented Architecture

SOA adalah sebuah arsitektur yang bersifat *service oriented*, yaitu arsitektur yang membagi suatu masalah kedalam berbagai *services* kecil yang saling bekerja sama. Dengan menggunakan SOA suatu aplikasi tidak lagi dipandang dari sisi teknologi, data, lingkungan implementasi melainkan dipandang dari *services* yang disediakan. Dengan cara ini suatu aplikasi dapat berkomunikasi dan bekerja sama dengan aplikasi yang lain tanpa memandang teknologi, data, lingkungan implementasi dari aplikasi tersebut. Menurut Pungus R.S mendefinisikan SOA adalah sebuah kerangka kerja untuk mengintegrasikan proses bisnis dan mendukung infrastruktur teknologi informasi dan menstandarisasi komponen-komponen layanan yang dapat digunakan kembali dan digabungkan sesuai dengan prioritas bisnis. SOA bersifat *loosely coupled* (tingkat kebergantungan antar komponen rendah), *highly interoperable* (mudah dioperasikan), *reusable* (dapat digunakan kembali) dan *interoperability* (dapat berkomunikasi antar *platform*).

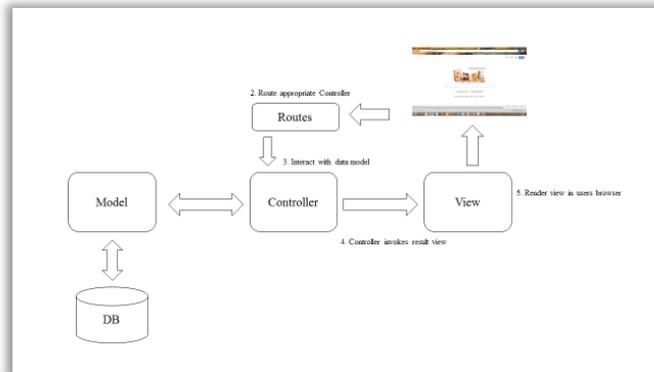
SOA menyediakan cara untuk merencanakan, mendesain dan menyampaikan fungsionalitas teknologi informasi sebagai layanan bisnis yang modular agar bisa memenuhi beberapa persyaratan bisnis yang spesifik. Sebagai arsitektur perangkat lunak yang fungsionalitasnya dikelompokkan menjadi proses bisnis dan dikemas sebagai *interoperable service* atau dapat menggunakan lintas platform, SOA mampu mendeskripsikan bagaimana infrastruktur teknologi informasi dapat membantu pertukaran data/ informasi dari aplikasi-aplikasi yang berbeda guna mendukung suatu proses bisnis yang diinginkan. Gambar 1. menjelaskan struktur hirarki dari SOA, yaitu sebuah arsitektur perangkat lunak yang didasarkan pada konsep-konsep kunci dari sebuah aplikasi *front-end*, *service*, *service repository* dan *service bus*. Sebuah *service* terdiri dari sebuah *contract*, satu atau lebih antarmuka, dan sebuah implementasi yang mencakup data dan *business logic*.



Gambar 1: Struktur Hirarki SOA

### **Model View Controller**

MVC didefinisikan sebagai arsitektur dalam pengembangan perangkat lunak yang memisahkan logika bisnis dari *input* dan presentasi logika yang terkait dengan tampilan antarmuka suatu aplikasi. MVC mengikuti pendekatan yang paling umum dari *layering* yaitu sebuah logika yang membagi kode ke dalam fungsi di kelas yang berbeda. Pendekatan ini mudah dikenal dan yang paling banyak diterima. Keuntungan utama dalam pendekatan ini adalah penggunaan ulang (*reusability*) kode.



Gambar 2: Hubungan antara *Model*, *View* dan *Controller*

### **METODE**

Metode penelitian yang dilakukan menggunakan metode wawancara, dokumentasi dan *participatory observation*. Wawancara merupakan suatu cara dalam pengumpulan data yang digunakan untuk memperoleh informasi langsung dari sumbernya. Dalam metode wawancara terdapat beberapa faktor yang akan mempengaruhi arus informasi dalam wawancara, yaitu: pewawancara, responden, pedoman wawancara, dan situasi wawancara. Sedangkan metode *participatory observation* adalah metode penelitian dimana penulis atau peneliti tersebut ikut serta dalam kegiatan yang berlangsung didalam suatu organisasi.

Metode pengembangan SOA yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengembangan *Service Oriented Modelling and Architecture* (SOMA). Metode SOA ini telah diadaptasi dari banyaknya pengalaman yang dipelajari dari kesulitan dan tantangan yang dihadapi oleh desain awal implementasi proyek SOA. Kunci utama dari tujuan penggunaan pengalaman ini menjadikannya sebagai suatu set peran tugas yang digunakan sebagai panduan dan praktis terbaik dari bidang yang bersangkutan menggunakan orientasi *service*. Metode ini mendefinisikan teknik kunci dan menyediakan tugas perspektif dan mendeskripsikan panduan normatif untuk analisa, desain, implementasi, *testing*, dan pelaksanaan. Mulai dari *service*, komponen, alur, informasi, dan kebijakan dibutuhkan untuk merancang dan membuat solusi SOA yang dapat digunakan kembali (*reusability*) di dalam organisasi. Dengan tujuan mencapai tujuan akhir bisnis dalam menyediakan *service* yang konsisten ketika membuat *service* baru. Instrumen penelitian yang digunakan untuk pengamatan obyek penelitian yaitu menggunakan metode wawancara. Wawancara dilakukan kepada manajemen terkait integrasi sistem pada bagian Tata Usaha. Sedangkan instrumen untuk melakukan pengujian sistem dilakukan dengan metode *Focus Discussion Group* dengan memberikan kuesioner kepada pengguna dalam hal ini pengembang aplikasi.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Analisis Masalah**

Analisis masalah dalam pembahasan penelitian ini dibuat untuk memenuhi kebutuhan pertukaran data/informasi dan integrasi antar aplikasi yang berbeda *platform*, sehingga aplikasi atau sistem informasi yang ada di satuan kerja PAPPITEK-LIPI dapat terintegrasi dan saling berkomunikasi. Lingkup analisis masalah yang akan dituangkan dalam bentuk objektif-objektif yang harus dicapai dalam pertukaran data dan integrasi antar aplikasi yang terdapat di satuan kerja PAPPITEK-LIPI.

#### **Analisis Kebutuhan Pengguna**

Analisis kebutuhan yang memiliki keterkaitan langsung dengan sistem informasi yang akan dibangun. Analisis kebutuhan dalam membangun integrasi sistem ini diperoleh dari hasil wawancara dengan pemangku kepentingan yaitu pengelola sistem informasi, pegawai dan manajemen.

#### **Analisis Service Oriented**

Analisis *Service Oriented* merupakan tahapan untuk menganalisis permasalahan dan mengidentifikasi *service* apa saja yang akan dibangun dan logik apa saja yang akan dienkapsulasi. Tabel 1

mengGambarkan kegiatan yang dalam pengerjaannya menggunakan aplikasi/sistem informasi. Penggunaan sistem informasi tersebut selain terdapat di bagian tata usaha PAPPITTEK LIPI

Tabel 1: Penjabaran Fungsi-fungsi dengan Proses Kerja

| <b>Fungsi</b>                 | <b>Proses Kerja</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pengelolaan Kepegawaian       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelaksanaan analisis dan kebutuhan pegawai</li> <li>- Pelaksanaan urusan mutasi pegawai</li> <li>- Pelaksanaan urusan administrasi jabatan fungsional peneliti dan non peneliti</li> <li>- Penyusunan administrasi pengembangan sumber daya manusia</li> <li>- Pelaksanaan administrasi kehadiran pegawai (ijin, dinas, cuti dan jumlah jam kerja)</li> </ul>               |
| Pengelolaan Administrasi Umum | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelaksanaan urusan pengadaan barang milik negara</li> <li>- Pelaksanaan distribusi barang milik negara</li> <li>- Pelaksanaan inventarisasi barang milik negara</li> <li>- Pelaksanaan pencatatan barang persediaan</li> <li>- Pelaksanaan pendistribusian persediaan</li> <li>- Pelaksanaan pencatatan peminjaman barang milik negara</li> </ul>                           |
| Pengelolaan Keuangan          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penyusunan revisi anggaran</li> <li>- Penyusunan laporan pertanggungjawaban keuangan</li> <li>- Penyusunan realisasi anggaran</li> <li>- Penyusunan pembayaran gaji dan tunjangan jabatan</li> <li>- Penerbitan Surat Perintah Membayar (SPM)</li> <li>- Penerbitan Surat Perintah Pembayaran (SPP)</li> <li>- Penyusunan Surat Perintah Perjalanan Dinas (SPPD)</li> </ul> |

Berdasarkan fungsi-fungsi dan proses kerja yang terdapat dibagian Tata Usaha, perlu adanya dukungan suatu aplikasi yang dapat melancarkan tugas dan fungsi suatu instansi/lembaga. Hasil identifikasi sistem informasi yang berjalan terkait pengelolaan ketatausahaan terdiri dari beberapa aplikasi *desktop* dari Kementerian Keuangan dan aplikasi internal dengan berbasiskan web.

Tabel 2: Sistem Informasi yang Berjalan

| <b>No</b> | <b>Fungsi</b>                    | <b>Sistem Informasi</b>                                                  |
|-----------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1         | Pengelolaan Kehadiran Pegawai    | SIAB (Sistem Informasi Absensi Pegawai)                                  |
| 2         | Pengelolaan Kepegawaian          | SIMPEG (Sistem Informasi Kepegawaian)                                    |
| 3         | Pengelolaan Absensi              | <i>Attendance Management Program (AMP)</i>                               |
| 4         | Pengelolaan Manajemen Aset       | SIMA (Sistem Informasi Manajemen Aset)                                   |
| 5         | Pengelolaan Barang Milik Negara  | SIMAK-BMN (Sistem Informasi Manajemen dan Akuntansi Barang Milik Negara) |
| 6         | Pengelolaan Akuntansi Persediaan | ASAP (Aplikasi Sistem Akuntansi Persediaan)                              |
| 7         | Pengelolaan Persediaan           | SIDIA (Sistem Informasi Persediaan)                                      |
| 8         | Pengelolaan Anggaran             | SIPA (Sistem Informasi Pengelolaan Anggaran)                             |
| 9         | Pengelolaan Anggaran             | RKAKL (Rencana Kerja dan Anggaran Kementerian Negara/Lembaga)            |

Tabel 2. merupakan sistem informasi/aplikasi yang digunakan dalam pengelolaan administrasi yang ada di bagian tata usaha. Pengelolaan administrasi tersebut terdiri dari sub bagian keuangan dan sub bagian kepegawaian & umum. Aplikasi yang digunakan pada sub bagian keuangan meliputi aplikasi SIPA dan RKAKL. Sedangkan aplikasi yang digunakan pada sub bagian kepegawaian dan umum meliputi aplikasi SIAB, SIMPEG, AMP, SIMA, SIMAK BMN, ASAP dan SIDIA. Hubungan keterkaitan sistem informasi yang berjalan dengan proses kerja mengGambarkan bagaimana dukungan aplikasi/sistem informasi yang ada terhadap fungsi kerja pada bagian Tata Usaha PAPPITTEK-LIPI. Dari hasil pemetaan fungsi dan proses kerja terhadap aplikasi yang ada, didapatkan beberapa kandidat layanan-layanan yang terdapat di bagian Tata Usaha, kandidat layanan-layanan tersebut seperti yang terlihat pada Tabel 3.

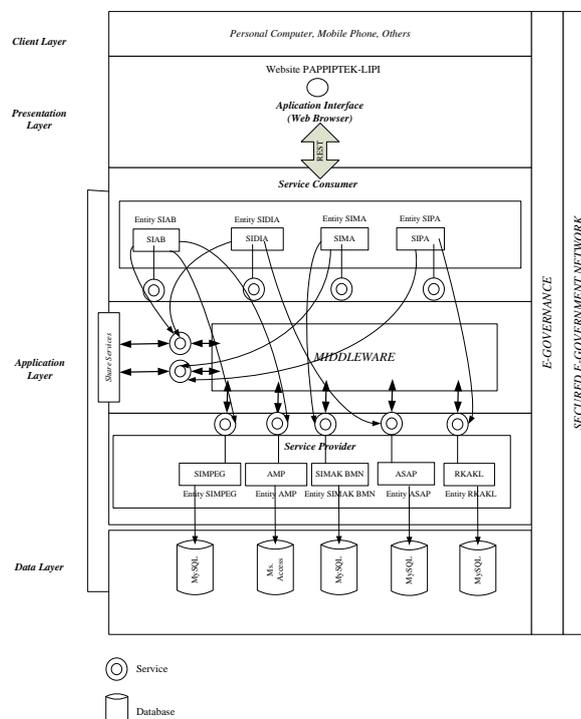
Tabel 3: Matrik Hubungan Proses Kerja dengan Aplikasi berjalan yang berjalan membentuk Kandidat Layanan

| No | Proses Kerja                                          | Aplikasi yang Ada       | Kandidat Layanan    |
|----|-------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|
| 1  | Pelaksanaan administrasi kehadiran pegawai            | SIAB, SIMPEG, AMP, SIPA | Layanan Kepegawaian |
| 2  | Pelaksanaan urusan pencatatan barang milik negara     | SIMAK BMN, SIMA         | Layanan Aset        |
| 3  | Pelaksanaan distribusi barang milik negara            | SIMAK BMN, SIMA         |                     |
| 4  | Pelaksanaan pencatatan peminjaman barang milik negara | SIMAK BMN, SIMA         |                     |
| 5  | Pelaksanaan pencatatan barang persediaan              | ASAP, SIDIA             | Layanan Persediaan  |
| 6  | Pelaksanaan pendistribusian persediaan                | ASAP, SIDIA             |                     |
| 7  | Penyusunan revisi anggaran                            | RKAKL                   | Layanan Keuangan    |
| 8  | Penyusunan laporan pertanggungjawaban keuangan        | RKAKL, SIPA             |                     |
| 9  | Penyusunan realisasi anggaran                         | RKAKL, SIPA             |                     |

Tabel 3. menjelaskan terdapat 9 (sembilan) proses kerja yang memiliki hubungan dengan aplikasi yang ada. Dari sembilan proses kerja tersebut dapat disimpulkan menjadi empat kandidat layanan-layanan yaitu layanan kepegawaian, layanan aset (barang milik negara), layanan persediaan, dan layanan keuangan.

### Model Arsitektur

Penyusunan model arsitektur sistem terintegrasi berdasarkan hasil dari analisis identifikasi kebutuhan layanan-layanan yang diprioritaskan oleh pengguna yang sudah dijelaskan sebelumnya. Model arsitektur sistem terintegrasi dengan pendekatan SOA yang di rancang meliputi beberapa aplikasi yang menjadi prioritas dari hasil analisis kebutuhan pengguna pada bagian tata usaha PAPPIPTEK LIPI. Aplikasi yang menjadi prioritas tersebut meliputi aplikasi SIMPEG, AMP, SIMAK BMN, ASAP, RKAKL sebagai *service provider* sedangkan aplikasi SIAB, SIDIA, SIMA dan SIPA sebagai *service consumer* dalam arsitektur SOA disebut sebagai *application layer*. Model pengembangan arsitektur integrasi sistem dengan pendekatan SOA, seperti pada Gambar 3.

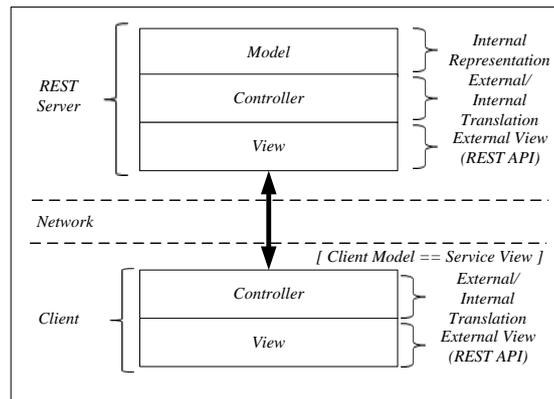


Gambar 3: Model Arsitektur Integrasi Sistem dengan Pendekatan SOA.

Model arsitektur sistem terintegrasi terhadap layanan-layanan yang terdapat pada masing-masing aplikasi akan dirancang dengan menggunakan *web service* dengan dukungan teknologi REST. Teknologi *web service* dengan menggunakan REST mampu menerapkan sebuah strategi yang mengintegrasikan dan mengkomunikasikan aplikasi-aplikasi yang ada didalam suatu instansi. Sisi sederhana yang membuat

menarik dari teknologi REST adalah dapat dibangun dengan menggunakan sedikit *tools*. Selain itu untuk melakukan *testing* terhadap REST *services* dapat dilakukan secara sederhana dengan menggunakan *web browser* tanpa harus melakukan simulasi antara *client* dan *server*.

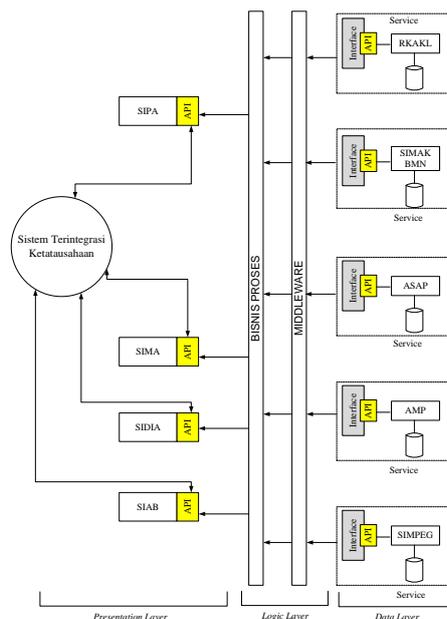
Arsitektur pengintegrasian berorientasi layanan membuat sebuah *level* dari antar muka layanan dapat direpresentasikan secara umum. Data, fungsi dan prosedur yang ada pada suatu aplikasi dapat dengan mudah untuk dibagikan atau digunakan oleh *user* yang membutuhkan dengan merepresentasikannya kedalam sebuah layanan (*web services*). Hal ini sangat mendukung terjadinya *interoperability* antar aplikasi yang terdapat pada suatu organisasi/instansi. Layanan-layanan yang telah dipilih kemudian dibangun *web service* dengan teknologi REST dan metode MVC. Metode MVC yang digunakan untuk membangun *web service* yaitu dengan menggunakan *framework* laravel. Arsitektur REST dengan metode MVC seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4: Arsitektur REST dengan Metode MVC

**Perancangan Service**

Teknologi *web service* menyediakan sebuah cara baru untuk mengijinkan suatu aplikasi yang telah ada dan aplikasi yang baru untuk melakukan transaksi (*interoperate*). Sehingga aplikasi yang baru dapat dikerjakan dengan cepat dan mudah menggabungkan antarmuka kedalam aplikasi-aplikasi yang akan dibangun tersebut. Perancangan *service* sistem terintegrasi yang dibangun berdasarkan hasil analisis model arsitektur SOA yang ditampilkan pada Gambar 6. yang menjelaskan terdapat beberapa aplikasi sebagai *data layer* yaitu RKAKL, SIMAK BMN, ASAP, AMP dan SIMPEG. Sedangkan aplikasi SIAB, SIDIA, SIMA dan SIPA merupakan aplikasi sebagai *presentation layer*.

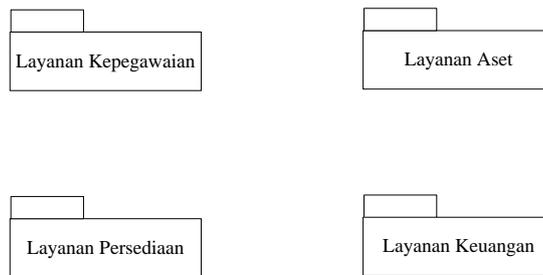


Gambar 5: Konsep Service Integrasi Sistem dengan Pendekatan SOA

### Perancangan *Use Case Layanan*

Perancangan *use case* akan memberikan Gambaran secara umum aksi atau proses bisnis yang berlangsung serta pengguna yang terlibat dalam suatu layanan aplikasi. Penggunaan pemodelan *use case* memfasilitasi pengembang aplikasi dapat menemukan kebutuhan fungsional, membantu mengambarkan lingkup sistem menjadi bagian-bagian yang lebih mudah dimengerti dan dikelola, menyajikan spesifikasi fungsional untuk mendesain antarmuka pengguna dan aplikasi.

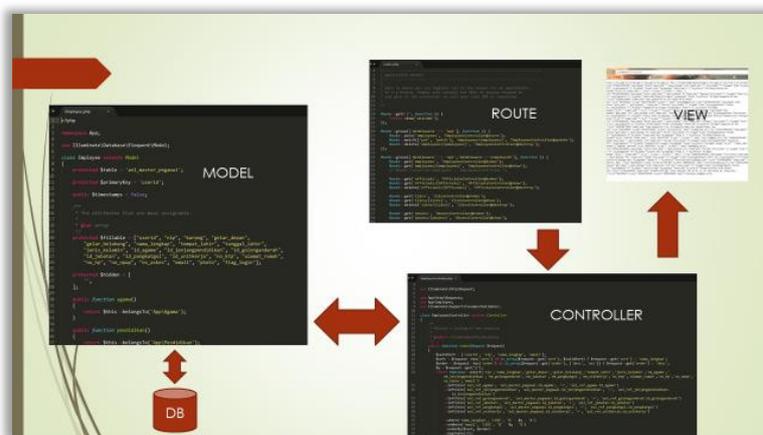
Berdasarkan dari matriks antara proses kerja dengan aplikasi yang ada tersebut dapat dikelompokkan kedalam empat layanan utama yang selanjutnya setiap layanan direpresentasikan kedalam *use case package*. Gambar 6. merepresentasikan layanan utama yang di representasikan kedalam *use case package* pada bagian tata usaha PAPPIPTEK LIPI.



Gambar 6: *Use Case Package* Layanan Utama Ketatausahaan

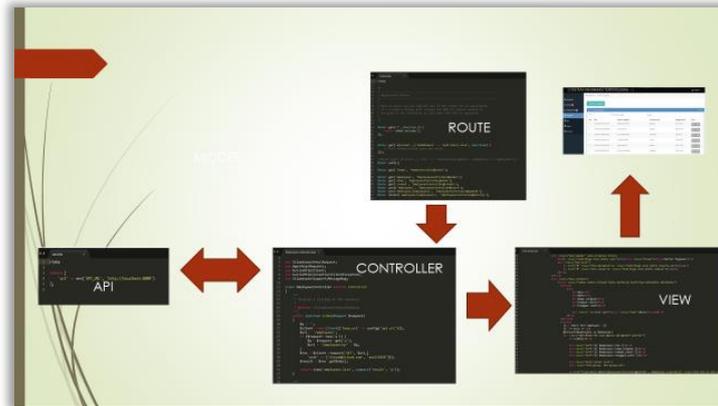
### Konsep MVC Sisi Server

Tahapan pembuatan prototipe ini merupakan *fase development* yaitu menerapkan model arsitektur dengan pendekatan SOA dan metode MVC dengan *framework* Laravel yang menggunakan bahasa pemrograman PHP. Prototipe yang dibangun sesuai dengan kebutuhan dan hasil analisis layanan yaitu prototipe layanan kepegawaian, layanan aset, layanan persediaan dan layanan keuangan. Prototipe yang dibangun terdiri dari dua aplikasi yaitu aplikasi sisi *server* dan sisi *client*, konsep pemrograman pembuatan prototipe berdasarkan metode MVC seperti yang terlihat pada Gambar 18 dan Gambar 19.



Gambar 7: Konsep MVC Sisi *Server*

Konsep MVC dari sisi *server* menggunakan *framework* laravel menjelaskan database diakses dari *Model* kemudian direpresentasikan melalui *controller* untuk dapat ditampilkan ke halaman *browser* (*View*). *Route* dalam *framework* laravel pada prinsipnya hanya masalah *request-response* yaitu menyajikan URL yang diakses kemudian *server* akan memberikan respon. Fungsi *route* dalam *framework* laravel yaitu memetakan URL yang diminta ke bagian kode program tertentu.



Gambar 8: Konsep MVC Sisi Client

Konsep MVC pada sisi *client* data/informasi diakses melalui *web service* (API). Pada sisi *client* data/informasi diakses tidak menggunakan akses database langsung melainkan melalui alamat URL dari *web service*. *Controller* dapat berperan mengakses alamat URL yang diberikan oleh *client* untuk dapat mengakses data /informasi, sebelum ditampilkan ke *browser* melalui *View*.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian ini diperoleh suatu desain arsitektur dan prototipe sistem terintegrasi dengan pendekatan SOA dan metode MVC yang diterapkan pada Pusat Penelitian Perkembangan Iptek Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Hasil model rancangan dalam penelitian ini adalah sebuah arsitektur dengan pendekatan SOA yang dapat diimplementasikan dengan menggunakan teknologi REST yang menghasilkan 4 (empat) buah layanan yaitu layanan kepegawaian, layanan aset, layanan persediaan dan layanan keuangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chhikara, J., 2014, *A Web Architectural Study of HTML5 with MVC Framework*, International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, Volume 3, Issue 12, December 2013, Haryana, India.
- Erl, Thomas. 2007, *Service Oriented Architecture: Principles of Service Design*. New Jersey, Pearson Education, Inc.
- Devi, C.P. ET AL., 2014, *A Model for Information Integration Using Service Oriented Architecture*. I.J. Information Engineering and Electronic Business, June, pp.34-43.
- Dewi, R.K, 2010, *Desain Interoperabilitas Cross-Aplikasi dengan Service Oriented Architecture*, Tesis, MT, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Ghifary, M., Karya, G., 2011, *Pemodelan dan Implementasi Antarmuka Web Service Sistem Informasi UNPAR*, Laporan Penelitian, Universitas Parahiyangan, Bandung.
- Juniati, D.P., Nugroho, L.E., & Nugroho, E., 2014, *Prototipe Layanan Izin Pemanfaatan Ruang menggunakan Service Oriented Enterprise Architecture Framework*, Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI), Yogyakarta, Indonesia.
- Mardiana, Araki, K. 2012, *A Model Driven Approach for the Interoperability of Web Application*, Paper presented to the Korea-Japan Joint Workshop on ICT, Pohang, Korea 20-22 September.
- Mansouri, K., Riyami, B., Youssfi, M., Bouattane, O., 2015, *Model of an Adaptation and Interfacing SOA Middleware for the Information Systems Interoperability*, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Vol. 84 No. 1 107-126.
- Mohammadi, M., Muchtar, M., 2013, *A Review of SOA Modeling Approaches for Enterprise Information Systems*, The 4th International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), Procedia Technology 11 (2013) 794 – 800
- Mohammadi, M., Muchtar, M., 2013, *A Review of SOA Modeling Approaches for Enterprise Information Systems*, The 4th International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), Procedia Technology 11 (2013) 794 – 800.
- Nugroho, A., Mustofa, K., 2012, *Perbandingan Antara BIG Web Service dengan Restful Web Service untuk Integrasi Data berformat GML*, Jurnal Informatika Vol. 11 No. 1, Yogyakarta, Indonesia.
- Paul Pop, D., Altar, A., 2013, *Design an MVC Model of Rapid Web Application Development*, 24<sup>th</sup> DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, Romanian-American University, Bucharest, Romania.

- Pienwittayasakul, C. and Liu, Y., 2014, *Comparative Study on Service Oriented Architecture and Even Driven Architecture*, Prociding of the international Conference on Computing Technology and Information Management, Dubai, UAE.
- Slameto, A.A., 2015, *Penerapan SOA dalam Proses Integrasi Sistem Informasi Inventaris Laboratorium dan Sistem Informasi Laporan Kerusakan Komputer pada Laporan STMIK AMIKOM*, Jurnal Teknologi Informasi, Vol. X, No. 30.
- Stenly R. Pungus. (2008), *Penerapan Service Oriented Architecture Untuk Pengintegrasian Sistem Informasi Perguruan Tinggi Study Kasus di Klabat (UNKLAB) Manado*, Tesis Program Master, Institut Teknologi Bandung.

## APLIKASI KEAMANAN DATA DENGAN PENERAPAN ALGORITMA VIGENERE CIPHER DAN HILL CIPHER

Akim Manaor Hara Pardede; Hotler Manurung dan Dina Filina

STMIK KAPUTAMA, Binjai  
Email: akimmhp@live.com

**Abstrak.** Perkembangan kriptografi terus berlanjut walaupun algoritma yang terkemuka dan dinilai kompleks sudah mulai bisa dipecahkan. Algoritma- algoritma kriptografi klasik seperti Hill Cipher dan Vigenere Cipher pun memiliki kelemahan akan kriptanalisis. Algoritma hill cipher dan vigenere cipher merupakan salah satu metode dari beberapa metode yang digunakan untuk melakukan kerahasiaan data, hill cipher adalah algoritma keamanan data menggunakan perhitungan perkalian matriks, sedangkan vigenere cipher adalah algoritma yang melakukan enkripsi sekaligus sebuah teks yang terdiri dari beberapa huruf. Jika kedua algoritma diatas dikombinasikan dalam sebuah aplikasi keamanan data, maka akan lebih sulit memecahkan sandinya bila dibandingkan dengan hanya menggunakan satu algoritma saja. Penggabungan antara dua algoritma tersebut menjadi sebuah solusi untuk memperkuat algoritma menjadi lebih sulit untuk dapat dipecahkan dan untuk mengecoh kriptanalisis. Filet eks yang telah diamankan menggunakan Algoritma Vigenere Cipher akan diamankan lagi menggunakan Algoritma Hill Cipher. Implementasi sistem menggunakan perangkat lunak Visual Basic.Net 2010. Hasil dari sistem ini berupa file yang ter-enkripsi (cipherfile) yang tidak bisa dimengerti. Kemudian fileteks kembali normal setelah di-dekripsi.

**Kata kunci:** Hill Cipher, Kriptografi, Vigenere Cipher, Visual Basic.Net 2010

### PENDAHULUAN

Dalam sistem keamanan data dikenal sebuah metode enkripsi yang mempunyai kode-kode pengamanan untuk mengacak data dan juga mempunyai kode- kode untuk mengembalikan data yang teracak ke data yang sebenarnya. Enkripsi bisa diartikan dengan chiper atau kode, dimana pesan asli (*plaintext*) diubah menjadi kode-kode tersendiri sesuai metode yang disepakati oleh kedua belah pihak, baik pihak pengirim pesan maupun penerima pesan.

Penelitian yang dilakukan oleh F. Wiwiek Nurwiyati dan Indra Yatini B (Oktober 2013) dengan judul “Enkripsi Dekripsi Data Menggunakan Metode *Stream* Dan *Vigenere Cipher*”. Dengan hasil sebagai berikut: Teknik kriptografi enkripsi dekripsi dengan menggunakan metode *Stream* dan *Vigenere Cipher* dapat melindungi data dimana program akan melakukan proses enkripsi dan deskripsi menggunakan dua kunci yang berbeda satu kunci dibangkitkan dengan karakter *plain text* dan satu lagi di inputkan secara manual.

Algoritma enkripsi akan memberikan hasil yang berbeda tergantung pada kunci yang digunakan. Mengubah kunci dari enkripsi akan mengubah *output* (keluaran) dari algoritma enkripsi. Setelah itu ciphertext kemudian ditransmisikan oleh pengirim. Kemudian akan dilakukan proses dekripsi, yaitu sebuah proses untuk mengembalikan teks yang telah acak menjadi kebentuk semula dengan algoritma dan kunci yang sama. Dalam hal ini dilakukan oleh penerima, sehingga akan kembali menjadi sebuah informasi yang dapat dipahami oleh penerima.

Algoritma *hill cipher* dan *vigenere cipher* merupakan salah satu metode dari beberapa metode yang digunakan untuk melakukan kerahasiaan data, *hill cipher* adalah algoritma keamanan data menggunakan perhitungan perkalian matriks, sedangkan *vigenere cipher* adalah algoritma yang melakukan enkripsi sekaligus sebuah teks yang terdiri dari beberapa huruf. Jika kedua algoritma diatas dikombinasikan dalam sebuah aplikasi keamanan data, maka akan lebih sulit memecahkan sandinya bila dibandingkan dengan hanya menggunakan satu algoritma saja.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun aplikasi keamanan data pada file teks menggunakan algoritma Vigenere Cipher dan Hill Cipher, sehingga menghasilkan suatu sistem yang mampu melindungi data dan merahasiakannya dengan menggunakan algoritma Vigenere Cipher dan Hill Cipher.

### METODE

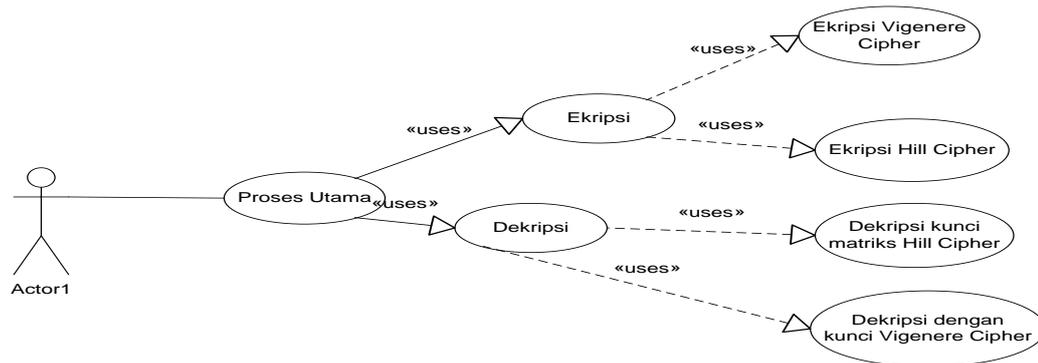
Adapun metodologi penelitian ini dilakukan sebagai berikut :

1. Studi Pustaka tentang algoritma *vigenere cipher* dan algoritma *hill cipher* serata beberapa teknik yang harus dilakukan untuk menggunakan kedua algoritma tersebut dalam kriptografi klasik melalui buku – buku atau jurnal dan situs internet.
2. Implementasi algoritma *vigenere cipher* dan algoritma *hill cipher* ke dalam bahasa pemrograman *Visual Basic. Net 2010*
3. Melakukan revisi perancangan aplikasi program yang mengalami kesalahan (error).

**Perancangan UML (Unified Modelling Language)**

Dalam bagian ini akan dijelaskan untuk mendeskripsikan apa yang harus dilakukan oleh sistem, diGambarkan dalam bentuk *use case* yang bertujuan untuk menunjukkan alur kerja dan proses dari sistem aplikasi yang akan dibuat.

*Use Case Diagram* atau diagram *use case* merupakan pemodelan untuk mengGambarkan kelakuan (*behavior*) sistem yang akan dibuat, diagram *use case* mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih actor dengan sistem yang akan dibuat. Proses yang akan diGambarkan akan berlangsung secara terstruktur. Berikut merupakan Gambaran *use case* diagram untuk sistem yang akan dibangun pada Gambar 1 :



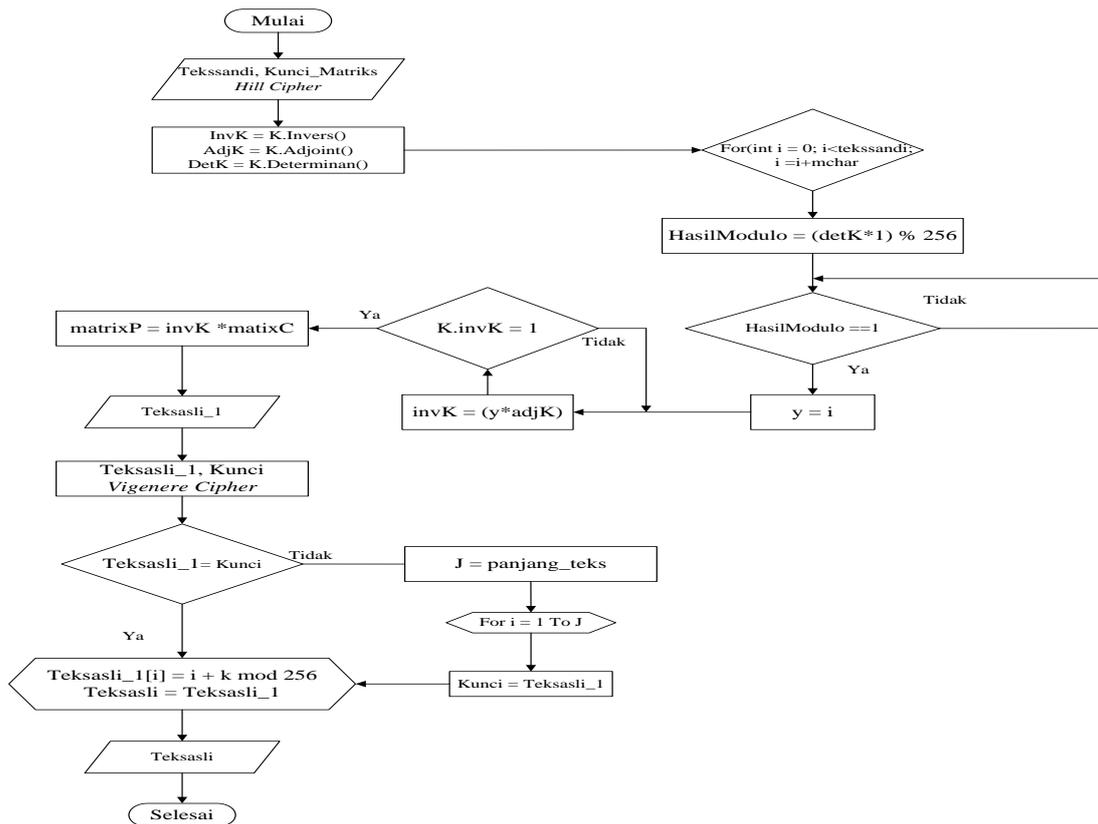
**Gambar 1.** Use Case Diagram Sistem

Gambar 1 menyatakan diagram *use case* sistem kriptografi untuk keamanan file teks. *Use Case* ini menjelaskan mengenai bagaimana proses pengenkripsian dan dekripsi menggunakan kedua algoritma *vigenere cipher* dan *hill cipher*, disini sistem menggunakan dua buah kunci yaitu kunci Poli-alfabetik dan kunci matriks. Untuk menyandikan *filetext* yang ingin di jaga kerahasiaannya.

**Perancangan Sistem**

Dalam merancang sistem pengamanan *filetext* ini penulis menggunakan algoritma *vigenere cipher* dan algoritma *hill cipher* dalam menyelesaikan masalah. Perancangan sistem ini menggunakan bagan alir (*flowchart*) untuk mengetahui bagaimana proses enkripsi dan dekripsi akan dirancang dalam sistem.

Pada proses dekripsi berikut ini dapat dilakukan, apabila pada proses dekripsi *cipherkey* sebelumnya sudah berhasil, maka dapat dilakukan proses dekripsi *cipherfile*. Dari kunci matriks *hill cipher* yang sudah diinputkan, akan dilakukan proses pencarian matriks *adjoint*, matriks determinan, dan matriks inverse dari determinan kunci matriks, jуда inverse dari kunci matriks. Kunci matriks inverse akan dimodulokan dengan jumlah karakter *code ASCII 256*, kemudian setelah diperoleh kunci matriks inverse maka dapat dilakukan proses dekripsi *cipherfile* dengan mengkalikan kunci matriks inverse dengan file yang terenkripsi (*cipherfile*). Berikut merupakan *flowchart* dekripsi *cipherfile* dan *cipherkey* :



**Gambar 3.** Flowchart Dekripsi Filetext Vigenere Cipher dan Hill Cipher

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan Algoritma *Hill Cipher* dan Algoritma *Vigenere Cipher*, penulis mengharapkan dapat mengamankan fileteks dengan aman. Serta dapat membantu dalam menyandikan fileteks. Untuk membuat suatu keputusan perlu diketahui terlebih dahulu kriteria-kriteria yang ada. Dari kriteria-kriteria tersebut kita dapat melakukan proses pengambil keputusan.

Implementasi merupakan kelanjutan dari kegiatan perancangan sistem. Tahap ini merupakan tahap meletakkan sistem supaya siap untuk di operasikan dan dapat dipandang sebagai usaha untuk mewujudkan sistem yang telah di rancang. Langkah-langkah dalam tahap implementasi ini adalah urutan kegiatan awal sampai akhir yang harus dilakukan dalam mewujudkan sistem yang telah di rancang.

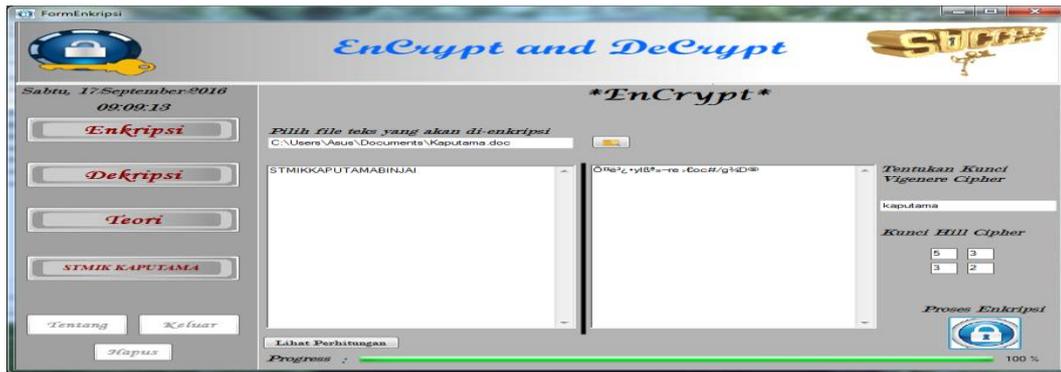
### Pengujian Proses Enkripsi File Dokumen

Pada proses ini *form* enkripsi dapat ditampilkan dengan mengklik *button* Enkripsi pada *form* utama setelah program dijalankan. Sebelum dilakukan proses enkripsi terhadap fileteks maka hal yang pertama dilakukan adalah memilih file yang akan dienkripsi melalui *button* “cari” yang terdapat pada *form*.



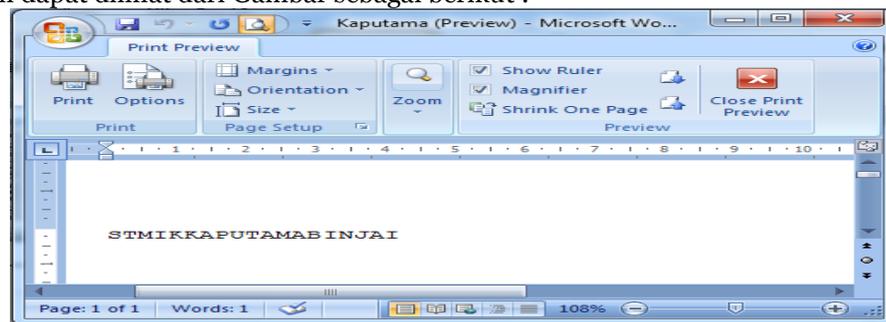
**Gambar 4.** Setelah Proses Pemilihan Dokumen

Setelah file sudah dipilih kemudian lanjutkan proses enkripsi dengan mengisi kunci *vigenere cipher* dan setelah itu klik *button* enkripsi, seperti Gambar berikut ini :

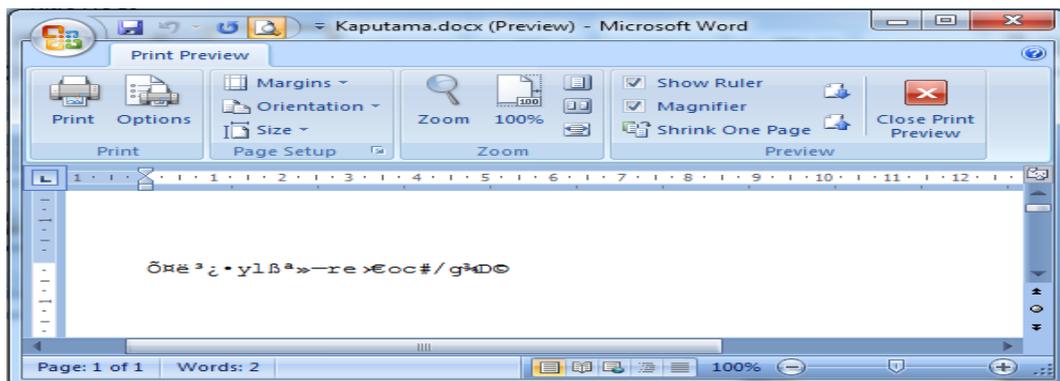


**Gambar 5.** Proses Enkripsi

Hasil pengujian dapat dilihat dari Gambar sebagai berikut :



**Gambar 6.** File .docx Sebelum di Enkripsi



**Gambar 7.** File .docx Setelah di Enkripsi

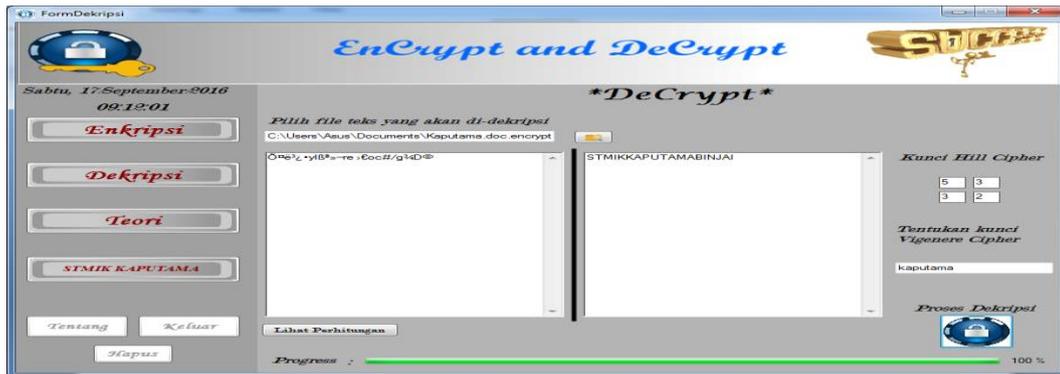
**Pengujian Proses Dekripsi File Dokumen**

Pada proses ini *form* dekripsi dapat ditampilkan dengan mengklik *button* dekripsi yang terdapat pada *form* utama setelah program dijalankan. Sebelum dilakukan proses dekripsi terhadap file, maka hal yang pertama kali dilakukan adalah memilih file yang akan di-dekripsi dengan mengklik *button* “cari” yang terdapat pada *form* dengan ekstensi file .encrypt.

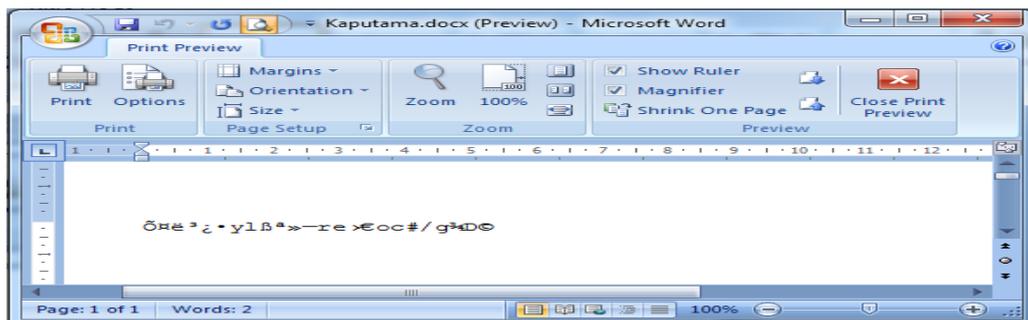


**Gambar 8.** Proses Setelah Pemilihan File Dokumen

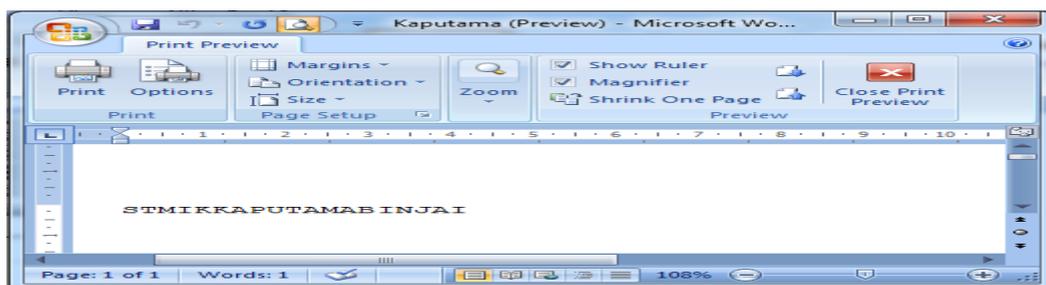
Setelah file sudah dipilih, kemudian lanjutkan proses dekripsi dengan menginputkan kunci *vigenere cipher* dan setelah itu klik *button* dekripsi, seperti Gambar berikut ini :



Gambar 9. Proses Dekripsi



Gambar 10. File .docx Sebelum di Dekripsi



Gambar 11. File .docx Setelah di Dekripsi

Tabel 1. Uji Program (Jumlah Kata yang panjang)

| No | Nama File    | Jumlah Kata | Kunci     | Keterangan                                                          |
|----|--------------|-------------|-----------|---------------------------------------------------------------------|
| 1  | Kriptografi  | 681 kata    | kaputama  | Berhasil                                                            |
| 2  | Visual Basic | 136 kata    | kita1234  | Berhasil                                                            |
| 3  | Enkripsi     | 21 kata     | Kamiiiiii | Gagal ( karena menggunakan kunci dengan huruf berulang-ulang )      |
| 4  | Hill Cipher  | 812 kata    | Binjai    | Gagal ( karena jumlah kata yang digunakan melebihi batas maksimal ) |
| 5  | Vigenere     | 513 kata    | 19092016  | Berhasil                                                            |

Tabel 2. Uji Program Proses Enkripsi

| No | Plainteks                | Kunci     | Cipherteks                          |
|----|--------------------------|-----------|-------------------------------------|
| 1  | Kaputama Binjai          | kamiiiiii | Ô ëS¯ +CE ç³o}□ b                   |
| 2  | ILOVESTMIKKAPUTAMABINJAI | kaputama  | <v_ Ó¹“TY^tÉ□ö, «+~l’Eœd^Ûj• Ûg³⁄D© |
| 3  | Teknik Informatika       | kamikami  | □É¹⁄₂6^×’YJ~ÛGty€:£\¹               |
| 4  | Sekolah Tinggi Manajemen | kakakaka  | Æž”y φ{N•x                          |
| 5  | STMIK                    | 16092016  | 2 ÷{(ñ-Y                            |

**Tabel 3.** Uji Program Proses Dekripsi

| N | Plainteks                         | Kunci    | Cipherteks               | Ket     |
|---|-----------------------------------|----------|--------------------------|---------|
| 1 | Ô ëS¯+CE ç³o}□ b                  | kamiiii  | K©putam© Binj©i          | Gagal   |
| 2 | <v_Ó¹“ÿ^tË□ö, «‡~l’Ëœed^Ûj• Úg³⁄D | kaputam  | ILOVESTMIKKAPUTAMABINJ   | Berhasi |
| 3 | □É¹/₂6^×’ÿJ~ÛGtý€:£\¹             | kamikam  | Teknik Informatika       | Berhasi |
| 4 | ÆŽ”y ç{Ñ•x                        | kakakaka | Sekolah Tinggi Manajemen | Berhasi |
| 5 | 2 ÷{(ñ–ÿ                          | 1609201  | STMIK                    | Berhasi |

**KESIMPULAN**

Setelah melakukan tahap penelitian, perancangan, dan tahap implementasi terhadap pengamanan file dengan sistem kriptografi dimana enkripsi file dengan menggunakan algoritma *Vigenere Cipher* dan algoritma *Hill Cipher* diperoleh kesimpulan bahwa :

1. Kunci yang digunakan untuk mengenkripsi harus sama dengan kunci yang digunakan untuk melakukan dekripsi. Apabila kunci yang diinputkan tidak sama, maka hasil dari dekripsi tidak akan sama dengan *plainfile* semula seperti sebelum dienkripsi.
2. Algoritma *Vigenere Cipher* dan Algoritma *Hill Cipher* digunakan untuk melindungi file berupa file, dalam hal ini penulis masih menguji sebatas file TXT, DOCX dan XLSX.
3. Hasil dekripsi dari *cipherfile* akan menghasilkan *plainfile* yang sama dengan *plainfile* sebelum dienkripsi.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ariyus, 2008. *Pengantar Ilmu Kriptografi: Teori Analisis & Implementasi*. Andi, Yogyakarta.  
 Ariyus, 2006. *Kriptografi Keamanan Data dan Komunikasi*. Andi, Yogyakarta.  
 Kromodimoeljo, 2010 *Teori dan Aplikasi Kriptografi*. SPK IT Consulting,  
 Larry, 2012. *Jurus Kilat Mahir Visual Basic*. Dunia Komputer, Jakarta Timur,  
 Munir, 2006. *Kriptografi*. Informatika, Bandung.  
 Nugroho, 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek dengan Metode USDP*. Andi, Yogyakarta.  
 Pressman, 2012. *Rekayasa Perangkat Lunak (Buku 2)*. Andi, Yogyakarta.  
 Sadikin, 2012. *Kriptografi untuk Keamanan Jaringan*. Andi , Yogyakarta.  
 Sugiarti, 2013. *Analisis dan Perancangan UML Generated VB.06*. Graha Ilmu, Yogyakarta.  
 Yatini B, 2010. *Flowchart, Algoritma, dan Pemrograman menggunakan Bahasa C++ Builder*. Graha Ilmu ,Yogyakarta.

## IMPLEMENTASI ALGORITMA *AFFINE CIPHER* PADA *RECORD* TABEL *DATABASE*

**Suhardi**

Politeknik LP3I, Medan  
Email: ardie06200141@gmail.com

**Abstrak.** Data teks umumnya yang tersimpan di dalam database masih persis sama dengan teks yang ditampilkan sebagai informasi akhir bagi pengguna. Hal ini dapat membantu mempermudah seorang kriptanalis maupun orang lain yang tidak mempunyai hak akses untuk mengetahui secara langsung isi dari database. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir masalah terhadap database tersebut dengan melakukan kegiatan penyandian record table database dengan menggunakan algoritma *Affine cipher*. Pendekatan eksperimental digunakan dalam penelitian ini untuk menguji algoritma *Affine cipher* yang merupakan salah satu algoritma penyandian yang beroperasi berdasarkan kriptografi klasik khususnya dalam teknik substitusi karakter. Setiap karakter akan disubstitusi berdasarkan kunci dan faktor pengali yang telah ditetapkan berdasarkan formula yang berlaku dalam algoritma ini. Algoritma ini melakukan penyandian pada setiap record pada Tabel database dengan penerapan dua kunci. Hal inilah yang mendasari rumitnya pemecahan dari algoritma ini.

**Kata kunci:** Record, Database, Enkripsi, Dekripsi, Algoritma *Affine cipher*

### PENDAHULUAN

Pangkalan data atau *database* merupakan kumpulan banyak data yang tersusun dalam suatu bangunan yang terstruktur dan memiliki kumpulan data (*record*) dari banyak informasi yang bersifat meluas (umum). Artinya, kumpulan informasi yang ada di data kemudian dimasukkan ke dalam satu struktur bangunan sebagai media penyimpanan yang akan digunakan sewaktu-waktu untuk pembacaan data kembali. Begitu banyak *record* yang tersimpan pada *database* masih banyak tampilan akhirnya persis dengan apa yang diinputkan oleh si pengguna. Oleh karena itu, bisa mempermudah jalannya kebocoran data yang ada sehingga menyebabkan kerugian besar bagi instansi tersebut. Dibandingkan dengan file yang bukan *database*, file lain tersebut hanya memiliki struktur binary serta memiliki informasi penting namun tidak memiliki kumpulan data (*record-record*) dan lebih bersifat khusus dalam penggunaannya. Oleh karena itu, file *database* ini bila dilihat dari segi keamanan data maka sangat lebih beresiko bila dibandingkan dengan file lainnya apabila terjadi penyalahgunaan data. Berdasarkan hal di atas dapat dilihat betapa pentingnya file *database* bila dibandingkan dengan file yang bukan *database*.

Salah satu metode dalam keamanan data adalah kriptografi (Sadiki : 2012). Mengamankan data dengan teknik kriptografi merupakan sebuah aktivitas menyembunyikan data asli ke dalam bentuk data yang lain, dalam arti makna pesan tersebut diubah dari data yang bermakna ke data yang tidak bermakna (Munir : 2006). Ada berbagai macam jenis algoritma kriptografi yang sekarang ini telah ada dan sedang dikembangkan, namun yang akan dibahas pada penelitian ini adalah algoritma *Affine cipher*. *Affine cipher* merupakan metode kriptografi yang menggunakan kunci simetris, yang mana kunci yang digunakan untuk melakukan enkripsi sama dengan kunci yang digunakan untuk dekripsi (Juliadi : 2013).

Permasalahan yang akan diuraikan dalam penelitian adalah bagaimana proses enkripsi dan dekripsi pada *record* Tabel *database* dan bagaimana mengimplementasikan algoritma *Affine cipher* untuk mengamankan *record* per *record*nya (row per row) atau pada file *databasenya* secara langsung. Dengan harapan penelitian ini dapat bermanfaat untuk membantu pengguna dalam melakukan pengamanan *database*, sehingga tidak dapat diketahui oleh pihak lain, serta dapat mengetahui bagaimana cara pengamanan *database* dengan algoritma *Affine cipher*.

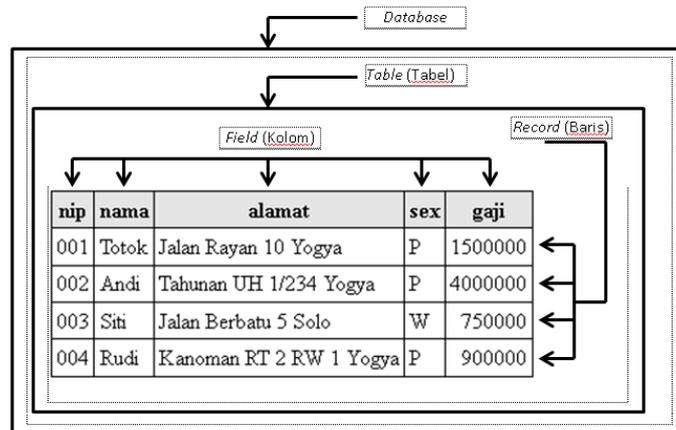
### METODE

**Bahan Penelitian.** Bahan penelitian yang digunakan adalah sebuah Tabel sampel dari sebuah *database*. Tabel tersebut memiliki 5 *field* dan 4 *record* yang dirancang dengan DBMS MySQL. Struktur Tabel sampel tersebut adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.** Struktur Tabel sample tb\_pegawai

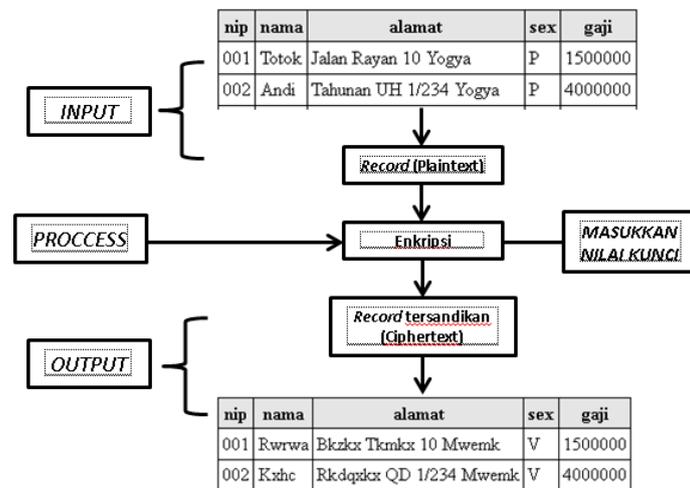
| Nama Field | Tipe Data | Panjang Karakter | Keterangan          |
|------------|-----------|------------------|---------------------|
| nip        | char      | 4                | Nomor Induk Pegawai |
| nama       | varchar   | 30               | Nama Pegawai        |
| alamat     | varchar   | 50               | Alamat              |
| sex        | char      | 1                | Jenis Kelamin       |
| gaji       | integer   | -                | Gaji                |

**Metode Penelitian.** Elemen yang paling dasar dari sebuah *database* diawali oleh beberapa karakter yang membentuk baris (*record*), kemudian *record* ini akan diletakkan ke dalam kolom (*field*) sebagai penampung *record*. Pertemuan antara baris dan kolom disebut item data (data value), table-Tabel yang ada dan dapat dihubungkan (*relationship*) sedemikian rupa dengan menggunakan *field-field* kunci (*key field*), struktur inilah yang akan membentuk sebuah *database*.



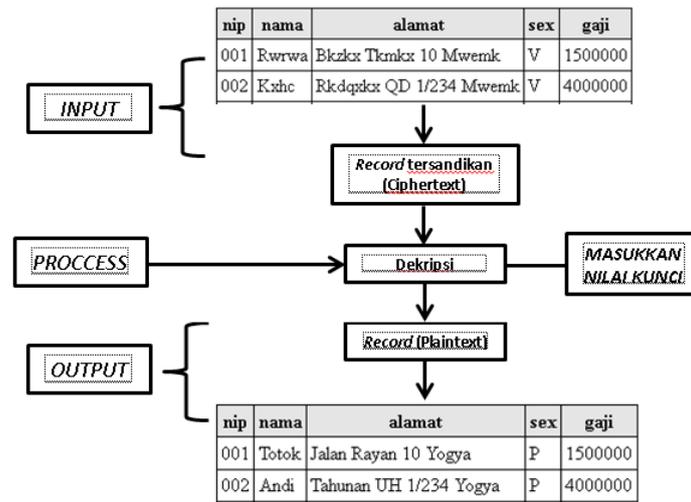
**Gambar 1.** Komponen Pembentuk *Database*.

Pembahasan yang dibahas di dalam penelitian ini adalah proses penyandian *record* Tabel *database*. Proses enkripsi *record* Tabel *database* di dalam penelitian ini disebut penyandian *record* Tabel *database*. Proses penyandian ini dapat dilihat pada model Gambar 5 yang terdiri dari input, proses dan output :



**Gambar 2.** Data Masukan, Proses dan Keluaran Pada Proses Enkripsi *Record* Tabel *Database*.

Dari Gambar 2 dapat kita pahami yang menjadi plainteks dalam proses penyandian (enkripsi) *record* Tabel *database* adalah seluruh *record* table yang belum tersandikan dan untuk proses dekripsi *record* table *database* yang menjadi cipherteks adalah seluruh *record* Tabel yang telah tersandikan, seperti pada model Gambar 3.



**Gambar 3.** Data Masukan, Proses dan Keluaran Pada Proses Dekripsi Record Tabel Database.

**Skema Proses Enkripsi dan Dekripsi Affine cipher.** Affine cipher adalah perluasan dari Caesar cipher, yang mengalikan plaintexts dengan sebuah nilai dan menambahkannya dengan sebuah pergeseran (Munir : 2006). Secara matematis enkripsi plaintexts P menghasilkan ciphertexts C dapat dinyatakan dengan fungsi kongruen sebagai berikut:

$$E(P) = (ax + b) \text{ mod } m \quad (1)$$

Dimana :

m = ukuran alfabet

a = bilangan bulat yang harus relatif prima dengan m (jika tidak relatif prima, maka dekripsi tidak bisa dilakukan).

b = jumlah pergeseran (caesar cipher adalah khusus dari Affine cipher dengan m = 1).

x = plaintexts yang dikonversi menjadi bilangan bulat dari 0 sampai m - 1 sesuai dengan urutan dalam alfabet.

E(P) = ciphertexts yang dikonversi menjadi bilangan bulat dari 0 sampai m - 1 sesuai dengan urutan dalam alfabet.

Sedangkan fungsi dekripsinya dapat dituliskan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$D(x) = a^{-1}(x - b) \text{ mod } m \quad (2)$$

Dimana  $a^{-1}$  adalah invers perkalian a modulus m yang dapat memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$1 = aa^{-1} \text{ mod } m \quad (3)$$

Invers perkalian a hanya ada jika a dan m adalah coprime. Jika tidak maka proses algoritma akan terhenti. Fungsi dekripsi merupakan kebalikan dari fungsi enkripsi yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} D(E(P)) &= a^{-1}(E(P) - b) \text{ mod } m \\ &= a^{-1}(((ax + b) \text{ mod } m) - b) \text{ mod } m \\ &= a^{-1}(ax + b - b) \text{ mod } m \\ &= a^{-1}ax \text{ mod } m \end{aligned} \quad (4)$$

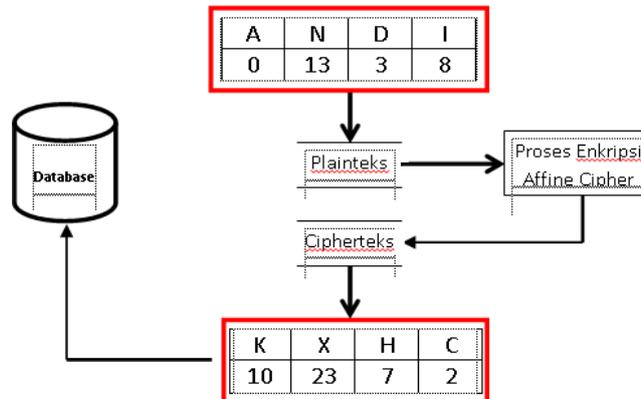
$$D(E(x)) = x \text{ mod } m$$

Contoh konkrit dari kegiatan dimana satu mengenkripsikan dan satu mendekripsikan dimana alfabet akan menjadi huruf A sampai Z dan akan memiliki nilai sesuai dengan Tabel 2 berikut ini

**Tabel 2.** Enkripsi dan Dekripsi

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K  | L  | M  | N  | O  | P  | Q  | R  | S  | T  | U  | V  | W  | X  | Y  | Z  |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |

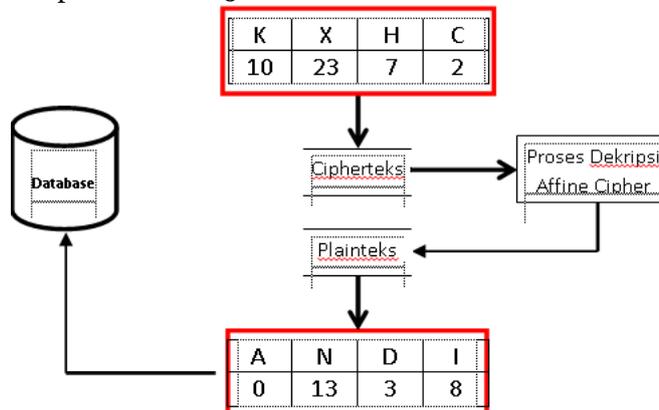
**Proses Enkripsi *Affine cipher*.** Proses enkripsi *Affine cipher* dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Skema Model Proses Enkripsi *Affine cipher*

Dari Gambar 4 dapat kita pahami proses enkripsi algoritma *Affine cipher* diawali dengan mengambil nilai abjad berdasarkan Tabel 2 di atas, abjad dienkripsi berdasarkan nilai kunci tertentu sehingga menjadi abjad hasil proses enkripsi.

**Proses Dekripsi *Affine cipher*.** Proses dekripsi *Affine cipher* merupakan kebalikan dari proses enkripsi *Affine cipher*. Proses dekripsi juga berdasarkan nilai abjad pada Tabel 2 yang kemudian didekripsi berdasarkan nilai kunci yang sama yang dipakai pada proses enkripsi. Apabila tidak menggunakan nilai kunci yang sama maka pesan tersandi tidak dapat kembali ke pesan asli. Proses dekripsi *Affine cipher* dapat dilihat pada Gambar 5



**Gambar 5.** Skema Model Proses Dekripsi *Affine cipher*

Penerapan kunci dalam penelitian ini menggunakan algoritma kunci simetri yaitu kunci yang digunakan pada proses enkripsi sama dengan kunci pada proses dekripsi. Untuk penerapannya kunci yang digunakan adalah dua kunci. Kunci pertama (a) merupakan bilangan bulat yang harus relatif prima (jika tidak relatif prima, maka dekripsi tidak bisa dilakukan). Kunci kedua (b) adalah jumlah pergeseran.

Untuk pendistribusian kunci terhadap proses dekripsi dilakukan dengan memberitahu kepada orang yang akan melakukan pendekripsian *record* Tabel *database*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Proses Enkripsi.** Contoh kasus yang diselesaikan pada penelitian ini akan menjelaskan langkah – langkah proses pengamanan *record* Tabel *database* dengan menggunakan algoritma *Affine cipher*

Plainteks : ANDI

a : 25

b : 10

Sebelum Plainteks dienkrpsi, setiap karakter terlebih dahulu diubah menjadi nilai desimal sesuai dengan Tabel 2 dengan nilai mod 26

|               |   |    |   |   |
|---------------|---|----|---|---|
| Karakter      | A | N  | D | I |
| Nilai Desimal | 0 | 13 | 3 | 8 |

Langkah selanjutnya adalah melakukan proses enkripsi *Affine cipher* sesuai dengan rumus:

$$E(P) = 25 * x + 10 \pmod{26}$$

$$\begin{aligned} x_1=0 &\rightarrow E_1=25*0+10\pmod{26}\rightarrow 10\pmod{26}\rightarrow 10\rightarrow K \\ x_2=13 &\rightarrow E_2=25*13+10\pmod{26}\rightarrow 335\pmod{26}\rightarrow 13\rightarrow X \\ x_3=3 &\rightarrow E_3=25*3+10\pmod{26}\rightarrow 85\pmod{26}\rightarrow 7\rightarrow H \\ x_4=8 &\rightarrow E_4=25*8+10\pmod{26}\rightarrow 210\pmod{26}\rightarrow 2\rightarrow C \end{aligned}$$

Cipherteks : KXHC

**Proses Dekripsi.** Pada proses ini akan dijelaskan langkah – langkah dalam mengembalikan cipherteks menjadi plainteks.

Cipherteks : KXHC

a : 25

b : 10

Mula – mula hitung  $a^{-1}$  yaitu  $25^{-1} \pmod{26}$

Dengan memecahkan  $25 * x \pmod{26} = 1$

Solusinya:  $x = 25 \pmod{26}$  sebab  $25 * 25 = 625 ; 625 \pmod{26} = 1$

$$\text{Jadi } D = 25(x-10)\pmod{26}$$

$$\begin{aligned} x_1=10 &\rightarrow D_1=25(10-10)\pmod{26}\rightarrow 0\pmod{26}\rightarrow 0\rightarrow A \\ x_2=13 &\rightarrow D_2=25(13-10)\pmod{26}\rightarrow 65\pmod{26}\rightarrow 13\rightarrow N \\ x_3=7 &\rightarrow D_3=25(7-10)\pmod{26}\rightarrow -75\pmod{26}\rightarrow 3\rightarrow D \\ x_4=2 &\rightarrow D_4=25(2-10)\pmod{26}\rightarrow -200\pmod{26}\rightarrow 8\rightarrow I \end{aligned}$$

Plainteks : ANDI

## KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa terhadap penerapan algoritma *Affine cipher* pada penyandian *record database*, maka penulis menarik kesimpulan; Algoritma *Affine cipher* melakukan proses penyandian pada setiap *record* dari Tabel *database* yang terpilih. Penerapan penyandian *record* Tabel *database* dengan menggunakan algoritma *Affine cipher* diawali dengan penentuan nama *database* dan pemilihan Tabel yang telah memiliki *record* yang akan disandikan. Masing-masing *record* pada Tabel yang dipilih akan disandikan berdasarkan algoritma *Affine cipher* yang telah tersedia didalam aplikasi yang telah dibuat. Masing-masing *record* tersebut akan di update dan menggantikan *record* Tabel yang lama dengan melakukan eksekusi perintah *MySQL*. Kontrol yang dapat mengakses *database* merupakan salah satu control yang sangat penting dalam proses penyandian *record* table *database*, menampilkan nama-nama Tabel, nama-nama *field* dan urutan *record* dari *database* yang diakses, pengaturan kunci akan sangat penting dengan tujuan memberikan kebebasan kepada pengguna memilih Tabel, *field*, *record* yang akan disandikan dan kunci yang akan digunakan dalam proses penyandian.

Untuk nilai kunci di dalam penelitian ini menggunakan algoritma kunci simetri, untuk penerapannya kunci yang digunakan adalah dua kunci. Kunci pertama (a) merupakan bilangan bulat yang harus relatif prima (jika tidak relatif prima, maka dekripsi tidak bisa dilakukan). Kunci kedua (b) adalah jumlah pergeseran.. Untuk serangan dengan algoritma mampu menjamin Ciphertext-only attack dengan teknik Analisis frekuensi tidak lagi dapat digunakan. Cipherteks hasil enkripsi sudah tidak memiliki frekuensi yang bersesuaian dengan plainteks. Sehingga teknik analisis frekuensi tidak cocok lagi digunakan untuk menyerang algoritma ini. Menjamin *Knownplainteks attack* sulit untuk dilakukan

## DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, O. dan Shefiu, G.O, 2012. An Improved Caesar Cipher (ICC) Algorithm, *International Journal of Engineering Science & Advanced Technology*, Volume 2, Issue-5.: 1199-1202
- Ariyus, D, 2008. Pengantar Ilmu Kriptografi Teori, Analisis, dan Implementasi, Edisi I, *Andi*, Yogyakarta.

- Hadi, A, 2011. Rancang Bangun Sistem Pengamanan Dokumen pada Sistem Informasi Akademik Menggunakan Digital Signature dengan Algoritma Kurva Eliptik, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Herryawan, I. P, 2010. Aplikasi Keamanan Data Menggunakan Metode Kriptografi Gost, *Jurnal TSI*, Vol. 1 No. 2.
- Juliadi and dkk, 2013. Kriptografi Klasik Dengan Metode Modifikasi Affine Cipher Yang Diperkuat Dengan Vigenere Cipher, *Buletin Ilmiah Matematika Statistik*, vol. 2, no. 2, pp. 87 - 92.
- Kristanto, A, 2003. Keamanan Data pada Jaringan Komputer, Edisi Pertama, *Gava Media*, Yogyakarta.
- Munir, R, 2006. Kriptografi, Edisi I, *Informatika*, Bandung.
- Sadiki, R, 2012. Kriptografi Untuk Keamanan Jaringan, Edisi I, *Andi*, Yogyakarta.
- Septiarini, A dan Hamdani, 2011. Sistem Kriptografi untuk Text Message Menggunakan Metode Affine, *Jurnal Informatika Mulawarman*, Vol 6 No. 1.
- Wirdasari, D, 2008. Prinsip Kerja Kriptografi dalam Mengamankan Informasi, *Jurnal Saintikom*, Vol.5 No. 2.

## INFRASTRUKTUR SISTEM INFORMASI MURAH BERBASIS CLOUD DENGAN SAAS DI UNIVERSITAS PRIMA INDONESIA

**Abdi Dharma; Mardi Turnip dan Siti Aisyah**

Universitas Prima Indonesia, Medan  
Email: abdidharma@unprimdn.ac.id

**Abstrak.** Pengembangan sistem informasi terkomputerisasi terletak pada dua masalah dasar, yaitu masalah perangkat keras dan perangkat lunak. Masing - masing perangkat tersebut membutuhkan tenaga sumber daya manusia dengan keahlian khusus dalam implementasinya. Selain itu, masalah kedua yang menjadi kendala yaitu masalah pembiayaan, terutama pembiayaan perangkat keras. Pembiayaan sebuah perangkat keras server membutuhkan biaya yang tidak sedikit dan umumnya menyentuh angka fantastis dalam implementasinya, serta juga membutuhkan teknisi operasional dengan keahlian khusus yang harus mengawasi operasional harian server tersebut selama 24 jam tanpa berhenti, ditambah lagi biaya perawatan yang mungkin timbul dalam menjalankan operasional server tersebut. Seiring dengan perkembangan teknologi, masalah pembiayaan pada server bisa diminimalisir dengan menggunakan teknologi cloud computing. Dalam makalah ini, diperkenalkan infrastruktur sistem informasi berbasis cloud dengan menggunakan Software as a Service (SaaS) yang sudah diterapkan di Universitas Prima Indonesia mulai tahun 2012 sampai dengan sekarang, dengan hasil penghematan pembiayaan yang sangat signifikan.

**Kata kunci:** Cloud Computing, Software As A Service, Infrastruktur Sistem Informasi

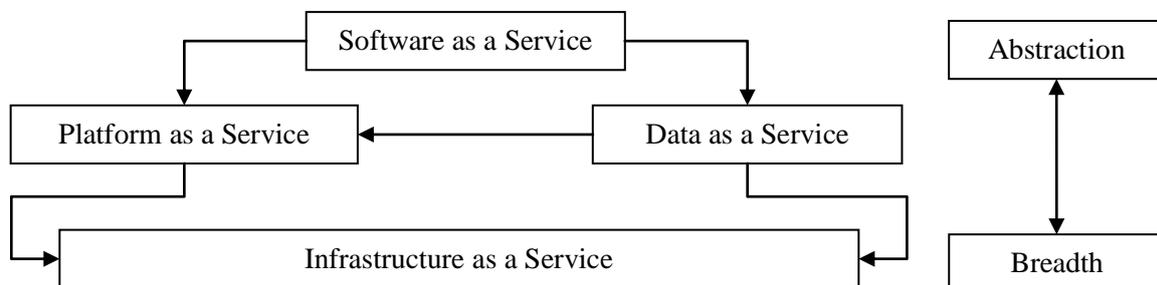
### PENDAHULUAN

Mengembangkan sebuah sistem informasi terkomputerisasi merupakan sebuah keharusan dalam sebuah organisasi, dikarenakan kemajuan jaman teknologi informasi memungkinkan untuk menerapkan sistem informasi terkomputerisasi baik dalam skala kecil maupun skala besar. Dalam mengembangkan sebuah sistem informasi terkomputerisasi, salah satu sisi yang memakan biaya yang cukup banyak adalah sisi hardware, dan juga sisi sumber daya manusia yang menjaga keutuhan sisi hardware tersebut. Dengan adanya teknologi *cloud computing*, menimbulkan pertanyaan, apakah teknologi tersebut dapat menggantikan sisi hardware dan juga sumber daya manusia yang menjaganya, dan apakah efisiensi biaya dalam penggunaan layanan *cloud computing* bisa ditekan sehingga lebih murah.

Istilah *cloud* sendiri mengacu kepada lingkungan teknologi informasi yang berbeda - beda satu sama lainnya yang dirancang dengan tujuan untuk bisa dikendalikan dari jarak jauh, menggunakan sumber daya yang terukur dan juga bisa untuk dikembangkan lebih jauh. Istilah tersebut asalnya berasal dari metafora kata *internet*. Definisi dari *cloud* adalah himpunan sumber daya teknologi informasi yang terdesentralisasi dan bisa diakses dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan komputer. Sebelum istilah *cloud computing* diformalisasikan oleh industri teknologi informasi, simbol Gambar "awan" dulunya umum digunakan untuk merepresentasikan istilah *internet*. (Erl et al, 2013)

Pembagian *cloud computing* berdasarkan arsitekturnya (Hassan, 2011) dapat dibagi menjadi empat lapisan, yaitu lapisan *Infrastructure as a Service* (IaaS), lapisan *Platform as a Service* (PaaS), lapisan *Data as a Service* (DaaS) dan lapisan *Software as a Service* (SaaS).

Berdasarkan Gambar 1, arsitektur dari Cloud Computing dapat digambarkan dalam bentuk piramid, yang terdiri dari lapisan bawah sampai ke atas, dimana makin ke bawah, makin luas (*breadth*), dan makin keatas makin kecil lingkungnya (*abstraction*).



**Gambar 1.** Arsitektur Cloud Computing

Definisi dari *Software as a Service* (SaaS) mengacu kepada himpunan aplikasi perangkat lunak yang tersedia dalam sebuah server komputer dan disediakan dalam bentuk layanan jasa. Aplikasi SaaS umumnya disediakan melalui layanan web, dalam artian aplikasi tersebut bisa diakses dengan menggunakan komputer apapun tanpa perlu menginstalasi aplikasi tertentu, dan umumnya menggunakan web browser untuk mengakses layanan SaaS. Layanan SaaS umumnya ditawarkan dalam

bentuk *subscription - based pricing* per bulan atau per tahun, dan juga dalam bentuk *licensed per user* dalam layanannya (Kumar, 2014)

Keuntungan menggunakan layanan SaaS bagi organisasi pengguna berupa biaya yang murah, pengembangan yang bisa dilakukan jarak jauh tanpa perlu menyediakan lokasi khusus, desentralisasi, mudah dikustomisasi, dan peningkatan pembiayaan yang berdasarkan kebutuhan, adapun kerugian menggunakan layanan SaaS salah satunya berupa masalah koneksi jaringan yang membutuhkan koneksi yang stabil, kuat dan bisa diandalkan, dan yang kedua, masalah keamanan dikarenakan sebuah layanan SaaS umumnya dibagi kepada beberapa pengguna, dan masalah *load balancing* dari server layanan SaaS untuk menyamaratakan sumber daya server (Kumar, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana perbandingan perbedaan harga dalam pengembangan sebuah sistem informasi dengan menggunakan *Software As A Service* yang berbasis *Cloud Computing* dengan implementasi hardware secara fisik.

## METODE

Untuk mengembangkan sebuah sistem informasi terkomputerisasi, diperlukan bahan berupa server, dan server sendiri dapat dibagi menjadi *Main Server* dan *Support Server*.

*Main Server* atau server utama, dapat dibagi sebagai berikut: *Web Server*, *Application Server*, *Database Server*, *Asset Server*, *Domain Name Server*, dan *Mail Server*.

Selain *main server*, juga diperlukan beberapa *support server* atau server pendukung, sebagai berikut: *Analytic Server*, *Monitoring Server*, *Bug Tracking Server*, *Backup Server*, dan *Source Control Server*.

**Web server** adalah sebuah komputer yang berfungsi untuk memproses permintaan (*request*) melalui *Hyper Text Transfer Protocol*, yaitu bagian dari *TCP/IP Network Protocol* yang berfungsi untuk mendistribusikan informasi dalam *World Wide Web*.

**Application Server** adalah sebuah kerangka kerja perangkat lunak yang menyediakan fasilitas untuk menjalankan aplikasi web yang merupakan bagian dari kerangka *Web Server*.

**Database Server** adalah sebuah aplikasi komputer yang bertugas untuk mengatur layanan pangkalan data yang dibutuhkan oleh komputer, sesuai dengan skema yang diatur dalam model *client-server*.

**Asset Server**, dalam ilmu komputer, didefinisikan juga sebagai *file server* adalah sebuah komputer yang tersambung dalam jaringan komputer dengan tujuan utama menyediakan file - file berupa file dokumen, suara, Gambar, dan sebagainya yang bisa diakses oleh komputer lain. Sebuah *asset server* umumnya hanya menyimpan file, dan tidak diperuntukan untuk memproses tugas - tugas komputasi dan juga tidak menjalankan aplikasi - aplikasi khusus lainnya.

**Domain Name Server** adalah sebuah komputer yang bertugas untuk mengatur layanan jaringan komputer, dengan menyediakan fasilitas untuk merespon (*respond*) permintaan (*request*) layanan (*query*) dari kumpulan layanan servis (*directory service*). Umumnya server ini bertugas untuk menterjemahkan permintaan dari pengguna ke dalam internal sistem itu sendiri berdasarkan protokol - protokol komunikasi yang ada.

**Mail server** adalah sebuah aplikasi yang bertugas untuk melayani transaksi pengiriman dan penerimaan surat elektronik (*electronic mail / email*) dalam sebuah jaringan, dan umumnya berupa jaringan internet.

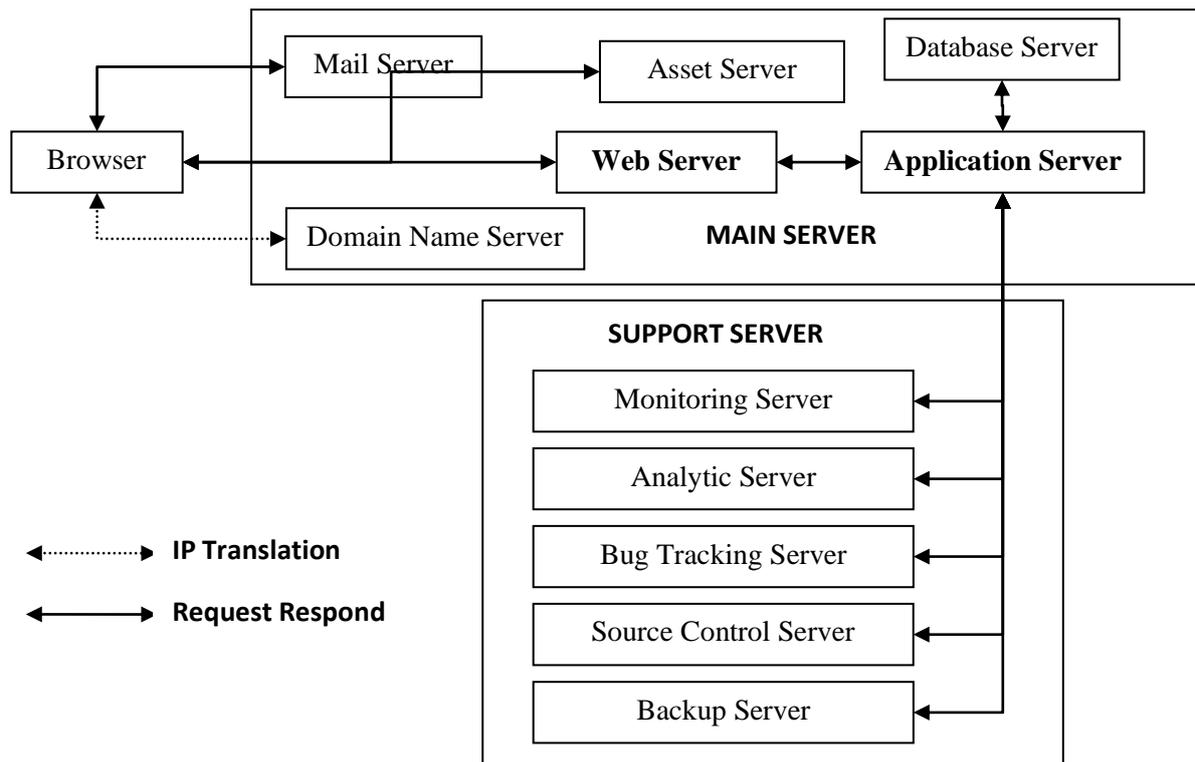
**Analytic Server** adalah aplikasi yang berfungsi untuk mengukur, mengoleksi, menganalisis dan melaporkan data dalam sebuah situs web dengan tujuan untuk dapat mengerti dan mengoptimisasi penggunaan web tersebut agar lebih efisien.

**Monitoring Server** adalah aplikasi yang bertugas untuk mencoba dan menverifikasi apakah pengguna bisa sukses berinteraksi dengan situs web sesuai dengan yang diharapkan atau tidak, dan monitoring paling dasar yang dilakukan dapat berupa: waktu hidup (*uptime*), performa akses.

**Bug Tracking Server** adalah sebuah aplikasi yang berfungsi untuk melacak timbulnya sebuah kesalahan yang mungkin terjadi dalam aplikasi di situs web kita, baik kesalahan yang disengaja maupun kesalahan yang tidak disengaja yang mungkin timbul.

**Backup Server** adalah sebuah aplikasi yang bertugas untuk melakukan proses *backup* terhadap keseluruhan data pada layanan server kita dengan tujuan untuk menghindari kemungkinan kerusakan yang mungkin terjadi, dan umumnya proses backup dilakukan secara terjadwal yang diatur dalam *Application Server*.

**Source Control Server** adalah aplikasi yang bertugas untuk mengatur kode sumber dari aplikasi yang digunakan dalam satu aplikasi yang terdesentralisasi, sehingga bisa diakses oleh beberapa programmer sekaligus.



**Gambar 2.** Skema Interaksi Main Server dan Support Server

Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa pusat dari interaksi tersebut terletak pada Web Server dan Application Server, dimana *Web Server* merupakan gerbang awal, sedangkan *Application Server* merupakan pusat dari seluruh interaksi yang terjadi. Browser akan melakukan interaksi langsung dengan *Domain Name Server* pada awal komunikasi dengan tujuan untuk mendapatkan terjemahan *IP Address* dari *Web Server* yang akan kita tuju, dan untuk selanjutnya browser akan berinteraksi langsung dengan *Web Server* dan *Asset Server*.

**Universitas Prima Indonesia** adalah sebuah perguruan tinggi swasta yang terletak di kota Medan, Sumatera Utara, dan mulai berdiri pada tahun 2001 dengan cikal bakal awal berupa Sekolah Tinggi Kesehatan Prima Husada dengan fokus pada program studi keperawatan dan kebidanan. Pada tahun 2005, berdirilah Universitas Prima Indonesia, dengan keputusan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia, Nomor: 151/D/O/2005 yang menggabungkan beberapa sekolah tinggi yang ada menjadi sebuah universitas. Sampai tulisan ini dibuat Universitas Prima Indonesia mempunyai 10 fakultas, dan 25 program studi.

Sistem Informasi Akademik di Universitas Prima Indonesia dikembangkan mulai pada awal tahun 2012, oleh bagian Pusat Sistem Informasi dengan perencanaan awal langsung menggunakan sistem berbasis *cloud computing*.

Metode penelitian dilakukan dengan melihat historis pengembangan sistem informasi akademik Universitas Prima Indonesia dalam menggunakan layanan SaaS, serta membuat perbandingan asumsi biaya antara penggunaan layanan SaaS dan tanpa layanan SaaS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, penggunaan SaaS di Universitas Prima Indonesia dapat diuraikan dalam Tabel 1, dimana pada Tabel tersebut, tertulis aplikasi SaaS yang digunakan dalam setiap lapisan server yang ada. Pada lapisan Web, Application dan Database Server, implementasinya menggunakan layanan yang sama, dikarenakan untuk efisiensi apabila skala masih kecil, maka tiga server tersebut dapat digabung dalam satu server. Sedangkan untuk Monitoring dan Analytic server, untuk efisiensi, juga digunakan satu layanan yang sama.

**Tabel 1.** Daftar Layanan SaaS Yang Digunakan

| No. | Server         | SaaS          | Laman Situs              |
|-----|----------------|---------------|--------------------------|
| 1   | Domain Name    | DNS Made Easy | http://dnsmadeeasy.com   |
| 2   | Web            | Linode        | http://linode.com        |
| 3   | Application    | Linode        | http://linode.com        |
| 4   | Database       | Linode        | http://linode.com        |
| 5   | Asset          | AWS S3        | http://aws.amazon.com    |
| 6   | Mail           | G Suite       | http://gsuite.google.com |
| 7   | Monitoring     | GetClicky     | http://getclicky.com     |
| 8   | Analytic       | GetClicky     | http://getclicky.com     |
| 9   | Bug Tracking   | Rollbar       | http://rollbar.com       |
| 10  | Source Control | Github        | http://github.com        |
| 11  | Backup         | Dropbox       | http://dropbox.com       |

Daftar layanan SaaS yang ada pada Tabel 1 merupakan daftar layanan yang digunakan oleh Pusat Sistem Informasi Universitas Prima Indonesia dalam kurun waktu 3 tahun, dari 2012 sampai dengan tahun 2015. Dengan menggunakan daftar layanan SaaS pada Tabel 1, diasumsikan biaya penyewaan layanan SaaS dalam hitungan per tahun disajikan dalam Tabel 2, dan didapat hitungan selama 10 tahun membutuhkan biaya kurang lebih 148 juta.

**Tabel 2.** Daftar Asumsi Biaya SaaS

| No. | SaaS                        | Asumsi Biaya Per Tahun Dalam Dolar | Asumsi Biaya Per Tahun Dalam Rupiah ( Kurs 13.000 ) |
|-----|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1   | DNS Made Easy               | \$ 29,95                           | 389.350                                             |
| 2   | Linode                      | \$ 120                             | 1.560.000                                           |
| 3   | AWS S3                      | \$ 36                              | 468.000                                             |
| 4   | G Suite                     | \$ 60                              | 780.000                                             |
| 5   | GetClicky                   | \$ 119,88                          | 1.558.440                                           |
| 6   | Rollbar                     | \$ 588                             | 7.644.000                                           |
| 7   | Github                      | \$ 84                              | 1.092.000                                           |
| 8   | Dropbox                     | \$ 99                              | 1.287.000                                           |
|     | <b>Total</b>                | <b>\$ 1.136,83</b>                 | <b>14.778.790</b>                                   |
|     | <b>Total biaya 10 tahun</b> |                                    | <b>147.787.900</b>                                  |

**Tabel 3.** Biaya Minimum Pelaksanaan Tanpa SaaS

| No. | Keterangan                           | Biaya Pertahun     | Keterangan               |
|-----|--------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| 1   | Perangkat Server                     | 20.000.000         | Biaya pembelian awal     |
| 2   | Dedicated 1Mbps                      | 24.000.000         | Asumsi 2.000.000 / bulan |
| 3   | Tenaga Operasional                   | 24.000.000         | Asumsi 2.000.000 / bulan |
| 4   | Sarana Prasarana Pendukung           | 6.000.000          | Asumsi 500.000 / bulan   |
|     | <b>Total biaya tahun ke 1</b>        | <b>74.000.000</b>  |                          |
|     | <b>Total biaya tahun ke 2 s/d 10</b> | <b>648.000.000</b> |                          |
|     | <b>Total biaya selama 10 tahun</b>   | <b>722.000.000</b> |                          |

Pada Tabel 3, didapat Gambaran asumsi pelaksanaan tanpa SaaS dengan menggunakan hardware fisik dan juga tenaga operasional, didapat total biaya selama 10 tahun berkisar pada angka 722 juta.

**Tabel 4.** Daftar Asumsi Biaya SaaS dengan Main Server

| No. | SaaS                        | Asumsi Biaya Per Tahun Dalam Dolar | Asumsi Biaya Per Tahun Dalam Rupiah ( Kurs 13.000 ) |
|-----|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1   | DNS Made Easy               | \$ 29,95                           | 389.350                                             |
| 2   | Linode                      | \$ 120                             | 1.560.000                                           |
| 3   | AWS S3                      | \$ 36                              | 468.000                                             |
| 4   | G Suite                     | \$ 60                              | 780.000                                             |
|     | <b>Total</b>                | <b>\$ 245,95</b>                   | <b>3.197.350</b>                                    |
|     | <b>Total biaya 10 tahun</b> |                                    | <b>31.973.500</b>                                   |

Pada Tabel 4, biaya layanan SaaS dipecah menjadi hanya menggunakan layanan Main Server, didapat asumsi total biaya selama 10 tahun berkisar pada angka 32 juta, sehingga bagi organisasi yang tidak membutuhkan analisa di *support server*, dapat mengabaikan implementasi *support server* sehingga efisiensi biaya bisa ditekan lebih lanjut.

**Tabel 5.** Biaya Saas di Universitas Prima Indonesia Dalam Rentang Waktu Tahun 2012 - 2015

| No | Bulan / Tahun              | 2012              | 2013             | 2014             | 2015              |
|----|----------------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 1  | Januari                    | 46.498            | 271.743          | 455.739          | 491.255           |
| 2  | Februari                   | 47.018            | 355.575          | 142.310          | 505.452           |
| 3  | Maret                      | 48.722            | 364.415          | 455.776          | 550.308           |
| 4  | April                      | 47.479            | 355.569          | 471.194          | 520.831           |
| 5  | Mei                        | 337.015           | 355.461          | 472.725          | 1.031.172         |
| 6  | Juni                       | 49.031            | 359.874          | 484.222          | 1.057.998         |
| 7  | Juli                       | 316.098           | 368.362          | 753.238          | 1.088.613         |
| 8  | Agustus                    | 343.705           | 387.845          | 588.778          | 758.848           |
| 9  | September                  | 495.967           | 410.766          | 701.908          | 2.047.763         |
| 10 | Oktober                    | 348.671           | 433.628          | 812.211          | 1.767.823         |
| 11 | November                   | 647.583           | 429.438          | 989.320          | 1.247.688         |
| 12 | Desember                   | 543.867           | 822.277          | 883.396          | 1.687.515         |
|    | <b>Total</b>               | <b>3.271.654</b>  | <b>4.914.953</b> | <b>7.210.816</b> | <b>12.755.265</b> |
|    | <b>Total biaya 4 tahun</b> | <b>28.152.688</b> |                  |                  |                   |

Pada Tabel 5, disajikan perincian biaya layanan SaaS di Universitas Prima Indonesia dalam rentang waktu tahun 2012 sampai dengan 2015, dimana layanan yang dipakai mencapai total 11 layanan SaaS dengan biaya per tahun sekitar 13 juta.

Dengan membandingkan biaya selama 10 tahun pada Tabel 2 dan 3, didapat efisiensi penggunaan layanan SaaS sebagai berikut:

$$\text{Persentase Efisiensi} = (\text{Layanan Tanpa Saas} - \text{Layanan SaaS}) / \text{Layanan Tanpa Saas} * 100$$

$$\text{Persentase Efisiensi} = (722.000.000 - 147.787.900) / 722.000.000 * 100$$

$$\text{Persentase Efisiensi} = 79,53\%$$

## KESIMPULAN

Pengembangan sistem informasi terkomputerisasi yang dialihkan dengan menggunakan basis *cloud computing* memungkinkan untuk dilakukan tanpa mengurangi fungsi - fungsi yang bisa dilakukan oleh implementasi hardware fisik.

Dengan melihat hasil perbandingan data pada Tabel 2 dan 3, didapat efisiensi penggunaan layanan SaaS mencapai 79,53% dibandingkan dengan layanan tanpa SaaS, maka dapat diambil kesimpulan, pengembangan sistem informasi terkomputerisasi berbasis cloud dengan layanan SaaS bisa meningkatkan efisiensi biaya yang sangat tinggi.

Implementasi SaaS pada Universitas Prima Indonesia di Tabel 5 memberikan Gambaran efisiensi bagaimana sebuah perguruan tinggi yang besar, dapat menghemat biaya infrastruktur sistem informasi dengan mengalihkan kepada pembangunan sistem informasi yang berbasis *cloud computing*.

Mengacu kepada efisiensi yang bisa diberikan oleh layanan SaaS, satu poin yang menjadi perhatian adalah masalah keamanan dalam hal penggunaan bersama di layanan SaaS ini, oleh karena itu pemilihan layanan SaaS yang terpercaya dan direkomendasikan oleh para pakar merupakan suatu keharusan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Erl, A.T., Mahmood Z., Puttini R., 2013. Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture, Prentice Hall, Massachusetts.
- Hasan Q.F., 2011. Demistifying Cloud Computing. Crosstalk Vol. 24 No. 1, 3:16-21.
- Kumar, K.V.K.M., 2014. Software As A Service For Efficient Cloud Computing. International Journal of Research in Engineering and Technology Vol. 03 Issue 1, 28:178-181

# RANCANGAN SISTEM INFORMASI PERSEDIAAN BERBASIS WEB TERINTEGRASI DENGAN APLIKASI SISTEM AKUNTANSI PERSEDIAAN MENGUNAKAN METODE *MODE VIEW CONTROLLER* PADA PUSAT PENELITIAN PERKEMBANGAN IPTEK LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA

Warkim dan Muhammad Ikhsan Yuniarka

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Perkembangan Iptek, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Ged. A PDII LIPI Lt. 4 Jl. Jend. Gatot Subroto No. 10 Jakarta Selatan 12710  
Email: x1syah@icloud.com, yuniarka@gmail.com  
Telp. (021) 5251542 Ext. 4015/4022, Fax. (021) 5201602

**Abstrak.** Perkembangan teknologi informasi yang pesat dapat membantu pengelolaan administrasi di instansi pemerintah dalam upaya mendukung reformasi birokrasi. Salah satu upaya tersebut yaitu dengan membangun sistem informasi yang dapat membantu proses kerja guna meningkatkan kinerja pegawai lebih efisien dan efektif. Dalam rangka menerapkan reformasi birokrasi di instansi pemerintah Pusat Penelitian Perkembangan Iptek yang merupakan salah satu satuan kerja pada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia berusaha membangun suatu sistem informasi yaitu Sistem Informasi Persediaan yang berbasis web. Aplikasi Sistem Akuntansi Persediaan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Pembendaharaan, Kementerian Keuangan yang telah digunakan sebelumnya belum maksimal dalam mengakomodasi kebutuhan pegawai dan manajemen pada Pusat Penelitian Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PAPPIPTEK-LIPI) dikarenakan aplikasi tersebut berbasis desktop, sehingga kurangnya informasi kepada pegawai terhadap stok barang persediaan. Untuk mengatasi masalah tersebut maka diperlukan suatu sistem informasi yang berbasis web yaitu sistem informasi persediaan yang terintegrasi dengan aplikasi sistem akuntansi persediaan. Metode pengembangan sistem yang diusulkan yaitu menggunakan metode , pengintegrasian sistem menggunakan teknologi Representational State Transfer sedangkan pengkodean sistem dibangun dengan metode Model View Controller. Tujuan penelitian yaitu memudahkan dalam pencatatan dan pengontrolan pemakaian barang persediaan, proses pengolahan serta penyimpanan barang persediaan, dapat memberikan pelaporan persediaan yang cepat dan akurat untuk kebutuhan manajemen serta dapat memantau permintaan serta pemakaian persediaan dalam periode tertentu. Penelitian ini menghasilkan suatu rancangan sistem informasi persediaan terintegrasi dengan aplikasi sistem akuntansi persediaan yang dapat diakses oleh pegawai. Sistem informasi persediaan yang dibangun diharapkan dapat bermanfaat yang memudahkan pegawai dan manajemen untuk melihat stok barang persediaan yang terdapat di gudang serta mengajukan permintaan barang persediaan melalui sistem yang berbasis web dengan menggunakan jaringan internal maupun internet.

**Kata kunci:** Prototipe, Model View Controller, REpresentational State Transfer, Barang Persediaan, Integrasi Sistem

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi saat ini berkembang dengan sangat pesat. Dengan adanya teknologi informasi tersebut, bisa didapatkan data dan informasi secara mudah dan cepat. Tetapi masalah keakuratan juga harus tetap diperhatikan. Di dalam instansi pemerintah perkembangan teknologi informasi tersebut bisa membantu pengelolaan administrasi dalam upaya mendukung reformasi birokrasi. Sistem Akuntansi Persediaan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Pembendaharaan, Kementerian Keuangan yang telah digunakan sebelumnya belum bisa mengakomodasi kebutuhan Pusat Penelitian Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PAPPIPTEK) – LIPI dalam mempetakan jumlah barang persediaan yang dipergunakan oleh pegawai agar tidak terlalu banyak, tidak kurang serta pengajuan permintaan barang persediaan masih secara manual sehingga memungkinkan terjadinya kesalahan perhitungan jumlah stok barang dan terkontrolnya barang persediaan di gudang.

Salah satu upaya tersebut yaitu dengan membangun sistem informasi yang dapat membantu proses kerja untuk meningkatkan kinerja pegawai agar lebih efektif dan efisien. Untuk menerapkan reformasi birokrasi di lingkungan instansi pemerintah Saat ini aplikasi yang dipergunakan oleh Pusat Penelitian Perkembangan Iptek, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia adalah Aplikasi Sistem Akuntansi Persediaan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Pembendaharaan, Kementerian Keuangan. Namun aplikasi tersebut belum maksimal dalam mengakomodasi kebutuhan pegawai dan manajemen dikarenakan aplikasi tersebut berbasis *desktop* sehingga pegawai tidak mendapatkan informasi secara transparan dan *real time* terhadap stok barang persediaan. Berdasarkan uraian tersebut maka dapat dirumuskan yaitu bagaimana menginventarisasi barang persediaan meliputi 1) mencatat pemasukan, pemakaian, pengajuan persediaan serta membuat laporan ketersediaan barang persediaan dalam periode tertentu, 2) bagaimana merancang sistem informasi yang dapat menunjang proses pengelolaan persediaan, dan 3) bagaimana merancang suatu sistem informasi yang dapat memberikan laporan pengelolaan persediaan yang berbasis web. Permasalahan lain yang dihadapi adalah distribusi barang

persediaan masih dilakukan secara manual sehingga keakuratan informasi dan kecepatan penyampaian data barang persediaan yang dibutuhkan oleh pegawai dan manajemen kurang efisien.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dibangun Sistem Informasi Persediaan berbasis web yang terintegrasi dengan Aplikasi Sistem Akuntansi Persediaan. Manfaat dibangunnya Sistem Informasi Persediaan ini diharapkan dapat memudahkan pegawai dalam mengajukan permintaan/pengadaan persediaan ke bagian umum, dikarenakan permintaan dan pengajuan persediaan dapat dilakukan melalui personal komputer/*notebook* masing-masing pegawai. Proses permintaan atau pengajuan pengadaan persediaan dapat dilakukan oleh pegawai yang membutuhkan barang persediaan dan dapat melihat stok persediaan di gudang. Selain kemudahan bagi pegawai, juga dapat memudahkan manajemen (sub bagian umum) untuk memonitoring stok dan penggunaan persediaan selama periode tertentu dengan menggunakan jaringan komputer internal maupun internet.

## **METODE**

### **Pengertian Sistem Informasi**

Informasi merupakan data yang telah diolah menjadi bentuk yang berarti bagi penerimanya dan bermanfaat dalam mengambil keputusan saat ini atau mendatang. Dasar dari informasi adalah data, kesalahan dalam mengambil atau memasukkan data, dan kesalahan dalam mengolah data akan menyebabkan kesalahan dalam memberikan informasi. Jadi data yang didapatkan dan diinputkan harus benar hingga bentuk pengolahannya, agar bisa menghasilkan informasi yang dapat dipercaya. Data diolah melalui suatu model menjadi informasi, penerima kemudian menerima informasi tersebut, membuat suatu keputusan dan melakukan tindakan, yang berarti menghasilkan tindakan lain yang akan membuat sejumlah data kembali.

### **Pengertian Persediaan**

Menurut Ristono (2009) persediaan dapat diartikan sebagai barang-barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada masa atau periode yang akan datang. Persediaan terdiri dari persediaan bahan baku, persediaan bahan setengah jadi dan persediaan barang jadi. Persediaan bahan baku dan bahan setengah jadi disimpan sebelum digunakan atau dimasukkan ke dalam proses produksi, sedangkan persediaan barang jadi atau barang dagangan disimpan sebelum dijual atau dipasarkan. Dengan demikian setiap perusahaan yang melakukan kegiatan usaha umumnya memiliki persediaan.

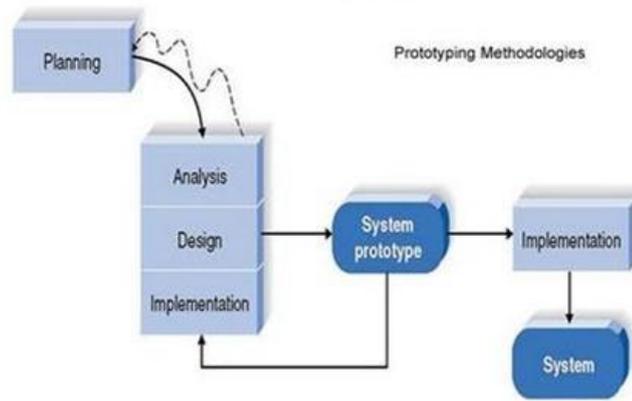
### **Metode Pencatatan Persediaan**

Sistem akuntansi persediaan yang akurat dan *up to date* merupakan hal yang sangat penting terkait dalam pengelolaan persediaan. Oleh karena itu dalam rangka penerapan reformasi birokrasi di suatu instansi pemerintahan harus selalu dapat memonitor tingkat persediaan secara seksama dan dapat membatasi biaya belanja barang persediaan supaya sesuai dengan kebutuhan. Dalam pengelolaan barang persediaan dapat digunakan satu dari dua jenis metode sistem pencatatan persediaan yaitu metode pencatatan sistem perpetual (*perpetual inventory method*) dan sistem periodik (*periodic system*).

Menurut Dunia A. Firdaus (2005:160), metode perpetual merupakan pencatatan atas transaksi persediaan yang dilaksanakan setiap waktu, baik dilakukan terhadap pemasukan maupun terhadap pengeluaran persediaan. Dalam metode perpetual ini pencatatan persediaan dilakukan dalam kartu persediaan yang menggambarkan persediaan yang sebenarnya. Pencatatan transaksi dilakukan terus-menerus untuk setiap jenis persediaan dan untuk menjamin keakuratan jumlah persediaan yang dilakukan perhitungan fisik dalam kurun waktu satu tahun sekali. Pencatatan persediaan dengan menggunakan metode ini ditujukan terutama untuk barang persediaan yang bernilai tinggi dan untuk barang yang mudah dicatat pemasukan dan pengeluarannya di gudang persediaan. Sedangkan metode pencatatan jenis sistem periodik menurut Kieso, Weygant dan Warfield (207:404), merupakan kuantitas persediaan ditangan ditentukan seperti yang tersirat oleh namanya yaitu secara periodik. Semua pembelian atau pengadaan persediaan selama periode akuntansi dicatat dengan mendebet akun pembelian. Pada metode sistem periodik ini setiap pemasukan dan pengeluaran persediaan dicatat dalam perkiraan yang berbeda yaitu pembelian dan penjualan.

### **Metode Pengembangan Sistem Model Prototipe**

Pengembangan jenis prototipe dilakukan analisis, desain, dan pelaksanaan secara bersamaan dimana dilakukan guna memberikan Gambaran bagi pengguna sistem dan juga umpan balik dari model yang sudah dibuat. Prototipe hanya menyediakan sedikit fitur yang akan membantu calon pengguna dalam memberikan Gambaran, dengan tujuan akan dikoreksi oleh calon pengguna yang nantinya akan didesain ulang sesuai kebutuhan pengguna. Prototipe memberikan fasilitas bagi pengembang dan calon pengguna untuk saling berinteraksi selama proses pembuatan, sehingga pengembang dapat dengan mudah membuat model perangkat lunak yang akan digunakan (Dennis et al, 2012).



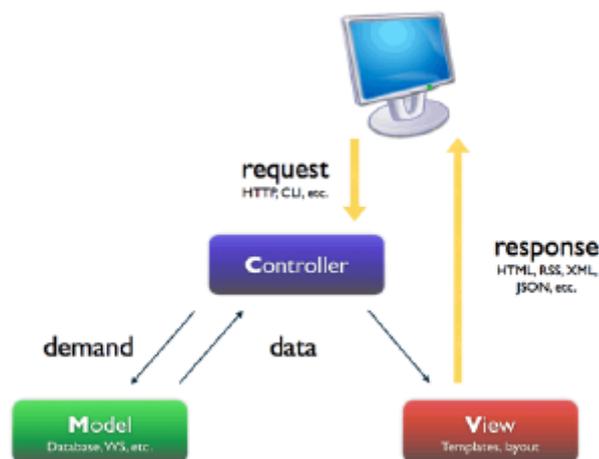
Gambar 1. Model Prototipe (Dennis et al. 2012)

### Integrasi Sistem

Integrasi adalah suatu proses menggabungkan atau menyatukan data yang berasal dari sumber yang berbeda dan mendukung pengguna untuk melihat kesatuan data. (Lenzerini et al. 2002). Proses penggabungan ini dapat terjadi diberbagai jenis bisnis proses suatu institusi baik yang komersil ataupun non komersial. Integrasi data dibutuhkan seiring dengan perkembangan suatu organisasi dan meningkatnya bisnis proses pada institusi tersebut yang saling membutuhkan data-data dan informasi dari satuan kerja atau unit kerja yang berada pada organisasi tersebut.

### Metode Model View Controller

*Model View Controller* (MVC) adalah sebuah metode untuk membuat sebuah aplikasi dengan memisahkan data (*Model*) dari tampilan (*View*) dan cara bagaimana memprosesnya (*Controller*). Arsitektur MVC saling berkaitan sehingga harus merujuk satu sama lain. Manfaat dari arsitektur MVC adalah memisahkan antara *model* dan *view* sehingga memungkinkan untuk menampilkan beberapa *view* secara bersama-sama dengan menggunakan *model* yang sama. Sehingga komponen *model* dari sebuah aplikasi menjadi lebih mudah untuk diuji, diterapkan dan dipelihara.



Gambar 2. Metode Model View Cotroller

### Metode Penelitian

Metode penelitian Rancangan Sistem Informasi Persediaan Berbasis Web Terintegrasi dengan Aplikasi Sistem Akuntansi Persediaan menggunakan Metode *Model View Controller* merupakan jenis penelitian terapan (*Applied Research*). Hasil penelitian dapat langsung diterapkan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi oleh suatu organisasi. Dalam penelitian ini akan menerapkan teori pengembangan sistem informasi menggunakan metode pengembangan sistem model *prototyping*, analisis dan perancangan sistem dengan pendekatan berorientasi objek, implementasi hasil analisis dan perancangan menggunakan pemrograman berbasis PHP, pengujian kualitas perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan metode FGD (*Focus Group Discussion*) dengan pendekatan *Blackbox*.

### Metode Pengmpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode wawancara dengan pihak-pihak yang berkaitan dengan penelitian. Responden dalam wawancara ini adalah manajemen serta pegawai yang terlibat dengan objek penelitian. Selain teknik wawancara pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi atau pengamatan langsung terhadap objek penelitian serta metode studi pustaka yaitu mengumpulkan data sekunder yang diperoleh dengan mempelajari, meneliti dan membaca buku, jurnal, skripsi, tesis yang berhubungan dengan sistem informasi barang persediaan.

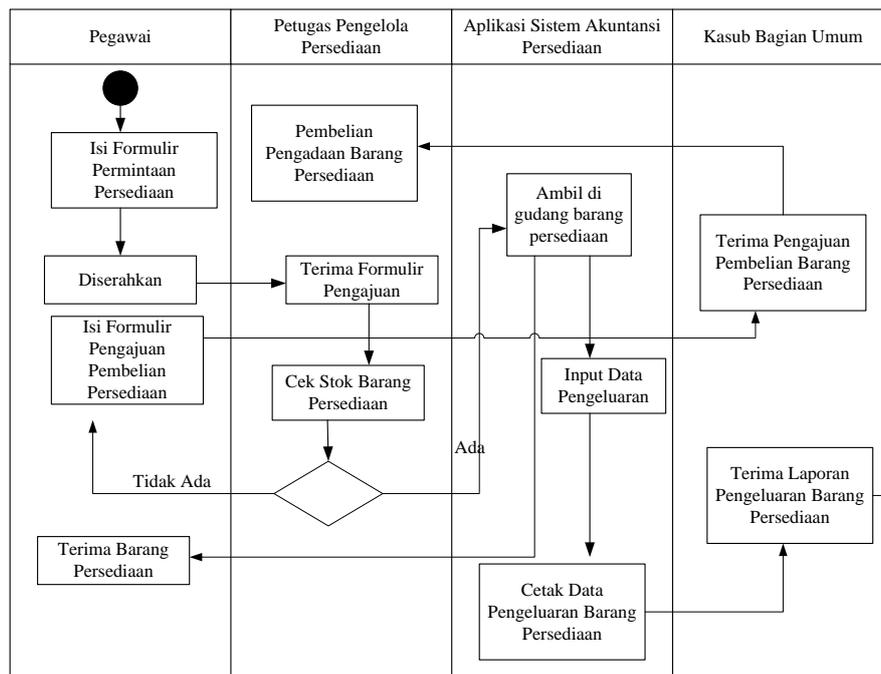
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Kebutuhan Sistem**

Proses analisis kebutuhan sistem bertujuan untuk mendiskripsikan apa yang harus dilakukan oleh sistem untuk memenuhi kebutuhan informasi pengguna. Analisis sistem akan menjawab pertanyaan apa yang akan dikerjakan oleh sistem, siapa yang akan menggunakan sistem dan dimana serta kapan sistem tersebut akan digunakan. Kegiatan analisis kebutuhan yang berjalan dilakukan dengan pendekatan analisis berorientasi objek untuk sistem yang dirancang, dimaksudkan untuk menitikberatkan kepada fungsionalitas sistem yang berjalan. Selanjutnya dari hasil analisis akan divisualisasi dan didokumentasikan dengan *Unified Modeling Language (UML)* melalui *Activity Diagram*, *Use Case Diagram*, dan *Sequence Diagram* dengan mempertimbangkan diagram tersebut dianggap mewakili secara keseluruhan sistem yang akan berjalan yang dapat dimengerti oleh pengguna.

**Analisis Data dan Informasi Sistem Berjalan**

Analisis Proses bisnis dari sistem informasi persediaan yang sudah berjalan pada Pusat Penelitian Perkembangan Iptek Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia kegiatan pencatatan baik pemasukan maupun pengeluaran barang persediaan dilakukan oleh satu orang petugas pengelola barang persediaan. Proses bisnis data dan informasi sistem yang berjalan seperti yang terlihat pada Gambar 3.

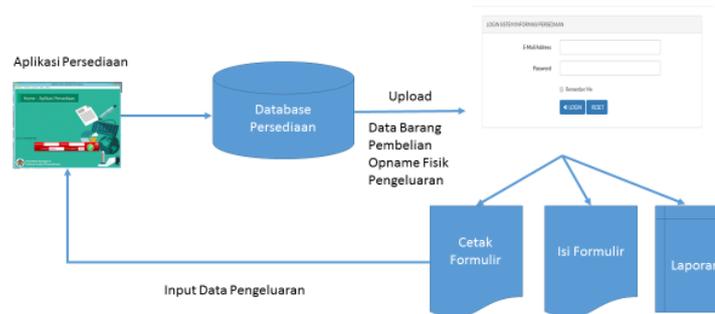


Gambar 3. Analisis Proses Bisnis Sistem Berjalan

Gambar 3 menjelaskan analisis proses bisnis sistem berjalan yaitu pegawai mengajukan permintaan barang persediaan dengan mengisi formulir pengajuan barang persediaan terlebih dahulu tanpa mengetahui stok barang persediaan yang diajukan tersedia atau tidak tersedia. Setelah formulir pengajuan persediaan dibuat kemudian diserahkan ke petugas pengelola persediaan untuk di cek apakah barang persediaan yang diajukan tersedia atau tidak tersedia. Apabila barang persediaan yang diajukan tersedia maka barang diambil dari gudang untuk kemudian diserahkan ke pegawai yang meminta barang persediaan. Sedangkan apabila stok barang persediaan yang diminta tidak tersedia/habis diberitahukan ke pegawai bahwa barang persediaan tersebut stoknya tidak tersedia di gudang. Apabila stok barang yang diminta tidak tersedia pegawai mengajukan pembelian barang persediaan untuk diajukan ke kepala sub bagian umum untuk diproses melakukan pengadaan/pembelian barang persediaan yang diminta.

**Proses Aliran Data**

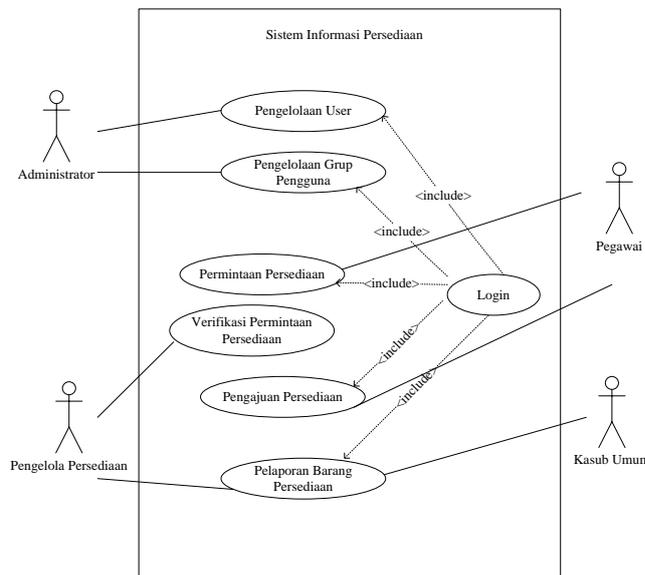
Proses aliran data sistem persediaan yang diusulkan yaitu data berasal dari aplikasi sistem akuntansi persediaan yang berasal dari kementerian keuangan berbasis *desktop*. Sistem informasi yang diusulkan yaitu membuat proses permintaan dan pengajuan barang persediaan melalui sistem yang berbasis web. Proses aliran data sistem informasi persediaan seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Aliran Data Sistem Informasi Persediaan

**Use Case Diagram**

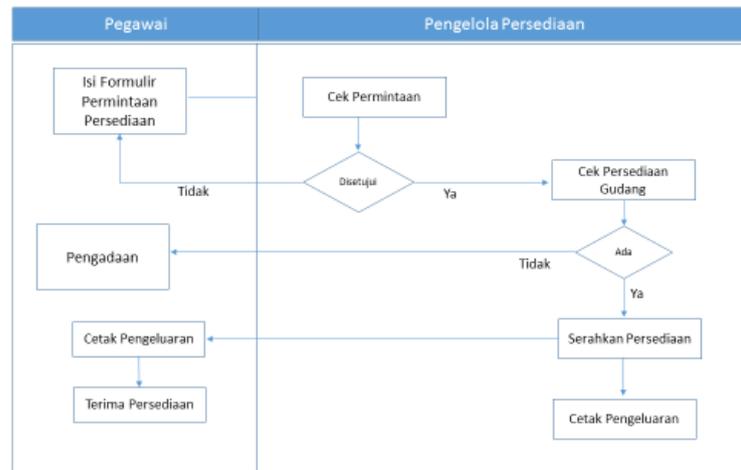
Dari proses bisnis yang sedang berjalan diatas, maka dibuatlah *use case diagram* untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna berdasarkan *actor* nya, berikut diGambarkan *use case diagram* dari sistem informasi persediaan yang diusulkan.



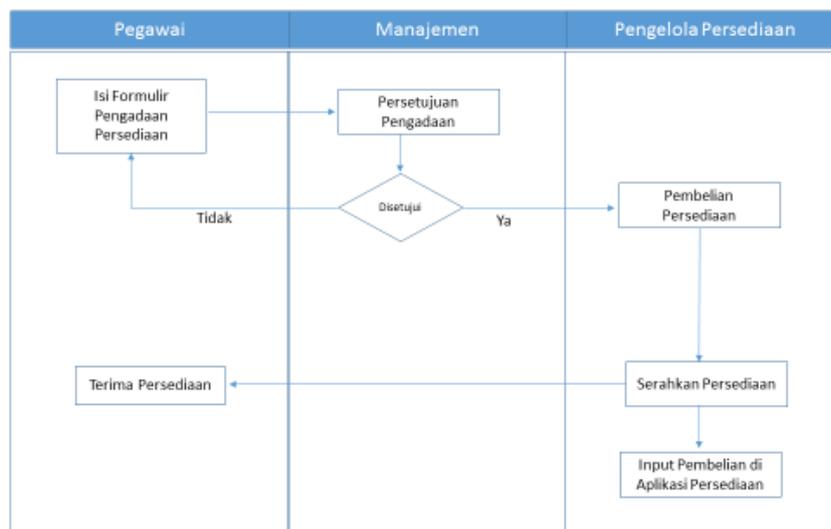
Gambar 5. Use Case Sistem Informasi Persediaan

**Activity Diagram**

*Activity Diagram* yang diusulkan dalam membangun sistem informasi persediaan ini meliputi *activity diagram* permintaan persediaan dan pengajuan pengadaan barang persediaan seperti yang terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

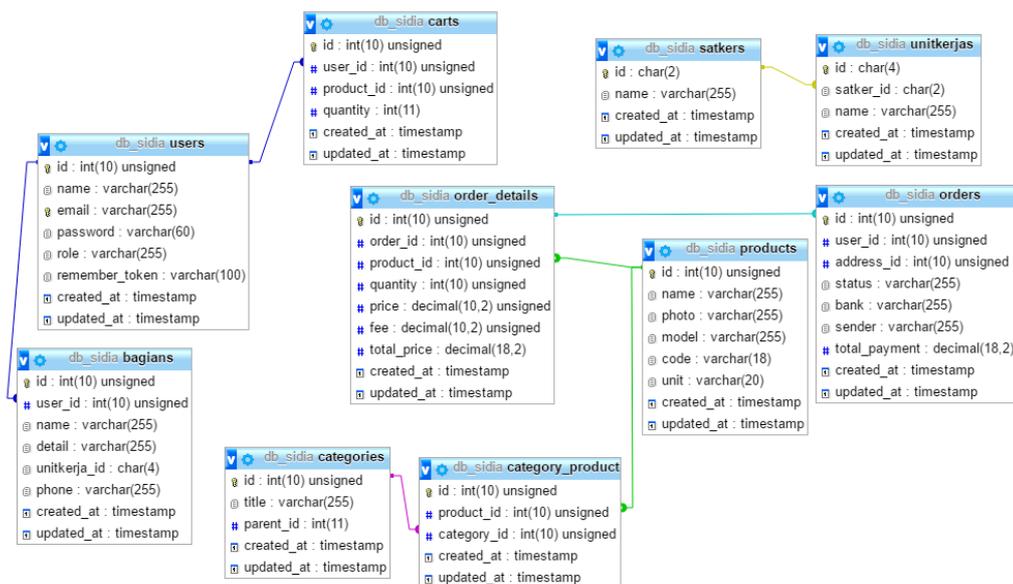


Gambar 6. Activity Diagram Permintaan Persediaan



Gambar 7. Activity Diagram Pengajuan Pengadaan Persediaan

**Class Diagram**



Gambar 8. Class Diagram Sistem Informasi Persediaan

## Implementasi

LOGIN SISTEM INFORMASI PERSEDIAAN

E-Mail Address

Password

Remember Me

Gambar 9. Halaman Login Sistem Informasi Persediaan

Daftar Kategori Barang

Tipe Kategori...

| Nama Kategori              | Parent            |                      |                        |
|----------------------------|-------------------|----------------------|------------------------|
| Penjepit Kertas            | Alat Tulis Kantor | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| Alat Tulis                 | Alat Tulis Kantor | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| Tinta Tulis, Tinta Stempel | Alat Tulis Kantor | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| Penghapus/Korektor         | Alat Tulis Kantor | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| Buku Tulis                 | Alat Tulis Kantor | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| Ordner dan Map             | Alat Tulis Kantor | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| Penggaris                  | Alat Tulis Kantor | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| Cutter                     | Alat Tulis Kantor | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| Pita Mesin Ketik           | Alat Tulis Kantor | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| Alat Perekat               | Alat Tulis Kantor | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |

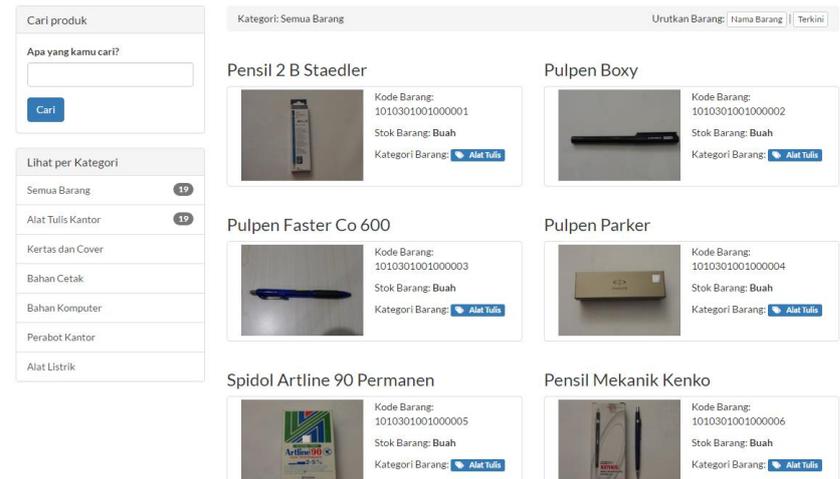
Gambar 10. Tabel Kategori Barang Persediaan

Daftar Barang Persediaan

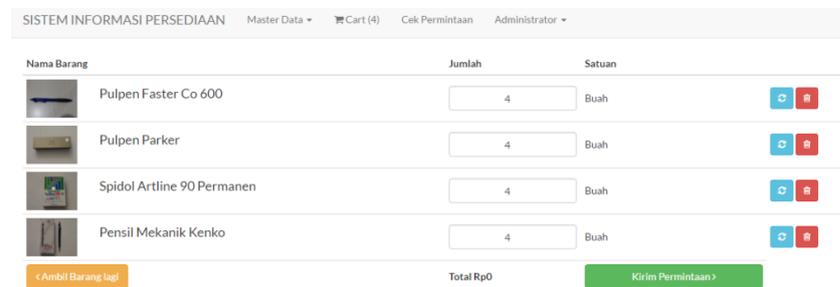
Nama Barang

| No | Kode Barang      | Nama Barang                   | Model           | Kategori                        |                      |                        |
|----|------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|------------------------|
| 1  | 1010301003000001 | Binder Clip No.111            | Binder Clip     | <a href="#">Penjepit Kertas</a> | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| 2  | 1010301003000002 | Binder Clip No.155            | Binder Clip     | <a href="#">Penjepit Kertas</a> | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| 3  | 1010301001000030 | Isi Parker Isi 2              | Isi Parker      | <a href="#">Alat Tulis</a>      | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| 4  | 1010301001000013 | Isi Pensil Mekanik Steadler   | Isi Pensil      | <a href="#">Alat Tulis</a>      | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| 5  | 1010301001000012 | Isi Pulpen Parker             | Isi Pulpen      | <a href="#">Alat Tulis</a>      | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| 6  | 1010301001000001 | Pensil 2 B Staedler           | Pensil Staedler | <a href="#">Alat Tulis</a>      | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| 7  | 1010301001000006 | Pensil Mekanik Kenko          | Pensil Kenko    | <a href="#">Alat Tulis</a>      | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| 8  | 1010301001000002 | Pulpen Boxy                   | Pulpen          | <a href="#">Alat Tulis</a>      | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| 9  | 1010301001000003 | Pulpen FASTER Co-600          | Pulpen FASTER   | <a href="#">Alat Tulis</a>      | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |
| 10 | 1010301001000028 | Pulpen Multi fungsi Logo LIPI | Pulpen          | <a href="#">Alat Tulis</a>      | <a href="#">Edit</a> | <a href="#">delete</a> |

Gambar 11. Tabel Kategori Barang Persediaan



Gambar 12. Tampilan Halaman Permintaan Barang Persediaan



Gambar 13. Tampilan Halaman Permintaan Barang Persediaan yang dipilih

**KESIMPULAN**

Sistem Informasi Persediaan yang dibangun ini merupakan pengembangan sistem dari sistem informasi yang sudah berjalan pada Pusat Penelitian Perkembangan Iptek Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yaitu aplikasi sistem akuntansi persediaan yang berasal dari Kementerian Keuangan yang berbasis *desktop*. Penggunaan sistem tersebut hanya berjalan di *desktop* yang terinstall pada personal computer petugas pengelola persediaan. Sistem yang dibangun merupakan integrasi yang menggunakan data stok barang yang terdapat pada aplikasi *desktop*. Data stok barang digunakan untuk mengetahui posisi jumlah stok barang yang ada digudang untuk di informasikan kepada pegawai maupun manajemen.

Sistem informasi ini diharapkan dapat berbagi informasi bagi pengguna terutama pegawai akan kebutuhan informasi barang persediaan yang tersedia digudang. Selain dapat mengetahui informasi stok persediaan barang persediaan pengguna juga dapat mengajukan permintaan maupun pengajuan pembelian barang inventaris dengan melalui *online* via web, tanpa perlu harus datang ke tempat petugas pengelola persediaan. Selain itu juga dapat memudahkan bagi manajemen untuk memonitor tentang pemakaian dan kebutuhan barang persediaan dalam periode waktu tertentu yang dapat diakses secara *online*.

**DAFTAR PUSTAKA**

Dennis, Wixom, Tegarden, “*System Analysis & Design With UML Version 2.0 An Object Oriented Approach*”, Third Edition, USA: John Wiley and Sons, Inc. 2009.  
 Dennis, A., Wixom, B.H. & Roth, R.M., 2012, System Analysis and Design.  
 Jogyanto, H.M. (2007). Analisis dan Desain Sistem Informasi. Andi Offset, Yogyakarta  
 Lenzerini, M. et al., 2002. Data Integration: A Theoretical Perspective. Proceedings of the 21<sup>st</sup> ACM SIGACT-SIGMOD-SIGART Symposium on Principles of Database Systems (PODS 2002).  
 McLeod, Jr., Raymond; Schell, George P., “*Management Information System*” Edisi Kesepuluh, Salemba Empat, Jakarta, 2008.

Paul Pop, D., Altar, A., 2013, *Design an MVC Model of Rapid Web Application Development*, 24<sup>th</sup> DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, Romanian-American University, Bucharest, Romania.

Ristono, Agus (2009). *Manajemen Persediaan*. Graha Ilmu, Yogyakarta

Warkim, Ichwan, H.,N., Zega, H., K., (2015), *Analisa dan Perancangan Sistem Informasi Kehadiran Pegawai pada Pusat Penelitian Perkembangan Iptek Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*, Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Aplikasinya, 2015, Denpasar.

## ANALISA JST DATA KPU SUARA SAH CALEG PROVSU 2014 MENGUNAKAN ALGORITMA HEBB

**Roy Nuary Singarimbun**

Program Studi Magister Teknik Informatika Fasilkom Usu  
e-mail: roy9osingarimbun@gmail.com

**Abstrak.** Jaringan Saraf Tiruan (JST) atau sering dikenal Neural Network pertama diperkenalkan oleh McCulloch dan Pitts pada tahun 1943. JST memiliki kemampuan JST untuk meniru sifat system yang di inputkan. JST merupakan suatu system pemrosesan informasi yang mencoba meniru kinerja otak manusia. Hebb memperkenalkan cara menghitung bobot ( $w$ ) dan bias secara iterative dengan memanfaatkan model pembelajaran dengan supervise sehingga bobot ( $w$ ) dan bias dapat dihitung secara otomatis tanpa harus melakukan cara coba – coba. Model Hebb merupakan model jaringan tertua yang menggunakan pembelajaran dengan supervise. Arsitektur jaringan Hebb sama seperti arsitektur jaringan McCulloch – Pitts, yaitu beberapa unit input dihubungkan langsung dengan sebuah unit output, ditambah dengan sebuah bias. Sementara itu, makalah ini dimaksudkan untuk mengolah data KPU Sumut pada perolehan suara Partai Politik dalam Calon Anggota DPRD Provsu dengan menggunakan Algoritma Hebb. Dari pengolahan Data tersebut, penulis menentukan pola yang ada di Fungsi Logika pada Jaringan Saraf Tiruan (JST).

**Kata Kunci :** JST, Algoritma Hebb, Fungsi Logika dan Pola.

### PENDAHULUAN

Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan suatu system pemrosesan informasi yang mencoba meniru kinerja otak manusia. JST tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia (human cognition) yang didasarkan atas asumsi sebagai berikut :

- a) Pemrosesan informasi terjadi pada elemen sederhana yang disebut neuron.
- b) Sinyal mengalir diantara sel saraf/neuron melalui suatu sambungan penghubung.
- c) Setiap sambungan penghubung memiliki bobot yang bersesuaian. Bobot ini digunakan untuk menggandakan / mengalikan sinyal yang dikirim melaluinya.
- d) Setiap sel syaraf akan menerapkan fungsi aktivasi terhadap sinyal hasil penjumlahan berbobot yang masuk kepadanya untuk menentukan sinyal keluarannya.

Pada dasarnya karakteristik JST ditentukan oleh

- a. Pola hubungan antar neuron (disebut arsitektur jaringan).
- b. Metode penentuan bobot-bobot sambungan (disebut dengan pelatihan atau proses belajar jaringan)
- c. Fungsi aktivasi.

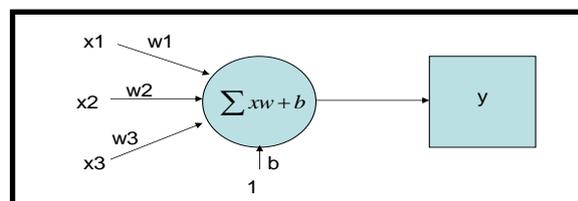
Hebb rule adalah pelatihan yang paling awal dan paling sederhana untuk Jaringan Syaraf Tiruan (JST) secara umum. Pada aturan Hebb ini pelatihan yang terjadi yaitu yaitu dengan memodifikasi bobot dan bias pada data KPU yag ada.

### METODE

#### Jaringan Saraf Tiruan (JST).

Konsep Dasar JST adalah sebagai brikut :

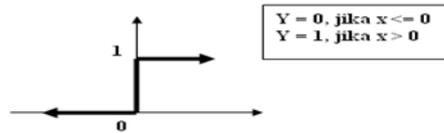
- Salah satu bentuk JST yang sederhana.
- Terdiri dari satu layer unit input (dimana jumlah neuronnya sesuai dengan banyaknya jumlah komponen dari data yang dikenali) dan satu unit output.



Gambar : Model Neuron JST

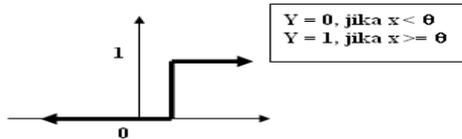
#### Fungsi Aktivasi

Perilaku dari JST ditentukan oleh bobot dan input-output fungsi aktivasi yang ditetapkan. Beberapa fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam JST adalah :

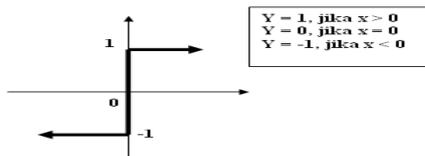


a) Fungsi Aktivasi Biner (Hard Limit)

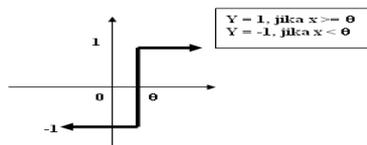
b) Fungsi Aktivasi Biner Threshold



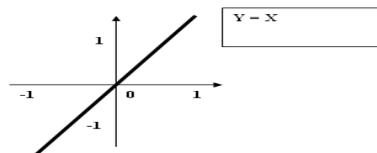
c) Fungsi Aktivasi Bipolar



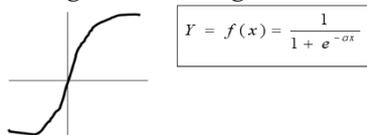
d) Fungsi Aktivasi Bipolar Threshold



e) Fungsi Aktivasi Linier



f) Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner



### Fungsi Logika

Fungsi Logika pada JST untuk melakukan proses pembelajaran dengan masukan JST adalah input logika dan keluaran JST dibandingkan dengan keluaran logika/target keluaran yang akan diturunkan. Dibawah ini adalah Tabel kebenaran untuk logika OR, AND dan XOR sebagai berikut :

| INPUTS |    | OUTPUT |     |     |     |      |      |
|--------|----|--------|-----|-----|-----|------|------|
| X1     | X2 | OR     | AND | XOR | NOR | NAND | XNOR |
| 0      | 0  | 0      | 0   | 0   | 1   | 1    | 1    |
| 0      | 1  | 1      | 0   | 1   | 0   | 1    | 0    |
| 1      | 0  | 1      | 0   | 1   | 0   | 1    | 0    |
| 1      | 1  | 1      | 1   | 0   | 0   | 0    | 1    |

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Algoritma pelatihan Hebb :

1. Inisialisasi Bobot dan Bias :

$W_i = 0 \rightarrow$  dengan  $i = 1, 2, \dots, n$ ;

- $b = 0$
2. Untuk setiap pasangan input-target (s-t), lakukan :
    - a. Set Aktivasi unit Input :  
 $x_i = s_i ; \rightarrow (i = 1, 2, \dots, n)$
    - b. Set Aktivasi unit Output :  
 $y_j = t_j ; \rightarrow (j = 1, 2, \dots, m)$
  3. Perbaiki bobot menurut persamaan berikut :  
 $W_i \text{ (baru)} = W_i \text{ (lama)} + X_i * Y_j$ ;  
( $i = 1, 2, \dots, n$  ; dan  $j = 1, 2, \dots, m$ )
  4. Perbaiki bias menurut persamaan berikut :  
 $b \text{ (baru)} = b \text{ (lama)} + y$

Berikut adalah Tabel Data Suara Sah Partai Politik :

| Partai        | Dapil 1 | Dapil 2 |
|---------------|---------|---------|
| Partai Nasdem | 29,902  | 16,161  |
| Partai PKB    | 20,803  | 6,281   |

Dari table diatas, berikut ini adalah fungsi (x) keanggotaan pada banyak suara yaitu :

|                                |
|--------------------------------|
| $X = 1$ , jika $x \geq 50.000$ |
| $f(x) :$                       |
| $X = 0$ , jika $x < 50.000$    |

Dari fungsi keanggotaan diatas, berikut adalah table sesuai fungsi keanggotaannya :

| Partai        | X1 | X2 |
|---------------|----|----|
| Partai Nasdem | 0  | 0  |
| Partai PKB    | 0  | 0  |
| Partai PKS    | 1  | 0  |

Masukkan dan Target dari Fungsi Logika “OR” dengan masukkan Biner dan keluaran Biner dapat dinyatakan sebagai berikut

| X1 | X2 | Target |
|----|----|--------|
| 0  | 0  | 0      |
| 0  | 0  | 1      |
| 1  | 0  | 1      |

Inisialisasi Bobot dan Bias :  
 $W_1 = 0, W_2 = 0, b = 0$

Data ke - 1 :  $x_1 = 0$   $x_2 = 0$   $y = 0$  (target)

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 * y \\ &= 0 + 0.0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 * y \\ &= 0 + 0.0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 0 + 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Data ke - 2 :  $x_1 = 0$   $x_2 = 0$   $y = 1$  (target)

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 * y \\ &= 0 + 0.1 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 * y \\ &= 0 + 0.1 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 0 + 1 \\ &= 1 \end{aligned}$$

Data ke - 3 :  $x_1 = 1$   $x_2 = 0$   $y = 1$  (target)

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 * y \\ &= 0 + 1.1 \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 * y \\ &= 0 + 0.1 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 1 + 1 \\ &= 2 \end{aligned}$$

Data ke - 4 :  $x_1 = 1$   $x_2 = 1$   $y = 1$  (target)

$$\begin{aligned} W_1(\text{baru}) &= w_1(\text{lama}) + x_1 * y \\ &= 1 + 1.1 \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2(\text{baru}) &= w_2(\text{lama}) + x_2 * y \\ &= 0 + 1.1 \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b(\text{baru}) &= b(\text{lama}) + y \\ &= 2 + 1 \\ &= 3 \end{aligned}$$

Disini diperoleh nilai Bobot dan Bias sebagai berikut :

$$W_1 = 2 ; \quad W_2 = 1 ; \quad b = 3$$

Nilai - nilai ini dipakai untuk menguji seluruh data masukkan, hasilnya adalah :

| $X_1$ | $X_2$ | $Net = \sum X_i \cdot W_i + b$ | $F(\text{net}) = \begin{cases} 0 & \text{jika } net < 0 \\ 1 & \text{jika } net \geq 0 \end{cases}$ |
|-------|-------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0     | 0     | $0.2 + 0.1 + 3 = 3$            | 1                                                                                                   |

**KESIMPULAN**

Pada masukkan dan target dari fungsi logika “OR” dengan masukkan Biner dan keluaran Biner terlihat bahwa nilai F (net) tidak sama dengan target yang diinginkan pada fungsi logika “OR”. Ini berarti untuk masukkan Biner dan keluaran Biner dua input, jaringan tidak bisa mengenali pola fungsi logika “OR”.

**DAFTAR PUSTAKA**

T. Sutojo, S.Si, M.Kom “KECERDASAN BUATAN”.

Yun Eninggar “PENGENALAN HURUF *BRAILLE* BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN METODA *HEBBRULE*”.

<https://atrisanto.wordpress.com/2013/06/02/jst-menirukan-fungsi-logika/>

## RANCANGAN SISTEM INFORMASI PERTANGGUNGJAWABAN ANGGARAN BERBASIS WEB PADA PUSAT PENELITIAN PERKEMBANGAN IPTEK – LIPI

Jatmiko

Pusat Penelitian Perkembangan Iptek, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Gedung A PDII LIPI Lt. 4 Jl. Jend. Gatot Subroto 10 Jakarta Selatan 12710  
Email: jatm001@yahoo.com  
Telp. (021) 5251542 Ext. 4015, Fax. (021) 5201602

**Abstrak.** Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) sebagai salah satu instansi pemerintah yang telah melaksanakan Reformasi Birokrasi (RB) berkewajiban untuk menyempurnakan dan meningkatkan kualitas RB di periode kedua (2015-2019) sesuai amanat dalam Peraturan Presiden Nomor 2 Tahun 2015 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJMN) 2015-2019. Dengan ditematkannya reformasi birokrasi sebagai agenda pembangunan nasional, terutama dalam membangun tatakelola pemerintahan yang bersih, efektif, demokratis dan terpercaya. Saat ini penerapan e-Government di lingkungan LIPI belum sepenuhnya dapat diimplementasikan, padahal sistem pengelolaan keuangan yang transparan dan akunTabel itu sudah menjadi kebutuhan dalam rangka terciptanya *good governance* dan *clean government* yang menjadi simbol reformasi pemerintahan secara umum. Pusat Penelitian Perkembangan Iptek (PAPPIPTEK), salah satu satuan kerja di lingkungan LIPI berupaya meningkatkan pengelolaan keuangan yang akunTabel dan melaksanakan perubahan reformasi birokrasi di lingkungan satuan kerja ini. Untuk mencapai tujuan perubahan tersebut PAPPIPTEK LIPI memerlukan implementasi sistem informasi pengelolaan anggaran yang dirancang untuk menyediakan informasi mengenai perencanaan anggaran, arus anggaran, penggunaan anggaran, dan laporan realisasi anggaran yang tertib, transparan dan berbasis web. Identifikasi permasalahan terkait dengan pengelolaan anggaran dilakukan dengan menggunakan pendekatan metode *fishbone analysis* (analisis tulang ikan) yaitu mencari akar permasalahan pengelolaan keuangan dilingkungan objek penelitian yang terdiri dari 5 kategori antara lain perencanaan, metoda, sumberdaya manusia, kontrol dan pelaporan. Sedangkan metode pengembangan sistem yang dibangun menggunakan *System Development Life Cycle (SDLC)*. Hasil dari rancangan sistem informasi pertanggungjawaban anggaran adalah program aplikasi pengelolaan keuangan terkait anggaran berbasis web yang dapat bermanfaat bagi pengguna pengelolaan anggaran, koordinator kegiatan, pejabat struktural, peneliti dan staf operasional pada satuan kerja PAPPIPTEK LIPI. Sedangkan manfaat untuk organisasi diharapkan dapat mendukung pelayanan yang baik, cepat dan akurat dalam hal pengelolaan anggaran kegiatan guna membantu mensukseskan program PAPPIPTEK LIPI dalam capaian kinerja tahunan.

**Kata Kunci:** *System Development Life Cycle, Fishbone Analysis, Pengelolaan Anggaran*

### PENDAHULUAN

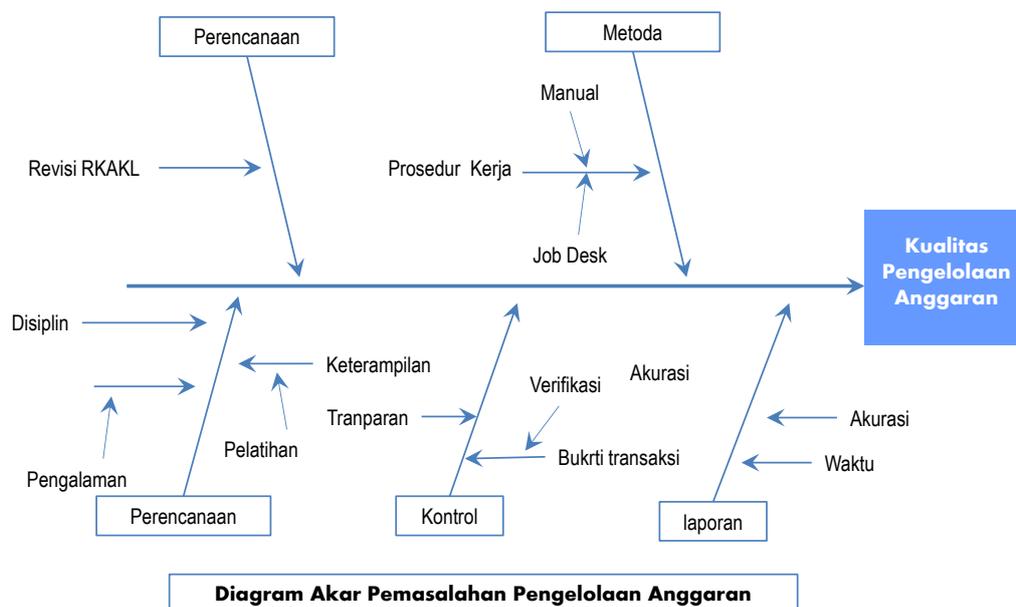
Saat ini Indonesia telah mengubah sistem anggaran sektor publiknya yang dahulu menggunakan metode penganggaran tradisional atau *item line budget* menjadi sistem anggaran berbasis kinerja (*performance budgeting*). Cara penyusunan anggaran tradisional ini tidak didasarkan pada analisa rangkaian kegiatan yang harus dihubungkan dengan tujuan yang telah ditentukan, namun lebih dititikberatkan pada kebutuhan untuk belanja/pengeluaran dan sistem pertanggung jawabannya tidak diperiksa dan diteliti apakah dana tersebut telah digunakan secara efektif dan efisien atau tidak. Sedangkan anggaran berbasis kinerja, diharapkan pembangunan yang dilaksanakan oleh pemerintah dapat mengedepankan akuntabilitas dalam penggunaannya. Tanggung Jawab Keuangan Negara adalah kewajiban Pemerintah untuk melaksanakan pengelolaan keuangan Negara secara tertib, taat pada peraturan perundang-undangan, efisien, ekonomis, efektif, dan transparan dengan memperhatikan rasa keadilan dan kepatutan (Pasal 1.7 UU No. 15 Tahun 2004).

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) sebagai salah satu instansi pemerintah yang telah melaksanakan Reformasi Birokrasi (RB) pada gelombang pertama (2010-2014) berkewajiban untuk menyempurnakan dan meningkatkan kualitas RB di periode kedua (2015-2019) sesuai amanat dalam Peraturan Presiden Nomor 2 Tahun 2015 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJMN) 2015-2019, dengan ditematkannya reformasi birokrasi sebagai agenda pembangunan nasional, terutama dalam membangun tatakelola pemerintahan yang bersih, efektif, demokratis dan terpercaya. Reformasi Birokrasi LIPI mengacu kepada 8 (delapan) area perubahan diantaranya pada aspek tatakelola. Saat ini penerapan e-Government di lingkungan LIPI belum sepenuhnya dapat diimplementasikan, padahal sistem pengelolaan keuangan yang transparan dan akunTabel itu sudah menjadi kebutuhan dalam rangka terciptanya *good governance* dan *clean government* yang menjadi simbol reformasi pemerintahan secara umum.

Pusat Penelitian Perkembangan Iptek (PAPPIPTEK), salah satu satuan kerja di lingkungan LIPI berupaya meningkatkan pengelolaan keuangan yang akunTabel dan melaksanakan perubahan reformasi birokrasi di lingkungan satuan kerja ini. Untuk mencapai tujuan perubahan tersebut, Pusat Penelitian Perkembangan Iptek (PAPPIPTEK) LIPI memerlukan implementasi sistem informasi pengelolaan

anggaran yang dirancang untuk menyediakan informasi mengenai perencanaan anggaran, arus anggaran, penggunaan anggaran, dan laporan realisasi anggaran yang tertib, transparan dan berbasis website.

Didalam menetapkan permasalahan dilakukan dengan mengidentifikasi masalah pengelolaan keuangan. Pengidentifikasi masalah dilakukan dengan metode *Fishbone Analysis* (Analisis Tulang Ikan). Dari pengidentifikasi tersebut diperoleh sumber akar permasalahan seperti : (1) **Perencanaan** terlihat dari lemahnya penyusunan revisi bulanan yaitu tidak melakukan revisi Rencana Kerja Anggaran kementerian/Lembaga (RKAKL) sebelum kegiatan dilaksanakan; (2) **Metoda** pengelolaan keuangan yang belum standar dan manual serta pembagian tugas (*job desk*) yang tidak merata; (3) **Sumberdaya Manusia** dari aspek lemahnya pengetahuan peraturan pengelolaan keuangan negara, kurangnya disiplin dalam melaksanakan tugas sesuai target yang ditetapkan dan keterampilan dalam menggunakan sistem aplikasi keuangan negara; (4) **Kontrol** yang lemah dari segi verifikasi bukti-bukti pembayaran yang tidak lengkap sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan tidak transparannya penggunaan anggaran pada masing-masing kelompok, ini berakibat terlambatnya pengusulan Uang Persediaan (UP); (5) **Pelaporan** realisasi penggunaan anggaran yang terlambat karna dilakukan secara manual sehingga menyulitkan bagi pengambil kebijakan dalam mengevaluasi dan membuat keputusan.



Tujuan dari kegiatan rancangan Sistem Informasi Pertanggungjawaban Anggaran ini adalah tersimpannya data pertanggungjawaban anggaran pada suatu database sehingga mudah untuk ditelusuri, mendapatkan informasi penyerapan anggaran secara akurat dan cepat kepada pimpinan, transparansi penggunaan dan realisasi anggaran, Melakukan pelayanan terhadap stakeholder, serta Implementasi *e-government* di lingkungan PAPPITTEK LIPI.

**METODE**

**Bahan**

Sesuai dengan asas akuntabilitas yang berorientasi pada hasil dalam pengelolaan keuangan negara, setiap satuan kerja (satker) wajib menyusun laporan pertanggungjawaban realisasi anggaran belanja masing-masing. Tujuan pertanggungjawaban realisasi anggaran belanja ini adalah untuk memberikan informasi yang berguna dalam memprediksi sumber daya ekonomi yang akan diterima untuk mendanai kegiatan pemerintah dengan cara menyajikan informasi kepada para pengguna laporan tentang indikasi perolehan dan penggunaan sumber daya ekonomi: (i) telah dilaksanakan secara efisien, efektif, dan hemat; (ii) telah dilaksanakan sesuai dengan APBN; dan (iii) telah dilaksanakan sesuai dengan perundang-undangan

Dalam rangka memenuhi prinsip akuntabilitas tersebut diselenggarakan Sistem Akuntansi Pemerintah Pusat (SAPP) yang merupakan serangkaian prosedur manual maupun yang terkomputerisasi mulai dari pengumpulan data, pencatatan, pengikhtisaran sampai dengan pelaporan posisi keuangan dan operasi keuangan Pemerintah Pusat.

Berdasarkan PMK RI Nomor 171/PMK.05/2007 yang telah direvisi dengan PMK RI Nomor 233/PMK.05/2011 tentang Sistem Akuntansi dan Pelaporan Keuangan Pemerintah Pusat, SAPP memiliki 2 (dua) subsistem, yaitu Sistem Akuntansi Bendahara Umum Negara (SA-BUN) dan Sistem Akuntansi

Instansi (SAI). SA-BUN dilaksanakan oleh Kementerian Keuangan selaku Bendahara Umum Negara (*Chief Financial Officer*) sedangkan SAI dilaksanakan oleh Menteri/Ketua Lembaga Teknis/Satker selaku *Chief Operational Officer* (COO). SAI memiliki 2 (dua) subsistem, yaitu Sistem Akuntansi Keuangan (SAK) dan Sistem Informasi Manajemen dan Akuntansi Barang Milik Negara (SIMAK-BMN).

Pertanggungjawaban atas pelaksanaan anggaran yang dilakukan oleh setiap satker ini juga diiringi dengan kewajiban pertanggungjawaban setiap Bendahara Penerimaan dan Bendahara Pengeluaran. Prosedur pertanggungjawaban Bendahara ini telah diatur tersendiri dalam PMK RI Nomor 73/PMK.05/2008 tentang Tata Cara Penatausahaan dan Penyusunan Laporan Pertanggungjawaban Bendahara Kementerian Negara/ Lembaga/ Kantor/Satuan Kerja dan Peraturan Direktur Jenderal Perbendaharaan Nomor PER-47/PB/2009 tentang Petunjuk Pelaksanaan Penatausahaan dan Penyusunan Laporan Pertanggungjawaban Bendahara Kementerian Negara/Lembaga/Kantor/Satuan Kerja.

Bendahara Pengeluaran melaksanakan pembayaran atas belanja negara selama satu tahun anggaran dengan menggunakan Uang Persediaan. Bukti-bukti pengeluaran oleh Bendahara Pengeluaran harus dilaporkan dan dipertanggungjawabkan, di mana bukti-bukti belanja tersebut merupakan transaksi yang juga dilaporkan oleh Sistem Akuntansi Instansi. Pembayaran belanja yang dilakukan oleh Bendahara Pengeluaran merupakan kegiatan realisasi anggaran yang akan dilaporkan dalam Laporan Realisasi Anggaran. Pencatatan atas transaksi dilakukan dengan menggunakan basis akrual. Hal ini sejalan dengan amanat Undang-Undang No. 17 tahun 2003 tentang Keuangan Negara dan Undang-Undang No. 1 tahun 2004 tentang Perbendaharaan Negara, maka Pemerintah Pusat menerapkan akuntansi berbasis akrual. Pasal 12 dan 13 UU No. 1 tahun 2004 tentang Perbendaharaan Negara menyatakan bahwa pendapatan dan belanja dalam APBN dicatat menggunakan basis akrual. Hal ini didasarkan atas pertimbangan bahwa basis akrual dapat memberikan informasi keuangan yang lebih lengkap daripada basis lainnya, terutama untuk informasi piutang dan utang pemerintah. Selain itu, laporan keuangan berbasis akrual juga menyediakan informasi mengenai kegiatan operasional pemerintah, evaluasi efisiensi dan efektivitas serta ketaatan terhadap peraturan.

Didalam merancang sistem informasi Pertanggungjawaban Keuangan digunakan **System Development Life Cycle (SDLC)** atau yang lebih dikenal dengan Siklus Hidup Pengembangan Sistem adalah tahapan proses perancangan system, dimana didalamnya terdapat tahapan tertentu. SDLC juga merupakan suatu pola pendekatan untuk mengatasi / mengantisipasi resiko yang timbul dari suatu system. Semakin terintegrasi SDLC semakin siap pula suatu system mengatasi sebuah resiko yang mungkin akan timbul.

Tahapan dalam SDLC terdiri dari : 1) **Perencanaan** pengamatan suatu kondisi mengapa perlu rancangan suatu sistem informasi; 2) **Analisa** pengamatan suatu sistem yang sedang berjalan dan segala yang terlibat didalamnya; 3) **Perancangan** pada tahap ini merancang bagaimana sistem akan beroperasi termasuk **hardware** dan **software**; 4) **Implementasi** memasang dan mengoperasikan sistem aplikasi yang telah dikembangkan.

Beberapa langkah dalam merancang sistem informasi ini dengan menggunakan **SDLC** adalah 1) **Studi kelayakan** dengan mempelajari konsep sistem yang berjalan serta perbedaannya, pada langkah ini diputuskan untuk merancang sistem informasi, 2) **Analisis** pengguna dan sistem yang sedang berjalan dan informasi lainnya yang dibutuhkan, 3) **Desain** pada langkah ini dilakukan pembuatan blueprint sistem termasuk arsitektur sistem aplikasi, *hardware*, struktur data, serta membuat model *graphical user interface (GUI)*, *hardware* dan *software*, dan lainlain, 4) **Pengembangan** melakukan coding untuk menerapkan desain kedalam sistem yang sesungguhnya, membuat program, dan menyiapkan *database*. 5) **Pengujian** untuk melihat apakah sistem aplikasi telah sesuai dengan harapan dan kebutuhan, dalam langkah ini, juga dilakukan perbaikan untuk penyesuaian-penyesuaian, 6) **Implementasi** pada langkah ini, sistem informasi yang telah diuji siap diimplementasikan kedalam sistem pengguna, pembuatan *user guide* dan pelatihan juga dilakukan dalam tahap ini, 7) **Perawatan** dimaksudkan agar sistem yang telah diimplementasikan dapat mengikuti perkembangan dan perubahan apapun, yang terjadi guna mencapai tujuan penggunaannya. *Help desk* untuk membantu pengguna, serta perubahan yang dianggap penting dapat dilakukan terhadap sistem aplikasi ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan aplikasi pertanggungjawaban keuangan ini dapat diakses dimana saja selama terdapat jaringan internet sehingga memudahkan memonitoring kondisi anggaran secara Real Time untuk pengajuan uang persediaan/tambahan uang persediaan, pengajuan dan penggunaan uang kegiatan, revisi anggaran maupun informasi-informasi berupa rekap maupun rincian penggunaan anggaran yang pada akhirnya untuk kepentingan pertanggungjawaban anggaran.

Pengguna dari sistem aplikasi anggaran ini adalah :

**Stakeholder**

Stakerholder yang dimaksudkan adalah stakeholder internal (pengguna) antara lain pengelola anggaran, koordinator kelompok kegiatan, pejabat struktural, peneliti dan staf operasional PAPPITPEK-LIPI. Manfaat bagi mereka adalah mempermudah akses dalam mendapatkan informasi realisasi penggunaan anggaran secara akurat, revisi anggaran lebih cepat di tingkat satuan kerja sehingga memudahkan dalam menjalankan kegiatannya, memudahkan dalam merubah rencana kegiatan dan anggaran bulanan, Mempercepat pelayanan pencairan dana untuk kegiatan.

**Pengelola Anggaran**

Pengelola anggaran yang dimaksudkan adalah Pejabat Pembuat Komitmen (PPK), Bendahara Pengeluaran, Pejabat Penguji Tagihan, Pemegang Uang Muka (PUM) dan kepala Sub Keuangan, manfaat bagi mereka adalah Mempermudah penelusuran data transaksi pembayaran kegiatan berdasarkan nomor, tanggal dan akun transaksi, Mempercepat pembukuan transaksi-transaksi pembayaran kegiatan, Mempermudah pengalokasian dan pembebanan anggaran sesuai dengan kegiatan, output, sub output, komponen dan akun, Memberikan informasi yang sesuai dengan kebutuhan bendahara terhadap pertanggungjawaban uang muka kegiatan sehingga mempercepat proses pengusulan pengajuan Uang Persediaan (UP) maupun Tambahan Uang Persediaan (TUP) ke KPPN, Mempermudah pejabat penguji tagihan dalam memverifikasi kelengkapan dan kepatutan bukti pembayaran, Memberikan laporan perkembangan penyerapan anggaran secara akurat kepada Kuasa Pengguna Anggaran dan Pejabat Pembuat Komitmen sesuai periode anggaran, serta Memberikan data pemungutan dan penyetoran pajak yang berguna untuk menyusun laporan pajak masa dan tahunan.

**Organisasi**

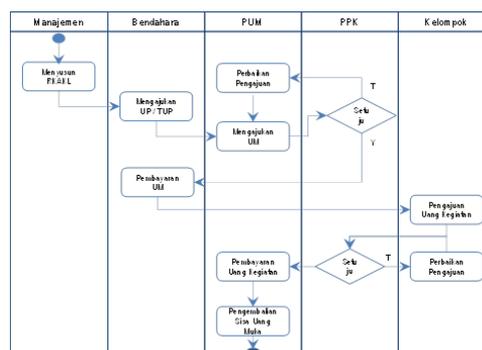
Organisasi yang dimaksudkan adalah Satuan Kerja pengelola keuangan yang bersumber dari APBN yaitu Pusat Penelitian Perkembangan Iptek – LIPI (PAPPITPEK-LIPI), manfaatnya adalah menjalankan program reformasi birokrasi di lingkungan PAPPITPEK sesuai dengan agenda reformasi LIPI gelombang kedua sehingga meningkatkan capaian kinerja satuan kerja.

**Analisis Sistem Berjalan**

Sistem pertanggungjawaban keuangan yang berjalan malai dari bendahara pengeluaran mengajukan uang persediaan/tambahan uang persediaan sampai dengan pelaksanaan kegiatan adalah sebagai berikut :

- Kepala sub bagian keuangan beserta pejabat pembuatan komitmen, kepala bagian tata usaha dan kuasa pengguna anggaran (KPA) yang secara keseluruhan disebut **manajemen** menyusun Rencana Kerja Anggaran Kementrian/Lembaga (RKAKL)
- Kepala sub bagian keuangan beserta pejabat pembuatan komitmen, kepala bagian tata usaha dan kuasa pengguna anggaran (KPA) menyusun kelompok-kelompok kegiatan beserta personil (kordinator dan anggota), alokasi anggarannya dan menentukan pemegang uang muka untuk tiap-tiap kelompok.
- Bendahara pengeluaran mengajukan uang persediaan(UP) / tambahan uang persediaan (TUP) pada KPPN berdasarkan RKAKL yang ditandatangani oleh pejabat penguji tagihan.
- Pemegang uang muka (PUM) mengajukan uang muka untuk kegiatan pada bendahara pengeluaran dengan mengisi form pengajuan uang muka, pengajuan ini dengan persetujuan pejabat pembuat komitmen (PPK) untuk kemudian didistribusikan kelompok-kelompok kegiatan.
- Kordinator kelompok kegiatan mengajukan uang kegiatan pada pemegang uang muka dengan persetujuan PPK dan menandatangani penerimaan uang kegiatan
- Pemegang uang muka pengembalikan sisa uang muka kepada bendahara pengeluaran
- Setiap transaksi yang dilakukan oleh bendahara pengeluaran, pemegang uang muka, kordinator kegiatan dicatat secara manual dengan menggunakan *Microsoft Excel* yang pada saatnya akan dibuatkan laporan baik berupa rekapitulasi maupun rinciannya.

Adapun *Activity Diagram* pengelolaan anggaran berjalan dapat dilihat pada Gambar 1



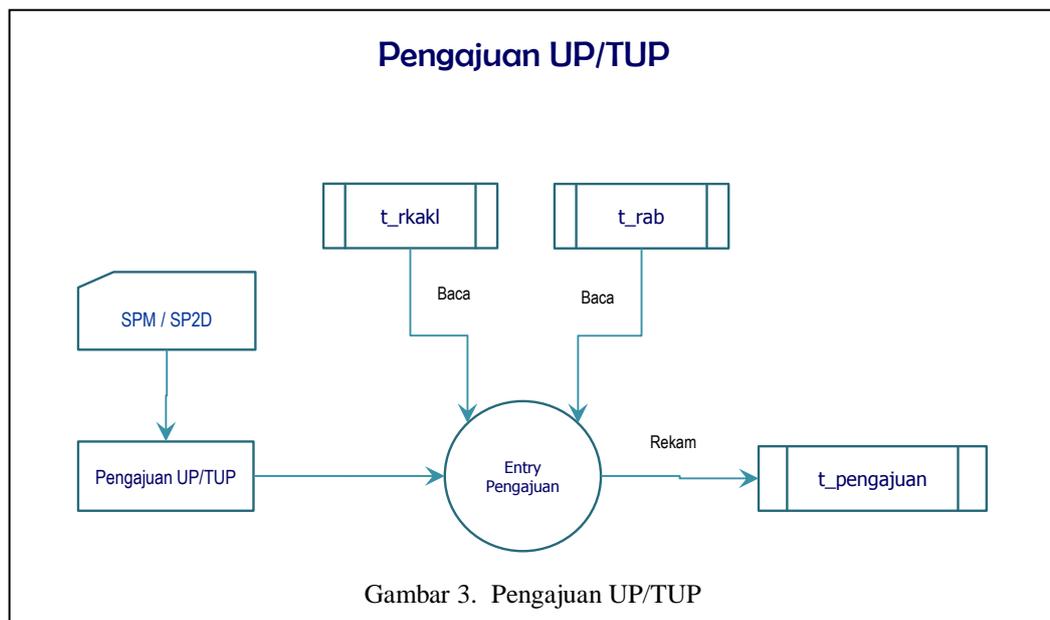
Gambar 1. Activity Diagram pengelolaan anggaran berjalan

**Desain Alur Sistem Aplikasi**

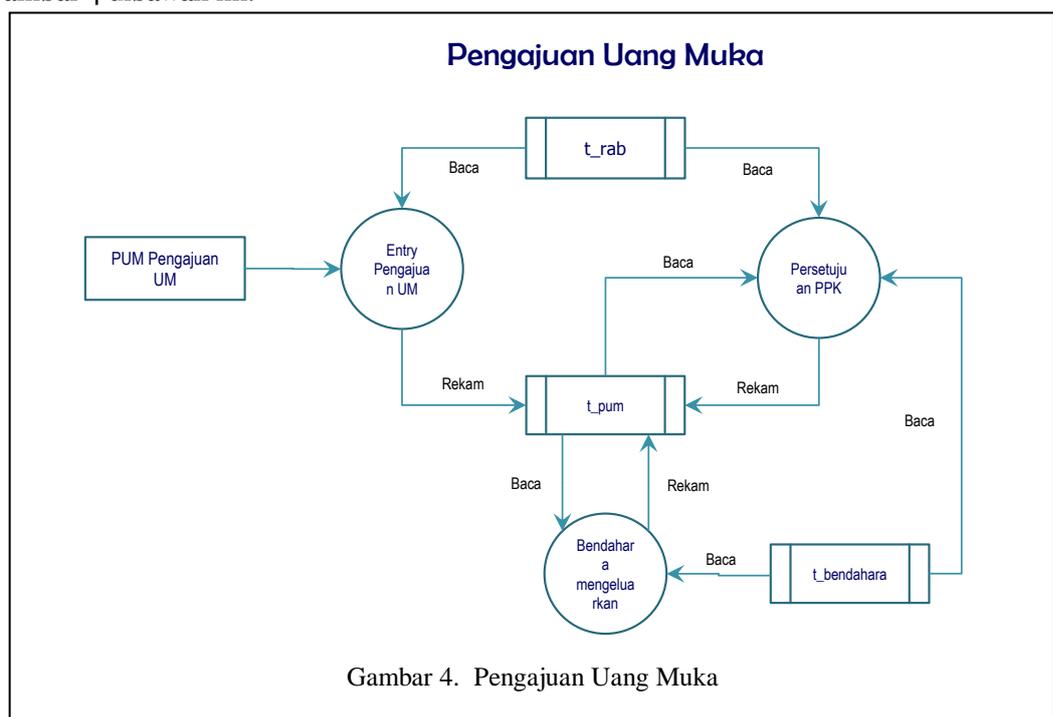
Desain alur dari sistem aplikasi pertanggungjawaban anggaran ini disusun berdasarkan analisis sitem pengeloalan anggaran berjalan yang selama ini digunakan secara manual (Gambar 1) yang melibatkan 5 aktor yang saling berhubungan.

Desain ini dibagi menjadi beberapa proses, antara lain; **Perencanaan** menyusun Rencana Kerja Anggaran Kementerian/Lembaga (RKAKL) yang dilakukan oleh manajemen dengan hasil dokumen RKAKL yang kemudian dimasukan (*entry*) kedalam Tabel dari *database*, adapun desain proses perencanaan ini diGambarkan pada Gambar 2.

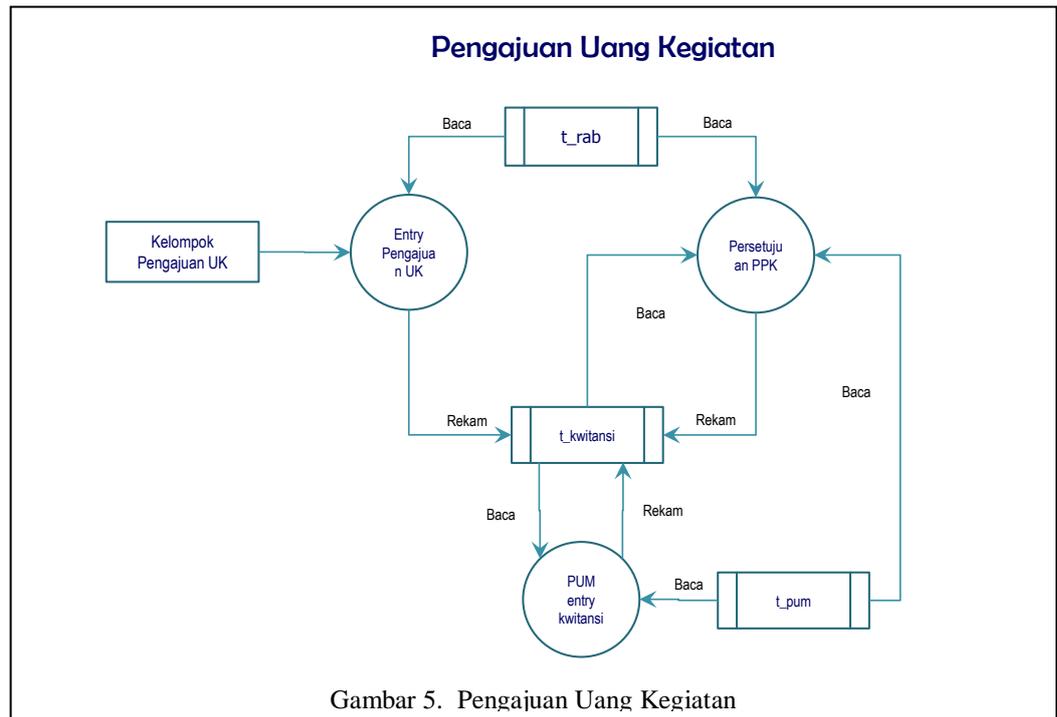
Proses selanjutnya bendahara pengeluaran mengajukan Uang Persediaan (UP) /Tambahan Uang Persediaan (TUP) kepada KPPN, pengajuan ini disesuaikan dengan kebutuhan secara keseluruhan dari kelompok-kelompok kegiatan yang telah dituangkan dalam RAB. Proses pengajuan ini diGambarkan pada Gambar 3.



Berikutnya adalah proses pengajuan uang muka oleh PUM kepada bendahara pengeluaran, pengajuan ini disesuaikan dengan kebutuhan kelompok-kelompok yang telah dituangkan dalam RAB terGambar pada Gambar 4 dibawah ini.

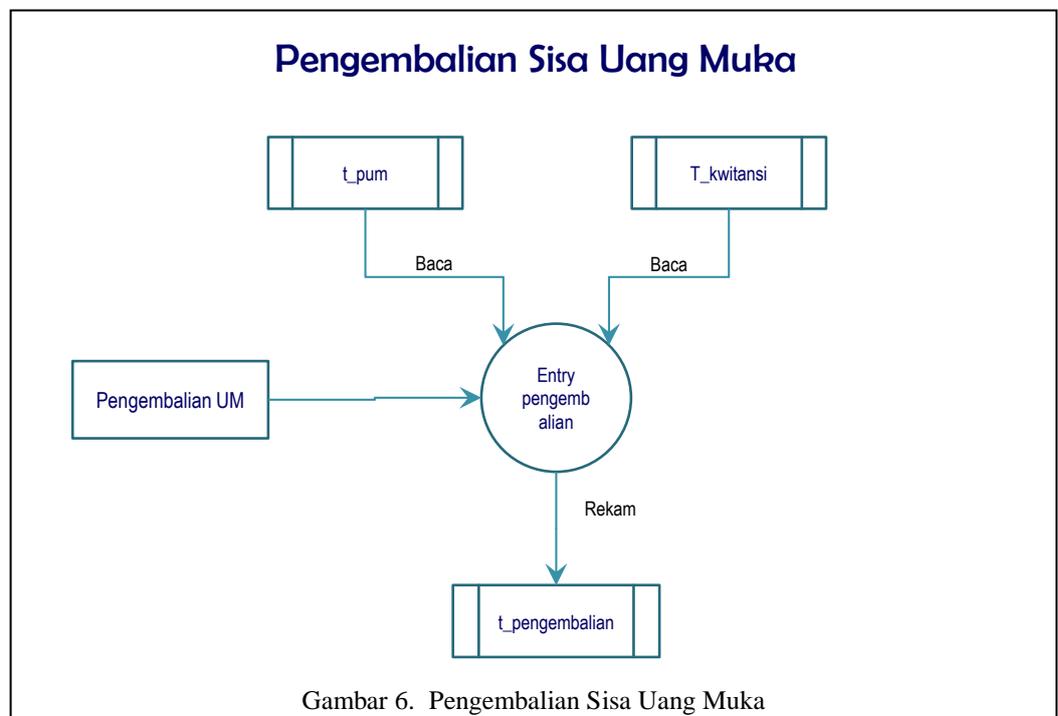


Berikutnya adalah proses pengajuan uang kegiatan oleh kelompok kepada PUM, pengajuan ini disesuaikan dengan RAB kelompok, terGambar pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Pengajuan Uang Kegiatan

Berikutnya adalah proses pengembalian sisa uang muka oleh PUM kepada bendahara pengeluaran, pengembalian ini berdasarkan uang muka PUM dikurangi pengeluaran/kwitansi yang terGambar pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Pengembalian Sisa Uang Muka

**Rancangan Struktur Data Base**

Database Sistem Informasi Pertanggungjawaban Anggaran yang dibesi nama SIPA terdapat beberapa Tabel, dimana setiap Tabel mempunyai kegunaan tersendiri. Berikut Tabel-Tabel didalam struktur database SIPA:

**Tabel t\_rkakl** Kegunaan dari Tabel ini adalah untuk menyimpan data besaran anggaran pada dokumen RKAKL

| Field        | Type    | Lenght | Discription                           |
|--------------|---------|--------|---------------------------------------|
| Tahun        | Char    | 4      | Tahun anggaran                        |
| Kd_kegiatan  | Char    | 4      | Kode kegiatan                         |
| Kd_output    | Char    | 3      | Kode output kegiatan                  |
| Kd_suboutput | Char    | 3      | Kode sub output kegiatan              |
| Kd_komponen  | Char    | 3      | Kode komponen kegiatan                |
| Kd_sumkomp   | Char    | 1      | Kode sub komponen kegiatan            |
| Kd_akun      | Char    | 6      | Kode akun anggaran                    |
| Kd_detail    | Int     | 4      | Kode detail kegiatan (auto incerment) |
| Nm_detail    | Varchar | 255    | Nama detail kegiatan                  |
| Volume       | Int     | 4      | Volume kegiatan dalam satuan          |
| Satuan       | Varchar | 10     | Satuan biaya kegiatan                 |
| Harsat       | Int     | 4      | Harga satuan biaya kegiatan           |
| Jumlah       | Bigint  | 8      | Jumlah biaya kegiatan                 |
| Block        | Bigint  | 8      | Jumlah pemotongan anggaran kegiatan   |

**Tabel t\_kelompok** Kegunaan untuk menyimpan nama kelompok kegiatan dan besaran anggaran kelompok kegiatan serta nama PUM

| Field        | Type   | Lenght | Discription                             |
|--------------|--------|--------|-----------------------------------------|
| Tahun        | Char   | 4      | Tahun anggaran                          |
| Kd_kegiatan  | Char   | 4      | Kode kegiatan                           |
| Kd_output    | Char   | 3      | Kode output kegiatan                    |
| Kd_suboutput | Char   | 3      | Kode sub output kegiatan                |
| Kd_kelompok  | Int    | 4      | Kode kelompok kegiatan (auto incerment) |
| Nm_kelompok  | Char   | 255    | Nama kelompok kegiatan                  |
| Anggaran     | Bigint | 8      | Jumlah anggaran kelompok kegiatan       |
| Nip_pum      | Char   | 18     | NIP pemegang uang muka (PUM)            |

**Tabel t\_anggota** Kegunaan untuk menyimpan daftar anggota dan kordinator kelompok kegiatan

| Field        | Type | Lenght | Discription                               |
|--------------|------|--------|-------------------------------------------|
| Tahun        | Char | 4      | Tahun anggaran                            |
| Kd_kegiatan  | Char | 4      | Kode kegiatan                             |
| Kd_output    | Char | 3      | Kode output kegiatan                      |
| Kd_suboutput | Char | 3      | Kode sub output kegiatan                  |
| Kd_kelompok  | Int  | 4      | Kode kelompok kegiatan (auto incerment)   |
| Kd_jabatan   | Char | 1      | Jabatan anggota (1 kordinator, 2 anggota) |
| Nip          | Char | 18     | Nip anggota                               |

**Tabel t\_rab** Kegunaan untuk menyimpan data rencana anggaran biaya dari kelompok kegiatan.

| Field        | Type   | Lenght | Discription                       |
|--------------|--------|--------|-----------------------------------|
| Tahun        | Char   | 4      | Tahun anggaran                    |
| Bulan        | Char   | 2      | Bulan rencana penggunaan anggaran |
| Kd_kegiatan  | Char   | 4      | Kode kegiatan                     |
| Kd_output    | Char   | 3      | Kode output kegiatan              |
| Kd_suboutput | Char   | 3      | Kode sub output kegiatan          |
| Kd_komponen  | Char   | 3      | Kode komponen kegiatan            |
| Kd_sumkomp   | Char   | 1      | Kode sub komponen kegiatan        |
| Kd_akun      | Char   | 6      | Kode akun anggaran                |
| Kd_detail    | Int    | 4      | Kode detail kegiatan              |
| Kd_kelompok  | Int    | 4      | Kode kelompok kegiatan            |
| Anggaran     | Bigint | 8      | Jumlah anggaran per bulan         |

**Tabel t\_bendahara** Kegunaan untuk menyimpan data pengajuan uang persediaan (UP)/tambahan uang persediaan (TUP).

| Field    | Type   | Lenght | Discription                           |
|----------|--------|--------|---------------------------------------|
| Tgl_spm  | date   | 8      | Tanggal dikeluarkan SPM               |
| No_spm   | Char   | 5      | Nomor SPM uang dikeluarkan            |
| Tgl_sppd | Date   | 8      | Tanggal dikeluarkan SPPD oleh KPPM    |
| No_sppd  | Char   | 13     | Nomor SPPD yang dikeluarkan oleh KPPM |
| Jumlah   | Bigint | 8      | Jumlah anggaran yang dicairkan        |
| Jenis    | Char   | 3      | Jenis anggaran (UP / TUP)             |

**Tabel t\_pum** Kegunaan untuk menyimpan data pengajuan uang muka oleh pum kepada bendahara pengeluaran

| Field         | Type   | Lenght | Discription                      |
|---------------|--------|--------|----------------------------------|
| Nomor         | Int    | 4      | Nomor pengajuan (auto increment) |
| Tgl_pengajuan | Date   | 8      | Tanggal pengajuan PUM            |
| Pengajuan     | Bigint | 8      | Jumlah pengajuan PUM             |
| Tgl_terima    | Date   | 8      | Tanggal penerimaan anggaran PUM  |
| Nip           | Char   | 18     | Nip PUM                          |

**Tabel t\_kwitansi** Kegunaan untuk menyimpan data penggunaan anggaran oleh kelompok-kelompok

| Field        | Type    | Lenght | Discription                        |
|--------------|---------|--------|------------------------------------|
| Nomor        | Int     | 4      | Nomor kwitansi (auto increment)    |
| Tgl_kwitansi | Date    | 8      | Tanggal kwitansi dibuat            |
| Kd_kegiatan  | Char    | 4      | Kode kegiatan                      |
| Kd_output    | Char    | 3      | Kode output kegiatan               |
| Kd_suboutput | Char    | 3      | Kode sub output kegiatan           |
| Kd_komponen  | Char    | 3      | Kode komponen kegiatan             |
| Kd_sumkomp   | Char    | 1      | Kode sub komponen kegiatan         |
| Kd_akun      | Char    | 6      | Kode akun anggaran                 |
| Kd_detail    | Int     | 4      | Kode detail kegiatan               |
| Kd_kelompok  | Int     | 4      | Kode kelompok kegiatan             |
| Kd_kwitansi  | Char    | 2      | Kode/jenis kwitansi                |
| Nama         | Varvar  | 50     | Nama penerima anggaran (enternal)) |
| Nip          | Char    | 18     | Nip penerima anggaran (internal)   |
| Jumlah       | Bigint  | 8      | Jumlah anggaran yang dikeluarkan   |
| Untuk        | Varchar | 255    | Penggunaan anggaran                |
| Kd_pajak     | Char    | 2      | Kode pajak                         |
| Persen_ppn   | Int     | 4      | Persentasi PPN                     |
| Pasal_pph    | Char    | 2      | Pasal pph                          |
| Persen_pph   | dec     | 3.1    | Persen PPH                         |
| Jml_pajak    | Bigint  | 8      | Jumlah pajak                       |

## KESIMPULAN

Hasil capaian Rancangan Sistem Aplikasi Pertanggungjawaban Anggaran berbasis Web ini yang paling mendasar adalah :

1. otomasi proses bisnis yang dijalankan dalam pertanggungjawabkan anggaran, yang selama ini dilaksanakan secara manual akan diotomasi oleh sistem. Perubahan yang signifikan tersebut menuntut perbaikan pada proses bisnis yang dijalankan dan perubahan pola pikir para pihak yang terlibat karena adanya pembakuan *business rules* untuk semua proses tersebut.
2. Pada saat mengerjakan laporan realisasi anggaran masih menggunakan cara manual, data yang didapat masih banyak kesalahan terutama pada penghitungan jumlah penerimaan dan pengeluaran. Setelah Aplikasi Berbasis Web ini diterapkan pada PAPPITEK LIPI dan dapat digunakan kapan saja dan dimana saja, maka hasil yang didapat jauh lebih baik dibandingkan dengan pengerjaan secara manual, selain data menjadi akurat dan dapat dipercaya, pengerjaan laporanpun dapat lebih cepat.
3. Tersedianya database memudahkan dalam penelusuran data-data yang dibutuhkan
4. Inovasi yang dilakukan dalam kegiatan ini adalah menyediakan sistem informasi teknologi dalam pengelolaan anggaran di Pusat Penelitian Perkembangan Iptek agar lebih efektif, efisien, transparan, akunTabel dan berkualitas.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alter, S. (2006) *The Work System Method: Connecting People, Processes, and IT for Business Results*, Larkspur, CA: Work System Press.
- Beynon-Davies P. (2009:34). *Management Information Systems*. Palgrave, Basingstoke
- James A. O'Brien (2007:45). *Management Information Systems* - 10th edition. Palgrave, Basingstoke
- Kroenke, D M. (2008). *Experiencing MIS*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ
- Laudon, Kenneth C.; Laudon, Jane P. (2007:42). *Sistem Informasi Manajemen*. Palgrave, Basingstoke
- O'Brien, J A. (2003). *Introduction to information systems: essentials for the e-business enterprise*. McGraw-Hill, Boston, MA
- Software Engineering Institute (SEI) Report, Susanto, Azhar. (2004). *Sistem Informasi Manajemen Konsep dan Pengembangannya*. Bandung: Lingga Jati.
- <https://yuliagroups.wordpress.com/system-development-life-cycle-sdlc/>
- <https://joulisinolungan.wordpress.com/2014/12/10/pengembangan-sistem-teknologi-informasi-metode-sdlc-system-development-life-cycle/>

## **ANALISA PENERAPAN ATURAN ALGORITMA PERCEPTRON UNTUK MENDETEKSI KEBOHONGAN PELAMAR KERJA**

**Mulia Dhamma**

Program Studi Pasca Sarjana Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara, Jl  
Universitas No. 9 Kampus USU Medan 20155  
e-mail: mulia.dhamma@gmail.com

**Abstract.** *Perceptron adalah salah satu algoritma yang ada dalam teknologi jaringan syaraf tiruan. Dalam penelitian untuk menganalisa penerapan aturan algoritma perceptron untuk mendeteksi kebohongan pelamar kerja dibutuhkan penerapan aturan input yang tepat sehingga data yang dilatih dan diuji akan menghasilkan nilai yang pas. Sebagai contoh dari penelitian ini data pelatihan yang diambil adalah 70% dan data yang diuji adalah 30%. Sewaktu pengujian terdapat satu data yang mengeluarkan hasil yang salah dikarenakan data inputan yang diuji untuk hasil yang salah tersebut menggunakan bobot perkalian berdasarkan data yang dilatih untuk inputan yang hampir sama dengan data yang diuji. Untuk bisa mendapatkan hasil yang jauh lebih akurat dibutuhkan penerapan aturan input yang tepat.*

**Kata kunci:** *Jaringan Syaraf Tiruan, Perceptron, Supervised Learning*

### **PENDAHULUAN**

Perusahaan merupakan salah satu bagian dari pemberi masukan pajak untuk Negara. Perusahaan akan bisa memberikan jumlah pajak yang besar apabila kondisi keuangan perusahaan tersebut kuat. Tentunya kondisi lemah atau kuatnya pada suatu perusahaan itu sangat ditentukan dari kinerja SDM(Sumber Daya Manusia) yang hebat pada perusahaan tersebut. Suatu perusahaan tentunya harus sanggup dalam memilih/menseleksi SDM yang berkualitas yang benar-benar bisa memberikan kontribusinya untuk perusahaan tersebut.

Didunia yang sudah modern seperti sekarang ini, hal seperti itu bukan merupakan persoalan yang sulit. Kecerdasan Buatan(Artificial Intelligence) merupakan sebuah istilah yang mengartikan bahwa disana ada sebuah teknologi yang bisa melakukan pekerjaan layaknya seorang makhluk yang pintar. Untuk bisa melakukan hal tersebut kita memerlukan teknologi yang disebut jaringan syaraf tiruan(Artificial Neural Network) dan didalam jaringan syaraf tiruan ini terdapat berbagai macam algoritma yang sangat banyak dipakai seperti Hebb, Perceptron, Backpropagation, Baive Naves, K-Nearest dan lainnya.

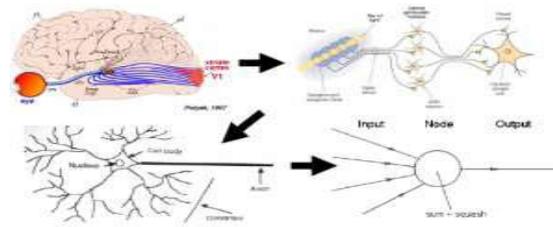
Tujuan dari pembahasan adalah untuk melakukan penerapan algoritma perceptron untuk mendeteksi kebohongan pelamar kerja yang melamar pada suatu.

### **LITERATURE REVIEW**

#### **Jaringan Syaraf Tiruan**

Suatu jaringan saraf tiruan memproses sejumlah besar informasi secara paralel dan terdistribusi, hal ini terinspirasi oleh model kerja otak biologis. Hecht-Nielsen (1988) mendefinisikan sistem syaraf buatan adalah : suatu struktur pemroses informasi yang terdistribusi dan bekerja secara paralel, yang terdiri atas elemen pemroses (yang memiliki memori lokal dan beroperasi dengan informasi lokal) yang diinterkoneksi bersama dengan alur sinyal searah yang disebut koneksi. Setiap elemen pemroses memiliki koneksi keluaran tunggal yang bercabang (fan out) ke sejumlah koneksi kolateral yang diinginkan (setiap koneksi membawa sinyal yang sama dari keluaran elemen pemroses tersebut). Keluaran,bersama dengan alur sinyal searah yang disebut koneksi. Setiap elemen pemroses memiliki koneksi keluaran tunggal yang bercabang (fan out) ke sejumlah koneksi kolateral yang diinginkan (setiap koneksi membawa sinyal yang sama dari keluaran elemen pemroses tersebut). Keluaran dari elemen pemroses tersebut dapat merupakan sebarang jenis persamaan matematis yang diinginkan. Seluruh proses yang berlangsung pada setiap elemen pemroses harus benar-benar dilakukan secara lokal, yaitu keluaran hanya bergantung pada nilai masukan pada saat itu yang diperoleh melalui koneksi dan nilai yang tersimpan dalam memori lokal.

Struktur pada Gambar 1 adalah bentuk standar dasar satuan unit jaringan otak manusia yang telah disederhanakan. Jaringan otak manusia tersusun dari  $10^{13}$  neuron yang terhubung oleh sekitar  $10^{15}$  dendrite. Fungsi dendrite adalah sebagai penyampai sinyal dari neuron tersebut ke neuron yang terhubung dengannya. Nucleus merupakan inti dari suatu neuron, axon berfungsi sebagai saluran keluaran dari neuron, dan synapsis yang mengatur kekuatan hubungan antar neuro.



**Gambar 1.** Struktur Dasar Jaringan Syaraf Tiruan.

Jaringan neuron buatan terdiri atas kumpulan grup neuron yang tersusun dalam lapisan.

- Lapisan input (Input Layer): berfungsi sebagai penghubung jaringan ke dunia luar (sumber data).
- Lapisan tersembunyi (hidden Layer): Suatu jaringan dapat memiliki lebih dari satu hidden layer atau bahkan bisa juga tidak memilikinya sama sekali.
- Lapisan Output (Output Layer): Prinsip kerja neuron-neuron pada lapisan ini sama dengan prinsip kerja neuron-neuron pada lapisan tersembunyi (hidden layer) dan di sini juga digunakan fungsi Sigmoid, tapi keluaran dari neuron pada lapisan ini sudah dianggap sebagai hasil dari proses

Secara umum, terdapat tiga jenis neural network yang sering digunakan berdasarkan jenis network-nya, yaitu :

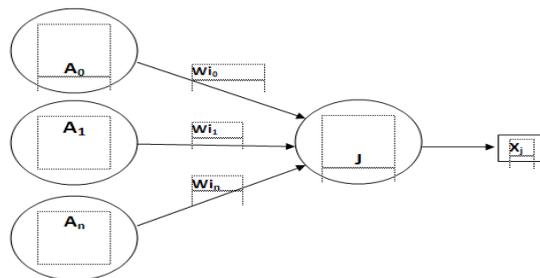
1. Single-Layer Neural adalah jaringan syaraf tiruan yang memiliki koneksi pada inputnya secara langsung ke jaringan output.
2. Multilayer Perceptron Neural Network adalah jaringan syaraf tiruan yang mempunyai layer yang dinamakan “hidden”, ditengah layer input dan output. Hidden ini bersifat variabel, dapat digunakan lebih dari satu hidden layer.
3. Recurrent Neural Networks Neural network adalah jaringan syaraf tiruan yang memiliki ciri, yaitu adanya koneksi umpan balik dari output ke input.

**Algoritma Perceptron**

Algoritma Perceptron yang merupakan jaringan syarat tiruan melakukan pembelajaran dengan input yang berada pada basisdata, untuk mengetahui keakuratan data dan input dibandingkan sehingga menghasilkan output yang diinginkan, adapun data input berupa lokasi asset, jenis barang, range pemakaian.

Algoritma Perceptron terdiri dari suatu input dan output, perceptron merupakan bentuk paling sederhana dari Jaringan Saraf Tiruan yang digunakan untuk pengklasifikasian jenis pola khusus yang disebut linearly separable (pola-pola yang terletak pada sisi yang berlawanan pada suatu bidang) (Anita Desiani & Muhammad Arhami 2006, p 178)<sup>[1]</sup>.

Arsitektur perceptron belajar mengenali pola dengan metode belajar terbimbing. Pola yang diklasifikasikan biasanya berupa bilangan biner (kombinasi 1 dan 0) dan kategori pengklasifikasian juga diwujudkan dalam bilangan biner. Perceptron dibatasi untuk dua lapisan pengolah dengan satu lapisan bobot (diantaranya) yang dapat beradaptasi.(Arief Hermawan 2006, p 43)<sup>[4]</sup>.



**Gambar 2.**Unit Pengolah Perceptron

Elemen pada Gambar 2 merupakan unit pengolah dasar dari perceptron. Unit pengolah ini mendapat masukan dari unit pengolah lain yang masing - masing dihubungkan melalui suatu bobot interkoneksi ( $W_{ji}$ ). Unit pengolah melakukan penjumlahan bobot untuk seluruh masukannya dengan persamaan berikut:

$$S_j = \sum_{i=0} a_i w_{ji} \quad (1)$$

Dengan :

$w_{ji}$  = bobot sambungan dari *unit* i ke *unit* j

$a_i$  = masukan yang berasal dari *unit* i

Perceptron menguji apakah hasil penjumlahan berbobot berada diatas / dibawah nilai ambang yang telah ditentukan, dengan aturan.

Dengan :

|                                                 |
|-------------------------------------------------|
| $x_j = \text{nilai keluaran unit } j \quad (4)$ |
| Jika $S_j > 0$ maka $x_j = 1 \quad (2)$         |
| Jika $S_j \leq 0$ maka $x_j = 0 \quad (3)$      |

Perceptron dilatih dengan menggunakan sekumpulan pola yang diberikan kepadanya secara berulang-ulang selama latihan. Setiap pola yang diberikan merupakan pasangan pola masukan dan pola yang diinginkan. Perceptron melakukan penjumlahan berbobot tiap-tiap masukannya dan menggunakan fungsi ambang untuk menghitung hasil output-nya. Hasil output ini kemudian dibandingkan dengan hasil yang diinginkan, perbedaan yang dihasilkan dari perbandingan ini digunakan untuk merubah bobot-bobot yang ada dalam jaringan. Demikian dilakukan berulang-ulang sehingga dihasilkan keluaran yang sesuai dengan hasil yang diinginkan.

Dengan menggunakan aturan perceptron yang sederhana maka perubahan bobot dapat dirumuskan :

$$W_{jbaru} = W_{jlama}$$

Dengan

C = Learning rate / kecepatan belajar.

$t_{jp}$  = Nilai keluaran yang diinginkan unit j setelah diberikan pola p pada lapisan masukan.

$x_{jp}$  = Nilai keluaran yang dihasilkan unit j setelah diberikan pola p pada lapisan masukan.

$a_i$  = Masukan yang berasal dari unit i

Pola yang diklasifikasikan biasanya berupa bilangan biner (kombinasi 1 dan 0) dan kategori pengklasifikasian juga diwujudkan dalam bilangan biner.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dikumpulkan untuk melakukan pendeteksian kebohongan ini berjumlah 32 data dan juga memiliki 5 input layer seperti dibawah ini

| No | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | Hasil Real |
|----|----|----|----|----|----|------------|
| 1  | Y  | Y  | Y  | Y  | Y  | Y          |
| 2  | Y  | Y  | Y  | Y  | N  | Y          |
| 3  | Y  | Y  | Y  | N  | Y  | Y          |
| 4  | Y  | Y  | Y  | N  | N  | Y          |
| 5  | Y  | Y  | N  | N  | N  | Y          |
| 6  | Y  | Y  | N  | N  | Y  | Y          |
| 7  | Y  | Y  | N  | Y  | N  | Y          |
| 8  | Y  | Y  | N  | Y  | Y  | Y          |
| 9  | Y  | N  | Y  | Y  | Y  | Y          |
| 10 | Y  | N  | Y  | Y  | N  | Y          |
| 11 | Y  | N  | Y  | N  | Y  | Y          |
| 12 | Y  | N  | Y  | N  | N  | Y          |
| 13 | Y  | N  | N  | N  | N  | N          |
| 14 | Y  | N  | N  | N  | Y  | Y          |
| 15 | Y  | N  | N  | Y  | N  | Y          |

|    |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 16 | Y | N | N | Y | Y | Y |
| 17 | N | Y | Y | Y | Y | Y |
| 18 | N | Y | Y | Y | N | Y |
| 19 | N | Y | Y | N | Y | Y |
| 20 | N | Y | Y | N | N | N |
| 21 | N | Y | N | N | N | N |
| 22 | N | Y | N | N | Y | Y |
| 23 | N | Y | N | Y | N | Y |
| 24 | N | Y | N | Y | Y | Y |
| 25 | N | N | Y | Y | Y | Y |
| 26 | N | N | Y | Y | N | Y |
| 27 | N | N | Y | N | Y | N |
| 28 | N | N | Y | N | N | N |
| 29 | N | N | N | N | N | N |
| 30 | N | N | N | N | Y | N |
| 31 | N | N | N | Y | N | N |
| 32 | N | N | N | Y | Y | Y |

X1 = Kontak Mata Sedikit

X2 = Cara Bicara Tidak natural

X3 = Bernafas Cepat

X4 = Mengalihkan Topik Pembicaraan

X5 = Mencoba Meyakinkan Berlebihan

Y = 1

N = 0

Untuk Pelatihan data akan diambil sebanyak 70%

| No | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | Hasil Real |
|----|----|----|----|----|----|------------|
| 1  | Y  | Y  | Y  | Y  | Y  | Y          |
| 3  | Y  | Y  | Y  | N  | Y  | Y          |
| 5  | Y  | Y  | N  | N  | N  | Y          |
| 7  | Y  | Y  | N  | Y  | N  | Y          |
| 9  | Y  | N  | Y  | Y  | Y  | Y          |
| 10 | Y  | N  | Y  | Y  | N  | Y          |
| 11 | Y  | N  | Y  | N  | Y  | Y          |
| 12 | Y  | N  | Y  | N  | N  | Y          |
| 13 | Y  | N  | N  | N  | N  | N          |
| 14 | Y  | N  | N  | N  | Y  | Y          |
| 15 | Y  | N  | N  | Y  | N  | Y          |
| 16 | Y  | N  | N  | Y  | Y  | Y          |
| 17 | N  | Y  | Y  | Y  | Y  | Y          |
| 18 | N  | Y  | Y  | Y  | N  | Y          |
| 19 | N  | Y  | Y  | N  | Y  | Y          |
| 20 | N  | Y  | Y  | N  | N  | N          |
| 21 | N  | Y  | N  | N  | N  | N          |
| 23 | N  | Y  | N  | Y  | N  | Y          |
| 25 | N  | N  | Y  | Y  | Y  | Y          |
| 27 | N  | N  | Y  | N  | Y  | N          |
| 29 | N  | N  | N  | N  | N  | N          |

31 N N N Y N N

Dalam pelatihan diberikan  
Alfa(Learning Rate) = 0,1  
Teta = 0.5  
Max Epoch = 1000  
Bobot = 0  
Hasil dari pelatihan JST  
Epoch mencapai 144  
Untuk pengujian data diambil sebanyak 30%

| No | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | Out | Hasil Real |
|----|----|----|----|----|----|-----|------------|
| 2  | Y  | Y  | Y  | Y  | N  | Y   | Y          |
| 4  | Y  | Y  | Y  | N  | N  | Y   | Y          |
| 6  | Y  | Y  | N  | N  | Y  | Y   | Y          |
| 8  | Y  | Y  | N  | Y  | Y  | Y   | Y          |
| 10 | Y  | N  | Y  | Y  | N  | Y   | Y          |
| 24 | N  | Y  | N  | Y  | Y  | Y   | Y          |
| 26 | N  | N  | Y  | Y  | N  | N   | Y          |
| 28 | N  | N  | Y  | N  | N  | N   | N          |
| 30 | N  | N  | N  | N  | Y  | N   | N          |

Dari pengujian diatas terdapat satu data yang menghasilkan nilai yang salah untuk nomor 26 dimana hasil yang keluar adalah N/o, sedangkan hasil sebenarnya harus bernilai Y/1.

Setelah dilakukan penelitian, ternyata salah satu faktor penyebab hasil yang keluar N/o dikarenakan data yang dilatih untuk nomor 31 itu mengeluarkan nilai N/o sewaktu inputan X4 bernilai Y/1.

Apabila data yang dilatih untuk nomor 31 hasilnya diubah menjadi Y/1 maka data yang diuji untuk nomor 26 akan mengeluarkan hasil yang benar yaitu N/o

### KESIMPULAN

Dari kesimpulan yang didapat untuk penerapan algoritma perceptron untuk mendeteksi kebohongan terdapat satu data yang mengeluarkan nilai yang salah untuk perbandingan 70:30 dimana 70% untuk data pelatihan dan 30% untuk data pengujian. Kesalahan tersebut dikarenakan oleh data yang dilatih pada nomor 31 mengeluarkan hasil N/o.

Untuk data yang dilatih pada nomor 31 :

X1=N, X2=N, X3=N, X4=Y, X5=N => N

Untuk data yang diuji pada nomor 26 :

X1=N, X2=N, X3=Y, X4=Y, X5=N => N

Dari data diatas diketahui bahwasanya data yang dilatih hanya inputan X4 yang bernilai Y, maka itu menandakan apabila ada data yang akan diuji hanya inputan X4 bernilai Y dan tidak ada data yang dilatih yang menyerupai inputan pada nomor 26 maka hasilnya juga akan Y. Untuk melakukan pendeteksian kebohongan agar bisa mendapatkan hasil yang akurat, dibutuhkan penerapan aturan input yang tepat sehingga antara data yang dilatih dengan yang diuji bisa menghasilkan nilai yang akurat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Fachrudin Pakaja, Agus Naba, Purwanto, Peramalan Penjualan Mobil Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dan Certainty Factor, *EECCIS* Vol. 6, No. 1(2012)  
Aleixo Jose Martins Valadares, Penerapan Aturan Perceptron Jaringan Saraf Tiruan

## ANALISIS PENERAPAN FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) DENGAN METODE MAMDANI PADA SISTEM PREDIKSI MAHASISWA NON AKTIF (STUDI KASUS : AMIK TUNAS BANGSA PEMATANGSIANTAR)

Anjar Wanto

Fakultas Ilmu Komputer-Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara, Medan

\* anjarwanto@gmail.com

**Abstrak.** AMIK Tunas Bangsa merupakan Perguruan Tinggi di Pematangsiantar yang sedang berkembang. Banyaknya Mahasiswa yang kuliah membuat kesulitan dalam menangani pengolahan data keaktifan Mahasiswa. Seiring pelaksanaannya muncul masalah-masalah, salah satunya adalah banyaknya mahasiswa yang non aktif. Tingginya tingkat keberhasilan mahasiswa dan rendahnya tingkat kegagalan mahasiswa dapat mencerminkan kualitas suatu perguruan tinggi. Penelitian secara statistik telah banyak dilakukan untuk hal tersebut. Pada penelitian ini dikembangkan suatu sistem yang akan memprediksi mahasiswa Non Aktif menggunakan OOAD (Object Oriented Analysis System) dan Fuzzy Inference system (FIS) dengan menggunakan variabel input. OOAD (Object Oriented Analysis System) terbagi atas empat tahapan, yaitu analisis, desain, implementasi dan testing. Untuk perhitungan data digunakan Fuzzy Inference system (FIS) melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Prediksi dilakukan dengan cara memasukkan parameter-parameter yang ada sehingga diperoleh kesimpulan seberapa besar tingkat mahasiswa non aktif tersebut.

**Kata Kunci:** Mahasiswa, Fuzzy, Non Aktif

### PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan hal yang penting dalam kehidupan pada era sekarang ini karena untuk meningkatkan daya saing dalam menghadapi globalisasi di segala bidang diperlukan pendidikan tinggi (UU No. 12 Th. 2012). Pendidikan dapat diperoleh tidak hanya melalui jalur formal saja, tapi dapat melalui jalur non-formal apalagi saat ini perkembangan alat-alat informasi sudah berkembang pesat sehingga kita dapat memperoleh pengetahuan dari manapun dengan sangat mudah. Namun mengenyam pendidikan pada institusi pendidikan formal yang diakui oleh lembaga pendidikan negara adalah sesuatu yang masih wajib dilakukan di Indonesia.

Karena hal tersebut di atas makin banyak perguruan tinggi swasta yang bermunculan dengan jumlah mahasiswa yang tidak sedikit juga. Tapi dalam perjalanan perkuliahan tidak sedikit mahasiswa yang terpaksa harus *non aktif* atau menghentikan studinya. Salah satu indikator permasalahan dalam sistem perguruan tinggi adalah banyaknya mahasiswa non aktif. Masalah mahasiswa non aktif menjadi masalah tersendiri bagi perguruan tinggi pada umumnya dan AMIK Tunas Bangsa Pematangsiantar khususnya, karena tingginya tingkat keberhasilan mahasiswa dan rendahnya tingkat kegagalan mahasiswa dapat mencerminkan kualitas suatu perguruan tinggi. Jadi harus dicari solusi agar tingkat kegagalan mahasiswa dapat ditekan seminim dan sedini mungkin. Selama ini untuk mengetahui banyaknya mahasiswa non aktif masih menggunakan cara manual, yaitu dengan mengumpulkan data dari dosen pengajar berdasarkan tingkat kehadiran kuliah, keikutsertaan mahasiswa mengikuti ujian tengah semester, dan ujian akhir semester. Dan kemudian melihat nilai ipk mahasiswa. Oleh karena itu perlu adanya prediksi mahasiswa non aktif. Proses untuk memprediksi hal ini dilakukan dengan cara menentukan parameter yang akan digunakan seperti IPK, semester, jurusan di sekolah menengah, (Yathongchai, Yathongchai, Kerdrasop, & Kerdrasop, 2003: p. 114), dan pekerjaan (Kotsiantis, 2009: p. 114) menggunakan metode logika fuzzy (*fuzzy logic*). Dengan algoritma ini akan menghasilkan prediksi kemungkinan *non aktif*, dengan keluaran dari himpunan output rendah, cukup tinggi, dan tinggi. Nilai linguistic tinggi menandakan kemungkinan *non aktif* makin besar.

### METODE

#### a. Logika Fuzzy

Konsep tentang logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962. Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, jaringan PC, multi-channel atau workstation berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Dalam logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1. Logika fuzzy adalah sistem control pemecahan masalah (Sutojo et al, 2011: pp. 211-212, 232) yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem sederhana sampai sistem *control*. Logika fuzzy mempunyai kemampuan dalam proses penalaran, mudah dimengerti, memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat atau tidak pasti, mampu memodelkan fungsi-fungsi non-linear, dan dapat bekerja sama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional yang didasarkan pada bahasa alami. Oleh karena itu penelitian ini akan menggunakan logika fuzzy yang 3 menggunakan sekumpulan *if-then rule* berdasarkan himpunan fuzzy (*fuzzy sets*) sebagai dasar

pembuatan sistem ini.

b. Metode Mamdani

Metode mamdani sering digunakan dalam aplikasi-aplikasi karena strukturnya yang sederhana, yaitu menggunakan operasi MIN-MAX atau MAX-PRODUK. Untuk mendapatkan *output* diperlukan empat tahapan, yaitu:

- Pembentukan himpunan *fuzzy*
- Aplikasi fungsi implikasi
- Komposisi aturan
- *Defuzzyfikasi*

c. Mahasiswa Non Aktif

Mahasiswa non aktif adalah mahasiswa yang tidak melakukan registrasi administratif setiap awal semester selama 1 tahun penuh, baik itu pengisian Kartu Rencana Studi (KRS) maupun pembayaran uang kuliah. Mahasiswa yang memiliki status tidak ada kejelasan selama empat semester berturut-turut dikategorikan sebagai mahasiswa Non aktif.

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan pengumpulan data, pengolahan awal data, metode yang digunakan, eksperimen dan pengujian model, evaluasi dan validasi hasil klasifikasi.

1. Pengumpulan data

Pada Tahun Ajaran 2015-2016 jumlah mahasiswa keseluruhan adalah 1198 mahasiswa terdiri atas 856 Program Studi Manajemen Informatika dan 342 Program Studi Komputerisasi Akuntansi. Dari jumlah tersebut, tercatat terdapat 102 diantaranya memiliki status non aktif dan 1096 mahasiswa memiliki status aktif. Sampel data demografi mahasiswa yang terdiri atas NIM, nama, tempat lahir, tanggal lahir, alamat asal, kota asal dan seterusnya. sampel data akademik mahasiswa yang terdiri atas Nim, nama, Indek Prestasi Semester 1, Indek Prestasi Semester 2, Indek Prestasi Semester 3, Indek Prestasi Semester 4, jumlah SKS (Satuan Kredit Semester) yang diambil mahasiswa tiap semester ganjil dan genap.

2. Pengolahan awal data

- Data integrasi

Data mahasiswa yang terdiri atas data akademik dan data demografi yang diperoleh dintegrasikan sebagai satu kesatuan data.

- Seleksi fitur (atribut)

Seleksi fitur digunakan sebagai input untuk proses klasifikasi. Seleksi fitur dilakukan dengan mengambil sebagian variabel pada seluruh atribut yang ada pada data untuk dijadikan atribut penentu dalam melakukan pemberian keputusan. Fitur yang digunakan adalah sebagai berikut: program studi, jenis kelamin, usia saat mendaftar, kota asal, status domisili, agama, marital, asal sekolah, status kerja, asal biaya, pekerjaan orang tua, penghasilan orang tua, IP Semester 1, IP Semester 2, IP Semester 3, IP Semester 4, SKS 1, SKS 2, SKS 3, SKS 4, status skripsi, status akademik.

- Data cleansing

Pada tahap ini, dilakukan penghapusan data yang tidak lengkap. Penulis menggunakan tiga program studi jenjang strata satu pada Fakultas Ilmu Komputer sebagai data set. Dari jumlah 13.416 mahasiswa, data yang layak digunakan sebanyak 3.861 mahasiswa dari program studi Teknik Informatika, Sistem Informasi dan Desain Komunikasi Visual jenjang strata satu angkatan 2005 sampai dengan 2009. Tercatat 1.018 mahasiswa memiliki status non aktif dan 2.843 mahasiswa dengan status aktif

3. Metode Yang Digunakan

Metodologi yang akan digunakan untuk prediksi mahasiswa non aktif adalah metodologi OOAD (*Object Oriented Anaysis System*). Metodologi ini digunakan karena tujuan sistem telah jelas yaitu untuk menghasilkan sistem prediksi mahasiswa non aktif. Dalam metodologi OOAD, ada beberapa tahap yang harus dilalui untuk dapat mengembangkan suatu sistem. Penjabaran langkah-langkahnya adalah : Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data terhadap proses yang sedang berlangsung dan dokumen-dokumen yang terkait dengan data mahasiswa, kemudian akan ditentukan parameter dan kriteria untuk pengolahan dan penyeleksian data. Dengan metode pengolahan yang menggunakan *Fuzzy Inference System (FIS)*, maka setiap parameter akan memiliki suatu nilai bobot yang ditetapkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai analisis dari pembahasan-pembahasan topik diatas.

### Teknik Analisis

Agar penelitian lebih terarah dan memudahkan kegiatan penelitian, maka diperlukan penjabaran mengenai teknik pengumpulan data yang akan digunakan. Untuk mendapatkan data dalam penelitian akan dilakukan proses pengumpulan data. Dalam penelitian ini, data-data penelitian didapatkan dari :

1. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh bersumber dari literature, buku, jurnal, dan informs lainnya yang berhubungan dengan masalah yang sedang diteliti untuk keperluan pembelajaran dan dasar-dasar dalam melaksanakan penelitian.

2. Data Primer

Data primer diperoleh dari hasil rekap data mahasiswa AMIK Tunas Bangsa Pematangsiantar.

**Proses Fuzzy Inference System**

Proses perancangan *Fuzzy Inference System* dengan metode Mamdani adalah sebagai berikut: Dalam penelitian ini parameter yang digunakan sebagai input adalah IPK, semester, jurusan pendidikan di sekolah menengah atas, dan pekerjaan sedangkan parameter *output* adalah non aktif. Dan nilai *linguistic* untuk masing-masing parameter adalah sebagai berikut:

1. Variable IPK dengan nilai *linguistic* rendah, cukup, baik, dan sangat baik.
2. Variable Semester dengan nilai *linguistic* awal dan akhir.
3. Variable Jurusan / Program Studi dengan nilai *linguistic* tidak sesuai, sesuai, dan sangat sesuai.
4. Variable Pekerjaan dengan nilai *linguistic* tidak bekerja dan bekerja.
5. Variable Non aktif yang merupakan output dengan nilai *linguistic* rendah, cukup tinggi, dan tinggi.

**Fuzzifikasi**

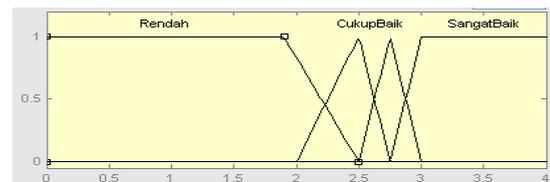
Proses pembentukan himpunan fuzzy akan diuraikan sebagai berikut:

1. IPK

IPK (Indeks Prestasi Kumulatif) merupakan nilai atau hasil selama mahasiswa melakukan studi. Atribut ini cukup menentukan dalam memprediksi mahasiswa *non aktif*.

**Tabel 1.** Nilai linguistik IPK

| Nilai Linguistik | Interval |
|------------------|----------|
| Rendah           | [0,2]    |
| Cukup            | [2,2.7]  |
| Baik             | [2.5,3]  |
| Sangat Baik      | [2.7,4]  |



**Gambar 1.** Fungsi Variabel IPK

Fungsi keanggotaan IPK :

$$\mu_{rendah}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 2; \\ (2.5-x)/0.5; & 2 \leq x \leq 2.5 \\ 0; & x \geq 2.5 \end{cases}$$

$$\mu_{cukup}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2 \text{ atau } x \geq 2.7; \\ (x-2)/0.5; & 2 \leq x \leq 2.5 \\ (2.7-x)/0.2; & 2.5 \leq x \leq 2.7 \end{cases}$$

$$\mu_{baik}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2.5 \text{ atau } x \geq 3; \\ (x-2.5)/0.2; & 2.5 \leq x \leq 2.7 \\ (3-x)/0.3; & 2.7 \leq x \leq 3 \end{cases}$$

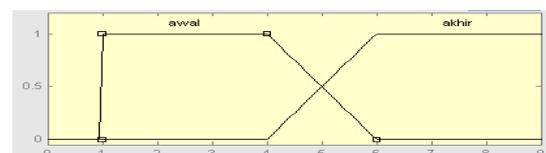
$$\mu_{sangatBaik}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2.7; \\ (x-2.7)/0.3; & 2.7 \leq x \leq 3 \\ 1; & x \geq 3 \end{cases}$$

2. Semester

Evaluasi awal yang sesuai dengan kebijakan akademis yaitu kriteria mahasiswa *non aktif* berdasarkan nilai IPK yang dilakukan pada semester 4.

**Tabel 2.** Nilai linguistik Semester

| Nilai Linguistik | Interval |
|------------------|----------|
| Awal             | [0,6]    |
| Akhir            | [4,9]    |



**Gambar 2.** Fungsi Variabel Semester

Fungsi Variabel Semester :

$$\mu_{awal}(y) = \begin{cases} 0; & y \leq 1 \text{ atau } y \geq 6; \\ 1; & 1 \leq y \leq 4; \\ (6-y)/2 & 4 \leq y \leq 6; \end{cases}$$

$$\mu_{akhir}(y) = \begin{cases} 0; & y \leq 4; \\ (y-4)/2; & 4 \leq y \leq 6; \\ 1 & y \geq 6; \end{cases}$$

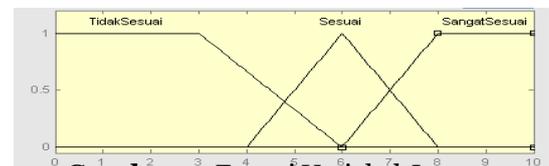
3. Jurusan/Program Studi

Pada atribut jurusan terlebih dahulu dicari nilai *crisp* untuk masing-masing jurusan. Nilai yang diberikan berdasarkan tingkat kesesuaian jurusan di sekolah menengah dengan program studi yang saat ini diikuti (teknik informatika). Ketentuan penilaiannya adalah sebagai berikut:

- a. SMA
  - 1. Eksakta dengan nilai 8
  - 2. Sosial dengan nilai 7
  - 3. Bahasa dengan nilai 3
- b. SMK
  - 1. TI dengan nilai 9
  - 2. Akuntansi dengan nilai 5
  - 3. Selain TI dan Akuntansi dengan nilai 2

**Tabel 3.** Nilai Linguistik Jurusan

| Nilai Linguistik | Interval |
|------------------|----------|
| Tidak sesuai     | [0,5]    |
| Sesuai           | [4,8]    |
| Sangat Sesuai    | [7,10]   |



**Gambar 3.** Fungsi Variabel Jurusan

Fungsi Keanggotaan Jurusan :

$$\mu_{tidakSesuai}(z) = \begin{cases} 1; & z \leq 3; \\ (6-z)/3; & 3 \leq z \leq 6; \\ 0; & z \geq 6 \end{cases}$$

$$\mu_{sesuai}(z) = \begin{cases} 0; & z \leq 4 \text{ atau } z \geq 8; \\ (z-4)/2; & 4 \leq z \leq 6; \\ (8-z)/2; & 6 \leq z \leq 8; \end{cases}$$

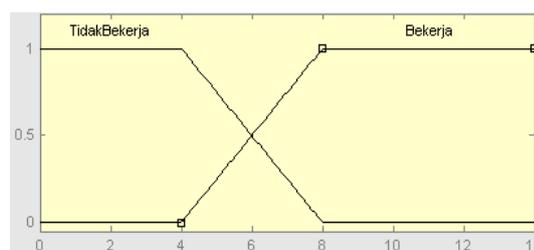
$$\mu_{sangatSesuai}(z) = \begin{cases} 0; & z \leq 6; \\ (z-6)/2; & 6 \leq z \leq 8; \\ 1; & z \geq 8 \end{cases}$$

4. Pekerjaan

Penentuan himpunan Atribut pekerjaan berdasarkan status mahasiswa, apakah sebagai karyawan atau bukan. Variable pekerjaan terdiri dari himpunan bekerja dan tidak bekerja.

**Tabel 4.** Nilai linguistik Pekerjaan

| Nilai Linguistik | Interval |
|------------------|----------|
| Tidak Bekerja    | [0,8]    |
| Bekerja          | [4,14]   |



**Gambar 4.** Fungsi Variabel Pekerjaan

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{\text{tidakBekerja}}(r) = \begin{cases} 1; & r \leq 4; \\ (8-r)/4; & 4 \leq r \leq 8; \\ 0; & r \geq 8 \end{cases}$$

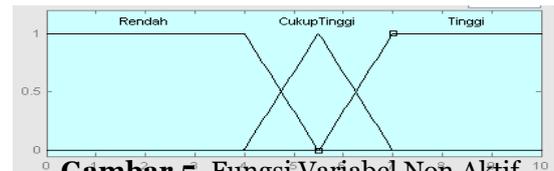
$$\mu_{\text{bekerja}}(r) = \begin{cases} 0; & r \leq 4; \\ (r-4)/4; & 4 \leq r \leq 8; \\ 1; & r \geq 8 \end{cases}$$

5. Variabel Non Aktif

Variable non aktif merupakan variable hasil atau output dari himpunan fuzzy, dimana variable inputnya terdiri dari IPK, Semester, Jurusan di sekolah menengah, dan pekerjaan.

**Tabel 5.** Nilai linguistik variable Non Aktif

| Nilai Linguistik | Interval |
|------------------|----------|
| Rendah           | [0,5.5]  |
| Cukup tinggi     | [4,7]    |
| Tinggi           | [5.5,10] |



**Gambar 5.** Fungsi Variabel Non Aktif

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{\text{rendah}}(s) = \begin{cases} 1; & s \leq 4; \\ (5.5-s)/1.5; & 4 \leq s \leq 5.5; \\ 0; & s \geq 5.5 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{cukupTinggi}}(s) = \begin{cases} 0; & s \leq 4 \text{ atau } s \geq 7; \\ (s-4)/1.5; & 4 \leq s \leq 5.5; \\ (7-s)/1.5; & 5.5 \leq s \leq 7; \end{cases}$$

$$\mu_{\text{tinggi}}(s) = \begin{cases} 0; & s \leq 5.5; \\ (s-5.5)/1.5; & 5.5 \leq s \leq 7; \\ 1; & s \geq 7 \end{cases}$$

6. Inferensi

IF IPK=Rendah AND Semester=Awal AND Jurusan=Tidak Sesuai AND Pekerjaan=Tidak Bekerja THEN Tinggi

IF IPK=Cukup AND Semester=Awal AND Jurusan=Tidak Sesuai AND Pekerjaan= Bekerja THEN Cukup Tinggi

IF IPK=Cukup AND Semester=Akhir AND Jurusan=Sangat Sesuai AND Pekerjaan= Tidak Bekerja THEN Rendah

Jika IPK Rendah, berada pada Semester Awal, pendidikan lanjutan atas dengan jurusan tidak sesuai dengan fakultas yang sekarang dijalani/dipilih walau tidak bekerja diprediksi akan Non Aktif dengan tingkat resiko tinggi.

7. Defuzzifikasi dengan Metode Mamdani

Metode yang digunakan adalah *Centroid Method*, metode ini dikenal juga sebagai *Center of Area (CoA)* atau *Center of Gravity (CoG)*, mengambil titik pusat ( $z^*$ ) daerah fuzzy.

Rumus yang digunakan adalah:

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz}$$

Jika z berupa nilai diskrit, dapat menggunakan rumus :

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

Contoh Data Sample Menggunakan Fuzzy Inference System Metode Mamdani.

Seseorang mahasiswa dengan data IPK: 2.4 = Cukup, semester 2 = Awal, jurusan Elektro/Mesin = Sesuai (7), pekerjaan = Tidak Bekerja. Maka:

**IPK**

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{rendah}(x) = \begin{cases} 1; & x \leq 2; \\ (2.5-x)/0.5; & 2 \leq x \leq 2.5 \\ 0; & x \geq 2.5 \end{cases}$$

$$\mu_{cukup}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2 \text{ atau } x \geq 2.75; \\ (x-2)/0.5; & 2 \leq x \leq 2.5 \\ (2.75-x)/0.25; & 2.5 \leq x \leq 2.75 \end{cases}$$

$$\mu_{baik}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2.5 \text{ atau } x \geq 3; \\ (x-2.5)/0.25; & 2.5 \leq x \leq 2.75 \\ (3-x)/0.25; & 2.75 \leq x \leq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{sangatBaik}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 2.75; \\ (x-2.75)/0.25; & 2.75 \leq x \leq 3 \\ 1; & x \geq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{Ipkrendah}(X) = (2.5-2.4)/0.5=0.2$$

$$\mu_{Ipkcukup}(X) = (2.4-2)/0.5=0.8$$

### **SEMESTER**

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{awal}(y) = \begin{cases} 0; & y \leq 1 \text{ atau } y \geq 6; \\ 1; & 1 \leq y \leq 4; \\ (6-y)/2 & 4 \leq y \leq 6; \end{cases}$$

$$\mu_{akhir}(y) = \begin{cases} 0; & y \leq 4; \\ (y-4)/2; & 4 \leq y \leq 6; \\ 1 & y \geq 6; \end{cases}$$

$$\mu_{semawal}(y) = 1$$

### **JURUSAN**

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{tidakSesuai}(z) = \begin{cases} 1; & z \leq 3; \\ (6-z)/3; & 3 \leq z \leq 6; \\ 0; & z \geq 6 \end{cases}$$

$$\mu_{sesuai}(z) = \begin{cases} 0; & z \leq 4 \text{ atau } z \geq 8; \\ (z-4)/2; & 4 \leq z \leq 6; \\ (8-z)/2; & 6 \leq z \leq 8; \end{cases}$$

$$\mu_{sangatSesuai}(z) = \begin{cases} 0; & z \leq 6; \\ (z-6)/2; & 6 \leq z \leq 8; \\ 1; & z \geq 8 \end{cases}$$

$$\mu_{sesuai}(Z) = (8-7)/2=0.5$$

$$\mu_{sangatsesuai}(Z) = (7-6)/2=0.5$$

### **PEKERJAAN**

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{\text{tidakBekerja}}(r) = \begin{cases} 1; & r \leq 4; \\ (8-r)/4; & 4 \leq r \leq 8; \\ 0; & r \geq 8 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{bekerja}}(r) = \begin{cases} 0; & r \leq 4; \\ (r-4)/4; & 4 \leq r \leq 8; \\ 1; & r \geq 8 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{tidakbekerja}}(r) = 1$$

8. Inferensi Clipping

IF IPK Rendah[0.2] dan Semester Awal[1] dan Jurusan Sesuai[0.5] dan Tidak Bekerja[1] THEN Non aktif Tinggi[0.2]

IF IPK Rendah[0.2] dan Semester Awal[1] dan Jurusan Sangat Sesuai[0.5] dan Tidak Bekerja[1] THEN Non aktif Tinggi[0.2]

IF IPK Cukup[0.8] dan Semester Awal[1] dan Jurusan Sesuai[0.5] dan Tidak Bekerja[1] THEN Non aktif Cukup Tinggi[0.5]

IF IPK Cukup[0.8] dan Semester Awal[1] dan Jurusan Sesuai[0.5] dan Tidak Bekerja[1] THEN Non aktif CukupTinggi[0.5]

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu_{\text{awal}}(y) = \begin{cases} 0; & y \leq 1 \text{ atau } y \geq 6; \\ 1; & 1 \leq y \leq 4; \\ (6-y)/2 & 4 \leq y \leq 6; \end{cases}$$

$$\mu_{\text{akhir}}(y) = \begin{cases} 0; & y \leq 4; \\ (y-4)/2; & 4 \leq y \leq 6; \\ 1 & y \geq 6; \end{cases}$$

$$\mu_{\text{semawal}}(y) = 1$$

9. Defuzzifikasi

Metode Centroid :

z adalah nilai *crisp* dan  $\mu(z)$  adalah derajat keanggotaan. Suatu misal kita menggunakan 10 titik secara acak : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 maka :

$$\text{hasil} = \frac{(1+2+3+4) * 0 + (5+6+7) * 0.5 + (8+9+10) * 0.2}{4 * 0 + 3 * 0.5 + 3 * 0.2} = 6.86$$

Prediksi Non Aktif = **Cukup Tinggi**

**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap proses prediksi mahasiswa non aktif di AMIK Tunas Bangsa menggunakan sistem dengan *Fuzzy Inference System (FIS)* model Mamdani ternyata lebih cepat dibanding dengan cara pemberkasan, sehingga dapat mengetahui penyebab mahasiswa menghentikan studinya lebih cepat untuk segera mencari solusi dalam menangani masalah tersebut dan dapat menekan jumlah mahasiswa *Non Aktif*.

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

**DAFTAR PUSTAKA**

Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (1998). *The Unified Modeling Language User Guide*. Addison Wesley.  
Jadric, M., Garaca, Z., & Cukusic, M. (2010). Student Dropout Analysis with Application of Data Mining Methods. *Management, Vol. 15, 2010, 1, pp. 31 - 46* , 31-46.

- Kotsiantis, S. (2009). Educational Data Mining: A Case Study for Predicting Dropout-prone Students. *International Journal of Knowledge Engineering and Soft Data Paradigms*, Vol 1, No. 2 , 101 - 111..
- Kusumadewi, S., & Hartati, S. (2010). *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf Edisi 2*. Graha Ilmu.
- Lee, K. H. (2005). *First Course on Fuzzy Theory and Application*. Berlin: Springer.
- Pressman, R. S. (2010). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Ramezani & Montazer. (2006). Design and implementation of a fuzzy expert. *Ices* .
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (1999). *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Addison WESley Longman, Inc.
- Siler, W., & Buckley, J. J. (2005). *Fuzzy Expert System and Fuzzy Reasoning*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

## SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEREKRUTAN KARYAWAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE PROFILE MATCHING (STUDI KASUS : PT. HARIAN SINAR INDONESIA BARU (SIB))

Sondang Roibot Sitohang; Henry Kristian Siburian dan Kristian Siregar

STMIK Budidarma Medan  
Jl. Sisingamangaraja No. 338 Simpang Limun Medan  
www.stmik-budidarma.ac.id // E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Sumber daya manusia (SDM) adalah salah satu aset berharga dalam perusahaan yang harus dikelola dengan baik. Kualitas SDM selalu menjadi perhatian penting perusahaan untuk diakomodir baik dengan sekolah lanjutan, pelatihan, mengikut sertakan dalam workshop, dan lain sebagainya. Upaya mendapatkan karyawan berkualitas maka pihak perusahaan memiliki standar seleksi rekrutmen yang ketat. Usaha yang efektif dan efisien oleh setiap karyawan harus memenuhi target. Untuk pengambilan keputusan dalam menyeleksi calon team leader dibutuhkan suatu aplikasi pendukung keputusan di mana sewaktu-waktu dapat digunakan. Metode Profile Matching adalah suatu model yang dapat digunakan dalam pengolahan data berdasarkan kriteria-kriteria serta sejumlah alternatif berdasarkan intesitas kepentingan yang konsisten sepanjang waktu pada perusahaan. Profile Matching menggunakan beberapa kriteria penilaian. Jikalau pelaksanaan yang baik memperoleh skor yang berbeda dari pelaksana yang buruk atau sebuah karakteristik, maka variabel tersebut berfaedah untuk memilih pelaksana yang baik (Kusrini, Teknik dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan, 2007:53). Penelitian akan menghasilkan suatu aplikasi yang dapat dipakai sewaktu-waktu oleh operator sistem sehingga output dari aplikasi ini dapat dijadikan sebagai model dasar dalam mengambil keputusan. Model yang dihasilkan tentunya berkaitan dengan seleksi team leader pada PT. Sinar Indonesia Baru.

**Kata Kunci :** *profile\_Matching, Keputusan, Leader, SPK, Karyawan*

### PENDAHULUAN

Harian SIB mendedikasi penerbitannya untuk membela kepentingan rakyat dan komitemn jaga persatuan bangsa Indonesia yang plural terdiri atas beragam suku, bangsa, agama dan golongan. Pada tahun 2014 hingga saat ini Harian SIB terus berinovasi dan berkembang, harian SIB tidak hanya terbit dalam bidang media, pada perkembangan teknologi informasi yang pesat Harian SIB menyediakan media *online* dan *e-paper*. Ini merupakan pelayanan bagi pembaca harian SIB yang tersebar di seluruh dunia.

Perekrutan karyawan pada PT. Harian Sinar Indonesia Baru (SIB) bagian *Human Resource Development* (HRD) SDM menyeleksi satu per satu data pelamar yang masuk. Apabila datanya lengkap bagian HRD SDM akan memanggil pelamar untuk mengikuti tahapan tes selanjutnya.

Perekrutan pada dasarnya untuk mengisi jabatan atau pekerjaan yang kosong di lingkungan organisasi atau perusahaan, untuk itu terdapat dua sumber-sumber tenaga kerja yakni sumber dari luar (eksternal) organisasi atau dari dalam (internal) organisasi.

Banyak pelamar membuat HRD sering mengalami kesulitan dalam memilih calon karyawan yang sering dipengaruhi faktor subjektifitas dari pengambilan keputusan. Subjektifitas terjadi karena pengambilan keputusan belum bisa mendefenisikan dengan baik dalam menilai kelayakan calon karyawan, maka mungkin keputusan yang akan diambil dapat meloloskan karyawan yang tidak memenuhi kualifikasi.

Metode *profile matching* merupakan metode yang cocok untuk diterapkan dengan berbagai kriteria. Semakin kecil *gap* yang dihasilkan maka bobot nilainya semakin besar berarti memiliki peluang lebih besar untuk perusahaan mendapatkan karyawan baru.

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian kompresi, maka langkah-langkah yang dilakukan adalah :

Studi Literatur. Mengumpulkan bahan-bahan yang berhubungan dengan Sistem Pendukung Keputusan (SPK), Kebijakan Pengambilan Keputusan, sistem rekrutmen untuk proses perancangan sistem, mempelajari sejumlah artikel, buku-buku atau sumber-sumber yang memuat pengetahuan kacang tanah.

Analisis. Menerapkan langkah-langkah Profile Matching dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

Perancangan. Tahapan ini adalah perancangan arsitektur aplikasi, protipe sistem, modul, basis data dan perancangan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi

Implementasi. Membuat perancangan aplikasi sesuai dengan tools pemrograman.

Pengujian Aplikasi. Menggunakan data perusahaan pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil seleksi dan evaluasi selanjutnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

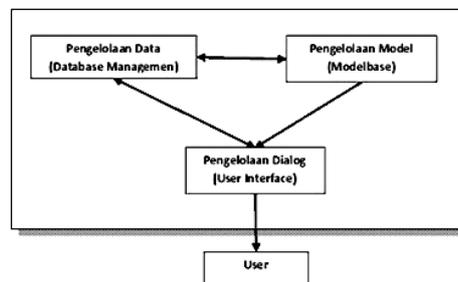
Persoalan pengambilan keputusan, pada dasarnya adalah bentuk pemilihan dari berbagai alternatif tindakan yang mungkin dipilih yang prosesnya melalui mekanisme tertentu, dengan harapan dapat menghasilkan sebuah keputusan yang terbaik. Penyusunan model keputusan adalah suatu cara untuk mengembangkan hubungan-hubungan logis yang mendasari persoalan keputusan ke dalam suatu model matematis, yang mencerminkan hubungan yang terjadi diantara faktor-faktor yang terlibat. (Hermawan, Perancangan Sistem Pendukung Keputusan, 2005 :36

Model yang mengambarkan teknik pengambilan keputusan, proses ini terdiri dari tiga fase, yaitu:

- Intelligence*. Proses penelusuran dan pendeteksian dari lingkup sitem serta proses pengenalan masalah. Data masukan diperoleh, diproses dan diuji dalam rangka mengidentifikasi masalah.
- Design*. Proses menemukan, mengembangkan dan menganalisis alternatif tindakan yang bisa dilakukan meliputi proses mengerti masalah, menemukan solusi dan menguji kelayakan solusi.
- Choice*. Proses pemilihan di antara berbagai alternatif tindakan yang mungkin dijalankan. Hasil pemilihan kemudian diimplementasikan dalam proses pengambilan keputusan.

### Komponen SPK

Secara umum SPK dibangun dengan tiga komponen besar yaitu *database management*, *Model Base* dan *Software System/ User Interface*. Komponen SPK tersebut dapat diGambarkan seperti Gambar di bawah ini.



Gambar 2.1. Komponen Dasar SPK

### Komponen Sistem Pendukung Keputusan

Aplikasi sistem pendukung keputusan dapat terdiri dari beberapa subsistem antara lain sebagai berikut:

- Subsistem Manajemen Data. Memasukkan satu database yang berisi data yang relevan untuk dikelola *Database Management System (DBMS)*. DBMS bisa hubungkan dengan data *Warehouse* perusahaan, suatu repositori untuk data perusahaan yang relevan dengan pengambilan keputusan.
- Subsistem Manajemen Model. Memasukkan model keuangan, *statistic*, ilmu manajemen, atau model kuantitatif lain yang memberikan kapabilitas analitik dan manajemen perangkat lunak yang tepat. Bahasa-bahasa pemodelan untuk membangun model kustom juga dimasukkan sering disebut sistem manajemen basis model (MBMS). MBMS dapat dikoneksikan ke penyimpanan korporasi atau eksternal yang ada pada model.
- Subsistem Antarmuka Pengguna. Memerintahkan sistem pendukung keputusan melalui subsistem tersebut. Pengguna adalah bagian yang dipertimbangkan dari sistem. Para peneliti menegaskan bahwa beberapa kontribusi unik dari sistem pendukung keputusan berasal dari interaksi yang intensif antara komputer dan pembuat keputusan.
- Subsistem Manajemen Berbasis Pengetahuan. Bertindak langsung sebagai suatu komponen independen dan bersifat opsional.

### Profile Matching

Metode *profile matching* atau pencocokan profil adalah sebuah mekanisme pengambilan keputusan dengan mengasumsikan bahwa terdapat tingkat variabel prediktor yang ideal yang harus dimiliki oleh pelamar, bukannya tingkat minimal yang harus dipenuhi atau dilewati.

Dalam pencocokan profil, dilakukan identifikasi terhadap kelompok karyawan yang baik maupun buruk. Para karyawan dalam kelompok diukur menggunakan beberapa kriteria penilaian. Jikalau pelaksanaan yang baik memperoleh skor yang berbeda dari pelaksana yang buruk atau sebuah karakteristik, maka variabel tersebut berfaedah untuk memilih pelaksana yang baik (Kusrini, Teknik dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan, 2007:53). Berikut adalah beberapa tahapan dan perumusan perhitungan dengan metode *profile matching* :

- Perhitungan pemetaan GAP Kompetensi

Setelah proses pemilihan kandidat, proses berikutnya adalah menentukan kandidat mana yang paling cocok untuk menjadi karyawan baru. Dalam kasus ini penulis menggunakan perhitungan pemetaan *gap* kompetensi dimana yang dimaksud dengan *gap* disini adalah beda antara profil jabatan dengan profil karyawan atau dapat ditunjukkan pada rumus di bawah ini:  $Gap = Profil\ Karyawan - Profile\ Jabatan$

2. Pembobotan

Adapun inputan dari proses pembobotan ini adalah selisih dari profil karyawan dan profil jabatan. Dalam penentuan peringkat pada aspek kapasitas intelektual, sikap kerja dan perilaku untuk jabatan yang sama pada setiap *gap*, diberikan bobot nilai sesuai dengan Tabel berikut :

Tabel 2.1 Bobot Nilai *Gap*

| No | Selisih <i>Gap</i> | Bobot Nilai | Keterangan                                      |
|----|--------------------|-------------|-------------------------------------------------|
| 1  | 0                  | 5           | Kompetensi sesuai dengan yang dibutuhkan        |
| 2  | 1                  | 4.5         | Kompetensi individu kelebihan 1 tingkat / level |
| 3  | -1                 | 4           | Kompetensi individu kurang 1 Tingkat/level      |
| 4  | 2                  | 3.5         | Kompetensi individu Kelebihan 2 Tingkat/level   |
| 5  | -2                 | 3           | Kompetensi individu kurang 2 Tingkat/level      |
| 6  | 3                  | 2.5         | Kompetensi individu kelebihan 3 Tingkat/level   |
| 7  | -3                 | 2           | Kompetensi individu kurang 3 Tingkat/level      |
| 8  | 4                  | 1.5         | Kompetensi individu kelebihan 4 Tingkat/level   |
| 9  | -4                 | 1           | Kompetensi individu kurang 4 Tingkat/level      |

3. Pengelompokan Core dan Sekunder Factor

Setelah menentukan bobot nilai *gap* kriteria yang dibutuhkan, kemudian tiap kriteria dikelompokkan lagi menjadi dua kelompok yaitu *core factor* dan *secondary factor*.

a. *Core Factor* (Faktor Utama). Merupakan aspek (kompetensi) yang paling menonjol/paling dibutuhkan oleh suatu jabatan yang diperkirakan dapat menghasilkan kinerja optimal. Rumus *core factor* adalah :

$$NCF = \frac{\sum NC}{\sum IC}$$

di mana : NCF = Nilai rata-rata *core factor* ; NC=Jumlah total nilai *core factor* ; IC=Jumlah item *core factor*

b. *Secondary factor* (Faktor Pendukung). Item-item selain aspek yang ada pada *core factor*. Rumus *secondary factor* adalah :

$$NSF = \frac{\sum NS}{\sum IS}$$

di mana : NSF=Nilai rata-rata *secondary factor* ; NS(i,s,p)=Jumlah total nilai *secondary factor* ; IS=Jumlah item *secondary factor*

4. Perhitungan Nilai Total

Dari perhitungan *core factor* dan *secondary factor* dari tiap-tiap aspek, kemudian dihitung nilai total dari tiap-tiap aspek yang diperkirakan akan berpengaruh pada kinerja tiap-tiap *profile*. Untuk menghitung nilai total dari masing- masing aspek, digunakan rumus :  $(x)\%NCF + (x)\%NSF = N$

di mana : NCF=Nilai Rata-rata *Core Factor* ; NSF=Nilai Rata-rata *Secondary Factor*; N= Nilai Total dari Aspek ; (x)%=Nilai Persen yang Diinputkan

5. Perhitungan Penentuan Ranking

Hasil akhir ranking dari kandidat diajukan untuk mengisi jabatan/ posisi tertentu. Penentuan mengacu ranking pada hasil perhitungan yang ditunjukkan dengan rumus

$$Ranking = (x)\%Ni + (x)\%Ns + (x)\%Np$$

di mana : Ni=Nilai Kapasitas Intelektual ; Ns=Nilai Sikap Kerja ; Np=Nilai Perilaku ; (x)%=Nilai persen yang diinputkan.

**Analisa Kebutuhan Data**

Dalam membangun sistem pendukung keputusan perekrutan karyawan dengan menggunakan metode profile matching, data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

1. Data Kriteria

Tabel 3.1 Kriteria

| NO | Kriteria                  |
|----|---------------------------|
| 1  | Seleksi Administrasi (C1) |
| 2  | Psikotes (C2)             |
| 3  | Tes Kesehatan (C3)        |
| 4  | Wawancara (C4)            |

2. Bobot Kriteria

Tabel 3.2 Bobot Kriteria

| NO | Kriteria                  | Range(%) | Bobot |
|----|---------------------------|----------|-------|
| 1  | Seleksi Administrasi (C1) | 30       | 0,30  |
| 2  | Psikotes (C2)             | 25       | 0,25  |
| 3  | Tes Kesehatan (C3)        | 20       | 0,20  |
| 4  | Wawancara (C4)            | 25       | 0,25  |

3. Sub Aspek Kriteria

Tabel 3.3 Keterangan Sub Aspek Kriteria

| Kriteria             | Keterangan Sub Kriteria                                                                                                                         |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Seleksi Administrasi | KTP = Kartu Tanda Penduduk<br>I = Ijazah S1 Semua Jurusan<br>DRH = Daftar Riwayat Hidup<br>P = Pas Photo 3 x 4<br>AK = Akte Kelahiran           |
| Psikotes             | PU = Pengetahuan umum<br>THK = Tes Hubungan Kata<br>TKK = Tes Kesamaan Kata<br>TPK = Tes Pengertian Kata<br>TA = Tes Aritmatika                 |
| Kesehatan            | BW = Buta Warna<br>KM = Kesehatan Mata<br>TU = Tes Urin<br>TTD = Tes Tekanan Darah<br>TB-BB = Tinggi Badan- Berat Badan                         |
| Wawancara            | MW = Mempunyai Wawasan<br>S = Sikap dan Penampilan<br>KB = Kemampuan Berkomunikasi<br>MK = Motivasi Kerja<br>PMP = Pengetahuan Mengenai Perusak |

**Penerapan Profile Matching**

Berdasarkan data sekunder yang dimiliki oleh PT. Harian Sinar Indonesia Baru dalam menyeleksi para calon karyawan dengan melakukan tahap pengolahan data dengan memakai kriteria yang tercantum pada data di atas maka :

**Pembobotan Setiap Kriteria**

Pembobotan setiap kriteria dilakukan untuk memudahkan bagian HRD SDM dalam pemberian nilai setiap calon karyawan, pembobotan setiap kriteria dapat dilihat di bawah ini :

1. Seleksi Administrasi

Sangat Buruk (KTP bobot nilai 1)

Buruk (KTP, Ijazah S1 bobot nilai 2)

Cukup (KTP, Ijazah S1, Daftar Riwayat Hidup bobot nilai 3). Baik (KTP, Ijazah S1, Daftar Riwayat Hidup, Pas photo 3 x 4 bobot nilai 4)

Sangat Baik (KTP, Ijazah S1, Daftar Riwayat Hidup, Pas photo 3 x 4, Akte kelahiran bobot nilai 5)

Tabel 3.4 Bobot Kriteria Seleksi Administrasi

| Seleksi Administrasi | Nilai Kriteria | Nilai Tertulis |
|----------------------|----------------|----------------|
| Sangat Baik          | 5              | 80-100         |
| Baik                 | 4              | 60-79          |
| Cukup                | 3              | 40-59          |
| Buruk                | 2              | 20-39          |
| Sangat Buruk         | 1              | 0-19           |

2. Psikotes

Sangat Buruk (Pengetahuan Umum bobot nilai 1)

Buruk (Pengetahuan Umum, Tes Hubungan Kata bobot nilai 2). Cukup (Pengetahuan Umum, Tes Hubungan Kata, Tes Kesamaan Kata bobot nilai 3). Baik (Pengetahuan Umum, Tes Hubungan Kata, Tes Kesamaan, Tes Pengertian Kata bobot nilai 4). Sangat Baik (Pengetahuan Umum, Tes Hubungan Kata, Tes Kesamaan, Tes Pengertian Kata, Tes Aritmatika bobot nilai 5)

Tabel 3.5 Bobot Kriteria Psikotes

| Seleksi Psikotes | Nilai Kriteria | Nilai Tertulis |
|------------------|----------------|----------------|
| Sangat Baik      | 5              | 80-100         |
| Baik             | 4              | 60-79          |
| Cukup            | 3              | 40-59          |
| Buruk            | 2              | 20-39          |
| Sangat Buruk     | 1              | 0-19           |

3. Test Kesehatan

Sangat Buruk (Buta warna nilai 1)

Buruk (Buta warna, Kesehatan mata bobot nilai 2)

Cukup (Buruk warna, Kesehatan Mata, Tes urin bobot nilai 3). Baik (Buta warna, Kesehatan mata, Tes urin, Tes tekanan darah bobot nilai 4). Sangat Baik (Buta warna, Kesehatan mata, Tes urin, Tes tekanan darah, tinggi badan-berat badan bobot nilai 5)

Tabel 3.6 Bobot Kriteria Tes Kesehatan

| Seleksi Kesehatan | Nilai Kriteria | Nilai Tertulis |
|-------------------|----------------|----------------|
| Sangat Baik       | 5              | 80-100         |
| Baik              | 4              | 60-79          |
| Cukup             | 3              | 40-59          |
| Buruk             | 2              | 20-39          |
| Sangat Buruk      | 1              | 0-19           |

4. Wawancara

Sangat Buruk (Mempunyai wawasan nilai 1)

Buruk (Mempunyai Wawasan, Sikap dan Penampilan bobot nilai 2). Cukup (Mempunyai Wawasan, Sikap dan Penampilan, Kemampuan Berkomunikasi bobot nilai 3) Baik (Mempunyai Wawasan, Sikap dan Penampilan, Kemampuan Berkomunikasi, Motivasi Kerja bobot nilai 4). Sangat Baik (Mempunyai Wawasan, Sikap dan Penampilan, Kemampuan Berkomunikasi, Motivasi Kerja, Pengetahuan Mengenai Perusahaan bobot nilai 5).

Tabel 3.7 Bobot Kriteria Wawancara

| Seleksi Wawancara | Nilai Kriteria | Nilai Tertulis |
|-------------------|----------------|----------------|
| Sangat Baik       | 5              | 80-100         |
| Baik              | 4              | 60-79          |
| Cukup             | 3              | 40-59          |
| Buruk             | 2              | 20-39          |
| Sangat Buruk      | 1              | 0-19           |

Setelah menentukan bobot setiap kriteria, kemudian ditentukan nilai untuk calon karyawan, berikut contoh penilaian untuk calon karyawan.

Tabel 3.8 Seleksi Karyawan

| No | Calon Karyawan | C1          | C2          | C3    | C4          |
|----|----------------|-------------|-------------|-------|-------------|
| 1  | David          | Sangat Baik | Baik        | Baik  | Cukup       |
| 2  | Budi           | Baik        | Sangat Baik | Baik  | Sangat Baik |
| 3  | Andi           | Sangat Baik | Cukup       | Baik  | Baik        |
| 4  | Doni           | Baik        | Baik        | Cukup | Baik        |

Untuk lebih jelasnya perhitungan pemetaan *gap* kompetensi akan dipaparkan untuk tiap kriterianya yaitu meliputi:

Tabel 3.9 Kapasitas Pengelompokan Gap

| No                    | Calon Karyawan | C1 | C2 | C3 | C4 |
|-----------------------|----------------|----|----|----|----|
| 1                     | David          | 5  | 4  | 4  | 3  |
| 2                     | Budi           | 4  | 5  | 4  | 5  |
| 3                     | Andi           | 5  | 3  | 4  | 4  |
| 4                     | Doni           | 4  | 4  | 3  | 4  |
| Profil Calon Karyawan |                | 3  | 3  | 4  | 5  |
| 1                     | David          | 2  | 1  | 0  | -2 |
| 2                     | Budi           | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 3                     | Andi           | 2  | 0  | 0  | -1 |
| 4                     | Doni           | 1  | 1  | -1 | -1 |

Setelah didapatkan tiap *gap* masing-masing tiap calon karyawan maka tiap profil calon karyawan diberi bobot nilai dengan patokan Tabel bobot nilai *gap* seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.10 berikut ini:

Tabel 3.10 Keterangan Bobot Nilai Gap

| No | Selisih | Bobot Nilai | Keterangan                                                   |
|----|---------|-------------|--------------------------------------------------------------|
| 1  | 0       | 5           | Tidak ada selisih (kompetensi sesuai dengan yang dibutuhkan) |
| 2  | 1       | 4,5         | Kompetensi individu kelebihan 1 tingkat/level                |
| 3  | -1      | 4           | Kompetensi individu kekurangan 1 tingkat/level               |
| 4  | 2       | 3,5         | Kompetensi individu kelebihan 2 tingkat/level                |
| 5  | -2      | 3           | Kompetensi individu kekurangan 2 tingkat/level               |
| 6  | 3       | 2,5         | Kompetensi individu kelebihan 3 tingkat/level                |
| 7  | -3      | 2           | Kompetensi individu kekurangan 3 tingkat/level               |
| 8  | 4       | 1,5         | Kompetensi individu kelebihan 4 tingkat/level                |
| 9  | -4      | 1           | Kompetensi individu kekurangan 4 tingkat / level             |

Dengan demikian, setiap karyawan akan memiliki Tabel bobot sesuai acuan Tabel bobot nilai *gap*

Tabel 3.11 Hasil Bobot Nilai Gap

| No | Calon Karyawan | C1 | C2 | C3 | C4 |
|----|----------------|----|----|----|----|
| 1  | David          | 2  | 1  | 0  | -2 |
| 2  | Budi           | 1  | 2  | 0  | 0  |
| 3  | Andi           | 2  | 0  | 0  | -1 |
| 4  | Doni           | 1  | 1  | -1 | -1 |

Keterangan bobot nilai setiap gap, dapat dilihat pada Tabel 3,12 berikut ini.

Tabel 3.12 Keterangan Bobot Nilai Gap

| No | Calon Karyawan | C1  | C2  | C3 | C4 |
|----|----------------|-----|-----|----|----|
| 1  | David          | 3,5 | 4,5 | 5  | 3  |
| 2  | Budi           | 4,5 | 3,5 | 5  | 5  |
| 3  | Andi           | 3,5 | 5   | 5  | 4  |
| 4  | Doni           | 4,5 | 4,5 | 4  | 4  |

### Perhitungan dan Pengelompokan Core Factor dan Secondary Factor

Berikut ini perhitungan *core factor* dan *secondary factor* sesuai dengan rumus 3.1 dan 3.2. Perhitungan *core factor*  $NCF = \frac{\sum NC}{\sum IC}$  Perhitungan *secondary factor*  $NSF = \frac{\sum NS}{\sum IS}$  Perhitungan *core factor* dan *secondary factor* dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan mana yang menjadi *core factor* dan mana yang menjadi *secondary factor*, yang menjadi *core factor* yaitu C1 dan C2 dan yang menjadi *secondary factor* yaitu C3 dan C4.

$$\begin{aligned} \text{David } NCF &= \frac{3,5+4,5}{2} = \frac{8}{2} = 4 & \text{Andi } NCF &= \frac{3,5+5}{2} = \frac{8,5}{2} = 4,25 \\ NSF &= \frac{5+3}{2} = \frac{8}{2} = 4 & NSF &= \frac{5+4}{2} = \frac{9}{2} = 4,5 \\ \text{Budi } NCF &= \frac{4,5+3,5}{2} = \frac{8}{2} = 4 & \text{Doni } NCF &= \frac{4,5+4,5}{2} = \frac{9}{2} = 4,5 \\ NSF &= \frac{5+5}{2} = \frac{10}{2} = 5 & NSF &= \frac{4+4}{2} = \frac{8}{2} = 4 \end{aligned}$$

Tabel 3.13 Pengelompokan Nilai Core Factor dan Secondary Factor

| No | Calon Karyawan | C1  | C2  | C3 | C4 | NCF  | NSF |
|----|----------------|-----|-----|----|----|------|-----|
| 1  | David          | 3,5 | 4,5 | 5  | 3  | 4    | 4   |
| 2  | Budi           | 4,5 | 3,5 | 5  | 5  | 4    | 5   |
| 3  | Andi           | 3,5 | 5   | 5  | 4  | 4,25 | 4,5 |
| 4  | Doni           | 4,5 | 4,5 | 4  | 4  | 4,5  | 4   |

### Perhitungan Nilai Total

Dari hasil perhitungan dari tiap aspek diatas kemudian dihitung nilai total berdasarkan presentase dari *core factor* dan *secondary factor* yang diperkirakan berpengaruh terhadap kinerja tiap-tiap profil. Contoh perhitungan dapat dilihat pada rumus 3.3 dibawah ini:

$$60\%NCF + 40\%NSF = N$$

$$\begin{aligned} \text{David} &= (60\% \times 4) + (40\% \times 4) = 4 \\ \text{Budi} &= (60\% \times 4) + (40\% \times 5) = 4,4 \\ \text{Andi} &= (60\% \times 4,25) + (40\% \times 4,5) = 4,35 \\ \text{Doni} &= (60\% \times 4,5) + (40\% \times 4) = 4,3 \end{aligned}$$

Tabel 3.14 Total Gap

| No | Calon Karyawan | NCF  | NSF | Ni   |
|----|----------------|------|-----|------|
| 1  | David          | 4    | 4   | 4    |
| 2  | Budi           | 4    | 5   | 4,4  |
| 3  | Andi           | 4,25 | 4,5 | 4,35 |
| 4  | Doni           | 4,5  | 4   | 4,3  |

### Perhitungan Nilai Ranking

Hasil akhir dari proses *profile matching* adalah ranking dari kandidat yang diajukan untuk mengisi suatu jabatan tertentu. Penentuan ranking mengacu pada hasil perhitungan tertentu. Perhitungan tersebut bisa ditunjukkan dengan rumus 3.4 berikut ini:

$$\text{Rangking} = (x)\%Nadm + (x)\%Npk + (x)\%Nks + \%Nw$$

Sebagai contoh dari rumus untuk perhitungan hasil akhir maka hasil akhir dari calon karyawan dengan nilai persen C1 = 30%, C2 = 25%, C3 = 20% dan C4 = 25% dapat dilihat di bawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Hasil akhir David} &= (30\% \times 4) + (25\% \times 4) + (20\% \times 4) + (25\% \times 4) \\ &= 1,2 + 1 + 0,8 + 1 \\ &= 4 \\ \text{Hasil akhir Budi} &= (30\% \times 4,4) + (25\% \times 4,4) + (20\% \times 4,4) + (25\% \times 4,4) \\ &= 1,32 + 1,1 + 0,88 + 1,1 \\ &= 4,4 \\ \text{Hasil akhir Andi} &= (30\% \times 4,35) + (25\% \times 4,35) + (20\% \times 4,35) + (25\% \times 4,35) \\ &= 1,305 + 1,0875 + 0,87 + 1,0875 \\ &= 4,35 \\ \text{Hasil akhir Doni} &= (30\% \times 4,3) + (25\% \times 4,3) + (20\% \times 4,3) + (25\% \times 4,3) \\ &= 1,29 + 1,075 + 0,86 + 1,075 \\ &= 4,3 \end{aligned}$$

Tabel 3.15 Hasil Akhir Profile Matching

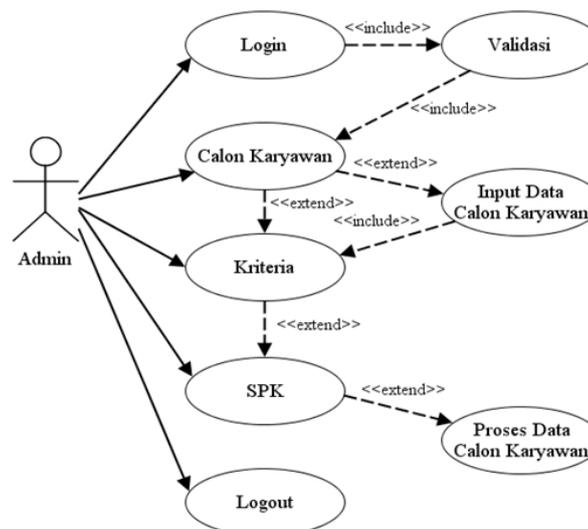
| No | Calon Karyawan | C1 | C2 | C3 | C4 | NCF  | NSF | Ni   | Ha   |
|----|----------------|----|----|----|----|------|-----|------|------|
| 1  | David          | 5  | 4  | 4  | 3  | 4    | 4   | 4    | 4    |
| 2  | Budi           | 4  | 5  | 4  | 5  | 4    | 4   | 4,4  | 4,4  |
| 3  | Andi           | 5  | 3  | 4  | 4  | 4,25 | 4,5 | 4,35 | 4,35 |
| 4  | Doni           | 4  | 4  | 3  | 4  | 4,5  | 4   | 4,3  | 4,3  |

Di antara calon karyawan yang mendapatkan nilai terbesar adalah Budi, sehingga kandidat yang terpilih yaitu Budi dengan nilai akhir 4,4

**Perancangan**

**Use Case**

Use case merupakan fungsionalitas dari suatu sistem, sehingga pengguna sistem paham dan mengerti mengenai kegunaan sistem yang akan dibangun. Use Case penerapan metode moving average untuk memprediksi jumlah crude palm oil (CPO) pada PT. Inti Indosawit Subur diperlihatkan pada Gambar 3.1.

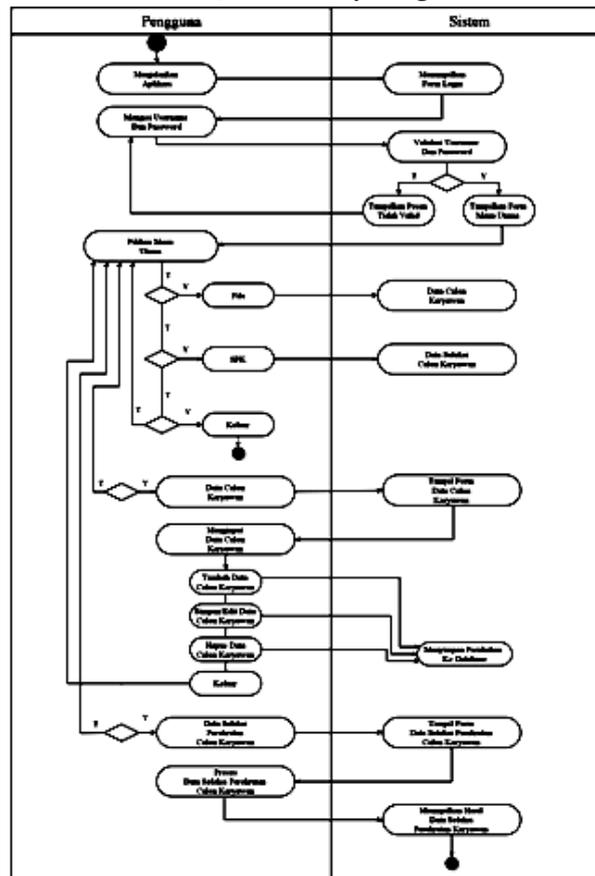


Gambar 3.1 Use Case Diagram

**B. Activity Diagram**

Activity Diagram adalah cara untuk memodelkan event-event yang terjadi dalam use case. Activity diagram berfungsi untuk memvisualisasikan, menspesifikasi, mengkonstruksi sifat dari sekumpulan objek pada Tabel 3.2 berikut :

Tabel 3.16. Activity Diagram



### Algoritma dan Implementasi

#### Algoritma

Adapun algoritma yang digunakan adalah :

#### 5. Algoritma menentukan nilai bobot

Input :

- C1 ← Administrasi
- C2 ← Psikotes
- C3 ← Kesehatan
- C4 ← Wawancara

Output :

GAP ← Bobot Nilai Gap

Proses :

- GAP = C1 – Profile
- GAP = C2 – Profile
- GAP = C3 – Profile
- GAP = C4 – Profile

#### 6. Algoritma Perhitungan Core Factor dan Secondary Factor

Input :

- NC ← Nilai Core Factor
- IC ← Item Core Factor
- NS ← Nilai Secondary Factor
- IS ← Item Secondary Factor

Output :

- NCF ← Nilai rata-rata Core Factor
- NSF ← Nilai rata-rata Secondary Factor

Proses :

- For i ← 1 to NC
- For j ← 1 to IC
- NCF ← NC/IC
- Next i
- Next j
- For x ← 1 to NS
- For y ← 1 to IS
- NSF ← NS/IS
- Next x
- Next y

7. Algoritma perhitungan nilai total

Input :

- NCadm ← Nilai rata-rata *core factor* administrasi
- NCpk ← Nilai rata-rata *core factor* psikotes
- NCks ← Nilai rata-rata *core factor* kesehatan
- NCw ← Nilai rata-rata *core factor* wawancara
- NSadm ← Nilai rata-rata *secondary factor* administrasi
- NSpk ← Nilai rata-rata *secondary factor* psikotes
- NSks ← Nilai rata-rata *secondary factor* kesehatan
- NSw : Nilai rata-rata *secondary factor* wawancara

Output :

- Nadm ← Nilai Administrasi
- Npk ← Nilai Psikotes
- Nks ← Nilai Kesehatan
- Nw ← Nilai Wawancara

Proses :

- $Nadm = 60\% NCadm + 40\% NSadm$
- $Npk = 60\% NCpk + 40\% NSpk$
- $Nks = 60\% NCks + 40\% NSks$
- $Nw = 60\% NCw + 40\% NSw$

8. Algoritma penentuan ranking

Input :

- Nadm ← Nilai Administrasi
- Npk ← Nilai Psikotes
- Nks ← Nilai Kesehatan
- Nw ← Nilai Wawancara

Output :

- R ← Rangkaian

Proses :

$$R = 30\% Nadm + 20\% Npk + 20\% Nks + 30\% Nw$$

4.2. Implementasi

Aplikasi ini akan berjalan dengan :

38. Menu Utama



Gambar 4.1. Menu Utam

39. Tampilan Form Kriteria

| FORM DATA KRITERIA        |           |       |
|---------------------------|-----------|-------|
| Kriteria                  | Range (%) | Bobot |
| Seleksi Administrasi (C1) | 30%       | 0.3   |
| Psikotes (C2)             | 25%       | 0.25  |
| Tes Kesehatan (C3)        | 20%       | 0.2   |
| Wawancara (C4)            | 25%       | 0.25  |

Gambar 4.2. Tampilan Form Kriteria

40. Tampilan Form Calon Karyawan

| ID Calon Karyawan | Nama Karyawan | Tempat Lahir | Tanggal    |
|-------------------|---------------|--------------|------------|
| HSB/PK-0001       | David         | Medan        | 06/02/1985 |
| HSB/PK-0002       | Isdi          | Suarat       | 23/07/1986 |
| HSB/PK-0003       | Avdi          | Pekabaru     | 05/07/1987 |
| HSB/PK-0004       | Doni          | Koaran       | 15/08/1989 |

Gambar 4.3. Tampilan Form Calon Karyawan

41. Tampilan Form SPK

| Proses | C1  | C2  | C3 | C4 | NSP  | NSP | NI   | Ha   |
|--------|-----|-----|----|----|------|-----|------|------|
| 1      | 4,5 | 3,5 | 5  | 5  | 4    | 5   | 4,4  | 4,4  |
| 2      | 3,5 | 5   | 5  | 4  | 4,25 | 4,5 | 4,35 | 4,35 |
| 3      | 4,5 | 4,5 | 4  | 4  | 4,25 | 4   | 4,3  | 4,3  |
| 4      | 3,5 | 4,5 | 5  | 3  | 4    | 4   | 4    | 4    |

Gambar 4.4. Tampilan Form SPK

**KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses perekrutan karyawan pada PT. Harian Sinar Indonesia Baru (SIB) belum dilakukan secara objektif, sehingga perlu adanya sistem yang baru untuk mempermudah dalam pengambilan keputusan.
2. Penerapan metode *profile matching* digunakan untuk memecahkan masalah perekrutan karyawan pada PT. Harian Sinar Indonesia Baru berdasarkan nilai bobot preferensi kriteria yang telah ditentukan.
3. Perangkingan yang telah didapat tidak menjadi patokan bagi pengambil keputusan untuk menetapkan calon alternatif yang lulus seleksi. Pengambil keputusan tetap menjadi aktor utama yang menetapkan keputusan akhir.

**DAFTAR PUSTAKA**

A. S., Rossa & Shalahuddin, M. (2011). *Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek)*. Bandung: Modula.

Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Eltri Jayanti, 2015. Penerapan Metode Simple Additive Weighting dalam Sistem Pendukung Keputusan Perekrutan Karyawan (Studi Kasus: PT. Perkebunan Nusantara III Medan). *Pelita Informatika*. 3. 2301-9425

Ramadan K., A., Budi, S., M. Aziz M.,2013, *Decision Making and Evaluation System for Employee Recruitment Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process*, *International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES)* ISSN 2319183X, Vol.2 Issue 7 (July 2013), PP.24-3

Saaty, Thomas L., and Luis G. Vargas. 1994. *The Analytical Hierarchy Process Vol. VII : "Decision Making in Economic, Political, Social, Technological Environments, 1<sup>st</sup> Edition, RWS Publications*. Pittsburgh, p.9).

Schiffman, L. G, Kanuk, L.L. 1997. *Consumer Behavior(6th ed)*. Singapura: Prentice Hall.

Scouller, J. 2011. *The Three Levels of Leadership: How to Develop Your Leadership Presence, Knowhow and Skill*. Cirencester: Management Books 2000., ISBN 9781852526818.

Setiadi, J. N. 2003. *Perilaku Konsumen : Konsep Implikasi Untuk Strategi dan Penelitian Pemasaran*. Jakarta : Prenada Media

Sparague, R. H. and Watson H. J. 1993. *Decision Support Systems: Putting Theory Into Practice*. Englewood Clifts, N. J., Prentice Hall.

Turban, Aronson & Liang. 2005. *Decision Support Systems and Intelligent Systems(7th ed)*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

## IMPLEMENTASIPENCARIAN SATELIT PALAPA DENGAN FUZZY LOGIC MAMDANI MENGGUNAKAN RECEIVER DAN PARABOLA

**Danny Sihombing**

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sumatera Utara  
Email : dani\_aseven@yahoo.com

**Abstrak** Masyarakat pedesaan yang tidak dapat menangkap sinyal televisi menggunakan antena UHF yang biasanya, hanya bisa digunakan didaerah perkotaan atau daerah yang dekat dengan penyiar pertelevisian yang dapat menikmati siaran tv tersebut. Tapi bagi pedesaan sangatlah jarang bisa di peroleh, oleh karena itu parabola sangat penting untuk membantu menangkap sinyal kesatelit tidak langsung melalui antena penyiar. Tetapi mekanisme tersebut membutuhkan keahlian dalam pemasangan parabola dan bagi user tidak semua ahli dalam melakukan instalasi tersebut. Dengan adanya permasalahan ini fuzzy mamdani mampu menghasilkan teknik-teknik pengukuran dalam mempointing parabola. Penelitian ini menggunakan tiga variabel input yaitu kemiringan parabola, besar parabola dan arah parabola yang menentukan seberapa besar sinyal yang di peroleh. Adapun tujuannya memudahkan masyarakat awan pedesaan mempointing parabola sendiri tanpa jasa dari ahli.

**Kata kunci:** Fuzzy Mamdani, Parabola

### PENDAHULUAN

Pada umumnya masyarakat di indonesia hampir seluruhnya sudah mempunyai televisi dirumah mereka masing-masing, bagi mereka yang suka melihat berita, monoton film, sangatlah menjadi suatu kebutuhan, hal ini bisa kita lihat dari antena-antena yang di pasang di atap rumah dan juga parabola bagi yang berada di daerah pedesaan, di desa-desa yang jauh dari kota yang tidak mendapatkan sinyal jika menggunakan antena UHF banyak sekali masyarakat beralih menggunakan parabola seperti jaring dan kuali karena kualitas yang dihasil parabola tersebut mampu menangkap sinyal sampai kesatelit.

Parabola adalah sebuah antena berdaya jangkauan tinggi yang digunakan untuk komunikasi radio, televisi dan data dan juga untuk *radiolocation* (RADAR), pada bagian UHF and SHF dari spektrum gelombang elektromagnetik atau sebagai lintasan sebuah titik yang selalu mempunyai jarak yang sama terhadap satu titik tetap (disebut focus/fokus) dan terhadap sebuah garis lurus (disebut directrix). Panjang gelombang energi (radio) elektromagnetik yang relatif pendek pada frekuensi-frekuensi ini menyebabkan ukuran yang digunakan untuk antena parabola masih dalam ukuran yang masuk akal dalam rangka tingginya unjuk kerja respons yang diinginkan baik untuk menerima atau pun memancarkan sinyal. Antena parabola berbentuk seperti piringan yang dapat digunakan untuk mentransmisikan berbagai data, seperti sinyal telepon, sinyal radio dan sinyal televisi, serta beragam data lain yang dapat ditransmisikan melalui gelombang. Fungsi antena parabola yang umum diketahui oleh masyarakat di Indonesia adalah sebagai alat untuk menerima siaran televisi satelit luar angkasa, dalam bukunya Cuevas M, jarak antara tempuh satelit dan bumi sedikit kurang 36.000Km jika keseimbangan dan ketinggian orbit sehubungan dengan ekuador.

Dengan adanya antena parabola seluruh masyarakat yang jauh dari radar stasiun televisi dapat menikmati semua siaran lokal. Tetapi tidak semua orang dapat memasang antena parabola, hanya orang-orang khusus dan berpengalaman saja yang dapat mengkonfigurasi pemasangan antena parabola. Dari permasalahan ini penulis mengadakan penelitian untuk membantu menemukan titik-titik fokus sinyal yang melewati antena parabola dengan maksud semua orang dapat memahami sistem kerjanya, oleh karena itu penulis membuat implementasi dengan metode fuzzy Mamdani.

### METODE

Metode Mamdani sering dikenal sebagai metode Max-Min, metode ini diperkenalkan oleh ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Dalam penyusunan penerapan logika fuzzy mamdani, untuk menentukan posisi parabola menempuh jarak keluar angkasa dilakukan beberapa langkah untuk mendapatkan data yang valid dalam penyusunannya. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan hasil positioner yang bagus dalam menangkap sinyal ke receiver. Setelah dilakukan perhitungan dan percobaan, maka didapatkan hasil penentuan positioner parabola menggunakan metode fuzzy mamdani dengan matlab.

#### *Logika Fuzzy*

Logika Fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. (Kusumadewi & Purnomo 2004)

#### *Penelitian Komparasi*

Penelitian komparasi adalah penelitian yang mengadakan perbandingan kondisi tersebut sama atau ada perbedaan (Arikunto 2010).

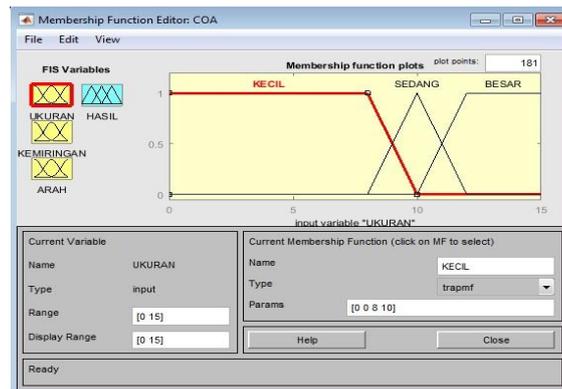
#### *Menentukan himpunan fuzzy*

a. Variabel Besar Parabola

Ukuran parabola disini bervariasi ada yang menggunakan jaring berbahan aluminium biasa dapat dilihat elektrik raket nyamuk yang tahan karat dan lempengan besi yang dilapisi dengan cat besi tetapi dalam bentuk ketahanan sangat rentan dan cepat berkarat. Berikut himpunan fuzzy pada parabola jaring.

**Tabel 1 : Ukuran Parabola**

| No | Ukuran/feet | Tingkat Fuzzy |
|----|-------------|---------------|
| 1  | 6-8         | Kecil         |
| 2  | 8-10        | Sedang        |
| 3  | 10-12       | Besar         |

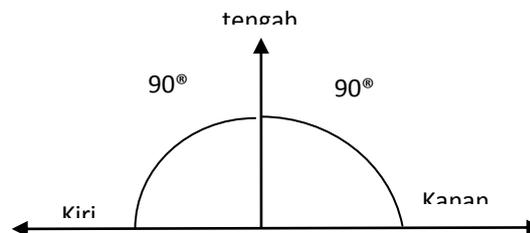


**Gambar 1.** Himpunan fuzzy variabel ukuran pada matlab

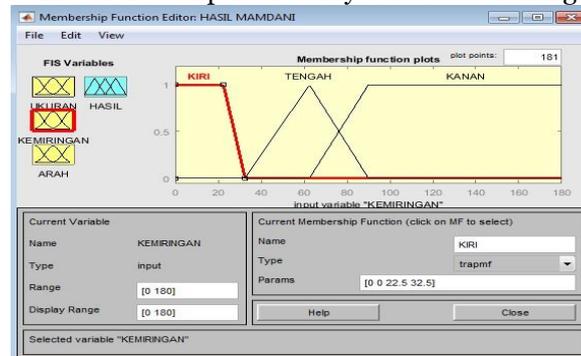
b. Variabel Tingkat Kemiringan

**Tabel 2 : Tingkat Kemiringan**

| No | Tingkat Kemiringan     | Tingkat Fuzzy |
|----|------------------------|---------------|
| 1  | 45 - 65 <sup>0</sup>   | Kiri          |
| 2  | 65 - 125 <sup>0</sup>  | Tengah        |
| 3  | 125 - 180 <sup>0</sup> | Kanan         |



**Gambar 2.** Himpunan Fuzzy variabel Kemiringan

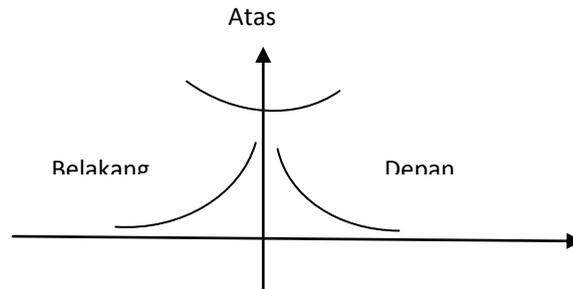


**Gambar 3.** Himpunan Fuzzy variabel Kemiringan Pada Matlab

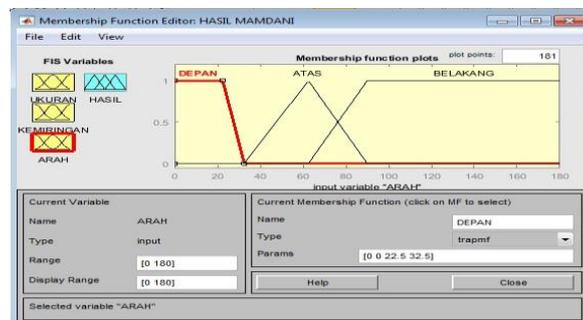
c. Variabel Arah

**Tabel 3 : Arah parabola**

| No | Arah                   | Tingkat Fuzzy |
|----|------------------------|---------------|
| 1  | 45 - 65 <sup>Ⓜ</sup>   | Depan         |
| 2  | 65 - 125 <sup>Ⓜ</sup>  | Atas          |
| 3  | 125 - 180 <sup>Ⓜ</sup> | Belakang      |

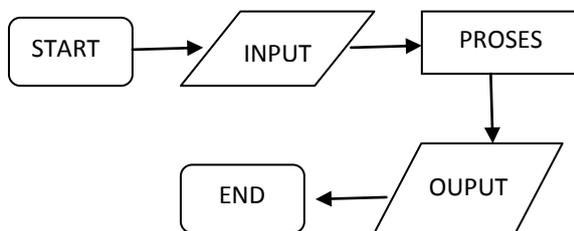


**Gambar 4.** Himpunan Fuzzy variabel Arah



**Gambar 5.** Himpunan Fuzzy variabel Arah pada matlab

d. Struktur atau flowchart



Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 buah antenna parabola, 6,9,12 feet, LNB dan receiver. Ketiga bahan tersebut dipasang dan di hubungkan sehingga saling terhubung menghasilkan sinyal digital berupa gelombangradio yang di pancarkan ke satelit yang berada di luar angkasa. Parabola yang berupa seperti kwali berbentuk bulat ini memiliki radiasi gelombang elektromagnetik yang menyempit sehingga bisa menjangkau jarak yang jauh biasa dipakai untuk menghubungkan ke satelit luar angkasa. Jaring-jaring parabola seperti payung terbalik berbahan aluminium yang diameternya berbeda-beda mulai dari 6-12 feet yang di tancapkan pada atap rumah atau diatas gedung-gedung karena fungsinya adalah menangkap gelombang radio yang di pancarkan dari satelit.



**Gambar 1** parabola jaring yang berada pada atap rumah.

### Gelombang TV

Gelombang televisi merambat secara lurus dan tidak dipantulkan oleh lapisan atmosfer, sehingga mempunyai jangkauan yang sempit. Berdasarkan hal tersebut maka untuk menangkap siaran televisi dari suatu pemancar diperlukan antena untuk mencapai daerah yang jauh, dibuat stasiun pemancar penghubung untuk dapat menangkap sebuah siaran televisi, maka kita harus menggunakan sebuah alat pemancar yang disebut antena parabola.

### Antena

Antena berfungsi untuk menangkap gelombang yang dipancarkan oleh stasiun televisi dapat berupa UHF dan VHF, pada implementasi ini antena yang di gunakan adalah antena parabola yang di dukung dish atau LNB.

### LNB

Merupakan singkatan dari low noise block yang fungsi untuk menangkap sinyal satelit digital yang dipasang pada parabola sehingga dapat menerima sinyal satelit yang sangat lemah yang dikumpulkan pada titik fokus parabola. LNB bisa disebut jantung dari antena satelit. Pada dasarnya, merupakan sebuah rongga resonator yang menerima sinyal satelit yang difokuskan dari pantulan antena dan memproses sinyal tersebut. Sebuah switch elektronik tambahan memperkuat sinyal ini sebelum dikirim ke kabel coax dan mengubahnya menjadi frekuensi yang lebih rendah untuk mengurangi kehilangan sinyal di kabel. LNB yang digunakan pada penelitian ini adalah Ku-band yang di posisikan pada dua polaritas yaitu Vertikal dan Horizontal dimana kedua LNB tersebut memiliki voltase yang berbeda vertikal mengaktifkan polaritas 14 volt dan Horizontal menghasilkan polaritas 18 volt. Receiver adalah alat penerima gelombang radio yang di konversikan ke tv sehingga menghasilkan Gambar dan suara biasanya di tempatkan didalam ruangan.

### Receiver

Salah satu alat untuk mengkonversikan sinyal satelit yang di terima LNB sehingga bisa ditampilkan dalam bentuk audio dan visual melalui televisi

#### a. Fuzzifikasi

Proses pembentukan fuzzyfikasi dilakukan dengan cara menentukan variabel fuzzy dan himpunan fuzzynya, kemudian ditentukan tingkat kesepadanannya antara data dilapangan dengan data masukan pada proses fuzzifikasi dengan variabel-variabel sistem masukan fuzzy. Metode mamdani variabel input dan outputnya di bagi menjadi beberapa himpunan fuzzy.

#### b. Aplikasi yang digunakan

Implikasi pada metode mamdani yang digunakan adalah metode max karena hanya fokus pada pencarian nilai max. berdasar pada pengaturan sudut dan kemiringan saat konfigurasi pada himpunan fuzzy, untuk setiap variabel keluaran di dalam bagian konsekuensi dari setiap aturan. Hasil implikasi fuzzy dari setiap aturan ini kemudian digabungkan untuk menghasilkan keluaran infrensi fuzzy. (Kusumadewi, 2003).

#### c. Metode Max (Maximum)

Pada Metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maximum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy dan mengaplikasikannya ke output menggunakan operator Or (union). Jika semua proposisi telah di evaluasi maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan;

$$\mu_{sf}(xi) = \max(\mu_{sf}(xi), \mu_{kf}(xi))$$

dengan;  $\mu_{sf}(xi)$ =nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;  $\mu_{kf}(xi)$ =nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

#### d. Mesin Inferensi

Inferensi *fuzzy* sering di sebut juga dengan penalaran hampiran adalah suatu cara penarikan kesimpulan berdasarkan seperangkat implikasi *fuzzy* dan suatu fakta yang diketahui. Pada inferensi Fuzzy memproses aplikasi fungsi implikasi dan komposisi aturan dari variabel input yang diberikan.

#### e. Penegasan (defuzzy)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Bila diberikan masukan pada fuzzy maka perolehan data otomatis menghasilkan proses dengan nilai yang diberikan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

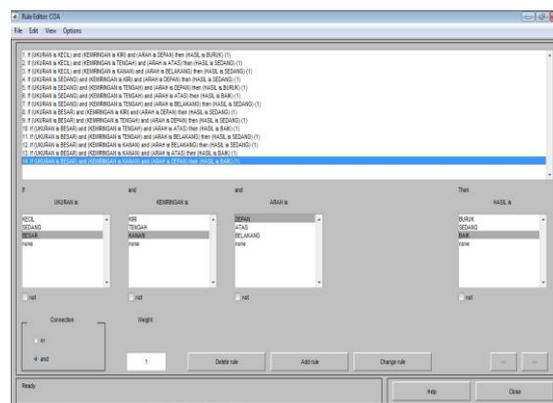
Dalam melakukan pengujian penulis menggunakan antena parabola sebagai input yang di hitung berdasarkan besar, arah dan sudut kemiringan parabola.

Komposisi aturan yang digunakan adalah 1. Jika ukuran parabola besar dan kemiringannya kiri dan arah atas maka hasilnya baik 2. Jika ukuran parabola sedang dan kemiringan tengah dan arah depan maka hasilnya sedang 3. Jika ukuran parabola kecil dan kemiringan kanan dan arah belakang maka hasilnya Buruk.

*Pengujian Fuzzy Inference System*

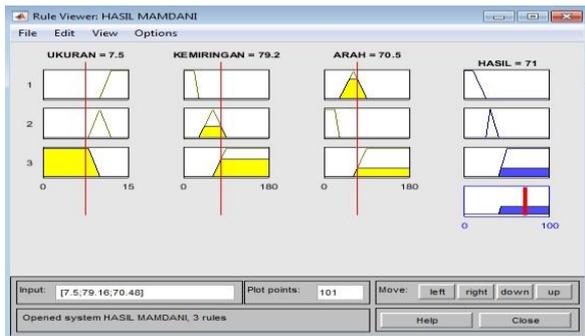
1. If (UKURAN is KECIL) and (KEMIRINGAN is KIRI) and (ARAH is DEPAN) then (HASIL is BURUK) (1)
2. If (UKURAN is KECIL) and (KEMIRINGAN is TENGAH) and (ARAH is ATAS) then (HASIL is SEDANG) (1)
3. If (UKURAN is KECIL) and (KEMIRINGAN is KANAN) and (ARAH is BELAKANG) then (HASIL is SEDANG) (1)
4. If (UKURAN is SEDANG) and (KEMIRINGAN is KIRI) and (ARAH is DEPAN) then (HASIL is SEDANG) (1)
5. If (UKURAN is SEDANG) and (KEMIRINGAN is TENGAH) and (ARAH is DEPAN) then (HASIL is BURUK) (1)
6. If (UKURAN is SEDANG) and (KEMIRINGAN is TENGAH) and (ARAH is ATAS) then (HASIL is BAIK) (1)
7. If (UKURAN is SEDANG) and (KEMIRINGAN is TENGAH) and (ARAH is BELAKANG) then (HASIL is SEDANG) (1)
8. If (UKURAN is BESAR) and (KEMIRINGAN is KIRI) and (ARAH is DEPAN) then (HASIL is SEDANG) (1)
9. If (UKURAN is BESAR) and (KEMIRINGAN is TENGAH) and (ARAH is DEPAN) then (HASIL is SEDANG) (1)
10. If (UKURAN is BESAR) and (KEMIRINGAN is TENGAH) and (ARAH is ATAS) then (HASIL is BAIK) (1)
11. If (UKURAN is BESAR) and (KEMIRINGAN is TENGAH) and (ARAH is BELAKANG) then (HASIL is SEDANG) (1)
12. If (UKURAN is BESAR) and (KEMIRINGAN is KANAN) and (ARAH is BELAKANG) then (HASIL is SEDANG) (1)
13. If (UKURAN is BESAR) and (KEMIRINGAN is KANAN) and (ARAH is ATAS) then (HASIL is BAIK) (1)
14. If (UKURAN is BESAR) and (KEMIRINGAN is KANAN) and (ARAH is DEPAN) then (HASIL is BAIK) (1)

Maka hasil yang dapat ditunjuk pengujian matlab dapat dilihat dari Gambar di bawah ini.

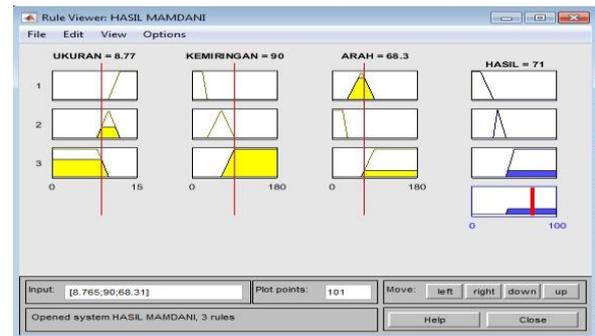


**Gambar 6.** Hasil Pengujian

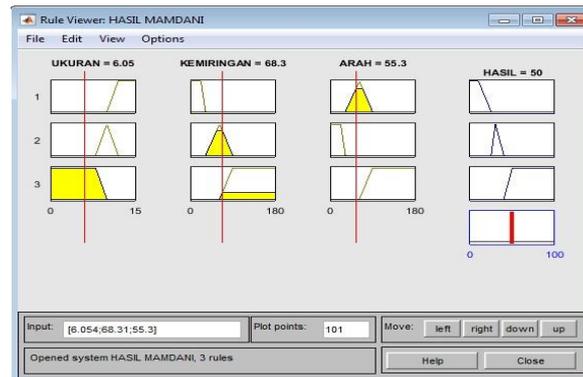
*Hasil pengujian Fuzzy inferece system*



**Gambar 7.** Hasil pengujian Fuzzy inference system



**Gambar 8.** Hasil pengujian Fuzzy inference system



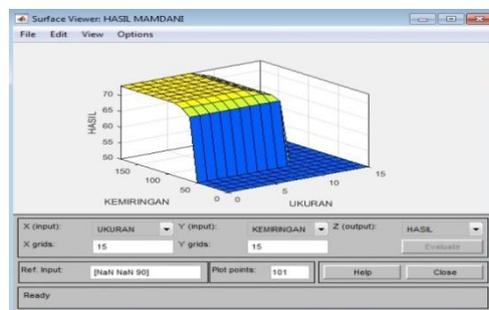
**Gambar 9.** Hasil pengujian Fuzzy inference system

**Tabel 4** hasil data fuzzy

| No | UKURAN | KEMIRINGAN | ARAH | HASIL |
|----|--------|------------|------|-------|
| 1  | 7.5    | 90         | 90   | 73    |
| 2  | 7.3    | 90         | 64   | 70.5  |
| 3  | 8.5    | 77         | 55   | 50    |
| 4  | 6.6    | 85         | 29   | 32    |
| 5  | 7.8    | 59         | 18   | 31    |
| 6  | 9.1    | 27         | 24   | 50    |
| 7  | 8.4    | 59         | 33   | 50    |
| 8  | 6.2    | 79         | 64   | 70    |
| 9  | 8.0    | 87.8       | 72   | 50    |
| 10 | 6.7    | 79         | 92   | 71    |
| 11 | 5.5    | 55         | 114  | 50    |
| 12 | 6.2    | 68         | 72   | 70    |
| 13 | 5.6    | 72         | 64   | 70    |
| 14 | 7.6    | 98         | 116  | 70.5  |
| 15 | 5.8    | 57         | 98   | 50    |

**Tabel 5** Hasil maximum

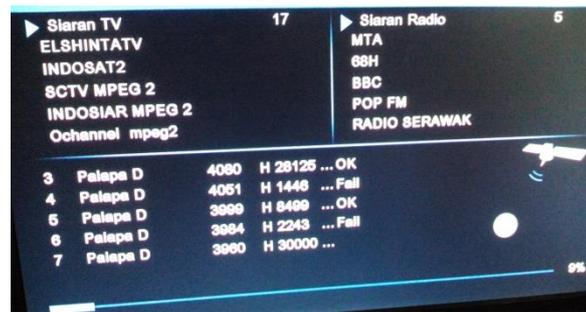
| No | Max A | Max B | Max C | HASIL |
|----|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 9.1   | 98    | 116   | 73    |
| 2  | 8.5   | 90    | 114   | 71    |
| 3  | 8.4   | 90    | 98    | 70.5  |
| 4  | 8.0   | 87.8  | 92    | 70.5  |
| 5  | 7.8   | 85    | 90    | 70    |
| 6  | 5.6   | 79    | 72    | 70    |
| 7  | 7.6   | 79    | 72    | 70    |
| 8  | 7.5   | 77    | 64    | 50    |
| 9  | 7.3   | 72    | 64    | 50    |
| 10 | 6.7   | 68    | 64    | 50    |
| 11 | 6.6   | 59    | 55    | 50    |
| 12 | 6.2   | 59    | 33    | 50    |
| 13 | 6.2   | 57    | 29    | 50    |
| 14 | 5.8   | 55    | 24    | 32    |
| 15 | 5.5   | 27    | 18    | 31    |



**Gambar 10.** Hasil surf pada matlab

### Hasil pengujian pada receiver parabola

Pada tampilan televisi yang sudah di pointing pada maximal dan titik pencarian sinyal pada satu channel contoh dalam pengujian ini channel global tv, maka nilai maximumnya akan mencakup semua channel, seperti mctv, indosiar, sctv, tv one, metro tv dan lain-lain yang berada pada jalur satelite palapa. Maka hasilnya akan ditampilkan pada saat pencarian semua channel.



**Gambar 11.** Hasil pengujian pada receiver parabola

## KESIMPULAN

Pencarian sinyal tv dari satelit melalui parabola dapat menerapkan logika fuzzy mamdani yang sudut kemiringan, arah dan lebar jaring parabola yang sudah ditentukan. Maka dengan hasil output yang melalui logika fuzzy ini dapat disesuaikan dengan pemasangan parabola dan pencarian frekuensi tv pun tidak terlalu lama layaknya orang yang sudah lama berpengalaman dalam bidang ini.

Hasil Implementasi ini bisa dikembangkan lebih lagi pada daerah pegunungan, dataran rendah, pinggir laut dan gangguan seperti daun pohon yang menghalangi sinyal masuk dan keluar dan hasil yang diperoleh juga akan berbeda-beda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Naba, Dr.Eng 2009, Belajar cepat fuzzy Logic Menggunakan Matlab, Andi, Yogyakarta.  
Arikunto, S 2010, Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik, Rineka Cipta, Jakarta.  
Cuevas M., Lago M 2002., television digital via satelite.  
<http://bermaindalambelajar.blogspot.co.id/2012/10/definisi-parabola.html>  
<http://www.masputz.com/2015/06/perbedaan-receiver-digital-parabola.html>  
Kusumadewi, S & Purnomo, H 2004, Aplikasi logika fuzzy untuk pendukung keputusan, Graha Ilmu, Yogyakarta

## PERAMALAN PERMINTAAN PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE PROYEKSI KECENDERUNGAN DENGAN REGRESI

Tarida Yanti Nasution

Program Studi S2 Teknik Informatika, FASILKOM-TI USU  
Jalan Universitas No.24A Kampus Universitas Sumatera Utara Medan 20155  
Email: taridayanti@gmail.com

**Abstrak** Penting bagi industri untuk memiliki sebuah data perencanaan kebutuhan yang akan menopang segala proses operasional yang dikerjakan pada waktu ke depan. Dalam kegiatan produksi, peramalan dilakukan untuk menentukan jumlah permintaan terhadap suatu produk dan merupakan langkah awal dari proses perencanaan dan pengendalian produksi. Dengan peramalan tersebut perusahaan mampu melihat peluang penjualan yang ada pada pasar dengan cara memprediksi hasil permintaan waktu yang akan datang berdasarkan hasil dari data permintaan yang telah lalu. Peramalan permintaan dapat dilakukan dengan beberapa metode. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Proyeksi Kecenderungan dengan Regresi. Hasil peramalan dianalisis dengan menggunakan Standard Error of Estimate (SEE). Perusahaan meramalkan permintaan untuk tahun 2016 berdasarkan data histori perusahaan selama 10 tahun. Berdasarkan perhitungan peramalan diperoleh jumlah permintaan untuk tahun 2016 sebanyak 10.315 unit.

**Kata kunci:** Peramalan, Permintaan, Proyeksi Kecenderungan dengan Regresi, Standard Error of Estimate

### PENDAHULUAN

Dalam kegiatan produksi, peramalan dilakukan untuk menentukan jumlah permintaan terhadap suatu produk dan merupakan langkah awal dari proses perencanaan dan pengendalian produksi. Dalam peramalan ditetapkan jenis produk apa yang diperlukan (*what*), jumlahnya (*how many*), dan kapan dibutuhkan (*when*). Tujuan peramalan dalam kegiatan produksi adalah untuk meredam ketidakpastian, sehingga diperoleh suatu perkiraan yang mendekati keadaan yang sebenarnya. Suatu perusahaan biasanya menggunakan prosedur tiga tahap untuk sampai pada peramalan penjualan, yaitu diawali dengan melakukan peramalan lingkungan, diikuti dengan peramalan penjualan industri, dan diakhiri dengan peramalan penjualan perusahaan. Peramalan merupakan bagian awal dari suatu proses pengambilan keputusan. Sebelum melakukan peramalan harus diketahui terlebih dahulu apa sebenarnya persoalan dalam pengambilan keputusan itu.

Untuk dapat melakukan penjualan secara efisien, diperlukan adanya suatu peramalan yang tepat, sehingga tidak terjadi kelebihan atau kekurangan produksi dan proses pendistribusian produk dapat berjalan lancar. Peramalan penjualan produk yang tepat akan terwujud jika dibuat suatu perencanaan dan analisis untuk menentukan seberapa besar volume penjualan yang harus dicapai. Saat ini banyak teknik analisis data yang canggih dapat digunakan untuk peramalan, guna mengantisipasi penyimpangan atau ketidakpastian dalam peramalan yang akan berdampak buruk bagi perusahaan. Peramalan yang digunakan pada penelitian ini adalah proyeksi kecenderungan dengan regresi dimana terdapat 5 metode yaitu konstan, linier, eksponensial, kuadratis dan siklis.

#### A. Peramalan (Forecasting)

Peramalan merupakan bagian awal dari suatu proses pengambilan suatu keputusan. Sebelum melakukan peramalan harus diketahui terlebih dahulu apa sebenarnya persoalan dalam pengambilan keputusan itu. Ada lima prinsip peramalan yang sangat perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil peramalan yang baik yaitu:

- Prinsip 1 : Ramalan pasti mengandung *error*.
- Prinsip 2 : Peramalan seharusnya mencakup ukuran dari *error*.
- Prinsip 3 : Peramalan item yang dikelompokkan dalam famili selalu lebih akurat dibandingkan dengan peramalan dalam item per item.
- Prinsip 4 : Peramalan jangka pendek lebih akurat dibanding dengan peramalan jangka panjang.
- Prinsip 5 : Apabila dimungkinkan, perkiraan besarnya permintaan lebih disukai berdasarkan perhitungan dari pada hasil peramalan.

#### B. Metode Proyeksi Kecenderungan dengan Regresi

Metode kecenderungan dengan regresi merupakan dasar kecenderungan untuk suatu persamaan, sehingga dengan dasar persamaan tersebut dapat diproyeksikan hal-hal yang akan diteliti pada masa yang akan datang. Untuk peramalan jangka pendek dan jangka panjang, ketepatan peramalan dengan metode ini sangat baik. Data yang dibutuhkan untuk metode ini adalah tahunan, minimal lima tahun. Namun, semakin banyak data yang dimiliki semakin baik hasil yang diperoleh.

Bentuk fungsi metode ini berupa:

1. Konstan, dengan fungsi peramalan ( $Y_t$ ):

$$Y_t = a, \text{ dimana } a = \frac{\sum Y_t}{N}$$

dimana:  $Y_t$  = nilai tambah  
 $N$  = jumlah periode

2. Linear, dengan fungsi peramalan:

$$Y_t = a + bt$$

dimana:

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

3. Kuadratis, dengan fungsi peramalan:

$$Y_t = a + bt + ct^2$$

dimana :

$$a = \frac{\sum Y - b \sum t - c \sum t^2}{n}$$

$$c = \frac{\theta - b\alpha}{\partial} \quad b = \frac{\partial\delta - \theta\alpha}{\partial\beta - \alpha^2}$$

$$\partial = (\sum t^2)^2 - n \sum t^4$$

$$\delta = \sum t \sum Y - n \sum tY$$

$$\theta = \sum t^2 \sum Y - n \sum t^2 Y$$

$$\alpha = \sum t^2 \sum t^2 - n \sum t^3$$

$$\beta = (\sum t)^2 - n \sum t^2$$

4. Eksponensial, dengan fungsi peramalan:

$$Y_t = ae^{bt}$$

dimana :

$$\ln a = \frac{\sum \ln Y - b \sum t}{n}$$

$$b = \frac{n \sum t \ln Y - \sum t \sum \ln Y}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

5. Siklis, dengan fungsi peramalan:

$$\hat{Y}_t = a + b \sin \frac{2\pi t}{n} + c \cos \frac{2\pi t}{n}$$

dimana :

$$\sum Y = na + b \sin \frac{2\pi}{n} + c \sum \cos \frac{2\pi}{n}$$

$$\sum Y \sin \frac{2\pi}{n} = a \sum \sin \frac{2\pi}{n} + b \sin^2 \frac{2\pi}{n} + c \sum \sin \frac{2\pi}{n} \cos \frac{2\pi}{n}$$

$$\sum Y \cos \frac{2\pi}{n} = a \sum \cos \frac{2\pi}{n} + c \sum \cos^2 \frac{2\pi}{n} + b \sum \sin \frac{2\pi}{n} \cos \frac{2\pi}{n}$$

### C. Kriteria Performance Peramalan

Besar kesalahan suatu peramalan dapat dihitung dengan beberapa cara, namun pada penelitian ini menggunakan *Standard Error of Estimate* (SEE) :

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^m (X_t - F_t)^2}{N - t}}$$

dimana :

- F = Derajat Kebebasan
- Untuk data Konstan, f=1
- Untuk data Linier, f=2
- Untuk data Eksponensial, f=2
- Untuk data Kuadratis, f=3
- Untuk data Siklis, f=3

**METODE**

Data yang digunakan merupakan data sekunder, yaitu diambil dari data historis permintaan selama 10 tahun yang lalu. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan 5 metode proyeksi kecenderungan dengan regresi. Selanjutnya hasil peramalan dianalisis dengan menggunakan *error measurement Standard Error of Estimate (SEE)* Nilai SEE terkecil dipilih menjadi fungsi peramalan jumlah permintaan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

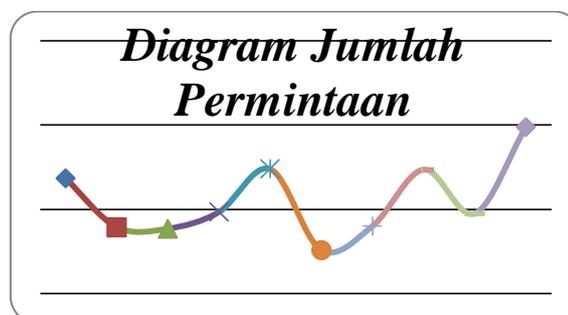
Data permintaan untuk 10 tahun yang lalu dapat dilihat pada Tabel 1.

**TABEL 1. JUMLAH PERMINTAAN 10 TAHUN**

| No | Tahun | Jumlah Permintaan |
|----|-------|-------------------|
| 1  | 2006  | 6839              |
| 2  | 2007  | 3948              |
| 3  | 2008  | 3853              |
| 4  | 2009  | 4839              |
| 5  | 2010  | 7389              |
| 6  | 2011  | 2582              |
| 7  | 2012  | 4002              |
| 8  | 2013  | 7352              |
| 9  | 2014  | 4746              |
| 10 | 2015  | 9873              |

**Langkah-langkah peramalan yang dilakukan terdiri atas:**

1. Mendefinisikan Tujuan Peramalan  
Adapun tujuan peramalan adalah untuk meramalkan banyaknya jumlah permintaan tahun 2016.
2. Pembuatan *Scatter Diagram*  
Dari Tabel 1 dapat dilihat diagramnya seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram jumlah permintaan

3. Pemilihan Metode Peramalan  
Metode peramalan yang digunakan adalah:
  - a. Metode Konstan
  - b. Metode Linier
  - c. Metode Eksponensial
  - d. Metode Kuadratis

- e. Metode Siklis
4. Menghitung Parameter Peramalan  
Untuk memudahkan perhitungan, maka dimisalkan  $X$  sebagai variabel tahun dan  $Y$  sebagai variabel Jumlah Permintaan.

- a. Metode Konstan  
Fungsi peramalan:

$$Y_t = a$$

$$Y_t = 5.542,3$$

- b. Metode Linier  
Fungsi Peramalan :

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n} = 4106,6669$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} = 261,0242$$

$$Y_t = a + bt$$

$$Y_t = 4.106,66 + 261,02(t)$$

- c. Metode Eksponensial  
Fungsi Peramalan:

$$b = \frac{n \sum X \cdot \ln Y - \sum \ln Y \sum X}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} = 0,0376$$

$$\ln a = \frac{\sum \ln Y - b \sum X}{n} = 8,3408$$

$$a = 4191,4416$$

$$Y_t = ae^{bt}$$

$$Y_t = 4.191,44(e^{0,0376t})$$

- d. Metode Kuadratis  
Fungsi Peramalan:

$$\alpha = \sum X \sum X^2 - n \sum X^3 = -9075$$

$$\beta = \left( \sum X \right)^2 - n \sum X^2 = -825$$

$$\gamma = \left( \sum X^2 \right)^2 - n \sum X^4 = -105105$$

$$\delta = \sum X \sum Y - n \sum XY = -215345$$

$$\theta = \sum X^2 \sum Y - n \sum X^2 Y = -3169755$$

$$b = \frac{\gamma \delta - \theta \alpha}{\theta \delta - \theta^2 \alpha} = -1407,6424$$

$$c = \frac{\theta \beta b \alpha^2}{\gamma \delta - \theta \alpha} = 151,697$$

$$a = \frac{\sum Y \gamma - b \sum X - c \sum X^2}{\gamma} = 7443,9987$$

$$Y_t = a + bt + ct^2$$

$$Y_t = 7.443,99 + (-1.407,64t) + 151,69t^2$$

- e. Metode Siklis  
Fungsi peramalan :

$$a = 5542,3$$

$$b = -164,4525$$

$$c = 1383,4621$$

$$\hat{Y}_t = a + b \sin \frac{2\pi t}{n} + c \cos \frac{2\pi t}{n}$$

$$\hat{Y}_t = 5.542,3 + (-164,45) \sin \frac{2\pi t}{n} + (1.383,46) \cos \frac{2\pi t}{n}$$

5. Menghitung Setiap Kesalahan Setiap Metode

Perhitungan kesalahan menggunakan metode *Standard Error of Estimate* (SEE).

- a. Metode Konstan  
SEE = 2230,6417

- b. Metode Linier  
SEE = 2212,4882

- c. Metode Eksponensial  
SEE = 2242,3213

- d. Metode Kuadratis  
SEE = 1964,3433

e. Metode Siklis

$$SEE = 2238,5202$$

Nilai SEE dari setiap metode dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Standard Error of Estimate (SEE)

| Metode       | SEE              |
|--------------|------------------|
| Konstan      | 2230,6417        |
| Linear       | 2212,4882        |
| Eksponensial | 2242,3213        |
| Kuadratis    | <b>1964,3433</b> |
| Siklis       | 2238,5202        |

Berdasarkan hasil perhitungan SEE, didapatkan nilai *error* terkecil yaitu metode Kuadratis. Metode dengan nilai *error* terkecil menjadi metode yang dipilih. Maka digunakan fungsi Kuadratis yaitu  $Y_t = 7.443,99 + (-1.407,64t) + 151,69t^2$  sehingga diperoleh nilai permintaan untuk tahun 2016 yaitu **10.315** unit.

#### KESIMPULAN

1. Data histori permintaan mengikuti sebaran kuadratis.
2. Peramalan permintaan untuk tahun 2016 sebanyak 10.315 unit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- GINTING, ROSNANI. 2007. *SISTEM PRODUKSI*. MEDAN: GRAHA ILMU.  
Marlis, Alex. 2010. *Peramalan dan Faktor-Faktor Penentu Fluktuasi*.  
Walpole, Ronald. 1993. *Pengantar Statistik*. Jakarta: PT Gramedia.

## PENERAPAN METODE KLASTER K-MEANS PADA SEGMENTASI WARNA CITRA DIGITAL DENGAN PEMROGRAMAN R

**Ismail Adha Kesuma<sup>1\*</sup>; Herman<sup>1</sup> dan Munawir<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara, Medan 202155, Indonesia

<sup>3</sup>Fakultas Teknik Program Studi Teknik Informatika Universitas Samudera, Kota Langsa Aceh, Indonesia

\*E-mail: [ismailadha06@gmail.com](mailto:ismailadha06@gmail.com)

**Abstrak.** Metode klaster K-Means atau lebih dikenal dengan K-Means Clustering merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk membagi sejumlah objek ke dalam partisi-partisi berdasarkan kategori-kategori yang ada dengan melihat titik tengah yang diberikan. Makalah ini akan membahas penerapan metode K-Means Clustering dalam mengelompokkan jenis warna citra digital sehingga menghasilkan objek citra digital yang tersegmentasi berdasarkan jumlah klaster yang diberikan. Sedangkan pemrograman R digunakan sebagai lingkungan terintegrasi atau sarana penerapan metode pengklasteran terhadap objek digital. Hasil objek citra digital yang telah tersegmentasi akan dianalisis dampak perubahannya menurut jumlah klaster warna yang diberikan.

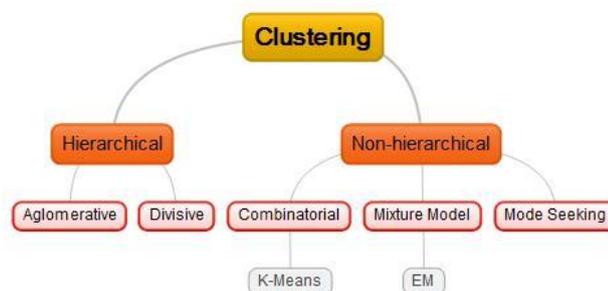
**Kata kunci:** K-Means, Clustering, Warna, Citra Digital, Pemrograman R.

### PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan teknologi informasi berkembang sangat pesat. Hal ini diikuti pula dengan banyaknya penelitian-penelitian baru dalam bidang tersebut, diantaranya adalah yang berkaitan dengan *image segmentation* (segmentasi citra). Tujuan dari pengelompokan segmen bisa untuk berbagai keperluan, salah satunya adalah untuk keperluan pengenalan pola (*pattern recognition*) dimana setelah data dikelompokkan, akan lebih mudah melakukan analisa selanjutnya untuk mengenali secara lebih rinci pola-pola yang dimiliki oleh suatu kumpulan obyek. Penelitian ini akan menerapkan metode K-Means secara ringkas dalam proses pemisahan jenis warna pada citra digital menggunakan pemrograman R.

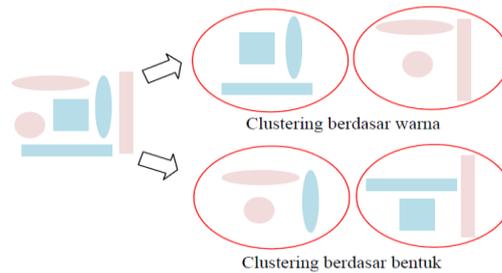
### METODE

Adapun bahan penelitian yang digunakan dalam tulisan ini berupa citra digital dengan ekstensi JPG. Sebelum data citra diolah, ukuran file citra diubah ukuran berdimensi 100x100 piksel. Dalam pengenalan pola secara statistik, *clustering* atau disebut juga dengan klaster, dapat dipandang sebagai suatu pembelajaran tak terbimbing (*unsupervised*) dalam proses pengklasifikasian pola dengan sistem partisi (Aldenderfer & Blashfield, 1984). Dalam pengelompokan data, ada dua jenis data yang sering dipergunakan yaitu *hierarchical* (hirarki) data clustering dan *non-hierarchical* data clustering. Metode ini mempartisi data ke dalam klaster/kelompok sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam satu klaster yang sama dan data yang mempunyai karakteristik yang berbeda dikelompokkan ke dalam kelompok yang lain (Agusta, 2007). Gambar berikut memeperlihatkan skema hirarki algoritma clustering berdasarkan jenis data.



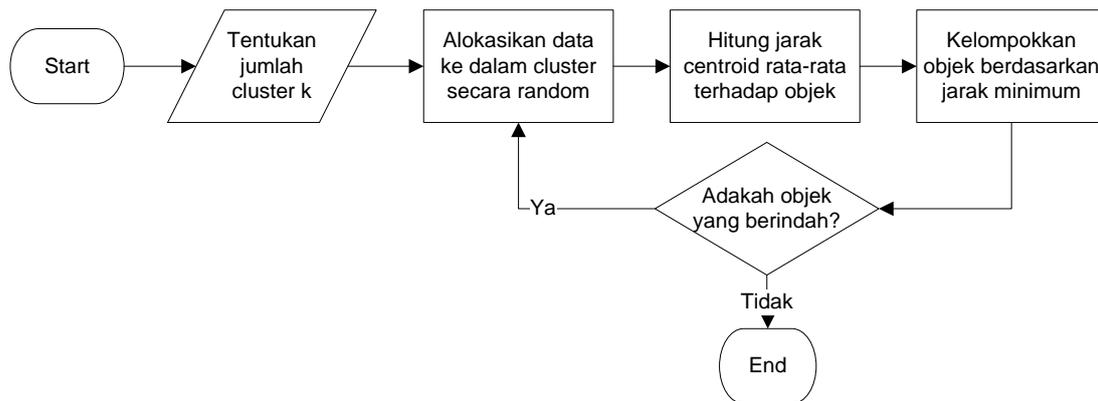
**Gambar 1.** Hirarki algoritma clustering berdasarkan jenis dana (Zhen & Xue, 2009)

Image clustering (pengelompokan Gambar) adalah proses untuk membagi atau mengelompokkan suatu *image* ke dalam beberapa bagian yang berbeda, dimana pada tiap bagian yang berbeda tersebut anggotanya mempunyai kesamaan khusus (homogen). Gambar berikut memperlihatkan ilustrasi pengelompokan objek citra.



**Gambar 2.** Ilustrasi *image clustering* (Hasniawati, 2007)

*K-Means* merupakan salah satu metode data clustering non-hirarki yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam bentuk satu atau lebih cluster/kelompok. Data clustering menggunakan metode *K-Means* ini secara umum digambarkan dengan *flowchart* sebagai berikut (MacQueen, 1967):



**Gambar 3.** Flowchart algoritma *K-Means*

Proses klastering dimulai dengan mengidentifikasi data yang akan diklaster,  $X_{ij}$  ( $i=1, \dots, n; j=1, \dots, m$ ) dengan  $n$  adalah jumlah data yang akan diklaster dan  $m$  adalah jumlah variabel. Pada awal iterasi, pusat setiap klaster ditetapkan secara bebas (sembarang),  $C_{kj}$  ( $k=1, \dots, k; j=1, \dots, m$ ). Kemudian dihitung jarak antara setiap data dengan setiap pusat klaster. Untuk melakukan penghitungan jarak data ke- $i$  ( $x_i$ ) pada pusat klaster ke- $k$  ( $c_k$ ), diberi nama ( $d_{ik}$ ), dapat digunakan formula Euclidean (Tan, 2006) seperti pada persamaan (1) berikut.

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (c_{ij} - c_{kj})^2} \quad (1)$$

Suatu data akan menjadi anggota dari klaster ke- $k$  apabila jarak data tersebut ke pusat klaster ke- $k$  bernilai paling kecil jika dibandingkan dengan jarak ke pusat klaster lainnya. Hal ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2). Selanjutnya, kelompokkan data-data yang menjadi anggota pada setiap klaster.

$$\min \sum_{k=1}^k d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (c_{ij} - c_{kj})^2} \quad (2)$$

Nilai pusat klaster yang baru dapat dihitung dengan cara mencari nilai rata-rata dari data-data yang menjadi anggota pada klaster tersebut, dengan menggunakan rumus pada persamaan (3) berikut.

$$c_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^p x_{ij}}{p} \quad (3)$$

Dimana  $x_{ij}$  adalah klaster ke- $k$  dan  $p$  adalah banyaknya anggota klaster ke- $k$ .

R bukan saja bahasa tetapi juga lingkungan/*environment* untuk komputasi statistik dan grafik. R menyediakan berbagai macam tool statistik dari linier dan memodelan non linier, uji statistik klasik, analisis time-series, klasifikasi, clustering dan lain-lain. R juga menyediakan tool teknik grafis yang bertujuan untuk menampilkan data yang telah diolah secara visual dalam bentuk grafik. R merupakan project *open-source* yang memungkinkan banyak pihak untuk memberikan kontribusi dalam proses pengembangan (Faisal, 2016). Dalam penelitian ini, penulis menggunakan *jpeg package* untuk memudahkan dalam pembacaan data citra. Untuk visualisasi tampilan hasil pengolahan *K-Means clustering*, penulis menggunakan *ggplot2 package*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun tahap-tahap yang dilakukan dalam proses pengklasteran warna citra diantaranya adalah pembacaan data/file citra, kemudian proses representasi raw data citra ke dalam data array, proses klastering dengan fitur K-Means, dan terakhir tampilan data citra setelah proses pengklasteran.

Dalam pembacaan sebuah file citra, digunakan fitur *jpeg package* yang sudah tersedia di lingkungan pemrograman R. Berikut adalah listing program pembacaan citra dengan pemrograman R.

```
//Baca citra
library(jpeg)
people<-readJPEG("d:/people.jpg")
//Untuk menampilkan data citra
plot(0:1,0:1,type = "n",ann = FALSE, axes = FALSE)
rasterImage(people,0,0,1,1)
```

Setelah data citra terbaca, langkah selanjutnya ialah membaca nilai-nilai tiga komponen warna primer citra yang terdiri dari warna merah (RED), hijau (GREEN), dan biru (BLUE), lalu direpresentasikan ke dalam data frame. Data frame di R adalah fungsi yang dapat digunakan untuk membuat kerangka data, koleksi dari variabel-variabel yang mana memiliki karakteristik seperti matriks. Ibaratnya data frame membuat data yang disusun mirip seperti Tabel yang terdiri dari baris dan kolom. Berikut listing program R konversi citra ke data frame.

```
img_Dm<-dim(people)
img_rgb<-data.frame(x_axis = rep(1:img_Dm[2], each = img_Dm[1]), y_axis =
rep(img_Dm[1]:1, img_Dm[2]), Red = as.vector(people[,2]), Green = as.vector(people[,2]),
Blue = as.vector(people[,3]))
head(img_rgb,10) //menampilkan 10 record pertama data frame
```

Adapun hasil dari representasi data frame diatas adalah nilai tiap-tiap piksel citra berikut.

|    | x_axis | y_axis | Red       | Green     | Blue      |
|----|--------|--------|-----------|-----------|-----------|
| 1  | 1      | 200    | 0.5882353 | 0.5882353 | 0.2941176 |
| 2  | 1      | 199    | 0.6039216 | 0.6039216 | 0.3411765 |
| 3  | 1      | 198    | 0.6666667 | 0.6666667 | 0.4745098 |
| 4  | 1      | 197    | 0.7294118 | 0.7294118 | 0.5960784 |
| 5  | 1      | 196    | 0.7372549 | 0.7372549 | 0.6588235 |
| 6  | 1      | 195    | 0.7450980 | 0.7450980 | 0.6862745 |
| 7  | 1      | 194    | 0.7647059 | 0.7647059 | 0.7098039 |
| 8  | 1      | 193    | 0.7647059 | 0.7647059 | 0.7058824 |
| 9  | 1      | 192    | 0.7725490 | 0.7725490 | 0.7058824 |
| 10 | 1      | 191    | 0.7647059 | 0.7647059 | 0.7176471 |

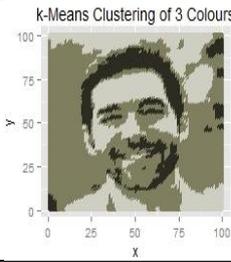
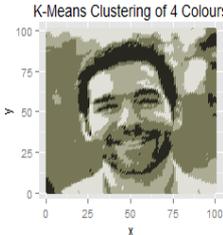
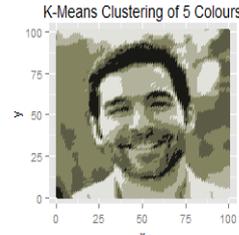
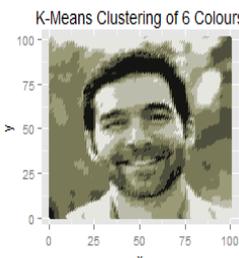
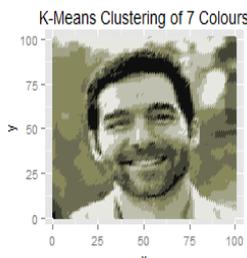
Dengan adanya representasi data frame diatas, maka dapat dilakukan proses klaster dengan metode K-Means. Berikut adalah perintah R yang digunakan.

```
kClusters<-3
k_means <- kmeans(img_rgb[, c("Red","Green","Blue")], centers = kClusters)
k_colors <- rgb(k_means$centers[k_means$cluster,])
```

Kode R diatas akan membuat pengelompokan klaster sebanyak 3 klaster. Nilai-nilai komponen warna tiap piksel citra akan dievaluasi jarak kedekatannya terhadap centroid (*centers*). Hasil dari pengelompokan klaster kemudian direpresentasikan kembali kedalam variabel citra baru dengan jenis kategori warna sebanyak klaster, dalam hal ini 3 klaster. Adapun tampilan hasil dari proses clustering dengan metode K-Means adalah sebagai berikut.

```
ggplot(data = img_rgb, aes(x = x_axis, y = y_axis)) + geom_point(colour = k_colors) +
labs(title = paste("k-Means Clustering of", kClusters, "Colours")) + xlab("x") + ylab("y")
```

|                   |                                            |
|-------------------|--------------------------------------------|
| <b>Citra Asli</b> | <b>K-Means clustering; k = 3 (16,6 KB)</b> |
|-------------------|--------------------------------------------|

|                                                                                                                       |                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      | <br>K-Means Clustering of 3 Colours  |
| <b>K-Means clustering; k = 4 (16,9 KB)</b>                                                                            | <b>K-Means clustering; k = 5 (17,5 KB)</b>                                                                             |
| <br>K-Means Clustering of 4 Colours  | <br>K-Means Clustering of 5 Colours  |
| <b>K-Means clustering; k = 6 (17,2 KB)</b>                                                                            | <b>K-Means clustering; k = 7 (17,4 KB)</b>                                                                             |
| <br>K-Means Clustering of 6 Colours | <br>K-Means Clustering of 7 Colours |

**Tabel 1.** Hasil perbandingan citra sebelum dan sesudah proses segmentasi dengan K-Means

Hasil segmentasi citra k=3, tampak bahwa jenis warna citra dikelompokkan kedalam 3 kategori warna citra keabuan yang berbeda.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemrograman R dapat digunakan sebagai tool dalam menerapkan metode klaster terutama metode K-Means dalam proses segmentasi jenis warna pada citra digital. semakin banyak klaster warna yang diterapkan pada citra, maka semakin banyak ragam citra keabuan yang dihasilkan dan semakin jelas penampakan citra yang terkoreksi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, Y., 2007. K-Means – Penerapan, Permasalahan dan Metode Terkait. *Jurnal Sistem dan Informatika*, Vol. 3: 47-60.
- Aldenderfer, M., Blashfield, R., 1984. *Cluster Analysis*. Sage, Beverly Hills.
- Faisal, MR., 2016. *Seri Belajar Pemrograman: Pengenalan Bahasa Pemrograman R*. Universitas Lambung Mangkurat.
- Hasniawati, H., 2007. *Image Clustering Berdasarkan Warna Untuk Identifikasi Buah Dengan Metode Valley Tracing*. Proyek Akhir Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.
- Tan, P., Steinbach, & Kumar, V., 2006. *Introduction to Data Mining*. Pearson Education.
- Zheng, N., Xue, J., 2009. *Statistical Learning and Pattern Analysis for Image and Video Processing*. Springer, London.

## ANALISIS KEPADATAN PENDUDUK DI SUMATERA UTARA DENGAN MENGGUNAKAN ALOGARITMA K-NEAREST NEIGHBOUR

Willer Ferdinand.A.S

Fakultas Ilmu Komputer Dan Informasi  
Magister Teknik Informatika Universitas Sumatera Utara  
Email : arthur.3575@gmail.com

**Abstrak.** *Pertumbuhan penduduk selalu bertambah setiap tahun. Pentingnya pengendalian angka kepadatan penduduk. Analisis kepadatan penduduk dengan menggunakan alogaritma K-nearest neighbour membuktikan bahwa dengan menggunakan alogaritma K-nearest neighbour menguatkan bahwa adanya penambahan penduduk setiap tahun. Dengan menggunakan similitarty/kedekatan pada kasus. Dalam berbagai kehidupan zaman sekarang ini, banyak data-data yang dihasilkan oleh teknologi informasi sehingga, manusia dikelilingi oleh data-data. Data-data tersebut sangat dibutuhkan di dalam kehidupan manusia. Dengan adanya teknologi komputer zaman sekarang ini penyimpanan, pengolahan dan output dari data menjadi lebih gampang dan cepat. Salah satu untuk memvisualisasikan permasalahan melalui konsep pembelajaran. Machine learning berhubungan dengan ilmu komputer, teknik, statistik dan berbagai bidang ilmu yang lain. Pada zaman sekarang ini dibutuhkannya pengembangan-pengembangan machine learning agar mempermudah pekerjaan manusia. Sehingga pembelajaran machine learning menjadi sangat menarik. Hal tersebut untuk menjawab dan memecahkan permasalahan yang kompleks. Hal yang terdapat pada machine learning adalah klasifikasi. Alogaritma K-nearest Neighbours termasuk unsupervised learning. Alogaritma k-nearest neighbour yang dihubungkan dengan klasifikasi dan regresi untuk menyelesaikan data-data yang besar. Dengan menggunakan alogaritma K-nearest neighbour menguatkan pertumbuhan penduduk tiap tahun.*

**Kata kunci.** *Kepadatan Penduduk, Alogaritma K-Nearest neighbour*

### PENDAHULUAAN

Banyaknya permasalahan yang penting dan kompleks di dunia komputer memerlukan pemecahan permasalahan yang kompleks. Diperlukan mengklasifikasi data set yang kompleks. Data set tersebut diberikan pembelajaran. Sehingga data klasifikasi tersebut dapat memecahkan permasalahan yang terjadi. Klasifikasi merupakan membandingkan suatu objek tertentu.

Machine learning merupakan bidang yang terus-menerus dikembangkan sejak tahun 2004. Aplikasi dari machine learning terus-menerus dikembangkan dan bertambah-tambah saat ini. Contoh di dalam mesin pencari/google, bidang bioinformatika, biologi, bidang computational biologi, robot-robotan, medical diagnosis. Machine learning memerlukan ilmu statistika dan ilmu matematika yang merupakan inti dari machine learning. *Learning/pembelajaran* artinya memahami, mengerti, belajar akan sesuatu. Mesin menyimpan pembelajaran dari masa lalu dan dapat memutuskan sesuatu di masa depan, ini dikenal dengan machine learning.

Metoda K-nearest neighbour diperkenalkan pada awal tahun 1950. Metoda ini berkembang sampai sekarang dan secara luas diperkenalkan untuk mengenali pola. K-nearest neighbour merupakan metoda analogi klasifikasi yang dilakukan dengan membandingkan data yang diberikan. Alogaritma K-Nearest Neighbour merupakan alogaritma machine learning yang sederhana. Alogaritma K-nearest neighbour memerlukan data pembelajaran. Alogaritma K-Nearest neighbour merupakan pembelajaran yang instan/*lazy learning*.

Paper ini membahas menganalisis kepadatan penduduk dengan menggunakan alogaritma K-nearest neighbour. Salah satu hal penting yang harus diperhatikan oleh negara adalah masalah pertumbuhan penduduk. Jika pertumbuhan penduduk yang tinggi tidak diimbangi dengan upaya pengendalian akan menjadi ancaman bagi suatu kota. Hal ini juga dapat juga berdampak pada angka kemiskinan yang tinggi. Hal demikian maka pemerintah harus mengupayakan dan mengendalikan pertumbuhan penduduk yang terjadi. Tujuan penelitian adalah menguatkan bahwa adanya penambahan penduduk setiap tahun terjadi di Sumatera Utara. Paper ini berjudul Analisis kepadatan penduduk di Sumatera Utara dengan menggunakan Alogaritma K-nearest neighbours.

### LANDASAN TEORI

*Machine learning* mempergunakan statistik dengan matematika. Pembelajaran *machine learning* merupakan aplikasi untuk memecahkan segala permasalahan-permasalahan. Dalam memecahkan permasalahan dibutuhkan alogaritma. Alogaritma merupakan metoda atau cara untuk memecahkan permasalahan. Setelah itu dibutuhkan data. Data dibutuhkan agar memperoleh pembelajaran atau pengetahuan. Adapun dari data-data diperoleh dilakukan observasi dan analisis sehingga kita dapat memperoleh pendekatan-pendekatan. Pendekatan yang dilakukan untuk mendapatkan pola. Pola untuk memprediksi sesuatu. Prediksi dibuat dari pembelajaran sample data-data yang dikumpulkan. Aplikasi dari machine learning disebut machine learning.

Aplikasi dari machine learning disebut data mining. Di dalam data mining ada begitu banyak data yang harus diproses dan diberikan pemodelan. Tujuan dari pemodelaan untuk memberikan akurasi prediksi. Contoh bidang-bidang yang membutuhkan prediksi : pada bank, manufaktur, media telekomunikasi, sciences, fisika, astronomi, biologi yang juga membutuhkan analisis. Pada machine learning tidak hanya diberikan permasalahan pada database (problem data base) tetapi juga bagian dari kecerdasan buatan ( *Artifisial Intelligence*). *Machine learning* merupakan pembelajaran mesin yang mengalami pembelajaran sehingga mampu memecahkan segala permasalahan.

Metoda pembelajaran dikenal dengan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) /*instance-based learning*. Algoritma *K-nearest Neighbour* secara konsep melakukan pendekatan nilai riil/real valued atau diskrit pada target fungsi ( Target function). Pembelajaran/ learning disimpan pada algoritma *K-Nearest Neighbour*. Algoritma *K-nearest neighbour* melakukan dengan mencari kelompok k objek dalam data training yang paling dekat (mirip) dengan objek pada data baru atau data testing. Algoritma *K-Nearest Neighbour* merupakan suatu metode yang melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Algoritma *K-Nearest Neighbor* adalah pendekatan untuk mencari kasus dengan menghitung kedekatan antara kasus baru dan kasus lama yaitu berdasarkan pada pencocokan bobot dari sejumlah fitur/ atribut yang ada.

Untuk mendefinisikan jarak antara dua titik yaitu titik pada data training (x) dan titik pada data testing (y) maka digunakan rumus *Euclidean*:

$$D(x,y) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_k - y_k)^2}$$

Dengan D adalah jarak antara titik pada data training x dan titik data testing y yang akan diklasifikasi, dimana  $x = x_1, x_2, \dots, x_i$  dan  $y = y_1, y_2, \dots, y_i$  dan I merepresentasikan nilai atribut serta n merupakan dimensi atribut. Pada *fase training*, algoritma ini hanya melakukan penyimpanan *vektor-fitur* dan klasifikasi data *training sample*. Pada *fase* klasifikasi, *fitur-fitur* yang sama dihitung untuk *testing data* (yang klasifikasinya tidak diketahui). Jarak dari *vektor* baru yang ini terhadap seluruh vektor *training sample* dihitung dan sejumlah k buah yang paling dekat diambil.

Salah satu ketidakuntungan algoritma *K-Nearest Neighbour* adalah klasifikasi cost yang sangat tinggi dalam melakukan semua komputasi sehingga dibutuhkan waktu training. Waktu training yang dapat juga mengurangi antrian komputasi.

## METODE

Metoda penelitian dengan mengambil data set kependudukan Sumatera Utara Tahun 2015 dengan nilai similarity tingkat partisipasi dan pengangguran terbuka. Mengobservasi dari buku-buku dan jurnal-jurnal yang pernah dilakukan peneliti-peneliti sebelumnya. Data set adalah sebagai berikut:

| Kabupaten/Kota          | Luas Wilayah       | Jumlah Penduduk | Kepadatan Penduduk     | Tingkat partisipasi dan pengangguran terbuka |
|-------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------------------------------------------|
|                         | (km <sup>2</sup> ) | (jwa)           | (jwa/km <sup>2</sup> ) | (%)                                          |
| 01. Nias                | 1.842,51           | 136.115         | 74                     | 0,92                                         |
| 02. Mandailing Natal    | 6.134,00           | 430.894         | 70                     | 5,78                                         |
| 03. Tapanuli Selatan    | 6.030,47           | 275.098         | 46                     | 5,91                                         |
| 04. Tapanuli Tengah     | 2.188,00           | 350.017         | 160                    | 4,98                                         |
| 05. Tapanuli Utara      | 3.791,64           | 293.399         | 77                     | 2,56                                         |
| 06. Toba Samosir        | 2.328,89           | 179.704         | 77                     | 3,47                                         |
| 07. Labuhanbatu         | 2.156,02           | 462.191         | 214                    | 11,39                                        |
| 08. Asahan              | 3.702,21           | 706.283         | 191                    | 5,82                                         |
| 09. Simalungun          | 4.369,00           | 849.405         | 194                    | 5,75                                         |
| 10. Dairi               | 1.927,80           | 279.090         | 145                    | 1,26                                         |
| 11. Karo                | 2.127,00           | 389.591         | 183                    | 2,23                                         |
| 12. Deli Serdang        | 2.241,68           | 2.029.308       | 905                    | 6,38                                         |
| 13. Langkat             | 6.262,00           | 1.013.385       | 162                    | 8,02                                         |
| 14. Nias Selatan        | 1.825,20           | 308.281         | 169                    | 0,4                                          |
| 15. Humbang Hasundutan  | 2.335,33           | 182.991         | 78                     | 1,22                                         |
| 16. Pakpak Bharat       | 1.218,30           | 45.516          | 37                     | 2,88                                         |
| 17. Samosir             | 2.069,05           | 123.789         | 60                     | 1,28                                         |
| 18. Serdang Bedagai     | 1.900,22           | 608.691         | 320                    | 7,18                                         |
| 19. Batu Bara           | 922,20             | 400.803         | 435                    | 6,32                                         |
| 20. Padang Lawas Utara  | 3.918,05           | 252.589         | 64                     | 5,01                                         |
| 21. Padang Lawas        | 3.892,74           | 258.003         | 66                     | 5,95                                         |
| 22. Labuhanbatu Selatan | 3.596,00           | 313.884         | 87                     | 4,15                                         |
| 23. Labuhanbatu Utara   | 3.570,98           | 351.097         | 98                     | 8,75                                         |
| 24. Nias Utara          | 1.202,78           | 133.897         | 111                    | 4,02                                         |
| 25. Nias Barat          | 473,73             | 84.917          | 179                    | 2,96                                         |
| Kota                    |                    |                 |                        | 0                                            |
| 71. Sibolga             | 41,31              | 86.519          | 2.094                  | 10,25                                        |
| 72. Tanjungbalai        | 107,83             | 167.012         | 1.549                  | 10,06                                        |
| 73. Pematangsiantar     | 55,66              | 247.411         | 4.445                  | 9,47                                         |
| 74. Tebing Tinggi       | 31,00              | 156.815         | 5.059                  | 10,46                                        |
| 75. Medan               | 265,00             | 2.210.624       | 8.342                  | 11                                           |
| 76. Binjai              | 59,19              | 264.687         | 4.472                  | 10                                           |
| 77. Padangsidimpuan     | 114,66             | 209.796         | 1.830                  | 6,96                                         |
| 78. Gunungsitoli        | 280,78             | 135.995         | 484                    | 10                                           |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kependudukan di Sumatera utara dihubungkan dengan data partisipasi dan pengangguran terbuka untuk mendapatkan nilai k. Resepentasi kasus data kependudukan di Sumatera Utara tahun 2015 dengan data partisipasi dan pengangguran terbuka sebagai berikut

**Tabel 1.** Kedekatan atribut Kepadatan penduduk dengan tingkat partisipasi dan pengangguran terbuka

| No | Kabupaten/kota       | Luas Wilayah       | Kepadatan Penduduk      | Tingkat partisipasi dan pengangguran terbuka |
|----|----------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------------------------|
|    |                      | (Km <sup>2</sup> ) | (jiwa/km <sup>2</sup> ) |                                              |
| 1  | Nias                 | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 2  | Mandailing Natal     | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 3  | Tapanuli Selatan     | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 4  | Tapanuli Tengah      | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 5  | Tapanuli Utara       | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 6  | Toba Samosir         | Tinggi             | Rendah                  | Tinggi                                       |
| 7  | Labuhan Batu         | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 8  | Asahan               | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 9  | Simalungun           | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 10 | Dairi                | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 11 | Karo                 | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 12 | Deli Serdang         | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 13 | Langkat              | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 14 | Nias Selatan         | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 15 | Humbang Hasundutan   | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 16 | Pakpak Bharat        | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 17 | Samosir              | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 18 | Serdang Bedagai      | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 19 | Batubara             | Rendah             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 20 | Padang Lawas Utara   | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 21 | Padang Lawas         | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 22 | Labuhan Batu selatan | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 23 | Labuhan Batu Utara   | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 24 | Nias utara           | Tinggi             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 25 | Nias Barat           | Rendah             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 26 | Sibolga              | Rendah             | Tinggi                  | Tinggi                                       |
| 27 | Tanjung Balai        | Rendah             | Tinggi                  | Tinggi                                       |
| 28 | Pematang Siantar     | Rendah             | Tinggi                  | Tinggi                                       |
| 29 | Tebing Tinggi        | Rendah             | Tinggi                  | Tinggi                                       |
| 30 | Medan                | Rendah             | Tinggi                  | Tinggi                                       |
| 31 | Binjai               | Rendah             | Tinggi                  | Tinggi                                       |
| 32 | Padang Sidempuan     | Rendah             | Rendah                  | Rendah                                       |
| 33 | Gunung Sitoli        | Rendah             | Rendah                  | Tinggi                                       |

**Tabel 2.** Representasi bobot atribut sebagai berikut :

| Atribut                                       | Bobot |
|-----------------------------------------------|-------|
| Luas Wilayah                                  | 1     |
| bobot Kepadatan Penduduk                      | 0,5   |
| Tingkat partisipasi dan pengangguran terbuka. | 0,25  |

**Tabel 3.** Kedekatan nilai atribut luas wilayah adalah sebagai berikut :

| Nilai 1 | Nilai 2 | Nilai Luas Wilayah |
|---------|---------|--------------------|
| Tinggi  | Tinggi  | 1                  |
| Rendah  | Rendah  | 1                  |
| Tinggi  | Rendah  | 0,5                |
| Rendah  | Tinggi  | 0,5                |

**Tabel 4.** Kedekatan atribut kepadatan penduduk adalah sebagai berikut :

| Nilai 1 | Nilai 2 | Nilai Kepadatan Penduduk |
|---------|---------|--------------------------|
| Tinggi  | Tinggi  | 1                        |
| Rendah  | Rendah  | 1                        |
| Tinggi  | Rendah  | 0,5                      |
| Rendah  | Tinggi  | 0,5                      |

**Tabel 5.** Kedekatan atribut partisipasi dan pengangguran terbuka sebagai berikut :

| Nilai 1 | Nilai 2 | Nilai Partisipasi dan pengangguran terbuka |
|---------|---------|--------------------------------------------|
| Tinggi  | Tinggi  | 1                                          |
| Rendah  | Rendah  | 1                                          |
| Tinggi  | Tinggi  | 0,5                                        |
| Rendah  | Rendah  | 0,5                                        |

Perhitungan jarak kasus lama dengan kasus baru sebagai berikut :

- Kedekatan nilai atribut nilai luas wilayah (Tinggi dengan tinggi) : 1
- Bobot atribut nilai wilayah : 1
- Kedekatan nilai atribut kepadatan penduduk ( rendah dengan rendah) : 1
- Bobot nilai atribut kepadatan penduduk : 0,5
- Kedekatan nilai atribut tingkat partisipasi dan pengangguran terbuka ( rendah dengan tinggi) : 0,4
- Bobot atribut nilai partisipasi dan pengangguran terbuka : 0,25

$$\text{Jarak} = \frac{(a*b)+(c*d)+ (e*f)}{b+d+f}$$

$$\text{Jarak} = \frac{(1*1)+ (1*0,5)+ (0,4*0,25)}{1+0,5+0,25}$$

$$\text{Jarak} = 0,91$$

Perhitungan kemiripan adalah sebagai berikut :

- Kedekatan nilai atribut nilai luas wilayah ( Tinggi dengan rendah) : 0,5
- Bobot nilai atribut nilai luas wilayah : 1
- Kedekatan nilai atribut kepadatan penduduk ( rendah dengan tinggi) : 0,5
- Bobot atribut nilai kepadatan penduduk : 0,5
- Kedekatan nilai atribut partisipasi dan pengangguran terbuka ( rendah dengan rendah) : 0,5
- Bobot atribut partisipasi dan pengangguran terbuka : 0,25

$$\text{Jarak} = \frac{(a*b)+ (c*d)+ (e*f)}{b+d+f}$$

$$\text{Jarak} = \frac{(0,5*1)+ (0,5*0,5)+ (0,5*0,25)}{1+0,5+0,25}$$

$$\text{Jarak} = 0,5$$

## KESIMPULAN

Alogaritma K-nearest neighbour merupakan metoda untuk melakukan klasifikasi. Adapun kedekatan kasus kepadatan penduduk di Sumatera utara dengan tingkat partisipasi dan pengangguran terbuka yang diambil 0,91. Menguatkan bahwa adanya pertambahan jumlah penduduk di Sumatera Utara.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Alpayddin Ethem, Introduction to Machine Learning, 2010, Second Edition, The MIT Press Cambridge, London, England.
- Han Jiawei dan Kamber Micheline, Data Mining Concepts and Technique, 2012, Third Edition, Morgan Kaufman Publishers, USA.
- Kusrini dan Ndaumanu Immanuel Ricky, Analisis Tingkat Prediksi Pengunduran diri Mahasiswa dengan Metode K-Nearest Neighbour, Vol.1, No.1, September 2014
- Witten. H. Ian dan Frank Eibe, Data Mining Practical Machine Learning Tools and Techniques, 2005, Elsevier Sciences and Technology Rights Departement in Oxford.
- Zaenal Zezen Ace, Implementansi Alogaritma K-Nearest Neighbors untuk menentukan kemungkinan Tingkat Ketercapaian Kompetensi Pembelajaran Ketrampilan dan Pengelolaan Informasi, 18 Mei 2013. [www.bpssumut.go.id](http://www.bpssumut.go.id)

## ANALISIS MEDIA PROMOSI TERHADAP JUMLAH MAHASISWA BARU DENGAN FUZZY MAMDANI

Herlan Silaban

Universitas Sumatera Utara, Medan

\*Email: herlan76ban@gmail.com

**Abstrak** Grafik jumlah mahasiswa baru setiap tahun dapat meningkat dan dapat juga menurun, hal tersebut merupakan suatu masalah yang dihadapi AMIK PARBINA NUSANTARA Pematangsiantar dalam meningkatkan jumlah mahasiswa baru setiap tahunnya. Setiap tahunnya AMIK mengeluarkan biaya yang cukup besar untuk biaya promosi namun tidak seimbang dengan jumlah mahasiswa baru. Dalam Penelitian ini dilakukan analisis media promosi yang tepat dan fasilitas dengan metode fuzzy mamdani untuk meningkatkan jumlah mahasiswa baru. Pemilihan media promosi yang tepat dan fasilitas yang tersedia sangat memengaruhi minat calon mahasiswa baru untuk mendaftar. Hasil penelitian diharapkan dapat menentukan media promosi yang tepat untuk meminimalkan biaya promosi dan peningkatan jumlah mahasiswa baru.

**Kata kunci :** Media Promosi, Fuzzy, Mamdani

### PENDAHULUAN

Setiap tahunnya, lembaga pendidikan perguruan tinggi akan melakukan promosi terkait penerimaan mahasiswa baru. Media promosi yang tepat tentu saja akan sangat berpengaruh terhadap jumlah pendaftar mahasiswa baru. AMIK Parbina Pematangsiantar setiap tahunnya melakukan promosi dengan biaya yang tidak sedikit. Dua tahun terakhir AMIK Parbina menghabiskan dana sekitar 150.000 rupiah untuk biaya promosi, dari jumlah biaya yang dikeluarkan untuk biaya promosi tersebut hanya dapat menarik minat mahasiswa baru 171 mahasiswa. Tentu saja ini merupakan biaya yang besar dan jumlah mahasiswa baru tidak seimbang dengan dana yang dikeluarkan.

Pengertian Promosi menurut Buchari Alma (2006 : 179) adalah “Promosi adalah sejenis komunikasi yang memberi penjelasan dan meyakinkan calon konsumen mengenai barang dan jasa dengan tujuan untuk memperoleh perhatian, mendidik, mengingatkan dan meyakinkan calon konsumen”.

Media promosi adalah sarana mengomunikasikan suatu produk atau jasa atau brand atau perusahaan dan lainnya agar dapat dikenal masyarakat lebih luas. Media Promosi dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

#### 1. Promosi dengan media cetak.

Promosi melalui media cetak adalah cara promosi yang paling banyak digunakan. Promosi ini biasanya dilakukan dengan membuat spanduk, banner, iklan di koran, majalah, buku, sticker, pamflet, flyer, dan lain sebagai. Promosi jenis ini sangat mudah dijangkau oleh masyarakat kalangan atas hingga bawah. Biaya untuk promosi menggunakan media cetak ini cukup terjangkau dan dapat menghemat biaya.

#### 2. Promosi dengan media elektronik

Media elektronik juga menjadi salah cara ampuh untuk melancar pemasaran produk. Dengan menggunakan televisi misalnya, atau melalui radio. Promosi menggunakan media elektronik ini membutuhkan budget yang tidak sedikit.

Contoh media promosi yang sifatnya elektronik adalah melalui televisi, radio, sms blassing.

Logika fuzzy merupakan salah satu pembentuk soft computing. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut. (Kusumadewi & Purnomo, 2010)

Ada beberapa definisi logika fuzzy, diantaranya :

1. Logika fuzzy adalah logika yang digunakan untuk menjelaskan keambiguan, logika himpunan yang menyelesaikan keambiguan. (Vrusias, 2008)
2. Logika fuzzy menyediakan suatu cara untuk merubah pernyataan linguistik menjadi suatu numerik. (Synaptic, 2006)

Logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Logika fuzzy digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (linguistic), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dan logika fuzzy menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output. Fuzzy dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama. (Kusumadewi & Purnomo, 2010)

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan :

1. Pembentukan himpunan fuzzy. Pada proses fuzzifikasi langkah yang pertama adalah menentukan variable fuzzy dan himpunan fuzzinya. Kemudian tentukan derajat kesepadanan (degree of match) antara data masukan fuzzy dengan himpunan fuzzy yang telah didefinisikan untuk setiap variabel masukan sistem dari setiap aturan fuzzy. Pada metode mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi pada metode mamdani. Fungsi implikasi yang digunakan adalah min. Lakukan implikasi fuzzy berdasar pada kuat penyulutan dan himpunan fuzzy terdefinisi untuk setiap variabel keluaran di dalam bagian konsekuensi dari setiap aturan. Hasil implikasi fuzzy dari setiap aturan ini kemudian digabungkan untuk menghasilkan keluaran inferensi fuzzy.
3. Komposisi Aturan. Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilistik OR.
4. Penegasan (defuzzy). Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut.

## **METODE**

Penelitian ini dilakukan di AMIK PARBINA Nusantara Pematangsiantar dengan objek penelitiannya adalah history transaksi promosi penerimaan mahasiswa baru dan jumlah mahasiswa baru pada tahun 2014 dan 2015. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa perangkat lunak dan perangkat keras.

Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan metode dokumentasi yaitu pengumpulan data transaksi promosi yang diperoleh dari divisi keuangan dan melakukan survei jumlah mahasiswa terhadap media promosi yang digunakan. Penelitian ini merupakan penelitian simulasi program komputer dengan masukan data berupa Biaya Promosi dan jumlah mahasiswa dari setiap media promosi. Langkah operasional yang dilakukan pada penelitian ini sesuai dengan metode mamdani adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan input (masukan)
- b. Fuzifikasi
- c. Inferensi
- d. Menentukan output (keluaran)

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan metode fuzzy mamdani, maka pada penelitian ini dapat dilakukan proses runut sebagai berikut :

1. Input (masukan) dan ouput (keluaran) sistem

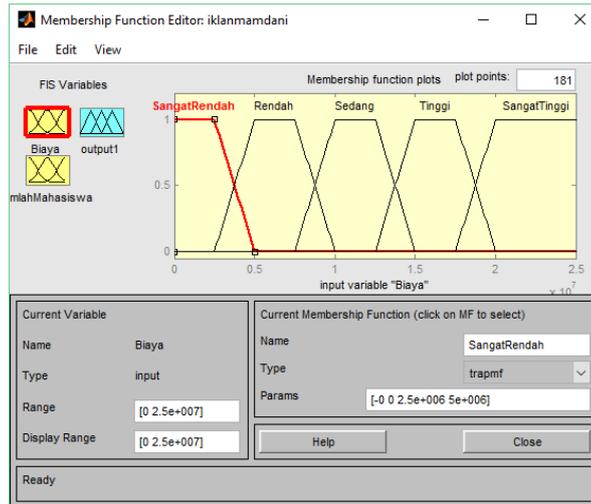
Masukan pada sistem berupa Biaya Promosi dan jumlah mahasiswa yang mendaftar berdasarkan informasi dari media promosi.

2. Fuzifikasi

Proses fuzifikasi dimulai dari pembentukan himpunan fuzzy dari masing-masing variabel yaitu Biaya dan Jumlah Mahasiswa dan Rekomendasi Promosi beserta fungsi keanggotaannya sebagai berikut.

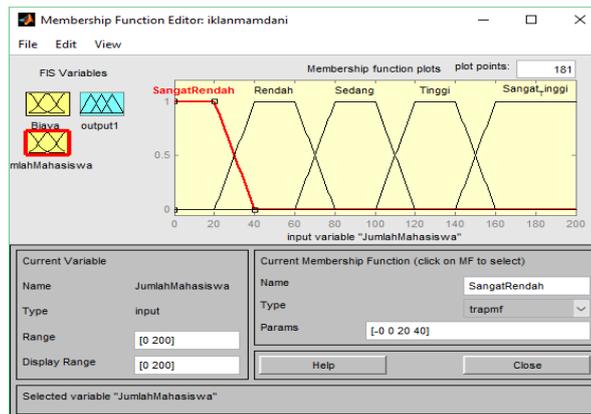
- a. Variabel Biaya

Variabel ini dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy yaitu himpunan Sangat Rendah, Rendah, Sedang, Tinggi, Sangat Tinggi



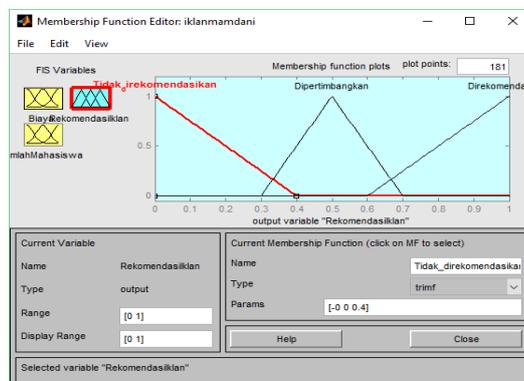
Gambar 1 Kurva Variabel Biaya

- b. Variabel Jumlah Mahasiswa  
 Variabel ini dibagi menjadi 5 himpunan fuzzy yaitu himpunan Sangat Rendah, Rendah, Sedang, Tinggi dan Sangat Tinggi



Gambar 2 Kurva Variabel Jumlah Mahasiswa

- c. Variabel Rekomendasi Promosi  
 Variabel ini dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu himpunan Tidak direkomendasikan, Dipertimbangkan dan Direkomendasikan.



Gambar 3 Kurva Variabel Rekomendasi Promosi

3. Menentukan aturan (Rules)  
 Dalam proses inferensi dengan logika fuzzy mamdani, dibuatlah aturan-aturan yang menunjang keluaran sistem. Pada penelitian ini terdapat 14 Rules yaitu :

1. If (Biaya is SangatRendah) and (JumlahMahasiswa is SangatRendah) then (RekomendasiIklan is Tidak\_direkomendasikan) (1)
2. If (Biaya is SangatRendah) and (JumlahMahasiswa is Sedang) then (RekomendasiIklan is Dipertimbangkan) (1)
3. If (Biaya is SangatRendah) and (JumlahMahasiswa is Sangat\_Tinggi) then (RekomendasiIklan is Direkomendasikan) (1)
4. If (Biaya is Rendah) and (JumlahMahasiswa is SangatRendah) then (RekomendasiIklan is Tidak\_direkomendasikan) (1)
5. If (Biaya is Rendah) and (JumlahMahasiswa is Sedang) then (RekomendasiIklan is Tidak\_direkomendasikan) (1)
6. If (Biaya is Rendah) and (JumlahMahasiswa is Sangat\_Tinggi) then (RekomendasiIklan is Direkomendasikan) (1)
7. If (Biaya is Sedang) and (JumlahMahasiswa is SangatRendah) then (RekomendasiIklan is Tidak\_direkomendasikan) (1)
8. If (Biaya is Sedang) and (JumlahMahasiswa is Sedang) then (RekomendasiIklan is Dipertimbangkan) (1)
9. If (Biaya is Sedang) and (JumlahMahasiswa is Sangat\_Tinggi) then (RekomendasiIklan is Dipertimbangkan) (1)
10. If (Biaya is Tinggi) and (JumlahMahasiswa is SangatRendah) then (RekomendasiIklan is Tidak\_direkomendasikan) (1)
11. If (Biaya is Tinggi) and (JumlahMahasiswa is Sangat\_Tinggi) then (RekomendasiIklan is Dipertimbangkan) (1)
12. If (Biaya is SangatTinggi) and (JumlahMahasiswa is SangatRendah) then (RekomendasiIklan is Tidak\_direkomendasikan) (1)
13. If (Biaya is SangatTinggi) and (JumlahMahasiswa is Sedang) then (RekomendasiIklan is Tidak\_direkomendasikan) (1)
14. If (Biaya is SangatTinggi) and (JumlahMahasiswa is Sangat\_Tinggi) then (RekomendasiIklan is Dipertimbangkan) (1)

Pada penelitian ini media promosi dibedakan ke dalam 5 kategori promosi. Berikut adalah data biaya promosi dan jumlah mahasiswa yang mendaftar berdasarkan informasi dari media promosi pada tahun 2014 dan 2015.

Tabel 1 Data Biaya Promosi dan Jumlah Mahasiswa Pendaftar Tahun 2014

| No | Media Promosi                                                                                                             | Biaya      | Jumlah Mahasiswa |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|
| 1. | Iklan Koran Konstruktif                                                                                                   | 10,000,000 | 10               |
| 2. | Iklan Koran Metro 24                                                                                                      | 10,000,000 | 7                |
| 3. | Brosur                                                                                                                    | 7,500,000  | 45               |
| 4. | Baliho                                                                                                                    | 5,500,000  | 3                |
| 5. | Promo Langsung<br>- Promo ke sekolah dalam kota<br>- Promo Ke Sekolah Luar Kota<br>- SMS Gateway (SMS Blas)<br>- Kalender | 50,282,500 | 50               |

Tabel 2 Data Biaya Promosi dan Jumlah Mahasiswa Pendaftar Tahun 2015

| No | Media Promosi                                                                                                             | Biaya      | Jumlah Mahasiswa |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|
| 1. | Iklan Koran Konstruktif                                                                                                   | 10,000,000 | 0                |
| 2. | Iklan Koran Metro 24                                                                                                      | 10,000,000 | 6                |
| 3. | Brosur                                                                                                                    | 7,500,000  | 10               |
| 4. | Baliho                                                                                                                    | 5,500,000  | 5                |
| 5. | Promo Langsung<br>- Promo ke sekolah dalam kota<br>- Promo Ke Sekolah Luar Kota<br>- SMS Gateway (SMS Blas)<br>- Kalender | 39,922,500 | 35               |

Langkah berikutnya adalah memasukkan data variabel ke dalam sistem fuzzy yang dibuat untuk menghasilkan bobot nilai Rekomendasi Promosi. Maka dihasilkan bobot penilaian rekomendasi Promosi untuk setiap media promosi yang digunakan.

Tabel 3 Data Biaya Promosi dan Jumlah Mahasiswa Pendaftar Beserta Nilai Rekomendasi Promosi Tahun 2014

| No | Media Promosi                                                                                                             | Biaya      | Jumlah Mahasiswa | Rekomendasi Promosi |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|---------------------|
| 1. | Iklan Koran Konstruktif                                                                                                   | 10,000,000 | 10               | 0.13                |
| 2. | Iklan Koran Metro 24                                                                                                      | 10,000,000 | 7                | 0.13                |
| 3. | Brosur                                                                                                                    | 7,500,000  | 45               | 0.5                 |
| 4. | Baliho                                                                                                                    | 5,500,000  | 3                | 0.13                |
| 5. | Promo Langsung<br>- Promo ke sekolah dalam kota<br>- Promo Ke Sekolah Luar Kota<br>- SMS Gateway (SMS Blas)<br>- Kalender | 50,282,500 | 50               | 0.5                 |

Tabel 4 Data Biaya Promosi dan Jumlah Mahasiswa Pendaftar Beserta Nilai Rekomendasi Promosi Tahun 2015

| No | Media Promosi                                                                                                             | Biaya      | Jumlah Mahasiswa | Jumlah Mahasiswa |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|------------------|
| 1. | Iklan Koran Konstruktif                                                                                                   | 10,000,000 | 0                | 0.13             |
| 2. | Iklan Koran Metro 24                                                                                                      | 10,000,000 | 6                | 0.13             |
| 3. | Brosur                                                                                                                    | 7,500,000  | 10               | 0.13             |
| 4. | Baliho                                                                                                                    | 5,500,000  | 5                | 0.13             |
| 5. | Promo Langsung<br>- Promo ke sekolah dalam kota<br>- Promo Ke Sekolah Luar Kota<br>- SMS Gateway (SMS Blas)<br>- Kalender | 39,922,500 | 35               | 0.17             |

Dari pengolahan data tahun 2014 dan tahun 2015 dengan menggunakan Matlab, promosi langsung masih efektif dan berhasil menarik minat dari calon mahasiswa. Selain promo langsung, promosi menggunakan brosur mempunyai nilai rekomendasi yang tinggi pada tahun 2014. Sehingga kedua metode promosi ini masih disarankan untuk penerimaan mahasiswa baru ditahun yang akan datang.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini didapat kesimpulan : Penerapan logika fuzzy dengan metode mamdani pada sistem yang dibuat dapat membantu dalam mengambil keputusan secara cepat dan tepat untuk menetapkan media rekomendasi promosi yang tepat untuk penerimaan mahasiswa baru.

## DAFTAR PUSTAKA

- E. A. Naba, 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*, Andi Publisher. Yogyakarta
- Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Theory and Applications, G.J.Klir and Bo Yuan, Prentice\_hall International, Inc., 1995
- Gofur, A., Susanto, dan Wakhidah, N. Aplikasi Penentuan Beasiswa Berbasis Fuzzy System pada SMK Walisongo Menggunakan Delphi 7. *Jurnal Transit* Volume 1
- Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Konar Amit Computational Intellingence Principles, Techniques and Applications 2005
- Matondang, F., Kusumawati, R., dan Abidin, Z. Fuzzy Logic Metode Mamdani untuk Membantu Diagnosa Dini Autism Spectrum Disorder. UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Widiarsono, Teguh. 2005. Tutorial Praktis Belajar MATLAB. Diakses 10 Maret 2015, 10.30 WIB.

## IMPLEMENTASI ALGORITMA PLAYFAIR CIPHER MODIFIKASI MATRIKS 12X8 UNTUK KEAMANAN DATA DIGITAL

R. Fanry Siahaan

STMIK Pelita Nusantara, Medan  
Email: rfanry@gmail.com

**Abstrak.** Perkembangan sistem manajemen dalam berbagai organisasi selama dasawarsa terakhir menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi informasi dapat menjadi penunjang pembuatan keputusan yang baik dan tepat bagi organisasi modern, baik organisasi pemerintah maupun organisasi swasta. Dengan komputer banyak pekerjaan dalam berbagai organisasi dapat diselesaikan dengan lebih cepat, akurat dan efisien. Masalah keamanan dan kerahasiaan data merupakan hal yang sangat penting dalam suatu organisasi maupun pribadi. Apalagi kalau data tersebut berada dalam suatu jaringan komunikasi publik. Data yang sangat penting tersebut harus dijaga agar tidak dimanfaatkan oleh orang yang tidak berwenang. Kriptografi (*cryptography*) adalah suatu bidang ilmu dan seni (*art and science*) yang bertujuan untuk menjaga kerahasiaan suatu pesan yang berupa data-data dari akses orang atau pihak yang tidak berhak.

**Kata kunci:** Enkripsi, Deskripsi, Matriks, Playfair cipher.

### PENDAHULUAN

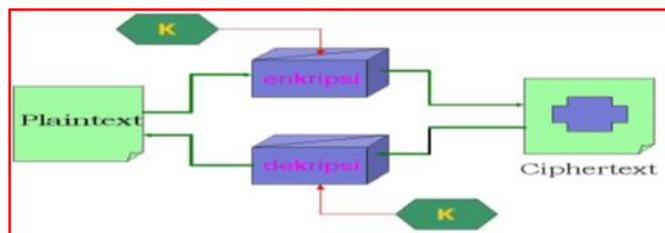
Perkembangan sistem manajemen dalam berbagai organisasi selama dasawarsa terakhir menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi informasi dapat menjadi penunjang pembuatan keputusan yang baik dan tepat bagi organisasi modern, baik organisasi pemerintah maupun organisasi swasta. Pemakaian teknologi informasi sudah menjadi suatu kebutuhan. Dengan komputer banyak pekerjaan dalam berbagai organisasi dapat diselesaikan dengan lebih cepat, akurat dan efisien. Namun selain berbagai macam keuntungan yang ditawarkan dengan pemakaian teknologi informasi tersebut terdapat bahaya yang ditimbulkan dengan adanya kemungkinan kebocoran data atau penyalahgunaan data yang dapat berakibat fatal bagi suatu organisasi. Satu hal yang perlu dipahami bahwa tidak ada jaringan komputer yang benar-benar aman, setiap komunikasi jaringan komputer dapat jatuh ke tangan orang lain dan dapat disalahgunakan.

Untuk mengatasi masalah ini dibutuhkan suatu sistem pengamanan terhadap jaringan komunikasi, khususnya komunikasi antar komputer yang dimiliki oleh suatu organisasi. Salah satu hal penting dalam komunikasi menggunakan komputer pada jaringan komputer adalah untuk menjamin keamanan pesan, data atau pun informasi dalam proses pengiriman atau penyimpanan data.

Kriptografi (*cryptography*) adalah suatu bidang ilmu dan seni (*art and science*) yang bertujuan untuk menjaga kerahasiaan suatu pesan yang berupa data-data dari akses orang atau pihak yang tidak berhak. Salah satu teknik pengamanan data pada komputer (data digital) adalah dengan menggunakan algoritma playfair cipher yang telah dimodifikasi, salah satu bentuk metode dalam kriptografi klasik.

Kriptografi pada awalnya merupakan ilmu dan seni untuk menjaga kerahasiaan pesan dengan cara menyandikannya ke dalam bentuk yang tidak dapat dimengerti lagi maknanya. Seiring perkembangannya kriptografi tidak lagi sebatas mengenkripsikan pesan, tetapi juga memberikan aspek keamanan yang lain seperti serangan dari kriptanalisis. Karena itu pengertian kriptografi pun berubah menjadi ilmu sekaligus seni (*art and science*) untuk menjaga keamanan pesan.

Kriptografi digolongkan ke dalam dua kategori yakni kriptografi klasik dan kriptografi modern. Kriptografi dibagi ke dalam dua jenis yakni kriptografi kunci simetris dan kriptografi kunci tidak simetris atau kunci publik. Dalam kriptografi kunci simetris untuk untuk mengenkripsi dan mendekripsi data digunakan kunci yang sama sedangkan kriptografi tidak simetris untuk mengenkripsi dan dekripsi data menggunakan dua kunci yang berbeda. Kunci publik adalah untuk mengenkripsi pesan atau data sedangkan kunci private untuk mendekripsi pesan atau data menjadi pesan asli. Kunci publik dapat disebarluaskan tetapi kunci private harus dirahasiakan.



**Gambar 1.** Skema Proses Enkripsi dan Dekripsi dengan K

## METODE

Playfair cipher atau sering disebut Playfair Square merupakan teknik enkripsi simetrik yang termasuk dalam sistem substitusi digraph. Playfair Cipher termasuk ke dalam polygram cipher. Playfair Cipher mengenkripsi pasangan huruf (digram atau digraf), bukan huruf tunggal seperti pada cipher klasik/ tradisional lainnya. Tujuannya untuk membuat analisis frekuensi menjadi sulit sebab frekuensi kemunculan huruf di dalam cipherteks akan menjadi datar.

Menurut Stallings (2002) Playfair Cipher menggunakan papan kunci yang berbentuk bujursangkar dalam melakukan penyandian. Papan kunci ini berukuran 5x5, dimana setiap bagian dalam papan kunci mewakili huruf-huruf dalam alfabet (abjad) dengan menghilangkan huruf J dari abjad. Setiap elemen bujursangkar berisi huruf yang berbeda satu sama lain.

**Tabel 1.** Tabel cipher playfair (5 × 5)

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| N | E | V | R | G |
| I | U | P | A | B |
| C | D | F | H | K |
| L | M | O | Q | S |
| T | W | X | Y | Z |

### Persiapan Enkripsi

Menurut Stallings (2002) Sebelum melakukan enkripsi, pesan yang akan dienkrpsi (plainteks) diatur terlebih dahulu sebagai berikut :

1. Semua spasi dan karakter yang bukan alfabet harus dihilangkan dari plainteks (jika ada).
2. Jika ada huruf J pada palinteks maka ganti huruf tersebut dengan huruf I.
3. Pesan yang akan dienkrpsi ditulis dalam pasangan huruf (*bigram*).
4. Jika ada huruf yang sama dalam pasangan huruf, maka sisipkan huruf X atau Z di tengahnya. Huruf yang disisipkan sebaiknya huruf X karena sangat kecil kemungkinan terdapat huruf X yang sama dalam *bigram*, tidak seperti huruf Z, contohnya dalam kata FUZZY.
5. Jika jumlah huruf pada plainteks adalah ganjil maka pilih sebuah huruf tambahan yang dipilih oleh orang yang mengenkripsi dan tambahkan di akhir plainteks. Huruf tambahan dapat dipilih sembarang misalnya huruf Z atau X.

### Algoritma Enkripsi

Algoritma enkripsi untuk setiap bigram adalah sebagai berikut:

1. Jika ada dua huruf terdapat pada baris kunci yang sama maka tiap huruf diganti dengan huruf di kanannya
2. Jika ada dua huruf terdapat pada kolom yang sama maka tiap huruf diganti dengan huruf di bawahnya
3. Jika dua huruf tidak pada baris yang sama atau kolom yang sama, maka huruf pertama diganti dengan huruf pada perpotongan baris huruf pertama dengan kolom huruf kedua.
4. Huruf kedua diganti dengan huruf pada titik sudut keempat dari persegi panjang yang dibentuk dari huruf yang digunakan

### Algoritma Dekripsi

Algoritma dekripsi merupakan kebalikan dari algoritma enkripsi untuk setiap bigram adalah sebagai berikut:

1. Jika ada dua huruf terdapat pada baris kunci yang sama maka tiap huruf diganti dengan huruf di kirinya
2. Jika ada dua huruf terdapat pada kolom yang sama maka tiap huruf diganti dengan huruf di atasnya.
3. Jika dua huruf tidak pada baris yang sama atau kolom yang sama, maka huruf pertama diganti dengan huruf pada perpotongan baris huruf pertama dengan kolom huruf kedua.
4. Huruf kedua diganti dengan huruf pada titik sudut keempat dari persegi panjang yang dibentuk dari huruf yang digunakan

### Contoh enkripsi dan dekripsi

Menurut Stallings (2002) Plainteks: CHAMPION LEAGUE. Buat bigram dari plaintexts gantikan huruf J dengan huruf I, tambahkan X jika pasangan huruf ganjil. “

Plainteks : CH AM PI ON XL EA GU EX”.

Kunci : “NEVER GIVE UP”

Enkripsi dengan cara mengacu pada Tabel cipher matrik 5x5.

Ciphertext : DKUQAULVTOUREBWV.

**Modifikasi Algoritma Playfair Cipher**

Masalah yang muncul pada playfair matriks 5 × 5 adalah ketika huruf I atau huruf J, atau keduanya muncul dalam kata kunci. Ketika plaintext terdiri dari karakter ganjil, maka tambahkan huruf "X" pada karakter terakhir agar seluruh karakter terbentuk berpasang-pasangan. Dalam proses dekripsi huruf "X" ini diabaikan. Hal ini menciptakan kebingungan karena X adalah karakter yang *valid* atau sah dan dapat menjadi bagian dari plaintext, sehingga tidak bisa menghapusnya dalam proses dekripsi. Dalam penelitian ini kami mengusulkan 12 × 8 matriks Playfair cipher yang efisien menangani masalah ini.

Dalam Playfair matriks 12 × 8 setiap huruf berulang dapat dipilih sebagai kata kunci. Ruang yang tersisa agar diisi dengan sisa huruf dari plaintext yang mengacu pada Tabel karakter ASCII.

**Tabel 2.** Tabel modifikasi cipher playfair (12 × 8)

|   |   |   |   |    |   |   |   |
|---|---|---|---|----|---|---|---|
|   | ! | " | # | \$ | % | & | ' |
| ( | ) | * | + | ,  | - | . | / |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 9 | : | ; | <  | = | > | ? |
| @ | N | E | V | R  | G | I | U |
| P | A | B | C | D  | F | H | J |
| K | L | M | O | Q  | S | T | W |
| X | Y | Z | [ | \  | ] | ^ | _ |
| ` | a | b | c | d  | e | f | g |
| h | i | j | k | l  | m | n | o |
| p | q | r | s | t  | u | v | w |
| x | y | z | { |    | } | ~ |   |

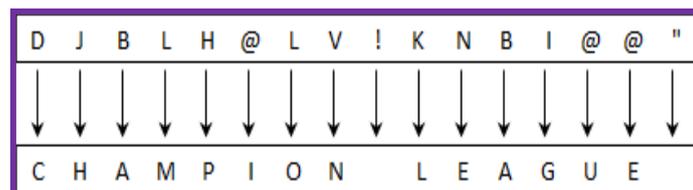
Untuk mengenkripsi pesan (plaintexts), digunakan aturan yang sama namun dikombinasikan dengan Tabel playfair cipher matriks 12×8. Sebagai contoh kita akan mencoba mengenkripsi sebuah pesan “CHAMPION LEAGUE”.

Plainteks : CH AM PI ON L EA GU E

Kunci : NEVER GIVE UP

Cipherteks adalah : DJ BL H@ LV !K NB I@ @ "

Dengan menggunakan aturan yang sama untuk mendekripsi cipherteks diatas maka akan menghasilkan pesan asli atau plaintexts CHAMPION LEAGUE kembali. Pemetaan ciphertext menjadi plaintext ditunjukkan pada Gambar 1. Korespondensi antara ciphertext dan plaintext adalah satu-ke-satu. Jadi tidak ada kebingungan dalam proses dekripsi.



**Gambar 1.** Korelasi cipherteks dengan plaintexts

## KESIMPULAN

Dengan modifikasi yang dilakukan pada algoritma playfair cipher maka dapat diambil kesimpulan:

1. Semua jenis huruf, angka dan simbol dapat di enkripsi pada algoritma playfair modifikasi matriks  $12 \times 8$ .
2. Frekuensi sebaran huruf yang rata adalah prinsip yang menyembunyikan hubungan antara plaintext, ciphertext, dan kunci. Prinsip kebingungan ini akan membuat kriptanalis sulit untuk menemukan statistik pola yang muncul dalam ciphertext. Penggunaan Tabel  $12 \times 8$  random memiliki statistik sebaran huruf yang rata antara plaintext, ciphertext, dan kunci menjadi sangat rumit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gaurav Shrivastava, Chouhan, Manoj Dhawan, *A Modified Version Of Extended Playfair Cipher (8x8)*, *International Journal Of Engineering And Computer Science*, Vol. 2, pp. 956 -961, 2013.
- Haodudin, E., Nurkifli, *Modifikasi Algoritma Playfair dan Menggabungkan Dengan Linear Feedback Shift Register (LFSR)*, *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*, Yogyakarta, 2014,
- Chitra Hapsari, Anisa Herdiani, dan Ulya Raniarti, *Desain Implementasi Teknik Kriptografi untuk Pengamanan Basis Data Perusahaan*, Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung.
- Stallings, William, *Cryptography and Network Security: Principles and Practice*, 4th Edition, Prentice Hall, 2005.
- Stinson, R., D., 2002, *Cryptography Theory and Practice 2nd Edition*, CRC Press, Inc, Boca Raton, London.

## **USB FLASHDISK SEBAGAI PROTEKSI LISENSI APLIKASI PENGGANTI USB DONGLE**

**Rofa Very Andika**

Pasca Sarjana Teknik Informatika, Universitas Sumatera Utara  
e-mail : rofa.very@gmail.com

**Abstrak.** *USB Dongle digunakan sebagai pengamanan software yang dijual dari pembajakan. Didalam aplikasi yang dibuat dilakukan pengecekan kode-kode tertentu yang ada didalam Dongle. Karena USB Dongle adalah perangkat keras asumsinya adalah akan sulit untuk menduplikasinya. Salah satu faktor kelemahan adalah sedikitnya pemasaran dan budget sedikit besar untuk mendapatkan USB Dongle, sehingga jika sewaktu-waktu hilang tentu akan merugikan pihak pembeli karena tidak bisa membuka aplikasi yang telah diproteksi. Dengan menerapkan konsep yang sama USB Dongle bisa digantikan dengan USB Flashdisk, karena USB Flashdisk juga mempunyai kode atau serial number yang berbeda-beda (unik) satu dan lainnya walaupun dengan merk yang sama, dengan mengkombinasikan serial number USB Flashdisk dan kode-kode tertentu yang dibuat sendiri kemudian ditambah dengan enkripsi (MD5) Message Digest Algorithm 5, maka USB Flashdisk juga bisa digunakan sebagai proteksi lisensi aplikasi, tentunya dengan budget yang terjangkau dan pasar yang lebih mudah dijangkau.*

**Kata Kunci:** *Keamanan Aplikasi, Hak Cipta Aplikasi, Message Digest Algorithm 5 (MD5), Proteksi Lisensi Aplikasi, USB Flashdisk Pengganti Dongle Security.*

### **PENDAHULUAN**

*Universal Serial Bus (USB) Dongle* adalah sebuah perangkat keras kecil yang terhubung ke komputer untuk mengotentikasi sebuah *software* (perangkat lunak). Ketika *dongle* tidak ada, perangkat lunak tidak akan bisa dijalankan atau menolak untuk menjalankan proses. Salah satu alasan penggunaan *dongle* adalah kekhawatiran mengenai pembajakan *software* dan kriminalitas yang semakin tinggi dengan sangat hebat yang dilakukan oleh pembajak. Kekhawatiran mengenai pembajakan *software* jauh-jauh hari telah disampaikan oleh Bill Gates pada tahun 1976 melalui sebuah surat terbuka. Tetapi, pembajakan *software* baru menjadi permasalahan serius bagi kebanyakan orang pada tahun 1990-an bersamaan dengan semakin poplarnya penggunaan komputer dan media *floppy disk/CD (Compaq Disk)*. Pada tahun 1992 *Software Publisher Association* aktif menyatakan perang menentang pembajakan *software*. Para pembajak itu membajak *software* lalu menjual ke market dengan harga murah atau dibagikan gratis di *internet*. Itu merupakan suatu hal yang sangat merugikan bagi developernya.

Apa hubungannya alat ini dengan pengamanan *software* dari pembajak?, Bagi para pembajak *copy* *dongle* tentunya tidak semudah *copy software*. Sehingga pembajak *software* tidak akan bisa melakukan modifikasi, duplikasi dan menyebarkan *software* tanpa seizin pembuatnya. Itulah sebabnya para *software developer* atau pengembang *software* seharusnya beralih menggunakan *dongle* dan meninggalkan sistem perlindungan *software* yang lama seperti *serial number*, *activation code*, dan lainnya.

Saat ini terdapat 2 jenis *software protection dongle* yaitu *Hardware Platform EEPROM* dan *Smartchip Microprocessor Base*. *Dongle* dengan *Platform Hardware EEPROM* adalah teknologi keluaran pertama, namun sekarang sudah banyak dilengkapi sistem *password* yang lebih rumit untuk mencegah duplikasi *hardware*.

Permasalahan yang banyak terjadi dilapangan adalah *USB dongle* hanya dijual pada toko-toko tertentu, sehingga sulit untuk didapatkan dan tentunya memerlukan proses yang lama untuk sampainya *USB dongle* tersebut ditangan kita. Hal ini akan menjadi permasalahan untuk para *developer* pemula atau lokal. Hal sederhananya adalah jika pelanggan kita telah kehilangan *dongle* tersebut, tentunya *software* tidak bisa dijalankan dan hal ini akan merugikan pihak pelanggan atau pemakai jika *software* tersebut digunakan untuk penggunaan operasional yang sangat tinggi. Selain sulit didapatkan, harga yang masih mahal juga menyebabkan pada *developer* lokal tidak memproteksi *software* yang telah mereka bangun dengan *USB Dongle* tersebut.

Dengan menerapkan konsep yang sama *USB Dongle* bisa di gantikan dengan *USB Flashdisk* karena *USB Flashdisk* juga mempunyai kode serial yang unik atau berbeda-beda disetiap perangkatnya. Dengan kombinasi *serial number* dan kode unik ditambah dengan enkripsi *MD5 (Message Digest Algorithm 5)*, maka *USB Flashdisk* sama fungsinya dengan *USB Dongle* yang ada, yaitu untuk memproteksi *software* yang telah dibangun.

### **METODE**

*Software* komputer atau perangkat lunak komputer telah diakui sebagai salah satu aset perusahaan yang bernilai. Di Indonesia secara khusus, *software* telah dianggap seperti benda-benda berwujud lainnya yang memiliki kekuatan hukum. Oleh karena itu pemilik *software* berhak untuk memberi ijin

atau tidak memberi ijin orang lain untuk menggunakan *software*-nya. Dalam hal ini ada aturan hukum yang berlaku di Indonesia yang secara khusus melindungi para *programmer* dari pembajakan *software* yang mereka buat, yaitu diatur dalam hukum hak kekayaan intelektual (HAKI).

Menurut *Microsoft* dalam "*The Halloween Document*", terdapat beberapa jenis lisensi yang dapat digunakan untuk program komputer. Beberapa jenis lisensi tersebut antara lain adalah:

1. Lisensi *Commercial*

Adalah jenis lisensi yang biasa ditemui pada perangkat lunak seperti *Microsoft* dengan *Windows* dan *Officennya*, *Lotus*, *Oracle* dan lain sebagainya. *Software* yang diciptakan dengan lisensi ini memang dibuat untuk kepentingan komersial sehingga user yang ingin menggunakannya harus membeli atau mendapatkan izin penggunaan dari pemegang hak cipta.

2. Lisensi *Trial Software*

Adalah jenis lisensi yang biasa ditemui pada *software* untuk keperluan demo dari sebuah *software* sebelum diluncurkan ke masyarakat atau biasanya sudah diluncurkan tetapi memiliki batas masa aktif. Lisensi ini mengizinkan pengguna untuk menggunakan, menyalin atau menggandakan *software* tersebut secara bebas. Namun karena bersifat demo, seringkali *software* dengan lisensi ini tidak memiliki fungsi dan fasilitas selengkap versi komersialnya. Dan biasanya dibatasi oleh masa aktif tertentu.

3. Lisensi *Non Commercial User*

Biasanya diperuntukkan untuk kalangan pendidikan atau yayasan tertentu dibidang sosial. Sifatnya yang tidak komersial, biasanya gratis tetapi dengan batasan penggunaan tertentu.

4. Lisensi *Shareware*

Mengizinkan pemakainya untuk menggunakan, menyalin atau menggandakan tanpa harus meminta izin pemegang hak cipta. Berbeda dengan *Trial Software*, lisensi ini tidak dibatasi oleh batas waktu masa aktif dan memiliki fitur yang lengkap. Lisensi jenis ini biasanya ditemui pada *software* perusahaan kecil.

5. Lisensi *Freeware*

Biasanya ditemui pada *software* yang bersifat mendukung, memberikan fasilitas tambahan atau *free/gratis*. Contoh yang bersifat mendukung antara lain adalah *plug-in* tambahan yang biasanya menempel pada *software* induk seperti *Eye Candy* yang menempel pada *Adobe Photoshop*.

6. Lisensi *Royalty-Free Binaries*

Serupa dengan *lisensi freeware*, hanya saja produk yang ditawarkan adalah *library* yang berfungsi melengkapi *software* yang sudah ada dan bukan merupakan suatu *software* yang berdiri sendiri.

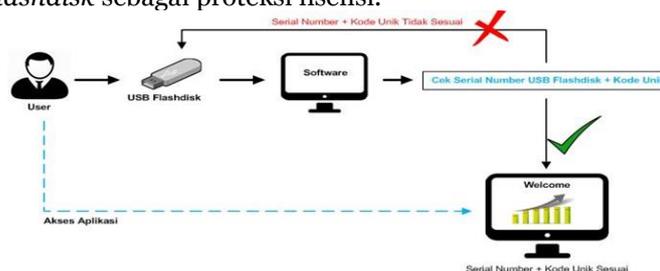
7. Lisensi *Open Source*

Membebaskan penggunaannya untuk menjalankan, menggandakan, menyebarluaskan, mempelajari, mengubah, dan meningkatkan kinerja *software* tersebut. Jenis-jenis *software* yang memakai lisensi ini misalnya *Linux*, *sendmail*, *apache* dan *FreeBSD*.

Untuk lebih memaksimalkan *security* pada proteksi lisensi *software*, bisa menerapkan kombinasi dengan *Message Digest Algorithm 5* (MD5). MD-5 merupakan fungsi *hash* kelima yang dirancang oleh *Ronald Rivest* dari *MIT* (*Rivest, 1994*) dan didefinisikan pada RFC 1321[10]. MD-5 merupakan pengembangan dari MD-4 dimana terjadi penambahan satu ronde[1,3,10]. MD-5 memproses teks masukan ke dalam blok-blok bit sebanyak 512 bit, kemudian dibagi ke dalam 32 bit sub blok sebanyak 16 buah. Keluaran dari MD-5 berupa 4 buah blok yang masing-masing 32 bit yang mana akan menjadi 128 bit yang biasa disebut nilai *hash*[3,10]. Simpul utama MD5 mempunyai blok pesan dengan panjang 512 bit yang masuk ke dalam 4 buah ronde. Hasil keluaran dari MD-5 adalah berupa 128 bit dari *byte* terendah A dan tertinggi *byte* D.

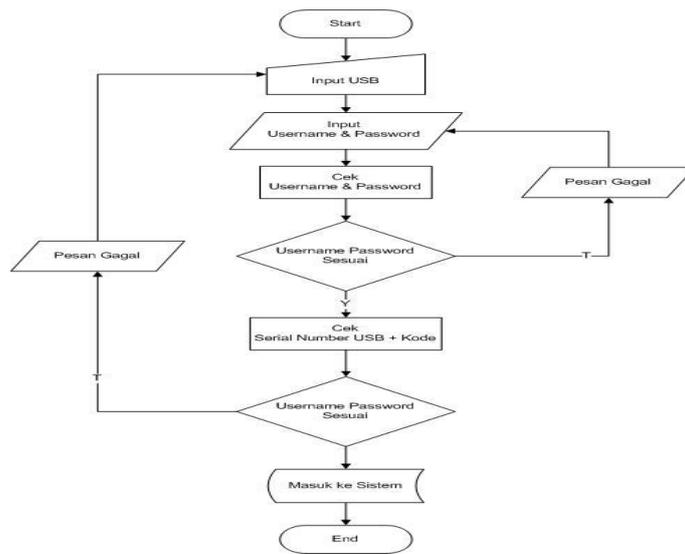
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proteksi lisensi *software* menggunakan *serial number* berbentuk data *softcopy* tentunya sangat berbeda dengan menggunakan *serial number* yang memanfaatkan *USB flashdisk* sebagai *interface*-nya. Karena *serial number* pada setiap *interface USB Flashdisk* bersifat unik atau berbeda-beda. Keunikan tersebut bisa digunakan sebagai proteksi lisensi aplikasi tentunya dengan budget yang terjangkau. Berikut skema alur global *USB flashdisk* sebagai proteksi lisensi.



**Gambar 1 .** Skema global *USB Flashdisk* sebagai proteksi lisensi *software* aplikasi

Berikut *flowchart* keamanan proteksi lisensi *software* menggunakan *USB Flashdisk* :



**Gambar 2 .** *Flowchart USB Flashdisk* sebagai proteksi lisensi *software* aplikasi

Penjelasan skema dan *flowchart* :

1. Pengguna memasukkan *usb flashdisk* ke komputer yang akan dipakai untuk membuka *software*.
2. Pengguna *entry* data *username* dan *password*.
3. Jika *serial number usb flashdisk* tidak sesuai dengan daftar data, maka aplikasi tidak bisa dijalankan. Begitu juga sebaliknya jika *serial number usb flashdisk* sesuai dengan yang ada didaftar data, maka sistem aplikasi bisa berjalan dengan baik.
4. Jika sewaktu proses dijalankannya aplikasi, dan *USB Flashdisk* di cabut atau tidak terkoneksi, maka secara otomatis aplikasi akan keluar / *close*.

Berikut contoh *function* dan *procedure code* cek *serial number* (*Pseudocode*):

```

function GetSerialNumber(const DriveLetter: string): string;
var
    NotUsed: DWORD;
    VolumeFlags: DWORD;
    VolumeInfo: array[0..MAX_PATH] of Char;
    VolumeSerialNumber: DWORD
begin
    GetVolumeInformation(PChar(DriveLetter + '\'),
    nil, SizeOf(VolumeInfo), @VolumeSerialNumber, NotUsed, VolumeFlags, nil, 0);
    Result := Format('Label = %s VolSer = %8.8X',
    [VolumeInfo, VolumeSerialNumber])
end;
    
```

```

Procedure CekSerialNumber / Timer;
Var CekSN, DaftarSN : String;
begin

    CekSN := GetSerialNumber;
    DaftarSN := xxx.xxx.xxx

    If (DaftarSN = '') or (DaftarSN <> CekSN ) then
        Application.Terminate;
end;
    
```

## KESIMPULAN

Inti dari proteksi lisensi aplikasi menggunakan *USB Flashdisk* adalah agar menjaga aplikasi yang sudah dibangun dengan susah payah, tidak disalah gunakan dengan diperbanyak, *share*, atau dikembangkan tanpa ijin dari pemilik aslinya, dengan hanya *copy paste software* tersebut. Untuk itu

harus dipikirkan bagaimana cara memproteksi *software* tersebut agar tidak mudah diperbanyak. Hal ini bisa diatasi dengan menggunakan tambahan *hardware* atau perangkat keras, dengan asumsi *hardware* tidak mudah untuk diduplikasi. Dengan memanfaatkan *USB Flashdisk* yang sangat mudah didapatkan dipasar dan budget yang terjangkau, kita sudah bisa memproteksi *software* tersebut agar tidak mudah diperbanyak. Tentunya dengan metode dan penerapan yang sama seperti halnya *USB Dongle*. Dengan kombinasi serial number dan kode unik tertentu dan ditambah dengan metode enkripsi *Message Digest Algorithm 5* (MD5) diharapkan proteksi lisensi aplikasi bisa jauh lebih maksimal dibanding dengan hanya menggunakan serial number berbentuk data atau *softcopy*.

#### DAFTAR PUSTAKA

<https://keyboardsound.wordpress.com/2008/01/25/jenis-jenis-lisensi-software-komputer/>  
<http://www.mandalamaya.com/pengertian-lisensi-software/>  
<https://ms.wikipedia.org/wiki/Dongle>  
[https://id.wikipedia.org/wiki/Universal\\_Serial\\_Bus](https://id.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus)  
<http://keamanandigital.blogspot.co.id/2015/07/digital-security.html>  
<https://id.wikipedia.org/wiki/MD5>

## PENERAPAN METODE FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN KINERJA DOSEN DALAM MENGAJAR

Kristina Annatasia Br Sitepu

Teknik Informatika, Universitas Sumatera Utara  
Email: kannatasia88@gmail.com

**Abstrak.** Dosen adalah sebuah elemen penting dalam membangun sebuah kampus. Oleh karena itu setiap kampus harus benar-benar memperhatikan kinerja dosen yang bekerja di kampus mereka. Akan tetapi pihak kampus terkadang kesulitan mengawasi setiap dosen yang mengajar di kampus mereka karena kurangnya komunikasi yang dibangun. Oleh karena itu diberilah angket kepada mahasiswa untuk membantu pihak kampus mengontrol kinerja dosen. Untuk itu diperlukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk mengambil keputusan yang akan digunakan sebagai bahan evaluasi kampus untuk dosennya. Metode yang digunakan untuk mengambil keputusan tersebut adalah metode fuzzy tsukamoto untuk mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan.

**Kata kunci :** Fuzzy, Fuzzy Tsukamoto, Dosen

### PENDAHULUAN

Dalam sebuah perkuliahan peran dosen sangat berarti bagi mahasiswa. Dosen adalah orang yang akan membagi ilmu yang dimilikinya kepada mahasiswanya. Oleh sebab itu, seorang dosen haruslah bisa menjadi seseorang yang dapat dijadikan panutan. Untuk menjadikan hal tersebut berjalan sesuai dengan fungsinya, maka pihak kampus dapat mengetahui hasil dari kelayakan seseorang untuk menjadi dosen bagi mahasiswa-mahasiswi di kampus tersebut. Salah satu caranya adalah dengan melalui angket yang dibagikan kepada mahasiswa. Mahasiswa akan mengisi angket yang diberikan oleh pihak kampus setiap menjelang akhir semester untuk dijadikan dasar penilaian kinerja dosen.

Untuk itu diperlukan sebuah penelitian untuk dapat membantu mengambil keputusan dalam menentukan kinerja dosen. Metode yang dipakai dalam penentu keputusan kinerja dosen adalah metode fuzzy tsukamoto. Metode tersebut merupakan metode penarikan kesimpulan. Sebagai hasilnya, output hasil penarikan kesimpulan (*inference*) dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan predikat (*fire strength*). Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan rata-rata berbobot (*weight average*).

### METODE

Studi literatur menjadi bahan acuan dan dasar teori sebagai penunjang penelitian dan penulisan. Metode ini digunakan untuk mendapatkan bekal teori acuan untuk melakukan penelitian. Teori pustaka terkait yang menjadi referensi penulis adalah Logika Fuzzy.

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh, memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 (nol) hingga 1 (satu). Dalam implementasinya, sistem fuzzy terdiri dari 3 bagian, yaitu fuzzyfikasi, inferensi fuzzy, dan defuzzyfikasi (optional), yang dimaksud optional disini jika konklusinya sudah sesuai dengan yang diinginkan, maka tidak perlu dilakukan defuzzyfikasi, tetapi jika konklusinya belum memenuhi maka perlu dilakukan defuzzyfikasi.

Pendekatan *fuzzy* memiliki kelebihan pada hasil yang terkait dengan sifat kognitif manusia, khususnya pada situasi yang melibatkan pembentukan konsep, pengenalan pola, dan pengambilan keputusan dalam lingkungan yang tidak pasti atau tidak jelas. Untuk mengatasi masalah tersebut maka di kembangkan sebuah himpunan samar (*fuzzy*).

Hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu :

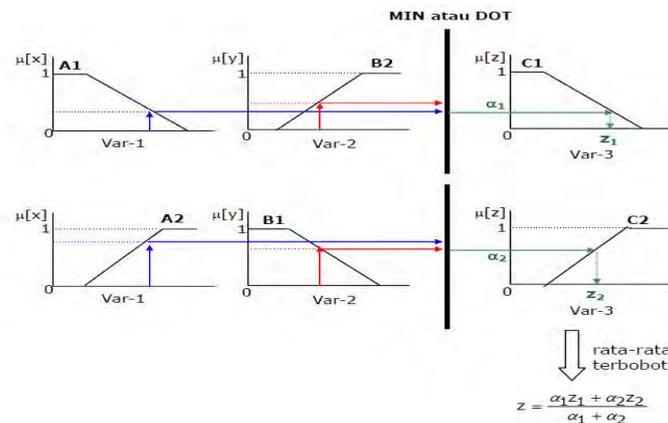
- Variable *fuzzy***  
Variable *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh: umur, temperature, permintaan, dsb.
- Himpunan *Fuzzy***  
Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.
- Semesta Pembicaraan**  
Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.
- Domain**  
Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

Pada Metode Tsukamoto, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai

hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan a-predikat (fire strength). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot.

Misalkan ada 2 variabel input, Var-1 (x) dan Var-2 (y), serta 1 variabel output, Var-3 (z), dimana Var-1 terbagi atas 2 himpunan yaitu A1 dan A2, Var-2 terbagi atas 2 himpunan B1 dan B2, dan Var-3 juga terbagi atas 2 himpunan yaitu C1 dan C2 (C1 dan C2 harus monoton), ada 2 aturan yang digunakan, yaitu :

- [R1] IF (x is A1) and (y is B2) THEN (z is C1)
- [R2] IF (x is A2) and (y is B1) THEN (z is C2)

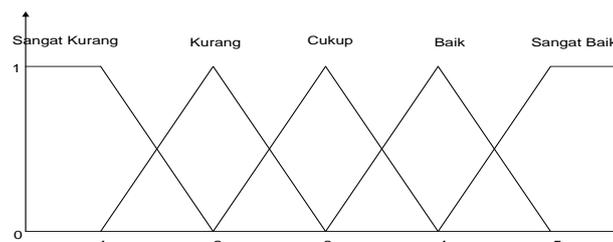


**Gambar 1.** Inferensi dengan menggunakan Metode Tsukamoto

Adapun yang menjadi objek proses penelitian adalah penilaian kinerja dosen. Dalam pembahasan ini digunakan algoritma fuzzy tsukamoto dalam melakukan penentuan klasifikasi kinerja dosen. Data yang digunakan adalah data angket yang diisi oleh mahasiswa.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Untuk menentukan kinerja seorang terlebih dahulu ditentukan yang menjadi variabelnya. Adapun yang menjadi variabel dalam penilaian kinerja dosen adalah kedisiplinan, cara penyampaian materi, kemampuan mengajar, pemberian tugas/bahan diskusi. Dan yang menjadi kategori dalam kinerja dosen adalah sangat buruk, buruk, cukup, baik, dan sangat baik. Setelah itu dibuat grafik untuk nilai keanggotaan himpunan fuzzy untuk setiap variabel yang ada.



**Gambar 2.** Grafik variabel (untuk semua variabel sama)

Selanjutnya dibentuklah nilai keanggotaan untuk setiap himpunan. Adapun nilai keanggotaan tersebut adalah :

- Fungsi keanggotaan himpunan sangat baik

$$\mu_{sangatbaik} = \begin{cases} \frac{z-4}{1} & 4 \leq z \leq 5 \\ 0 & z \leq 4 \end{cases} \quad (1)$$

- Fungsi keanggotaan himpunan baik

$$\mu_{baik} = \begin{cases} \frac{5-z}{1} & 4 \leq z \leq 5 \\ \frac{z-3}{1} & 3 \leq z \leq 4 \\ 0 & z \leq 3 \text{ atau } z \geq 5 \end{cases} \quad (2)$$

- Fungsi keanggotaan himpunan cukup

$$\mu_{cukup} = \begin{cases} \frac{4-z}{1} & 3 \leq z \leq 4 \\ \frac{z-2}{1} & 2 \leq z \leq 3 \\ 0 & z \leq 2 \text{ atau } z \geq 4 \end{cases} \quad (3)$$

- Fungsi keanggotaan himpunan buruk

$$\mu_{kurang} = \begin{cases} \frac{3-z}{1} & 2 \leq z \leq 3 \\ \frac{z-1}{1} & 1 \leq z \leq 2 \\ 0 & z \leq 1 \text{ atau } z \geq 3 \end{cases} \quad (4)$$

- Fungsi keanggotaan himpunan sangat buruk

$$\mu_{sangatkurang} = \begin{cases} 1 & z \leq 1 \\ \frac{2-z}{1} & 1 \leq z \leq 2 \\ 0 & z \geq 2 \end{cases} \quad (5)$$

Nilai range dalam menentukan hasil kinerja dosen adalah sebagai berikut :

- Kurang : 0 - 2,49
- Cukup : 2,5 - 3,49
- Baik : 3,5 - 5

Dari hasil nilai range tersebutlah kita dapat mengambil keputusan untuk menentukan apakah dosen tersebut layak atau tidak dipertahankan untuk terus mengajar di kampus tersebut.

#### Nilai Keanggotaan

Untuk menentukan kinerja dosen dihitung nilai keanggotaannya.

- Nilai keanggotaan kedisiplinan dari nilai 4,5 :  
 $\mu_{kedisiplinbaik}[4,5] = 5-4,5/1 = 0,5$   
 $\mu_{kedisiplinangatkbaik}[4,5] = 4,5-4/1 = 0,5$
- Nilai keanggotaan penyampaian materi dari nilai 4,1 :  
 $\mu_{penyampaianmateribaik}[4] = 5-4,1/1 = 0,9$   
 $\mu_{penyampaianmatericukup}[4] = 0$
- Nilai keanggotaan kemampuan mengajar dari nilai 4,6 :  
 $\mu_{kemampuanmengajarbaik} [4,6] = 5-4,6/1 = 0,4$   
 $\mu_{kemampuanmengajarsangatkbaik} [4,6] = 4,6-4/1 = 0,6$
- Nilai keanggotaan pemberian tugas/bahan diskusi dari nilai 5 :  
 $\mu_{pemberiantugas/bahandiskusibaik} [5] = 0$   
 $\mu_{pemberiantugas/bahandiskusisangatkbaik} [5] = 5-4/1 = 1$

Defuzzification dalam pencarian nilai z dicari dengan metoda centroid Tsukamoto adalah :

$$z = \frac{0,5 * 4,5 + 0 * 4,1 + 0,4 * 4,6 + 0 * 5}{0,5 + 0 + 0,4 + 0}$$

$$z = \frac{2,25 + 0 + 1,84 + 0}{0,9}$$

$$z = \frac{4,09}{0,9}$$

$$z = 4,54$$

Jadi nilai rata-rata kinerja dosen yang didapat adalah 4,54. Jika dilihat dari nilai range yang telah ditentukan, maka predikat yang didapat adalah baik.

#### KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan yang didapat, dapat dikatakan bahwa dosen tersebut disukai oleh mahasiswa dan dapat dipertahankan untuk tetap mengajar di kampus tersebut. Perhitungan ini sebenarnya

ditujukan untuk mengambil keputusan apakah seorang dosen dapat terus dipertahankan mengajar, atau untuk menjadi bahan evaluasi kampus agar dapat meningkatkan kinerja dosen yang bersangkutan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdurrahman, Ginanjar, 2011. Penerapan Metode Tsukamoto (Logika Fuzzy) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Jumlah Produksi Barang Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Permintaan, Skripsi Program Studi Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Kaswidjanti, Willis, Sasmito Aribowo, Agus, Budi Wicaksono, Cahyo, Implementasi Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto Pada Pengambilan Keputusan Pemberian Kredit Pemilikan Rumah. *Telematika* Vol. 10, No. 2, Januari 2014 : 137 – 146.
- Murti, Tri, Sistem Penunjang Keputusan Kelayakan Pemberian Pinjaman Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto. *Seminar Nasional Inovasi Dan Tren (Snit) 2015*, Hal A-252.
- Hapsari, Rina, Sistem Pendukung Keputusan Untuk Evaluasi Kinerja Dosen Dengan Metode SAW Di AMIK Amikom Cipta Darma Surakarta. Naskah Publikasi STMIK Amikom Yogyakarta 2013, Yogyakarta

## SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMAAN BEASISWA DENGAN METODE ALGORITMA FUZZY TSUKAMOTO (STUDI KASUS : SEKOLAH SMA YPK PEMATANGSIANTAR)

Widodo Saputra

Mahasiswa FASILKOM TI Universitas Sumatera Utara  
Email: widodosaputra01@gmail.com

**Abstrak.** Banyak jenis bantuan biaya pendidikan dari pemerintah yang diberikan kepada seorang yang berprestasi tetapi kurang mampu dalam segi ekonomi selama menjalani studinya seperti beasiswa. Dalam proses penyalurannya memerlukan beberapa penilaian kriteria untuk membantu menetapkan seseorang yang layak menerima beasiswa tersebut. Setiapsekolah pasti memiliki kriteria untuk menentukan penerima beasiswa tersebut. Dalam tulisan ini akan membahas suatu kasus yaitu mencari penerimayang layak berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Salah satu metode yang digunakan untuk menangani permasalahan ini, adalah Fuzzy Tsukamoto. Metode ini dipilih karena setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk If-Then harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan a-predikat (fire strength). Penelitian dilakukan dengan proses pengurutan kandidat yang akan menentukan keputusan terbaik, kemudian mencari nilai bobot untuk setiap atribut, sehingga terpilih seseorang berprestasi yang tidak mampu melanjutkan pendidikannya sesuai syarat yang ditentukan Pemerintah Republik Indonesia.

**Kata kunci:**seleksi, fuzzy-Tsukamoto, prestasi, beasiswa

### PENDAHULUAN

Biaya pendidikan sekarang ini semakin mahal hal ini membuat siswa yang orang tuanya memiliki penghasilan ekonomi menengah kebawah semakin terpacu mencari beasiswa. Beasiswa adalah pemberian berupa bantuan keuangan yang diberikan kepada perorangan yang bertujuan untuk digunakan demi keberlangsungan pendidikan yang ditempuh. Akan tetapi, masalah yang ada kini adalah banyak beasiswa yang diberikan sekolah tidak tepat sasaran. Beasiswa masih banyak diberikan kepada siswa yang berasal dari keluarga yang mampu. Jadi, yang memang seharusnya mendapatkan hak beasiswa itu malah harus putus kuliah karena tidak dapat memenuhi biaya kuliah.

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah Fuzzy Tsukamoto. Metode Fuzzy Tsukamoto ini dilakukan yang pertama kali adalah menentukan fungsi keanggotaannya, kemudian menentukan rule dan nantinya kategori akan diklasterisasi ke masing – masing kelompok sesuai dengan rule yang diterapkan.

Mendapatkan beasiswa harus disesuaikan dengan kriteria yang telah ada. Oleh karena itu, jumlah siswa penerima beasiswa dan kriteria yang banyak, maka perlu dibangun sebuah sistem agar membantu dalam penentuan siswa yang berhak untuk mendapatkan beasiswa tersebut. Diharapkan dengan penelitian ini, penentuan beasiswa menggunakan metode fuzzy Tsukamoto dapat menghasilkan output yang sesuai dengan keadaan atau kriteria yang ada sehingga beasiswa dapat diberikan kepada siswa yang benar-benar pantas mendapatkannya. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu: 1. Untuk mengimplementasikan metode Fuzzy Tsukamoto dalam penentuan beasiswa. 2. Untuk menguji akurasi penggunaan metode Fuzzy Tsukamoto. Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut: 1. Bagaimana cara melakukan penentuan beasiswa siswa menggunakan Fuzzy Tsukamoto, 2. Berapa tingkat akurasi yang didapatkan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto ini.

### METODE

Pengertian beasiswa menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia yaitu tunjangan uang yang diberikan kepada pelajar atau siswa sebagai bantuan biaya belajar<sup>1</sup>. Menurut sosialisasi kelembagaan Yayasan Amal Abadi Beasiswa ORBIT, beasiswa merupakan bantuan yang diberikan kepada siswa/pelajar untuk keperluan biaya pendidikan/pelatihan<sup>2</sup>.

Fuzziness dapat didefinisikan sebagai logika kabur berkenaan dengan semantik dari suatu kejadian, fenomena atau pernyataan itu sendiri. Seringkali ditemui dalam pernyataan yang dibuat oleh seseorang, evaluasi dan suatu pengambilan keputusan. Kusumadewi dan Purnomo (2004) Sebagai contoh:

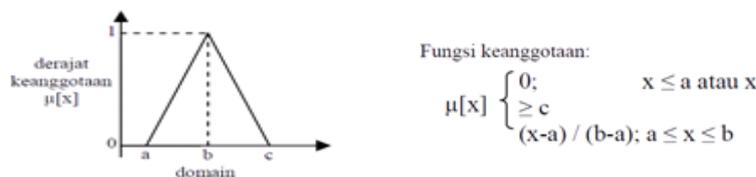
1. Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari.
2. Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu, kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai atas baik tidaknya pelayanan yang diberikan.
3. Anda mengatakan pada saya seberapa sejuk ruangan yang anda inginkan, saya akan mengatur putaran kipas yang ada pada ruangan ini.

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain: Kusumadewi dan Purnomo (2004)

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika fuzzy sangat fleksibel.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Kusumadewi dan Purnomo (2004)

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis linear seperti terlihat pada Gambar 2.1



**Gambar 1.** Kurva segitiga

Himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) adalah sekumpulan obyek  $x$  di mana masing-masing obyek memiliki nilai keanggotaan (*membership function*) " $\mu$ " atau disebut juga dengan nilai kebenaran. Jika  $X$  adalah sekumpulan obyek dan anggotanya dinyatakan dengan  $x$  maka himpunan *fuzzy* dari  $A$  di dalam  $X$  adalah himpunan dengan sepasang anggota atau dapat dinyatakan dengan (Kusumadewi, 2004):

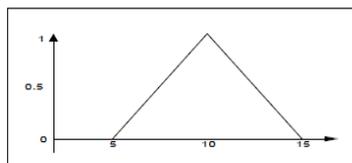
$$A = \{ \mu_A(x) | x: x \in X, A(x) \in [0,1] \in \mathfrak{R} \}$$

Contoh, jika  $A$  = "bilangan yang mendekati 10" di mana:

$$A = \{ (x, \mu_A(x)) | \mu_A(x) = (1 + (x - 10)^2)^{-1} \}$$

$$A = \{ (0, 0.01), \dots, (5, 0.04), \dots, (10, 1), \dots, (15, 0.04), \dots \}$$

Maka grafik yang mewakili nilai  $\mu_A(x)$  adalah:



**Gambar 2.** Grafik Himpunan Fuzzy Untuk Bilangan yang Mendekati 10

Metode *Fuzzy Tsukamoto* merupakan salah satu metode dari *Fuzzy Inference System*, sistem pengambil keputusan. Dalam metode *fuzzy Tsukamoto* menggunakan aturan atau *rules* berbentuk "sebab-akibat" atau "*if-then*". Cara perhitungan dari metode *fuzzy Tsukamoto*, pertama adalah aturan yang dibentuk mewakili himpunan *fuzzy*, kemudian dihitung derajat keanggotaan sesuai dengan aturan yang telah dibuat. Setelah mendapatkan nilai derajat keanggotaan, dicari nilai *alpha* predikat ( ) dengan cara mencari nilai minimal dari nilai derajat keanggotaan. Langkah terakhir, mencari nilai *output* yang merupakan nilai *crisp(z)* yang disebut proses defuzzifikasi, dimana dinyatakan dalam persamaan 1.

$$Z = \frac{\sum \alpha_i \cdot z_i}{\sum \alpha_i}$$

dimana = *alpha* predikat (nilai minimal dari nilai derajat keanggotaan),  $Z_i$  = nilai *crisp* yang didapat dari rumus derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* yang merupakan nilai *output*, dan  $Z$  = defuzzifikasi rata-rata terpusat (*Center Average Defuzzifier*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dibuat sistem pengenalan pola dan seleksi siswa penerima beasiswa. Data penelitian diperoleh dari data siswa penerima bidik misi pada tahun sebelumnya. Adapun variabel-variabel

penelitian tersebut adalah Jumlah Penghasilan Orang Tua, Nilai Wawancara Kondisi Ekonomi, Kriteria Tempat Tinggal, Rata – Rata Nilai Semester. Data yang diperoleh dan digunakan dalam penelitian ini adalah data penerima beasiswa pada tahun 2014s.d 2016 di SMA YPK Pematangsiantar.

Dalam penyeleksian penerimaan beasiswa dengan menggunakan metode algoritma fuzzy Tsukamoto diperlukan kriteria-kriteria dan bobot untuk melakukannya sehingga akan didapat alternatif terbaik dengan menentukan kriteria dan interval kecocokan. Dalam metode ini terdapat beberapa kriteria yang dibutuhkan untuk menentukan siapa yang akan terpilih sebagai penerima beasiswa. Dan Adapun kriteria yang digunakan adalah seperti pada Tabel 1:

**Tabel 1.** Kriteria

| Kriteria | Keterangan                      |
|----------|---------------------------------|
| K1       | Jumlah Penghasilan Orang Tua    |
| K2       | Nilai Wawancara Kondisi Ekonomi |
| K3       | Kriteria Tempat Tinggal         |
| K4       | Rata – Rata Nilai Semester      |

Dari kriteria yang telah ditentukan diberikan interval batasan nilai untuk membedakan tingkat kepentingan dari setiap kriteria-kriteria tersebut, pada sistem yang akan dikembangkan ini, nilai interval untuk setiap kriteria bersifat dinamis untuk lebih jelasnya, berikut data tingkat kepentingan di setiap beasiswa.

Kriteria penghasilan orang tua merupakan kriteria pertama yang dihitung dari penghasilan per bulan. Tabel 2. ini merupakan pembobotan jumlah penghasilan orang tua yang dikonversikan kedalam bilangan Fuzzy.

**Tabel 2.** Kriteria Penghasilan Orang Tua

| Penghasilan orang tua ( K1 ) | Interval | Variabel |
|------------------------------|----------|----------|
| $500.000 - \leq 1.000.000$   | 0,25     | Sedikit  |
| $1.000.000 - \leq 2.000.000$ | 0,75     | Cukup    |
| $2.000.000 - \geq 2.500.000$ | 1        | Tinggi   |

Wawancara kondisi ekonomi keluarga merupakan wawancara sesi tanya jawab yang dilakukan terhadap calon penerima beasiswa secara langsung mengenai kondisi ekonomi keluarga.

**Tabel 3.** Kriteria Nil Wawancara Kondisi Ekonomi Keluarga

| Wawancara Kondisi Ekonomi Keluarga ( K2 ) | Interval | Variabel       |
|-------------------------------------------|----------|----------------|
| $40 X \leq 57,5$                          | 0,25     | Ekonomi Rendah |
| $57,5X \leq 87,5$                         | 0,75     | Ekonomi Sedang |
| $87,5X \leq 100$                          | 1        | Ekonomi Tinggi |

Kriteria kelayakan tempat tinggal merupakan kriteria yang dihitung berdasarkan kondisi rumah tempat tinggal. Berikut merupakan bobot kriteria kelayakan tempat tinggal seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Kriteria Kelayakan Tempat Tinggal

| Kelayakan Tempat Tinggal ( K3 ) | Interval | Variabel    |
|---------------------------------|----------|-------------|
| 50 – 62,5                       | 0,25     | Kurang Baik |
| 62,5 – 87,5                     | 0,75     | Cukup Baik  |
| 87,5 – 100                      | 1        | Sangat Baik |

Kriteria Rata – Rata Nilai Semester merupakan kriteria yang dihitung berdasarkan dari nilai Rata – Rata Nilai Semester selama satu semester. Berikut merupakan bobot kriteria nilai Rata – Rata Nilai Semester yang di konversikan kedalam bilangan fuzzy, seperti terlihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kriteria Rata – Rata Nilai Semester

| Rata-Rata Nilai Raport ( K4 ) | Interval | Variabel |
|-------------------------------|----------|----------|
| $55X \leq 75$                 | 0,5      | Rendah   |
| $75X \leq 100$                | 0,5      | Tinggi   |

Kriteria nilai kelayakan merupakan kriteria nilai yang telah ditentukan oleh panitia beasiswa sebagai nilai standar untuk mendapatkan beasiswa. Pada Tabel 6, merupakan bobot kriteria nilai kelayakan yang di konversikan kedalam bilangan fuzzy.

**Tabel 6.** Nilai Kelayakan penerimaan beasiswa

| Nilai Kelayakan | Interval | Variabel |
|-----------------|----------|----------|
| $50X \leq 75$   | 0,5      | Rendah   |
| $75X \leq 100$  | 0,5      | Tinggi   |

**Contoh Kasus**

Dari Tabel 7 kita telah memiliki sample data yang dapat di olah :

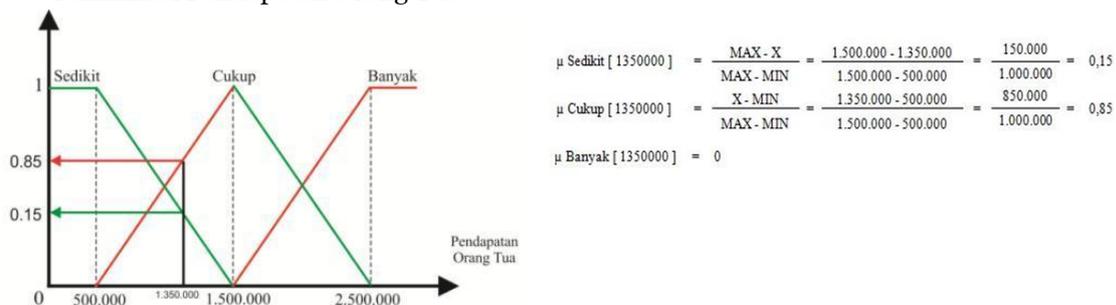
**Tabel 7.** Data calon penerima beasiswa

| No | Nama    | Pendapatan Orang Tua | Wawancara | Kriteria Tempat Tinggal | Nilai Rata-Rata Semester |
|----|---------|----------------------|-----------|-------------------------|--------------------------|
| 1  | Mita    | 1.350.000            | 67        | 75                      | 80                       |
| 2  | Alka    | 1.450.000            | 82        | 84                      | 73                       |
| 3  | Wahyuni | 950.000              | 65        | 72                      | 88                       |
| 4  | Khauzan | 1.750.000            | 78        | 80                      | 70                       |
| 5  | Anjar   | 1.300.000            | 72        | 84                      | 72                       |
| 6  | Jaya    | 1.000.000            | 70        | 72                      | 91                       |

Diambil 1 contoh siswa “Mita”

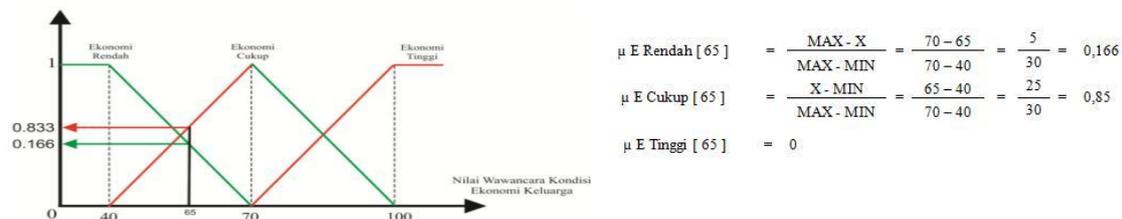
**Langkah 1 Tahab Fuzzifikasi**

- Fuzzifikasi Pendapatan Orang Tua



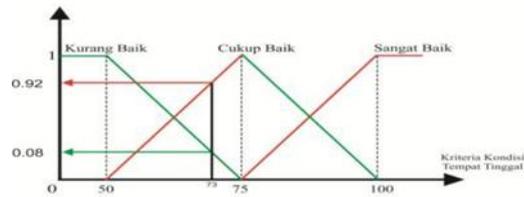
**Gambar 3.** Kurva variabel pendapatan orang tua

Fuzzifikasi Variabel Wawancara



**Gambar 4.** Kurva variabel nilai wawancara kondisi ekonomi keluarga

- Fuzzifikasi Variabel Kriteria Tempat Tinggal

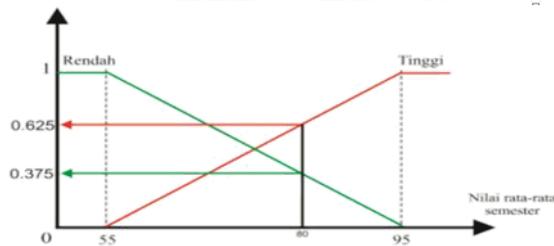


**Gambar 5.** Kurva variabel kriteria kondisi tempat tinggal

- Fuzzifikasi Variabel Nilai Rata-rata Semester

$$\mu_{\text{Rendah}} [80] = \frac{\text{MAX} - X}{\text{MAX} - \text{MIN}} = \frac{95 - 80}{95 - 55} = \frac{15}{40} = 0,375$$

$$\mu_{\text{Tinggi}} [80] = \frac{X - \text{MIN}}{\text{MAX} - \text{MIN}} = \frac{80 - 55}{95 - 55} = \frac{25}{40} = 0,625$$

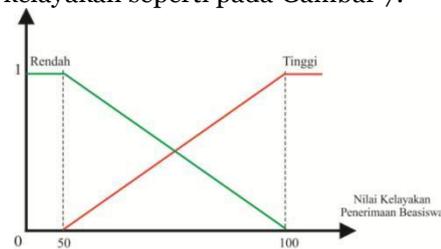


**Gambar 6.** Kurva variabel nilai rata-rata semester

**Langkah 2 Tahap Inferensi**

IF Pendapatan orang tua SEDIKIT And Nilai wawancara SEDANG And Kriteria tempat tinggal CUKUP BAIK And Nilai Semester RENDAH THEN Nilai kelayakan RENDAH;

Dengan ketentuan grafik Nilai kelayakan seperti pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Kurva variabel nilai nilai kelayakan penerimaan beasiswa

Nilai keanggotaan himpunan untuk aturan fuzzy yang dinotasikan dengan  $\alpha_1$  diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \alpha_7 &= \mu_{\text{PdptnOrtuSEDIKIT}} \cap \mu_{\text{NWawancaraSEDANG}} \cap \\ & \mu_{\text{KtempatTinggalCUKUP}} \cap \mu_{\text{NilaiSmtSENDAH}} \\ &= \min(\mu_{\text{PdptnOrtuSEDIKIT}} [0,15], \mu_{\text{NWawancaraSEDANG}} [0,9], \\ & \mu_{\text{KtempatTinggalCUKUP}} [1], \mu_{\text{NilaiSmtSENDAH}} [0,375]) \\ &= \min(0,15, 0,9, 1, 0,375) \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan Nilai Kelayakan RENDAH dalam aturan fuzzy [ R7 ] maka nilai  $z_7$  adalah :

$$\begin{aligned} z_7 &= z_{\text{Max}} - \alpha_7 (z_{\text{Max}} - z_{\text{Min}}) \\ z_7 &= 100 - 0,15 (100 - 50) \\ z_7 &= 100 - 7,5 \\ z_7 &= 92,5 \end{aligned}$$

Dan seterusnya dilakukan berdasarkan rule yang telah ditentukan dari R1 - R54.

**Langkah 3 tahap Defuzzifikasi**

Pada metode Tsukamoto, untuk menentukan output crisp digunakan defuzzifikasi rata-rata terpusat, yaitu:

$$Z = \frac{\alpha_1 * z_1 + \alpha_2 * z_2 + \alpha_3 * z_3 \dots \text{dst sampai} + \alpha_54 * z_54}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 \dots \text{dst sampai} + \alpha_54}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0,15 * 100}{0 + 0,375 * 100 + 0,375 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0,1 * 100} \\ &+ 0,1 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 100 + 0 * 50 + 0 * 50 + 0 * 50 + 0 * 50 + 0 * 50 + 0 * 50 \end{aligned}$$

$$\frac{+0.15*50+0.375*50+0*50+0*50+0*50+0*50+0*50+0*50+0*50+0*50+0*50+0.1*50+0.1*50+0*50+0*50+0*50+0*50+0*50+0*50+0*50+0.15+0.375+0.375+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0.1+0.1+0+0+0+0+0+0}{0+0+0+0+0+0+0.15+0.375+0.375+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0+0.15+0.375+0+0+0+0+0+0+0+0+0.1+0.1+0+0+0+0+0+0}$$

Z = 139,21875 / 1,825

Z = 76,28424658

Jadi nilai kelayakan calon penerima beasiswa Mita adalah 76,28424658

Maka hasil perhitungan dari seluruh record pada table calon penerima beasiswa adalah :

**Tabel 8.** Data Hasil perhitungan Calon Penerima

| No | Nama    | Kelayakan | Ranking | Ket      | Jenis Beasiswa |
|----|---------|-----------|---------|----------|----------------|
| 1  | Mita    | 76,284    | 3       | Diterima | Berprestasi    |
| 2  | Alkha   | 74,679    | 5       | Ditolak  |                |
| 3  | Wahyuni | 76,315    | 2       | Diterima | Kurang Mampu   |
| 4  | Khauzan | 73,522    | 6       | Ditolak  |                |
| 5  | Anjar   | 74,819    | 4       | Ditolak  |                |
| 6  | Jaya    | 77,04     | 1       | Diterima | Berprestasi    |

**KESIMPULAN**

Berdasarkan pembahasan dan hasil pengujian aplikasi ini dapat disimpulkan:

1. Metode Fuzzy-Tsukamoto dapat digunakan sebagai pilihan untuk menyelesaikan permasalahan ketidakpastian penentuan keputusan
2. Proses untuk menentukan kelayakan siswa sebagai penerima beasiswa, lebih muda dibandingkan dengan cara manual
3. Hasil output dari aplikasi ini berupa nilai kelayakan siswa dalam memperoleh beasiswa dengan dua sistem seleksi yaitu seleksi beasiswa berprestasi dan seleksi beasiswa kurang mampu.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ashrafzadeh M, Rafiei F M, Isfahani N M, Zare Z (2012) *Interdisciplinary Journal Of Contemporary Research in Business* Vol.3 No. 9

Depdikbud, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, (Jakarta: Balai Pustaka, 1990), hlm. 89.

Kusumadewi S dan Purnomo H, (2004) *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Kusrini, (2007), “ *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan* “. Yogyakarta : Andi

Wicaksono A, *Sistem Pendukung Keputusan Penyeleksian Calon Baru Di Sma Negeri 3 GARUT*, Jurnal Algoritma, Sekolah Tinggi Teknologi Garut, Garut.

Wulandari, F (2007). *Pembuatan Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Teori Fuzzy Untuk Mengembangkan Suatu Produk Baru*. Jurnal, Program Magister, Universitas UIN Suska, Pekanbaru

YAAB – ORBIT, *Kumpulan Materi: Sosialisasi Kelembagaan Yayasan Amal Abadi Beasiswa ORBIT Tahun 2001*, (Jakarta: Yayasan ORBIT, 2001), hlm. 16.

## ANALISIS PENGELOMPOKAN *PERFORMANCE* DOSEN DENGAN METODE *CLUSTERING*

Melda Pita Uli Sitompul

Fasilkom Teknik Informatika, USU, Medan  
Email: melda\_pus@yahoo.com

**Abstrak.** Dosen merupakan salah satu kebutuhan utama, tanpa dosen sebuah lembaga pendidikan tidak dapat disebut perguruan tinggi ataupun universitas. *Performance Dosen* dalam sistem pengajaran diantaranya adalah sikap dosen, penguasaan materi dan kedisiplinan adalah sangat penting dalam dunia pendidikan. Karena begitu pentingnya dosen sehingga tidak sedikit perguruan tinggi menjadi terkenal karena kemasyhuran para dosen yang bekerja di dalamnya. Dengan menerapkan metode data mining diharapkan dapat menggali informasi apa yang bisa diambil pada angket mahasiswa yang digunakan sebagai acuan penilaian dosen. Salah satu bagian dari data mining adalah clustering (pengelompokan) dengan metode K-Means merupakan salah satu metode dalam analisis kelompok dimana data dikelompokkan berdasar k kelompok ( $k=1,2,3, k$ ). Tujuannya adalah untuk mendapatkan kelompok *performance* dosen berdasarkan hasil angket pada T.A 2011/2012 Semester Genap.

**Kata kunci :** *Pengelompokan, Performance, Dosen, K-Means, Clustering*

### PENDAHULUAN

Dosen merupakan salah satu kebutuhan utama Tanpa dosen sebuah lembaga pendidikan tidak dapat disebut perguruan tinggi ataupun universitas. Oleh sebab itu, sebelum mendirikan sebuah universitas atau perguruan tinggi, hal yang dicari terlebih dahulu adalah dosen. Setelah para dosennya ditentukan, kemudian universitas didirikan, bukan sebaliknya. Demikian pentingnya dosen ini hingga tidak sedikit perguruan tinggi menjadi terkenal karena kemasyhuran para dosen yang bekerja di dalamnya.

Adapun salah satu metode data mining adalah metode clustering. Proses clustering dapat digunakan untuk mengelompokkan data dengan karakteristik yang sama ke wilayah yang sama dan data dari karakteristik yang berbeda ke wilayah yang lain terhadap *performance* dosen.

Salah satu metode yang banyak dilakukan pada metode clustering adalah dengan metode *k-means*. Metode ini merupakan metode clustering non hirarki yang berusaha mempartisi data yang ada ke dalam cluster atau kelompok sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam cluster yang sama. Adapun data yang digunakan untuk *performance* dosen adalah dari variabel –variabel seperti berikut ini: 1.Penguasaan atau kemampuan dosen dalam penjelasan materi.2. Kedisiplinan hadir dalam perkuliahan.3. Sikap dosen didalam kelas.

Menurut penelitian tentang pengertian analisis (<http://www.kangmoes.com/defenisi/pengertian-analisis>.) adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa. Bisa juga penyelidikan terhadap karangan atau terhadap perbuatan. Menurut Turban, dkk (Kusrini, 2009, h.3) Data mining adalah suatu istilah yang digunakan untuk menguraikan penemuan pengetahuan di dalam database. Data mining adalah proses yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan machine learning untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi yang bermanfaat dan pengetahuan yang terkait dari berbagai database besar.

Menurut Kusrini dan Luthfi (2009,h.11) Cluster adalah kumpulan record yang memiliki kemiripan satu dengan yang lainnya dan ketidak miripan dengan record-record dalam cluster lain. Prinsip dari clustering adalah memaksimalkan kesamaan antar anggota satu kelas dan meminimumkan kesamaan antar kelas/cluster. Menurut penelitian tentang *performance* (<http://www.scribd.com>, Wibowo 2007:7) *Performance* yang diterjemahkan sebagai kinerja juga dapat berarti prestasi kerja atau pelaksanaan kerja atau pencapaian kerja atau hasil kerja atau unjuk kerja. Dengan kata lain, *performance* merupakan hasil kerja dari suatu proses.

Menurut Eko Prasetyo (2012, h.178) K-Means merupakan salah satu metode pengelompokan data nonhierarki yang ada ke dalam bentuk dua atau lebih kelompok. algoritma clustering iteratif sederhana di mana semua partisi dataset yang diberikan menjadi beberapa pengguna tertentu cluster. Menurut penelitian tentang algoritma K-Means (<http://www.megenap.com/pengelompokkan-data>)

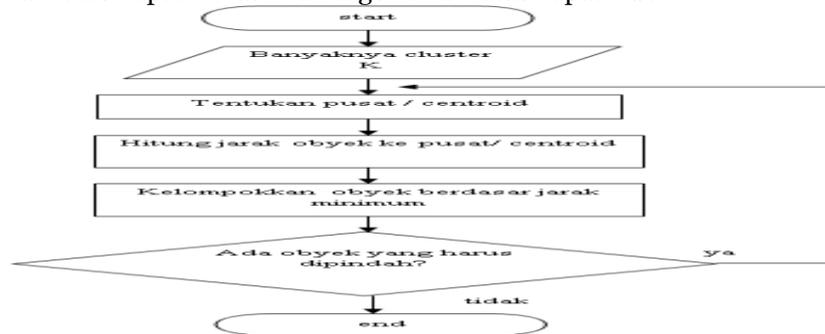
### METODE

K-Means adalah suatu metode penganalisaan data atau metode Data Mining yang melakukan proses pemodelan tanpa supervisi (unsupervised) dan merupakan salah satu metode yang melakukan pengelompokan data dengan sistem partisi.

Data clustering menggunakan metode K-Means ini secara umum dilakukan dengan algoritma dasar sebagai berikut:1. Tentukan jumlah cluster,2. Alokasikan data ke dalam cluster secara random,3. Hitung centroid/rata-rata dari data yang ada di masing-masing cluster, 4. Alokasikan masing-masing data ke centroid/rata-rata terdekat, 5.Kembali ke Step 3, apabila masih ada data yang berpindah cluster atau

apabila perubahan nilai *centroid*, ada yang di atas nilai *threshold* yang ditentukan atau apabila perubahan nilai pada *objective function* yang digunakan di atas nilai *threshold* yang ditentukan.

Hasil dari algoritma diatas dapat diHasil dari algoritma diatas dapat dibawah ini :



**Gambar 1** Flowchat algoritma K-Menas

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerangka penelitian disusun secara sistematis dengan menggunakan metode ilmiah berdasrakan sumber yang berlaku dengan melakukan penelitian dengan cara mengolah data dari angket semester genap TA. 2011/2012.

Adapun faktor yang mempengaruhi *performance* dosen adalah faktor materi yang akan disampaikan, faktor disiplin (kehadiran dosen ketepatan waktu), faktor sikap selama mengajar dalam menyampaikan materi serta pendukung untuk terhadap mahasiswa adalah motivasi untuk suatu materi pembelajaran.

Tahapan untuk pengolahan data menggunakan algoritma K-Means, seperti dibawah ini:

1. Pembersihan data  
Pada tahap ini dilakukan membuang data yang tidak valid atau data yang tidak berguna yang tidak termasuk pada proses penganalisan.
2. Menggabungkan data dari banyak data dosen dan matakuliah berdasarkan pengisian angket mahasiswa.
3. Pemilihan data (mengambil data yang relevan untuk dianalisis, adapun data yang diambil adalah berdasarkan kriteria dibawah ini:
  - Variabel materi dimana pertanyaannya yang terdapat di angket adalah “apakah dosen anda menguasai materi.
  - Variabel Disiplin dimana gabungan dari pertanyaan pada angket adalah Ketepatan waktu Dosen berada dalam ruang belajar – mengajar, Apakah Dosen anda sering meninggalkan ruangan dalam waktu yang cukup lama ?
  - Varibel Sikap, dimana gabungan dari pertanaan nya adalah Bagaimana sikap Dosen selama mengajar ?, Bagaimana sikap Dosen anda jika ada materi yang kurang anda mengerti ?, dan Bagaimana perilaku, tata krama dan susila dosen anda ?
4. Mengubah data tersebut ke dalam bentuk numerik (angka), karena data pada matlab data harus numerik, sehingga hasil dari variabel tersebut dijumlahkan.
5. Salah satu metode data mining adalah clustering (pengelompokkan) *performance* dosen, dimana algoritma yang dipakai adalah *K-Means*.

Hasil Perhitungan pada angket yaitu:

1. Untuk data X (Materi) didapat dari pertanyaan yang ada pada angket yaitu “Apakah dosen menguasai materi? pilihan jawaban dari pertanyaan tersebut adalah sangat menguasai bernilai 4, menguasai bernilai 3, kurang menguasai bernilai 2 dan tidak menguasai bernilai 1.

Total angket tersebut diambil dari total nilai rata-rata dari pilihan jawaban berbanding dengan dari banyaknya jumlah mahasiswa.

2. Untuk data Y (Disiplin) didapat dari pertanyaan yang ada pada angket yaitu “ketepatan waktu dosen berada pada ruang belajar-mengajar”, dan “apakah dosen sering meninggalkan ruangan dalam waktu lama”. pilihan jawaban dari pertanyaan tersebut adalah tepat waktu bernilai 4, kadang-kadang terlambat bernilai 3, sering bernilai 2 dan setiap hari terlambat bernilai 1. Total dari angket tersebut diambil total nilai rata-rata dari pilihan jawaban berbanding dengan dari banyaknya jumlah mahasiswa.
3. Untuk data Z (Sikap) didapat dari pertanyaan yang ada pada angket yaitu “sikap dosen selama mengajar”, “sikap dosen jika ada materi yang kurang mengerti”, dan “perilaku tata krama dosen” dan pilihan jawaban dari pertanyaan tersebut adalah Serius/bersedia/sangat baik 4, biasa

saja/sesekali/baik bernilai 3, biasa saja/bersedia tapi tidak mengerti/kurang sopan 2 dan kaku/tidak bersedia mengulang/tidak sopan bernilai 1. Total dari angket tersebut diambil total nilai rata-rata dari pilihan jawaban berbading dengan dari banyaknya jumlah mahasiswa.

4. Penentuan Jarak Pada Pengelompokkan

Untuk menentukan group dari satu objek, pertama yang harus dilakukan adalah dengan mengukur jarak euclidean antara dua titik atau objek atau item X dan Y yang didefenisikan sebagai berikut:

$$\text{Deuclidean (X,Y)} = \sqrt{\sum_i (X_i - Y_i)^2} \quad \text{atau} \quad d(i,j) = \sqrt{(|x_{i_1} - x_{j_1}|^2 + |x_{i_2} - x_{j_2}|^2 + \dots + |x_{i_p} - x_{j_p}|^2)}$$

Untuk perhitungan kita ambil data sebanyak 5 dan akan dijelaskan pada table 2 dibawah ini:

**Tabel 1** Contoh Perhitungan

|   | <b>Materi</b> | <b>Disiplin</b> | <b>Sikap</b> |
|---|---------------|-----------------|--------------|
|   | <b>X</b>      | <b>Y</b>        | <b>z</b>     |
| A | 3,45          | 3,82            | 3,70         |
| B | 3,54          | 3,78            | 3,56         |
| C | 3,05          | 3,41            | 3,35         |
| D | 3,65          | 3,94            | 3,82         |

Centroid 1 =(3,45 3,82 3,70), diambil secara acak dari data

Centroid 2 =(2,75 2,90 2,78), diambil secara acak

Centroid 3 =(3,53 3,74 3,80), diambil secara acak

**Jawab:**

**Bagian A.**

X=(3,45 3,82 3,70) jarak dari C1=

$$\sqrt{(3,45 - 3,45)^2 + (3,82 - 3,82)^2 + (3,70 - 3,70)^2} = 0$$

Y=(3,45 3,82 3,70) jarak dari C2=

$$\sqrt{(3,45 - 2,75)^2 + (3,82 - 2,90)^2 + (3,56 - 2,78)^2} = 2,18$$

Z=(3,45 3,82 3,70) jarak dari C3=

$$\sqrt{(3,45 - 3,53)^2 + (3,82 - 3,74)^2 + (3,70 - 3,80)^2} = 0,02$$

**Bagian B.**

X=(3,54 3,78 3,56) jarak dari C1=

$$\sqrt{(3,54 - 3,45)^2 + (3,78 - 3,82)^2 + (3,56 - 3,70)^2} = 0,17$$

Y=(3,54 3,78 3,56) jarak dari C2=

$$\sqrt{(3,54 - 2,75)^2 + (3,78 - 2,90)^2 + (3,56 - 2,78)^2} = 1,4$$

Z=(3,54 3,78 3,56) jarak dari C3=

$$\sqrt{(3,54 - 3,53)^2 + (3,78 - 3,74)^2 + (3,56 - 3,80)^2} = 0,2$$

**Bagian C**

X=(3,05 3,41 3,35) jarak dari C1=

$$\sqrt{(3,05 - 3,45)^2 + (3,41 - 3,82)^2 + (3,35 - 3,70)^2} = 0,67$$

Y=(3,05 3,41 3,35) jarak dari C2=

$$\sqrt{(3,05 - 2,75)^2 + (3,41 - 2,90)^2 + (3,35 - 2,78)^2} = 0,82$$

Z=(3,05 3,41 3,35) jarak dari C3=

$$\sqrt{(3,05 - 3,53)^2 + (3,41 - 3,74)^2 + (3,35 - 3,80)^2} = 0,73$$

**Bagian D**

X=(3,65 3,94 3,82) jarak dari C1=

$$\sqrt{(3,65 - 3,45)^2 + (3,94 - 3,82)^2 + (3,82 - 3,70)^2} = 0,26$$

Y=(3,65 3,94 3,82) jarak dari C2=

$$\sqrt{(3,65 - 2,75)^2 + (3,94 - 2,90)^2 + (3,82 - 2,78)^2} = 1,72$$

$Z=(3,65 \ 3,41 \ 3,82)$  jarak dari  $C_3=$

$$\sqrt{(3,65 - 3,53)^2 + (3,41 - 3,74)^2 + (3,82 - 3,80)^2} = 0,23$$

Dari hasil data diatas maka pengelompokan group dapat dilihatn pada Tabel 3 dibawah ini

**Tabel 3** Hasil Contoh Penentuan Group

|   | Materi | Disiplin | Sikap |               |               |               |       |
|---|--------|----------|-------|---------------|---------------|---------------|-------|
|   | X      | Y        | Z     | Jarak dari C1 | Jarak dari C2 | Jarak dari C3 | Group |
| A | 3,45   | 3,82     | 3,7   | 0             | 1,4           | 0,15          | 1     |
| B | 3,54   | 3,78     | 3,56  | 0,17          | 1,4           | 0,2           | 1     |
| C | 3,05   | 3,41     | 3,35  | 0,67          | 0,82          | 0,73          | 1     |
| D | 3,65   | 3,94     | 3,82  | 0,26          | 1,72          | 0,23          | 3     |

Pencarian/ penentuan group:

Penentuan group didapat dari Jarak Centroid yang paling terpendek yaitu

1. Jika Jarak terpendek berada di C1 maka dimasukan ke group 1,
2. Jika Jarak terpendek berada di C2 maka dimasukan ke group 2,
3. Jika Jarak terpendek berada di C3 maka dimasukan ke group 3,

Dari hasil Tabel diatas maka centroid untuk *iterasi* yang ke-2 ditentukan sebagai berikut yaitu:

**Centroid 1**

$$X=(3,45+3,54)/2 = 3,495$$

$$Y=(3,82+3,78 )/2=3,8$$

$$Z=(3,7+3,56 )/2 =3,63$$

**Centroid 2**

$$X=(3,05+2,75)/2= 2,9$$

$$Y=(3,41+2,9)/2=3,155$$

$$Z=(3,35+2,78)/2=3,065$$

**Centroid 3**

$$X=(3,65+3,53+3,6+3,58)/4= 3,59$$

$$Y=( 3,94+3,74+3,84+3,79)/4=3,8275$$

$$Z=(3,82+3,8+3,81+3,83) 4= 3,815$$

Dari contoh Tabel diatas maka didapat hasil pembagian group yaitu sebagai berikut:

Dari hasil Tabel diatas dapat dijumlahkan bahwa:

Group 1 sebanyak 27

Group 2 sebanyak 13

Group 3 sebanyak 44

Total Data = 84 Data

Dari Hasil Tabel diatas dapat dianalisis bahwa:

1. Untuk cluster/group 3 mendapat predikat Sangat Baik (A). Karena dari hasil dari Materi(X), Displin (Y), dan Sikap (Z) jumlah data adalah sebanyak **44 data**. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi penjelasan materi maka Disiplin dan Sikap juga tinggi, yang menunjukkan bahwa ke-3 variabel sangat tinggi.
2. Untuk cluster/**group 1** mendapat predikat Baik (B). Karena dari hasil dari Materi(X), Displin (Y), dan Sikap (Z) dimana jumlah datanya adalah sebanyak **27 data**. Hal ini menunjukkan bahwa jika penjelasan materi rendah, maka nilai pendukung untuk disiplin dan sikap tinggi atau sebaliknya, yang menunjukkan bahwa 2 variabel tinggi dan 1 variabel rendah.

Untuk cluster / group 2 mendapat predikat Cukup (C). Karena dari hasil dari Materi(X), Displin (Y), dan Sikap (Z) dimana jumlah datanya adalah sebanyak **13**. Hal ini menunjukkan bahwa jika penjelasan materi rendah, maka nilai pendukung untuk disiplin tinggi dan sikap rendah yang membuktikan bahwa 2 (dua) variabel rendah dan 1 variabel tinggi.

**Tabel 4.** Hasil pembagian group

| Desen | Nata Kullat | Materi | Disiplin | Sikap | Group |
|-------|-------------|--------|----------|-------|-------|
| 1     | 10          | 3,45   | 3,52     | 3,70  | 3     |
| 2     | 7           | 3,02   | 3,41     | 3,36  | 1     |
| 3     | 49          | 3,53   | 3,74     | 3,80  | 3     |
| 4     | 36          | 3,60   | 3,84     | 3,81  | 3     |
| 5     | 39          | 3,75   | 3,90     | 3,78  | 2     |
| 6     | 48          | 2,96   | 3,26     | 3,43  | 1     |
| 7     | 40          | 3,62   | 3,42     | 3,54  | 3     |
| 8     | 21          | 3,48   | 3,84     | 3,63  | 3     |
| 9     | 42          | 3,64   | 3,59     | 3,76  | 3     |
| 10    | 30          | 3,44   | 3,56     | 3,68  | 3     |
| 11    | 16          | 3,10   | 3,36     | 3,45  | 1     |
| 12    | 39          | 2,83   | 2,54     | 2,86  | 2     |
| 13    | 5           | 3,88   | 3,56     | 3,70  | 3     |
| 14    | 24          | 3,51   | 3,75     | 3,60  | 3     |
| 15    | 33          | 3,48   | 3,65     | 3,64  | 3     |
| 16    | 11          | 3,15   | 3,92     | 3,72  | 3     |
| 17    | 43          | 3,25   | 3,77     | 3,51  | 3     |
| 18    | 50          | 3,12   | 3,21     | 3,51  | 1     |
| 19    | 8           | 3,33   | 3,72     | 3,50  | 2     |
| 20    | 35          | 2,65   | 3,29     | 2,95  | 2     |
| 21    | 8           | 3,03   | 2,97     | 2,97  | 2     |
| 22    | 44          | 3,34   | 3,67     | 3,53  | 3     |
| 23    | 53          | 2,88   | 3,72     | 3,84  | 1     |
| 24    | 2           | 3,52   | 3,40     | 3,54  | 3     |
| 25    | 32          | 3,40   | 3,33     | 3,78  | 3     |
| 26    | 13          | 3,44   | 3,33     | 3,78  | 3     |
| 27    | 42          | 3,51   | 3,75     | 3,72  | 3     |
| 28    | 9           | 3,83   | 3,69     | 3,61  | 3     |
| 29    | 52          | 3,00   | 2,84     | 3,14  | 2     |
| 30    | 23          | 3,37   | 3,47     | 3,47  | 3     |
| 31    | 20          | 3,35   | 3,76     | 3,54  | 3     |
| 32    | 24          | 3,32   | 3,88     | 3,71  | 3     |
| 33    | 49          | 3,42   | 3,69     | 3,57  | 3     |
| 34    | 3           | 3,56   | 3,58     | 3,58  | 3     |
| 35    | 12          | 3,44   | 3,56     | 3,74  | 3     |
| 36    | 41          | 2,68   | 3,34     | 2,33  | 2     |
| 37    | 41          | 3,51   | 3,55     | 3,55  | 3     |
| 38    | 10          | 2,84   | 3,59     | 3,10  | 1     |
| 39    | 17          | 2,71   | 3,32     | 3,12  | 2     |
| 40    | 17          | 3,58   | 3,35     | 3,39  | 3     |
| 41    | 27          | 3,49   | 3,72     | 3,76  | 3     |
| 42    | 41          | 3,28   | 3,10     | 3,69  | 1     |
| 43    | 21          | 3,56   | 3,83     | 3,67  | 3     |
| 44    | 4           | 3,57   | 3,76     | 3,74  | 3     |
| 45    | 4           | 3,58   | 3,90     | 3,80  | 3     |
| 46    | 22          | 3,03   | 3,48     | 3,33  | 1     |
| 47    | 41          | 2,86   | 3,13     | 3,25  | 2     |
| 48    | 6           | 3,12   | 3,09     | 3,25  | 1     |
| 49    | 41          | 2,86   | 3,20     | 3,25  | 1     |
| 50    | 24          | 2,91   | 3,53     | 3,25  | 1     |
| 51    | 33          | 2,98   | 3,62     | 2,48  | 2     |
| 52    | 34          | 3,40   | 3,11     | 3,39  | 3     |
| 53    | 34          | 3,14   | 3,15     | 3,48  | 3     |
| 54    | 32          | 3,28   | 3,86     | 3,56  | 3     |
| 55    | 33          | 3,40   | 3,50     | 3,19  | 3     |
| 56    | 24          | 3,24   | 3,60     | 3,51  | 1     |
| 57    | 33          | 3,41   | 3,77     | 3,62  | 3     |
| 58    | 33          | 3,14   | 3,63     | 3,51  | 1     |
| 59    | 18          | 3,66   | 3,63     | 3,81  | 3     |
| 60    | 15          | 3,38   | 3,75     | 3,79  | 3     |
| 61    | 51          | 3,33   | 3,71     | 3,89  | 3     |
| 62    | 21          | 3,47   | 3,58     | 3,98  | 3     |
| 63    | 10          | 3,58   | 3,58     | 3,58  | 3     |
| 64    | 19          | 3,78   | 3,83     | 3,83  | 3     |

**KESIMPULAN**

Dari hasil analisa berdasarkan hasil yang didapat, maka dapat diambil suatu kesimpulan yaitu sebagai berikut: 1. Data mining dapat mengubah data menjadi informasi penting, dimana dapat dibuktikan bahwa hasil dari sistem yang dibuat dengan metode *clustering* yang dapat mengelompokkan data berdasarkan kelompok yang sama. 2. *Clustering* dengan algoritma *k-means* dapat meminimalkan data yang ada pada *cluster* /kelompok dan memaksimalkan data pada *cluster* yang lainnya dengan cara mendekati data untuk menentukan ke group mana data seharusnya berada.

**Ucapan Terimakasih**

Saya mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada STMIK Kaputama Binjai sebagai tempat riset saya, dosen-dosen yang telah membantu saya, dosen dan panitia sniti yang telah memberikan kesempatan untuk ikut sebagai pemakalah di sniti ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

Agus Naba Eng, 2009, Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab, Yogyakarta, Andi Offset.  
 Budiman Irwan, 2012, Data Clustering Menggunakan Metodologi Crisp Dm Untuk Pengenalan Pola Proporsi Pelaksanaan Tridharma, Tesis Program Magister Sistem informasi, Universitas Diponegoro, Semarang.  
<http://kangmoes.com/artikel-tips-trik-ide-menarik-kreatif.definisi/pengertian-analisis>, diakses tahun 2012.  
<http://kc.uninet.nwet.id/clustering>, diakses tahun 2012.  
<http://ppk-upstegal.weebly.com/uploads/diktat-matlab.pdf> diakses tahun 2012.  
 Kusri dan Luthfi Emha Taufiq, 2009, Algoritma Data Mining, Yogyakarta: Andi Offset.  
 Prasetyo Eko, 2012, Data Mining: Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab, Yogyakarta, Andi Offset  
 Wibowo 2007:7.performance, <http://www.scribd.com>, diakses tahun 2012

## **PREDIKSI PENYAKIT KENCING MANIS (*DIABETES MELLITUS*) MENGUNAKAN ALGORITME KLASIFIKASI *VOTING FEATURE INTERVALS 5***

**Eka Hayana Hasibuan**

Mahasiswa Pascasarjana Ilmu Komputer, Universitas Sumatera Utara

**Abstract.** *Diabetes Mellitus (DM) is a dangerous disease that causes the death of the fourth largest in the world. Persons with diabetes continues to increase by approximately 7 million people every year. The increase was caused by changing patterns of daily life such as a lack of activity, eating habits high in fat, carbohydrates and heredity. These habits might cause blood sugar levels rise, which further causes complications such as heart disease, kidney, liver, and gastrointestinal disorders that is dyspepsia. Dyspepsia diseases have symptoms similar to DM. There for in this study, for the diagnosis of disease were used as comparison. The application of VFI5 algorithm on the patient data can give good prediction results by generating an average accuracy of 90% is based on cross validation with a 3-fold. The result of interval training VFI5 algorithm states that DM disease and dyspepsia have similar symptoms, so for the layman it is difficult to distinguish the two diseases without laboratory tests.*

**Keywords:** *Diabetes Mellitus, dyspepsia, Voting Feature Intervals 5, 3-fold Cross Validation, Classification.*

### **PENDAHULUAN**

Penderita *Diabetes Mellitus* (DM) meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data dari *International Diabetes Federation* (IDF) tahun 2009, penderita DM didunia mencapai 230 juta dan mengalami peningkatan sekitar 3 persen atau sekitar 7 juta setiap tahunnya. Selain itu diabetes telah menjadi penyebab kematian terbesar keempat di dunia. Setiap tahun ada 3,2 juta kematian yang disebabkan oleh diabetes. Perlu diingat bahwa penyakit ini tidak hanya menyerang golongan ekonomi menengah ke atas, tetapi juga pada golongan tidak mampu.

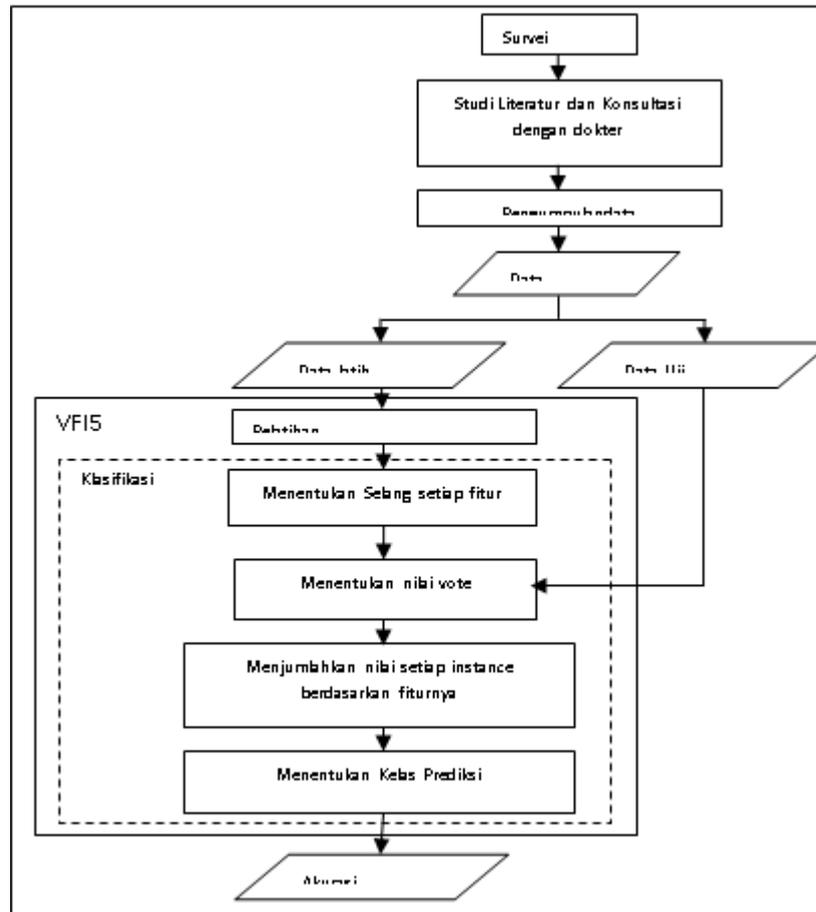
Jadi, penyakit ini sudah menjadi ancaman bagi negara-negara di seluruh dunia. Peningkatan jumlah penyandang diabetes ini akibat dari perubahan pola hidup sehari-hari, antara lain karena kurangnya aktivitas fisik dalam menjalankan kegiatan sehari-hari, kebiasaan mengkonsumsi makanan tinggi lemak dan karbohidrat. Akibat dari kebiasaan di atas menyebabkan keadaan *hiperglikemi* atau kadar gula di atas batas normal pembuluh darah. Dengan demikian dapat menimbulkan komplikasi seperti *stroke*, penyakit jantung koroner, gangguan fungsi ereksi, borok pada kaki, *dyspepsia* (gangguan pada usus) dan lain-lain. Penyakit yang menyebabkan penyakit *dyspepsia* memiliki gejala-gejala yang hampir mirip dengan diabetes di antaranya adalah mual, lemas dan muntah, Tetapi untuk mengetahui prediksi yang akurat terhadap kedua penyakit ini diperlukan pemeriksaan laboratorium.

Pemeriksaan laboratorium membutuhkan biaya yang besar dan tidak semua balai pengobatan memiliki fasilitas yang lengkap seperti instansi-instansi di perkotaan. Algoritme VFI5 dipilih karena algoritme ini merupakan algoritme klasifikasi dan koko terhadap fitur yang tidak relevan sehingga mampu memberikan hasil yang baik. Penelitian sebelumnya yang menggunakan VFI5 adalah Guvenir (1998) yang melakukan peneltiandiagnosis penyakit *erythematosquamous* di mana penyakit yang akan diklasifikasikan adalah *psoriasis, seboroic dermatis, lichen planus, pityriasis rosea, chronic dermatitis dan pityriasis rubra pilaris* dan penelitian ini menghasilkan akurasi sebesar 99, 2% kemudian oleh Rosyid (2009) tentang diagnosis penyakit paru yang menghasilkan akurasi sebesar 83%. Tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan algoritme Klasifikasi VFI5 pada pasien rawat jalan Poliklinik Penyakit Dalam di Rumah Sakit Umum Pasar Rebo dan mendapatkan hasil prediksi penyakit DM dengan akurasi yang baik.

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada 1).Data yang digunakan bersumber dari data Rekam Medik Rawat Jalan di Poliklinik Penyakit Dalam RSUD Pasar Rebo.2). Jenis Penyakit yang diteliti adalah DM dan *dyspepsia*. 3). Diagnosa ini tidak menggunakan proses uji laboratorium tetapi menggunakan data hasil pemeriksaan gejala dari pasien DM dan *dyspepsia*. Implementasi penerapan algoritme Klasifikasi VFI5 untuk prediksi penyakit DM ini diharapkan dapat membantu pihak paramedis dalam melakukan prediksi penyakit dalam tanpa harus menggunakan uji laboratorium yang membutuhkan biaya yang besar beserta balai pengobatan terpencil lainnya yang masih minim fasilitas.

### **METODE**

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan proses untuk memperoleh hasil akurasi dari algoritme klasifikasi VFI5 dengan *3-fold validation* pada penyakit DM dan *dyspepsia*. Tahapan-tahapan diagram alur penelitian disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram alur metode penelitian

Survei data dilakukan ke lembaga/instansi yang bersedia menyediakan data dan sekaligus bersedia sebagai tempat penelitian. Instansi yang dijadikan tempat survei dan penelitian adalah Rumah Sakit Umum Daerah Pasar Rebo Jakarta Timur. Tahap selanjutnya adalah studi literatur yang berkaitan dengan penyakit dan algoritme VFI5 dan dilanjutkan dengankonsultasi dengan dokter spesialis penyakit dalam. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan informasi datavariabel gejala pendukung DM yang relevan untuk bahan penelitian. Konsultasi tersebut dilakukan dengan beberapa dokter diantaranya dr. TriNoviati (Rumah Sakit Pasar Rebo), dr. Muhammad Syafi'i, M.Si (Rumah Sakit Pasar Rebo)

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data rekam medis dokter dan perawat di Rumah Sakit Pasar Rebo. Data yang diteliti merupakan data gejala umum DM dan **dyspepsia** yang berupa data diskret. Kemudian untuk mempermudah penerapan algoritme data tersebut dikonversi menjadi data nominal 0 dan 1. Setelah itu dikonsultasikan dengan pihak dokter sehingga didapat relevansi data yang tepat untuk prediksi penyakit DM. Data yang telah dikonversi akan dibagi menjadi data latih dan data uji. Untuk pembagian data latih dan data uji ini akan dilakukan dengan menggunakan metode acak. Seluruh data akan dibagi menjadi 2 : 1, dimana 2 untuk banyaknya data latih dan 1 untuk banyaknya data uji.

Proses pelatihan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan algoritme VFI5, dimana data latih yang telah ditentukan digunakan sebagai input dari algoritme VFI5 dalam proses pelatihan. Gejala umum penyakit DM dan **dyspepsia** sebagai fitur dari setiap data pasien, sedangkan DM dan **dyspepsia** merupakan kelas dari data pasien tersebut. Selang setiap fitur didapat dari proses pelatihan. Untuk menentukan selang-selang ini terlebih dahulu dilakukan proses normalisasi yang dilakukan pada proses pelatihan. Selang-selang ini berisikan nilai *vote* untuk setiap kelas pada setiap gejala. Tahapan dari klasifikasi terdiri dari 3 tahap yaitu tahap menentukan nilai *vote* pada data uji, tahap menjumlahkan setiap *instances* dan tahap menentukan kelas prediksi. Berikut penjelasan dari tahapan tersebut.

### Menentukan nilai *vote* pada data uji

Pada proses klasifikasi, terdapat tahap menentukan nilai *vote* untuk *instance* baru. Nilai *vote* ini ditentukan dengan cara nilai fitur dari *instance* baru akan diperiksa dan dilihat letak selang nilai fitur tersebut, kemudian nilai *vote* setiap *instance* pada data latih yang terletak pada selang yang sama dengan *instance* yang baru akan disimpan sebagai *vote* dari *instance* baru tersebut.

2. Menjumlahkan nilai setiap *instances*

Nilai *vote* yang telah dihasilkan dari tahap klasifikasi pertama dan telah dikalikan dengan bobot pada tahap klasifikasi kedua akan dijumlahkan pada setiap *instance*-nya.

3. Menentukan kelas prediksi

Hasil penjumlahan *vote* dari setiap *instance* akan dibandingkan, kelas dengan total *vote* yang tertinggi akan menjadi kelas prediksi pada *instance* baru tersebut. Hasil dari proses ini merupakan hasil prediksi penyakit DM atau **dyspepsia** pada data uji.

Tahap akhir dari metode penelitian ini adalah menghitung nilai akurasi dari hasil yang diperoleh pada tahap pengolahan data menggunakan algoritme VFI5. Akurasi dapat dihitung dengan:

$$\text{Akurasi} = \frac{\sum \text{data uji benar klasifikasi}}{\sum \text{total data uji}} \times 100\%$$

Aplikasi ini akan dikembangkan berbasis desktop, dengan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut : Perangkat keras yang digunakan berupakomputer *notebook* dengan spesifikasi:

- Processor Intel Pentium core 2 solo 1,4GHz
- RAM 4GB
- HDD 500GB

Perangkat lunak yang digunakan :

- Sistem Operasi : *Microsoft Vista Premium*
- Matlab 7.1

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada tahap awal, data gejala DM dan *dyspepsia* atau data variabel yang masih berbentuk data ordinal dikonversi menjadi data nominal 0 dan 1. Data yang diberi nilai 0 adalah data yang tidak mengalami gejala sedangkan nilai 1 adalah data yang mengalami gejala. Proses ini dilakukan untuk mempermudah proses perhitungan algoritme. Proses konversi dilakukan melalui konsultasi dengan dokter. Hal ini dilakukan karena pihak dokter lebih memahami setiap gejala DM dan *dyspepsia* yang relevan dilihat dari tingkat pengaruh pada setiap gejala.

Data yang telah dikonversi kemudian dibagi tiga bagian sesuai dengan konsep *3-Fold Cross Validation*. Proses perhitungan menggunakan algoritme VFI5 dengan membagi antara data latih dan data uji 2:1, dimana 2 untuk data latih dan 1 untuk data uji. Pada pembagian data latih dan data uji dilakukan secara acak dengan menghitung banyaknya jumlah setiap angka nominal pada setiap gejala agar setiap data latih mendapatkan semua nilai nominal dari setiap gejala. Pada penelitian ini dilakukan tiga kali percobaan sesuai dengan konsep *K-fold cross validation* dengan nilai  $k = 3$  untuk mengoptimisasi data yang ada. Berikut ini diberikan penjelasan secara rinci pembahasan pada 3 percobaan tersebut:

Pada iterasi pertama dapat dijelaskan bahwa yang menjadi fitur pada pasien DM adalah pusing, mual, muntah, dan lemas. Di sisi lain yang menjadi fitur pada pasien *dyspepsia* adalah demam, nyeri ulu hati, sesak nafas, nyeri dada, mencret, batuk dengan nilai *vote* lebih dari 0,5. Pada iterasi pertama data yang digunakan sebagai data latih berjumlah 54 data yang dibagi dalam dua kelas yaitu kelas DM sebanyak 34 data dan kelas *dyspepsia* sebanyak 20 data. Kemudian untuk data ujinya berjumlah 26 data yang dibagi menjadi dua kelas juga yaitu kelas DM sebanyak 16 data dan untuk kelas *dyspepsia* sebanyak 10 data. Pada Tabel 1 disajikan rincian data iterasi pertama.

**Tabel 1.** Data iterasi ke-1

| Data       | Jumlah Data | Subset Instance |           |
|------------|-------------|-----------------|-----------|
|            |             | Kelas DM        | Kelas Dys |
| Data latih | 54          | 34              | 20        |
| Data uji   | 26          | 16              | 10        |

Data di atas diolah menggunakan algoritme klasifikasi VFI5. Diawali dengan proses pelatihan, dimana setiap gejala atau fitur dicari nilai *end point*-nya sampai didapatkan nilai *vote* dari setiap fitur. Pada Tabel 2 disajikan prediksi data yang benar dan salah pada *fold* pertama.

**Tabel 2.** Prediksi data yang benar dan salah (iterasi 1)

| Data   |     | Prediksi |     |
|--------|-----|----------|-----|
|        |     | DM       | Dys |
| Aktual | DM  | 15       | 1   |
|        | Dys | 1        | 9   |

Dari Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa prediksi data kelas DM yang benar sebanyak 15 data dan prediksi kelas yang salah sebanyak 1 pasien yaitu pasien DM yang ke-41, Kemudian prediksi kelas *dyspepsia* yang benar ada sebanyak 9 data dan prediksi kelas *dyspepsia* yang salah ada 1 data yaitu pasien *dyspepsia* yang ke-80 yang diprediksi sebagai DM dan akurasi dari hasil prediksi data yang benar sebesar 92,31%. Pada hasil normalisasi akhir pada iterasi pertama dijelaskan bahwa pasien ke 35 sampai ke pasien ke-50 yang kelas sebenarnya merupakan pasien DM sedangkan pasien ke-51 sampai ke pasien ke-80 yang kelas sebenarnya merupakan pasien *dyspepsia*. Hasil normalisasi akhir disajikan pada Lampiran 1.

Pada Tabel 3 disajikan nilai *vote* data salah prediksi pada pasien DM ke-41 sedangkan nilai *vote* pada pasien *dyspepsia* ke-80 disajikan pada Lampiran 2. Pada iterasi pertama kesalahan prediksi ada pada setiap kelas, oleh karena itu pada Tabel 3 disajikan nilai *vote* pasien DM pada fitur dengan nilai yang lebih besar pada pasien *dyspepsia* adalah mual, demam, nyeri ulu hati, nyeri dada, mencret, dan batuk. Kesalahan kedua terdapat pada data pasien *dyspepsia* ke-80 yang diprediksi ke dalam kelas DM pada fitur dengan nilai *vote* yang lebih besar pada pasien DM adalah pusing, lemas, sesak nafas, mencret dan batuk.

**Tabel 3.** Nilai *vote* pasien DM ke-41

| Gejala                   | Data pasien DM ke 41 |              |              |
|--------------------------|----------------------|--------------|--------------|
|                          | Gejala pasien DM     | Nilai Vote   |              |
|                          |                      | DM           | Dys          |
| <i>Pusing</i>            | 1                    | 0.758        | 0.242        |
| <i>Mual</i>              | 0                    | 0.370        | <b>0.630</b> |
| <i>Muntah</i>            | 1                    | 0.624        | 0.376        |
| <i>Lemas</i>             | 1                    | 0.595        | 0.405        |
| <i>Demam</i>             | 1                    | 0.310        | <b>0.690</b> |
| <i>Nyeri Ulu hati</i>    | 1                    | 0.420        | <b>0.580</b> |
| <i>Sesak nafas</i>       | 1                    | 0.266        | <b>0.734</b> |
| <i>Nyeri dada</i>        | 1                    | 0.407        | <b>0.593</b> |
| <i>Mencret</i>           | 1                    | 0.320        | <b>0.680</b> |
| <i>batuk</i>             | 1                    | 0.181        | <b>0.819</b> |
| <b>Total</b>             |                      | <b>4.251</b> | <b>5.749</b> |
| <b>Normalisasi Akhir</b> |                      | <b>0.425</b> | <b>0.575</b> |

Keterangan: 0 : Nilai Tidak 1 : Nilai Ya

Hasil pelatihan pada iterasi kedua yang menjadi fitur pada pasien DM adalah pusing, mual, muntah, dan muntah. Di sisi lain yang menjadi fitur pada pasien *dyspepsia* adalah demam, nyeri ulu hati, sesak nafas, nyeri dada, mencret, batuk dengan nilai *vote* lebih dari 0,5. Nilai selang 0 dari hasil pelatihan untuk fitur nyeri dada pada kelas DM dan kelas *dyspepsia* cukup dekat artinya untuk fitur nyeri dada bisa dimiliki oleh kelas DM dan *dyspepsia*. Iterasi kedua menggunakan data latih berjumlah 54 data yang dibagi ke dalam kelas DM sebanyak 33 data dan kelas *dyspepsia* sebanyak 20 data. Data uji menggunakan data yang berjumlah 26 data yang masing-masing dibagi ke dalam kelas DM sebanyak 17 data dan kelas *dyspepsia* sebanyak 10 data. Pada Tabel 4 disajikan data iterasi ke-2. Pada Tabel 4

disajikan prediksi data benar dan salah pada iterasi kedua. Untuk data yang benar diprediksi menjadi pasien DM berjumlah 16 data sedangkan yang salah berjumlah 1 yaitu data pasien DM yang ke-21 dan untuk data yang benar diprediksi menjadi pasien *dyspepsia* berjumlah 9 data sedangkan data yang salah berjumlah 1 yaitu data pasien *dyspepsia* yang ke-67.

**Tabel 4.** Data iterasi ke-2

| Data       | Jumlah Data | Subset Instance |          |
|------------|-------------|-----------------|----------|
|            |             | Kelas DM        | KelasDys |
| Data latih | 53          | 33              | 20       |
| Data uji   | 27          | 17              | 10       |

Akurasi yang diperoleh dari prediksi data yang benar pada iterasi kedua sebesar 92,59% dimana terdapat peningkatan terhadap akurasi sebelumnya sebesar 0,28% dengan kesalahan prediksi sebanyak 2 pasien.

**Tabel5.** Prediksi data yang benar dan salah(iterasi 2)

| Data   |     | Prediksi |     |
|--------|-----|----------|-----|
|        |     | DM       | Dys |
| Aktual | DM  | 16       | 1   |
|        | Dys | 1        | 9   |

Hasil normalisasi akhir pada iterasi kedua, pasien ke-18 sampai pasien ke-34 yang kelas sebenarnya merupakan pasien DM sedangkan pasien ke-61 sampai pasien ke-70 yang kelas sebenarnya merupakan pasien *dyspepsia*. Hasil normalisasi akhir dapat dilihat pada Lampiran 3.

Pada Tabel 6 disajikan nilai *vote* data salah prediksi pertama pada pasien DM yang ke-21, dimana pasien DM diprediksi ke dalam pasien *dyspepsi* karena pasien DM ini yang memiliki fitur pusing, mual, muntah dan lemas sebenarnya merupakan ciri utama dari penyakit DM, tetapi pasien DM ini juga memiliki fitur dengan nilai *vote* yang lebih tinggi pada fitur demam, nyeri ulu hati, mencret dan batuk. Kesalahan pada pasien DM yang ke-21 ini dapat dikatakan bahwa pasien ini mengalami penyakit DM yang sudah berkomplikasi dengan *dyspepsia*. Kesalahan prediksi kedua adalah pada pasien *dyspepsi* yang ke-67, yaitu pasien *dyspepsia* yang diprediksi ke dalam kelas DM dan untuk pasien *dyspepsi* yang salah prediksi mempunyai fitur dengan nilai yang lebih besar yaitu pada pusing, mual, muntah, lemas, demam, nyeri ulu hati, nyeri dada dan batuk. Nilai *vote* data salah prediksi pada pasien *dyspepsia* ke-67 dapat dilihat pada Lampiran 4.

**Tabel 6.** Nilai *vote* pasien DM ke-21

| Gejala                   | Data pasien DM ke 21 |              |              |
|--------------------------|----------------------|--------------|--------------|
|                          | Gejala pasien DM     | Nilai Vote   |              |
|                          |                      | DM           | Dys          |
| <i>Pusing</i>            | 1                    | 0,653        | 0.347        |
| <i>Mual</i>              | 1                    | 0.517        | 0,483        |
| <i>Muntah</i>            | 1                    | 0.621        | 0.379        |
| <i>Lemas</i>             | 1                    | 0.615        | 0.385        |
| <i>Demam</i>             | 1                    | 0.361        | <b>0.639</b> |
| <i>Nyeri Ulu hati</i>    | 1                    | 0.395        | <b>0.605</b> |
| <i>Sesak nafas</i>       | 0                    | 0.645        | 0.355        |
| <i>Nyeri dada</i>        | 0                    | 0.517        | 0.483        |
| <i>Mencret</i>           | 1                    | 0.318        | <b>0.682</b> |
| <i>batuk</i>             | 1                    | 0.168        | <b>0.832</b> |
| <b>Total</b>             |                      | <b>4.811</b> | <b>5.189</b> |
| <b>Normalisasi Akhir</b> |                      | <b>0.481</b> | <b>0.519</b> |

Pada selang hasil pelatihan iterasi ketiga ini dapat dijelaskan bahwa, untuk pasien DM memiliki fitur pusing, mual, muntah dan lemas sedangkan untuk demam, nyeri ulu hati, sesak nafas, nyeri dada, mencret dan batuk merupakan fitur dari pasien *dyspepsia* dengan nilai *vote* lebih dari 0,5. Iterasi ketiga ini adalah percobaan terakhir yang dilakukan pada penelitian ini. Iterasi ini menggunakan data latih berjumlah 53 data yang dibagi ke dalam kelas DM sebanyak 33 data dan kelas *dyspepsia* sebanyak 20 data. Untuk data ujinya berjumlah 27 data dan dibagi ke dalam kelas DM sebanyak 17 data dan kelas *dyspepsia* sebanyak 10 data. Berikut pada Tabel 7 disajikan data iterasi ke-3.

**Tabel 7.** Data iterasi ke-3

| Data       | Jumlah Data | Subset Instance |                  |
|------------|-------------|-----------------|------------------|
|            |             | Kelas DM        | Kelas <i>Dys</i> |
| Data latih | 53          | 33              | 20               |
| Data uji   | 27          | 17              | 10               |

Pada Tabel 8 disajikan prediksi data yang benar dan salah dari iterasi ketiga, dimana untuk data prediksi benar sebagai pasien DM sebanyak 16 data dan untuk data salah prediksi sebagai pasien DM sebanyak 1 data. Data prediksi benar sebagai pasien *dyspepsia* sebanyak 7 data dan untuk data salah prediksi sebagai pasien DM ada sebanyak 3 data.

**Tabel 8.** Prediksi data yang benar dan salah(iterasi 3)

| Data   |            | Prediksi |            |
|--------|------------|----------|------------|
|        |            | DM       | <i>Dys</i> |
| Aktual | DM         | 16       | 1          |
|        | <i>Dys</i> | 3        | 7          |

Akurasi dari prediksi data yang benar sebesar 85,19% dimana terjadi penurunan dari akurasi sebelumnya. Penurunan akurasi sebesar 7,4% disebabkan oleh pada iterasi ketiga ini kesalahan prediksi terhadap pasien berjumlah 4 pasien.

**Tabel 9.** Nilai *vote* pasien DM ke-14

| Gejala                   | Data pasien DM ke 14 |              |              |
|--------------------------|----------------------|--------------|--------------|
|                          | Gejala pasien DM     | Nilai Vote   |              |
|                          |                      | DM           | <i>Dys</i>   |
| <i>Pusing</i>            | 1                    | 0,653        | 0,347        |
| <i>Mual</i>              | 0                    | 0,350        | <b>0,650</b> |
| <i>Muntah</i>            | 1                    | 0,653        | 0,347        |
| <i>Lemas</i>             | 0                    | 0,099        | <b>0,901</b> |
| <i>Demam</i>             | 1                    | 0,362        | <b>0,638</b> |
| <i>Nyeri Ulu hati</i>    | 1                    | 0,447        | <b>0,553</b> |
| <i>Sesaknafas</i>        | 1                    | 0,288        | <b>0,712</b> |
| <i>Nyeri dada</i>        | 0                    | 0,589        | 0,411        |
| <i>Mencret</i>           | 1                    | 0,357        | <b>0,643</b> |
| <i>batuk</i>             | 1                    | 0,139        | <b>0,861</b> |
| <b>Total</b>             |                      | <b>3,938</b> | <b>6,062</b> |
| <b>Normalisasi Akhir</b> |                      | <b>0,393</b> | <b>0,606</b> |

Hasil dari normalisasi akhir pada iterasi ketiga adalah pasien ke-1 sampai pada pasien ke-17 yang kelas sebenarnya merupakan pasien DM, sedangkan pada pasien ke-51 sampai pada pasien ke-60 yang

kelas sebenarnya merupakan pasien *dyspepsia*. Hasil dari normalisasi akhir ini dapat dilihat pada Lampiran 5. Pada Tabel 9 disajikan nilai *votedata* salah prediksi pasien DM yang ke-14 sedangkan pada kesalahan data pasien *dyspepsia* ke-51, pasien *dyspepsia* ke-52 dan pasien *dyspepsia* ke-57 dapat dilihat pada Lampiran 6. Kesalahan prediksi pertama terjadi pada pasien DM yang ke-14 yaitu pasien DM yang diprediksi ke dalam kelas *dyspepsia*. Pasien DM salah prediksi pada fitur dengan nilai yang lebih besar adalah mual, lemas, demam, nyeri ulu hati, sesak nafas, mencret, dan batuk. Kesalahan prediksi kedua adalah pada data *dyspepsia* yang ke-51 yaitu pasien *dyspepsia* yang diprediksi ke kelas DM karena pada fitur dengan nilai yang lebih besar adalah mual, muntah, lemas, sesak nafas dan batuk. Kesalahan prediksi ketiga adalah pada pasien *dyspepsia* yang ke-52 yaitu pasien *dyspepsia* yang diprediksi ke kelas DM pada fitur dengan nilai yang lebih besar adalah pusing, mual, muntah, lemas, nyeri dada. Kesalahan terakhir dari iterasi ketiga adalah pada data pasien *dyspepsia* yang ke-57 yaitu pasien *dyspepsia* yang diprediksi ke kelas DM pada fitur dengan nilai yang lebih besar adalah mual, muntah, lemas, demam, nyeri ulu hati, nyeri dada, mencret.

Dari keseluruhan iterasi, penelitian ini menghasilkan akurasi rata-rata sebesar 90%. Pada Tabel 10 disajikan hasil akurasi rata-rata dari setiap percobaan.

**Tabel 10** Akurasi rata-rata

| Gejala           | Jumlah data uji | Jumlah data latih | Akurasi       |
|------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| Iterasi I        | 26              | 54                | 92,31%        |
| Iterasi II       | 27              | 53                | 92,59%        |
| Iterasi III      | 27              | 53                | 85,19%        |
| <b>Rata-rata</b> |                 |                   | <b>90,00%</b> |

Dari seluruh percobaan pada penelitian ini diperoleh bahwa, nilai selang hasil dari pelatihan umumnya memiliki pola yang sama antara iterasi pertama sampai pada iterasi ketiga yaitu untuk fitur pusing, mual, muntah dan lemas merupakan gejala-gejala umum dari pasien DM, sedangkan untuk fitur demam, nyeri ulu hati, sesak nafas, nyeri dada, mencret dan batuk merupakan gejala-gejala dari pasien *dyspepsia*. Tetapi pada iterasi kedua, hasil nilai pelatihnannya cukup mirip pada fitur nyeri dada sehingga diperoleh nilai selang yang tidak jauh berbeda antara kelas DM dan kelas *dyspepsia* yang artinya bahwa untuk fitur nyeri dada bisa dimiliki oleh kedua pasien tersebut. Nilai hasil selang pelatihan dapat dilihat pada Lampiran 7.

Pada hasil setiap iterasi memiliki kesalahan prediksi pada masing-masing data pasien yaitu pada iterasi pertama, data salah prediksi ada pada pasien DM ke-41 dan pasien *dyspepsia* ke-80. Pada iterasi kedua kesalahan prediksi ada pada pasien DM ke-21 dan pasien *dyspepsia* ke-67, sedangkan pada iterasi ketiga kesalahan prediksi ada pada pasien DM ke-14, pasien *dyspepsia* ke-51, *dyspepsia* ke-52, *dyspepsia* ke-57. Masing-masing kesalahan tersebut dapat dilihat pada fiturnya. Pada iterasi pertama sampai pada iterasi ketiga untuk pasien DM yang diprediksi menjadi pasien *dyspepsia* memiliki pola kesalahan prediksi dengan nilai *vote* lebih besar pada fitur demam, nyeri ulu hati, mencret dan batuk, sedangkan data salah prediksi pada pasien *dyspepsia* yang diprediksi menjadi pasien DM memiliki pola kesalahan yang sama dengan *vote* lebih besar pada fitur pusing, mual, muntah, lemas.

Terdapat kasus pada iterasi ketiga di mana pasien *dyspepsia* diprediksi ke dalam kelas DM namun selisih nilai normalisasi dari kedua kelas tersebut kurang dari 0,01. Kesalahan tersebut disajikan pada lampiran 6. Tabel ini menunjukkan bahwa pasien *dyspepsia* yang diprediksi ke dalam kelas DM adalah pasien *dyspepsia* yang memiliki gejala yang sama dengan pasien DM. Pada kasus tersebut menurut keterangan dari dokter bahwa pasien tersebut sudah mengalami komplikasi, sehingga perlu diadakan uji lanjut oleh dokter menggunakan proses uji laboratorium.

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini algoritme *VotingFeature Interval* 5 digunakan untuk klasifikasi data. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data rekam medik dari poli penyakit dalam Rumah Sakit Pasar Rebo. Jumlah keseluruhan data yang digunakan sebanyak 80 data terdiri dari kelas DM sebanyak 50 data dan untuk kelas *dyspepsia* sebanyak 30 data. Penelitian ini menggunakan *3-fold cross validation* yaitu percobaan dibagi menjadi iterasi pertama, iterasi kedua dan iterasi ketiga, masing-masing dengan kombinasi data latih dan uji yang berbeda. Iterasi pertama menghasilkan akurasi sebesar 92,31% dengan dua kesalahan prediksi pada pasien DM ke-41 dan pasien *dyspepsia* ke-80, akurasi iterasi kedua sebesar 92,59% dengan 2 kesalahan prediksi yaitu pada pasien DM ke-21 dan pasien *dyspepsia* ke-67 dan akurasi

iterasi ketiga sebesar 85,19% dengan 4 kesalahan prediksi yaitu pada pasien DM ke-14, Pasien *dyspepsia* ke-51, Pasien *dyspepsia* ke-52, Pasien *dyspepsia* ke-57. Hasil selang fitur pada proses pelatihan dan normalisasi akhir pada penelitian ini adalah mirip.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arjatmo T. 2002. *Penatalaksanaan Diabetes Mellitus Terpadu*. Cet 2. Jakarta: Balai Penerbit FKUI. <http://askep.blogdetik.com/2008/12/07/diabetes-mellitus/>
- Demiroz G, Guvenir HA. 1997. *Classification by voting feature intervals*. [http://www.cs.ucf.edu/~ecl/papers/miros97\\_classification.pdf](http://www.cs.ucf.edu/~ecl/papers/miros97_classification.pdf)
- Guvenir. 1998. *An Expert system for the differential diagnosis of erythematous diseases*. Turki: Department of Computer Engennering, Bilkent University
- Hamilton H, Gurak E, Findlater L. 2003. *ConfusionMatrix*. [http://www2.cs.uregina.ca/~dbd/cs831/notes/confusion\\_matrix.html](http://www2.cs.uregina.ca/~dbd/cs831/notes/confusion_matrix.html)
- Han J, Kamber M. 2001. *Data Mining Concepts & Techniques*. USA: Academic Press.
- Soewigno S. 2009. *Dyspepsia*, Rumah Sakit BiomedikaMataram. <http://biomedikamataram.wordpress.com/2009/05/08/102>
- Supartondo, S waspadji. 1987. *Gambaran Klinis Diabetes Mellitus*, Ilmu Penyakit Dalam. Jilid 1 Jakarta Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Talley N, J Wakil Nimish. 2005. *Guidelines for the Management of Dyspepsia*. <http://www.gi.org/phycians/guidelines/dyspepsia.pd>

## **SELEKSI PENERIMAAN BEASISWA BBM MENGGUNAKAN FUZZY DENGAN METODE MAMDANI (STUDI KASUS: AMIK TUNAS BANGSA PEMATANGSIANTAR)**

**Jaya Tata Hardinata**

Fakultas Ilmu Komputer-Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara

Email: jayatatahardinata@gmail.com

**Abstrak.** AMIK Tunas Bangsa merupakan Perguruan Tinggi di Pematangsiantar yang sedang berkembang. Penyaluran beasiswa BBM dilakukan oleh Pemerintah (KOPERTIS) melalui perguruan tinggi untuk membantu seseorang mahasiswa yang berprestasi tetapi kurang mampu dalam segi ekonomi selama menjalani studinya. Untuk membantu menetapkan seseorang yang layak menerima beasiswa bidikmisi maka dibutuhkan sebuah sistem pendukung pengambilan keputusan. Dalam proses seleksi beasiswa BBM dilakukan oleh Pemerintah (KOPERTIS) diperlukan suatu sistem komputerisasi yang dapat dengan mudah untuk mengambil keputusan. Pada penelitian ini dibuatlah sistem penunjang keputusan menggunakan logika fuzzy dengan metode mamdani yang dapat memproses data masukan berupa IPK, Penghasilan Orang Tua, dan Jarak Rumah. Penerapan metode fuzzy-mamdani dapat dengan mudah diterapkan pada sistem yang dibuat dengan bantuan tool box fuzzy program Matlab.

**Kata kunci:** Beasiswa, Fuzzy, Mamdani

### **PENDAHULUAN**

Pendidikan merupakan suatu kebutuhan primer yang sejak dini hingga dewasa hendaknya dirasakan oleh seluruh masyarakat. Hal ini sesuai dengan amanat UUD 1945, dimana Salah satu hak azasi manusia yang paling mendasar adalah memperoleh pendidikan yang layak. Pendidikan juga merupakan variabel vital untuk pembangunan suatu bangsa. Suatu bangsa bisa maju dengan cepat dibandingkan dengan negara lain karena penyebaran pengetahuan (knowledge) yang merata keseluruh lapisan masyarakatnya. Menyadari bahwa pendidikan sangat penting, negara sangat mendukung setiap warga negaranya untuk meraih pendidikan setinggi-tingginya, diantaranya melakukan program beasiswa yang dilakukan oleh Pemerintah (KOPERTIS) melalui perguruan tinggi untuk membantu seseorang yang berprestasi tetapi kurang mampu dalam segi ekonomi selama menjalani studinya.

Beasiswa dapat dikatakan sebagai pembiayaan yang tidak bersumber dari pendanaan sendiri atau orang tua, akan tetapi diberikan oleh pemerintah, perusahaan swasta, kedutaan, universitas, serta lembaga pendidik atau peneliti, atau juga dari kantor. Biaya tersebut diberikan kepada yang berhak menerima, terutama berdasarkan klasifikasi, kualitas, dan kompetensi si penerima beasiswa. (Gafur, Abdul, 2008).

Oleh karena itu beasiswa harus diberikan kepada penerima yang layak dan pantas untuk mendapatkannya. Akan tetapi, dalam melakukan seleksi beasiswa tersebut tentu akan mengalami kesulitan karena banyaknya pelamar beasiswa dan banyaknya kriteria-kriteria untuk menentukan siapa yang akan dipilih untuk menerima beasiswa. Kriteria dalam studi ini adalah sesuai indeks prestasi akademik, penghasilan orangtua, dan rumah. Untuk itu diperlukan suatu Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang dapat membantu membuat keputusan penerima beasiswa dengan cepat dan tepat dalam menentukan penerima beasiswa dengan harapan akan menghasilkan suatu keputusan yang terbaik.

Untuk memaksimalkan seleksi yang dilakukan sesuai dengan obyektifitas berkas persyaratan perlu adanya pendekatan yang baik dan mampu menangani permasalahan dalam proses seleksi, dalam hal ini dipilih pendekatan menggunakan logika *fuzzy* dengan metode mamdani. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perguruan tinggi swasta khususnya Akademi Manajemen Informatika dan Komputer (AMIK) Tunas Bangsa.

### **Logika Fuzzy**

Fuzziness dapat didefinisikan sebagai logika kabur berkenaan dengan semantik dari suatu kejadian, fenomena atau pernyataan itu sendiri. Seringkali ditemui dalam pernyataan yang dibuat oleh seseorang, evaluasi dan suatu pengambilan keputusan. Kusumadewi dan Purnomo (2004) Sebagai contoh:

1. Manajer pergudangan mengatakan pada manajer produksi seberapa banyak persediaan barang pada akhir minggu ini, kemudian manajer produksi akan menetapkan jumlah barang yang harus diproduksi esok hari.
2. Pelayan restoran memberikan pelayanan terhadap tamu, kemudian tamu akan memberikan tip yang sesuai atas baik tidaknya pelayanan yang diberikan.
3. Anda mengatakan pada saya seberapa sejuk ruangan yang anda inginkan, saya akan mengatur putaran kipas yang ada pada ruangan ini.

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain: Kusumadewi dan Purnomo (2004)

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika fuzzy sangat fleksibel.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami.

### **Metode Mamdani**

Metode Mamdani juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan :

1. Pembentukan himpunan fuzzy. Pada proses fuzzifikasi langkah yang pertama adalah menentukan variable fuzzy dan himpunan fuzzinya. Kemudian tentukan derajat kesepadanan (*degree of match*) antara data masukan fuzzy dengan himpunan fuzzy yang telah didefinisikan untuk setiap variabel masukan sistem dari setiap aturan fuzzy. Pada metode mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi pada metode mamdani. Fungsi implikasi yang digunakan adalah min. Lakukan implikasi fuzzy berdasar pada kuat penyulutan dan himpunan fuzzy terdefinisi untuk setiap variabel keluaran di dalam bagian konsekuensi dari setiap aturan. Hasil implikasi fuzzy dari setiap aturan ini kemudian digabungkan untuk menghasilkan keluaran inferensi fuzzy.
3. Komposisi Aturan. Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilitas OR.
4. Penegasan (defuzzy). Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut.

Beasiswa adalah pemberian berupa bantuan keuangan yang diberikan kepada perorangan yang bertujuan untuk digunakan demi keberlangsungan pendidikan yang ditempuh. Beasiswa dapat diberikan oleh lembaga pemerintah, perusahaan ataupun yayasan. Pemberian beasiswa dapat dikategorikan pada pemberian cuma-cuma ataupun pemberian dengan ikatan kerja (biasa disebut ikatan dinas) setelah selesainya pendidikan.

Matlab merupakan suatu program komputer yang bias membantu memecahkan berbagai masalah matematis yang kerap kita temui dalam bidang teknis .MATLAB memiliki kemampuan tinggi dalam bidang komputasi dan mampu mengintegrasikan komputasi, visualisasi, dan pemrograman. Penggunaan MATLAB meliputi bidangbidang, antara lain :

1. Matematika dan komputasi
2. Pembentukan Algoritma
3. Akuisisi Data
4. Pemodela, Simulasi, dan Pembuatan Prototype
5. Analisis Data, Explorasi, dan Visualisasi
6. Grafik Keilmuan dan Rekayasa

### **METODE**

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan pengumpulan data, pengolahan awal data, metode yang digunakan, eksperimen dan pengujian model, evaluasi dan validasi hasil klasifikasi.

#### **1. Pengumpulan data**

Pada Tahun Ajaran 2015-2016 jumlah mahasiswa keseluruhan adalah 1198 mahasiswa terdiri atas 856 Program Studi Manajemen Informatika dan 342 Program Studi Komputerisasi Akuntansi. Dari jumlah tersebut, tercatat terdapat 10 diantaranya memiliki kesempatan untuk mendapatkan beasiswa BBM. Sampel data demografi mahasiswa yang terdiri atas NIM, nama, tempat lahir, tanggal lahir, alamat asal, kota asal dan seterusnya. sampel data akademik mahasiswa yang terdiri atas Nim, nama, Indeks Prestasi Akademik.

#### **2. Pengolahan awal data**

- Data integrasi

Data mahasiswa yang terdiri atas data akademik dan data demografi yang diperoleh diintegrasikan sebagai satu kesatuan data.

- Seleksi fitur (atribut)

Seleksi fitur digunakan sebagai input untuk proses klasifikasi. Seleksi fitur dilakukan dengan mengambil sebagian variabel pada seluruh atribut yang ada pada data untuk dijadikan atribut penentu dalam melakukan pemberian keputusan. Fitur yang digunakan adalah sebagai berikut: IPK, Penghasilan Orang Tua dan Rumah.

3. Metode Yang Digunakan

Penjabaran langkah-langkahnya adalah: Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data terhadap proses yang sedang berlangsung dan dokumen-dokumen yang terkait dengan data mahasiswa, kemudian akan ditentukan parameter dan kriteria untuk pengolahan dan penyeleksian data. Dengan metode pengolahan yang menggunakan *Fuzzy Inference System (FIS)*, maka setiap parameter akan memiliki suatu nilai bobot yang ditetapkan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini dibuat sistem pengenalan pola dan seleksi mahasiswa penerima bidik misi. Data penelitian diperoleh dari data mahasiswa penerima bidik misi pada tahun sebelumnya. Adapun variabel-variabel penilitaian tersebut adalah *Indeks Prestasi Kumulatif, Penghasilan Orangtua, dan Rumah*.

Masukan yang digunakan di dalam aplikasi ini adalah berupa faktor-faktor yang dinilai sebagai syarat seleksi mahasiswa penerima beasiswa. Faktor yang digunakan sebanyak 3 buah, selanjutnya adalah menentukan nilai-nilai dari masing-masing bobot variabel (faktor). Nilai terhadap variabel ditentukan antara 0 sampai dengan 1, atau disesuaikan dengan kasus dari masing-masing faktor. Pada penelitian ini, ditetapkan jika semakin tinggi nilai dari variabel tersebut maka semakin tinggi bobotnya.

Data yang diperoleh dan digunakan dalam penelitian ini adalah data penerima beasiswa pada tahun 2013 s.d 2015 di AMIK Tunas Bangsa Pematangsiantar. Adapun sampel formulir pendaftaran seleksi beasiswa dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut :

|                                    |                              |
|------------------------------------|------------------------------|
| <b>I. DATA DIRI</b>                |                              |
| Nomor Pendaftaran                  | : 1113.102.11704.1345.301    |
| Nama Lengkap Siswa                 | : ELZA ASPIRA                |
| Jenis Kelamin                      | : Perempuan                  |
| Agama                              | : Islam                      |
| Rab. / Kota Kelahiran              | : ANDARASIH                  |
| Tanggal Lahir                      | : 08 Maret 1996              |
| Alamat                             | : HUTA ANDARASI              |
| Kode Pos                           | : 21181                      |
| Telepon Rumah                      | : 082361309143               |
| Handphone Siswa                    | :                            |
| Foto Pendaftar                     | :                            |
| <b>II. KELUARGA</b>                |                              |
| Nama Ayah / Wali                   | : ZULFIKAR                   |
| Status Ayah / Wali                 | : Hidup                      |
| Hubungan dengan Ayah / Wali        | : SMA/MA / Sederajat         |
| Pendidikan Terakhir Ayah           | : Peg. Swasta                |
| Pekerjaan Ayah                     | : SITI ASMA                  |
| Nama Ibu                           | : SITI ASMA                  |
| Status Ibu / Wali                  | : Hidup                      |
| Pendidikan Terakhir Ibu            | : SMA/MA / Sederajat         |
| Pekerjaan Ibu                      | : TIDAK BEKERJA              |
| Jumlah Tanggungan                  | : 3 Orang                    |
| Handphone Orang Tua                | : 085362496122               |
| <b>III. RUMAH TINGGAL KELUARGA</b> |                              |
| Status Kepemilikan Rumah           | : Sewa Bulanan               |
| Tahun Perolehan Rumah              | : 1996                       |
| Sumber Listrik                     | : PLN                        |
| Luas Tanah                         | : 25-50 M2                   |
| Luas Bangunan                      | : 25-50 M2                   |
| Fasilitas Mandi Cuci Kakus         | : Kepemilikan Sendiri Dituar |
| Sumber Air                         | : PDAM                       |
| Jarak Rumah dari Kabupaten / Kota  | : 20 Km                      |

**Gambar 1.** Formulir Beasiswa Bantuan Belajar Mahasiswa

**Proses Fuzzy Inference System**

Proses perancangan *Fuzzy Inference System* dengan metode Mamdani adalah sebagai berikut: Dalam penelitian ini parameter yang digunakan sebagai input adalah IPK, Penghasilan Orang Tua, dan Rumah sedangkan parameter *output* adalah Beasiswa Dan nilai *linguistic* untuk masing-masing parameter adalah sebagai berikut: 1) Variable IPK dengan nilai *linguistic* sangat rendah, rendah, cukup, dan Tinggi. 2) Variable Penghasilan Orang Tua dengan nilai *linguistic* sangat kecil, kecil, cukup dan besar. 3) Variable Rumah dengan nilai *linguistic* sangat dekat, dekat, jauh dan sangat jauh.

**Fuzzifikasi**

Proses pembentukan himpunan fuzzy akan diuraikan sebagai berikut:

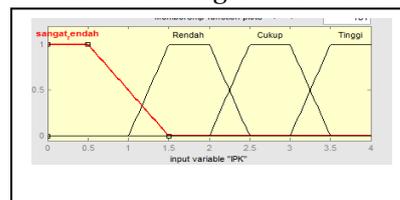
1. IPK

IPK (Indeks Prestasi Kumulatif) merupakan nilai atau hasil selama mahasiswa melakukan studi. Atribut ini cukup menentukan dalam memprediksi mahasiswa yang mendapatkan beasiswa.

**Table 1.** Nilai linguistik IPK

| Nilai Linguistik | Interval       |
|------------------|----------------|
| Sangat Rendah    | [-0 0 0.5 1.5] |
| Rendah           | [1 1.5 2 2.5]  |
| Cukup            | [2 2.5 3 3.5]  |
| Tinggi           | [3 3.5 4 4]    |

**Gambar 2.** Fungsi Variabel IPK



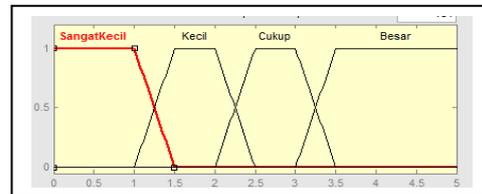
2. Penghasilan Orang Tua

Variabel ini dibagi menjadi 4 himpunan fuzzy yaitu himpunan Kurang, Menengah, dan Mampu. Angka yang ditampilkan dalam kurva adalah dalam satuan juta rupiah

**Tabel 2.**Nilai linguistik Penghasilan Orang Tua

| Nilai Linguistik | Interval      |
|------------------|---------------|
| Sangat Kecil     | [-0 0 1 1.5]  |
| Kecil            | [1 1.5 2 2.5] |
| Cukup            | [2 2.5 3 3.5] |
| Besar            | [3 3.5 4 4]   |

**Gambar 3.**Fungsi Variabel Penghasilan Orang Tua



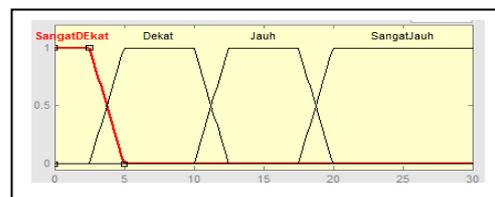
3. Rumah

Penentuan himpunan Atribut rumah berdasarkan jarak rumah dengan kampus dengan Variabel dibagi menjadi 4 himpunan fuzzy yaitu himpunan Kurang, Menengah, dan Mampu. Angka yang ditampilkan dalam kurva adalah dalam satuan Kilo Meter

**Tabel 3.**Nilai linguistik Rumah

| Nilai Linguistik | Interval          |
|------------------|-------------------|
| Sangat Dekat     | [-0 0 2.5 5]      |
| Dekat            | [2.5 5 10 12,5]   |
| Jauh             | [10 12.5 17.5 20] |
| Sangat Jauh      | [17.5 20 30 30]   |

**Gambar 4.**Fungsi Variabel Rumah



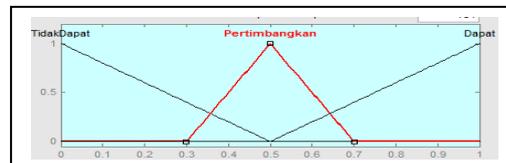
4. Variabel Beasiswa

Variable beasiswa merupakan variable hasil atau output dari himpunan fuzzy, dimana variable inputnya terdiri dari IPK, Penghasilan Orang Tua, dan rumah.

**Tabel 4.**Nilai linguistik variable Beasiswa

| Nilai Linguistik | Interval |
|------------------|----------|
| Rendah           | [0,5,5]  |
| Cukup tinggi     | [4,7]    |
| Tinggi           | [5,5,10] |

**Gambar 5.**Fungsi Variabel Beasiswa



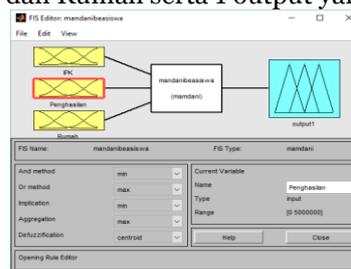
5. Menentukan aturan (Rules) Dalam proses inferensi dengan logika fuzzy mamdani, dibuatlah aturan-aturan yang menunjang keluaran sistem yang berjumlah 18 aturan :

1. If (IPK is sangat\_rendah) and (Penghasilan is SangatKecil) and (Rumah is SangatDEkat) then (output1 is TidakDapat)
2. If (IPK is sangat\_rendah) and (Penghasilan is SangatKecil) and (Rumah is SangatJauh) then (output1 is TidakDapat)
3. If (IPK is sangat\_rendah) and (Penghasilan is Besar) and (Rumah is SangatDEkat) then (output1 is TidakDapat)
4. If (IPK is sangat\_rendah) and (Penghasilan is Besar) and (Rumah is SangatJauh) then (output1 is TidakDapat)
5. If (IPK is Rendah) and (Penghasilan is SangatKecil) and (Rumah is SangatDEkat) then (output1 is TidakDapat)
6. If (IPK is Rendah) and (Penghasilan is SangatKecil) and (Rumah is SangatJauh) then (output1 is TidakDapat) (1)
7. If (IPK is Rendah) and (Penghasilan is Besar) and (Rumah is SangatDEkat) then (output1 is TidakDapat)
8. If (IPK is Rendah) and (Penghasilan is Besar) and (Rumah is SangatJauh) then (output1 is TidakDapat)
9. If (IPK is Cukup) and (Penghasilan is SangatKecil) and (Rumah is SangatDEkat) then (output1 is TidakDapat)
10. If (IPK is Cukup) and (Penghasilan is SangatKecil) and (Rumah is SangatJauh) then (output1 is Pertimbangan)
11. If (IPK is Cukup) and (Penghasilan is Besar) and (Rumah is SangatDEkat) then (output1 is TidakDapat)

12. If (IPK is Cukup) and (Penghasilan is Besar) and (Rumah is SangatJauh) then (output1 is TidakDapat)
  13. If (IPK is Tinggi) and (Penghasilan is SangatKecil) and (Rumah is SangatDEkat) then (output1 is Pertimbangkan)
  14. If (IPK is Tinggi) and (Penghasilan is Kecil) and (Rumah is SangatDEkat) then (output1 is Pertimbangkan)
  15. If (IPK is Tinggi) and (Penghasilan is Cukup) and (Rumah is SangatDEkat) then (output1 is TidakDapat)
  16. If (IPK is Tinggi) and (Penghasilan is Besar) and (Rumah is SangatDEkat) then (output1 is TidakDapat)
  17. If (IPK is Tinggi) and (Penghasilan is Besar) and (Rumah is SangatJauh) then (output1 is TidakDapat)
  18. If (IPK is Tinggi) and (Penghasilan is SangatKecil) and (Rumah is SangatJauh) then (output1 is Dapat)
  19. If (IPK is Tinggi) and (Penghasilan is Kecil) and (Rumah is SangatJauh) then (output1 is Dapat)
  20. If (IPK is Tinggi) and (Penghasilan is Cukup) and (Rumah is SangatJauh) then (output1 is Pertimbangkan)
  21. If (IPK is Tinggi) and (Penghasilan is Besar) and (Rumah is SangatJauh) then (output1 is TidakDapat)
6. Implementasi

Pada penelitian ini implementasi simulasi program pada penelitian ini menggunakan toolbox fuzzy yang telah disediakan oleh program Matlab.

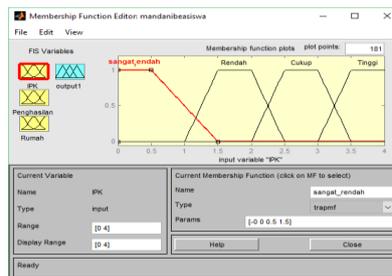
1. FIS Editor Jendela ini berguna untuk menyiapkan masukan (input) dan keluaran (output) sistem fuzzy yang dibangun menggunakan metode mamdani. Dalam hal ini disiapkanlah 3 input yaitu IPK, Penghasilan Orang Tua, dan Rumah serta 1 output yaitu Beasiswa.



**Gambar 6.**Fungsi Variabel Beasiswa

2. Membership Function

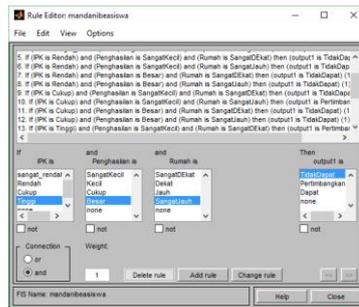
Editor Jendela ini berguna untuk menyiapkan atau membuat himpunan dengan fungsi keanggotaan pada setiap variabel input maupun output.



**Gambar 7.**Fungsi Variabel Beasiswa

3. Rule Editor

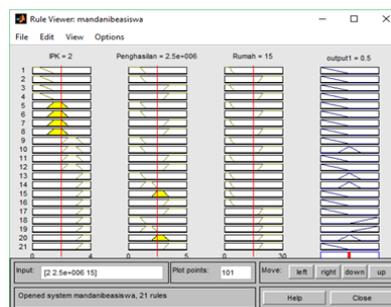
Pada jendela rule editor berguna untuk memasukan aturan-aturan yang telah dirancang untuk diproses selanjutnya.



**Gambar 8.** Fungsi Variabel Beasiswa

#### 4. Rule Viewer

Setelah aturan-aturan selesai dibuat, maka selanjutnya dapat melakukan uji coba (simulasi) dengan berbagai input data.



**Gambar 9.** Fungsi Variabel Beasiswa

### Pengujian

Pada penelitian ini kuota penerimaan beasiswa kampus hanya diperuntukan untuk 4 orang mahasiswa yang sesuai dengan kriteria yang ditetapkan, sedangkan mahasiswa yang mengikuti seleksi berjumlah 10 orang . Berikut adalah data mahasiswa yang mengajukan beasiswa dengan rekapitulasi syarat yang dibutuhkan yaitu IPK, Penghasilan Orang Tua, dan Rumah.

**Tabel 5.**Data Rekapitulasi Penerima Beasiswa

| Nama                 | Nilai Kriteria Fuzzy |     |       |        |
|----------------------|----------------------|-----|-------|--------|
|                      | IPK                  | POT | Rumah | H      |
| Latifah              | 4                    | 2   | 20    | 0,873  |
| Nuraini              | 3,89                 | 1,8 | 20    | 0,837  |
| Dwi Maria liliyanti  | 3,2                  | 2,3 | 20    | 0,6722 |
| Rina Agustina Sinaga | 3,75                 | 2,4 | 20    | 0,587  |
| Ayu Trisna           | 3                    | 2,4 | 19    | 0,5    |
| Daniel Agustian      | 3,86                 | 1,8 | 4     | 0,5    |
| Dita Miga Putri      | 3,98                 | 3   | 7     | 0,5    |
| Elza Asfika          | 3                    | 2,3 | 25    | 0,5    |
| Kemas Niko Adi Putra | 2,5                  | 1,5 | 17    | 0,5    |
| Putri Yulia Sari     | 3,7                  | 4   | 3     | 0,16   |

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini didapat beberapa kesimpulan :  
 1). Penerapan logika fuzzy dengan metode mamdani pada sistem yang dibuat dapat membantu dalam mengambil keputusan secara cepat dan tepat untuk menetapkan penerima beasiswa. 2). Penggunaan tool box fuzzy pada program Matlab sangat membantu dalam melakukan simulasi data masukan variabel yang dibuat.

### DAFTAR PUSTAKA

Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (1998). *The Unified Modeling Language User Guide*. Addison Wesley.

- Jadric, M., Garaca, Z., & Cukusic, M. (2010). Student Dropout Analysis with Application of Data Mining Methods. *Management, Vol. 15, 2010, 1, pp. 31 - 46*, 31-46.
- Kotsiantis, S. (2009). Educational Data Mining: A Case Study for Predicting Dropout-prone Students. *International Journal of Knowledge Engineering and Soft Data Paradigms, Vol 1, No. 2*, 101 - 111.
- Kusumadewi, S., & Hartati, S. (2010). *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf Edisi 2*. Graha Ilmu.
- Kusumadewi S dan Purnomo H, (2004) Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Putra, A. dan Hardiyanti, D.Y. *Penentuan Penerima Beasiswa Dengan Menggunakan Fuzzy Multiple Attribute Decision Making*. Jurnal Sistem Informasi (JSI), VOL. 3, NO. 1, April 2011.
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (1999). *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Addison Wesley Longman, Inc.
- Siler, W., & Buckley, J. J. (2005). *Fuzzy Expert System and Fuzzy Reasoning*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Ramezani & Montazer. (2006). Design and implementation of a fuzzy expert. *Ices*.
- Matondang, F., Kusumawati, R., dan Abidin, Z. *Fuzzy Logic Metode Mamdani untuk Membantu Diagnosa Dini Autism Spectrum Disorder*. UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.

## **SISTEM PENDUKUNG PENGAMBILAN KEPUTUSAN PENENTUAN PEMBERIAN OBAT GOLONGAN PENGHAMBAT POMPA PROTON**

**Muhammad Fakhurrifqi dan Anifuddin Aziz**

Departemen Teknik Elektro dan Informatika Sekolah Vokasi UGM, Yogyakarta

**Abstrak.** Pemberian obat secara tidak tepat kepada pasien akan sangat merugikan bagi kesehatan pasien baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Disamping itu dapat juga menjadi penyebab tingginya biaya pengobatan. Pada suatu penelitian yang telah dilakukan, terindikasi penggunaan obat-obat golongan penghambat pompa proton selain didasarkan pada prosedur tetap (protap), juga berdasarkan pengalaman klinis. Hal ini juga mengakibatkan kemungkinan terjadi pemberian obat secara tidak tepat. Pada Penelitian ini akan dikembangkan suatu sistem untuk memberi panduan bagi dokter untuk bisa memberikan obat golongan penghambat pompa proton yang sesuai dengan diagnosa pasien menggunakan Case Based Reasoning dengan hirarkis pohon metode C45. Hasil yang diharapkan pada penelitian ini adalah apakah usulan pemberian obat oleh sistem, berdasarkan kriteria yang dimasukkan, sesuai dengan kondisi yang sesungguhnya.

**Kata kunci:** sistem pendukung keputusan, C45, pemberian obat, proton

### **PENDAHULUAN**

Pemberian obat secara tidak tepat kepada pasien akan sangat merugikan sangat merugikan bagi kesehatan pasien baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, juga menjadi penyebab tingginya biaya pengobatan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Christianto (2012) terhadap pasien dengan gangguan pencernaan, terdapat beberapa kasus pemberian obat penekan asam lambung golongan penghambat pompa proton (terdiri dari omeprazole, lansoprazole, esomeprazole, rabeprazole, pantoprazole) tidak sesuai kaidah (protap). Penggunaan obat-obat golongan penghambat pompa proton selain didasarkan pada prosedur tetap (protap), juga berdasarkan pengalaman klinis. Hal ini juga mengakibatkan kemungkinan terjadi pemberian obat secara tidak tepat.

Meskipun sudah terdapat protap (kaidah) pemberian obat golongan penghambat pompa proton, namun secara teori terdapat cukup banyak kaidah dan berbeda-beda antara satu kaidah dengan kaidah lainnya. Sehingga memungkinkan seorang dokter mengambil keputusan yang kurang tepat.

Diagnosa dan keluhan yang dialami pasien satu dan lainnya juga beragam. Keluhan yang sering kali dirasakan dapat berupa rasa panas didada (*heartburn*), sakit pada abdominal (*abdominal pain*), dan perdarahan saluran cerna. Namun juga terdapat keluhan-keluhan lain yang berbeda antar pasien. Riwayat medis pasien juga berbeda-beda, demikian juga kondisi pasien. Sehingga terdapat banyak sekali faktor yang harus dipertimbangkan oleh seorang dokter dalam pemberian obat.

Berdasarkan hal tersebut, untuk meningkatkan perbaikan klinis dan pencegahan penggunaan obat golongan penghambat pompa proton secara tidak efektif, dan lebih jauh lagi meningkatkan penggunaan obat yang tidak rasional yang akan berdampak pada tingginya biaya pengobatan dan resiko efek samping obat, maka perlu dilakukan suatu penelitian yang bisa menghasilkan suatu sistem untuk memberi panduan bagi dokter untuk bisa memberikan obat golongan penghambat pompa proton yang sesuai dengan diagnosa pasien.

CBR telah dikenalkan pada awal 1980an sebagai pendekatan penalaran yang dipercaya didukung oleh ide bahwa orang menggunakan kembali pengalamannya ketika memecahkan suatu masalah. Umumnya, CBR memiliki sejumlah besar kasus-kasus sebelumnya yang tersimpan dalam basis kasus. Ketika ada masalah baru, akan dilihat sebagai kasus baru dan dibandingkan dengan kasus-kasus pada basis kasus. Kemudian, kasus yang mirip dengan kasus baru akan digunakan sebagai saran pada pengguna sebagai solusi terhadap masalah baru tersebut. Biasanya, kasus baru yang diselesaikan, akan ditambahkan ke dalam basis kasus. Banyak sistem CBR yang telah dipublikasikan untuk memecahkan masalah dalam berbagai bidang, seperti : diagnosis, perencanaan, desain, dan pengolahan citra (Yang, dkk, 2004).

Sistem CBR dapat menggunakan pengindeksan hirarkis seperti pohon keputusan dan C4.5. (Jha, Foo, 1999). Pada CBR, pohon keputusan dikategorikan sebagai teknik pengindeksan kasus dengan pendekatan induktif. Pendekatan induktif digunakan untuk menentukan struktur berbasis kasus. Struktur hirarkis basis kasus yang dihasilkan menurunkan ruang pencarian pada saat proses *retrieval* (Pal, 2004).

Pada penelitian ini, akan digunakan metode C4.5 yang merupakan kelompok algoritma pohon keputusan untuk membangun suatu sistem yang dapat memberi panduan bagi dokter untuk bisa memberikan obat golongan penghambat pompa proton yang sesuai dengan diagnosa pasien menggunakan *Case Based Reasoning* dengan hirarkis pohon metode C45.

### **METODE**



Node pada tree ini terdiri dari tiga macam, yaitu root, stem dan leaf. Dengan demikian dibentuk tiga kelas dari kelas node sehingga ketiga kelas tersebut memiliki semua atribut dan metode node. Kelas-kelas tersebut adalah kelas root, stem dan leaf. Kelas root merupakan node paling atas yang tidak memiliki node induk. Kelas ini memiliki atribut anak dengan tipe node, yaitu root akan menyimpan node yang terdapat pada bawahnya atau bisa disebut node anak. Pembagian node-node anak ini berdasar suatu atribut yang tersimpan pada variabel attPembagi. Kelas root ini memiliki metode utama, yaitu buatCabang. Metode ini digunakan untuk membangkitkan node-node anak sesuai dengan prosedur yang ada.

Kelas stem merupakan node yang berada ditengah. Dia memiliki node induk dan node anak. Kelas ini hampir sama dengan kelas root, akan tetapi kelas ini mempunyai atribut bapak yang digunakan untuk menyimpan node induknya serta atribut anakKe yang digunakan untuk mengetahui node tersebut merupakan bagian anak dari pecahan atribut induknya.

Kelas leaf merupakan representasi dari node paling bawah, node yang mempunyai induk akan tetapi tidak memiliki node anak. Kelas ini memiliki atribut bapak yang digunakan untuk menyimpan node induknya, atribut kelas yang digunakan untuk menyimpan kelas dari data-data yang terkumpul di dalamnya serta atribut anakKe yang digunakan untuk mengetahui node tersebut merupakan bagian anak dari pecahan atribut induknya.

a. Implementasi sistem

Pada tahap ini dilakukan pembuatan program komputer menggunakan bahasa Java berdasarkan rancangan yang telah dibuat.

b. Pengujian sistem

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sistem.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data pemberian obat PPI akan dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama akan dijadikan sebagai data pembelajaran, yaitu data yang digunakan untuk membentuk pohon C4.5, sedang bagian kedua akan digunakan sebagai data uji. Setelah pohon C4.5 berhasil dibangun, maka setiap data uji akan dimasukkan dimasukkan ke dalam pohon tersebut sehingga akan didapatkan kelas.

Terdapat 112 sampel kasus pada data ini. Dari sekian banyak sampel kasus tersebut, akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu : data pembelajaran dan data uji. Pembagian data menggunakan 75%, artinya 75% dari keseluruhan sampel kasus ( 83 sampel kasus) digunakan sebagai data pembelajaran seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan sisanya (29 sampel kasus) digunakan sebagai data uji seperti ditunjukkan pada Gambar 3 Data pemberian obat PPI ini akan disimpan ke dalam sebuah file bertipe arff.

| Muai_atau... | Perut_sakit | Kembung | Perut_pan... | Nyeri_ulu... | Begah | Nyeri_peru... | Nyeri_peru... | Perut_kra... | Nyeri_tem... | Obat_PPI |
|--------------|-------------|---------|--------------|--------------|-------|---------------|---------------|--------------|--------------|----------|
| 1.0          | 1.0         | 1.0     | 1.0          | 1.0          | 1.0   | 1.0           | 1.0           | 1.0          | 1.0          | 0        |
| 0.0          | 1.0         | 1.0     | 1.0          | 1.0          | 1.0   | 1.0           | 1.0           | 1.0          | 1.0          | 0        |
| 1.0          | 1.0         | 1.0     | 1.0          | 1.0          | 0.0   | 1.0           | 1.0           | 1.0          | 1.0          | 0        |
| 0.0          | 0.0         | 1.0     | 1.0          | 1.0          | 1.0   | 1.0           | 1.0           | 1.0          | 1.0          | 0        |
| 1.0          | 1.0         | 1.0     | 1.0          | 1.0          | 1.0   | 0.0           | 1.0           | 1.0          | 1.0          | 1        |
| 0.0          | 1.0         | 1.0     | 1.0          | 1.0          | 0.0   | 1.0           | 1.0           | 1.0          | 1.0          | 0        |
| 0.0          | 1.0         | 0.0     | 1.0          | 1.0          | 1.0   | 1.0           | 1.0           | 1.0          | 1.0          | 0        |
| 1.0          | 1.0         | 1.0     | 1.0          | 0.0          | 1.0   | 1.0           | 1.0           | 1.0          | 1.0          | 1        |

**Gambar 2** Tabel data pembelajaran

| Muai_atau... | Perut_sakit | Kembung | Perut_pan... | Nyeri_ulu... | Begah | Nyeri_peru... | Nyeri_peru... | Perut_kra... | Nyeri_tem... | Obat_PPI | masuk ke ... |
|--------------|-------------|---------|--------------|--------------|-------|---------------|---------------|--------------|--------------|----------|--------------|
| 0            | 1           | 0       | 0            | 0            | 0     | 0             | 0             | 0            | 0            | 0        | 0            |
| 1            | 1           | 0       | 0            | 0            | 0     | 0             | 0             | 0            | 0            | 0        | 0            |
| 0            | 0           | 1       | 0            | 0            | 0     | 0             | 0             | 0            | 0            | 0        | 0            |
| 1            | 0           | 0       | 0            | 0            | 0     | 0             | 0             | 0            | 0            | 0        | 0            |
| 1            | 0           | 0       | 0            | 0            | 0     | 0             | 0             | 0            | 1            | 0        | 1            |
| 0            | 0           | 0       | 0            | 0            | 0     | 0             | 0             | 0            | 0            | 0        | 0            |
| 0            | 0           | 0       | 0            | 1            | 1     | 0             | 0             | 0            | 0            | 1        | 1            |
| 1            | 1           | 0       | 0            | 0            | 0     | 0             | 0             | 0            | 0            | 0        | 0            |

**Gambar 3** Tabel data uji

Sistem yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman JAVA dapat berjalan dengan baik dan mampu melakukan fungsi-fungsi sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Hasil perhitungan akurasi yang didapatkan ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1** Hasil Pengujian

|                 |                                      |
|-----------------|--------------------------------------|
| Jumlah data uji | 29                                   |
| Kasus Benar     | 27                                   |
| Kasus Salah     | 2                                    |
| <b>Akurasi</b>  | $27/29*100\% =$<br><b>93.10345 %</b> |

Dari tingkat akurasi yang didapatkan, maka untuk data pemberian obat PPI, sistem ini dapat digunakan untuk membantu dokter dalam menentukan pemberian obat PPI kepada seorang pasien.

#### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, 1). Dari tingkat akurasi yang didapatkan, maka untuk data pemberian obat PPI, sistem ini dapat digunakan untuk membantu dokter dalam menentukan pemberian obat PPI kepada seorang pasien. 2). Rule yang dihasilkan dapat digunakan untuk evaluasi terhadap protap ataupun penegakan protap

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Jha, G., Hui, S.C., Foo, S., 1999, A hybrid case-based reasoning and neural network approach to online intelligent fault diagnosis, Proceedings of 3rd International ICSC Symposia on Intelligent Industrial Automation and Soft Computing Genoa, Italy, 376-381
- Pall, Sankar K., Shiu, Simon C.K., 2004, Foundation of Soft Case Based Reasoning, John Wiley and Sons, USA
- Yang, B.S., Han, T., Kim, Y.S., 2004, Integration of ART-Kohonen and case-based reasoning for intelligent fault diagnosis, Expert Systems with Applications 16, 387-3

## **FRAMEWORK COBIT VERSI 4.1 UNTUK MENGUKUR KINERJA MANAJEMEN TEKNOLOGI INFORMASI PADA UNIVERSITAS PRIMA INDONESIA MEDAN**

**Marlince Nababan; Siti Aisyah dan Delima Sitanggung**

Universitas Prima Indonesia  
Email: nababansister@yahoo.co.id

**Abstrak.** *Teknologi Informasi yang baik adalah TI (Teknologi Informasi) yang dapat menyediakan informasi ketika dibutuhkan, dan informasi itu benar-benar berguna untuk peningkatan efektivitas proses bisnis. Apabila TI tidak bisa mencapai tujuan dan sasaran maka yang terjadi adalah kegagalan proyek TI. Pemantauan kinerja Manajemen TI haruslah dilakukan dengan tujuan untuk menjaga keamanan sistem informasi, untuk mempertahankan informasi yang disimpan dan diolah yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja dalam struktur organisasi. Framework COBIT (Control Objective for Information and Related Technology) membantu meluruskan TI dan bisnis dengan cara memfokuskan kebutuhan informasi pada bisnis dan mengelola sumber daya IT. COBIT Versi 4.1 menyediakan framework dan tata cara untuk mengimplementasikan IT. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan terhadap kinerja Manajemen TI di UNPRI Medan yang kemudian akan diaplikasikan atau diterapkan pada organisasi UNPRI Medan. Dengan mengukur kinerja Manajemen TI yang menggunakan framework COBIT Versi 4.1, maka kinerja manajemen TI UNPRI Tingkat kematangan tidak sesuai analisa ketetapan dengan analisa kesenjangan dimana analisa ketetapan berada pada tingkat kematangan 3 (Defined Proses).*

**Kata kunci:** *Framework, COBIT, Maturity Level*

### **PENDAHULUAN**

Penggunaan Teknologi Informasi telah banyak berkembang baik dalam instansi pendidikan, perusahaan dan rumah sakit. Apabila TI tidak bisa mencapai tujuan dan sasaran maka yang terjadi adalah kegagalan proyek TI. Teknologi Informasi yang baik adalah TI (Teknologi Informasi) yang dapat menyediakan informasi ketika dibutuhkan, dan informasi itu benar-benar berguna untuk peningkatan efektivitas proses bisnis. Apabila TI tidak bisa mencapai tujuan dan sasaran maka yang terjadi adalah kegagalan proyek TI. Pemantauan kinerja Manajemen TI haruslah dilakukan dengan tujuan untuk menjaga keamanan sistem informasi, untuk mempertahankan informasi yang disimpan dan diolah yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja dalam struktur organisasi. *Framework COBIT (Control Objective for Information and Related Technology)* membantu meluruskan TI dan bisnis dengan cara memfokuskan kebutuhan informasi pada bisnis dan mengelola sumber daya IT. COBIT Versi 4.1 menyediakan *framework* dan tata cara untuk mengimplementasikan IT. Penelitian Ade, dkk (2012) bertujuan untuk mengukur kinerja sistem informasi akademik menggunakan *framework* Cobit versi 4.1, hasil pengukuran kinerja sistem informasi akademik yang berupa analisa, pemetaan *maturity* dan rekomendasi bagi institusi, sedangkan Sembiring (2013) sejauh mana pemanfaatan Teknologi Informasi di Keagenan menggunakan *framework* cobit versi 4.1 dengan hasil manajemen belum memahami pentingnya investasi pada bidang teknologi informasi, manajemen yang belum dikelola dengan baik. Dalam penelitian Alhan (2011) COBIT Versi 4.1 digunakan untuk Perancangan IT *Governance* dalam menangani permasalahan teknologi.

Universitas Prima Indonesia merupakan salah satu perguruan tinggi swasta yang sudah menerapkan berbasis Teknologi Informasi baik dari akademik, keuangan dan administrasi oleh karenanya COBIT di gunakan untuk menganalisa kinerja Manajemen TI di UNPRI dan sejauh manakah pengolahan TI di UNPRI.

### **Manajemen Teknologi Informasi Kinerja Manajemen**

Manajemen teknologi informasi mempunyai fokus pada upaya pencapaian efektivitas internal atas dukungan produk dan jasa teknologi informasi dan juga pengelolaan dari operasional teknologi informasi yang ada pada saat ini.

### **Manajemen Kualitas**

ISO 9001 adalah suatu standar internasional untuk sistem manajemen kualitas yang menetapkan persyaratan-persyaratan dan rekomendasi dari sistem manajemen kualitas yang bertujuan untuk menjamin bahwa organisasi akan memberikan produk yang sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. ISO 9001 itu sendiri bukanlah standar untuk produk, karena tidak menjelaskan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi oleh sebuah produk. Sehingga suatu organisasi yang telah mendapatkan sertifikasi ISO 9001 dapat dinyatakan bahwa sistem manajemen kualitasnya yang telah memenuhi

standar internasional (Gaspersz, 2011).

## Teknologi

Teknologi informasi yang unsur-unsurnya mencakup hardware, software, communication dan data availability, yang dapat membantu organisasi dalam memperoleh informasi yang kompetitif, menyajikan informasi dalam bentuk yang berguna serta untuk mengirim informasi ke pihak lain maupun lokasi lain. Kinerja teknologi informasi dipengaruhi oleh tingkat perkembangan teknologi informasi.

## Informasi

Informasi adalah salah satu sumber daya bisnis, seperti bahan mentah, modal dan tenaga kerja, informasi merupakan sumber daya vital bagi kelangsungan hidup organisasi bisnis. Setiap hari dalam bisnis, arus informasi dalam jumlah yang sangat besar mengalir ke pengambilan keputusan dan pemakai lainnya untuk memenuhi berbagai kebutuhan internal (James A.Hall, 2001).Sistem Informasi merupakan kumpulan sumberdaya dan jaringan prosedur yang saling berkaitan secara terpadu, terintegrasi dalam suatu hubungan hirarkis tertentu (Gondodiyoto, 2007), sedangkan Martin (1999) mengemukakan bahwa “Teknologi informasi tidak hanya terbatas pada teknologi komputer (perangkat keras dan perangkat lunak) yang digunakan untuk memproses dan menyimpan informasi, melainkan juga mencakup teknologi komunikasi untuk mengirimkan informasi.”.

## Teknologi Informasi

Teknologi informasi (*Information Technology*) biasa disingkat TI, IT atau *infotech*. Dalam *Oxford EnglishDictionary (OED2)* edisi ke-2 mendefinisikan teknologiinformasi adalah *hardware* dan *software*, dan bisa termasuk di dalamnya jaringan dan telekomunikasi yang biasanya dalam konteks bisnis atau usaha. Teknologi informasi adalah seperangkat alat yang membantu manusia bekerja dengan informasi dan melakukan tugas-tugas yang berhubungan dengan pemrosesan informasi.Teknologi informasi tidak hanya terbatas pada teknologi komputer (perangkat keras dan perangkat lunak) yang akan digunakan untuk memproses dan menyimpan informasi, melainkan juga mencakup teknologi komunikasi untuk mengirim informasi.

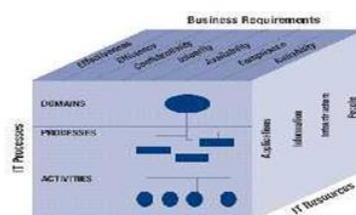
## COBIT

COBIT (*Control Objectives for Information and Technology*) merupakan model yang didesain untukmengendalikan fungsi TI. Model ini sebenarnya dikembangkan oleh *Information System Audit andControl Foundation* (ISACF), lembaga penelitian untuk *Information Systems Audit and Control Assocation* (ISACA). Tahun 1999 tugas ISAF untuk COBIT ditransfer ke *IT Governance Institute* (ITGI), yang merupakan badan idependen di dalam ISACA. “COBIT (*Control Objectives for Information andTechnology*) adalah kerangka dari *best practices* manajemen TI yang membantu organisasi untuk memaksimalkan keuntungan bisnis dari organisasi TI mereka.

## Framework COBIT

COBIT yaitu *Control Objectives for Information and Related Technology*yang merupakan audit sistem informasi dan dasar pengendalian yang dibuat oleh *Information Systems Audit and Control Association*(ISACA), dan *IT Governance Institute*(ITGI) pada tahun 1992, meliputi: (1) *Business information requirements*, terdiri dari: Information: *effectiveness* (efektif), *efficiency* (efisien), (keyakinan), *integrity* (integritas), *availability* (tersedia), (pemenuhan), *reliabilit*(dipercaya); (2) *Confidentiality compliance*; (3) *Information Technology Resource*, terdiri dari:*People, applications, technology, facilities, data*; dan (4) *High-Level IT Processes*

Secara keseluruhan konsep *framework* COBIT diGambarkan sebagai sebuah kubus tiga dimensi yang terdiri dari: (1) kebutuhan bisnis, (2) sumber daya teknologi informasi dan (3) proses teknologi informasi seperti pada Gambar 2.1.COBIT diGambarkan oleh model proses yang membagi teknologi informasi menjadi empat domain dan 34 proses sesuai dengan bidang yang bertanggung jawab terhadap perencanaan, membangun, menjalankan dan memonitor implementasi teknologi informasi, dan juga memberikan pandangan *end-to-end* teknologi informasi.



**Gambar 1** Framework COBIT

**Model Kematangan**

Model kematangan (*maturity model*) digunakan sebagai alat untuk melakukan *benchmarking* dan *self-assessment* oleh manajemen teknologi informasi secara lebih efisien. Model kematangan untuk pengelolaan dan kontrol pada proses teknologi informasi didasarkan pada metode evaluasi perusahaan atau organisasi, sehingga dapat mengevaluasi sendiri, mulai dari level 0 (*non-existent*) hingga level 5 (*optimised*) ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1 Maturity Model**

| Level                                     | Kriteria Kedewasaan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>0<br/>Non Existent</b>                 | Kekurangan yang menyeluruh terhadap proses apapun yang dapat dikenali. Perusahaan bahkan tidak mengetahui bahwa terdapat permasalahan yang harus diatasi.                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>1<br/>Initial / Ad Hoc</b>             | Terdapat bukti bahwa perusahaan mengetahui adanya permasalahan yang harus diatasi. Bagaimanapun juga tidak terdapat proses standar, namun menggunakan pendekatan <i>ad hoc</i> yang cenderung diperlakukan secara individu atau per kasus. Secara umum pendekatan kepada pengelolaan proses tidak terorganisasi.                                                                              |
| <b>2<br/>Repeatable but<br/>intuitive</b> | Proses dikembangkan ke dalam tahapan yang prosedur serupa diikuti oleh pihak-pihak yang berbeda untuk pekerjaan yang sama. Tidak terdapat pelatihan formal atau pengkomunikasian prosedur standar dan tanggung jawab diserahkan kepada individu masing-masing. Terdapat tingkat kepercayaan yang tinggi terhadap pengetahuan individu sehingga kemungkinan terjadi <i>error</i> sangat besar. |
| <b>3<br/>Defined Proses</b>               | Prosedur distandarisasi dan didokumentasikan kemudian dikomunikasikan melalui pelatihan. Kemudian diamanatkan bahwa proses-proses tersebut harus diikuti. Namun penyimpangan tidak mungkin dapat terdeteksi. Prosedur sendiri tidak lengkap namun sudah memformalkan praktek yang berjalan.                                                                                                   |
| <b>4<br/>Managed and<br/>measurable</b>   | Manajemen mengawasi dan mengukur kepatutan terhadap prosedur dan mengambil tindakan jika proses tidak dapat dikerjakan secara efektif. Proses berada dibawah peningkatan yang konstan dan penyediaan praktek yang baik. Otomatisasi dan perangkat digunakan dalam batasan tertentu.                                                                                                           |
| <b>5<br/>Optimised</b>                    | Proses telah dipilih ke dalam tingkat praktek yang baik, berdasarkan hasil dari perbaikan berkelanjutan dan permodelan kedewasaan dengan perusahaan lain. Teknologi informasi digunakan sebagai cara terintegrasi untuk mengotomatisasi alur kerja, penyediaan alat untuk peningkatan kualitas dan efektifitas serta membuat perusahaan cepat beradaptasi.                                    |

Indek Kematangan

$$Indek\ Kematangan = \frac{\sum Indek\ Kematangan\ atribut}{6}$$

Dengan kriteria indek penilaian ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Level Kematangan tata kelola Teknologi Informasi pada perusahaan

| Indek Kematangan | Level Kematangan             |
|------------------|------------------------------|
| 0-0.49           | 0- Non-Existent              |
| 0.50-1.49        | 1 – Initial/Ad Hoc           |
| 1.50-2.49        | 2 – Repeatable But Intuitive |
| 2.50-3.49        | 3 – Defined Proses           |
| 3.50 – 4.49      | 4-Managed and Measurabel     |
| 4.50 – 5.00      | 5- Optimized                 |

**Orientasi Pada Proses**

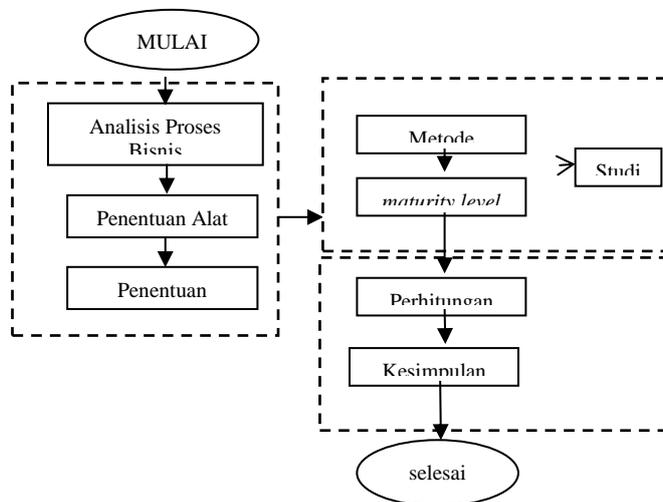
Aktivitas teknologi informasi COBIT 4.1 didefinisikan ke dalam 4 (empat) domain yaitu:

1. Perencanaandan Pengorganisasian/*Plan and Organise* (PO), yaitu domain ini mencakup taktik dan mengidentifikasi strategiterbaik teknologi informasi untuk dapat berkontribusi terhadap pencapaian tujuan bisnis.
2. Pengadaan dan Implementasi/*Acquire and Implement* (AI), yaitu Untuk mewujudkan strategi teknologi informasi,solusi teknologi informasi perlu diidentifikasi, dikembangkan atau diperoleh, serta diimplementasikan dan diintegrasikan ke dalam proses bisnis.
3. Penyampaian Layanan dan Dukungan/*Deliver and Support* (DS), yaitu Domain ini berkaitan dengandeliveraktual dari layanan yang dibutuhkan meliputi pelayanan, pengelolaan keamanan dan kontinuitas, dukungan layanan bagi pengguna, dan manajemen data dan fasilitas operasional.
4. Monitor dan Evaluasi/*Monitor and Evaluate* (ME), semua proses teknologi informasi perlu dinilai secara berkala dari waktu ke waktu untuk kualitas dan pemenuhan persyaratan. Domain ini membahas manajemen kinerja, pemantauan pengendalian internal, kepatuhan terhadap peraturan dan tata kelola.

**METODE**

A. Prosedur Penelitian

Prosedur Penelitian Pengukuran Kinerja Manajemen TI seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

B. Kuesioner

Adapun contoh kuesioner atau pertanyaan yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Kuesioner

| Domain                                              | Level Maturity |   |   |   |   | Total Pernyataan |
|-----------------------------------------------------|----------------|---|---|---|---|------------------|
|                                                     | 0              | 1 | 2 | 3 | 4 |                  |
| ME1.1 Monitoring Approach                           |                |   |   |   |   |                  |
| ME1.2 Definitions and Collection of Monitoring Data |                |   |   |   |   |                  |
| ME1.3 Monitoring Method                             |                |   |   |   |   |                  |
| ME1.4 Performance Assessment                        |                |   |   |   |   |                  |
| ME1.5 Board and Executive Reporting                 |                |   |   |   |   |                  |
| ME1.6 Remedial Actions                              |                |   |   |   |   |                  |
| Rata-rata                                           |                |   |   |   |   |                  |

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penilaian tingkat kematangan (*maturity level*) dilakukan dengan mempertimbangkan nilai indeks kematangan (*maturity index*) pada 4 (empat) atribut kematangan COBIT yang meliputi:

**a. ME 1 Monitor and Evaluate (ME) terdiri dari:**

1. *Monitoring Approach*
2. *Definitions and Collection of Monitoring Data*
3. *Monitoring Method*
4. *Performance Assessment*
5. *Board and Executive Reporting*
6. *Remedial Actions*

**b. ME2 Monitor and Evaluate Internal Control terdiri dari:**

1. *Monitoring of Internal Control Framework*
2. *Supervisory Review*
3. *Control Exceptions*
4. *Control Self-assessment*

**c. ME3 Obtain Independent Assurance terdiri dari:**

1. *Identification of External Legal, Regulatory and Contractual Compliance Requirements.*
2. *Optimisation of Response to External Requirements*
3. *Evaluation of Compliance With External Requirements*

**d. ME4 Provide IT Governance terdiri dari:**

1. *Establishment of an IT Governance Framework*
2. *Strategic Alignment*
3. *Value Delivery*
4. *Resource Management*

Kuesioner COBIT maturity level yang dibagikan kepada responden digunakan untuk menghitung tingkat kematangan tata kelola TI pada UNPRI. Kuesioner ini dibuat berdasarkan kriteria tingkat kematangan yang ditetapkan pada kerangka kerja COBIT 4.1 untuk domain ME1, ME2, ME3 dan ME4. Skala yang digunakan dalam kuesioner ini menggunakan skala Likert, dimana menggunakan 0-5. Software yang digunakan dalam perhitungan *maturity level* ini adalah Microsoft Excel. Setelah semua data hasil kuesioner diinput excel dan dihitung *maturity level* tiap proses. Hasil maturity level tiap proses dari responden kemudian dicari rata-ratanya, dan hasil rata-rata tersebut akan menjadi nilai maturity level atau tingkat kematangan tiap proses TI.

**Indek Kematangan atribut**

Indek kematangan atribut diperoleh dari perhitungan total pilihan jawaban kuesioner dengan rumus dan pembobotan pilihan jawaban sebagai berikut:

- a. Hasil Perhitungan dari domain ME1 adalah seperti ditampilkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Perhitungan Domain ME1

| <b>Domain</b>    | <b>Keterangan</b>                                   | <b>Hasil Perhitungan</b> |
|------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|
| ME1.1            | <i>Monitoring Approach</i>                          | 1.1                      |
| ME1.2            | <i>Definition and Collection of Monitoring Data</i> | 2.4                      |
| ME1.3            | <i>Monitoring Method</i>                            | 2.6                      |
| ME1.4            | <i>Performance Assessment</i>                       | 1.3                      |
| ME1.5            | <i>Board and Executive Reporting</i>                | 2.7                      |
| ME1.6            | <i>Remedial Actions</i>                             | 1.6                      |
| <i>Rata-rata</i> |                                                     | 2.5                      |

- b. Hasil Perhitungan dari domain ME2 adalah seperti ditampilkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Perhitungan Domain ME2

| <b>Domain</b>    | <b>Keterangan</b>                               | <b>Hasil Perhitungan</b> |
|------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|
| ME2.1            | <i>Monitoring of Internal Control Framework</i> | 3.9                      |
| ME2.2            | <i>Supervisory Review</i>                       | 3.8                      |
| ME2.3            | <i>Control Exceptions</i>                       | 3.7                      |
| ME2.4            | <i>Control Self-assessment</i>                  | 3.6                      |
| <i>Rata-rata</i> |                                                 | 3.85                     |

- c. Hasil Perhitungan dari domain ME3 adalah seperti ditampilkan pada Tabel 6

**Tabel 6.** Perhitungan Domain ME3

| Domain | Keterangan                                                                            | Hasil Perhitungan |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ME3.1  | Identification of External Legal, Regulatory and Contractual, Compliance Requirements | 1.9               |
| ME3.2  | Optimization of Response to External Requirements                                     | 2.61              |
| ME3.3  | Evaluation of Compliance With External Requirements                                   | 2.71              |
| ME3.4  | Positive Assurance of Compliance                                                      | 3.02              |
| ME3.5  | Integrated Reporting                                                                  | 3.0               |
|        | Rata-rata                                                                             | 2.64              |

d. Hasil Perhitungan dari domain ME4 adalah seperti ditampilkan pada Tabel 7

**Tabel 7.** Perhitungan Domain ME4

| Domain | Keterangan                                  | Hasil Perhitungan |
|--------|---------------------------------------------|-------------------|
| ME4.1  | Establishment of an IT Governance Framework | 2.6               |
| ME4.2  | Strategic Alignment                         | 2.6               |
| ME4.3  | Value Delivery                              | 2.8               |
| ME4.4  | Resource Management                         | 2.9               |
|        | Rata-rata                                   | 2.97              |

### Analisa Kesenjangan

Hasil analisis tingkat kematangan tata kelola teknologi informasi pada Kinerja Manajemen TI di Universitas Prima Indonesia *as-is*, maka dapat diketahui bahwa tingkat kematangan tersebut diidentifikasi berada pada level 3. Sedangkan tingkat kematangan yang ditetapkan sebagai acuan (*to-be*) dalam tata kelola teknologi informasi diidentifikasi pada level 4.

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1). Pembentukan framework untuk tata kelola teknologi informasi harus disesuaikan dengan proses bisnis. 2). Penerapan teknologi informasi dengan menggunakan COBIT *Framework* dapat memberikan manfaat dalam arsitektur bisnis, arsitektur informasi, arsitektur teknologi dan arsitektur solusi sebagai pedoman. 3). Evaluasi tingkat kematangan implementasi teknologi informasi umumnya dipengaruhi oleh dimensi *ME2 Monitor and Evaluate Internal Control* dengan rata-rata 3.85 dan tingkat kematangan paling rendah berada pada *ME 1 Monitor and Evaluate (ME)*. 4). Bahwa tingkat kematangan diidentifikasi berada pada level 3. Kemudian diamanatkan bahwa proses-proses tersebut harus diikuti. Namun penyimpangan tidak mungkin dapat terdeteksi. Prosedur sendiri tidak lengkap namun sudah memformalkan praktek yang berjalan. 5). Tingkat kematangan tidak sesuai analisa ketetapan dengan analisa kesenjangan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alexsander S, 2010. "Pengaruh kematangan, Kinerja dan Perkembangan Teknologi Informasi di Perguruan Tinggi Swasta Yogyakarta Dengan Model Cobit Framework", Seminar Nasional Informatika ISSN: 1979-2328.
- Ade AH, M.Jajuli & Kun ST, 2012. Pengukuran Kinerja Sistem Informasi Akademik Dengan Menggunakan Kerangka Kerja COBIT 4.1 Pada Domain Plan and Organise di Universitas Singaperbangsa Karawang, Solusi, Vol. 10, No. 23
- Devi, F & Yudho, 2016. Audit Sistem Informasi/Teknologi Informasi Dengan Kerangka Kerja Cobit Untuk Evaluasi Manajemen Teknologi Informasi di Universitas XYZ, Jurnal Sistem Informasi MTI-UI, Volume 4, Nomor 1, ISBN 1412-8896.
- Desy, IR, 2015. Tingkat Kematangan Teknologi Informasi Menggunakan Framework COBIT Pada Layanan Teknologi Informasi, Jatisi, Vol. 2 No. 1 ISSN : 2407-4322.
- Gondodiyoto, S. 2007. *Audit Sistem Informasi: Pendekatan Cobit, Edisi Revisi*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Irmawati, C, 2014. Pengukuran Tingkat Maturity Tata Kelola TI Berdasarkan Domain Po dan AI Menggunakan COBIT 4.1., Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2014 ISSN: 1979-911X .

- Indra, D,H &Aries, T, 2010., Analisa Kesenjangan Tata Kelola Teknologi Informasi Untuk Proses Pengelolaan DataMenggunakan Cobit., Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XI.
- Rauf, F& Rani, L, 2015.Audit Tata Kelola Teknologi Informasi Untuk Mengontrol Manajemen Kualitas Menggunakan Cobit 4.1, Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informas Volume 1 Nomor 3 *e-ISSN : 2443-2229*.
- Satya W, S.Evaluasi Penerapan teknologi informasimenggunakan model cobit framework 4.1, Program Studi Magister Teknik Informatika Program Pascasarjana Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

## THE USE OF AMVA CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS ON KERBEROS USING QUEUING MODEL TO TEST THE PERFORMANCE OF AUTHENTICATION

Adya Zizwan Putra

Program Studi S2 Teknik Informatika, FASILKOM-TI USU  
Jalan Universitas No.24A Kampus Universitas Sumatera Utara Medan 20155  
Email: putrazizwanadya@gmail.com

**Abstract.** *The security in the network is an important aspect for communication and usage of internet for transaction in business the performance in general terms it is referred for the user response time it is measured by seeing the utilization in processing it is considered as important factor in security authentication. Due to higher usage in internet the users are been increased every year and accessing the network it has lead to an environment where information and data is been accessed by unauthorized access. To have better authentication the researchers and developers is focusing on protecting the information and computing systems for this an authentication protocol it assure security and access to the authorized user to be given access to the information system but the protocol which provides high level assurance which consumes large amount of processing and communication resources and the security which is been improved can have servers and networks which is having large amount of users and its results in lengthy delay for authenticating the users. In this thesis I use closed queuing model on Kerberos by introducing a proposed variant AES which will provide efficient accurate secure network authentication I demonstrate it by using validated analytical model which perform by MVA algorithm and AMVA. The performance between the two variants triple DES and AES algorithm I present a performance analysis and analyze it for the authentication protocols which is varied by using encryption algorithms and therefore understand the performance for the implications in the ciphers on the protocol.*

**Keywords:** kerberos, authentication, queuing model, AMVA.

### INTRODUCTION

Computing has seen an increasing trend in networks to have more features to be able connect with better accuracy which helps in making the connectivity double that will reach to everyone at their fingertips. The number of users that are connected to network it will increase each year the revolutionary changes that is been through the development in the network technology has increased with new possible ways to use internet as a medium for people to connect to the world by communicating and the advances in the network technology has seen various developments in creating social sites for people to communicate and know each other there has also been growth in business through internet by having secure working and transaction with legal advances which is been integrated by using the technology that implies in everyday life. The increase in internet usage is increasing each year there are millions of new subscribers that are interconnected to the network environment it has lead to exposure in the information systems by many unauthorized access which bring security of users and data at risk this is a critical issue in the network computing. The information of users and the data it is access and also destroyed by an unauthorized access this kind of security breach and network scanning events has been increased for this network authentication is important to identify the user and system (karn, 2000).

Authentication is important process for having a security for information and users mainly in the open networks the need to authentication process is to identify the user identity that is proven then only a user can access particular information. In the operating systems the various networking software does not have the strong form of authentication they use different ports and passwords which can be easily trace and access by using various tools hackers accessing through the network. The tools used by the hackers it sends an unencrypted password in the network there are also many worse cases where there are client and server applications to identify the user it must authenticate through the client program and many other applications it is dependent on client to restrict the various access and allow it is depends on client program but not on the server there is basic challenge in the network that is the password authentication is used to identify the user there is risk of security if users keep an simple password it can be subjected to different types of attacks. To protect the information on the various computing systems there has been focus of developers to have more secure authentication protocol and there is many protocols which is been developed to make improvement on the security with password. To secure protocols this is seen weakness of authentication through the password and securing protocols like Kerberos (Perlman, 1995).

To have high secure authentication there are protocols which is based on cryptographic algorithms in this the method is used is encryption which does encoding of the message that will hide the data content this message that is encrypted is known as cipher text. To retrieve the information in the plaintext from the message which is encrypted is known as Decryption. By making of use of this method call encryption and decryption of data by making use coding in decryption by use of a proper key these two algorithms which is based on key such as secret key and the public key algorithms the difference in the secret key also

known as symmetric this uses for operations by using the secret key but the public key algorithm use various keys for encryption of data and whereas the public key it is not derived from secret key.

The secret key algorithm it is categorized into two ciphers called as stream and block. To encrypt the data in a single frame of time it is done by the stream but whereas the block uses different amount of bits and use it as a single by encrypting it. The mainly used ciphers in the secret key is DES and data encryption are used but there are new advanced standard which is used in encrypting the data there are new versions which are developed that is likely to be replace and use in secret key algorithm (Dia, 2001).

To have permission for secret key to make it public without encrypting any key which does not allow any unauthorized access by making use of asymmetric cryptography in this only the user who has received the data can only read. The use of this both keys is essential in cryptography there are other best algorithms known as RSA it is been used and there are other also public key algorithm which is advanced option which is used as an alternative to the RSA is Elliptic curve.

The protocols which are used today has different range which is been integrated in many ways these authentication protocols in the network have very advance secure network which is based on symmetric cryptography know as Kerberos this is good for having analysis of having secret key that will able to identify and encrypt the data using the algorithms.

The developers of protocols faces the design challenges about the encryption in their performance level there are advanced secret key standards which is been approved for secret key algorithm which also has different benchmarks to doing analysis of the authentication and its performance in that we will analyze it in terms of its performance and understand the variance by using the algorithms of encryption to check the authentication and understand the accuracy with the security and performance which will be achieved through the variance (Gross, 1998).

In this thesis the chapters are been explained in this format in the next chapter I will explain the various different types of cryptography algorithms and the authentication protocol Kerberos using the cryptographic algorithms. In chapter three I have proposed a protocol variance that uses an advanced encryption protocol with a network queuing model to have flexibility with different operations this solution I chosen and analyze it by using the mean value algorithm and coded the Advanced MVA algorithm to do analysis of the performance and understanding the issues on the basis of the cryptography on the Kerberos authentication in the fourth chapter and the next chapters five and six I have discussed the proposed variant and the performance by evaluating for the approaches used and provided the conclusion for the methods and cryptography algorithms and the standards used on the approach on Kerberos.

## **THEORETICAL BASIS**

### **A. Cryptography usage in the authentication protocol on Kerberos**

For the authentication the Kerberos it is depended on the use of different cryptography in this there is use of two ciphers in the basic Kerberos stream ciphers is used to simulate the blocks with the presence of standard encryption which is combined to the methods used in Kerberos that is block chain and checksum. In this chapter I explain the various basics of cryptography and the standards which is been used for to understand the Kerberos variations are been briefly discussed in this chapter.

### **B. Cryptography**

It is branch of science with use of mathematics which helps to secure information across the networks. It is been measured in time and the data which is to be recovered from plaintext. Cryptography it can either be strong which is difficult to decipher without having a strong decoding tool in today's computing with advance technology the cryptography which is strong has very less possibility to decipher. The cryptographic algorithm it is a key which can be a word or a number the security of the data it depends on how is the algorithm its strength and the secrecy of data. The cryptography which is conventional it has two types of key-based known as secret key and public key the difference between two algorithm is that the symmetric make use of same key for both encryption and also decryption or it is derived from key of encryption whereas the public key uses different key and it does not be able to derive from another.

### **C. Secret key cryptography**

This algorithm it is been divided into two types of ciphers that is stream and block. The stream cipher only uses the single at a time and the block uses number of bits the secret ciphers it has the simple approach for encryption of the data it has very less complicated mathematically this are the two ciphers been used commonly across the networks.

There is standard which was developed in 1970 for the data encryption known as DES algorithm which was made as a standard by the NIST of US and this standard algorithm it is used by various countries governments it is the most used standard in the area of finance. DES has sixty-five bit block in which it has fifty-six keys and eight are bits it is used in this algorithm is used in advanced computers which do key search and it used in hardware. This standard is strong which helps to secure the network

from hackers but it can break through by organizations and government by making use of special kind of hardware this DES it is not used in most of the applications (hadidi, 1999).

The DES it has an advanced variant known as 3DES which has three stages having different key the total length of the key is one hundred and sixty eight bits which is way more stronger and also slow when it's compared with new ciphers. In present applications this is used for various reasons because the data encryption it was the first cipher of block which was used in public sector and it has vital role for having strong cryptography. This design was excellent and the DES it has been proven that it is having stronger cipher which is used to analyze the attacks. The design it is understandable by using the block ciphers and the cryptanalysis is been developed and in present solution the Des is not used in practical but it used to describe the various techniques and there is no technique which has broken in structural for this standard but the only weakness is the size of the key is less.

For having more secure network to prevent attacks in DES and meet the modern applications needs NIST has made proposal for advanced standard in encryption knows as AES. This standard is been selected after testing five different algorithms it got selected. The AES had the size of block with bit size ranging from 128 which can be increase by giving support to higher amount of bit keys till two hundred and fifty six the keys which has higher size gives efficient function of hash which uses the square type of cipher. There are different reasons for using the Rijndael because it performs accurately across different environments which help in having low memory and also operations can be easily defends the attacks according to its timing on the network.

The ciphers which is most used are block this helps in transforming the data from a fix size to another which is been selected as a function and the key has both types of blocks and have n bits. It does permutation of n-bit doing one to one mapping and if the block is encrypted two times having the same amount of key then the results of cipher will be same this type of encryption is call ECB that is been used by hacker that can cause plaintext blocks to be identical and it would encrypt for this there are two types of modes which are standard and widely used:

The AES it is use to block by using key length it is chosen according to big size that varies Between 128 to 256 bits these blocks are used as operation in form of state which is organize In terms of array size of eight bit and four rows which is equal to length of block that is divided by thirty- two.

There are four different transformations which is used in the above table in the following order: Byte sub it is a no linear form of substitution which is been executed if form of state in the following S-Box 8\8 size. It also has four different rows in shifting order and mix column which uses matrix multiplication in the mix step. The state is applied using an add round key in bit wise order in this column mixing is not perform and the round keys is derived from single key and in each step the keys is same size. By using the recursive patterns, the size of key is multiplied according to number of steps with the size of state and from these the round keys are been taken in sequential order (Sirbu, 1997).

The encryption algorithm consists of several rounds of mix column by adding shift row and subtracting byte sub and the key is expanded by having an addition of round key and in the final round all the features are been calculated expect mix column.

In the decryption algorithm it uses inverse of round that is given in the order of inverted mix column and byte sub. In the final round add round key is calculated the algorithm is rearranged due to various algebraic properties that are expectation of usage in inverse key and in the first round there is addition of round key after several rounds performed by using inverted byte sub and mix column is not calculated but in final round add round key is performed with shift row.

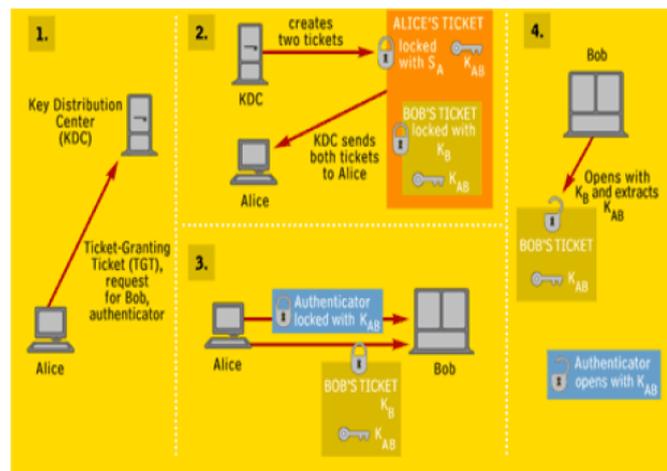
Public key cryptography uses a secret key which helps to secure network from unauthorized access in these the data is mathematically linked to encrypt the symmetric key that only verify public key which is sing by private key. In these keys are arranged in a communication section that uses cryptographic algorithm which uses for buffer size with the variants but these algorithms cannot chain the data into streams. Hell man first published the theory for public key algorithm in the year 1975 and in present the applications uses different technologies which implement on the basis of public key in RSA. It has a module that uses two types of encryption which is determine by using two different keys. Asymmetricalgorithm it is dependent on the proto call which helps to authenticate the user and secure the data. In these method the message is encrypted with private key and these message is send to the receiver by using public key the data is decrypted and it is shown to the authorized user. There are different types of public key algorithm which is used to secure the information in the network by using the following algorithm like RSA, curve cryptography and the proto calls which are used for these algorithm is DSS, SSH and also standard version is implemented with SSL to form TLS proto call.

#### *D. KERBEROS-An Authentication protocol*

The purpose of Kerberos is to allow users to authenticate to the services in the network by verifying the user identity from the server. These is performing without depending on operating system to give access for a user to authenticate without having a requirement for physical presents on the network in these the packets which are travelling on the network can be modified and read by the user and also

enable editing at their own will. These method is dependent on conventional cryptography by using the technique known as shared secret key the concept of technique of these is to keep the data secure and secret between the two persons to verify the identity by authenticating to the network and knowing the secret by conforming their identity for example let's suppose jim sends message to don and don needs to conform that message received from jim is actually send by his network before conforming on the inform. To solve these query they need to select a password and not share the secret with any one if jim message access by using password don will know that the sender was jim in these process the question arises is that how will jim know the password these process of messaging it uses signature block these will simplify the process that no one can understand the message and the password hidden inside the information but these type of messaging is been hacked by scanning and identifying the password keep the password without revealing it to anyone these type of password secret is been known by using different tools to solve these problem Kerberos use secret key cryptography in these process the user rather than sharing the password he can communicate and share a cryptography key by verifying their identity on the network in these process the information shared between two uses the sender sends an encrypted form of data and the receiver decrypt it.

In these process the authentication is perform on a server by requesting for credentials on the server these consist of two forms of the first one is a ticket for the server and use of a session key in these process the client identify the session key by encrypting to the server these type of authentication is used between the sender and receiver for having a different sub session key which helps in further communication between the two parties.



**Fig1:** Representation of Kerberos

In this the implementation runs on more physical post it mentions servers in form of data base for securing the users secret key in the implementation the coding is done saved inside libraries which provides Kerberos to have encryption and two have translation by using these coded librariesan application can authenticate the user by identifying the person details and send results for transmission of data.

It consists of different sub proto calls by using two methods a client can access to the server in the first method the client sends a request to access the server by verifying its identity and the server saves the secret key by encrypting the request made by the user in this process the user request for granting ticket that is in general words known as sing-up this information is later use to access to the server by login. In the second approach the user directly requests to the server to encrypt their identity on the Kerberos. Ones the server identify all the transactions and it gives secure exchange of messages and preserve the privacy of the two users in this process to verify the identity of transaction a ticket is been sent to the server by making use of encryption the server saves the information by using a time stamp which provides message to be generated without any reply it also uses session key to generate request to identify the details from the network (ADcock, 2001).

This method provides integrity by using session key to detect any attacks on the server this is complicated by doing collision proof for the client message in this process the privacy is secured by passing session key to obtain the verification from the Kerberos data base with can only read and later it can be modified by changing information in the key which is between a client and a Kerberos server of third party by using the proto call and a server such has KADM this server administrate by maintaining many copies of the data base that will be helpful in using different technology and my aim is to have a

secure network for authentication to analysis the performance by using cryptographic algorithm to maintain AES.

## METHODS

The use of encryption algorithm is important for performing security there has many evaluations by different researches to analyze system performance by evaluating the algorithm as the performance of proto call it is a vital topic to secure different algorithm which is used in computing and networking which has high load of work to measure the performance and its complexity (schneier, 1999).

According to zorkadis he identity five basic security services which impact on the communication performance that is access control and having proper authentication by keep the users privacy confidential and maintaining the integrity of the user in the network he also explained the impacts of creating and queuing model which has three nodes for securing the communication in the experiment which he used a bottle neck server and modeled it in the network he also suggested different optimization to analyze the preprocessing in the DES stream (Zorkadis, 1994).

The standard authentication proto call for a network as per (DCE)Kerberos proto call it is been analyzed on the basis of different operating systems such as windows XP and windows 7 all this services has been analyzed which make a bench mark for performance of application having secure authentication as per the analytical study by El-hadidi he used multiple queue models to test the Kerberos performance with hell man algorithm by using the hybrid protocol in these secret key was to distribute components of the algorithm and the analysis which was conducted using Kerberos it showed good performance by using hybrid proto call (Stallings, 1994).

There has been studies and practical on development of AES to be an standard encryption it supports key size up to 256 byte and the approved AES is 128 byte for using in secret level and for more security it can be extended upto192 byte there has been huge involving of people who uses Kerberos on daily basis to encrypt and decrypt the information according to application and network needs the algorithm used a Kerberos on modern technology like MIT uses triple BES with HMAC and Microsoft uses RC4 with HMAC there r many business organization using triple DES which is most commonly used algorithm in the Kerberos due to different security issues using DES the use of these algorithm has been stopped in the present companies Microsoft is using RC4 algorithm to implement in its software many companies are using AES has a default standard in its applications instead of triple DES (saha, 2001) (Booselaers, 1999)

In this thesis the Kerberos are design to use encryption ciphers which is been commonly used in the DES with the combination of block chaining and use of check sum methods the encryption is been able to identify the user who is exchanging messages inside its network the principal used to store secret key in the KDC by having trust and confidence on a network forits verification of authentication inside a network the principal KDC make use of secret key to create encrypted responses to the request received which helps in obtaining session key with the knowledge of different keys that can identify KDC response and authenticate to a service by verifying the identity that is been extracted session key to prove that the reserved response is been verified be identification of the service.

In general cases it is assumed that proto call used in the Kerberos can secure from cryptanalysis but in some networks the messages which is been identify cannot be verified with minimum keys it is important to have very good keys which be user typed password that will secure from brute post attacks which is more difficult to identify but having less keys can be easily targeted by hackers in the recent implementation the use of three DS Kerberos has shown variations by using the RSA standards with us of five check sum methods in these thesis I implement Kerberos version with AES that will be helpful for comparing the performance of various with 3DS protocol in these we will analyze the authentication of the users by checking the performance of different networks by using ciphers.

In this network model data from one server to another is been transferred by using queuing model which helps to determine customers and the demand of service is been determines in terms of work load and the calculation this network is been perform by using Metrix of each stations by calculating the time taken for each costumer for a queue.

For solving different equations that are represented in a balanced state it is been derived by using mathematical derivation on queuing network to balance a good global solution when this space of a state is huge this equation for checking global balance is turned as impractical to get a proper solution.

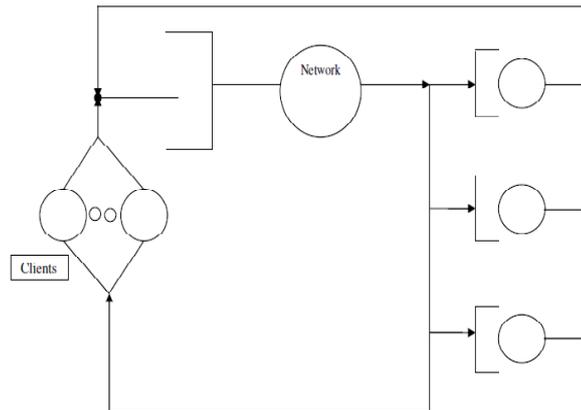


Fig2: Model for network using the closed queuing

I used this algorithm to have a stable and iterative solution for the networks by using closed queuing the relation between the products and its networks by using the theorem which is a flow low formula all this three relations are used in MVA algorithm the theorem states the queuing station will join length which has same average length it deals with individual amount of throughput which is stated has average number of customers standing in queue to have service for the average meeting time the MVA method it is derived in four equation using theorem.

$$W_i(n) = s_i + s_i L_i(n-1) \dots\dots\dots (1)$$

$$Y_0(n) = n / (\sum v_i W_i(n)) \dots\dots\dots (2)$$

$$Y_i(n) = Y_0(n) V_i \dots\dots\dots (3)$$

$$L_i(n) = Y_i(n) W_i(n) \dots\dots\dots (4)$$

Where:

$W_i(n)$  = the mean delay at server  $i$  when there are  $n$  customers in the system

$s_i$  = the mean service time at server  $i$

$L_i(n)$  = the mean number of customers at server  $i$  when there are  $n$  customers

in the system.

$Y_0(n)$  = the average system throughput when there are  $n$  customers in the

system

$n$  = the number of customers in the system

$K$  = the number of devices in the system

$V_i$  = the average number of visits made to server  $i$  in one cycle through

the system

$Y_i(n)$  = the average throughput at server  $i$  when there are  $n$  customers in the

system

In the equation one by using the arrival theorem it explains queuing time and the equation two is a formula applied throughout the system and equation three is law of forced low and the equation four is a formula for queuing stations the equations requires less amount of costumers at every state that implies this MVA algorithm is iterative this system is been computed by using equation one it measures performance of the system by calculating equation four for all the  $K$  devices which is stating from  $N=0$  and range up to  $n$  number of customers.

Customers has different classes which is been derived by higher computing and making use of MVA iteration for a big queue of costumers this AMVA algorithm was developed by bard it eliminates the requirements that is needed to iterate by having  $n$  number of costumers and the equation one is replaced by AMVA equation.

$$W_i = s_i + \{(n-1)/n\} s_i L_i \dots\dots\dots (5)$$

In equation five there are number of iteration which is independent and it presents final values of MVA that is  $w_i$ ,  $l_i$ ,  $s_i$  and the AMVA uses number of costumers at a system accessing to server when there is  $n-1$  number of costumers in a systems it is estimated to iterate according to requirements of costumers available at the station and the equations of AMVA I have successfully solved with the difference of  $L_i$

which consecutive that estimates low amount of threshold value given by Agarwal that has proven AMVA algorithm is used for having a network of single class and it always terms to be a definitive limit.

**Algorithm AMVA**

```

AMVA() // AMVA Algorithm
Begin:

//INPUTS
Input starting number of customers in each class
Input the visit ratios v(I,r) for servers I and classes r
Input server queuing types ServerType(i) – Delay for PS
Input service time for each server and class s(I,r)
Input assignment of classes to ECs

//INITIALIZATIONS
//Calculate visit ratios v*(I,q) for the ECs
Do for all servers I, ECs q, and classes r in EC q;
    V*(I,q) = (SUMover r in EC q(v(I,r)))/(SUMover r in EC q(v(0,r)));
EndDo;

// Calculate alpha(i,r)'s
Do for all servers i, Ecs q and classes r in EC q;
    Alpha(I,r) = v(I,r)/SUMover s(v(I,s));
EndDo;

//Calculate the service time s*(I,q) for the ECs
Do for all servers I, ECs q and classes r in EC q;
    S*(I,q) = SUMover r in EC q(s(I,r));
EndDo;

//initialize n*estimate (I,q)'s
n*estimate(i,q) = the sum of the customer count for each server i and class member of EC q;

//Main Calculation
epsilonCheck = FALSE;
Do while (NOT(epsilonCheck));
    SOLVE(n*, n*estimate, w*, s*, x*);
    If the difference between all n*(i) and n*estimate(i) is less than epsilon
        epsilonCheck = TRUE;
EndDo;

//Calculate Class Level statistics from EC Statistics
Do for all servers I, ECs q, and classes r;

    if serverType(i) = "Delay" then w(I,r) = s(I,r);

    else w(i,r) = s(I,r) * (1 + SUMover q(n*(i,q)) + (n*(i,q) - 1));

x(i,r) = alpha(i,r) * x*(I,q)*v*(i,q); //where class r is a member of EC q

EndDo;

EndMain;

Procedure SOLVE(n*, n*estimate, w*, s*, x*)
//update queue length estimates to latest value

Do for all servers I and ECs q;
    n*(i,q) = n*estimate(i,q);
EndDo;

//Calculate wait time
Do for all servers i and Ecs q;
    If ServerType(i) = "delay" Then w*(i,q) = s(i,q);
    Else w*(i,q) = s*(i,q) * (1+(n*(i,q)-1)/n*(i,q));
    X*(0,q) = Nq(q)/SUMover i(w*(i,q)*v*(i,q));
EndDo;

Do for all devices I and ECs q;
    n*estimate(i,q) = x*(I,q)*w*(i,q)*v*(i,q);
EndDo;
EndProc;
    
```

**RESULTS AND DISUSSION**

To configure the client side by using implementation of application server and KDCS to perform all operations the size of triple DES is 192 bit keys and the block size is 192 bit for each transactions the total number of authentication is been recorded in the following steps the client request for TGT and it get response from the local KDC and then the client request for the remote access for TGT then the local KDC transact with remote access by this ticket is generated for the client request from the remote KDC it get response and authenticate for the client through the application server this is the transaction face for

cross authentication and this process is used in Kerberos to set up across realm simulation for this I test bed illustrating using a Microsoft XP and local KDC for the server and for the remote access KDC was run on Linux server and the application server was also used in this process.

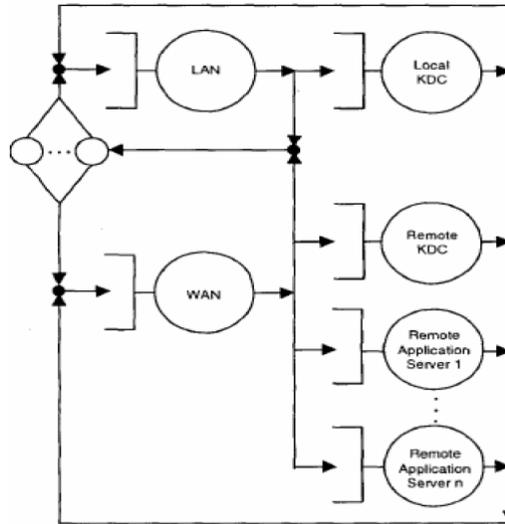


Figure 3: The use of two-realm topology on Kerberos closed queuing model

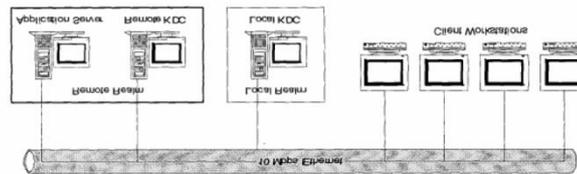


Figure 4: The setup test bed for cross authentication

To accept the client request in the UDP data gram by running a single process on KDC by using one of the encrypt algorithm by performing each authentication which request locally and also by receiving request from remote KDC by using cross authentication this two processers are run on the remote KDC in the first process the standard Kerberos wait for request to arrive on the data gram and the socket of TCP opens up for accessing the wait from the remote KDC to accept the request the process is multi traded on the server when a message is received it process by using it thread and responding to the request in this step the process of transaction between client and application server is authenticated by using a ticket when it receives acceptations from the KDC.

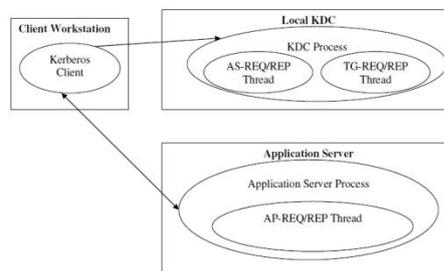


Figure 5: Authentication steps in the simulation

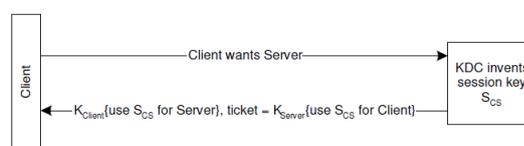


Figure 6: sequence showing the client request to KDC

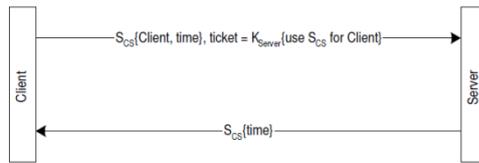


Figure 7: Client requesting using ticket to server

I used a validated model to investigate the performance of encryption algorithm for the authentication proto call I increased number of server applications and found that as I increased number of visits in the server for each process of transaction is increased that means the process for encryption also increase in each step I tested the access of local servers and found that the number of encryption is constant due to single step authentication so the number of clients was increased then the time response for the authentication is calculated in this proposed variant. I analyze the performance on Kerberos by using my proposed variant versus the triple DES the following chart shows the performance of the time of authentication with local server.

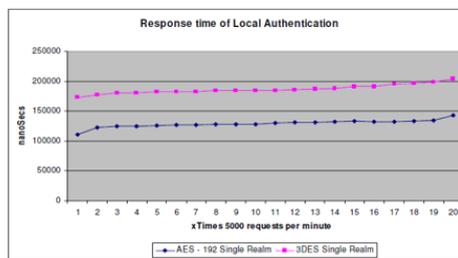


Figure 8: The comparison of response time in local server

From the above chart figure I found that the time for authenticated users is less when compared to triple DES on key length of 192 bit for AES and the figure 6 shows the response time for cross authentication of servers in Kerberos based on my implementation it compare between 3DES and key length of AES with 192 bit in this when the request was made by the client to the KDC it shows that the response time is the elapsed time between the start of request and the time taken for authentication to the ticket service granted to the client in this model. It includes authentication process with application server and KDC that also includes cross authentication when it is needed.

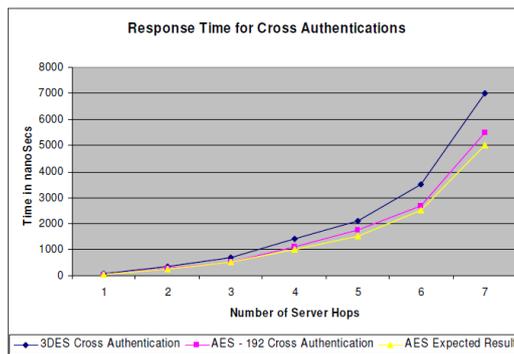


Figure 9: The comparison of the response time for cross server authentication

When comparing the figures the AES perform is closed to expectations to complete the implementation of the Kerberos by using more tuning based on hardware the results would have been more better I based my expectations by using the AMVA which I used in the queuing and the cryptographic I increased a bench mark for the encryption in this proposed variant. To understand and explore the relationship between proto call and the encryption algorithm which is used I performed the model by collecting the encryption and decryption time by I did not change the configuration in KDC my proposed model it takes account of authentication process and I did not consider the network work load in my sampling the signification amount of portion is been analysis for the authentication process by considering encryption and decryption performance is shown in below figure.

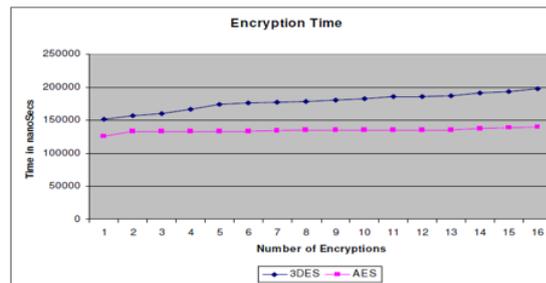


Figure 10: Comparison of the encryption time of two algorithms with Kerberos

In the above figure it proves that AES is faster in encryption than the triple DES because the algorithm chosen by a designer in the triple DES is not compatible with AES so they had to do decryption between the two processes and the reverse the process for decryption. In triple DES during the process for decryption it included the process to decrypt, encrypt then again decrypt this process made decryption slower on the algorithm when compared to AES. I tried to limit the bandwidth in my network to 10Mbps and still got the same results.

I have demonstrated by using validated analytical queuing model by using the quantitative performance by making difference between two variants of Kerberos. My analysis shows that the capacity of the application server and the KDCs is approximately equal and the AES variant gave better performance than triple DES for authentication on the server in the same realm. I also compared the response time for the Kerberos setup which authenticated to the client and providing service. My observation on the response time for the authentication cross realm servers shows that AES variant is faster than triple DES. I maintained the capacity of servers to be equal even in the cross authentication mode. By comparing the encryption time for all the variables in the control environment, I found that AES variant is faster in the authentication than triple DES and the encryption time when I compared found that to be faster in AES variant at the end of my analysis. I observed that by analyzing it shows that performance it shows that AES is most preferred cryptographic algorithm for Kerberos algorithm; it provides better performance for authentication by combining with better cryptography.

## CONCLUSION

The use of Kerberos in recent years has been used by many organizations and network services; it gives accurate network authentication. By introducing Kerberos and AES, it provides better and stronger security for network authentication. In this thesis, I used an analytical model to validate and demonstrate the performance of the two variants used in this protocol, that is triple DES and AES. The analysis shows that by using the KDC and application server which gives equal capacity, and I observed that AES performs better than triple DES in authenticating more than one server in a remote realm and by speeding up the server relative to KDCs, it helps to improve the length of AES that provides efficient higher rate authentication, which is also efficient in improving response time and we can also be able to use multiple authentication for remote realms by using KDCs; it gives faster response time by using the block length and key in AES and the flexibility provided by the AES for the encryption in the protocol; it helps enable the tuning of the system which is based on the requirement of the individual user for network authentication by using it provides a safer and stronger protocol.

## REFERENCES

- A.H. Harbitter. (2001). "Menace performance of public-key Enabled Kerberos authentication in large network". Symposium on Security and Privacy.
- Adcock. (2000). "Trading Off Strength and Performance in Network Authentication: Experience with the ACSA project in DARPA Information Survivability Conference and Exposition".
- Agarwal. (1985). "A Study of Approximations in Queuing Models".
- Agarwal. (n.d.). A Study of Approximations in Queuing Models.
- Apostolopoulos. (2000). "Securing Electronic Commerce: Reducing the SSL overhead".
- Ashley. (1997). A Survey of secure Multi-Domain Distributed architecture.
- Baasham. (1999). "Efficiency Testing of ANSI C Implementations of Round 1 Candidate Algorithms for the Advanced Encryption Standard".
- Baskett. (1975). "Open, Closed and Mixed Networks of Queues with Different classes for customers".
- Bjorkman. (1998). "Performance Models of Multiprocessor Implementation of protocols".
- Blaze. (1996). "High Bandwidth Encryption with Low-Bandwidth Smartcards".
- Booselaers. (1999). Fast Implementations on the Pentium.

- brooks. (2000). "Power-Aware Microarchitecture: Design and Modeling Challenges for Next-Generation Microprocessors".
- Bruell. (1980). "{Computational Algorithms for Closed Queuing networks".
- Burrows. (1990). "A Logic of Authentication", ACM Transactions on Computer Systems.
- Cristian. (1995). "Exception Handling and tolerance of Software Faults,in software fault tolerance".
- EI-Hadidi. (1999)." Performance Evaluation of a New Hybrid Encryption Protocol for Authentication and Key Distribution".
- Gross. (1998). Fundamentals of Queuing Theory.
- Johnson. (2000)." North American Cryptography "Archives. Retrieved from <http://cryptography.org/cgi-bin/noexport.cgi>.
- karn. (2000). Index of /cryptocd/source/ciphers/des/c/karn.
- kaufman. (1995)."private communication in a public world". PTR pretice hall .
- Lambert. (1998). "Elliptic Curve Cryptography Delivers High Performance and Security of E-Commerce". Computer Security Journal.
- M.E.Hellman. (1997). "new direction in cryptography". IEEE Transaction on information theory .
- Martinka. (1993)." A Performance Study of DCE 1.0.1 Cell Directory service implication for application and tool programmers.in lecture notes in computer service".
- Medvinsky. (1997). "Public Key Utilizing Tickets for Application Servers". Retrieved from <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-cat-kerberos-pk-tapp-03.txt>.
- Menasce. (2000). "Scaling for E-Business: Technologies,models performance and capacity planning".
- Metricom. (2001). Ricochet Security Whitepaper.
- Orozco. (1998). "Performance Evaluation of the IS-41 Security Mechanisms in a PCS Supporting Intelligent Network Services".
- RSA. (1999). "Understanding Public Key Infrastructure (PKI)".
- Saha. (2001). Bringing the Wireless Internet to Mobile devices.
- Schneier. (1999)." Performance Characteristics of the AES Submission".
- Sribu. (1997). "Distributed Authentication in Kerberos Using Public Key Cryptography".
- Stalling. (1994). "Kerberos Keeps the Enterprise Secure", in Data Communications.
- "standard performance evaluation corporation". (2000). Retrieved from <http://www.spec.org>.
- Swift. (2001)."Initial and Pass Through Authentication Using Kerberos v5 and the GSS-API" (IAKERB),.
- Tung. (n.d.). "Public Key Cryptography for Cross-Realm Authentication in kerberos". Retrieved from <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-cat-kerberos-pkcross-03.txt>.
- Tung. (2001). "Public Key Cryptography for Initial Authentication in Kerberos". Retrieved from <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-cat-kerberos-pk-init-12.txt>.
- Zenel. (1999). "General Purpose Proxy Filtering Mechanism Applied to the Mobile enviroment".
- Zorkadis. (1994). "Security versus Performance Requirements in Data Communications system".

## PENILAIAN KINERJA KARYAWAN DENGAN METODE FUZZY MULTI CRITERIA DECISION MAKING DI UNIVERSITAS SARI MUTIARA INDONESIA

Rianto Sitanggang

Universitas Sari Mutiara Indonesia, Medan

Email: riantho.sitanggang@yahoo.com

**Abstrak.** Penentuan ukuran prestasi kerja karyawan untuk menentukan golongan, tingkat gaji, persentase kenaikan gaji, mutasi karyawan dan sistem promosi karyawan, maka konsep penilaian kinerja karyawan merupakan proses penting yang akan mempengaruhi dalam pengambilan keputusan. Permasalahan yang muncul adalah terdapatnya multikriteria data serta data-data ketidakpastian yang digunakan dalam penilaian kinerja karyawan. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam perancangan sistem pendukung keputusan untuk permasalahan multikriteria adalah fuzzy multi criteria decision making (MCDM). Dengan adanya sistem penilaian kinerja karyawan (Performance Assessment) yang berkualitas tinggi dapat mendukung, meningkatkan prestasi individu dan memastikan bahwa karyawan menerima evaluasi yang adil sehingga tidak menghambat prospek karyawan sekarang dan masa depan.

**Kata Kunci:** Penilaian Kinerja Karyawan, Multi Criteria Decision Making (MCDM)

### PENDAHULUAN

Dalam kehidupannya, manusia selalu dihadapkan pada permasalahan untuk mengambil suatu keputusan. Hal ini juga terjadi pada sebuah perusahaan dalam proses penilaian karyawan. Permasalahan yang muncul adalah terdapatnya multikriteria data serta data-data ketidakpastian yang digunakan dalam penilaian kinerja karyawan. Dengan pesatnya perkembangan komputer dan meningkatnya kegunaan komputer, salah satunya sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan, maka dirancanglah sebuah sistem pendukung keputusan. Dimana sistem ini, nantinya diharapkan dapat membantu proses penilaian kinerja karyawan yang adil dan tepat berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan oleh perusahaan. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam perancangan sistem pendukung keputusan untuk permasalahan multikriteria adalah *fuzzy multi criteria decision making (MCDM)*. Selain itu konsep fuzzy dalam metode ini dapat menyelesaikan masalah data yang mengandung unsur ketidakpastian seperti pada kasus penilaian kinerja karyawan. Melalui proses perhitungan metode *fuzzy MCDM* maka akan diperoleh nilai prioritas maksimal sebagai nilai standar penentuan penilaian kinerja karyawan dan nilai prioritas karyawan yang akan dibandingkan dengan nilai standar tersebut, sehingga berdasarkan ketentuan interval nilai tiap tingkat penilaian karyawan, maka dapat ditentukan tingkat penilaian kinerja karyawan tersebut (Kusumadewi S, Hartati S, Harjoko A, Wardoyo R, 2006).

Berdasarkan hal-hal diatas, dalam Tugas Akhir ini penulis akan menggunakan metode *fuzzy Multi-Criteria Decision Making (MCDM)* sebagai model yang diterapkan guna memperoleh nilai prioritas dalam perancangan sistem penilaian kinerja karyawan. Selain itu metode *fuzzy MCDM* akan mengatasi masalah multikriteria pada proses penilaian kinerja karyawan (*performance assessment*) serta mengatasi kemungkinan adanya data-data yang bersifat ketidakpastian. Adapun masalah yang dibahas yaitu bagaimana mewujudkan penilaian kinerja karyawan yang adil berdasarkan kriteria yang ada, dan terkomputerisasi. Adapun tujuan penelitian ini yaitu terwujudnya sistem penilaian kinerja karyawan yang dapat membantu menentukan nilai kinerja karyawan secara adil dan membantu manajemen dalam pengambilan keputusan.

*Multiple Criteria Decision Making (MCDM)* merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam area pengambilan keputusan. Tujuan dari MCDM adalah memilih alternatif terbaik dari beberapa alternatif eksklusif yang saling menguntungkan atas dasar performansi umum dalam bermacam kriteria (atau atribut) yang ditentukan oleh pengambil keputusan (Chen, dalam Andayani S, 2012). Ada 2 pendekatan dasar pada masalah MCDM, yaitu *Multiple Attribute Decision Making (MADM)* dan *Multiple Objective Decision Making (MODM)*. MADM mengambil keputusan dengan memperhatikan beberapa atribut yang kadang saling bertentangan, sedangkan dalam MODM banyaknya alternatif tak terbatas dan timbal balik antar kriteria dideskripsikan dengan menggunakan fungsi kontinu (Kahraman, 2008 dalam Andayani S, 2012).

### METODE

Metode SAW sering juga dikenal istilah metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar metode SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternative pada semua atribut (Fishburn, 1967) (MacCrimmon, 1968). Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternative yang ada (Kusumadewi, Sri, Hartati, S., Harjoko, A., Wardoyo, R., 2006). Jika  $j$  adalah atribut keuntungan

(benefit). Jika  $j$  adalah atribut biaya(cost) Dimana  $r_{ij}$  adalah rating kinerja ternormalisasi dari alternative  $A_1$  pada atribut  $C_j$ ;  $i = 1,2,\dots,m$  dan  $j = 1,2,\dots,n$ . Nilai preferensi untuk setiap alternative ( $V_i$ ) diberikan sebagai :

Nilai  $V_i$  yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternative  $A_i$  lebih terpilih.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Perancangan Sistem

Pengembangan aplikasi penilaian kinerja karyawan menggunakan metode *fuzzy* MCDM, yang bertujuan untuk membantu mendukung keputusan dalam menentukan perbandingan nilai kinerja karyawan yang adil. Aplikasi ini membantu Manager HRD dalam menentukan penilaian kinerja karyawan secara adil yang melibatkan banyak kriteria secara optimal.

Untuk kriteria yang digunakan berdasarkan kriteria penilaian yang ada. Data yang akan diolah berupa derajat kecocokan dari setiap kriteria yangtelah ditentukan dari setiap penilai,dan perbandingan karyawan yang telah diurutkan dari yang tertinggi hingga terendah berdasarkan hasil penjumlahan terbobot yang telah dihitung menggunakan metode *fuzzy* MCDM dengan penyelesaian masalah menggunakan *Simple Addictive Weighting Method* (SAW).

### Analisa Kriteria, Rating

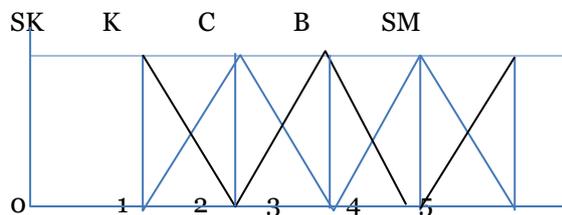
Untuk setiap kriteria, ketentuan kriteria dan rating kepentingan (bobot preferensi) setiap kriteria yang digunakan pada aplikasi ini disesuaikan dengan kepentingan. Berikut merupakan kriteria dan ketentuan yang digunakan pada Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Karyawan dalam aplikasi *Employee Management System* (EMS) :

- a. Kualitas Hasil Kerja (A1)
- b. Kuantitas Hasil Kerja (A2)
- c. Pengetahuan Tentang Pekerjaan (A3)
- d. Tanggung Jawab (A4)
- e. Kerja sama (A5)
- f. Jaringan Kerja (A6)
- g. Inisiatif (A7)
- h. Disiplin Kerja (A8)
- i. Integritas (A9)
- j. Kepedulian terhadap 5R dan Safety(A10)

Dari kriteria tersebut, maka dibuat suatu tingkat kepentingan kriteria berdasarkan nilai terbobot yang telah ditentukan kedalam bilangan *fuzzy*. Rating kecocokan setiap *alternative* (penilai) pada setiap criteria sebagai berikut :

- a. Sangat Kurang (SK) = 1
- b. Kurang (K) = 2
- c. Cukup (C) = 3
- d. Baik (B) = 4
- e. SangatBaik (SB) = 5

Nilai bobot tersebut dibuat dalam sebuah grafik yang ditunjukkan pada Gambar grafik dibawah :



Keterangan :

- a. SK = Sangat Kurang;
- b. K = Kurang;
- c. C = Cukup;
- d. B = Baik;
- e. SM = SangatMemuaskan.

Dan untuk rating kepentingannya yang akan digunakan sebagai *standard* dari penilaian yang diharapkan dari setiap kriteria :

- a. Sangat Rendah (SR) = 1
- b. Rendah (R) = 2
- c. Sedang (S) = 3

- d. Tinggi (T) = 4
- e. Sangat Tinggi (ST) = 5

Berdasarkan kriteria dan rating kecocokan setiap *alternative* (karyawan) pada setiap kriteria yang telah ditentukan, selanjutnya penjabaran bobot dari setiap kriteria yang telah dikonversikan dengan bilangan *fuzzy*. Kriteria yang digunakan dalam penilaian kinerja karyawan adalah sebagai berikut :

- a. Kualitas Hasil Kerja (A1)  
Kualitas Hasil Kerja adalah kemampuan untuk menyelesaikan pekerjaannya sesuai standar mutu yang telah ditentukan perusahaan.  
Rating Kepentingan : Sangat Tinggi (ST)
- b. Kuantitas Hasil Kerja (A2)  
Kuantitas Hasil Kerja merupakan kemampuan untuk menghasilkan atau menyelesaikan pekerjaan sesuai beban kerja yang diberikan.  
Rating Kepentingan : Sangat Tinggi (ST)
- c. Pengetahuan Tentang Pekerjaan (A3)  
Pengetahuan karyawan terhadap tugas dan pekerjaannya.  
Rating Kepentingan : Sangat Tinggi (ST)
- d. Tanggung Jawab (A4)  
Rasa tanggung Jawab karyawan terhadap tugas yang sudah menjadi pekerjaannya.  
Rating Kepentingan : Tinggi (T)
- e. Kerja sama (A5)  
Kemampuan untuk bekerja secara bersama dengan rekan kerja.  
Rating Kepentingan : Tinggi (T)
- f. Jaringan Kerja (A6)  
Pemahaman mengenai seluruh organisasi yang terkait dengan bagian/departemen masing-masing.  
Rating Kepentingan : Tinggi (T)
- g. Inisiatif (A7)  
Kemampuan untuk mengungkapkan ide.  
Rating Kepentingan : Tinggi (T)
- h. Disiplin Kerja (A8)  
Pemahaman dan pelaksanaan terhadap peraturan perusahaan.  
Rating Kepentingan : Tinggi (T)
- i. Integritas  
Keinginan untuk menjaga nilai-nilai yang ada di perusahaan.  
Rating Kepentingan : Tinggi (T)
- j. Kepedulian terhadap 5R dan *Safety*(A10)  
Kepedulian terhadap pelaksanaan 5R dan *Safety* yang sudah menjadi budaya di tempat kerja.  
Rating Kepentingan : Tinggi (T)

## KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat dijabarkan sebagai berikut ; a). Sistem ini bertujuan untuk membantu user dalam mengolah data karyawan, penilaian kinerja karyawan dan laporan-laporan. b). Perhitungan pada sistem untuk melakukan penyeleksian menggunakan metode SAW (*Simple Additive Weighting*). c). Hasil dari perhitungan sistem merupakan perbandingan nilai tertinggi ke rendah dan nilai tertinggi. d) Sistem yang dibangun hanya sebagai alat bantu untuk memberikan informasi kepada pimpinan perusahaan sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan dan diharapkan dapat mewujudkan sebuah penilaian yang adil berdasarkan kriteria yang telah ditentukan oleh perusahaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, E. & Rizal, R., 2011 *Pemrograman Berorientasi Objek C# Yang Susah Menjadi Mudah!!*, Edisi I, Informatika, Bandung.
- Kristanto, Andri, 2008, *Perancangan Sistem Informasi dan Aplikasinya*, Edisi Revisi, Cetakan Pertama, GavaMedia, Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri, Hartati, S., Harjoko, A., Wardoyo, R., 2006, *Fuzzy Multi-Atribut Decision Making (FuzzyMADM)*, Cetakan 1, Graha Ilmu, Yogyakarta.

## **PENERAPAN METODE DIJKSTRA PADA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS SEKOLAH LUAR BIASA DI KOTA MEDAN BERBASIS ONLINE**

**Evta Indra' Mardi Turnip dan Yonata Laia**

Sistem Informasi, Teknologi dan Ilmu Komputer UNPRI, Medan

\*Email: evtapribadi@gmail.com

**Abstrak.** Pada dasarnya manusia membutuhkan waktu untuk mencapai suatu tujuan. Semakin cepat waktu yang ditempuh maka semakin pendek pula jalur yang ditempuh. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat efisiensi waktu digunakan pada pola hidup manusia. Apalagi dengan tingkat perkembangan jaman yang begitu cepat, membuat manusia mengalami berbagai macam hambatan dalam menuju suatu lokasi tujuan. Pemanfaatan berbagai jalur untuk mencapai tujuan merupakan salah satu perkembangan pola pikir manusia. Suatu lokasi yang dulunya ditempuh dengan waktu yang lama kini mereka bisa capai dengan waktu yang singkat, ini disebabkan oleh informasi yang diketahui tentang rute tercepat menuju lokasi yang mereka tuju. Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk menentukan jalur terpendek. Salah satunya menggunakan algoritma Dijkstra. Algoritma dipakai dalam memecahkan permasalahan jarak terpendek (*shortest path problem*) untuk sebuah graf berarah (*directed graph*) dengan bobot-bobot sisi (*edge weights*) yang bernilai tak negative. Kota Medan sebagai Ibukota Provinsi Sumatera Utara adalah sebagai pusat kegiatan pendidikan. Keberadaan fasilitas pendidikan di Kota Medan tersebar secara umum. Sistem Informasi Geografis berbasis Online ini dapat membantu masyarakat dalam pencarian Sekolah Luar Biasa (SLB) tersebut yang berada di Kota Medan. Penerapan dengan Metode Dijkstra dalam Sistem Informasi Geografis SLB di Kota Medan berbasis Online pada pencarian jarak lokasi terdekat dari tempat SLB awal ke SLB tujuan, sehingga menghasilkan informasi data spasial dan non spasial tentang SLB tersebut. Informasi data spasial direpresentasikan dalam bentuk grafis, sedangkan informasi atribut dari non spasial direpresentasikan dalam bentuk Tabel. Selanjutnya dengan Menerapkan Metode Dijkstra maka didapatkan rute terpendek menuju lokasi SLB tersebut.

**Kata kunci:** Sistem Informasi Geografis, Rute Terpendek, Dijkstra, Shortest Path, Sekolah Luar Biasa Kota Medan.

### **PENDAHULUAN**

Pemanfaatan berbagai jalur untuk mencapai tujuan merupakan salah satu perkembangan pola pikir manusia. Suatu lokasi yang dulunya ditempuh dengan waktu yang lamakini mereka bisa capai dengan waktu yang singkat, ini disebabkan oleh informasi yang diketahui tentang rute tercepat menuju lokasi yang mereka tuju. Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk menentukan jalur terpendek. Salah satunya menggunakan algoritma *Dijkstra*. Algoritma dipakai dalam memecahkan permasalahan jarak terpendek (*shortest path problem*) untuk sebuah graf berarah (*directed graph*) dengan bobot-bobot sisi (*edge weights*) yang bernilai tak negative (Albert Kurnia, et al : 2012).

Kota Medan sebagai Ibukota Provinsi Sumatera Utara adalah sebagai pusat kegiatan pendidikan. Keberadaan fasilitas pendidikan di Kota Medan tersebar secara umum. Sistem Informasi Geografis berbasis Online ini dapat membantu masyarakat dalam pencarian Sekolah Luar Biasa (SLB) tersebut yang berada di Kota Medan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :1). Membangun sistem informasi geografis yang memberikan informasi mengenai Letak Sekolah Luar Biasa yang ada di kota Medan bagi masyarakat. 2.) Menerapkan metode pencarian jalur terdekat untuk Sekolah Luar Biasa di Kota Medan menggunakan algoritma Dijkstra.

### **METODE**

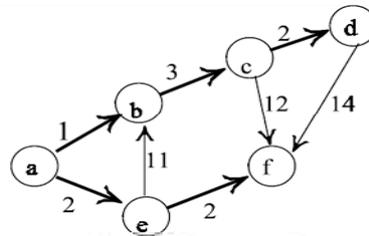
#### **Sistem Informasi Geografis**

Menurut Adam Suseno & Ricky Agus (2012), Sistem Informasi Geografis atau disingkat SIG dalam bahasa Inggris *Geographic Information System* merupakan sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Atau dalam arti yang lebih sempit adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi bereferensi geografis atau data geospasial untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan suatu wilayah, misalnya data yang diidentifikasi menurut lokasinya, dalam sebuah database.

#### **Metode Dijkstra**

Menurut Abdul & Agung (2012), Algoritma *Dijkstra* adalah algoritma yang populer untuk menentukan jalur terpendek. Algoritma ini pertamakali dikemukakan oleh Edsger W. Dijkstra pada tahun 1959 dan telah secara luas digunakan dalam menentukan rute tersingkat atau jalur terpendek berdasarkan kriteria tertentu yang digunakan sebagai batasan. Algoritma ini disebut sebagai sumber

tunggal algoritma untuk menentukan alur terpendek. Dalam algoritma ini, untuk setiap vertex tertentu disebut sebagai titik jalur terpendek ke semua titik yang lain. Dalam algoritma ini tidak hanya terfokus untuk mencari jalur terpendek dari setiap vertex tetapi kesemua vertex yang tersedia. Algoritma ini dapat diterapkan pada grafik hanya dengan bobot non-negative. Algoritma Dijkstra menemukan jalur terpendek ke graph bervertex diurutkan jarak dari sumber tertentu. Dalam proses pencarian jalur terpendek, Algoritma Dijkstra menemukan jalur terpendek dari sumber titik vertex terdekat menuju titik selanjutnya.



|          |   |   |   |   |   |   |
|----------|---|---|---|---|---|---|
| Vertex   | a | B | c | d | e | f |
| Distance | 0 | 1 | 4 | 6 | 2 | 4 |
| Prior    | / | A | b | c | a | E |

**Gambar 2.** Grafik dengan Pohon Jalur Terpendek dalam Sebuah Tabel (Abdul & Agung, 2012)

Jalur terpendek dari node a ke semua node lain di Gambarkan dengan menunjukkan node terakhir yang dikunjungi sebelumnya pada setiap node. Sebuah contoh ilustratif di Gambarkan pada Gambar 2. Dalam Gambar tersebut, jalur terpendek dari node a ditandai dengan tepi yang lebih gelap. Pada Gambar di atas dicontohkan suatu graph yang memiliki jarak yang berbeda - beda dari satu titik ke titik lainnya. Diperlukan sebuah algoritma untuk menyelesaikan permasalahan rute pada Gambar tersebut, salah satunya menggunakan Algoritma *Dijkstra*. Algoritma *Dijkstra* menurut penemunya, seorang ilmuwan komputer, Edsger Dijkstra), adalah sebuah algoritma rakus (*greedy algorithm*) yang dipakai dalam memecahkan permasalahan jarak terpendek (*shortest path problem*) untuk sebuah graf berarah (*directed graph*) dengan bobot-bobot sisi (*edge weights*) yang bernilai tak negatif. Misalnya, bila vertices dari sebuah graf melambangkan kota-kota dan bobot sisi (*edge weights*) melambangkan jarak antara kota-kota tersebut, maka algoritma Dijkstra dapat digunakan untuk menemukan jarak terpendek antara dua kota. Input algoritma ini adalah sebuah graf berarah yang berbobot (*weighted directed graph*)  $G$  dan sebuah sumber vertexs dalam  $G$  dan  $V$  adalah himpunan semua vertexs dalam graph. Setiap sisi dari graf ini adalah pasangan vertices  $(u,v)$  yang melambangkan hubungan dari vertex  $u$  ke vertex  $v$ . Himpunan semua tepi disebut  $E$ . Bobot (*weights*) dari semua sisi dihitung dengan fungsi :

$$w : E \rightarrow [0, \infty]$$

jadi  $w(u,v)$  adalah jarak tak negatif dari vertex  $u$  ke vertex  $v$ . Biaya (cost) dari sebuah sisi dapat dianggap sebagai jarak antara dua vertex, yaitu jumlah jarak semua sisi dalam jalur tersebut. Untuk sepasang vertex  $s$  dan  $t$  dalam  $V$ , algoritma ini menghitung jarak terpendek dari  $s$  ke  $t$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum menerapkan metode Dijkstra dalam Sistem Informasi Geografis di Kota Medan terlebih dahulu di terangkan tentang jumlah SLB dan juga jarak antara satu SLB ke SLB lainnya. Berikut adalah daftar lokasi SLB yang ada di Kota Medan yang dijabarkan dalam Tabel 1 dibawah ini:

**Tabel 1.**Daftar Nama SLB yang ada di Kota Medan

| No | Nama Sekolah                      | Alamat                                                                      |
|----|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1  | SLB - BC PERGURUAN AL-AZHAR MEDAN | JL. Pintu Air IV No : 214 Padang Bulan Medan. Kwala Bekala Kec. Medan Johor |
| 2  | SLB ABC TPI MEDAN                 | JL. Sm. Raja Km. 7 No : 5 Medan arjosari -1 Kec. Medan Amplas               |
| 3  | SLB - A KARYA MURNI MEDAN         | Jl. Karya Wisata No : 6 Medan Johor Gedung Johor Kec. Medan Johor           |
| 4  | SLB - B KARYA MURNI MEDAN         | Jl. H.M Joni No : 66 A. Teladan Timur Kec Kota Medan                        |
| 5  | SLB – BC MARKUS MEDAN             | Jl. Kapten Muslim No : 226 Helvetia Timur Kec. Medan Helvetia               |
| 6  | SLB – C ABDI KASIH                | Jl. Rawe IV (Psr 6) No : 139 Tangkahan Kel Tangkahan. Kec. Medan Labuhan    |
| 7  | SLB – C MUZDALIFAH                | Jl. Guru IV, Gg Merak No : 15 A, Medan Kec. Kota Medan                      |
| 8  | SLB – C SANTA LUSIA MEDAN         | Jl. Sindoru No : 04 Pusat Pasar Medan. Kec Kota Medan                       |
| 9  | SLB – C & D YPAC MEDAN            | Jl. Adinegoro No : 2 Medan Gaharu Kec. Medan Timur                          |
| 10 | SLB – E NEGERI PEMBINA            | Jl. Karya Ujung Medan Helvetia Timur Kec. Helvetia                          |

|       |  |
|-------|--|
| MEDAN |  |
|-------|--|

**Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Dijkstra**

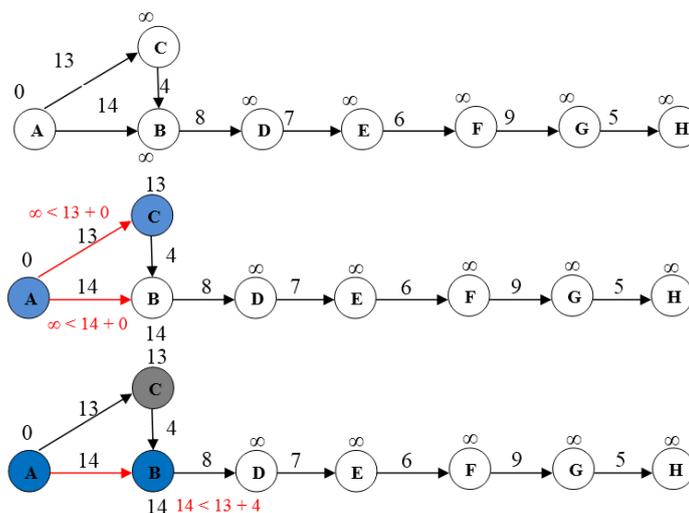
Permasalahan mengenai rute atau jalur yang menghubungkan tempat-tempat tertentu maka dapat kita Gambarkan dengan bulatan untuk memvisualisasikan tempat, dan garis untuk memvisualisasikan jalan/ rute. Representasi semacam ini merupakan suatu representasi dari graf. Sehingga dapat diselesaikan dengan Algoritma *Dijkstra*.

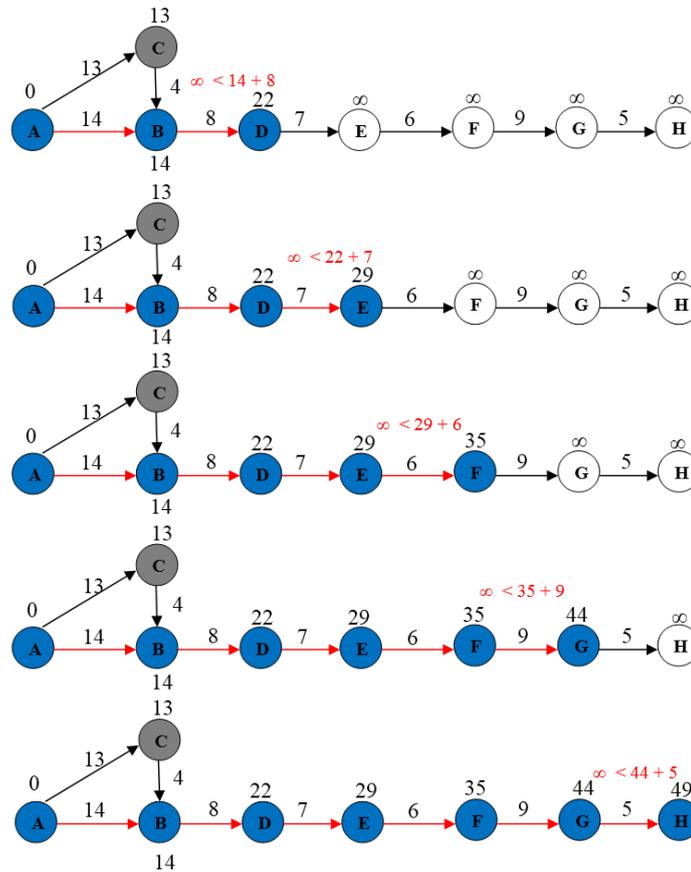
Pada perancangan sistem informasi geografis ini Algoritma *Dijkstra* yang telah diimplementasikan ke dalam bahasa PHP akan dipergunakan dalam mencari rute terpendek bagi masyarakat untuk menuju lokasi tujuan, sample data yang dipergunakan adalah data SLB yang ada di Kota Medan yakni SLB AL-AZHAR MEDAN, SLB ABC TPI MEDAN, SLB -A KARYA MURNI MEDAN, SLB -B KARYA MURNI MEDAN, SLB -BC MARKUS MEDAN, SLB -C ABDI KASIH, SLB -C MUZDALIFAH, SLB -C SANTA LUSIA MEDAN, SLB -C&D YPAC MEDAN dan SLB - E NEGERI PEMBINA MEDAN, dengan masing-masing memiliki bobot pada link-nya (panjang jalan).

**Tabel 2.** Analisis Panjang Jalan pada Peta SLB di Kota Medan

|                        | SLB -C Abdi Kasih | SLB -BC Markus | SLB -E Negeri Pembina | SLB -CD YPA C | SLB -C Santa Lusua | SLB -B Karya Murni | SLB -C Muzdalifah | SLB ABC TPI | SLB -A Karya Murni | SLB -BC Al-Azhar |
|------------------------|-------------------|----------------|-----------------------|---------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------|--------------------|------------------|
| SLB -C Abdi Kasih      | 0                 | 13             | 14                    | ∞             | ∞                  | ∞                  | ∞                 | ∞           | ∞                  | ∞                |
| SLB -BC Markus         | 13                | 0              | 4                     | ∞             | ∞                  | ∞                  | ∞                 | ∞           | ∞                  | ∞                |
| SLB - E Negeri Pembina | 14                | 4              | 0                     | 8             | ∞                  | ∞                  | ∞                 | ∞           | ∞                  | ∞                |
| SLB -CD YPAC           | ∞                 | ∞              | 8                     | 0             | 7                  | ∞                  | ∞                 | ∞           | ∞                  | ∞                |
| SLB -C Santa Lusua     | ∞                 | ∞              | ∞                     | 7             | 0                  | 6                  | ∞                 | ∞           | ∞                  | ∞                |
| SLB -B Karya Murni     | ∞                 | ∞              | ∞                     | ∞             | 6                  | 0                  | 9                 | ∞           | 12                 | ∞                |
| SLB -C muzdalifah      | ∞                 | ∞              | ∞                     | ∞             | ∞                  | 9                  | 0                 | 5           | ∞                  | ∞                |
| SLB ABC TPI            | ∞                 | ∞              | ∞                     | ∞             | ∞                  | ∞                  | 5                 | 0           | ∞                  | ∞                |
| SLB -A Karya Murni     | ∞                 | ∞              | ∞                     | ∞             | ∞                  | 12                 | ∞                 | ∞           | 0                  | 9                |
| SLB -BC Al-Azhar       | ∞                 | ∞              | ∞                     | ∞             | ∞                  | ∞                  | ∞                 | ∞           | 9                  | 0                |

Dari Tabel 2. diatas Angka angka yang ada diibaratkan jarak (Kilo Meter) antara dari satu sekolah ke sekolah lainnya yang digunakan sebagai acuan dalam penghitungan rute terpendek pada lokasi SLB di Kota Medan menggunakan Metode Dijkstra sesuai node asal dan node tujuan dari sebuah rute. Berdasarkan Tabel analisis, maka Gambar dari graf yang akan diselesaikan dijkstra apabila verteks asal ialah SLB -C abdi kasih dan verteks tujuan ialah SLB ABC TPI, adalah sebagai berikut:





**Gambar 2.** Graf Langkah-Langkah Perhitungan Dijkstra

Keterangan :

- A => SLB –C ABDI KASIH
- B => SLB – E NEGERI PEMBINA MEDAN
- C => SLB –BC MARKUS MEDAN
- D => SLB –CD YPAC MEDAN
- E => SLB –C SANTA LUSIA MEDAN
- F => SLB -B KARYA MURNI MEDAN
- G => SLB –C MUZDALIFAH
- H => SLB ABC TPI MEDAN

Dari Gambar 2. di atas, dapat dilihat bahwa rute terpendek dari verteks A menuju ke setiap verteks adalah:

- A→B : A-B = 14
- A→C : A-C = 13
- A→D : A-B- D = 22
- A→E : A-B-D-E = 29
- A→F : A-B-D-E-F = 35
- A→G : A-B-D-E-F-G = 44
- A→H : A-B-D-E-F-G-H = 49

Algoritma *Dijkstra* mencari jarak terpendek dari verteks asal ke verteks terdekatnya, kemudian keverteks berikutnya, dan seterusnya dengan ketentuan :

$$\min \{ \text{DestValue} , \text{MarkedValue} + \text{EdgeWeight} \}$$

Maka program akan berhenti karena semua node / verteks sudah terpilih. Dan menghasilkan jalur terpendek dari verteks A ke verteks H, sehingga akan didapat :

$$A \rightarrow H : A-B-D-E-F-G-H = 49$$

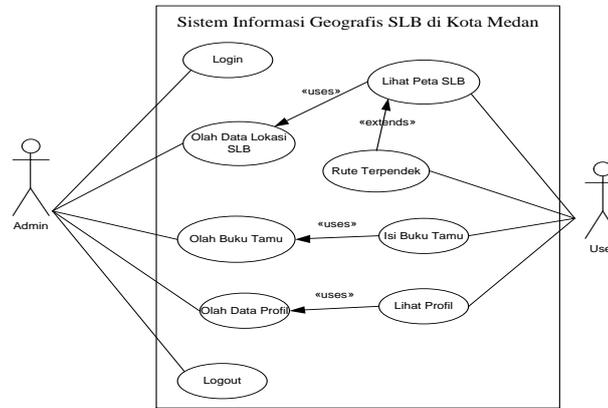
Atau pada dunia nyatanya, rute terpendek dari SLB –C ABDI KASIH (verteks A) menuju ke SLB ABC TPI MEDAN (verteks H) adalah melewati SLB – E NEGERI PEMBINA MEDAN, SLB –CD YPAC MEDAN, SLB –C SANTA LUSIA MEDAN, SLB -B KARYA MURNI MEDAN, SLB –C MUZDALIFAH hingga sampai ke SLB ABC TPI MEDAN dengan total jarak tempuh adalah **49 km**.

**Pemodelan Data**

Untuk membantu proses menemukan lokasi SLB yang ada di Kota Medan secara cepat dan tepat. Sistem yang akan dibangun berbasis *Online* ini menggunakan bahasa pemrograman PHP dan Database *MySQL* sehingga lokasi dapat dengan akurat ditemukan.

**Use Case Diagram**

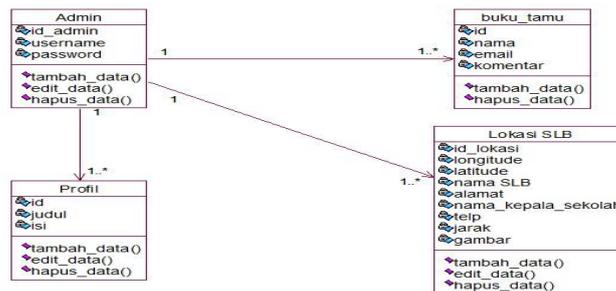
Dalam penyusunan suatu program diperlukan suatu model data yang berbentuk diagram yang dapat menjelaskan suatu alur proses sistem yang akan di bangun. Berikut *Use Case Diagram* yang dapat dilihat pada Gambar 3 Berikut:



**Gambar 3.** Use Case Diagram

**Class Diagram**

*Class diagram* menggambarkan struktur dan deskripsi *class*, *package* dan *objek* beserta hubungan satu

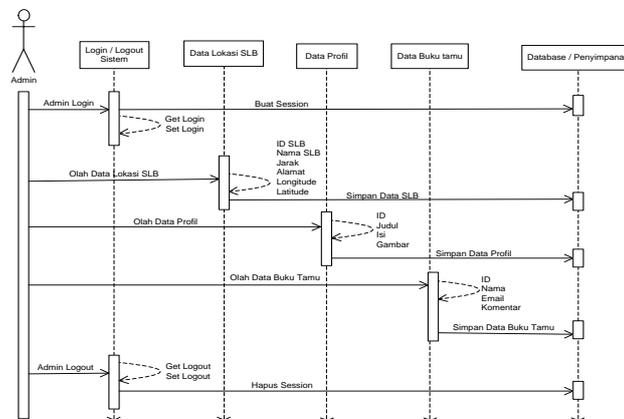


sama lain seperti *containment*, *pewarisan*, *asosiasi*, dan lain-lain. Berikut ini Gambar III.3 tentang *Class diagram*.

**Gambar 4.** Class Diagram

**Sequence Diagram**

Adapun *Sequence Diagram* dapat dilihat pada Gambar5 berikut ini:



**Gambar 4.** Sequence Diagram

## **KESIMPULAN**

Adapun kesimpulan yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: 1). Sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini, maka pengembangan sistem informasi telah mengarah kepada sistem informasi geografis yang lebih akurat. 2). Sistem informasi geografis yang dikembangkan pada aplikasi ini dapat dijadikan sebagai pencarian Lokasi Sekolah Luar Biasa terdekat di Kota Medan Secara efektif dan efisien. 3). Memudahkan *user* dalam pencarian jarak terdekat dari lokasi Sekolah Luar Biasa menggunakan metode Dijkstra.4). Dalam perancangan sistem ini menggunakan bahasa pemrograman PHP dan Mysql sebagai databasenya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Adam Suseno dan Ricky Agus, 2012, Penggunaan QuantumGIS dalam Sistem Informasi Geografis, Bogor.
- Albert Kurnia, et al, 2012, "Penerapan Metode Dijkstra Dalam Pencarian Jalur Terpendek Pada Perusahaan Distribusi Film" Jurnal KOMMIT, Vol. 7, September 2012, ISSN : 2302-3740.
- Anhar, 2010, Panduan Menguasai PHP dan MYSQL secara Otodidak, Mediakita, Jakarta Selatan.
- Prabowo pudjo Widodo dan Herlawati, 2011, Menggunakan UML, Bandung : Informatika.
- Rosa A.S dan M. Shalahuddin, 2011, Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak, Bandung : Modula.
- Wibowo, A.G. dan Wicaksono, A.P, 2012, "Rancang Bangun Aplikasi untuk Menentukan Jalur Terpendek Rumah Sakit di Purbalingga dengan Metode Algoritma Dijkstra", Jurnal Teknik Informatika, Vol. II, No.1, Mei 2012 : 2086-9398.

## **PENERAPAN METODE PROFILE MATCHING DALAM PENILAIAN KINERJA GURU (STUDI KASUS : YAYASAN PERGURUAN ERA UTAMA PANCURBATU)**

**Mardi Turnip; Desy Afridita Sitepu; Evta Indra dan Yanata Laia**

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi dan Ilmu Komputer, Universitas Prima Indonesia

Email: mardyturnip@gmail.com

**Abstrak.** Bagi setiap instansi, kualitas SDM menjadi salah satu kebutuhan utama yang menentukan kemajuan dan keberhasilan instansi tersebut. Untuk menentukan kualitas SDM nya, instansi tersebut melakukan proses penilaian kinerja. Yayasan Perguruan Era Utama Pancurbatu merupakan salah satu instansi pendidikan yang melakukan proses penilaian kinerja untuk meningkatkan mutu pendidikan disekolah tersebut. Permasalahan yang terjadi dalam proses penilaian kinerja guru pada sekolah tersebut masih dilakukan secara konvensional, banyaknya kriteria penilaian serta dibutuhkannya waktu yang lama bagi kepala sekolah dalam menyelesaikan penilaian kinerja guru tersebut. Berdasarkan permasalahan diatas, penulis mencoba memberikan solusi dengan merancang suatu sistem pendukung keputusan dalam penilaian kinerja guru menggunakan metode profile matching. Dalam hal ini, metode profile matching digunakan sebagai pemecahan masalah pada sistem pendukung keputusan dimana proses penilaian kompetensinya membandingkan antara nilai individu dengan nilai profil suatu jabatan dimana nilainya harus terpenuhi. Sistem ini dibangun dengan menggunakan bahasa program VB.Net 2008 dan database MySQL. Hasil akhir dari penelitian ini adalah nilai tertinggi yang diperoleh guru serta nilai evaluasi kinerja guru berdasarkan penilaian selama 5 tahun.

**Kata Kunci :** SPK, Penilaian Kinerja Guru, Profile Matching

### **PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi informasi dan kemajuan ilmu pengetahuan dirasakan begitu bermanfaat dalam memudahkan setiap pekerjaan bagi individu maupun institusi. Hal ini mendorong para ahli untuk menciptakan gagasan baru dalam mempermudah segala kegiatan yang dilakukan seperti halnya menciptakan suatu sistem pendukung keputusan. Era Utama Pancurbatu merupakan salah satu yayasan perguruan swasta di Sumatra Utara. Pada saat ini, Yayasan Era Utama Pancurbatu belum menerapkan sistem komputerisasi sehingga sering mengalami kendala seperti penilaian kinerja guru. Penilaian kinerja guru yang belum menggunakan sistem komputerisasi membuat kepala sekolah mengalami kendala dan kesulitan dalam menghasilkan penilaian yang cepat dan akurat. Adapun kendala dalam melakukan penilaian kinerja tersebut yaitu banyaknya kriteria penilaian, butuh waktu yang lama dalam menyelesaikan penilaian kinerja guru, banyaknya perhitungan yang harus diselesaikan dan sebagainya. Agar memperoleh hasil penilaian yang cepat, mudah dan akurat, dibutuhkan suatu sistem komputerisasi yang dapat membantu proses penilaian kinerja seperti halnya sistem pendukung keputusan penilaian kinerja. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat membantu kepala sekolah dalam meminimalisir kendala saat melakukan proses penilaian. Dalam menyelesaikan masalah tersebut, penulis menggunakan *profile matching* yang akan diterapkan pada sistem pendukung keputusan yang akan dirancang. Dari uraian permasalahan di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "*Penerapan Metode Profile Matching Dalam Evaluasi Kinerja Guru Pada Yayasan Perguruan Era Utama Pancurbatu*".

Menurut Rosanani (2014: 8) SPK merupakan suatu proses organisasi jika sifatnya semakin tertutup maka seluruh proses semakin terstruktur, komputasi dan rutin serta keputusan yang diambil berdasarkan perencanaan dan pengendalian. Dengan kata lain, hasil dari keputusan ini berpedoman pada proses. *Profile Matching* adalah salah satu metode yang digunakan untuk pemecahan masalah pada sistem pendukung keputusan, dimana proses penilaian kompetensinya harus dibandingkan antara nilai individu dengan nilai profil suatu jabatan yang nilainya harus terpenuhi oleh seseorang yang akan dinilai (Puspitasari, 2013). Berikut adalah beberapa tahapan dan perumusan perhitungan dengan metode *profile matching* :

### **Pembobotan**

Pada tahap ini, akan ditentukan bobot nilai masing-masing aspek dengan menggunakan bobot nilai yang telah ditentukan bagi masing-masing aspek itu sendiri (Ripto dkk, 2015). Dalam penentuan peringkat pada setiap aspek untuk jabatan yang sama pada setiap gap, diberikan bobot nilai sesuai dengan Tabel berikut :

**Tabel 1.** Keterangan Bobot Nilai Gap (Puspitasari, 2013)

| No | Selisih Gap | Bobot Nilai | Keterangan                                    |
|----|-------------|-------------|-----------------------------------------------|
| 1  | 0           | 5           | Kompetensi sesuai yang dibutuhkan             |
| 2  | 1           | 4,5         | Kompetensi individu kelebihan tingkat/level 1 |
| 3  | -1          | 4           | Kompetensi individu kurang tingkat/level 1    |
| 4  | 2           | 3,5         | Kompetensi individu kelebihan tingkat/level 2 |
| 5  | -2          | 3           | Kompetensi individu kurang tingkat/level 2    |
| 6  | 3           | 2,5         | Kompetensi individu kelebihan tingkat/level 3 |
| 7  | -3          | 2           | Kompetensi individu kurang tingkat/level 3    |
| 8  | 4           | 1,5         | Kompetensi individu kelebihan tingkat/level 4 |
| 9  | -4          | 1           | Kompetensi individu kurang tingkat/level 4    |

**Pengelompokan Core factor dan Secondary factor**

Setelah menentukan bobot nilai gap kriteria yang dibutuhkan, kemudian tiap kriteria dikelompokkan lagi menjadi dua kelompok yaitu *core factor* dan *secondary factor*.

a. *Core factor* (Faktor Utama)

*Core factor* merupakan aspek (kompetensi) yang menonjol/ paling dibutuhkan oleh suatu jabatan. Untuk menghitung *core factor* digunakan rumus (Kusnadi dkk, 2015) :

$$NCF = \frac{\sum NC}{\sum IC} \tag{1}$$

Keterangan :

- NCF = Nilai rata-rata *core factor*
- NC = Jumlah total nilai *core factor*
- IC = Jumlah item *core factor*

b. *Secondary factor* (faktor pendukung)

*Secondary factor* adalah item-item selain aspek yang ada pada *core factor*. Untuk menghitung *secondary factor* digunakan rumus (Kusnadi dkk, 2015) :

$$NSF = \frac{\sum NS}{\sum IS} \tag{2}$$

Keterangan :

- NSF = Nilai rata-rata *secondary factor*
- NS = Jumlah total nilai *secondary factor*
- IS = Jumlah item *secondary factor*

Rumus diatas adalah rumus untuk menghitung *core factor* dan *secondary factor* dari aspek kapasitas intelektual. Rumus diatas juga digunakan untuk menghitung *core factor* dan *secondary factor* dari aspek sikap kerja dan perilaku.

**Perhitungan Nilai Total**

Dari perhitungan *core factor* dan *secondary factor* dari tiap-tiap aspek, kemudian dihitung nilai total dari tiap-tiap aspek yang diperkirakan berpengaruh pada kinerja tiap-tiap *profile*. Untuk menghitung nilai total dari masing-masing aspek, digunakan rumus (Kusnadi dkk, 2015) :

$$N = (X) \% NCF + (X) \% NSF \tag{3}$$

Keterangan :

- N = Nilai total tiap aspek
- NCF = Nilai rata-rata *core factor*
- NSF = Nilai rata-rata *secondary factor*
- (X)% = Nilai persentase yang diinputkan

**Perankingan**

Hasil akhir dari proses *profile matching* adalah ranking dari kandidat yang diajukan untuk mengisi suatu jabatan/posisi tertentu. Penentuan mengacu ranking pada hasil perhitungan yang ditunjukkan oleh rumus

(Kusnadi dkk, 2015) :

$$Ranking = 60\% NCF + 40\% NSF \tag{4}$$

Keterangan :

- NCF = Nilai *Core factor*
- NSF = Nilai *Secondary factor*

Pada dasarnya, penilaian kinerja merupakan alat ukur dari setiap kontribusi – kontribusi setiap individu dalam setiap instansi yang dilakukan terhadap organisasi (Hamazah dkk, 2010).

**Analisa dan Perancangan**

a. Aspek Kriteria yang digunakan dalam penilaian kinerja guru yaitu

**Tabel 2.** Kriteria Penilaian

| a. Aspek Sikap Kerja (30%)                                                                                | Nilai Gap | Jenis |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
| 1. Etos kerja, tanggung jawab yang tinggi dan rasa bangga menjadi guru.                                   | 5         | CF    |
| 2. Bersikap inklusif, bertindak objektif, serta tidak diskriminatif.                                      | 5         | CF    |
| 3. Bertindak sesuai dengan norma agama, hukum, sosial, dan kebudayaan nasional Indonesia.                 | 5         | CF    |
| 4. Menunjukkan pribadi yang dewasa dan teladan.                                                           | 5         | CF    |
| 5. Komunikasi dengan sesama guru, tenaga pendidik, orang tua peserta didik dan masyarakat.                | 5         | CF    |
| 6. Penguasaan materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. | 5         | CF    |
| 7. Pengendalian Perasaan.                                                                                 | 4         | SF    |
| 8. Dorongan berprestasi.                                                                                  | 5         | SF    |
| 9. Vitalitas Perencanaan.                                                                                 | 5         | SF    |
| 10. Energi Psikis.                                                                                        | 3         | SF    |
| b. Aspek Kecerdasan (20%)                                                                                 |           |       |
| 1. Kemampuan berpikir guru.                                                                               | 5         | CF    |
| 2. Verbalitas ide.                                                                                        | 3         | CF    |
| 3. Sistematis berpikir.                                                                                   | 4         | CF    |
| 4. Konsentrasi mengajar.                                                                                  | 5         | CF    |
| 5. Imajinatif/kreatif.                                                                                    | 5         | SF    |
| 6. Penalaran logis.                                                                                       | 4         | SF    |
| 7. Logika praktis.                                                                                        | 4         | SF    |
| 8. Fleksibilitas berpikir.                                                                                | 4         | SF    |
| c. Aspek Kompetensi (50%)                                                                                 |           |       |
| 1. Mengenal karakteristik peserta didik.                                                                  | 5         | CF    |
| 2. Menguasai teori belajar dan prinsip pembelajaran yang mendidik.                                        | 5         | CF    |
| 3. Pengembangan kurikulum.                                                                                | 4         | CF    |
| 4. Kegiatan pembelajaran yang mendidik.                                                                   | 5         | CF    |
| 5. Memahami dan mengembangkan potensi.                                                                    | 4         | CF    |
| 6. Komunikasi dengan peserta didik.                                                                       | 5         | CF    |
| 7. Penilaian dan evaluasi.                                                                                | 4         | CF    |
| 8. Mengembangkan keprofesionalan melalui tindakan reflektif.                                              | 5         | CF    |

b. Bobot pada nilai yang diberikan pada masing – masing kriteria.

**Tabel 3** Bobot Penilaian

| Nilai    | Bobot                 |
|----------|-----------------------|
| < 39     | 1 = sangat tidak baik |
| 40 – 59  | 2 = tidak baik        |
| 60 – 69  | 3 = kurang baik       |
| 70 – 89  | 4 = baik              |
| 90 – 100 | 5 = sangat baik       |

c. Contoh Kasus Penilaian Kinerja Guru dengan *Profile Matching*

1) Perhitungan nilai dengan Metode *Profile Matching*

a) Tabel Nilai yang diperoleh guru sesuai bobot penilaian.

| <b>Tabel 4</b><br>Nilai Aspek Sikap Kerja |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    | <b>Tabel 5</b> Nilai Aspek Kecerdasan |          |   |   |   |   |   |   | <b>Tabel 6</b> Nilai Aspek Kompetensi |            |          |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---------------------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---------------------------------------|------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|
| Nama Guru                                 | Kriteria |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Nama Guru                             | Kriteria |   |   |   |   |   |   |                                       | Nama Guru  | Kriteria |   |   |   |   |   |   |   |
|                                           | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |                                       | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8                                     |            | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Lexmandri                                 | 4        | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3  | Lexmandri                             | 4        | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4                                     | Lexmandri  | 4        | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Mertina                                   | 5        | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4  | Mertina                               | 5        | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4                                     | Mertina    | 5        | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| Juli Putri                                | 4        | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4  | Juli Putri                            | 4        | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4                                     | Juli Putri | 5        | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
|                                           |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Trimurti                              | 5        | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5                                     | Trimurti   | 4        | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 |

b) Perhitungan Nilai Gap pada setiap nilai yang diperoleh. Berikut perhitungan nilai gap yang diperoleh dari hasil selisih nilai guru dan nilai profil jabatan.

c)

| <b>Tabel 7</b> Perhitungan Gap untuk Aspek Sikap Kerja | <b>Tabel 8</b> Perhitungan Gap untuk Aspek Kecerdasan | <b>Tabel 9</b> Perhitungan Gap untuk Aspek Kompetensi |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|

| Nama Guru      | Kriteria |    |    |    |    |    |   |    |    |    |
|----------------|----------|----|----|----|----|----|---|----|----|----|
|                | 1        | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7 | 8  | 9  | 10 |
| Lexmandri      | 4        | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4 | 4  | 3  | 3  |
| Mertina        | 5        | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 4 | 4  | 4  | 4  |
| Juli Putri     | 4        | 4  | 4  | 4  | 5  | 4  | 4 | 4  | 4  | 4  |
| Trimurti       | 5        | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4 | 4  | 5  | 5  |
| Profil Jabatan | 5        | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4 | 5  | 5  | 3  |
| Lexmandri      | -1       | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -2 | 0  |
| Mertina        | 0        | 0  | 0  | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | 1  |
| Juli Putri     | -1       | -1 | -1 | -1 | 0  | -1 | 0 | -1 | -1 | 1  |
| Trimurti       | 0        | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | -1 | 0  | 2  |

| Nama Guru      | Kriteria |   |   |    |    |   |   |   |
|----------------|----------|---|---|----|----|---|---|---|
|                | 1        | 2 | 3 | 4  | 5  | 6 | 7 | 8 |
| Lexmandri      | 4        | 4 | 4 | 4  | 4  | 4 | 4 | 4 |
| Mertina        | 5        | 5 | 4 | 4  | 4  | 4 | 4 | 4 |
| Juli Putri     | 4        | 4 | 4 | 4  | 4  | 4 | 4 | 4 |
| Trimurti       | 5        | 5 | 4 | 5  | 5  | 4 | 5 | 5 |
| Profil Jabatan | 5        | 3 | 4 | 5  | 5  | 4 | 4 | 4 |
| Lexmandri      | -1       | 1 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| Mertina        | 0        | 2 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| Juli Putri     | -1       | 1 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| Trimurti       | 0        | 2 | 0 | 0  | 0  | 0 | 1 | 1 |

| Nama Guru      | Kriteria |    |   |    |   |    |   |    |
|----------------|----------|----|---|----|---|----|---|----|
|                | 1        | 2  | 3 | 4  | 5 | 6  | 7 | 8  |
| Lexmandri      | 4        | 4  | 4 | 4  | 4 | 4  | 4 | 4  |
| Mertina        | 5        | 4  | 4 | 4  | 4 | 4  | 4 | 5  |
| Juli Putri     | 5        | 4  | 4 | 4  | 4 | 4  | 4 | 5  |
| Trimurti       | 4        | 4  | 5 | 5  | 5 | 4  | 5 | 5  |
| Profil Jabatan | 5        | 5  | 4 | 5  | 4 | 5  | 4 | 5  |
| Lexmandri      | -1       | -1 | 0 | -1 | 0 | -1 | 0 | -1 |
| Mertina        | 0        | -1 | 0 | -1 | 0 | -1 | 0 | 0  |
| Juli Putri     | 0        | -1 | 0 | -1 | 0 | -1 | 0 | 0  |
| Trimurti       | -1       | -1 | 1 | 0  | 1 | -1 | 1 | 0  |

c) Pembobotan

Setelah nilai Gap diperoleh dari masing – masing alternatif, maka setiap alternatif akan diberi bobot nilai sesuai ketentuan Tabel ketentuan Tabel nilai gap.

| Tabel 10. Sikap Kerja hasil pemetaan gap kompetensi dan hasil bobot nilai gap |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-------------------|
| Nama Guru                                                                     | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9   | 10 | Keterangan        |
| Lexmandri                                                                     | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0  | -1 | -2 | 0   |    | Hasil Gap         |
|                                                                               | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 5  | 4  | 3  | 5   |    | Hasil Bobot Penil |
| Mertina                                                                       | 0  | 0  | 0  | -1 | -1 | 0  | -1 | -1 | 1   |    | Hasil Gap         |
|                                                                               | 5  | 5  | 4  | 4  | 4  | 5  | 4  | 4  | 4,5 |    | Hasil Bobot Penil |
| Juli                                                                          | -1 | -1 | -1 | -1 | 0  | -1 | 0  | -1 | 1   |    | Hasil Gap         |
|                                                                               | 4  | 4  | 4  | 4  | 5  | 4  | 5  | 4  | 4,5 |    | Hasil Bobot Penil |
| Trimurti                                                                      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -1 | 0  | 2   |    | Hasil Gap         |
|                                                                               | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 4  | 5  | 3,5 |    | Hasil Bobot Penil |

| Tabel 11 Kecerdasan hasil pemetaan gap kompetensi dan hasil bobot nilai gap |    |     |   |    |    |     |     |   |  |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|-----|---|----|----|-----|-----|---|--|-------------------|
| Nama Guru                                                                   | 1  | 2   | 3 | 4  | 5  | 6   | 7   | 8 |  | Keterangan        |
| Lexmandri                                                                   | -1 | 1   | 0 | -1 | -1 | 0   | 0   | 0 |  | Hasil Gap         |
|                                                                             | 4  | 4,5 | 5 | 4  | 4  | 5   | 5   | 5 |  | Hasil Bobot Penil |
| Mertina                                                                     | 0  | 2   | 0 | -1 | -1 | 0   | 0   | 0 |  | Hasil Gap         |
|                                                                             | 5  | 3,5 | 5 | 4  | 4  | 5   | 5   | 5 |  | Hasil Bobot Penil |
| Juli                                                                        | -1 | 1   | 0 | -1 | -1 | 0   | 0   | 0 |  | Hasil Gap         |
|                                                                             | 4  | 4,5 | 5 | 4  | 4  | 5   | 5   | 5 |  | Hasil Bobot Penil |
| Trimurti                                                                    | 0  | 2   | 0 | 0  | 0  | 0   | 1   | 1 |  | Hasil Gap         |
|                                                                             | 5  | 3,5 | 5 | 5  | 5  | 4,5 | 4,5 |   |  | Hasil Bobot Penil |

| Tabel 12 Kompetensi hasil pemetaan gap kompetensi dan hasil bobot nilai gap |    |    |   |    |     |    |     |    |  |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|----|---|----|-----|----|-----|----|--|-------------------|
| Nama Guru                                                                   | 1  | 2  | 3 | 4  | 5   | 6  | 7   | 8  |  | Keterangan        |
| Lexmandri                                                                   | -1 | -1 | 0 | -1 | 0   | -1 | 0   | -1 |  | Hasil Gap         |
|                                                                             | 4  | 4  | 5 | 4  | 5   | 4  | 5   | 4  |  | Hasil Bobot Penil |
| Mertina                                                                     | 0  | -1 | 0 | -1 | 0   | -1 | 0   | 0  |  | Hasil Gap         |
|                                                                             | 5  | 4  | 5 | 4  | 5   | 4  | 5   | 5  |  | Hasil Bobot Penil |
| Juli                                                                        | 0  | -1 | 0 | -1 | 0   | -1 | 0   | 0  |  | Hasil Gap         |
|                                                                             | 5  | 4  | 5 | 4  | 5   | 4  | 5   | 5  |  | Hasil Bobot Penil |
| Trimurti                                                                    | -1 | -1 | 1 | 0  | 1   | -1 | 1   | 0  |  | Hasil Gap         |
|                                                                             | 4  | 4  | 5 | 5  | 4,5 | 4  | 4,5 | 5  |  | Hasil Bobot Penil |

d. Perhitungan dan pengelompokan *Core* dan *Secondary factor* Setelah bobot pada nilai Gap ditentukan, nilai pada setiap aspek akan dibagi menjadi dua kelompok yaitu :

**“Core factor” dan “Secondary factor”**

e. Perhitungan *core factor* dan *secondary factor* pada aspek sikap kerja dari masing – masing alternatif :

1) Lexmandri

$$NCF = \frac{\sum NCS}{\sum IC} = \frac{4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4}{6} = \frac{24}{6} = 4$$

$$NSF = \frac{\sum NS (s, kc, kp)}{\sum IS} = \frac{5 + 4 + 3 + 5}{4} = \frac{17}{4} = 4,3$$

2) Mertina

$$NCF = \frac{\sum NCS}{\sum IC} = \frac{5 + 5 + 5 + 4 + 4 + 4}{6} = \frac{27}{6} = 4,5$$

$$NSF = \frac{\sum NSSs}{\sum IS} = \frac{5 + 4 + 4 + 5}{4} = \frac{17,5}{4} = 4,4$$

3) Juli

$$NCF = \frac{\sum NCS}{\sum IC} = \frac{4 + 4 + 4 + 4 + 5 + 4}{6} = \frac{25}{6} = 4,2$$

$$NSF = \frac{\sum NSSs}{\sum IS} = \frac{5 + 4 + 4 + 5}{4} = \frac{17,5}{4} = 4,4$$

4) Trimurti

$$NCF = \frac{\sum NCS}{\sum IC} = \frac{5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5}{6} = \frac{30}{6} = 5$$

$$NSF = \frac{\sum NSs}{\sum IS} = \frac{5 + 4 + 5 + 3,5}{4} = \frac{17,5}{4} = 4,4$$

**Tabel 13** Pengelompokan Bobot nilai Gap Aspek Sikap Kerja

| Nama Guru | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10  | CF      | SF    |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|---------|-------|
| Lexmandri | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 5   | 4       | 4,25  |
| Mertina   | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4,5 | 4,5     | 4,375 |
| Juli      | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4,5 | 4,16667 | 4,375 |
| Trimurti  | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3,5 | 5       | 4,375 |

f. Perhitungan *core factor* dan *secondary factor* pada aspek kecerdasan dari masing – masing alternatif :

1) Lexmandri

$$NCF = \frac{\sum NCKc}{\sum IC} = \frac{4 + 4,5 + 5 + 4}{4} = \frac{17,5}{4} = 4,4$$

$$NSF = \frac{\sum NSkc}{\sum IS} = \frac{4 + 5 + 5 + 5}{4} = \frac{19}{4} = 4,8$$

2) Mertina

$$NCF = \frac{\sum NCKc}{\sum IC} = \frac{5 + 3,5 + 5 + 4}{4} = \frac{17,5}{4} = 4,4$$

$$NSF = \frac{\sum NSkc}{\sum IS} = \frac{4 + 5 + 5 + 5}{4} = \frac{19}{4} = 4,8$$

3) Juli

$$NCF = \frac{\sum NCKc}{\sum IC} = \frac{4 + 4,5 + 5 + 4}{4} = \frac{17,5}{4} = 4,4$$

$$NSF = \frac{\sum NSkc}{\sum IS} = \frac{4 + 5 + 5 + 5}{4} = \frac{19}{4} = 4,8$$

4) Trimurti

$$NCF = \frac{\sum NCKc}{\sum IC} = \frac{5 + 3,5 + 5 + 5}{4} = \frac{18,5}{4} = 4,6$$

$$NSF = \frac{\sum NSkc}{\sum IS} = \frac{5 + 5 + 4,5 + 4,5}{4} = \frac{19}{4} = 4,8$$

**Tabel 14** Pengelompokan Bobot nilai Gap Aspek Kecerdasan

| Nama Guru | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | CF    | SF   |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|------|
| Lexmandri | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4,375 | 4,75 |
| Mertina   | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4,375 | 4,75 |
| Juli      | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4,375 | 4,75 |
| Trimurti  | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4,625 | 4,75 |

g. Perhitungan *core factor* dan *secondary factor* pada aspek kompetensi dari masing – masing alternatif :

1) Lexmandri

$$NCF = \frac{\sum NCKp}{\sum IC} = \frac{4 + 4 + 5 + 4 + 5 + 4 + 5 + 4}{8} = \frac{35}{8} = 4,4$$

2) Mertina

$$NCF = \frac{\sum NCKp}{\sum IC} = \frac{5 + 4 + 5 + 4 + 5 + 4 + 5 + 5}{8} = \frac{37}{8} = 4,6$$

3) Juli

$$NCF = \frac{\sum NCKp}{\sum IC} = \frac{5 + 4 + 5 + 4 + 5 + 4 + 5 + 5}{8} = \frac{37}{8} = 4,6$$

4) Trimurti

$$NCF = \frac{\sum NCKp}{\sum IC} = \frac{4 + 4 + 5 + 5 + 4,5 + 4 + 4,5 + 5}{8} = \frac{35,5}{8} = 4,4$$

**Tabel 15** Pengelompokan Bobot nilai Gap Aspek Kompetensi

| Nama Guru | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | CF     |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|
| Lexmandri | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4.375  |
| Mertina   | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.625  |
| Juli      | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.625  |
| Trimurti  | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.4375 |

h. Perhitungan nilai total

Setelah perhitungan dari setiap aspek diatas selesai, selanjutnya akan dihitung nilai total presentase dari *core factor* dan *secondary factor* yang berpengaruh terhadap kinerja dari masing – masing guru.

1) Aspek Sikap Kerja

a) Lexmandri

$$Ns = (60\% \times 4) + (40\% \times 4,25) = 4,1$$

b) Mertina

$$Ns = (60\% \times 4,5) + (40\% \times 3,375) = 4,45$$

c) Juli

$$Ns = (60\% \times 4,16) + (40\% \times 4,375) = 4,25$$

d) Trimurti

$$Ns = (60\% \times 5) + (40\% \times 4,375) = 4,75$$

**Tabel 16** Nilai Total Aspek Sikap Kerja

| Nama Guru | CF      | SF    | Ns   |
|-----------|---------|-------|------|
| Lexmandri | 4       | 4.25  | 4.1  |
| Mertina   | 4.5     | 4.375 | 4.45 |
| Juli      | 4.16667 | 4.375 | 4.25 |
| Trimurti  | 5       | 4.375 | 4.75 |

2) Aspek Kecerdasan

1) K001

$$Nkc = (60\% \times 4,375) + (40\% \times 4,75) = 4,52$$

2) K002

$$Nkc = (60\% \times 4,375) + (40\% \times 4,75) = 4,52$$

3) K003

$$Nkc = (60\% \times 4,375) + (40\% \times 4,75) = 4,52$$

4) K004

$$Nkc = (60\% \times 4,62) + (40\% \times 4,75) = 4,67$$

**Tabel 17** Nilai Total Aspek Kecerdasan

| Nama Guru | CF    | SF   | Nkc   |
|-----------|-------|------|-------|
| Lexmandri | 4.375 | 4.75 | 4.525 |
| Mertina   | 4.375 | 4.75 | 4.525 |
| Juli      | 4.375 | 4.75 | 4.525 |
| Trimurti  | 4.625 | 4.75 | 4.675 |

3) Aspek Kompetensi

a) Lexmandri

$$Nkp = (60\% \times 4,37) + (40\% \times 0) = 2,62$$

b) Mertina

$$Nkp = (60\% \times 4,62) + (40\% \times 0) = 2,77$$

c) Juli

$$Nkp = (60\% \times 4,62) + (40\% \times 0) = 2,77$$

d) Trimurti

$$Nkp = (60\% \times 4,43) + (40\% \times 0) = 2,66$$

**Tabel 1.18** Nilai Total Aspek Kompetensi

| Nama Guru | CF    | SF | Nkp  |
|-----------|-------|----|------|
| Lexmandri | 4.375 | 0  | 2.62 |
| Mertina   | 4.625 | 0  | 2.77 |
| Juli      | 4.625 | 0  | 2.77 |

- i. Setelah nilai total persentase dari setiap aspek dihitung, langkah terakhir adalah menentukan ranking.

Berikut perhitungan dalam menentukan ranking :

- 1) Lexmandri  
 $\text{Ranking} = (30\% \times 4,1) + (20\% \times 4,52) + (50\% \times 2,62) = 3,44$
- 2) Mertina  
 $\text{Ranking} = (30\% \times 4,45) + (20\% \times 4,52) + (50\% \times 2,77) = 3,62$
- 3) Juli  
 $\text{Ranking} = (30\% \times 4,25) + (20\% \times 4,52) + (50\% \times 2,77) = 3,56$
- 4) Trimurti  
 $\text{Ranking} = (30\% \times 4,75) + (20\% \times 4,67) + (50\% \times 2,66) = 3,69$

**Tabel 19** Hasil Akhir Nilai Profile Matching

| Nama Guru | Ns   | Nkc   | Nkp    | Hasil Akhir |
|-----------|------|-------|--------|-------------|
| Lexmandri | 4.1  | 4.525 | 2.625  | 3.4475      |
| Mertina   | 4.45 | 4.525 | 2.775  | 3.6275      |
| Juli      | 4.25 | 4.525 | 2.775  | 3.5675      |
| Trimurti  | 4.75 | 4.675 | 2.6625 | 3.69125     |

Dari table diatas, dapat diketahui bahwa peringkat tertinggi diraih oleh Trimurti dengan perolehan nilai 3,69125.

### Implementasi Sistem

1. Tampilan Menu Utama

Berikut merupakan tampilan menu utama :



**Gambar 1** Tampilan menu utama

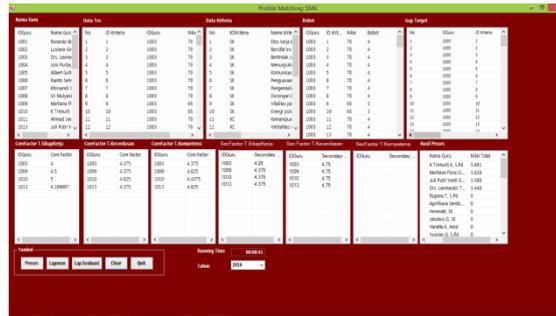
2. Tampilan Data Nilai

Menu ini berfungsi untuk mengisi nilai guru sesuai dengan kriteria. Berikut tampilan data nilai.

**Gambar 2** Tampilan Data Nilai

3. Tampilan Proses

Menu ini berfungsi untuk menghitung nilai seluruh guru dan menampilkan nilai akhirnya. Berikut tampilan proses.



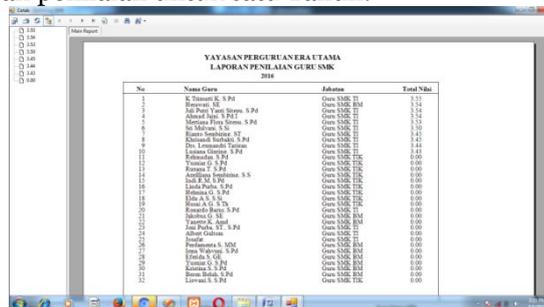
**Gambar 3** Tampilan Proses

4. Tampilan Evaluasi Nilai  
Menu ini berfungsi untuk mengevaluasi nilai guru selama lima tahun. Menu ini akan muncul setelah mengklik tombol Lap Evaluasi pada form proses profile Matching.



**Gambar 4** Tampilan Data Evaluasi Nilai

5. Laporan Penilaian  
Berikut tampilan laporan penilaian untuk satu Tahun.



**Gambar 5** Tampilan Laporan Penilaian

6. Laporan Evaluasi Nilai  
Laporan ini berfungsi untuk menampilkan nilai rata – rata selama lima tahun.



**Gambar 6** Tampilan Laporan Evaluasi Nilai

**KESIMPULAN**

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari sistem pendukung keputusan yang dirancang yaitu : 1). Penggunaan sistem pendukung keputusan penilaian kinerja guru ini dapat membantu mempermudah pekerjaan dan mengurangi kesalahan saat melakukan perhitungan. 2).Penilaian kinerja guru juga dapat dilakukan dengan lebih optimal dengan adanya aplikasi sistem pendukung keputusan yang telah

dibangun.3).Penerapan metode profile matching dalam penilaian kinerja guru menunjukkan bahwa nilai yang tertinggi belum tentu memiliki peringkat tertinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Artika, Rini, 2013. Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dalam Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Guru Pada SD Negeri 095224, Program Studi Teknik Informatika, STMIK Budidarma Medan.
- Ginting, Rosnani, 2014. Sistem Pendukung Keputusan. Penerbit : Usupress
- Kusnadi., Martha Deny., Saputra Aji, 2015. Penerapan Metode Profile Matching Untuk Penilaian Kenaikan Jabatan Karyawan (Studi Kasus : PT. Ilham Bangun Mandiri).
- Kustiyahningsih, Yeni., Devie Rosa Anamisa, 2011. Pemograman Basis data Berbasis Web menggunakan PHP dan MySQL.Yogyakarta : Andi Offset.
- Nofriansyah, Dicky, 2014. Konsep Data Mining Vs Sistem Pendukung Keputusan. Yogyakarta : Deepublish.
- Puspitasari, Luckyana, 2013. Penerapan Metode Profile Matching dalam Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Karyawan (Studi Kasus : PT Perkebunan Nusantara III Medan), Program Studi Teknik Informatika, STMIK Budidarma Medan.
- Rosa.A.S., M.Shalahuddin, 2013. Rekayasa Perangkat Lunak.Penerbit : Informatika Bandung.
- Saefuddin, Sri Wahyuningsih, 2014. Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penilaian Kinerja Pegawai Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) Pada Rsud Serang, Program Studi Sistem Informasi, Uniersitas Serang Raya.
- Supardi, Yusniar, 2013. Semua Bisa Menjadi Programmer VB 6 Hingga Vb 2008 Basic. Penerbit : Elex Media Komputindo.
- Supardi, Yusniar, 2013. Semua Bisa Menjadi Programmer Visual Basic 2010. Penerbit : Elex Media Komputindo.

## SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK MENENTUKAN PENERIMA BEASISWA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING* (SAW) (STUDI KASUS SMA NURCAHAYA MEDAN)

Delima Sitanggang; Marlince Nababan dan Abdi Hidayat

Djoshlimasitanggang@gmail.com

**Abstrak.** Di setiap lembaga pendidikan khususnya sekolah banyak sekali beasiswa yang ditujukan kepada siswa, baik yang berprestasi maupun yang kurang mampu. Beasiswa ditujukan untuk membantu meringankan beban siswa dalam menempuh masa studi khususnya dalam masalah biaya. Pada saat ini sistem pendukung keputusan pemberian beasiswa belum diterapkan di SMA Nurcahaya, sehingga sering mengalami kendala. Adapun kendala dalam proses pemberian beasiswa yang dialami pihak sekolah yaitu pihak sekolah masih menyeleksi satu persatu data siswa dengan data siswa yang lainnya sesuai kriteria, sehingga dalam menyeleksi siswa yang layak mendapatkan beasiswa membutuhkan waktu yang cukup lama. Berdasarkan permasalahan diatas agar pemberian beasiswa lebih tepat maka dibutuhkan sebuah sistem pendukung keputusan yang dapat membantu pihak sekolah dalam pengambilan keputusan. Dalam penelitian yang dilakukan, peneliti menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) metode ini dipakai karena perhitungan dalam pengambilan keputusan untuk mencari penjumlahan terbobot tepat. Sistem ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan Database Mysql. Hasil akhir dari penelitian ini adalah nilai tertinggi yang diperoleh siswa yang berhak mendapatkan beasiswa.

**Kata kunci :** Sistem Pendukung Keputusan, Beasiswa, SAW (*Simple Additive Weighting*)

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi saat ini berkembang dengan sangat pesat terutama dalam bidang sistem pendukung keputusan. Hal ini mendorong para ahli untuk menerapkan gagasan baru dalam mempermudah segala kegiatan dengan menerapkan suatu sistem pendukung keputusan. Pada saat ini sistem pendukung keputusan sudah banyak diterapkan pada berbagai bidang, mulai dari bidang ekonomi, bidang perdagangan, bidang infrastruktur sampai pada bidang pendidikan salah satunya dalam bidang pemberian beasiswa.

Pada saat ini sistem pendukung keputusan pemberian beasiswa belum diterapkan di SMA Nurcahaya, sehingga sering mengalami kendala. Adapun kendala yang dialami pihak sekolah yaitu pihak sekolah masih menyeleksi satu persatu data siswa dengan data siswa yang lainnya sesuai kriteria, sehingga dalam menyeleksi siswa yang layak mendapatkan beasiswa membutuhkan waktu yang cukup lama. Untuk dapat menyeleksi siswa agar pemberian beasiswa lebih tepat maka dibutuhkan sebuah sistem pendukung keputusan yang dapat membantu pihak sekolah dalam pengambilan keputusan dan merubah sistem kinerja pada bagian kesiswaan dalam menentukan siswa yang berhak untuk mendapatkan beasiswa. Pada penelitian yang dilakukan, peneliti menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW), metode ini dipakai karena perhitungan dalam pengambilan keputusan untuk mencari penjumlahan terbobot tepat.

Yang menjadi tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah : 1). Untuk membangun sebuah sistem yang terkomputerisasi dengan menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) dalam melakukan penyeleksian beasiswa kurang mampu. 2). Memahami secara lebih dalam menerapkan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) dalam melakukan penerimaan beasiswa pada sekolah SMA Nurcahaya. Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini ialah: 1. Mempermudah pihak kesiswaan dalam penyeleksian penerima beasiswa pada sekolah SMA Nurcahaya. 2. Dapat mengurangi kesalahan dalam menentukan penerima beasiswa pada sekolah SMA Nurcahaya.

Oktovantua (2015:163-164) mendefinisikan bahwa metode ini merupakan metode yang paling dikenal dan paling banyak digunakan orang dalam menghadapi situasi FMADM. Metode ini mengharuskan pembuat keputusan menentukan bobot bagi setiap atribut. Skor total untuk sebuah *alternative* diperoleh dengan menjumlahkan seluruh hasil perkalian antara rating yang dapat dibandingkan (lintas atribut) bobot dan tiap atribut. Rating tiap atribut telah melewati proses normalisasi sebelumnya.

### METODE

Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan ( $X$ ) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating *alternative* yang ada.

Metode SAW ini mengharuskan pembuat keputusan menentukan bobot bagi setiap atribut. Rating tiap atribut haruslah bebas dimensi dalam arti telah melewati proses normalisasi matriks sebelumnya. Formula untuk melakukan normalisasi tersebut adalah sebagai berikut :

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\text{Max}_i x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut keuntungan (benefit)} \\ \frac{\text{Min}_i x_{ij}}{x_{ij}} & \text{Jika } j \text{ adalah atribut biaya (cost)} \end{cases}$$

Keterangan :

$r_{ij}$  = Rating kinerja ternormalisasi.

$\text{Max}_{ij}$  = Nilai maksimum dari setiap baris dan kolom.

$\text{Min}_{ij}$  = Nilai minimum dari setiap baris dan kolom.

$x_{ij}$  = Baris dan kolom matriks.

*Benefit* = Jika nilai terbesar adalah terbaik.

*Cost* = Jika nilai terkecil adalah terbaik.

Dengan ( $r_{ij}$ ) adalah rating kinerja ternormalisasi dari *alternative* pada atribut  $i = 1, 2, \dots, m$  dan  $j = 1, 2, \dots, n$ .

Rumus ternormalisasi di atas adalah rumus untuk menghitung rating nilai kinerja dari setiap kolom, dimana nilai di kolom pertama dibagi dengan nilai yang lebih kecil dari satu baris kolom.

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}$$

Keterangan :

$V_i$  = Nilai akhir dari *alternative*.

$W_j$  = Bobot yang telah ditentukan.

Kriteria yang telah ditetapkan dalam studi kasus ini adalah penghasilan orang tua, jumlah tanggungan orang tua, semester, nilai rata raport, dan kepribadian. Metode yang digunakan dalam sistem pendukung keputusan ini adalah *Simple Additive Weighting* (SAW). Konsep kerja SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dari kinerja setiap *alternative* pada semua atribut. Skor total untuk *alternative* diperoleh dengan menjumlahkan seluruh hasil perkalian antara rating dan bobot tiap atribut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Menentukan kriteria-kriteria yang akan menjadi acuan dalam pengambilan keputusan beserta bobotnya

**Tabel 1.** Kriteria Jumlah Penghasilan Orang Tua

| Penghasilan Orangtua(C1)          | Keterangan         | Nilai |
|-----------------------------------|--------------------|-------|
| $C1 \leq 1.000.000$               | Sangat Tinggi (ST) | 1     |
| $C1 > 1.000.000 - C1 < 1.500.000$ | Tinggi(T)          | 0,8   |
| $C1 > 1.500.000 - C1 < 2.000.000$ | Cukup(C)           | 0,6   |
| $C1 > 2.000.000 - C1 < 2.500.000$ | Rendah (R)         | 0,4   |
| $C1 > 2.500.000$                  | Sangat Rendah (SR) | 0,2   |

**Tabel 2.** Semester

| Semester (C2) | Keterangan         | Nilai |
|---------------|--------------------|-------|
| Semester = 2  | Sangat Rendah (SR) | 0,2   |
| Semester = 3  | Rendah (R)         | 0,4   |
| Semester = 4  | Cukup (C)          | 0,6   |
| Semester = 5  | Tinggi (T)         | 0,8   |
| Semester = 6  | Sangat Tinggi (ST) | 1     |

**Tabel 3.** Jumlah Tanggungan Orang Tua

| Jumlah Tanggungan Orangtua (C3) | Keterangan         | Nilai |
|---------------------------------|--------------------|-------|
| 1 anak                          | Sangat Rendah (SR) | 0,2   |
| 2 anak                          | Rendah (R)         | 0,4   |
| 3 anak                          | Cukup (C)          | 0,6   |
| 4 anak                          | Tinggi (T)         | 0,8   |
| Lebih dari 4 anak               | Sangat Tinggi (ST) | 1     |

**Tabel 4.** Kriteria Nilai Rata-Rata Raport

| Nilai Rata-Rata Raport (C4) | Keterangan         | Nilai |
|-----------------------------|--------------------|-------|
| <=50 <60                    | Sangat Rendah (SR) | 0,2   |
| 60><70                      | Rendah (R)         | 0,4   |
| 70><80                      | Cukup (C)          | 0,6   |
| 80><90                      | Tinggi (T)         | 0,8   |
| >=90                        | Sangat Tinggi (ST) | 1     |

**Tabel 5.** Kriteria Kepribadian

| Kepribadian (C5) | Keterangan       | Nilai |
|------------------|------------------|-------|
| Kurang Baik      | Kurang (K)       | 0,25  |
| Cukup Baik       | Cukup (C)        | 0,5   |
| Baik             | Baik (B)         | 0,75  |
| Sangat Baik      | Sangat Baik (SB) | 1     |

2. Menentukan rating kecocokan setiap alternative pada setiap kriteria. Adapun rating kecocokan setiap alternatif dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini:

**Tabel 6.** Data Siswa

| NIS | NAMA SISWA                    | C1  | C2  | C3  | C4  | C5   |
|-----|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| 843 | Aldi Ganda Putra Sagala       | 1   | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,75 |
| 844 | Badrun Syah Alam              | 0,8 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 0,5  |
| 845 | Febriza Pratiwi               | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 1    |
| 846 | Ilham Syahputra               | 1   | 0,4 | 0,8 | 0,8 | 0,75 |
| 847 | Ismaliana                     | 1   | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,75 |
| 849 | Ita Apulina Br Perangin Angin | 1   | 0,4 | 0,2 | 0,8 | 1    |
| 852 | Krisnawaty                    | 0,8 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1    |
| 853 | Leonardo Marpaung             | 0,8 | 0,4 | 0,2 | 0,6 | 0,5  |
| 855 | M. Amri                       | 1   | 0,4 | 0,8 | 0,6 | 0,75 |
| 856 | Muhammad Asrohfi              | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,75 |
| 857 | Muhammad Fatih Udin           | 0,8 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,75 |

3. Membuat matriks keputusan berdasarkan kriteria (Ci), kemudian melakukan normalisasi berdasarkan Tabel diatas persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut sehingga diperoleh matriks ternormalisasi R. berikut matriks keputusannya:

$$X = \begin{bmatrix} 100 & 40 & 40 & 80 & 75 \\ 80 & 40 & 60 & 80 & 50 \\ 80 & 40 & 40 & 80 & 100 \\ 100 & 40 & 80 & 80 & 75 \\ 100 & 40 & 40 & 60 & 75 \\ 100 & 40 & 20 & 80 & 100 \\ 80 & 40 & 60 & 80 & 100 \\ 80 & 40 & 20 & 60 & 50 \\ 100 & 40 & 80 & 60 & 75 \\ 80 & 40 & 40 & 80 & 75 \\ 80 & 40 & 40 & 60 & 75 \\ 80 & 40 & 60 & 80 & 75 \\ 100 & 40 & 40 & 80 & 75 \\ 100 & 40 & 60 & 60 & 100 \\ 60 & 40 & 80 & 80 & 100 \\ 80 & 40 & 20 & 60 & 75 \\ 80 & 40 & 40 & 80 & 75 \\ 100 & 40 & 60 & 80 & 50 \\ 100 & 40 & 40 & 80 & 50 \\ 100 & 40 & 20 & 80 & 75 \\ 80 & 40 & 60 & 80 & 100 \end{bmatrix}$$

Menghitung normalisasi dari setiap alternatif

$$r_{11} = \frac{100}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$r_{21} = \frac{80}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{80}{100} = 0.8$$

$$r_{31} = \frac{80}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{80}{100} = 0.8$$

$$r_{41} = \frac{100}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$r_{51} = \frac{100}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$r_{61} = \frac{100}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$r_{71} = \frac{80}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{80}{100} = 0.8$$

$$r_{81} = \frac{80}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{80}{100} = 0.8$$

$$r_{91} = \frac{100}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$r_{101} = \frac{80}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{80}{100} = 0.8$$

$$r_{111} = \frac{80}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{80}{100} = 0.8$$

$$r_{121} = \frac{100}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$r_{131} = \frac{100}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$r_{141} = \frac{60}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{60}{100} = 0.6$$

$$r_{151} = \frac{80}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{80}{100} = 0.8$$

$$r_{161} = \frac{80}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{80}{100} = 0.8$$

$$r_{171} = \frac{100}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$r_{181} = \frac{100}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$r_{191} = \frac{100}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$r_{201} = \frac{100}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$r_{211} = \frac{80}{(100,80,80,100,100,100,80,80,100,80,80,80,100,100,60,80,80,100,100,80)} = \frac{80}{100} = 0.8$$

$$r_{12} = \frac{40}{(40,40,40,40,40,40,40,40,40,40,40,40,40,40,40,40,40,40,40,40)} = \frac{40}{40} = 1$$



$$r153 = \frac{80}{(40,60,40,80,40,20,60,20,80,40,40,60,40,60,80,20,40,60,40,20,60)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r163 = \frac{20}{(40,60,40,80,40,20,60,20,80,40,40,60,40,60,80,20,40,60,40,20,60)} = \frac{20}{80} = 0.25$$

$$r173 = \frac{40}{(40,60,40,80,40,20,60,20,80,40,40,60,40,60,80,20,40,60,40,20,60)} = \frac{40}{80} = 0.5$$

$$r183 = \frac{60}{(40,60,40,80,40,20,60,20,80,40,40,60,40,60,80,20,40,60,40,20,60)} = \frac{60}{80} = 0.75$$

$$r193 = \frac{40}{(40,60,40,80,40,20,60,20,80,40,40,60,40,60,80,20,40,60,40,20,60)} = \frac{40}{80} = 0.5$$

$$r203 = \frac{20}{(40,60,40,80,40,20,60,20,80,40,40,60,40,60,80,20,40,60,40,20,60)} = \frac{20}{80} = 0.25$$

$$r213 = \frac{60}{(40,60,40,80,40,20,60,20,80,40,40,60,40,60,80,20,40,60,40,20,60)} = \frac{60}{80} = 0.75$$

$$r14 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r24 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r34 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r44 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r54 = \frac{60}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{60}{80} = 0.75$$

$$r64 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r74 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r84 = \frac{60}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{60}{80} = 0.75$$

$$r94 = \frac{60}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{60}{80} = 0.75$$

$$r104 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r114 = \frac{60}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{60}{80} = 0.75$$

$$r124 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r134 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r144 = \frac{60}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{60}{80} = 0.75$$

$$r154 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r164 = \frac{60}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{60}{80} = 0.75$$

$$r174 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r184 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r194 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r204 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r214 = \frac{80}{(80,80,80,80,60,80,80,60,60,80,60,80,80,60,80,60,80,80,80,80)} = \frac{80}{80} = 1$$

$$r15 = \frac{75}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{75}{100} = 0.75$$

$$r25 = \frac{50}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{50}{100} = 0.5$$

$$r35 = \frac{100}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$r45 = \frac{75}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{75}{100} = 0.75$$

$$r55 = \frac{75}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{75}{100} = 0.75$$

$$r65 = \frac{100}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{100}{100} = 1$$

$$\begin{aligned}
 r_{75} &= \frac{100}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{100}{100} = 1 \\
 r_{85} &= \frac{50}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{50}{100} = 0.5 \\
 r_{95} &= \frac{75}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{75}{100} = 0.75 \\
 r_{105} &= \frac{75}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{75}{100} = 0.75 \\
 r_{115} &= \frac{75}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{75}{100} = 0.75 \\
 r_{125} &= \frac{75}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{75}{100} = 0.75 \\
 r_{135} &= \frac{75}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{75}{100} = 0.75 \\
 r_{145} &= \frac{100}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{100}{100} = 1 \\
 r_{155} &= \frac{100}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{100}{100} = 1 \\
 r_{165} &= \frac{75}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{75}{100} = 0.75 \\
 r_{175} &= \frac{75}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{75}{100} = 0.75 \\
 r_{185} &= \frac{50}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{50}{100} = 0.5 \\
 r_{195} &= \frac{50}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{50}{100} = 0.5 \\
 r_{205} &= \frac{75}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{75}{100} = 0.75 \\
 r_{215} &= \frac{100}{(75,50,100,75,75,100,100,50,75,75,75,75,100,100,75,75,50,50,75,100)} = \frac{100}{100} = 1
 \end{aligned}$$

4. Hasil perhitungan diatas dibuat dalam bentuk matriks normalisasi r sebagai berikut:

$$R = \begin{bmatrix}
 1 & 1 & 0.5 & 1 & 0.75 \\
 0.8 & 1 & 0.75 & 1 & 0.5 \\
 0.8 & 1 & 0.5 & 1 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 0.75 \\
 1 & 1 & 0.5 & 0.75 & 0.75 \\
 1 & 1 & 0.25 & 1 & 1 \\
 0.8 & 1 & 0.75 & 1 & 1 \\
 0.8 & 1 & 0.25 & 0.75 & 0.5 \\
 1 & 1 & 1 & 0.75 & 0.75 \\
 0.8 & 1 & 0.5 & 1 & 0.75 \\
 0.8 & 1 & 0.5 & 0.75 & 0.75 \\
 0.8 & 1 & 0.75 & 1 & 0.75 \\
 1 & 1 & 0.5 & 1 & 0.75 \\
 1 & 1 & 0.75 & 0.75 & 1 \\
 0.6 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 0.8 & 1 & 0.25 & 0.75 & 0.75 \\
 0.8 & 1 & 0.5 & 1 & 0.75 \\
 1 & 1 & 0.75 & 1 & 0.5 \\
 1 & 1 & 0.5 & 1 & 0.5 \\
 1 & 1 & 0.25 & 1 & 0.75 \\
 0.8 & 1 & 0.75 & 1 & 1
 \end{bmatrix}$$

5. Yang terakhir melakukan proses perhitungan berdasarkan rumus:

$$\begin{aligned}
 V_1 &= (0.40 \times 1) + (0.20 \times 1) + (0.20 \times 0.5) + (0.10 \times 1) + (0.10 \times 0.75) \\
 &= 0.40 + 0.20 + 0.1 + 0.10 + 0.075 \\
 &= \mathbf{0.875}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_3 &= (0.40 \times 0.8) + (0.20 \times 1) + (0.20 \times 0.5) + (0.10 \times 1) + (0.10 \times 1) \\
 &= 0.32 + 0.2 + 0.1 + 0.1 + 0.1 \\
 &= \mathbf{0.82}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_2 &= (0.40 \times 0.8) + (0.20 \times 1) + (0.20 \times 0.75) + (0.10 \times 1) + (0.10 \times 0.5) \\
 &= 0.32 + 0.2 + 0.15 + 0.1 + 0.05 \\
 &= \mathbf{0.82}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V4 &= (0.40x1) + (0.20x1) + \\ & (0.20x1) + (0.10x1) + (0.10x0.75) \\ &= 0.4 + 0.2 + 0.2 + 0.1 + 0.075 \\ &= \mathbf{0.975} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V5 &= (0.40x1) + (0.20x1) + \\ & (0.20x0.5) + (0.10x0.75) + (0.10x0.75) \\ &= 0.4 + 0.2 + 0.1 + 0.075 + 0.075 \\ &= \mathbf{0.85} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V6 &= (0.40x1) + (0.20x1) + \\ & (0.20x0.25) + (0.10x1) + (0.10x1) \\ &= 0.4 + 0.2 + 0.05 + 0.1 + 0.1 \\ &= \mathbf{0.85} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V7 &= \\ & (0.40x0.8) + (0.20x1) + (0.20x0.75) + (0.10x1) + ( \\ & 0.10x1) \\ &= 0.32 + 0.2 + 0.15 + 0.1 + 0.1 \\ &= \mathbf{0.87} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V8 &= \\ & (0.40x1) + (0.20x1) + (0.20x0.25) + (0.10x0.75) + \\ & (0.10x0.5) \\ &= 0.4 + 0.2 + 0.05 + 0.075 + 0.05 \\ &= \mathbf{0.775} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V9 &= \\ & (0.40x1) + (0.20x1) + (0.20x1) + (0.10x0.75) + (0.1 \\ & 0x0.5) \\ &= 0.4 + 0.2 + 0.2 + 0.075 + 0.05 \\ &= \mathbf{0.925} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V10 &= \\ & (0.40x0.8) + (0.20x1) + (0.20x0.5) + (0.10x1) + (0 \\ & .10x0.75) \\ &= 0.32 + 0.2 + 0.1 + 0.1 + 0.075 \\ &= \mathbf{0.795} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V11 &= \\ & (0.40x0.8) + (0.20x1) + (0.20x0.5) + (0.10x0.75) + \\ & (0.10x0.75) \\ &= 0.32 + 0.2 + 0.1 + 0.075 + 0.075 \\ &= \mathbf{0.77} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V12 &= \\ & (0.40x0.8) + (0.20x1) + (0.20x0.75) + (0.10x1) + ( \\ & 0.10x0.75) \\ &= 0.32 + 0.2 + 0.15 + 0.1 + 0.075 \\ &= \mathbf{0.845} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V13 &= \\ & (0.40x1) + (0.20x1) + (0.20x0.5) + (0.10x1) + (0.1 \\ & 0x0.75) \\ &= 0.4 + 0.2 + 0.1 + 0.1 + 0.075 \\ &= \mathbf{0.875} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V14 &= \\ & (0.40x1) + (0.20x1) + (0.20x0.75) + (0.10x0.75) + \\ & (0.10x1) \\ &= 0.4 + 0.2 + 0.15 + 0.075 + 0.1 \\ &= \mathbf{0.925} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V15 &= \\ & (0.40x0.6) + (0.20x1) + (0.20x1) + (0.10x1) + (0.1 \\ & 0x1) \\ &= 0.24 + 0.2 + 0.2 + 0.1 + 0.1 \\ &= \mathbf{0.84} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V16 &= \\ & 0.40x0.8) + (0.20x1) + (0.20x0.25) + (0.10x0.75) + \\ & (0.10x0.75) \\ &= 0.32 + 0.2 + 0.05 + 0.075 + 0.075 \\ &= \mathbf{0.72} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V17 &= \\ & (0.40x0.8) + (0.20x1) + (0.20x0.5) + (0.10x1) + (0 \\ & .10x0.75) \\ &= 0.32 + 0.2 + 0.1 + 0.1 + 0.075 \\ &= \mathbf{0.795} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V18 &= \\ & (0.40x1) + (0.20x1) + (0.20x0.75) + (0.10x1) + (0.1 \\ & 0x0.5) \\ &= 0.4 + 0.2 + 0.15 + 0.1 + 0.05 \\ &= \mathbf{0.9} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V19 &= \\ & (0.40x1) + (0.20x1) + (0.20x0.5) + (0.10x1) + (0.1 \\ & 0x0.5) \\ &= 0.4 + 0.2 + 0.1 + 0.1 + 0.05 \\ &= \mathbf{0.85} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{20} &= \\
 &(0.40 \times 1) + (0.20 \times 1) + (0.20 \times 0.25) + (0.10 \times 1) + (0.10 \times 0.75) \\
 &= 0.4 + 0.2 + 0.05 + 0.1 + 0.075 \\
 &= \mathbf{0.825}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{21} &= \\
 &(0.40 \times 0.8) + (0.20 \times 1) + (0.20 \times 0.75) + (0.10 \times 1) + (0.10 \times 1) \\
 &= 0.32 + 0.2 + 0.15 + 0.1 + 0.1 \\
 &= \mathbf{0.87}
 \end{aligned}$$

Hasil perangkingan dari perhitungan diatas akan dibuat pada dalam Tabel sebagai berikut:

**Tabel 7** Perangkingan

| <i>NIS</i> | <i>Nama Siswa</i>       | <i>Total Nilai</i> |
|------------|-------------------------|--------------------|
| 843        | Aldi Ganda Putra Sagala | 0.875              |
| 844        | Badrun Syah Alam        | 0.82               |
| 845        | Febriza Pratiwi         | 0.82               |
| 846        | Ilham Syahputra         | 0.975              |
| 847        | ISMALIANA               | 0.85               |
| 849        | Ita Apaulina            | 0.85               |
| 852        | Krisnawaty              | 0.87               |
| 853        | Leonardo Marpaung       | 0.775              |
| 855        | M. Amri                 | 0.925              |
| 856        | Muhammad Asrohfi        | 0.795              |
| 857        | Muhammad Fatih Udin     | 0.77               |

## KESIMPULAN

Sistem pendukung keputusan untuk menentukan penerimaan beasiswa ini dapat digunakan untuk 1. Sistem pendukung keputusan yang dibuat dapat digunakan untuk membantu menentukan siswa-siswa yang layak untuk mendapatkan beasiswa. 2. Dengan menerapkan metode SAW dapat membantu pihak sekolah dalam proses seleksi penerima beasiswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriansyah Putra, Dinna Yunika Hardiyanti. 2011. "Penentuan Penerima Beasiswa Dengan Menggunakan *Fuzzy Multiple Attribute Decission Making*" *Universitas Sriwijaya*III(1), 286-293.
- Drs. H. A. Hamdan Dimiyati, M.Si. (2014). *Model Kepemimpinan & Sistem Pengambilan Keputusan*. Bandung: Pustaka Setia.
- Freklin Sihotang. 2013. "Sistem Pendukung Keputusan Penerima Beasiswa Dengan Metode TOPSIS" *Pelita Informatika Budi Darma*V(3), 6-11.
- Ginting, R. (2014). *Sistem Pendukung Keputusan*. Medan: USU Press.
- Oktovantua Tp Butar Butar. 2015. "Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Penerima Bantuan Siswa Miskin (BSM) Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW)" *Pelita Informatika Budi Darma*IX(3), 162-166.
- Rina Hasanah. 2013. "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Penerima Beasiswa Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW)" *Pelita Informatika Budi Darma*V(3), 133-138.
- Rindy Savitri. 2014. "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Bonus Dengan Metode Simple Sri Eniyati. 2011. "Perancangan Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan untuk Penerimaan Beasiswa dengan Metode SAW (*Simple Additive Weighting*)" *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*XVI(2), 171-176.

## **E-LEARNING SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MODEL MULTI ATTRIBUTE DECISION MAKING (MADM)**

**Yani Maulita; Relita Buaton dan Reza Farid Malau**

STMIK Kaputama, Binjai  
Jl. Veteran No. 4A-9A Binjai  
\*Email: yanimaulita26@gmail.com

**Abstrak.** Banyaknya penggunaan model-model yang tersedia pada sistem pendukung keputusan sehingga kadang bingung memilih mana yang cocok penggunaan model-model sesuai dengan kasus. Untuk itu dibuat suatu media pembelajaran interaktif sistem pendukung keputusan yang bisa membantu menyelesaikan kasus yang ada dimulai dari banyaknya jumlah kriteria, jenis kriteria (*Cost* dan *Benefit*), banyaknya jumlah alternatif dan dapat menampilkan dasar perhitungan hingga hasil akhir beserta keterangan-keterangan dari setiap langkah perhitungan tersebut dari sistem yang dapat memproses (menghitung) data dari berbagai kasus MADM. Model atau metode yang akan di implementasikan ada sebanyak 5 metode yaitu SAW, WP, TOPSIS, AHP, ELECTRE. Hasil penelitian yaitu hasil perhitungan manual sama dengan perhitungan yang ada pada sistem. Setiap perhitungan dari simulasi kasus menunjukkan bahwa setiap metode memiliki hasil akhir yang berbeda-beda. Sistem ini dapat memproses (menghitung) data dari berbagai Kasus Multi-Attribute Decision Making (MADM).

**Kata kunci:** *E-Learning*, DSS, MADM

### **PENDAHULUAN**

*E-learning* merupakan salah satu metode pembelajaran jarak jauh, dapat digunakan untuk megadaptasi kebutuhan-kebutuhan pembelajaran yang mendukung pembelajaran konvensional. Banyaknya metode atau model-model yang tersedia pada sistem pendukung keputusan, sehingga kadang bingung memilih mana metode atau model yang sesuai dengan kasus sistem pendukung keputusan. Model multi attribute making (MADM) adalah salah satu metode atau model yang sering digunakan untuk mendukung sistem pendukung keputusan.

Menurut Winarno dan Setiawan dalam jurnal (Volume : IV, No.1, Juni 2013, ISSN. 2085-4579, h.45-51, dengan judul “Penerapan Sistem *E-Learning* pada Komunitas Pendidikan Sekolah Rumah (*Home Schooling*)”), menyatakan bahwa *E-learning* merupakan salah satu metode pembelajaran jarak jauh, dapat digunakan untuk megadaptasi kebutuhan-kebutuhan pembelajaran yang mendukung pembelajaran konvensional. Menurut Gunawan, dkk dalam jurnal (Vol.15, No.2, ISSN.1412-0100, h.101-110, dengan judul “Penerapan Metode TOPSIS dan AHP Pada Sistem Penunjang Keputusan Penerimaan Anggota Baru, Studi Kasus : Ikatan Mahasiswa Sistem Informasi STMIK Mikroskil Medan”), menyatakan bahwa Sistem Pendukung Keputusan dapat membantu panitia dalam membuat keputusan secara objektif, tidak memihak dan tidak memerlukan waktu yang lama dalam penentuannya.

Untuk itu perlu di bangun sebuah sistem *E-Learning* tentang DSS, sistem harus dapat memproses data sesuai dengan spesifikasi kasus yang ada dimulai dari banyaknya jumlah kriteria, jenis kriteria (*Cost* dan *Benefit*), banyaknya jumlah alternatif dan dapat menampilkan dasar perhitungan hingga hasil akhir beserta keterangan-keterangan dari setiap langkah perhitungan tersebut sebagai media pembelajaran online untuk mendukung pembelajaran konvensional dengan membuat sistem yang dapat memproses (menghitung) data dari berbagai kasus MADM.

### **METODE**

Berikut adalah simulasi kasus MADM yang akan di selesaikan dengan : Kabupaten Suna mengadakan rapat yang membahas tentang anggaran pembangunan daerah. Salah satu pejabat tinggi memberikan masukan kepada Bupati Suna untuk membuka lahan usaha tambak air payau, karena dia berpendapat desa-desa yang ada di Kabupaten Suna banyak muara. Kepala Dinas Peternakan dan Perikanan sudah lama memikirkan hal ini, dan ia memberikan masukan bahwa ada tiga dari delapan desa yang cocok dijadikan tambak air payau karena tiga lahan tersebut berjenis tanah Aluvium dengan kadar garam 0,05% - 3%. Ia menjelaskan yang harus diperhitungkan dalam membuka lahan tambak air payau yaitu kadar air, tekstur tanah dan lereng tanah. Ia juga menjelaskan bahwa ketiga lahan tersebut memiliki penilaian yang hampir sama.

Bupati Suna sangat setuju dengan masukan itu dan mengusulkan bahwa akan membangun dua Tambak Air Payau dan ia merasa ini akan menjadi lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat yang masih menganggur di desa-desa sekitarnya. Akan tetapi, Bendahara Kabupaten keberatan jika langsung membuka dua lahan sekaligus karena anggaran sudah hampir mencapai limit. Sisa anggaran yang ada saat ini hanya dapat membuka satu lahan. Dan Bupati menyuruh Dinas Peternakan dan Perikanan untuk segera mencari satu lahan yang paling bagus untuk dijadikan usaha tambak air payau.

**Metode Weighted Product (WP) :**

Berdasarkan dari simulasi kasus diatas ada tiga lokasi yang menjadi alternatif yaitu :

- A1 = Desa Kabukico
- A2 = Desa Duton Batu
- A3 = Desa Katun

Dan ada lima kriteria penilaian dalam memilih satu lahan pengambilan keputusan:

- K1 = Kadar Air / Salinitas Air (Garam Terlarut)
- K2 = Tekstur Tanah
- K3 = Lereng Tanah

Adapun penilaian di setiap kriteria sebagai berikut :

**Tabel 1** Penilaian Kriteria

| Kadar Air  | Nilai | Tekstur Tanah         | Nilai |
|------------|-------|-----------------------|-------|
| 0.05% - 1% | 1     | Berpasir Halus        | 1     |
| 2.01% - 3% | 2     | Berpasir Sangat Halus | 2     |
| 1.01% - 2% | 3     | Liat                  | 3     |

| Lereng Tanah | Nilai |
|--------------|-------|
| 3%           | 1     |
| 2%           | 2     |
| 0 - 1%       | 3     |

Tingkat kepentingan yang akan dijadikan bobot preferensi setiap kriteria sebagai berikut :

**Tabel 2** Bobot Kriteria

| Nilai          | Bobot |
|----------------|-------|
| Kurang Penting | 1     |
| Penting        | 2     |
| Sangat Penting | 3     |

Adapun *Rating* Kecocokan dari setiap Alternatif pada setiap Kriteria sebagai berikut:

**Tabel 3** *Rating* Kecocokan dari setiap Alternatif pada setiap Kriteria

| Alternatif       | K1       | K2       | K3       |
|------------------|----------|----------|----------|
| A1               | 2        | 2        | 3        |
| A2               | 3        | 3        | 1        |
| A3               | 3        | 2        | 2        |
| <b>Bobot (W)</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>2</b> |

Dengan data yang ada, maka yang akan dilakukan sebagai berikut :

1. Perbaikan Bobot  
 $\Sigma$  BOBOT : ( 3 + 2 + 2 ) = 7  
 $K1 = 3 / 7 = 0.43$   
 $K2 = 2 / 7 = 0.29$   
 $K3 = 2 / 7 = 0.29$
2. Vektor S  
 $S_1 = (2^{0.43}) \times (2^{0.29}) \times (3^{0.29}) = 2.2456$   
 $S_2 = (3^{0.43}) \times (3^{0.29}) \times (1^{0.29}) = 2.1918$   
 $S_3 = (3^{0.43}) \times (2^{0.29}) \times (2^{0.29}) = 2.3796$
3. Vektor V

$$V_1 = \frac{2.2456}{2.2456 + 2.1918 + 2.3796} = 0.3294$$

$$V_2 = \frac{2.1918}{2.2456 + 2.1918 + 2.3796} = 0.3215$$

$$V_3 = \frac{2.3796}{2.2456 + 2.1918 + 2.3796} = 0.3491$$

Berdasarkan hasil Vektor V diatas maka akan dilakukan perangkingan alternatif sebagai berikut:

**Tabel 4** Rangking Hasil Analisis Metode WP

| Rangking | Alternatif      | Hasil  |
|----------|-----------------|--------|
| 1.       | Desa Katun      | 0.3491 |
| 2.       | Desa Kabukico   | 0.3294 |
| 3.       | Desa Duton Batu | 0.3215 |

Berdasarkan hasil perhitungan metode WP diatas, Desa Duton Batu merupakan alternatif yang terbaik untuk di bangunnya lahan usaha tambak air payau.

Data simulasi kasus diatas juga dapat dihitung dengan metode yang lain seperti SAW, TOPSIS dan ELECTRE. Akan tetapi tidak cocok untuk dihitung dengan metode AHP, karena AHP membutuhkan tingkat kepentingan dari masing-masing kriteria yang ada.

**Metode Simple Additive Weighting (SAW)**

**Tabel 5** Rangking Hasil Analisis Metode SAW

| Rangking | Alternatif      | Hasil  |
|----------|-----------------|--------|
| 1.       | Desa Duton Batu | 5.6667 |
| 2.       | Desa Katun      | 5.6667 |
| 3.       | Desa Kabukico   | 5.3333 |

Berdasarkan dari hasil perhitungan metode SAW, Desa Duton Batu dan Desa Katun memiliki nilai tertinggi dan hasilnya sama yaitu 5.6667.

Berikut hasil perhitungan data simulasi diatas dengan menggunakan metode TOPSIS :

**Metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (Topsis)**

**Tabel 6** Rangking Hasil Analisis Metode TOPSIS

| Rangking | Alternatif      | Hasil  |
|----------|-----------------|--------|
| 1.       | Desa Kabukico   | 0.5711 |
| 2.       | Desa Katun      | 0.5359 |
| 3.       | Desa Duton Batu | 0.4289 |

Berdasarkan dari hasil perhitungan metode TOPSIS, Desa Kabukico merupakan alternatif yang tertinggi dengan nilai 0.5711. Berikut adalah hasil perhitungan data simulasi diatas dengan menggunakan metode ELECTRE :

**Metode Elimination Et Choix Traduisant la realite (ELECTRE)**

**Tabel 7** Rangking Hasil Analisis Metode ELECTRE

| Rangking | Alternatif      | Hasil                         |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1.       | Desa Duton Batu | Memiliki 2 yang bernilai true |
| 2.       | Desa Katun      | Memiliki 1 yang bernilai true |
| 3.       | Desa Kabukico   | Memiliki 0 yang bernilai true |

Berdasarkan dari hasil perhitungan metode ELECTRE, Desa Duton Batu merupakan alternatif yang tertinggi karena Desa Duton Batu memiliki 2 elemen yang bernilai true.

**Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) :**

Untuk metode AHP spesifikasi kasus akan berbeda, AHP tidak input bobot, akan tetapi input tingkat kepentingan kriteria, penilaian dari masing kriteria yang ada, input tingkat kepentingan dari setiap penilaian dari suatu kriteria yang ada (tingkat kepentingan sub kriteria). Berikut adalah contoh data untuk AHP dari simulasi kasus sebelumnya:

**Tabel 8** Penilaian Kriteria

| Kadar Air     | Nilai      | Tekstur Tanah         | Nilai      |
|---------------|------------|-----------------------|------------|
| Terlalu Tawar | 0.05 s/d 1 | Berpasir Halus        | 0 s/d 49   |
| Terlalu Asin  | 2.01 s/d 3 | Berpasir Sangat Halus | 50 s/d 69  |
| Sedang        | 1.01 s/d 2 | Liat                  | 70 s/d 100 |

| Lereng Tanah   | Nilai      |
|----------------|------------|
| Terlalu Miring | 0 s/d 49   |
| Sedikit Miring | 50 s/d 69  |
| Permukaan Rata | 70 s/d 100 |

Untuk tingkat kepentingan kriteria yaitu sebagai berikut :

1. Kadar Air sedikit lebih penting dari pada Tekstur Tanah.
2. Kadar Air lebih penting dari pada Lereng Tanah.
3. Tekstur Tanah sedikit lebih penting dari pada Lereng Tanah.

Untuk tingkat kepentingan penilaian (sub kriteria) yaitu sebagai berikut :

1. Kriteria Kadar Air
  - a. Terlalu Asin sama pentingnya dengan Terlalu Tawar
  - b. Sedang jelas lebih mutlak penting dari pada Terlalu Tawar.
  - c. Sedang jelas lebih mutlak penting dari pada Terlalu Asin.
2. Kriteria Tekstur Tanah
  - a. Berpasir Sangat Halus lebih penting dari pada Berpasir Halus.
  - b. Liat jelas lebih mutlak penting dari pada Berpasir Halus.
  - c. Liat jelas penting dari pada Berpasir Sangat Halus.
3. Kriteria Lereng Tanah
  - a. Sedikit Miring sedikit lebih penting dari pada Terlalu Miring.
  - b. Permukaan Rata lebih penting dari pada Terlalu Miring.
  - c. Permukaan Rata sedikit lebih penting dari pada Sedikit Miring.

Dari data diatas maka diperoleh nilai prioritas kriteria dan sub kriteria sebagai berikut :

**Tabel 9** Tabel Prioritas

| Kadar Air     | Tekstur Tanah         | Lereng Tanah   |
|---------------|-----------------------|----------------|
| 0.6333        | 0.2605                | 0.1062         |
| Terlalu Tawar | Berpasir Halus        | Terlalu Miring |
| 0.1429        | 0.1032                | 0.1676         |
| Terlalu Asin  | Berpasir Sangat Halus | Sedikit Miring |
| 0.1429        | 0.3325                | 0.4113         |
| Sedang        | Liat                  | Permukaan Rata |
| 1.0000        | 1.0000                | 1.0000         |

Adapun penilaian dari setiap Alternatif pada setiap Kriteria sebagai berikut :

**Tabel 10** PenilaianKecocokan dari setiap Alternatif pada setiap Kriteria

|                 | Kadar Air | Tekstur Tanah | Lereng Tanah |
|-----------------|-----------|---------------|--------------|
| Desa Kabukico   | 2.1       | 65            | 75           |
| Desa Duton Batu | 1.5       | 70            | 45           |
| Desa Katun      | 1.7       | 65            | 65           |

|                 | Kadar Air    | Tekstur Tanah         | Lereng Tanah   |
|-----------------|--------------|-----------------------|----------------|
| Desa Kabukico   | Terlalu Asin | Berpasir Sangat Halus | Permukaan Rata |
| Desa Duton Batu | Sedang       | Liat                  | Terlalu Miring |
| Desa Katun      | Sedang       | Berpasir Sangat Halus | Sedikit Miring |

Perhitungan hasil akhir menggunakan metode AHP sebagai berikut :

**Tabel 11** Hasil Akhir

|                 | Kadar Air | Tekstur Tanah | Lereng Tanah | Total  |
|-----------------|-----------|---------------|--------------|--------|
| Desa Kabukico   | 0.0905    | 0.0866        | 0.1062       | 0.2833 |
| Desa Duton Batu | 0.6333    | 0.2605        | 0.0178       | 0.9116 |
| Desa Katun      | 0.6333    | 0.0866        | 0.0437       | 0.7636 |

**Tabel 12** Rangking Hasil Akhir Metode AHP

| Rangking | Alternatif      | Hasil  |
|----------|-----------------|--------|
| 1.       | Desa Duton Batu | 0.9116 |
| 2.       | Desa Katun      | 0.7636 |
| 3.       | Desa Kabukico   | 0.2833 |

Berdasarkan dari hasil perhitungan metode AHP, Desa Duton Batu merupakan alternatif yang tertinggi dengan nilai 0.9116

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun beberapa antarmuka E-Learning DSS yang sudah dibangun yaitu :



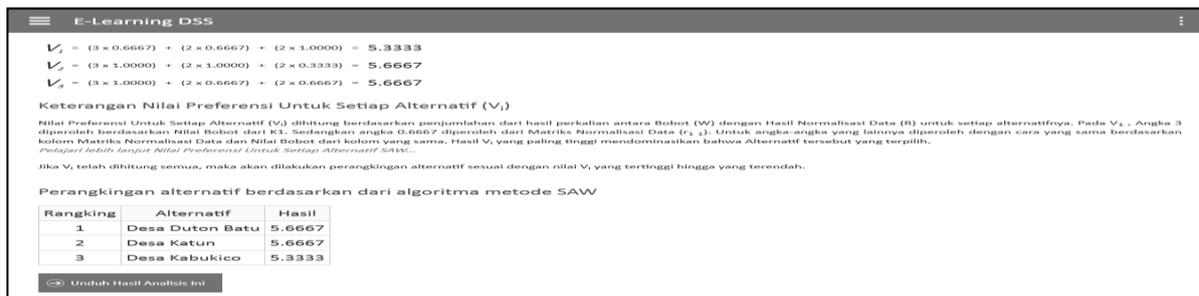
Dari Gambar diatas merupakan antarmuka pertama kali saat pengguna masuk ke alamat web sistem ini.

**Gambar 1. Antarmuka Halaman Index (Login)**



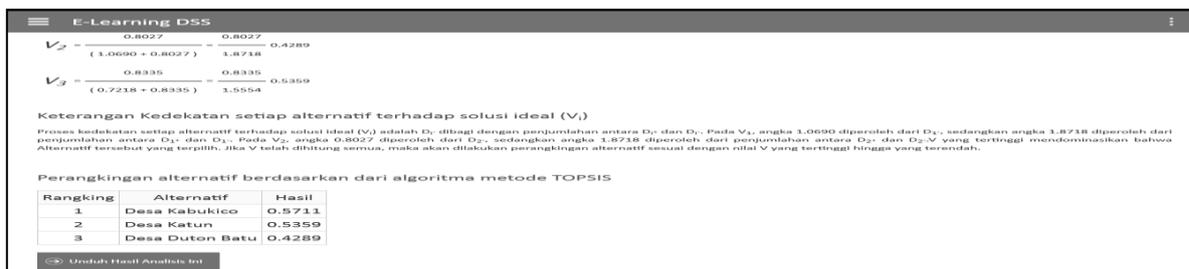
**Gambar 2 Hasil Perhitungan Sistem dengan Metode WP**

Dari Gambar diatas menunjukkan bahwa hasil perhitungan manual yang ada pada bab sebelumnya sama dengan perhitungan metode WP pada sistem. Selanjutnya akan dihitung dengan metode SAW, data yang telah diinputkan adalah sebagai berikut :



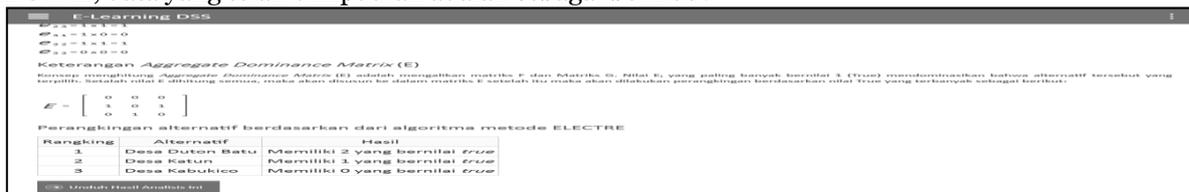
**Gambar 3 Hasil Perhitungan Sistem dengan Metode SAW**

Dari Gambar diatas menunjukkan bahwa hasil perhitungan manual yang ada pada bab sebelumnya sama dengan perhitungan metode SAW pada sistem. Selanjutnya akan dihitung dengan metode TOPSIS, data yang telah diinputkan adalah sebagai berikut :



**Gambar 4 Hasil Perhitungan Sistem dengan Metode TOPSIS**

Dari Gambar diatas menunjukkan bahwa hasil perhitungan manual yang ada pada bab sebelumnya sama dengan perhitungan metode TOPSIS pada sistem. Selanjutnya akan dihitung dengan metode ELECTRE, data yang telah diinputkan adalah sebagai berikut :



**Gambar 6 Hasil Perhitungan Sistem dengan Metode ELECTRE**

Pada Gambar-Gambar diatas, data yang dimasukkan sudah sesuai dengan data yang ada disimulasi kasus MADM. Selanjutnya hasil perhitungan sistem dari data diatas adalah sebagai berikut :

Berdasarkan perhitungan diatas, maka akan disusun dalam tabel hasil sebagai berikut :

|                 | Kadar Air / Salinitas Air | Tekstur Tanah | Lereng Tanah | Total  |
|-----------------|---------------------------|---------------|--------------|--------|
| Desa Kabukico   | 0.0905                    | 0.0866        | 0.1062       | 0.2833 |
| Desa Duton Batu | 0.6833                    | 0.2606        | 0.0128       | 0.9116 |
| Desa Katun      | 0.6333                    | 0.0866        | 0.0437       | 0.7636 |

Keterangan hasil akhir  
 Setiap penilaian akan dikalikan dengan bobot dari setiap kriteria yang ada, bobot diperoleh dari tabel prioritas. Kolom total diperoleh dari penjumlahan setiap barisnya. Nilai Total yang tertinggi merupakan alternatif yang terbaik, setelah nilai total telah dihitung, maka selanjutnya akan dilakukan proses perankingan sebagai berikut.

Perankingan alternatif berdasarkan dari algoritma metode AHP

| Rangking | Alternatif      | Hasil  |
|----------|-----------------|--------|
| 1        | Desa Duton Batu | 0.9116 |
| 2        | Desa Katun      | 0.7636 |
| 3        | Desa Kabukico   | 0.2833 |

**Gambar 7. Hasil Perhitungan Sistem dengan Metode AHP**

**KESIMPULAN**

Dari hasil pengujian sistem yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut :1. Hasil perhitungan manual sama dengan perhitungan yang ada pada sistem. 2. Berdasarkan dari perhitungan dari simulasi kasus pada bab sebelumnya menunjukkan bahwa setiap metode memiliki hasil akhir yang berbeda-beda. 3. Sistem ini dapat memproses (menghitung) data dari berbagai Kasus *Multi-Attribute Decision Making* (MADM). 4. Dapat memberikan fleksibilitas dalam memilih waktu dan tempat untuk belajar dan dapat menjadi pendukung pembelajaran konvensional serta meningkatkan kemampuan belajar mandiri. 5. Dapat meningkatkan efisiensi dan mempermudah perhitungan metode MADM baik sebagai dalam proses belajar maupun diterapkan dalam keadaan, masalah atau kasus yang sebenarnya.

**Ucapan Terimakasih**

Ucapan terimah kasih diberikan kepada Yayasan dan Civitas STMIK Kaputama yang memberikan dukungan dan partisipasi dalam menyelesaikan penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

Afriyudi. 2008. *Pemrograman Web Dinamis dengan Kolaborasi PHP dan Java*. Edisi Pertama, Andi, Yogyakarta.

Gunawan, dkk., 2014. *Penerapan Metode TOPSIS dan AHP pada Sistem Penunjang Keputusan Penerimaan Anggota Baru, Studi Kasus Ikatan Mahasiswa Sistem Informasi STMIK Mikroskil*. Jurnal, Vol.15, No.2, ISSN.1412-0100, h.101-110, STMIK Mikroskil, Medan.

Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Edisi Pertama, Andi, Yogyakarta.

Meri Azmi, dkk., 2014. *Pemanfaatan Sistem Pendukung Keputusan untuk Penentuan Alokasi Dana Kegiatan (Studi Kasus Unit Kegiatan Mahasiswa Politeknik Negeri Padang)*. Jurnal, Vol.16, No.1, ISSN.1693-752X, h.74-83, Politeknik Negeri Padang, Padang.

Sri Kusumadewi, dkk., 2006. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Edisi Pertama, Cetakan Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Winarno, Johan Setiawan. 2013. *Penerapan Sistem E-Learning pada Komunitas Sekolah Rumah (Home Schooling)*. Jurnal, Vol.4, No.1, ISSN.2085-4579, h.45-51, Universitas Multimedia Nusantara, Tangerang.

## PEMBANGUNAN SISTEM INFORMASI MONITORING KEHADIRAN DOSEN DAN MAHASISWA BERBASIS WEB PADA STMIK KRISTEN NEUMANN INDONESIA

Mahdianta Pandia dan Fifit Arnela Br. Sembiring

STMIK Kristen Neumann Indonesia, Medan  
Email: mahdianta@yahoo.com, fifitkembaren28@gmail.com

**Abstrak.** *Presensi merupakan salah satu instrumen untuk memonitoring dan mengevaluasi keaktifan dalam pencatatan kehadiran dosen dan mahasiswa. Pada STMIK Kristen Neumann Indonesia (STMIK Neumann) proses monitoring kehadiran dosen dan siswa dipantau oleh masing-masing ketua Progam Studi. Secara berkala juga akan dilakukan evaluasi oleh Unit Penjamin Mutu. Monitoring bertujuan untuk memantau penerapan standar kehadiran dosen dan mahasiswa untuk mengambil data yang dapat di jadikan bahan mengevaluasi dan mengambil tindakan berdasarkan kondisi yang ada. Sistem monitoring mengintegrasikan proses input oleh Front Office yang dapat dimonitoring Ketua Program Studi, Akademik dan Unit Penjamin Mutu. Hasil dari sistem monitoring ini akan mencatat semua kehadiran dosen dan mahasiswa dalam proses belajar mengajar serta secara berkala dapat dilakukan proses rekapitulasi kehadiran dosen dan mahasiswa sebagai salah satu bahan untuk mengevaluasi kinerja dosen.*

**Kata Kunci :** *Monitoring dan Evaluasi, Kehadiran, Sistem Informasi, PHP, MySQL*

### PENDAHULUAN

Presensi merupakan suatu proses kegiatan pencatatan kehadiran dengan tujuan untuk mengetahui data dan laporan yang berkaitan dengan presensi (kehadiran). Informasi yang dihasilkan bentuk laporan harian, bulanan dan tahunan.

Kegiatan presensi di STMIK Kristen Neumann Indonesia (STMIK Neumann), saat ini dilakukan dengan manual yakni mengisi formulir absensi yang telah disediakan dan melakukan kegiatan presensi setiap memulai kegiatan perkuliahan. Setelah selesai perkuliahan maka formulir absensi diserahkan ke *Front Office* dan akan dilanjutkan ke bagian administrasi. Bagian akademik akan melakukan rekapitulasi kehadiran dosen dan mahasiswa dengan menggunakan *microsoft excel* untuk mengetahui persentase kehadiran dosen dan mahasiswa.

Kegiatan Monitoring dan evaluasi kehadiran dosen dan mahasiswa merupakan kegiatan yang dilakukan oleh masing-masing program studi dan secara berkala dilakukan oleh Unit Penjaminan Mutu yang bertujuan untuk memantau penerapan standar kehadiran yang telah ditetapkan oleh STMIK Neumann. Dengan adanya sistem informasi ini dapat membantu bagian Akademik, Program Studi, Unit Penjamin Mutu dan *Front Office* dalam melakukan kegiatan monitoring dan dari hasil monitoring dapat dijadikan bahan evaluasi kehadiran dosen dan mahasiswa.

### METODE

Suatu sistem dapat diartikan sebagai suatu kumpulan atau himpunan dari unsur, komponen, atau variabel yang terorganisir, saling berinteraksi, saling tergantung satu sama lain, dan terpadu. Teori sistem secara umum yang pertama kali diuraikan oleh Kenneth Boulding, terutama menekankan pentingnya perhatian setiap bagian yang membentuk sebuah sistem. Selain itu, suatu sistem tidak bisa lepas dari lingkungan sekitarnya maka umpan balik (*feedback*) dapat berasal dari lingkungan sistem yang dimaksud. Menurut Jogiyanto (1985:10) Sistem sebagai suatu kesatuan yang terdiri dari dua atau lebih komponen atau subsistem yang berinteraksi untuk menegaskan suatu tujuan (Jogiyanto, 10, 1985).

Kegiatan monitoring dan evaluasi merupakan salah satu bentuk pertanggungjawaban Perguruan Tinggi dalam menjamin bahwa keterlaksanaan kegiatan akademik dilaksanakan sesuai dengan aturan dan mencapai sasaran yang telah ditargetkan. Melalui kegiatan monitoring ini juga, persoalan dan kendala yang dihadapi dalam implementasi dapat diantisipasi dan ditanggulangi. Monitoring adalah kegiatan mengamati atau memantau perkembangan pelaksanaan rencana pembangunan, mengidentifikasi serta mengantisipasi permasalahan yang timbul dan/atau akan timbul untuk dapat diambil tindakan sedini mungkin.

Presensi merupakan kehadiran dan keikutsertaan peserta kelas secara fisik dan mental terhadap aktivitas dan pada jam-jam efektif di kampus. Sedangkan ketidakhadiran adalah ketiadaan partisipasi secara fisik peserta kelas terhadap kegiatan-kegiatan proses pembelajaran. Absensi adalah sebuah kegiatan pengambilan data guna mengetahui jumlah kehadiran terhadap suatu aktivitas. Setiap aktivitas yang membutuhkan informasi mengenai peserta tentu akan melakukan absensi.

Penjamin mutu perguruan tinggi adalah proses perencanaan, pemenuhan, pengendalian, dan pengembangan standar pendidikan tinggi secara konsisten dan berkelanjutan, sehingga pemangku kepentingan (*stakeholders*) internal dan eksternal perguruan tinggi, yaitu mahasiswa, dosen, karyawan,

masyarakat, dunia usaha, asosiasi profesi, pemerintah memperoleh kepuasan atas kinerja dan keluaran perguruan tinggi.

Kebutuhan sistem meng Gambarkan proses atau fungsi yang harus dikerjakan oleh sistem dalam melayani kebutuhan pengguna (*User*) yang ditunjang dengan teknologi yang lebih canggih, lebih baik dari perangkat keras maupun perangkat lunak.

Sistem informasi monitoring yang akan dibangun dari kebutuhan informasi dapat dikelompokkan dalam 4 tingkatan yang dapat mengakses sistem yaitu Uit Penjamin Mutu, masing-masing Program Studi, Pegawai Akademik, *FrontOffice* (FO).

1. UPM (UnitPenjamin Mutu)

UPM dapat mengakses seluruh informasi kehadiran dosen dan kehadiran mahasiswa. UPM juga dapat melihat dan mencetak semua rekapitulasi kehadiran dosen dan mahasiswa, berdasarkan kelas, matakuliah dan berdasarkan tahun akademik.

2. Program Studi

Prodi memiliki hak akses yang dapat melihat data dosen, data mahasiswa, rekapitulasi kehadiran dosen dan rekap itula simahasiswa hanya pada program studi bersangkutan.

3. Pegawai Akademik Masing-Masing Program Studi.

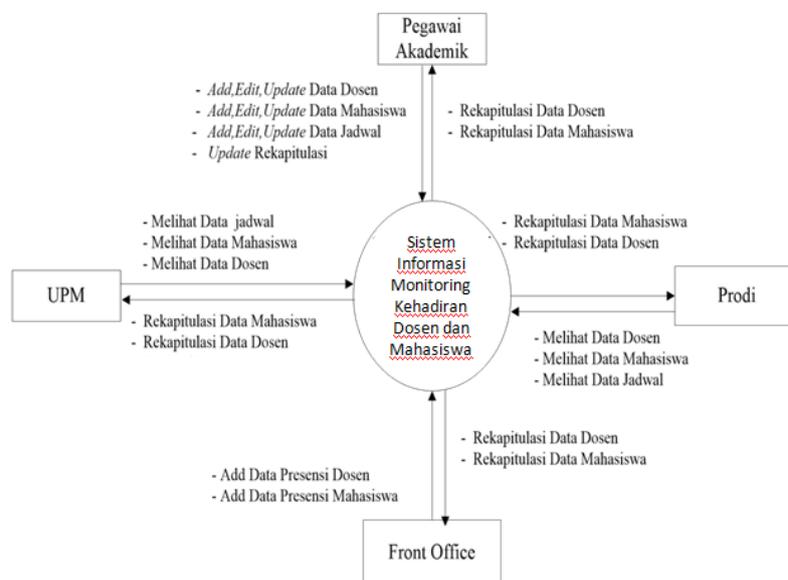
Pegawai akademik mempunyai akses yang dapat melakukan menambah, mengedit, mengupdate dan menghapus data dosen, mahasiswa, jadwal perkuliahan dan melihat rekapitulasi kehadiran dosen dan rekapitulasi kehadiran mahasiswa pada program studi masing-masing.

4. *FrontOffice* (FO)

*Front Office* (FO) berfungsi untuk membantu pegawai akademik dalam menambah peserta kelas, data presensi dosen dan mahasiswa ke dalam sistem.

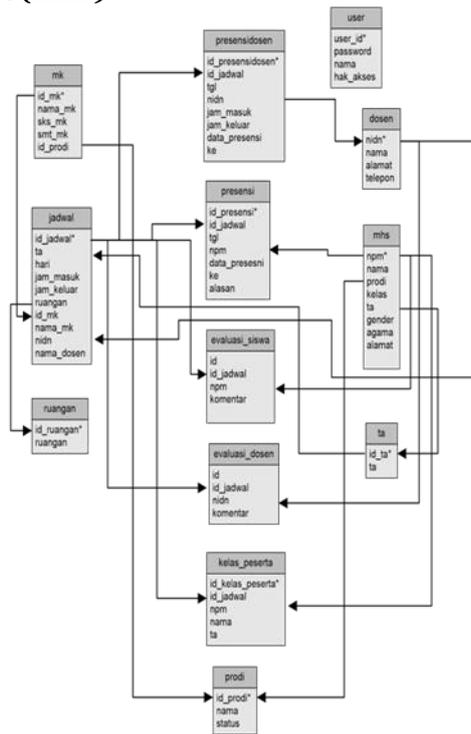
Rancangan sistem dilakukan untuk melihat Gambaran mengenai sistem sistem informasi monitoring kehadiran dosen dan mahasiswa yang akan dibangun. Untuk membuat alur kerja sistem dan melihat *user-user* yang beriteraksi dengan sistem. Perancangan sistem yang dimaksud terdiri dari perancangan sistem, perancangan database, dan perancangan antar muka atau *interface*.

**Diagram Konteks**



**Gambar1.** Diagram Konteks

**EntityRelationship Diagram (ERD)**



Gambar2. Entity Relationship Diagram (ERD)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sistem informasi monitoring kehadiran dosen dan mahasiswa terdiri beberapa laman dan dari laman tersebut terdapat 4 (empat) hak akses yang berbeda didalam sistem yaitu Halaman Pegawai Akademik, Halaman *Front Office*, Halaman masing-masing Program Studi, dan Halaman Unit Penjamin Mutu. Pada sistem informasi monitoring kehadiran dosen dan mahasiswa membahas cara kerja sistem secara terstruktur bedasarkan hak akses dari *user*. Halaman *Login* ini digunakan untuk mengenal user dan hak akses yang diperbolehkan dalam penggunaan sistem. Hak akses dimaksud adalah untuk tingkat *Front Office*, Pegawai Akademik, Program Studi, dan Unit Penjamin Mutu. Halaman login dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar3. HalamanLogin

Halaman data kelas peserta merupakan daftar mahasiswa yang memilih mata kuliah berdasarkan mata kuliah yang dipilih oleh mahasiswa tersebut. Kelas peserta memiliki *field* npm dan nama dengan meng-klik peserta pada aksi data jadwal, maka *front office* akan melihat daftar mahasiswa pada perkuliahan sesuai jadwal. Tampilan data peserta dapat dapat disajikan pada Gambar4.



Gambar4 Halaman Data Kelas Peserta

Pada halaman *Add* presensi, *front office* akan memilih tanggal presensi sesuai tanggal perkuliahan, kemudian pada keterangan data presensi ada 4 pilihan yaitu hadir (H), ijin (I), Sakit (S), Alpa (A) yang akan dipilih oleh *front office* untuk mengabsen peserta perkuliahan sesuai daftar jadwal. Setelah diabsen maka diklik tombol Simpan maka akan tersimpan ke *database*. Jika diklik tombol Batal maka batal melakukan presensi dan kembali kemenu Presensi. Berikut merupakan tampilan menambah data presensi peserta perkuliahan yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Halaman proses presensi Mahasiswa

Pada halaman *Add* data presensi dosen merupakan tampilan halaman untuk menambah data presensi dosen untuk setiap kehadiran pada matakuliah yang diampu ke dalam sistem. Tampilan untuk melakukan presensi kehadiran dosen disajikan pada Gambar6.



Gambar 6. Halaman Presensi Dosen

Pada tampilan halaman Data Presensi terdapat aksi Tambah dan Lihat yang berfungsi untuk menambah data evaluasi mahasiswa. Untuk menyimpan hasil evaluasi terlebih dahulu meng-klik Simpan pada *form* evaluasi. Tampilan *input* evaluasi mahasiswa dapat disajikan pada Gambar 7

**Gambar 7.** Halaman Input Evaluasi Mahasiswa

Halaman tampilan evaluasi mahasiswa berfungsi untuk melihat hasil evaluasi mahasiswa yang dapat dilihat oleh UPM. Tampilan hasil evaluasi mahasiswa dapat disajikan pada Gambar 8.

| No | Komentar                |
|----|-------------------------|
| 1  | Kehadiran yang maksimal |

**Gambar 8.** Halaman Tampilan Evaluasi Mahasiswa

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada hasil dan pembahasan tentang sistem informasi monitoring dan evaluasi kehadiran dosen dan mahasiswa maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut: 1. Kegiatan monitoring dan evaluasi kehadiran dosen dan mahasiswa dilakukan oleh Unit Penjamin Mutu secara periodik dan memberikan *feedback* terhadap evaluasi monitoring kehadiran melalui sistem. 2. Dalam sistem informasi monitoring dan evaluasi prodi akan mendapat *feedback* dari Unit Penjamin Mutu melalui sistem selanjutnya prodi akan menindaklanjuti *feedback* tersebut. 3. Setiap *user* dapat melihat rekapitulasi kehadiran dosen dan mahasiswa tetapi untuk meng-*update* data kehadiran dosen dan mahasiswa hanya dapat dilakukan oleh pegawai akademik. 4. Sistem informasi kehadiran dosen dan mahasiswa akan merekap data kehadiran dosen dan mahasiswa secara langsung setelah datadi-*input* oleh *Front Office*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Jogiyanto, H.M, 2005. Sistem Informasi Strategik untuk Keunggulan Kompetitif (Edisi II). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Madcoms, 2008. Teknik mudah Membangun Website dengan HTML, PHP Dan Mysql, (Edisi I). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nugroho, Bunafid. 2007. PHP Profesional, (Edisi I). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Simarmata, Janner & Iman Puryadi. 2006. *Basis Data* (Edisi I). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sujedjo, Budi Dharma Oetomo. 2002. Perancangan Dan Pembangunan Sistem Informasi (Edisi I). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Tata Sutrabti. 2015. Konsep Sistem Informasi (Edisi I). Yogyakarta: Penerbit Andi.

## **APLIKASI PEMBELAJARAN TENSES BERBASIS MULTIMEDIA MENGUNAKAN METODE COMPUTER BASED INSTRUCTION (CBI)**

**Einil Ignasius Sihombing**

*Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika STMIK Budidarma Medan  
Jl. Sisingamangaraja No. 338 Simpang Limun Medan*

**Abstrak.** *Tenses merupakan salah satu dasar dalam mempelajari Bahasa Inggris. Sebab itu untuk dapat berkomunikasi dengan baik dan dapat dimengerti dengan yang lain, maka bahasa yang digunakan harus sesuai dengan aturan- aturan yang telah ditentukan, di mana aturan tersebut harus disesuaikan dengan kuran waktu yakni tenses. Penguasaan tenses merupakan sesuatu yang tidak boleh diabaikan karena hal tersebut merupakan kunci menuju percakapan yang lebih sempurna. Tetapi dalam kenyataannya masih banyak yang mengalami kesulitan dalam penyusunan struktur kalimat maupun dalam pemahaman bahasa. Keberadaan metode pembelajaran Computer Based Instruction (CBI) dapat membantu memudahkan orang yang ingin mempelajari materi-materi tenses melalui komputer sehingga pengguna tidak perlu membutuhkan biaya serta lebih mahir dengan belajar mandiri melalui program pembelajaran tenses. Melalui program pembelajaran tenses ini dengan metode Computer based Instruction (CBI) diharapkan dapat menambah pengetahuan pengguna dalam memahami materi tenses.*

**Kata kunci :** *Pembelajaran, Tenses, Computer Based Instruction*

### **PENDAHULUAN**

Media pembelajaran adalah alat bantu yang digunakan dalam kegiatan belajar mengajar, untuk menyampaikan isi pembelajaran dari pengajar kepada peserta didik. Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pengajar dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran merupakan bantuan yang diberikan pendidik agar dapat terjadi proses perolehan ilmu dan pengetahuan, penguasaan kemahiran dan tabiat, serta pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik agar dapat belajar dengan baik. Pemilihan metode dan strategi pengajaran yang tepat akan membantu siswa atau peserta didik memahami pelajaran yang disampaikan. Strategi penggunaan media sebagai pendamping dalam proses pembelajaran dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan yang muncul dalam proses pembelajaran.

Perkembangan teknologi masa kini, komputer merupakan suatu peralatan yang canggih dan dapat dimanfaatkan diantaranya dalam masalah pendidikan dan pembelajaran. Dengan memanfaatkan kelebihan-kelebihan komputer, maka komputer dapat dijadikan sebagai media dan sumber belajar dalam bidang studi tertentu disamping media yang lain. Hal ini dibuktikan dengan adanya media alat bantu yang digunakan untuk proses belajar mengajar. CBI (*Computer Based Instruction*) adalah sebuah pembelajaran terprogram yang menggunakan komputer sebagai sarana utama atau alat bantu yang mengkomunikasikan materi kepada siswa. Media pembelajaran yang dikemas dalam program komputer ini bertujuan agar proses belajar mengajar dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

*Tenses* adalah bentuk kata kerja yang menunjukkan perubahan waktu, kapan suatu peristiwa, berita, pernyataan, tindakan, terjadi dalam suatu kalimat sekarang, lampau ataupun akan datang. Dalam *tenses* ada empat kelompok yang membentuk 16 bentuk waktu dalam Bahasa Inggris (Setiawan, 2011: 5). *Tenses* merupakan salah satu dasar dalam mempelajari Bahasa Inggris. Sebab itu untuk dapat berkomunikasi dengan baik dan dapat dimengerti dengan yang lain, maka bahasa yang digunakan harus sesuai dengan aturan- aturan yang telah ditentukan, di mana aturan tersebut harus disesuaikan dengan kuran waktu yakni *tenses*. Penguasaan *tenses* merupakan sesuatu yang tidak boleh diabaikan karena hal tersebut merupakan kunci menuju percakapan yang lebih sempurna. Tetapi dalam kenyataannya masih banyak yang mengalami kesulitan dalam penyusunan struktur kalimat maupun dalam pemahaman bahasa. Dari uraian latar belakang di atas maka perumusan masalahnya adalah sebagai berikut: 1. Bagaimana menyajikan materi pembelajaran *tenses* lebih mudah dipelajari? 2. Bagaimana menerapkan metode CBI (*Computer Based Instruction*) untuk pembelajaran *tenses*? 3. Bagaimana merancang Aplikasi Pembelajaran *tenses* Menggunakan Metode *Computer Based Instruction* Dengan Menggunakan Adobe Flash CS 3?. Adapun yang menjadi batasan masalah adalah sebagai berikut: 1. Pembelajaran *Tenses* dengan menggunakan metode CBI model tutorial, praktek (*drill and practice*), simulasi (*simulation*), permainan (*games*). 2. Animasi yang dibuat hanya sebuah animasi sederhana dan mudah dipahami dengan tampilan tulisan dan suara *tools*nya adalah Adobe Flash Cs3. 3. Pembelajaran hanya membahas dasar –dasar 16 *tenses*.

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Menjelaskan teknik penyajian materi pembelajaran *tenses* untuk memberikan kemudahan untuk pemula yang mudah dan menarik sehingga dapat meningkat gairah belajar. 2. Menerapkan Metode CBI (*Computer Based Instruction*) dalam pembelajaran *tenses* berbasis komputer untuk menggantikan peran guru agar mempermudah pengajar dalam menyampaikan materi pembelajaran *tenses*. 3. Merancang aplikasi

pembelajaran *tenses*, serta mengetahui cara kerja CBI (*Computer Based Instruction*) dengan model tutorial, praktek, simulasi, permainan dengan tool macromedia flash. Adapun yang menjadi manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Program aplikasi yang dibuat bisa belajar dimana saja dan kapan saja karena lebih praktis. 2. Dapat mempermudah dalam mempelajari *Tenses* tidak hanya siswa tetapi bisa di terapkan di masyarakat luas nantinya.

### Landasan Teori

Menurut Abdul kadir (2003:204) Program aplikasi (sering kali hanya disebut aplikasi) adalah program yang dibuat oleh pemakai yang ditujukan untuk melakukan suatu tugas khusus. Menurut Jogyanto (2004:4), aplikasi merupakan program yang berisikan perintah-perintah untuk melakukan pengolahan data. Aplikasi secara umum yaitu suatu proses dari cara manual yang ditransformasikan ke komputer dengan membuat sistem atau program agar data diolah lebih berdaya guna secara optimal. Dari pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa aplikasi adalah Program siap pakai yang dapat digunakan untuk menjalankan perintah-perintah atau melakukan berbagai bentuk pekerjaan atau tugas-tugas tertentu seperti penerapan, penggunaan dan penambahan data.

Pembelajaran adalah suatu proses atau upaya menciptakan kondisi belajar dalam mengembangkan kemampuan minat bakat siswa secara optimal, sehingga kompetensi dan tujuan pembelajaran dapat tercapai. Kompetensi dan tujuan pembelajaran tercapai secara optimal apabila pemilihan pendekatan, metode, strategi, dan model-model pembelajaran tepat dan disesuaikan dengan materi, tingkat kemampuan siswa, karakteristik siswa, kemampuan sarana dan prasarana dan kemampuan guru dalam menerapkan secara tepat guna pendekatan, metode, strategi dan model-model pembelajaran. (Iru dan Arihi, 2012 )

Defenisi pembelajaran dalam dunia pendidikan adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran merupakan bantuan yang diberikan pendidik agar dapat terjadi proses perolehan ilmu dan pengetahuan, penguasaan kemahiran dan tabiat, serta pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik agar dapat belajar dengan baik. Pembelajaran yang berkualitas sangat tergantung dari motivasi pelajar dan kreatifitas pengajar. Pembelajaran yang memiliki motivasi tinggi ditunjang dengan pengajar yang mampu memfasilitasi motivasi tersebut akan membawa pada keberhasilan pencapaian target belajar. Target belajar dapat diukur melalui perubahan sikap dan kemampuan siswa melalui proses belajar. Desain pembelajaran yang baik, di tunjang fasilitas yang memadai, ditambah dengan kreatifitas guru akan membuat peserta didik lebih mudah mencapai target belajar. Menurut Setiawan (2011:5) *Tenses* adalah bentuk kata kerja yang menunjukkan perubahan waktu, kapan suatu peristiwa, berita, pernyataan, tindakan, terjadi dalam suatu kalimat sekarang, lampau ataupun akan datang. Dalam *tenses* ada empat kelompok yang membentuk 16 bentuk waktu dalam bahasa inggris.

CBI (*Computer Based Instruction*) adalah sebuah pembelajaran terprogram yang menggunakan komputer sebagai sarana utama atau alat bantu yang mengkomunikasikan materi kepada siswa. CBI pada pembelajaran memiliki manfaat yang signifikan pada proses pembelajaran. Didalam pemamfaatannya penggunaan komputer dapat berperan sebagai alat, mengandung arti bahwa komputer merupakan alat bantu dalam proses pembelajaran, sedangkan komputer sebagai tutor mengandung arti bahwa komputer mengganti peranan guru dalam mengajar, mempresentasikan informasi, menguji melalui pertanyaan dan memberikan umpan balik seperti dalam pembelajaran berprogram atau melibatkan siswa dalam simulasi atau permainan (Rusman,2013). Menurut Rusman (2013:186) Ada beberapa model pembelajaran berbasis komputer yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran, yaitu :

*Tutorial* didefenisikan sebagai bentuk pembelajaran khusus dengan pembimbing yang terqualifikasi, penggunaan komputer untuk tutorial pembelajaran. Tutorial dengan metode alternatif diantaranya bacaan, demonstrasi penemuan bacaan atau pengalaman yang membutuhkan respon secara verbal dan tulisan serta adanya ujian. Program tutorial pada dasarnya sama dengan program bimbingan, yang bertujuan memberikan bantuan kepada siswa agar dapat mencapai hasil belajar secara optimal. (Rusman,2013).

Model *drill and Practice* adalah suatu model dalam pembelajarn dengan jalan melatih siswa terhadap bahan pelajaran yang sudah diberikan. Dengan latihan yang terus menerus, maka akan tertanam dan kemudian akan menjadi kebiasaan. Berikut beberapa penyajian model *drill and practice* (Rusman,2013), Penyajian masalah-masalah dalam bentuk latihan soal pada tingkat tertentu dari kemampuan siswa, Siswa mengerjakan soal-soal latihan, Jika jawabn yang diberikan siswa benar program menyajikan materi selanjutnya dan jika jawaban siswa salah, menyediakan fasilitas untuk mengulang latihan yang dapat diberikan secara parsial atau pada akhir keseluruhan soal.

Model simulasi salah satu strategi pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman belajar yang lebih kongkrit melalui penciptaan tiruan-tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana sebenarnya dan berlangsung dalam suanayang tanpa resiko ( Arsyad,2002:161). Menurut Sridadi (2005) simulasi adalah program komputer yang berfungsi untuk menirukan perilaku sistem nyata tertentu.

Tujuan simulasi antara lain untuk pelatihan, studi perilaku sistem dan hiburan/permainan.

Model permainan merupakan salah satu bentuk model yang didesain untuk membangkitkan kegembiraan pada siswa sehingga dapat meningkatkan kemungkinan tersimpannya lebih lama konsep, pengetahuan ataupun keterampilan yang diharapkan dapat mereka peroleh permainan tersebut. Tujuan dari model permainan adalah untuk menyediakan suasana (lingkungan) yang memberikan fasilitas belajar yang menambah kemampuan siswa. Model permainan tidak perlu menirukan realita namun dapat memiliki karakter yang menyediakan tantangan yang menyenangkan bagi siswa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembelajaran berbasis komputer atau lebih dikenal dengan *e-learning* merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Berbagai jenis metode yang dapat diaplikasikan dalam pembelajaran berbasis komputer, misalnya CBI (*Computer Based Instruction*) yaitu pembelajaran berbantuan komputer dimana keseluruhan dari komponen pembelajaran konvensional digantikan dengan komputer, karena dalam pembelajaran konvensional masih terdapat banyak kekurangan misalnya waktu, biaya, pengajar, dan jarak.

Adapun analisa yang dilakukan adalah sebagai berikut: . Present Tense

1. Simple Present Tense
  - Pola : Subjek + verb1(s,es,ies)+Objek
  - (+) She goes to school to school
  - (-) She does not go to school
  - (?) does she go to school ?
2. Present Continous Tense
  - Pola : Subjek + tobe + verb1-ing+Objek
  - (+) She is going to school
  - (-) She is not going to school
3. Present Perfect Tense
  - Pola : Subjek + Have/has+veb3+Objek
  - (+) She has gone to school
  - (-) She has not gone to school
  - (?) Has she gone to school ?
4. Present Perfect Continous Tense
  - Pola : Subjek + Have/has + been + verb1-ing + objek
  - (+) She has been going to school
  - (-) She has not been going to school
  - (?) Has she been going to school ?
- B. Past Tense
  1. Simple Past Tense
    - Pola : Subjek + verb2+objek
    - (+) She went to school
    - (-) She did not go to school
    - (?) did she go to school ?
  2. Past Continous Tense
    - Pola : Subjek + were/was + verb-ing + objek
    - (+) She was going to school
    - (-) She was not going to school
    - (?) was she going to school ?
  3. Past Perfect Tense
    - Pola : Subjek + had + verb3+ objek
    - (+) She had gone to school
    - (-) She had not gone to school
    - (?) had she been going to school ?
  4. Past Perfect Continous Tense
    - Pola : Subjek +had+been+verb1-ing+Objek
    - (+) She had been going to school
    - (-) She had not been going to school
    - (?) had she been going to school ?
- C. Future Tense
  1. Simple Future Tense
    - Pola : Subjek + will/shall+verb1+Objek
    - (+) She will go to school
    - (-) She will not be going to school

- (?) will she be going to school ?
2. Future Continuous Tense  
Pola : Subjek + will/shall+be+verb1-ing+Objek  
(+) She will be going to school  
(-) She will not be going to school  
(?) will she be going to school ?
  3. Future Perfect Tense  
Pola : Subjek +will/shall+have+verb3+Objek  
(+) She will have gone to school  
(-) She will have not gone to school  
(?) will she have gone to school ?
  4. Future Perfect Continuous Tense Pola : Subjek + Will/shall + have + been+verb1-ingObjek  
(+) She will have been going to school  
(-) She will not have been going to school  
(?) will she have been going to school ?
- D. Past Future Tense
1. Past Future Tense  
Pola : Subjek + will/shall+have+been+verb1-ing+Objek  
(+) She would go to school  
(-) She would not be going to school  
(?) would she go to school ?
  2. Future Past Continuous Tense  
Pola : Subjek + would/should+be+verb1-ing+Objek  
(+) She would be going to school  
(-) She would not be going to school  
(?) would she be going to school
  3. Future Past Perfect Tense Pola : Subjek + would/should+have+verb3+Objek  
(+) She would have gone to school  
(-) She would not have gone to school  
(?) would she have gone to school ?
  4. Past Future Perfect Continuous Tense  
Pola : Subjek + would/should+have+been+verb1-ing+Objek  
(+) She would have been going to school  
(-) She would not been going to school  
(?) would she been going to school ?

Berdasarkan uraian dan analisa permasalahan diatas, maka disusunlah media pembelajaran sebagai alat bantu pembelajaran untuk para peserta didik dengan menggunakan metode CBI (*Computer Based Instruction*). Pembelajaran menggunakan metode CBI (*Computer Based Instruction*) berkembang seiring perkembangan komputer dan teknologi. Banyak mata pelajaran yang memanfaatkan CBI ditujukan untuk memaksimalkan pembelajaran dan mempermudah proses belajar serta menambah inovasi dan ketertarikan terhadap materi yang disampaikan. Keberadaan aplikasi pembelajaran CBI mampu memberikan balikan (*feedback*) sehingga *user* dapat aktif berinteraksi dengan media yang dirancang. Selain itu, CBI juga dapat meningkatkan motivasi dan perhatian *user* untuk belajar. Metode CBI (*Computer based Instruction*) memiliki beberapa bentuk interaksi yang dapat diaplikasikan seperti : Tutorial, *Drill and Practice* (praktek), Simulasi (*Simulation*), Permainan (*games*). Dalam perancangan aplikasi pembelajaran *tenses*, bentuk interaksi yang ditawarkan dapat dirincikan sebagai berikut :

#### 1. Tutorial

Materi yang disajikan dalam tutorial adalah materi pembelajaran *tenses*. dimana yang dibahas adalah *Present tense*, *Past tense*, *Future tense*, *Past future tense*. Dalam model tutorial ini, *user* atau siswa dapat memahami materi, rumus di setiap pola kalimat positif, negatif, dan pertanyaan.

#### 2. *Drill And practice* (Praktek dan latihan)

Latihan dan praktek dalam aplikasi ini berupa soal-soal yang di berikan berulang-ulang dan mengenai penyelesaian bahan pelajaran yang disajikan secara detail, dengan penjelasan yang lengkap sehingga *user* dapat menguasai bahan tentang *Tenses*. Pada aplikasi ini tersedia beberapa soal pilihan ganda yang ditampilkan, dan dibagi menjadi atas dua bagian yaitu menu praktek dan latihan.

#### 3. Simulasi (*Simulation*)

Simulasi yang ditawarkan dalam aplikasi pembelajaran *Tenses* ini berupa simulasi memahami

materi *Tenses* dengan mengerjakan soal-soal. Pada menu Simulasi ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu membahas soal materi *Future Tense* dan *Past Future Tense*. Soal yang di berikan model pilihan ganda dimana setiap materi terdapat 4 soal, dan total soal tersebut berjumlah 8 soal.

#### 4. Permainan (*Games*)

Pada Menu *games* ini merupakan tebak kata yang akan dikerjakan oleh pengguna atau siswa, dimana pada menu ini merupakan ujian untuk menentukan seberapa besar memahami materi *tenses* tersebut. Dalam menu *games* ini bisa dikerjakan setelah menyelesaikan seluruh materi *Tenses*. Terdapat 10 soal yang diambil dari keseluruhan pembahasan materi *Tenses*.

### Implementasi

#### 1. Tampilan Menu Utama

Halaman utama dapat dikatakan sebagai antar muka (*user interface*) antara *user* dengan aplikasi. Pada Halaman utama tersedia tiga pilihan menu yaitu *Home*, *About*, dan *Admin*.



Gambar 1 Halaman Menu Utama

#### 2. Tampilan Menu Tutorial

Pada menu ini berfungsi untuk menampilkan keseluruhan materi dan beberapa animasi dari topik pembahasan. Dalam menu tutorial ini menampilkan empat tombol sub materi, yaitu *Present Tense*, *Past Tense*, *Future Tense*, dan *Past Future Tense*.



Gambar 2 Halaman Menu Tutorial

#### 3. Tampilan halaman *Drill and Practice*

Pada menu ini terdapat empat *drill* atau latihan yaitu pada materi *Present Tense*, *Past Tense*, *Future Tense*, *Past Future Tense* dan dua *practice* yaitu pada materi *Present Tense*, dan *Past Tense*.



Gambar 3 Halaman *Practice*

#### 4. Tampilan halaman *Simulasi*

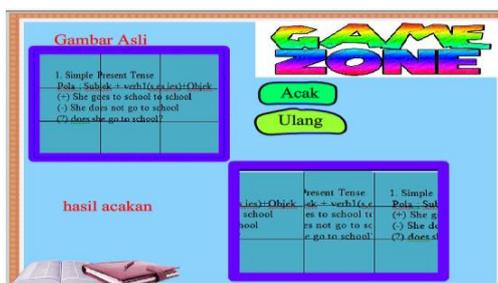
Pada menu ini menampilkan soal pilihan ganda membahas soal materi *Future Tense*, *Past Future Tense*.



**Gambar 4** Halaman *Simulasi*

#### 5. Tampilan Halaman Games

Pada Menu games ini merupakan tebak kata yang terdapat 10 soal yang diambil dari keseluruhan pembahasan materi *Tenses*.



**Gambar 5** Halaman *Games*

Di dalam setiap sub materi terdapat beberapa halaman yang ditandai dengan tombol *next* dan *back*. Pada halaman sub materi terdapat bagian terkecil dari sub materi tersebut seperti *Present tense* akan terdapat lagi bagian-bagian terkecil yaitu *Simple Present Tense*, *Present Continuous tense*, *present perfect tense*, *present perfect continuous tense*. Dan disetiap materi diberikan contoh sederhana agar user dapat lebih memahaminya.

#### 6. Tampilan halaman menu about

Pada halaman menu about akan menampilkan informasi penulis dan penjelasan tentang aplikasi yang dirancang.

### KESIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas mengenai aplikasi pembelajaran *Tenses* dengan metode *Computer Based Instruction* yang telah dibuat penulis, maka dapat beberapa kesimpulan, yaitu: 1. Dalam menyajikan materi *Present Tense*, *Past Tense*, *Future Tense*, *Past Future Tense* ini, aplikasi memberikan materi lebih mudah dipahami oleh siswa/ *user* yang menghadirkan nuansa multimedia didalamnya berupa suara dan animasi sesuai dengan topik pembahasan. 2. Menerapkan metode *Computer Based Instruction* atau pembelajaran berbasis komputer dapat di implementasikan pada aplikasi pembelajaran *Tenses* dimana aplikasi ini dapat digunakan secara individual dan aplikasi ini dimulai dari tutorial, *drill and practice*, *games* dan simulasi. 3. Untuk merancang aplikasi pembelajaran ini dilakukan dengan merancang halaman tampilan terlebih dahulu kemudian menerapkannya pada Adobe Flash Cs3 sampai pada tahap akhir dapat digunakan oleh user. Pada aplikasi pembelajaran *Tenses* ini terdiri dari beberapa form yaitu sebagai berikut Form *Home*, Form Menu Utama, Form Tutorial, Form *Drill and Practice*, Form *Games*, Form Simulasi, Form Penyelesaian dari contoh soal latihan, Form Skor dan Form *About*. Adapun yang menjadi saran dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut: 1. Aplikasi Pembelajaran *Tenses* ini dapat dikembangkan diperangkat lain seperti *smartphone* berbasis android dengan versi terbaru. 2. Aplikasi Pembelajaran *Tenses* yang telah dibuat masih memiliki kelemahan, oleh karenanya disarankan bagi para pembaca agar dapat mengembangkannya, baik dari tampilan ataupun metodenya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir. 2003. "Pengenalan Sistem Informasi". Yogyakarta: Andi Offset.  
 Adi Nugroho. 2009. "Rekayasa Perangkat Lunak Menggunakan UML dan Java". Yogyakarta: Andi Offset.  
 Dani Setiawan. 2011. "16 Tenses". Jakarta: JAL Publishing.  
 Doni dkk. 2010, "Cara cerdas menguasai tenses". Jakarta: Kawan Pustaka  
 Faidal Rahman Ali. "English Grammar Completed Edition". Yogyakarta: Pustaka Widyatama.

- La Iru, La Ode S.A. 2012. "Analisis Penerapan Pendekatan , Metode, Strategi, dan Model-model Pembelajaran". Yogyakarta : Multi Presindo.
- Madcoms. 2008. "Adobe Flash Cs3 Profesional". Yogyakarta: Andi Publisher
- Munir. 2012. "Multimedia Konsep dan Aplikasi dalam Pendidikan". Bandung: Alfabeta
- Rusman. 2013. "Belajar dan pembelajaran Berbasis Komputer". Bandung: Alfabeta

# **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN KELAYAKAN CALON TENAGA KERJA INDONESIA (TKI) KE LUAR NEGERI MENGGUNAKAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING DAN SIMPLE MULTI ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE (STUDY KASUS : PT. GENTA KARYA SEJAHTERA)**

**Devi Ayu Wandira Khan dan Garuda Ginting**

STMIK Budidarma Medan  
Jl. Sisingamangaraja No. 338 Simpang Limun Medan  
www.stmik-budidarma.ac.id // E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Tenaga Kerja Indonesia (TKI) adalah instansi pemerintah yang mengoordinasikan, melaksanakan pendaftaran dan seleksi calon TKI serta lokasi penempatannya. Untuk memudahkan prosedur yang ada dan meningkatkan pengambilan keputusan, perlu dibangun sebuah sistem pendukung keputusan (SPK). Penentuan calon tenaga kerja Indonesia yang berbasis komputerasi sehingga dapat menyeleksi setiap calon tenaga untuk dijadikan sebagai alternatif aplikasi sistem yang membantu dalam mengambil keputusan untuk penentuan calon tenaga kerja Indonesia. Sistem Pendukung Keputusan ini menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW) dan Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART). Metode Simple Additive Weighting (SAW) adalah menentukan nilai bobot setiap atribut, kemudian dilanjutkan dengan proses perankingan yang akan menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif, dalam hal ini alternatif yang dimaksud adalah yang berhak menjadi calon tenaga kerja Indonesia berdasarkan kriteria-kriteria yang ditentukan. Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART) merupakan Teknik pengambilan keputusan multi kriteria, ini didasarkan pada teori bahwa setiap alternatif terdiri dari sejumlah kriteria yang memiliki nilai-nilai dan setiap kriteria memiliki bobot yang menggambarkan seberapa pentingnya ia di banding dengan kriteria lain. Penelitian akan menghasilkan suatu aplikasi yang dapat dipakai sewaktu-waktu oleh operator sistem sehingga output dari aplikasi ini dapat dijadikan sebagai model dasar dalam mengambil keputusan. Model yang dihasilkan tentunya berkaitan dengan seleksi calon tenaga kerja.

**Kata kunci:** SAW, SMART, Keputusan, TKI.

## **PENDAHULUAN**

PT. Genta Karya Sejahtera Medan yang selama ini dikenal dengan sebutan "GKS" adalah sebuah Perusahaan Pelaksana Penempatan Tenaga Kerja Indonesia Swasta yang menempatkan Tenaga Kerja Indonesia ke Luar Negeri baik di sektor Formal maupun Informal dengan Negara Tujuan Penempatan yaitu HongKong, Malaysia dan Brunai Darussalam. PT. Genta Karya Sejahtera Medan telah berpengalaman dalam menempatkan Tenaga Kerja Indonesia ke Luar Negeri dan telah berdiri sejak tahun 1988 diatas lahan seluas 10.900 m<sup>2</sup>, serta memiliki legalitas yang tertuang pada Surat Izin Pelaksana Penempatan Tenaga Kerja Indonesia (SIPPTKI) SIPPTKI NO. KEP. 301/MEN/IX/2007.

Penempatan di sektor Formal, kami telah bekerjasama dengan perusahaan-perusahaan terkenal dan profesional yang mampu memberikan peluang kerja yang menarik dan memberikan lapangan kerja yang dapat mensejahterahkan para Tenaga Kerja Indonesia yang ingin lebih maju dan sukses bekerja di Luar Negeri. Penempatan di sektor Informal, kami telah bekerjasama dengan mitra kerja kami di Luar Negeri yang dapat menempatkan Tenaga Kerja Indonesia untuk menjadi Penata Laksana Rumah Tangga (PLRT).

Menurut Pasal 1 bagian (1) Undang-undang Nomor 39 Tahun 2004 tentang Penempatan dan Perlindungan Tenaga Kerja Indonesia di Luar Negeri, Tenaga Kerja Indonesia adalah setiap warga negara Indonesia yang memenuhi syarat untuk bekerja di Luar Negeri dalam hubungan kerja untuk jangka waktu tertentu dengan menerima upah. Undang-undang ini juga menerangkan bahwa penentuan kelayakan tenaga kerja atau seleksi tenaga kerja adalah proses pencarian karyawan untuk menyeleksi calon tenaga kerja yang dianggap memenuhi kriteria yang sesuai dengan karakter pekerjaan yang dilamar.

Oleh karena itu perlu diadakan peningkatan dalam segi kualitas pengambilan keputusan dengan didukung oleh Sistem Pendukung Keputusan dalam pengambilan keputusan penentuan kelayakan calon Tenaga Kerja Indonesia (TKI) ke Luar Negeri yaitu dengan menggunakan metode Simple Additive Weighting (SAW) dan Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART). Simple Additive Weighting (SAW) merupakan metode pengambilan keputusan yang konsepnya mencari penjumlahan terbobot dari rating pada setiap alternatif pada semua atribut (Kusumadewi, Sri dkk, *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*, 2006). Simple Multi-Attribut Rating Technique (SMART) merupakan metode pengambilan keputusan multi kriteria, yaitu didasarkan pada teori bahwa setiap alternatif terdiri dari sejumlah kriteria yang memiliki nilai-nilai dan setiap kriteria memiliki bobot yang menggambarkan seberapa penting ia dibandingkan dengan kriteria lain. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: 1. Menentukan kriteria-kriteria seleksi berdasarkan spesifikasi formasi kebutuhan atau posisi jabatan kosong yang diisi oleh calon tenaga kerja. 2. Untuk menerapkan metode SAW dan SMART untuk menyeleksi salah satu atau beberapa

peserta yang dianggap terbaik. 3. Sebagai alat bantu untuk pendukung keputusan pemilihan karyawan untuk jabatan yang akan diisi dan calon lebih satu maka SAW dan SMART dapat dilakukan berulang-ulang untuk mendapat calon sesuai dengan kebutuhan/ permintaan. 4. Untuk merancang aplikasi SPK seleksi karyawan pada PT. Genta Karya Sejahtera Medan. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti dan maksimal, maka langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyelesaian masalah ini adalah sebagai berikut: 1. Bagaimana menentukan syarat calon tenaga kerja sesuai formasi kebutuhan dari stakeholders. 2. Bagaimana menyesuaikan bentuk seleksi terhadap formasi lowongan yang tersedia. 3. Bagaimana menerapkan algoritma SAW dan SMART dalam pengolahan data seleksi. 4. Bagaimana merancang aplikasi dengan menggunakan tools yang sesuai

## **METODE**

Dalam menyelesaikan penelitian kompresi, maka langkah-langkah yang dilakukan adalah :

Studi Literatur. Mengumpulkan bahan-bahan yang berhubungan dengan Sistem Pendukung Keputusan (SPK), Kebijakan Pengambilan Keputusan, sistem rekrutmen untuk proses perencanaan sistem, mempelajari sejumlah artikel, buku-buku atau sumber-sumber yang memuat pengetahuan pengambilan keputusan.

Analisis. Menerapkan langkah-langkah SAW dan SMART dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi.

Perancangan. Tahapan ini adalah perancangan arsitektur aplikasi, protipe sistem, modul, basis data dan perancangan antar muka, serta lingkungan pengembangan aplikasi

Implementasi. Membuat perancangan aplikasi sesuai dengan tools pemrograman.

Pengujian Aplikasi. Menggunakan data perusahaan pada aplikasi yang dibuat untuk melihat hasil seleksi dan evaluasi selanjutnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Sistem Pendukung Keputusan (SPK)**

Persoalan pengambilan keputusan, pada dasarnya adalah bentuk pemilihan dari berbagai alternatif tindakan yang mungkin dipilih yang prosesnya melalui mekanisme tertentu, dengan harapan dapat menghasilkan sebuah keputusan yang terbaik. Model yang menggambarkan teknik pengambilan keputusan, proses ini terdiri dari tiga fase, yaitu: A. *Intelligence*. Proses penelusuran dan pendeteksian dari lingkup sitem serta proses pengenalan masalah. Data masukan diperoleh, diproses dan diuji dalam rangka mengidentifikasi masalah. B. *Design*. Proses menemukan, mengembangkan dan menganalisis alternatif tindakan yang bisa dilakukan meliputi proses mengerti masalah, menemukan solusi dan menguji kelayakan solusi. C. *Choice*. Proses pemilihan di antara berbagai alternatif tindakan yang mungkin dijalankan. Hasil pemilihan kemudian diimplementasikan dalam proses pengambilan keputusan.

### **Karakteristik Pengambilan Keputusan**

Karakteristik dan kemampuan sebuah sistem pendukung keputusan (Turban, 1998) adalah: 1. Dukungan kepada pengambil keputusan, terutama pada situasi semistruktur dan terstruktur, dengan menyertakan penilaian manusia dan informasi terkomputerisasi. 2. Dukungan semua untuk semua level manajerial, dari eksekutif puncak sampai manajer. 3. Dukungan untuk individu dan kelompok. Masalah yang kurang terstruktur sering memerlukan keterlibatan individu dari departemen dan tingkat organisasional yang berbeda. 4. Dukungan untuk keputusan independen. Bisa dibuat satu kali atau berulang (dalam interval yang sama). 5. Dukungan di semua fase proses pengambilan keputusan: inteligensi, desain, pilihan, dan implementasi. 6. Dukungan diberbagai proses dan gaya pengambilan keputusan. 7. Adaptivitas sepanjang waktu. Pengambilan keputusan seharusnya reaktif, bisa menghadapi perubahan kondisi secara cepat. 7. Pengguna merasa seperti di rumah. Rumah-pengguna, kapabilitas grafis yang sangat kuat, dan antarmuka manusia dengan mesin yang interaktif dengan satu bahasa alami bisa sangat meningkatkan efektivitas DSS. 8. Peningkatan efektivitas pengambilan keputusan (akurasi, *timelines*, kualitas) ketimbang pada efesiensinya (biaya pengambilan pengambilan keputusan). 9. Kontrol penuh oleh pengambil keputusan terhadap semua langkah proses pengambilan keputusan dalam memecahkan suatu masalah. DDS secara khusus menekankan untuk mendukung pengambilan keputusan, bukannya menggantikan. 10. Pengguna akhir bisa mengembangkan dan memodifikasi sendiri sistem sederhana. Sistem yang lebih besar bisa dibangun dengan bantuan ahli sistem informasi. 11. Biasanya, model-model digunakan untuk menganalisis situasi pengambilan keputusan. Kapabilitas pemodelan memungkinkan eksperimen dengan berbagai strategi yang berbeda di bawah konfigurasi yang berbeda. 12. Akses disediakan untuk berbagai sumber data, formar, dan tipe, mulai dari sistem informasi geografiis (GIS) sampai sistem berorientasi objek. 13. Dapat digunakan sebagai alat *standalone* oleh

seorang pengambil keputusan pada satu lokasi atau didistribusikan pada suatu organisasi secara keseluruhan dan di beberapa organisasi.

### Simple Additive Weighting (SAW)

Metode SAW ini mengharuskan pembuat keputusan menentukan bobot bagi setiap atribut. Skor total untuk alternatif diperoleh dengan menjumlahkan seluruh hasil perkalian antara rating (yang dapat dibandingkan lintas atribut) dan bobot tiap atribut. Rating tiap atribut haruslah bebas dimensi dalam arti telah melewati proses normalisasi matriks sebelumnya. Adapun langkah-langkah adalah :

1. Menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan, yaitu  $C_i$ .
2. Menentukan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria.
3. Membuat matriks keputusan berdasarkan kriteria ( $C_i$ ), kemudian melakukan normalisasi matriks berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan ataupun atribut biaya) sehingga diperoleh matriks ternormalisasi  $R$ .
4. Hasil akhir diperoleh dari proses perankingan yaitu penjumlahan dari perkalian matriks ternormalisasi  $R$  dengan vektor bobot sehingga diperoleh nilai terbesar yang dipilih sebagai alternatif terbaik ( $A_i$ ) sebagai solusi. Formula untuk melakukan normalisasi tersebut adalah : di mana :  $r_{ij}$ =rating kinerja ternormalisasi  $\text{Max}_{ij}$ = nilai maksimum dari setiap baris dan kolom  $\text{Min}_{ij}$ =nilai minimum dari setiap baris dan kolom  $X_{ij}$ =baris dan kolom dari matriks. Dengan  $r_{ij}$  adalah rating kinerja ternormalisasi dari alternatif  $A_i$  pada atribut  $C_j$ ;  $i=1,2,\dots,m$  dan  $j=1,2,\dots,n$ . Nilai preferensi untuk setiap alternatif ( $V_i$ ) diberikan sebagai : di mana :  $V_i$ =Nilai akhir dari alternatif  $w_j$ =Bobot yang telah ditentukan  $r_{ij}$ =Normalisasi matriks Nilai  $V_i$  yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif  $A_i$  lebih terpilih.

Rumus SAW yang akan digunakan adalah :

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_j x_{ij}} \\ \frac{\text{Min}_i x_{ij}}{x_{ij}} \end{cases}$$

### Metode Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)

*Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)* merupakan metode pengambilan keputusan yang multiatribut. Teknik pembuatan keputusan multiatribut ini digunakan untuk membantu stakeholder dalam memilih antara beberapa alternatif. Setiap alternatif terdiri dari sekumpulan atribut dan setiap atribut mempunyai nilai-nilai, nilai ini dirata-rata dengan skala tertentu. Setiap atribut mempunyai bobot yang menggambarkan seberapa penting ia dibandingkan dengan atribut lain.

Dengan SMART pembobotan atribut dilakukan dengan dua langkah yaitu:

1. Mengurutkan kepentingan suatu atribut dari level terburuk ke level terbaik.
2. Membuat perbandingan rasio kepentingan setiap atribut dengan atribut lain dibawahnya.

*Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)* lebih banyak digunakan karena kesederhanaanya dalam merespon kebutuhan pembuat keputusan dan caranya menganalisa respon. Analisa yang terlibat adalah transparan sehingga metode ini memberikan pemahaman masalah yang tinggi dan dapat diterima oleh pembuat keputusan. Pembobotan pada SMART menggunakan skala antara 0 sampai 1, sehingga mempermudah perhitungan dan perbandingan nilai pada masing-masing alternatif. Model yang digunakan dalam SMART:

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m w_j u_j(a_i), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

di mana :  $w_j$  = nilai pembobotan kriteria ke- $j$  dan  $k$  kriteria;  $u(a_i)$  = nilai utility kriteria ke- $i$  untuk kriteria ke- $i$ . Pemilihan keputusan adalah mengidentifikasi mana dari  $n$  alternatif yang mempunyai nilai fungsi terbesar

### Penerapan SAW

Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan penentuan kelayakan calon Tenaga Kerja Indonesia ke Luar Negeri menggunakan metode SAW adalah sebagai berikut :

1. Menentukan tujuan, kriteria, dan alternatif. Tujuan: Menentukan kelayakan calon TKI ke Luar Negeri. Kriteria: Usia ( $C_1$ ), Pendidikan Terakhir ( $C_2$ ), Tinggi Badan ( $C_3$ ), Nilai Tes ( $C_4$ ) dan *Medical Check Up* (MCU) ( $C_5$ ). Alternatif: Indah Pratiwi, Siska Sibagariang, Reni Ramadhani, Sintia Maulida, Rony Koto, Imam Perdana, Muhammad Ikhsan, Anissa, Renata Ulina Ginting, Yunita, Desi Maulida, Fitri Simarmata, Utami Sari, Della Ria, Deni Ananda.

- Membuat rating kecocokan setiap alternatif dengan kriteria. Rating kecocokan setiap alternatif dan kriteria, dinilai dengan 1 sampai 5 seperti terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Rating Kecocokan Setiap Alternatif

| Rating Kecocokan | Nilai |
|------------------|-------|
| Sangat Buruk     | 1     |
| Buruk            | 2     |
| Cukup            | 3     |
| Baik             | 4     |
| Sangat Baik      | 5     |

- Pengambil keputusan memberikan bobot pada kriteria usia, pendidikan terakhir, tinggi badan, nilai tes dan *medical check up* (MCU). Kriteria usia berpengaruh dalam penentuan kelayakan TKI, dimana semakin muda usia calon TKI maka semakin besar nilai yang diperolehnya.

**Tabel 2** Bobot Kriteria Usia

| C1 (x)     | Nilai |
|------------|-------|
| C1 = 37-34 | 1     |
| C1 = 33-30 | 2     |
| C1 = 29-26 | 3     |
| C1 = 25-22 | 4     |
| C1 = 21-18 | 5     |

Kriteria pendidikan terakhir penting dalam penentuan kelayakan TKI, dimana semakin tinggi pendidikan terakhir calon TKI maka semakin besar nilai yang diperolehnya.

**Tabel 3** Bobot Kriteria Pendidikan Terakhir

| C2            | Nilai |
|---------------|-------|
| SMP           | 1     |
| SMA Sederajat | 2     |
| D1-D3         | 3     |
| D4            | 4     |
| S1            | 5     |

Kriteria tinggi badan penting dalam penentuan kelayakan TKI, apabila tinggi badan calon TKI ideal dengan berat badan maka semakin besar nilai yang diperolehnya.

**Tabel 4** Bobot Kriteria Tinggi Badan

| C3 (x)             | Nilai |
|--------------------|-------|
| $x \leq 150$       | 1     |
| $150 < x \leq 153$ | 2     |
| $153 < x \leq 156$ | 3     |
| $156 < x \leq 159$ | 4     |
| $x > 159$          | 5     |

Kriteria nilai tes penting dalam penentuan kelayakan TKI, dimana semakin tinggi nilai tes yang diperoleh calon TKI maka semakin besar nilai yang diperolehnya. Tabel bobot kriteria nilai tes beserta nilainya dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5** Bobot Kriteria Nilai Tes

| C4 (x)           | Nilai |
|------------------|-------|
| $x \leq 60$      | 1     |
| $60 < x \leq 70$ | 2     |
| $70 < x \leq 80$ | 3     |
| $80 < x \leq 90$ | 4     |
| $90 < x > 100$   | 5     |

Kriteria nilai *medical check up* (MCU) sangat penting dalam penentuan kelayakan TKI, dimana apabila calon TKI dinyatakan sehat maka nilai yang diperoleh adalah nilai yang paling tinggi yaitu nilai 5. Tabel bobot kriteria nilai *medical check up* (MCU) beserta nilainya dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Bobot Kriteria *Medical Check Up* (MCU)

| C4          | Nilai |
|-------------|-------|
| Tidak Sehat | 2     |
| Sehat       | 5     |

- Pengambil keputusan menentukan bobot preferensi atau tingkat kepentingan ( $W_j$ ) setiap kriteria dalam menentukan calon Tenaga Kerja Indonesia yang layak. Tabel bobot preferensi atau tingkat kepentingan ( $W_j$ ) dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Bobot Preferensi Setiap Kriteria ( $W_j$ )

| Kriteria               | Kode | Bobot Preferensi |
|------------------------|------|------------------|
| Usia                   | C1   | 4                |
| Pendidikan Terakhir    | C2   | 4                |
| Tinggi Badan           | C3   | 3                |
| Nilai Tes              | C4   | 5                |
| Medical Check Up (MCU) | C5   | 5                |

5. Pengambil keputusan membuat Tabel rating kecocokan dari setiap alternatif pada setiap kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Data Calon TKI Dikonversi Ke Rating Kecocokan Alternatif

| Alternatif | Kriteria |    |    |    |    |
|------------|----------|----|----|----|----|
|            | C1       | C2 | C3 | C4 | C5 |
| A1         | 4        | 2  | 3  | 3  | 5  |
| A2         | 3        | 5  | 4  | 4  | 5  |
| A3         | 5        | 2  | 4  | 4  | 5  |
| A4         | 5        | 3  | 3  | 5  | 5  |
| A5         | 4        | 1  | 5  | 3  | 5  |
| A6         | 3        | 3  | 5  | 3  | 5  |
| A7         | 4        | 2  | 5  | 4  | 5  |
| A8         | 5        | 2  | 3  | 2  | 5  |
| A9         | 2        | 2  | 4  | 3  | 5  |
| A10        | 3        | 5  | 3  | 5  | 5  |
| A11        | 3        | 3  | 4  | 4  | 5  |
| A12        | 3        | 1  | 4  | 1  | 5  |
| A13        | 4        | 1  | 4  | 3  | 5  |
| A14        | 1        | 2  | 3  | 4  | 5  |
| A15        | 3        | 2  | 4  | 5  | 5  |

6. Pengambil keputusan membuat matriks keputusan  $X$  berdasarkan Tabel kecocokan alternatif.

$$x = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 3 & 3 & 5 \\ 3 & 5 & 4 & 4 & 5 \\ 5 & 2 & 4 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 3 & 5 & 2 \\ 4 & 1 & 5 & 3 & 5 \\ 3 & 3 & 4 & 3 & 5 \\ 4 & 2 & 5 & 4 & 5 \\ 5 & 2 & 3 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 4 & 3 & 5 \\ 3 & 5 & 3 & 5 & 5 \\ 3 & 3 & 4 & 4 & 5 \\ 3 & 1 & 4 & 1 & 5 \\ 4 & 1 & 4 & 3 & 5 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 3 & 2 & 4 & 5 & 5 \end{pmatrix}$$

7. Normalisasi matriks  $x$

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \\ \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \end{cases}$$

Untuk  $A_1$ , maka :

$$r_{11} = \frac{\min \{4,3,5,5,4,3,4,5,2,3,3,3,4,1,3\}}{4} = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$r_{12} = \frac{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}}{5} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$r_{13} = \frac{\max \{3,4,4,3,5,4,5,3,4,3,4,4,4,3,4\}}{5} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$r_{14} = \frac{\max \{3,4,4,3,5,4,5,3,4,3,4,4,4,3,4\}}{5} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$r_{15} = \frac{\max \{5,5,5,2,5,5,5,2,5,5,5,5,5,5\}}{5} = \frac{5}{5} = 1$$

Untuk  $A_2$ , maka :

$$r_{21} = \frac{\min \{4,3,5,5,4,3,4,5,2,3,3,3,4,1,3\}}{5} = \frac{1}{5} = 0,333$$

$$r_{22} = \frac{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}}{5} = \frac{4}{5} = 1$$

$$r_{23} = \frac{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}}{5} = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$r_{24} = \frac{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}}{5} = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$r_{25} = \frac{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}}{5} = \frac{5}{5} = 1$$

Untuk  $A_3$ , maka :

$$r_{31} = \frac{\text{Min} \{4,3,5,5,4,3,4,5,2,3,3,3,4,1,3\}}{5} = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$r_{32} = \frac{2}{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}} = \frac{2}{5} = 0,4$$

$$r_{33} = \frac{4}{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}} = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$r_{34} = \frac{4}{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}} = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$r_{35} = \frac{5}{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}} = \frac{5}{5} = 1$$

Untuk  $A_4$ , maka :

$$r_{41} = \frac{\text{Min} \{4,3,5,5,4,3,4,5,2,3,3,3,4,1,3\}}{5} = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$r_{42} = \frac{3}{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$r_{43} = \frac{3}{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$r_{44} = \frac{5}{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}} = \frac{5}{5} = 1$$

$$r_{45} = \frac{2}{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}} = \frac{2}{5} = 0,4$$

Hal yang sama dilakukan hingga  $A_{15}$

Untuk  $A_{15}$  maka :

$$r_{15(1)} = \frac{\text{Min} \{4,3,5,5,4,3,4,5,2,3,3,3,4,1,3\}}{3} = \frac{1}{3} = 0,333$$

$$r_{15(2)} = \frac{2}{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}} = \frac{2}{5} = 0,4$$

$$r_{15(3)} = \frac{4}{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}} = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$r_{15(4)} = \frac{5}{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}} = \frac{5}{5} = 1$$

$$r_{15(5)} = \frac{5}{\max \{2,5,2,3,1,3,2,2,2,5,3,1,1,2,2\}} = \frac{5}{5} = 1$$

Membuat normalisasi matriks R yang diperoleh dari hasil normalisasi matriks X sebagai berikut :

$$R = \begin{pmatrix} 0,25 & 0,4 & 0,6 & 0,6 & 1 \\ 0,33 & 1 & 0,8 & 0,8 & 1 \\ 0,2 & 0,4 & 0,8 & 0,8 & 1 \\ 0,2 & 0,6 & 0,6 & 1 & 0,4 \\ 0,25 & 0,2 & 1 & 0,6 & 1 \\ 0,33 & 0,6 & 0,8 & 0,6 & 1 \\ 0,25 & 0,4 & 1 & 0,8 & 1 \\ 0,2 & 0,4 & 0,6 & 0,4 & 0,4 \\ 0,5 & 0,4 & 0,8 & 0,6 & 1 \\ 0,33 & 1 & 0,6 & 1 & 1 \\ 0,33 & 0,6 & 0,8 & 0,8 & 1 \\ 0,33 & 0,2 & 0,8 & 0,2 & 1 \\ 0,25 & 0,2 & 0,8 & 0,6 & 1 \\ 1 & 0,4 & 0,6 & 0,8 & 1 \\ 33 & 0,4 & 0,8 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

8. Setelah nilai alternatif di setiap kriteria dinormalkan, Selanjutnya akan dibuat perkalian matriks  $W_j^*$  R dan penjumlahan hasil perkalian untuk memperoleh alternatif terbaik dengan melakukan perbandingan nilai terbesar sebagai berikut :

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j r_{ij}$$

$$\begin{aligned}
 W_j &= \{4, 4, 3, 5, 5\} \\
 V1 &= 4(0,25) + 4(0,4) + 3(0,6) + 5(0,6) + 5(1) = 12,4 \\
 V2 &= 4(0,33) + 4(1) + 3(0,8) + 5(0,8) + 5(1) = 16,72 \\
 V3 &= 4(0,2) + 4(0,4) + 3(0,8) + 5(0,8) + 5(1) = 13,8 \\
 V4 &= 4(0,2) + 4(0,6) + 3(0,6) + 5(1) + 5(0,4) = 12 \\
 V5 &= 4(0,25) + 4(0,2) + 3(1) + 5(0,6) + 5(1) = 12,8 \\
 V6 &= 4(0,33) + 4(0,6) + 3(0,8) + 5(0,6) + 5(1) = 14,12 \\
 V7 &= 4(0,25) + 4(0,4) + 3(1) + 5(0,8) + 5(1) = 14,6 \\
 V8 &= 4(0,2) + 4(0,4) + 3(0,6) + 5(0,4) + 5(0,4) = 8,2 \\
 V9 &= 4(0,5) + 4(0,4) + 3(0,8) + 5(0,6) + 5(1) = 14 \\
 V10 &= 4(0,33) + 4(1) + 3(0,6) + 5(1) + 5(1) = 17,12 \\
 V11 &= 4(0,33) + 4(0,6) + 3(0,8) + 5(0,8) + 5(1) = 15,12 \\
 V12 &= 4(0,33) + 4(0,2) + 3(0,8) + 5(0,2) + 5(1) = 10,52 \\
 V13 &= 4(0,25) + 4(0,2) + 3(0,8) + 5(0,6) + 5(1) = 12,2 \\
 V14 &= 4(1) + 4(0,4) + 3(0,6) + 5(0,8) + 5(1) = 16,4 \\
 V15 &= 4(0,33) + 4(0,4) + 3(0,8) + 5(1) + 5(1) = 15,32
 \end{aligned}$$

Hasil penilaian akhir tiap alternatif ini yang dijadikan acuan dalam menentukan kelayakan calon TKI ke Luar Negeri. Hasil penilaian akhir dapat juga dirangkum di dalam sebuah Tabel yang dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9** Tabel Ranking Metode SAW

| Alternatif           | Nilai | Ranking |
|----------------------|-------|---------|
| Yunita               | 17,12 | 1       |
| Siska Sibagariang    | 16,72 | 2       |
| Della Ria            | 16,4  | 3       |
| Deni Ananda          | 15,32 | 4       |
| Desi Maulida         | 15,12 | 5       |
| Imam Perdana         | 14,12 | 6       |
| Muhammad Ikhsan      | 14,6  | 7       |
| Renata Ulina Ginting | 14    | 8       |
| Reni Ramadhani       | 13,8  | 9       |
| Rony Koto            | 12,8  | 10      |
| Indah Pratiwi        | 12,4  | 11      |
| Utami Sari           | 12,2  | 12      |
| Sinta Maulida        | 12    | 13      |
| Fitri Simarmata      | 10,52 | 14      |
| Anissa               | 8,2   | 15      |

**Penerapan SMART**

Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan penentuan kelayakan calon Tenaga Kerja Indonesia ke Luar Negeri menggunakan metode SMART adalah sebagai berikut :

1. Menentukan tujuan, kriteria, dan alternatif. Tujuan: Menentukan kelayakan calon TKI ke Luar Negeri. Kriteria: Usia (C1), Pendidikan Terakhir (C2), Tinggi Badan (C3), Nilai Tes (C4) dan *Medical Check Up* (MCU) (C5). Alternatif : Indah Pratiwi, Siska Sibagariang, Reni Ramadhani, Sinta Maulida, Rony Koto, Imam Perdana, Muhammad Ikhsan, Anissa, Renata Ulina Ginting, Yunita, Desi Maulida, Fitri Simarmata, Utami Sari, Della Ria, Deni Ananda.
2. Menentukan Rating kecocokan dari setiap alternatif pada setiap kriteria. Rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria, dinilai dari 0 sampai 1 seperti terlihat pada Tabel 10.

**Tabel 10** Rating Kecocokan

| Rating Kecocokan | Nilai | Nilai Utiliti |
|------------------|-------|---------------|
| Sangat Buruk     | 1     | 0             |
| Buruk            | 2     | 0,3           |
| Cukup            | 3     | 0,5           |
| Baik             | 4     | 0,8           |
| Sangat Baik      | 5     | 1             |

3. Pengambil keputusan melakukan Set utiliti skala pembobotan yaitu : 0 sampai 1 pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Set Utiliti Skala Pembobotan

| No | Nama                 | Usia (Tahun) | Pendidikan Terakhir | Tinggi Badan | Nilai Tes | Medical Check Up (MCU) |
|----|----------------------|--------------|---------------------|--------------|-----------|------------------------|
| 1  | Indah Pratiwi        | 0,8          | 0,3                 | 0,5          | 0,5       | 1                      |
| 2  | Siska Sibagariang    | 0,5          | 1                   | 0,8          | 0,8       | 1                      |
| 3  | Reni Ramadhani       | 1            | 0,3                 | 0,8          | 0,8       | 1                      |
| 4  | Sinta Maulida        | 1            | 0,5                 | 0,5          | 1         | 0,3                    |
| 5  | Rony Koto            | 0,8          | 0                   | 1            | 0,5       | 1                      |
| 6  | Imam Perdana         | 0,5          | 0,5                 | 0,8          | 0,5       | 1                      |
| 7  | Muhammad Ikhsan      | 0,8          | 0,3                 | 1            | 0,8       | 1                      |
| 8  | Anissa               | 1            | 0,3                 | 0,8          | 0,3       | 0,3                    |
| 9  | Renata Ulina Ginting | 0,3          | 0,3                 | 0,8          | 0,5       | 1                      |
| 10 | Yunita               | 0,5          | 1                   | 0,5          | 1         | 1                      |
| 11 | Desi Maulida         | 0,5          | 0,5                 | 0,8          | 0,8       | 1                      |
| 12 | Fitri Simarmata      | 0,5          | 0                   | 0,8          | 0         | 1                      |
| 13 | Utami Sari           | 0,8          | 0                   | 0,8          | 0,5       | 1                      |

4. Pengambil keputusan menentukan tingkat kepentingan kriteria ( $W_j$ ). Hal ini perlu dilakukan untuk dapat memberikan bobot pada setiap kriteria. Karena bobot yang diberikan pada kriteria akan bergantung pada perankingan kriteria. Tingkat kepentingan kriteria pada Tabel 12.

**Tabel 12** Tingkat Kepentingan Kriteria

| Rating Kecocokan | Nilai               |
|------------------|---------------------|
| 1                | Medical Check Up    |
| 2                | Nilai Tes           |
| 3                | Usia                |
| 4                | Pendidikan Terakhir |
| 5                | Tinggi Badan        |

5. Pengambil keputusan melakukan pembobotan berdasarkan kriteria paling penting, dimana dilakukan perbandingan kriteria *medical check up* (MCU) dengan kriteria lainnya. Kriteria *medical check up* (MCU) yang dianggap paling penting diberikan nilai 100, pada Tabel 3.13.

**Tabel 13** Bobot Pada Kriteria Paling Penting

| Kriteria            | Bobot |
|---------------------|-------|
| Medical Check Up    | 100   |
| Nilai Tes           | 90    |
| Usia                | 70    |
| Pendidikan Terakhir | 60    |
| Tinggi Badan        | 20    |

Normalisasi bobot kriteria berdasarkan kriteria paling penting, dimana jumlah dibagikan dengan setiap bobot dan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Normalisasi Bobot

| Kriteria            | Bobot   | Bobot Relatif ( $W_j$ ) |
|---------------------|---------|-------------------------|
| Medical Check Up    | 100/340 | 0,294                   |
| Nilai Tes           | 90/340  | 0,265                   |
| Usia                | 70/340  | 0,206                   |
| Pendidikan Terakhir | 60/340  | 0,176                   |
| Tinggi Badan        | 20/340  | 0,059                   |

6. Pengambil keputusan melakukan pembobotan berdasarkan kriteria paling tidak penting, yang dapat dilihat pada Tabel 15.

**Tabel 15** Bobot Pada Kriteria Paling Tidak Penting

| Kriteria            | Bobot |
|---------------------|-------|
| Medical Check Up    | 85    |
| Nilai Tes           | 75    |
| Usia                | 50    |
| Pendidikan Terakhir | 30    |
| Tinggi Badan        | 10    |

Normalisasi bobot kriteria berdasarkan kriteria paling tidak penting dimana jumlah dibagikan dengan setiap bobot dan dapat dilihat pada Tabel 16.

**Tabel 16.** Normalisasi Bobot

| Kriteria            | Bobot  | Bobot Relatif (W <sub>j</sub> ) |
|---------------------|--------|---------------------------------|
| Medical Check Up    | 85/250 | 0,340                           |
| Nilai Tes           | 75/250 | 0,300                           |
| Usia                | 50/250 | 0,200                           |
| Pendidikan Terakhir | 30/250 | 0,120                           |
| Tinggi Badan        | 10/250 | 0,040                           |

7. Pengambil keputusan melakukan pembobotan rata-rata dari kedua normalisasi, yang dapat dilihat pada Tabel 17.

**Tabel 17** Bobot Rata-Rata

| Kriteria            | Bobot Relatif 1 (W <sub>j1</sub> ) | Bobot Relatif 2 (W <sub>j2</sub> ) | Bobot Rata-Rata (W <sub>j</sub> ) |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Medical Check Up    | 0,294                              | 0,340                              | 0,317                             |
| Nilai Tes           | 0,265                              | 0,300                              | 0,283                             |
| Usia                | 0,206                              | 0,200                              | 0,203                             |
| Pendidikan Terakhir | 0,176                              | 0,120                              | 0,148                             |
| Tinggi Badan        | 0,059                              | 0,040                              | 0,050                             |

8. Pengambil keputusan menghitung nilai utiliti semua alternatif setiap kriteria, yang dapat dilihat pada Tabel 18.

$$\text{Maximize } \sum_{j=1}^k w_j \cdot u_{ij}$$

**Tabel 18** Nilai Utiliti Semua Alternatif Setiap Kriteria

| No | Nama                   | M<br>cu | W <sub>MCU</sub> | Nilai<br>Tes | W <sub>NT</sub> | Usia | W <sub>usia</sub> | Pendidikan<br>Terakhir | W <sub>PT</sub> | Tinggi<br>Badan | W <sub>TB</sub> | Jlh   |
|----|------------------------|---------|------------------|--------------|-----------------|------|-------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 1  | IndahPratini           | 1       | 0,317            | 0,5          | 0,283           | 0,8  | 0,203             | 0,3                    | 0,148           | 0,5             | 0,050           | 12,4  |
| 2  | Siska<br>Sibagiang     | 1       | 0,317            | 0,8          | 0,283           | 0,5  | 0,203             | 1                      | 0,148           | 0,8             | 0,050           | 16,72 |
| 3  | Reni<br>Ramadhani      | 1       | 0,317            | 0,8          | 0,283           | 1    | 0,203             | 0,3                    | 0,148           | 0,8             | 0,050           | 13,8  |
| 4  | Sinta Maulida          | 0,3     | 0,317            | 1            | 0,283           | 1    | 0,203             | 0,5                    | 0,148           | 0,5             | 0,050           | 12    |
| 5  | Rony Koto              | 1       | 0,317            | 0,5          | 0,283           | 0,8  | 0,203             | 0                      | 0,148           | 1               | 0,050           | 12,8  |
| 6  | Imam Pedana            | 1       | 0,317            | 0,5          | 0,283           | 0,5  | 0,203             | 0,5                    | 0,148           | 0,8             | 0,050           | 14,12 |
| 7  | Muhammad<br>Ikhshan    | 1       | 0,317            | 0,8          | 0,283           | 0,8  | 0,203             | 0,3                    | 0,148           | 1               | 0,050           | 14,6  |
| 8  | Anissa                 | 0,3     | 0,317            | 0,3          | 0,283           | 1    | 0,203             | 0,3                    | 0,148           | 0,8             | 0,050           | 8,2   |
| 9  | Renata Ulma<br>Ginting | 1       | 0,317            | 0,5          | 0,283           | 0,3  | 0,203             | 0,3                    | 0,148           | 0,8             | 0,050           | 14    |
| 10 | Yunita                 | 1       | 0,317            | 1            | 0,283           | 0,5  | 0,203             | 1                      | 0,148           | 0,5             | 0,050           | 17,12 |
| 11 | Desi Maulida           | 1       | 0,317            | 0,8          | 0,283           | 0,5  | 0,203             | 0,5                    | 0,148           | 0,8             | 0,050           | 15,12 |
| 12 | Fitri<br>Sismamata     | 1       | 0,317            | 0            | 0,283           | 0,5  | 0,203             | 0                      | 0,148           | 0,8             | 0,050           | 10,52 |
| 13 | Utami Sari             | 1       | 0,317            | 0,5          | 0,283           | 0,8  | 0,203             | 0                      | 0,148           | 0,8             | 0,050           | 12,2  |
| 14 | Delia Ria              | 1       | 0,317            | 0,8          | 0,283           | 0    | 0,203             | 0,3                    | 0,148           | 0,5             | 0,050           | 16,4  |
| 15 | Desi Ananda            | 1       | 0,317            | 1            | 0,283           | 0,5  | 0,203             | 0,3                    | 0,148           | 0,8             | 0,050           | 15,32 |

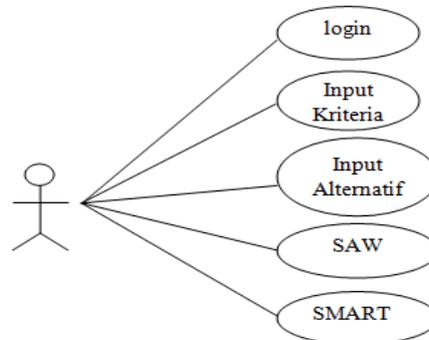
Hasil penilaian akhir tiap alternatif ini yang dijadikan acuan dalam menentukan kelayakan calon Tenaga Kerja Indonesia ke Luar Negeri. Hasil penilaian akhir dapat juga dirangkum di dalam sebuah Tabel yang dapat dilihat pada Tabel 19. Hasil Akhir Ranking Metode SMART

**Tabel 19** Tabel Rangkings Metode SMART

| No | Nama                 | Jlh   |
|----|----------------------|-------|
| 1  | Yunita               | 17,12 |
| 2  | Siska Sibagariang    | 16,72 |
| 3  | Della Ria            | 16,4  |
| 4  | Deni Ananda          | 15,32 |
| 5  | Desi Maulida         | 15,12 |
| 6  | Imam Perdana         | 14,12 |
| 7  | Muhammad Ikhsan      | 14,6  |
| 8  | Renata Ulina Ginting | 14    |
| 9  | Reni Ramadhani       | 13,8  |
| 10 | Rony Koto            | 12,8  |
| 11 | Indah Pratiwi        | 12,4  |
| 12 | Utami Sari           | 12,2  |
| 13 | Sinta Maulida        | 12    |
| 14 | Fitri Simarmata      | 10,52 |
| 15 | Annisa               | 8,2   |

**Perancangan Use Case**

Use case merupakan fungsionalitas sistem, sehingga pengguna paham mengenai kegunaan diperlihatkan pada Gambar 1.

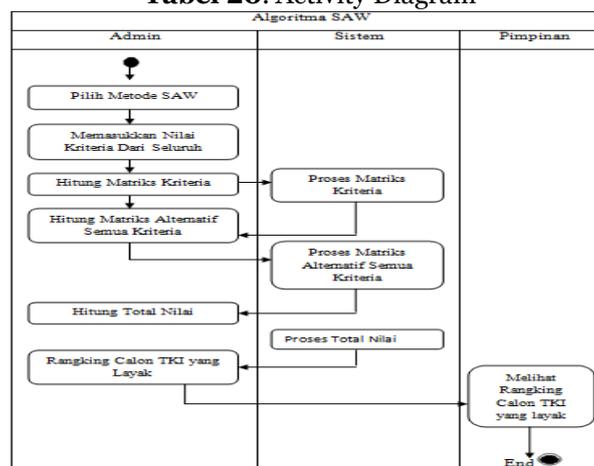


**Gambar 1** Use Case Diagram

**Activity Diagram**

Activity Diagram adalah cara untuk memodelkan event-event yang terjadi dalam use case. Activity diagram berfungsi untuk memvisualisasikan, menspesifikasi, mengkonstruksi sifat dari sekumpulan objek pada Tabel 20 berikut :

**Tabel 20.** Activity Diagram



**Algoritma**

Adapun algoritma yang digunakan adalah :

1. Algoritma menentukan nilai bobot

*Input* : Masukkan Jlh Alternatif, Jlh Kriteria  
*Output* : Bobot  
*Proses* :  
 1. Masukkan kode kriteria  
 2. Masukkan nama kriteria  
 Maka akan dilakukan proses pembobotan.

2. Algoritma MatriksX

*Input* : Masukkan bobot  
*Output* : nMatrix X  
*Proses* :  
 1. Masukkan nMatrix X  
 2. pembentukan matriks kecocokan/Matriks X  
 3.  $Max[i] = nMax[i]$   
 4.  $nMatriksX[i,j] = bobot[i,j]/Max[i]$

3. Algoritma Nilai W

*Input* : Masukkan matriksX  
*Output* : bilangan Fuzzy  
*Proses* :  
 1. Masukkan bilangan Fuzzy rendah  
 2. Masukkan bilangan Fuzzy sedang  
 3. Masukkan bilangan Fuzzy tinggi  
 4. Masukkan bilangan Fuzzy Sangat tinggi  
 5. Proses penentuan nilai W

4. Algoritma Normalisasi (Matriks R)

*Input* : Masukkan nMatriksX, bilangan Fuzzy  
*Output* : nMatriksR  
*Proses* :  
 1. Masukkan Normalisasi Matriks Kecocokan/Matriks R  
 2. Jumlah alternatif  
 3. Jumlah kriteria  
 4.  $nMatriksR[i,j] = nMatriksX[i,j] * bilFuzzy[i,j]$

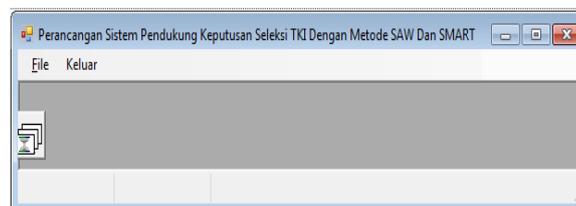
5. Algoritma Perankingan

*Input* : Masukkan nMatriksR ← Nilai MatriksR  
*Output* : Hasil\_Perankingan  
*Proses* :  
 Proses Perankingan  
 For i= 1 to Jumlah alternatif  
 Hasil\_perankingan = Max(nMatrixR[i])

**Implementasi**

Aplikasi ini akan berjalan dengan :

1. Menu Utama



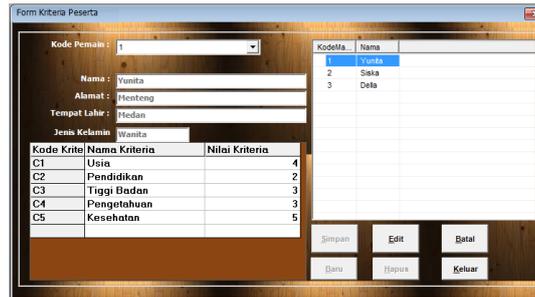
**Gambar2.** Menu Utama

2. Tampilan *Bobot* Kriteria

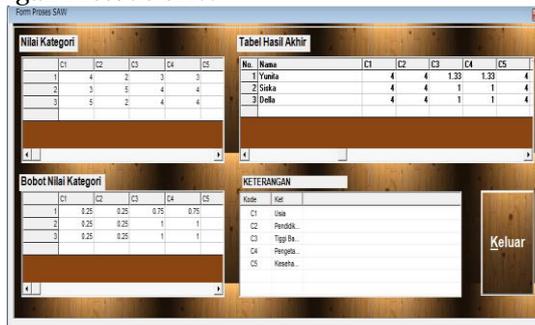


**Gambar3.** Tampilan Bobot Kriteria

3. Tampilan Bobot Kriteria Alternatif

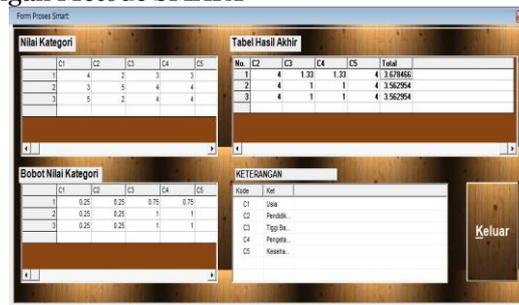


4. Tampilan Nilai Peserta Dengan Metode SAW



Gambar 5. Tampilan Nilai SAW

5. Tampilan Nilai Peserta Dengan Metode SMART



Gambar 6. Tampilan Nilai SMART

**KESIMPULAN**

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut: 1. Proses perekrutan calon TKI pada PT. Genta Karya Sejahtera belum objektif, sehingga perlu sistem baru untuk mempermudah pengambilan keputusan. 2. Penerapan metode SAW dan SMART yang digunakan untuk memecahkan masalah perekrutan karyawan pada PT. Genta Karya Sejahtera berdasarkan nilai bobot preferensi kriteria yang telah ditentukan. 3. Perangkingan yang telah didapat tidak menjadi patokan bagi pengambil keputusan untuk menetapkan calon alternatif yang lulus seleksi. Pengambil keputusan tetap menjadi aktor utama yang menetapkan keputusan akhir. Beberapa saran untuk para pembaca antara lain: 1. Sebaiknya dalam proses perekrutan calon TKI dilakukan untuk semua pelamar sehingga lebih menjamin kualitas calon. 2. Dalam perekrutan calon TKI bisa ditambahkan metode yang lain, karena pada saat ini sudah banyak metode lain yang bisa diimplementasikan ke dalam sistem pendukung keputusan yang digunakan untuk mengambil sebuah keputusan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Abdul Kadir dan Tere Ch. Triwahyuni. 2005. Pengenalan Teknologi Komputer  
Arga Dian Setyo (2013). Vol. 1, No.1  
Hendrayudi. 2011. Microsoft Visual Basic 2008  
Jogiyanto. 2005. Analisis dan Desain Informasi. Yogyakarta  
Jurnal Sistem Informasi, Vol 4, No. 5, September 2013  
Kusrini M.Kom dan Andri Koniyo. 2007. Tuntunan Praktis Membangun Sistem Informasi Akuntansi Dengan Visual Basic Dan Microsoft SQL Server  
Turban E, Kusrini M.Kom. 2007. Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan  
Zulkifli (2013). Vol V, Nomor 1, ISSN : 2301-9425

## PERBANDINGAN ALGORITMA BRUTE FORCE DAN KMP PADA PENCARIAN ISI BUKU ENDE MENGGUNAKAN METODE PERBANDINGAN EKSPONENSIAL

**Susi Eranda Mendrofa dan Berto Nadeak**

STMIK Budidarma Medan  
Jl. Sisingamangaraja No. 338 Simpang Limun Medan  
www.stmik-budidarma.ac.id// E-Mail : sinurat.sin@gmail.com

**Abstrak.** Buku ende merupakan daftar lagu pujian yang dinyanyikan oleh jemaat HKBP pada saat kebaktian hari minggu, dan kebaktian-kebaktian lainnya. Buku ende adalah sebuah buku yang berisi lagu-lagu pujian dalam bahasa batak yang di pakai dalam kebaktian gereja kristen batak protestan. Jumlah lagu dalam buku ini adalah 556 lagu. Algoritma Brute Force dan Algoritma KMP merupakan bagian dari algoritma String Matching yang memiliki cara kerja berbeda, sehingga jika diterapkan dalam pencarian akan membuat kecepatan dalam pencariannya berbeda, mengakibatkan kecepatan pencarian informasi juga menjadi berbeda. Dengan adanya perbedaan tersebut, maka perlu adanya analisa yang membandingkan kedua algoritma string matching ini di dalam pencarian. Metode Perbandingan Eksponensial merupakan metode yang dapat menganalisa perbandingan kedua algoritma tersebut. Sehingga dapat dilihat algoritma mana diantara kedua algoritma tersebut yang paling tepat digunakan dalam pencarian. Dengan perhitungan secara eksponensial, perbedaan nilai antar kriteria dapat dibedakan tergantung pada kemampuan orang yang menilai.

**Kata kunci :** Pencarian, Brute\_Force, KMP, Eksponensial

### PENDAHULUAN

Buku ende merupakan daftar lagu pujian yang dinyanyikan oleh jemaat HKBP pada saat kebaktian hari minggu, dan kebaktian-kebaktian lainnya. Buku ende adalah sebuah buku yang berisi lagu-lagu pujian dalam bahasa batak yang di pakai dalam kebaktian gereja kristen batak protestan. Buku ini disusun dan sekarang diterbitkan oleh percetakan HKBP. Jumlah lagu dalam buku ini adalah 556 lagu. Untuk cetakan yang baru, Buku Ende telah dilengkapi dengan tambahan 308 lagu (BE-557 s/d BE-864) yang disebut dengan “Buku Ende Sangap Di Jahowa” (SDJ).

Pencarian isi buku ende didasari oleh sulitnya dalam mengingat dan menghafal isi buku ende ketika melakukan aktivitas bernyanyi dalam suatu ibadah dalam gereja. Oleh karena itu penulis berfikir untuk membuat suatu aplikasi yang dapat melakukan pencarian yang lebih cepat untuk mencari isi buku ende dimanapun dan kapanpun.

Perbandingan Eksponensial merupakan salah satu metode yang mengkuantifikasikan pendapat seseorang atau lebih dalam skala tertentu. Pada prinsipnya ia merupakan metode *scoring* terhadap pilihan yang ada. Dengan perhitungan secara eksponensial, perbedaan nilai antar kriteria dapat dibedakan tergantung pada kemampuan orang yang menilai.

Ada berbagai macam algoritma yang dapat digunakan untuk pencarian buku Buku Ende, diantaranya Algoritma *Brute force* dan Knuth Morris Pratt (KMP). Algoritma ini adalah memecahkan suatu masalah biasanya pada pernyataan dan definisi konsep yang dilibatkan. Algoritma *Brute Force* memecahkan masalah dengan sangat sederhana, langsung dan dengan cara yang jelas sedangkan KMP adalah mencocokkan *pattern* pada awal teks dari kiri ke kanan, algoritma ini akan mencocokkan karakter per karakter *pattern* dengan karakter di teks yang bersesuaian sampai salah satu kondisi berikut terpenuhi.

Sebelum melakukan proses biasanya dilakukan proses pencocokan karakter suatu string terhadap *string* yang akan diubah. *String* yang akan dicari dapat berbentuk karakter, digit, *wildcard* ataupun *string* yang tidak unik. Beberapa metode yang dipakai untuk melakukan pencocokan *string* dalam sebuah dokumen dengan menggunakan metode *Bruce Force* dan KMP. Dengan menggunakan kedua algoritma tersebut akan di dapatkan perbedaan kecepatan dari masing-masing algoritma dalam pencocokan string. Adapun tujuan penajaman citra digital adalah :1. Untuk mengetahui algoritma mana yang paling tercepat dalam mencari isi buku ende. 2. Untuk membandingkan algoritma *brute force* dan KMP pada pencarian isi buku ende. 3. Untuk merancang aplikasi pencarian isi buku ende dengan algoritma *brute force* dan KMP dengan menggunakan aplikasi. Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut 1. Bagaimana proses pencarian isi Buku Ende 2. Bagaimana membandingkan algoritma *brute force* dan KMP pada pencarian isi buku ende dengan perbandingan eksponensial 3. Bagaimana merancang aplikasi dengan menggunakan tools yang sesuai.

### METODE

Dalam menyelesaikan penelitian ini, maka langkah-langkah baik secara teoritis maupun perancangan dalam aplikasi adalah: 1. Studi Literatur, Menelusuri berbagai sumber pustaka yang

berkaitan dengan topik, mempelajari artikel, buku-buku atau situs yang memuat pengetahuan pencarian, menerapkan metode pada aplikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian. 2. Analisis, Menerapkan langkah-langkah pencarian dan analisis kebutuhan perancangan aplikasi. 3. Perancangan, Melanjutkan tahapan analisis ke tahapan berikutnya dengan membangun arsitektur aplikasi, algoritma, modul, basis data dan perancangan interface, serta pengembangan aplikasi. 4. Implementasi, Perancangan aplikasi dengan tools yang sesuai. 5. Pengujian Aplikasi, Menguji aplikasi untuk melihat hasil pencarian serta menarik kesimpulan. Secara sederhana algoritma adalah alur pemikiran logis yang dapat di tuangkan dalam bentuk tulisan. Penekanan pertama adalah alur pikiran, sehingga algoritma seseorang dapat berbeda dengan algoritma orang lain, sehingga penekanan ke dua adalah tertulis, yang berarti dapat berupa kalimat, Gambar, atau Tabel tertentu. Gambar atau simbol-simbol dalam algoritma sering disebut *flowchart*. (Antonius Rachmat C, 2010, 4) Kata algoritma berasal dari nama Abu ja'far Mohammed Ibn Musa al Khwarizmi, ilmuwan Persia yang menulis kitab Al Jabar W'al-muqabala (*Rules of Restoration and Reduction*) sekitar tahun 825 M, yang berasal dari Iran. Algoritma masuk ke Indonesia bersamaan dengan masuknya teknologi computer ke Indonesia. Proses pembuatan software aplikasi membutuhkan 4 tahapan, yaitu: 1. *Requirement*, yaitu tahap mencari tahu kebutuhan klien/user, bisa dilakukan dengan wawancara, bertemu secara langsung, atau dengan melihat program yang pernah ada. 2. *Design*, yaitu tahap membuat *prototype*/bentuk program *interface* (tampilan program) yang bakal dibuat namun belum fungsional. 3. *Implementation*, yaitu tahap di mana programmer melakukan pengkodean program secara nyata hingga semua fungsionalitasnya terpenuhi dan benar. 4. *Testing*, yaitu tahap setelah program jadi. Program dites apakah semua fungsionalitasnya benar-benar sesuai dengan *requirement* yang sudah ditetapkan sebelumnya.

Buku Ende adalah sebuah buku yang berisi lagu-lagu pujian dalam bahas batak yang dipakai di dalam kebaktian gereja kristen batak protestan. Buku ini disusun dan sekarang diterbitkan oleh Percetakan HKBP. Jumlah lagu dalam buku ini adalah 556 lagu. Untuk cetakan yang baru, buku ende telah dilengkapi dengan tambahan 308 lagu (BE-557 s/d BE-864) yang disebut dengan "Buku Ende Sangap Di Jahowa".

Ada keyakinan bahwa buku ende ini memiliki benang merah dengan budaya batak karena dulunya buku ende ini namanya "Ende-ende ni Halak Kristen Batak", dengan pengertian bahwa buku ende itu dikarang di Tanah Batak oleh karena itu tidak terlepas dari budaya batak. Inilah yang mendukung munculnya ide untuk meramu budaya batak dengan buku ende. Ketika diwawancara oleh Berita baik, Dr. Victor Lumbanraja, MAP, MSP Ketua Umum memaparkan diadakannya acara ini adalah berawal dari kumpul kumpul pemuda pemudi gereja yang memiliki kerinduan bagaimana mereka dapat menikmati keagungan buku ende yang sarat dengan spiritual dan bagaimana nikmatnya apabila di nyanyikan dengan baik dan benar. Ada dua penyajiannya dilakukan secara simultan, di satu sisi paduan suara menyanyikan naskah buku ende untuk memperkuat dengan apa yang sedang dinyanyikan, dibantu dengan visualisasi atau sebaliknya. Fungsi keduanya saling memperkuat diharapkan pesan yang terkandung bisa disampaikan.

Buku ende sepertinya tertinggal dari denominasi gereja gereja lain dimana lagu lagu berkembang dengan sangat pesat sekarang ini. Inilah kerinduan acara ini, rasanya sudah lama tak terdengar, ujar beliau padahal buku ende sarat dengan makna dan khotbah yang hidup, kenapa pelan-pelan dilupakan oleh orang orang batak itu sendiri. Acara dibagi dua sesi, yang pertama mengenai asal usul buku ende yang dibawa oleh misionaris dari Jerman ke tanah batak dan yang kedua bagaimana peran buku ende dimasa sekarang ini. Menariknya di sesi kedua menceritakan kehidupan orang batak dari masa kecil sampai tua, sampai kematian menjemput dan adanya pengharapan. Disinilah buku ende mampu menjawab persoalan persoalan dalam kehidupan orang batak khususnya. Tentunya dengan pengabungan instrumen khas batak yaitu gondang dan seruling dan Poti poti (organ zaman dulu yang membunyikannya seperti mendayung sepeda), tentunya juga dengan alat alat modern dan didukung Gambar visual yang saling melengkapi. (diakses 3 Mei 2016, [https://id.wikipedia.org/wiki/Buku\\_Ende](https://id.wikipedia.org/wiki/Buku_Ende))

Algoritma *brute force* adalah algoritma yang digunakan untuk mencocokkan *pattern* dengan semua teks antara untuk menemukan keberadaan *pattern* teks. Algoritma *brute force* memecahkan masalah dengan sangat sederhana, langsung, dan jelas. Algoritma *brute-force* merupakan suatu teknik yang biasa digunakan bila si penyusun algoritma lebih mempertimbangkan memperoleh solusi dari problem secara langsung apa adanya. (Aulia Ramadhan, 2013, 80) Secara rinci langkah-langkah yang digunakan algoritma *brute force* untuk mencocokkan *string* adalah, sebagai berikut :

1. Algoritma *brute force* mulai mencocokkan *pattern* dari awal teks
2. Dari kiri ke kanan, algoritma *brute force* akan mencocokkan karakter per karakter *pattern* dengan karakter pada teks yang bersesuaian, sampai salah satu kondisi berikut terpenuhi :
  - a. Karakter di *pattern* yang dibandingkan cocok maka pencarian selesai.
  - b. Apabila dijumpai ketidak cocokan antara *pattern* dengan teks, maka pencarian tidak cocok dan belum berhasil.
3. Kemudian algoritma *brute force* terus menggeser *pattern* sebesar satu ke kanan, dan mengulangi langkah ke-2 sampai *pattern* berada di ujung teks. Seperti halnya dengan algoritma lainnya, algoritma

*brute force* juga mempunyai kelebihan dan kekurangan.

Kelebihan *brute force* adalah sebagai berikut :

1. Algoritma *brute force* dapat digunakan untuk memecahkan hampir dari sebagian masalah.
2. Algoritma *brute force* sederhana dan mudah dimengerti.

Sedangkan kelemahan dari algoritma *brute force* adalah, sebagai berikut :

1. Beberapa algoritma *brute force* lambat sehingga tidak dapat diterima.
2. Tidak sekonstruktif teknik pemecahan masalah lainnya.

Algoritma KMP adalah salah satu algoritma pencarian *pattern* dari kiri ke kanan, namun algoritma ini melangkahi huruf lebih cerdas daripada algoritma *brute force*. Algoritma ini ditemukan oleh Donald Knuth, Vaughan Pratt dan James H. Morris pada tahun 1974. Pada algoritma ini, pengecekan *pattern* menggunakan "*boundary value*" yang dimiliki oleh *pattern* yang ingin dicari. (Darmawan Utomo, Eric Wijaya Harjo Handoko, 2008, 3).

Secara sistematis, langkah-langkah yang dilakukan algoritma Knuth-Morris-Pratt pada saat mencocokkan string: 1. Algoritma Knuth-Morris-Pratt mulai mencocokkan *pattern* pada awal teks. 2. Dari kiri ke kanan, algoritma ini akan mencocokkan karakter per karakter *pattern* dengan karakter di teks yang bersesuaian, sampai salah satu kondisi berikut dipenuhi: Karakter di *pattern* dan di teks yang dibandingkan tidak cocok. Semua karakter di *pattern* cocok. Kemudian algoritma akan memberitahukan penemuan di posisi ini. 3. Algoritma kemudian menggeser *pattern* berdasarkan Tabel teks, lalu mengulangi langkah 2 sampai *pattern* berada di ujung teks karakter yang cocok. Misalkan nilai *boundary* untuk  $x$  karakter adalah  $y$ .

Metode perbandingan eksponensial (MPE) merupakan salah satu metode untuk menentukan urutan prioritas urutan alternatif keputusan dengan kriteria jamak. Teknik ini digunakan sebagai pembantu bagi individu pengambilan keputusan untuk menggunakan rancang bangun model yang telah terdefinisi dengan baik pada tahapan proses. Berbeda dengan teknik bayes, metode perbandingan eksponensial akan menghasilkan nilai alternatif yang perbedaannya lebih kontras. (Prof. Dr. Ir. Marimin M.Sc, 2005, 21) Dalam menggunakan Metode Perbandingan Eksponensial ada beberapa tahap yang harus dilakukan, yaitu: 1. Menyusun alternatif keputusan yang akan dipilih. 2. Menentukan kriteria atau perbandingan keputusan yang penting dievaluasi. 3. Menentukan tingkat kepentingan dari setiap kriteria keputusan. 4. Melakukan penilaian terhadap semua alternatif pada setiap kriteria. 5. Menghitung skor atau nilai total setiap alternatif. 6. Menentukan urutan prioritas keputusan didasarkan pada skor atau nilai total masing-masing alternatif.

Penentuan tingkat kepentingan kriteria dilakukan dengan cara wawancara dengan pakar atau melalui kesepakatan curah pendapat. Sedangkan penentuan skor alternatif pada kriteria tertentu dilakukan dengan memberi nilai setiap alternatif berdasarkan nilai kriterianya. Semakin besar nilai alternatif, semakin besar pula skor alternatif tersebut. Total skor masing-masing alternatif keputusan akan relatif berbeda secara nyata karena adanya fungsi eksponensial.

Metode perbandingan eksponensial mempunyai keuntungan dalam mengurangi bias yang mungkin terjadi dalam analisis. Nilai skor yang menggambarkan urutan prioritas menjadi besar (fungsi eksponensial) ini mengakibatkan urutan prioritas alternatif keputusan lebih nyata. (Prof. Dr. Ir. Marimin M.Sc, 2005, 22)

Algoritma *Brute Force* dan KMP merupakan bagian dari algoritma *String Matching* yang memiliki cara kerja berbeda, sehingga akan membuat kecepatan dalam pencariannya berbeda, mengakibatkan kecepatan pencarian informasi juga menjadi berbeda. Dengan adanya perbedaan tersebut, maka perlu adanya analisa yang membandingkan kedua algoritma *string matching* ini di dalam pencarian buku ende. Analisa perbandingan pada algoritma *Brute Force* dan KMP dilakukan dengan tujuan agar dapat membandingkan algoritma mana yang paling tercepat dalam pencarian isi buku ende. Metode Perbandingan Eksponensial merupakan metode yang dapat menganalisa perbandingan kedua algoritma tersebut. Sehingga dapat dilihat algoritma mana diantara ke dua algoritma tersebut yang paling cepat dalam pencarian tersebut.

Algoritma *Brute Force* adalah algoritma pencocokan *string* yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu *pattern* dan teks. *Pattern* adalah kata yang akan dicari, sedangkan teks adalah kata-kata yang akan dicocokkan dengan *pattern*. Algoritma *Brute Force* ini adalah algoritma yang melakukan pencocokan karakter dari sebelah kiri ke sebelah kanan dan jika antara *pattern* dan teks terdapat kecocokan (*match*) maka algoritma akan menghasilkan nilai *true*.

Langkah-langkah yang digunakan algoritma *brute force* untuk mencocokkan *string* adalah, sebagai berikut :

1. Algoritma *brute force* mulai mencocokkan *pattern* dari awal teks
2. Dari kiri kekanan, algoritma *brute force* akan mencocokkan karakter per karakter *pattern* dengan karakter pada teks yang bersesuaian, sampai salah satu kondisi berikut terpenuhi :
  - a. Karakter di *pattern* yang dibandingkan cocok maka pencarian selesai.
  - b. Apabila dijumpai ketidakcocokan antara *pattern* dengan teks, maka pencarian tidak cocok dan belum berhasil.

3. Kemudian algoritma *brute force* terus menggeser *pattern* sebesar satu ke kanan, dan mengulangi langkah ke-2 sampai *pattern* berada di ujung teks.

Contoh kasus :

Teks = JESUS LEHON HATORANGAN

Pattern = TORANG

Usaha Ke-1 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke-2 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke-3 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke- 4 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke- 5 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke- 6 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke- 7 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke- 8 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke- 9 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke- 10 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke- 11:

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | E | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke- 12 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke- 13 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke- 14 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke- 15 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |

Cocok, *pattern* ditemukan dan pencarian berhenti di indeks ke-14

Berdasarkan analisa cara kerja diatas, menunjukkan bahwa algoritma *Brute Force* dapat digunakan dengan baik dalam pencarian isi buku ende.

Algoritma KMP adalah algoritma pencocokan *string* yang juga terdiri dari dua komponen utama, yaitu *pattern* dan teks, dan untuk penentuan *pattern* dan teks untuk analisa data diambil dari analisa percobaan Algoritma *Brute Force*. Setelah *pattern* dan teks terbentuk maka proses selanjutnya adalah melakukan pencocokan karakter. Sama dengan Algoritma *Brute Force*, Algoritma KMP juga adalah algoritma yang melakukan pencocokan karakter dari sebelah kiri kesebelah kanan dan jika antara *pattern* dan teks terdapat kecocokan (*match*) maka algoritma akan menghasilkan nilai *true*. Bedanya algoritma ini dengan algoritma *Brute Force* adalah Algoritma ini menggunakan informasi tersebut untuk membuat pergeseran yang lebih jauh, tidak hanya satu karakter seperti pada algoritma *brute force*.

Teks = JESUS LEHON HATORANGAN

Pattern = TORANG

Usaha Ke-1:

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak dua langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke-2 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak dua langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke-3 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak tiga langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke-4 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | e | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak tiga langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke-5 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | E | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |   |   |

Tidak cocok, geser *pattern* sebanyak tiga langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Usaha Ke-6 :

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teks    | J | E | s | u | s | L | e | h | o | n | H | a | t | o | r | a | n | g | a | n |
| Pattern |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | T | o | r | a | n | g |   |   |   |

Cocok, *pattern* ditemukan dan pencarian berhenti di indeks ke-6.

Berdasarkan analisa cara kerja diatas, menunjukkan bahwa algoritma KMP dapat digunakan dengan baik dalam pencarian isi buku ende. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam metode perbandingan eksponensial adalah, sebagai berikut :

1. Menentukan Alternatif. Untuk menganalisa perbandingan kecepatan antara Algoritma *Brute Force* dengan Algoritma KMP dalam pencarian isi buku ende, adapun yang menjadi Alternatif adalah Algoritma *Brute Force* dan Algoritma KMP.
2. Menentukan Kriteria. Untuk dapat membandingkan kedua alternatif diatas, maka selanjutnya yang perlu dilakukan adalah menentukan kriteria dalam analisa ini, Secara rinci kriteria dijelaskan pada Tabel berikut :

**Tabel 1** Penentuan Kriteria

| Kriteria                         | Keterangan                                                                                                                            |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jumlah Iterasi Algoritma         | Perhitungan jumlah iterasi / perulangan ( <i>Looping</i> ) yang terjadi pada saat algoritma melakukan usaha pencocokkan <i>string</i> |
| Jumlah Huruf Pada <i>pattern</i> | Jumlah huruf yang dicocokkan oleh algoritma.                                                                                          |

Secara rinci iterasi dan jumlah huruf pada *pattern* dapat dijelaskan pada Tabel berikut :

**Tabel 2** Penentuan Iterasi dan Jumlah huruf pada *pattern*

|    | Iterasi |     | Jumlah Huruf Pada <i>Pattern</i> |     |
|----|---------|-----|----------------------------------|-----|
|    | BF      | KMP | BF                               | KMP |
| 1  | 1       | 1   | 6                                | 6   |
| 2  | 2       | 2   | 6                                | 6   |
| 3  | 3       | 3   | 6                                | 6   |
| 4  | 4       | 4   | 6                                | 6   |
| 5  | 5       | 5   | 6                                | 6   |
| 6  | 6       | 6   | 6                                | 6   |
| 7  | -       | -   | 6                                | -   |
| 8  | -       | -   | 6                                | -   |
| 9  | -       | -   | 6                                | -   |
| 10 | -       | -   | 6                                | -   |
| 11 | -       | -   | 6                                | -   |
| 12 | -       | -   | 6                                | -   |
| 13 | -       | -   | 6                                | -   |
| 14 | -       | -   | 6                                | -   |

- Menentukan Bobot Kriteria. Penentuan bobot merupakan salah satu komponen yang sangat berpengaruh terhadap hasil dari analisa, untuk itu penulis menetapkan bobot kriteria berdasarkan tingkat pengaruh dalam menentukan kecepatan dari algoritma dalam pencarian isi buku ende . Secara rinci, pembobotan kriteria dijelaskan pada Tabel berikut :

**Tabel 3** Pembobotan Kriteria

| Kriteria                         | Persentase Pengaruh Kriteria | Bobot <i>Range</i> (0-1) | Keterangan                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jumlah Iterasi Algoritma         | 80%                          | 0,8                      | Tingkat pengaruh iterasi algoritma terhadap kecepatan sangat tinggi karena semakin banyak perulangan / iterasi maka akan semakin lambat suatu algoritma menyelesaikan masalah |
| Jumlah Huruf Pada <i>pattern</i> | 20%                          | 0,2                      | Jumlah huruf pada <i>pattern</i> merupakan kriteria yang juga mempengaruhi kecepatan, namun tidak lebih berpengaruh dari pada iterasi                                         |

- Pemberian Nilai Pada Setiap Kriteria. Tahap ini adalah tahap dimana setiap kriteria yang telah terbentuk diberi nilai. Untuk dapat memberikan nilai, berikut adalah contoh hasil pencarian isi buku ende yang diambil dari pembahasan analisa Algoritma *Brute Force* dan analisa Algoritma KMP.

**Tabel 4** Pemberian Nilai Pada Setiap Kriteria

| Alternatif                   | Proses Ke | Kriteria                   |                          |
|------------------------------|-----------|----------------------------|--------------------------|
|                              |           | Jumlah Pada <i>Pattern</i> | Jumlah Iterasi Algoritma |
| Algoritma <i>Brute Force</i> | 1         | 6                          | 1                        |
|                              | 2         | 6                          | 2                        |
|                              | 3         | 6                          | 3                        |
|                              | 4         | 6                          | 4                        |
|                              | 5         | 6                          | 5                        |
|                              | 6         | 6                          | 6                        |
|                              | 7         | 6                          | 7                        |
|                              | 8         | 6                          | 8                        |
|                              | 9         | 6                          | 9                        |
|                              | 10        | 6                          | 10                       |
|                              | 11        | 6                          | 11                       |
|                              | 12        | 6                          | 12                       |
|                              | 13        | 6                          | 13                       |
|                              | 14        | 6                          | 14                       |
| Algoritma KMP                | 1         | 6                          | 1                        |
|                              | 2         | 6                          | 2                        |
|                              | 3         | 6                          | 3                        |
|                              | 4         | 6                          | 4                        |
|                              | 5         | 6                          | 5                        |
|                              | 6         | 6                          | 6                        |

- Menghitung Skor. Setelah nilai pada setiap kriteria dimasukkan, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus Metode Perbandingan Eksponensial.

**Tabel 5** Perhitungan Analisa Menggunakan Metode Perbandingan Ekponensial

| Proses Ke | Kriteria       |    |     |                |                    |     | Total Nilai BF | Total Nilai KMP |
|-----------|----------------|----|-----|----------------|--------------------|-----|----------------|-----------------|
|           | Jumlah Pattern |    |     | Jumlah Iterasi |                    |     |                |                 |
|           | B              | BF | KMP | B              | BF                 | KMP |                |                 |
|           |                | N  | N   |                | N                  | N   |                |                 |
| 1         | 0.8            | 6  | 6   | 0.2            | 1                  | 1   | 5.192          | 5.192           |
| 2         | 0.8            | 6  | 6   | 0.2            | 2                  | 2   | 5.430          | 5.430           |
| 3         | 0.8            | 6  | 6   | 0.2            | 3                  | 3   | 5.437          | 5.437           |
| 4         | 0.8            | 6  | 6   | 0.2            | 4                  | 4   | 5.511          | 5.511           |
| 5         | 0.8            | 6  | 6   | 0.2            | 5                  | 5   | 5.571          | 5.571           |
| 6         | 0.8            | 6  | 6   | 0.2            | 6                  | 6   | 5.622          | 5.622           |
| 7         | 0.8            | 6  | -   | 0.2            | 7                  | -   | 5.667          | -               |
| 8         | 0.8            | 6  | -   | 0.2            | 8                  | -   | 5.707          | -               |
| 9         | 0.8            | 6  | -   | 0.2            | 9                  | -   | 5.743          | -               |
| 10        | 0.8            | 6  | -   | 0.2            | 10                 | -   | 5.776          | -               |
| 11        | 0.8            | 6  | -   | 0.2            | 11                 | -   | 5.807          | -               |
| 12        | 0.8            | 6  | -   | 0.2            | 12                 | -   | 5.835          | -               |
| 13        | 0.8            | 6  | -   | 0.2            | 13                 | -   | 5.826          | -               |
| 14        | 0.8            | 6  | -   | 0.2            | 14                 | -   | 5.897          | -               |
|           |                |    |     |                | <b>Total Nilai</b> |     | <b>78.967</b>  | <b>32.673</b>   |

Keterangan :

1. BF : Algoritma *Brute Force*
2. KMP : Algoritma KMP
3. B : Nilai Bobot
4. N : Nilai Dari Kriteria
5. Total Nilai :  $\sum(N)^B$

Contoh perhitungan :

Nilai pada proses 1

$$\text{Nilai BF} = (6)^{0,8} + (1)^{0,2} = 5.192$$

$$\text{Nilai BF} = (6)^{0,8} + (1)^{0,2} = 5.192$$

6. Menentukan Prioritas Keputusan. Setelah Total Nilai dari setiap alternatif dihitung maka yang tahapan selanjutnya adalah tahapan terakhir yaitu menentukan prioritas keputusan berdasarkan total nilai dari setiap alternatif. Secara rinci dapat dilihat di Tabel berikut.

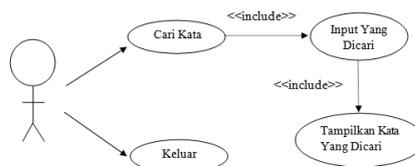
**Tabel 6** Prioritas Keputusan

| Alternatif                   | Total Nilai | Hasil Keputusan        |
|------------------------------|-------------|------------------------|
| Algoritma <i>Brute Force</i> | 78.967      | II                     |
| Algoritma KMP                | 32.673      | I (Algoritma Tercepat) |

Pada Tabel di atas terlihat bahwa total nilai dari alternatif terendah yang tercepat dalam pencarian. Karena semakin tinggi total nilai yang diperoleh maka akan semakin tinggi jumlah usaha yang dilakukan dalam pencarian isi buku ende. Berdasarkan analisa tersebut maka Algoritma *Brute Force* yang menjadi algoritma tercepat dalam pencarian isi buku ende serta permasalahan dalam penelitian ini dapat terpecahkan.

### Use Case Diagram

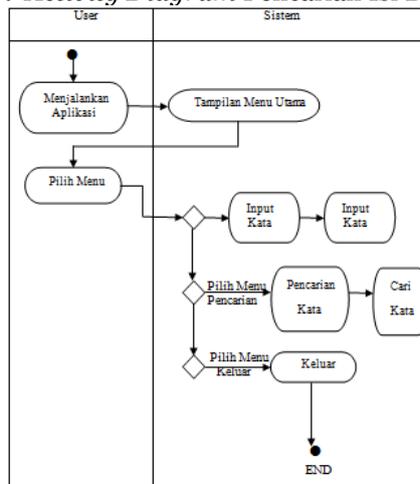
Diagram *use case* menunjukkan fungsionalitas sistem atau kelas dan interaksi dengan dunia luar.



**Gambar 1** Use case Diagram Aplikasi

**Activity Diagram**

**Tabel 7. Activity Diagram Pencarian Isi Buku Ende**



Adapun algoritma yang digunakan sebagai berikut :

**1. Algoritma Brute Force :**

*Input :*  
 m, n sebagai lenght dari pattem dan teks  
 x sebagai *pattern*  
 y sebagai teks

*output :*  
*pattern* ditemukan

*Proses :*  
 Buat Nilai oh dan mh  
 Oh → nilai pergeseran karakter jika y tidak terdapat dalam x  
 mh → nilai pergeseran karakter jika y terdapat dalam x  
 Perulangan i = y ke m-n maka  
 m = 0  
 Jika terjadi ketidakcocokan x terhadap y maka  
 Jika m lebih kecil dari y dan y tidak terdapat pada x maka  
 pergeseran karakter berdasarkan nilai mh  
 [ i ditambah mh ] = y [x]

Jika selain  
 Pencocokan y terdapat dalam x maka  
 Karakter bergeser berdasarkan nilai x[oh]  
 [ i ditambah oh ] = y [x]  
 akhir jika  
 lainnya  
 jika x terdapat terdapat pada y maka  
 pergeseran karakter diambil dari nilai oh [m-n = -1]  
 jika m[x]=0 sampai n[y]=0 sama,  
 pattern= benar (ditemukan)  
 akhir jika  
 akhir perulangan

**2. Algoritma KMP :**

m, n sebagai lenght dari pattern dan teks  
 x sebagai pattem  
 y sebagai teks

*output :*  
*pattern* ditemukan

*proses*  
 perulangan i= 0 ke m-n maka  
 j=0  
 jika j lebih kecil dari n dan x [ i ditambah 1 ] = y [j] maka  
 j = j ditambah 1  
 akhir jika  
 jika j lebih besar sama dengan n maka  
 pattern= benar (ditemukan)  
 akhir jika  
 akhir perulangan

*Input :*  
 bobot1, bobot2 → nilai bobot masing-masing dari kriteria  
 m1,m2 → nilai kriteria pertama dari masing-masing algoritma  
 waktu1, waktu2 → nilai kriteria kedua dari masing-masing algoritma  
 n1,n2 → nilai akhir dari perhitungan masing-masing algoritma

*Proses :*  
 Menghitung nilai dari masing-masing algoritma :  
 $n1 = (m1)^{bobot1} + waktu1^{bobot2}$   
 n1 = nilai kriteria pertama + nilai kriteria kedua  
 n1 = nilai akhir dari algoritma (*Brute Force*)  
 $n2 = (m1)^{bobot1} + waktu1^{bobot2}$   
 n2 = nilai kriteria pertama + nilai kriteria kedua  
 n2 = nilai akhir dari algoritma (*Knuth Morris Pratt*)

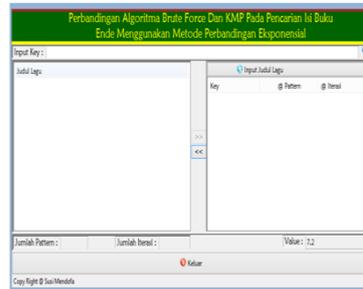
Bandingkan nilai akhir dari masing-masing algoritma  
 Jika  $n2$  (*Knuth Morris Pratt*) >  $n1$  (*Brute Force*) maka  
 "Algoritma tercepat dalam melakukan pencarian judul buku adalah algoritma *Knuth Morris Pratt* (KMP) karena nilai analisa lebih kecil bila dibandingkan dengan algoritma *Brute Force*"

**3. Algoritma Eksponensial:**

Jika selain  $n1$  (*Brute Force*) <  $n2$  (*Knuth Morris Pratt*) maka  
 Kesimpulan → "Algoritma tercepat dalam melakukan pencarian judul buku adalah algoritma *Brute Force* karena nilai nilai analisa yang diperoleh adalah lebih kecil dibandingkan dengan algoritma *Knuth Morris Pratt* (KMP).  
 selain  
 Kesimpulan → "Algoritma sama cepat dalam melakukan pencarian karena nilai analisa yang diperoleh dari kedua algoritma tersebut adalah sama.  
 Selesai

Aplikasi ini akan berpengaruh pada spesifikasi komputer yang digunakan, agar bisa berjalan dengan baik maka spesifikasi hardware harus sesuai.

### 1. Tampilan Proses Brute Force



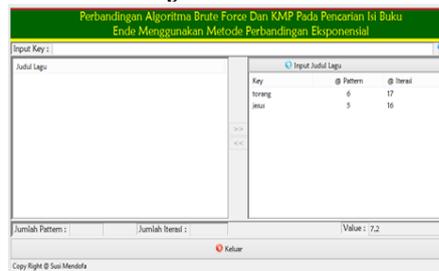
**Gambar 2.** Tampilan Proses Brute Force

### 2. Tampilan Input



**Gambar 3.** Tampilan Input

### 3. Tampilan Hasil Perhitungan *Brute Force* Dengan MPE



**Gambar 4.** Tampilan Hasil Perhitungan *Brute Force* Dengan MPE

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada penelitian di atas dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :1. Dengan adanya total nilai dari perbandingan eksponensial maka terbukti algoritma KMP tercepat dalam melakukan pencarian isi buku ende. 2. Analisa ke dua algoritma ini, nilai perbandingannya dihitung dengan eksponensial. Kriteria pembanding adalah jumlah iterasi dan jumlah huruf dari setiap proses, setiap nilai yang didapat dari setiap kriteria kemudian dipangkatkan dengan bobot dari setiap kriteria sehingga mendapat nilai total yang menentukan algoritma mana yang menjadi algoritma tercepat. 3. Algoritma *Brute Force* mulai mencocokkan *pattern* pada awal teks dan menggeser *pattern* sebesar satu kekanan sampai *pattern* berada diujung teks. Dalam algoritma KMP mulai mencocokkan karakter per karakter *pattern* dengan karakter teks yang bersesuaian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmat Solichin, "Dari Pemula Hingga Mahir", Jakarta, 2010  
Andri Januardi, "Analisa Perbandingan Algoritma Brute Force dan Boyer Moore Dalam Pencarian Word Suggestion Menggunakan Perbandingan Eksponensial", Jurnal, Agustus 2013  
Antonius Rachmat, "Algoritma Dan Pemograman Dengan Bahasa C", Penerbit C.V ANDI, 2010  
Aulia Ramadhan, "Perancangan Aplikasi Pencarian Lirik Berbasis Android Dengan Algoritma Brute Force, Jurnal, Desember 2013  
Darmawan Utomo, Eric Wijaya Harjo Handoko, "Perbandingan Algoritma String Searching Brute Force, KMP, Boyer Moore Pada Teks Alkitab Bahasa Indonesia", Jurnal, 1 April 2008  
Heri Sismoro, "Pengantar Logika Informatika, Algoritma dan Pemograman Komputer", Penerbit C.V ANDI, Yogyakarta, 2005  
Ketut Darmayuda, "Pemograman Aplikasi Database Dengan Microsoft Visual Basic.Net 2008", Penerbit Informatika, Bandung, 2009  
Prof. Dr Ir. Marimin M.Sc, "Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk", Penerbit Grasindo, 2015  
Yuni Sugiarti, S.T.M. Kom "Analisis Dan Perancangan Unified Modeling Language", Penerbit Graha Ilmu, Edisi I, Yogyakarta, 2013

## PEMODELAN PERMAINAN MASTER MIND

Dina Stefani; Giovani Gracianti dan Andrew

<sup>1</sup>Universitas Pelita Harapan, Fakultas Sains and Teknologi, Matematika, Tangerang  
[dina.stefani@uph.edu](mailto:dina.stefani@uph.edu), [giovani.gracianti@gmail.com](mailto:giovani.gracianti@gmail.com), [andrew\\_susilo\\_90@yahoo.co.id](mailto:andrew_susilo_90@yahoo.co.id).

**Abstrak.** Permainan master mind merupakan permainan menarik yang berguna untuk mengasah otak. Master mind dimainkan oleh dua pemain. Pemain pertama sebagai pembuat kode (code maker) dan pemain kedua sebagai pemecah kode (code breaker). Makalah ini membahas mengenai pemodelan matematis dari permainan ini. Pemodelan ini dapat digunakan untuk membuat permainan berbasis komputasi. Makalah ini juga melakukan analisis, yang dapat digunakan oleh pemecah kode sehingga mampu untuk menebak kode secara optimal. Pada makalah ini juga akan dijelaskan beberapa nilai ekspektasi dari jumlah langkah atas permasalahan ini.

**Kata kunci:** Master Mind, kode, pembuat kode, pemecah kode

### PENDAHULUAN

Master Mind adalah suatu permainan untuk memecahkan kode yang sudah ditentukan dan disimpan sebelumnya oleh pemain lain. Permainan ini diciptakan pada tahun 1970 oleh Mordecai Meirowitz, seorang postmaster Israel serta ahli telekomunikasi. Program komputer permainan Master Mind dikembangkan oleh J.M. Grochow di MIT pada akhir tahun 1960-an. Ada beberapa hal umum yang dibutuhkan dalam permainan ini, yaitu: Papan dengan empat buah lubang besar sebanyak 12 baris (sesuai kesepakatan) yang masing-masing barisnya terdiri dari empat lubang kecil untuk pemberian kode informasi. Bola dengan beberapa macam warna (sesuai kesepakatan). Dan Bola kecil dengan warna hitam dan putih secukupnya.

Master Mind merupakan permainan dengan dua pemain. Pemain pertama sebagai pembuat atau penyimpan kode (*codemaker*) dan pemain kedua sebagai pemecah atau penebak kode (*codebreaker*). Jika kesepakatan dalam permainan adalah menggunakan papan dengan empat lubang maka alur permainan adalah sebagai berikut:

1. Pembuat kode menentukan  $n$  warna dari  $m$  warna yang ada dengan diperbolehkannya duplikasi warna.
2. Pembuat kode menentukan urutan kode warna dan menyimpannya tanpa diketahui oleh pemecah kode.
3. Pemecah kode akan melakukan tebakan terhadap kode yang sudah dibuat, dengan meletakkan kode penebak pada lubang besar yang tersedia pada papan permainan.
4. Setiap kali pemecah kode melakukan tebakan, maka pembuat kode akan memberikan tanggapan. Tanggapan yang diberikan oleh pembuat kode memiliki aturan sebagai berikut:
  - a. Satu Warna hitam artinya ada satu warna benar dan berada di posisi yang benar.
  - b. Satu Warna putih artinya ada satu warna benar tetapi berada di posisi yang salah.
5. Setelah tanggapan diberikan oleh pembuat kode maka pemecah kode melakukan penebakkan lagi.

Permainan akan berakhir dengan pemecah kode sebagai pemenang apabila berhasil menebak kode yang dibuat oleh pembuat kode atau dengan kata lain mendapat tanggapan empat warna hitam sebelum batas penebakkan habis. Sebaliknya pembuat kode akan berakhir sebagai pemenang apabila sampai batas penebakkan habis, kode yang dibuat belum ditemukan oleh pemecah kode.

Pemodelan matematis dapat memudahkan dalam melakukan perhitungan maupun dalam melakukan analisis. Permasalahan Master Mind juga dapat diformulasikan secara matematis. Formulasi yang dibuat harus mampu untuk menjelaskan permainan Master Mind itu sendiri, serta mampu digunakan saat melakukan analisis. Formulasi dari permasalahan Master Mind akan dituliskan sebagai berikut. Untuk mengumumkan permasalahan Master Mind maka dalam formulasi  $m$  menyatakan banyaknya warna dan  $n$  menyatakan banyaknya lubang yang disepakati, dimana  $m \geq n$ . Banyaknya posisi yang tersedia dinyatakan dalam himpunan posisi,  $P$ , dengan  $P = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ . Banyaknya warna yang mungkin digunakan dinyatakan dalam himpunan *colour*,  $C$ , dengan  $C = \{1, 2, 3, \dots, m\}$ .

### Formulasi Pembuat Kode

Pembuat kode akan melakukan kombinasi warna menurut fungsi  $f$  dimana  $f$  memetakan himpunan  $P$  ke himpunan  $C$ , dituliskan  $f: P \rightarrow C$ . Fungsi yang diambil atau dipilih oleh pembuat kode dilambangkan dengan himpunan  $F$  dengan  $F = \{(x, y) | \forall x \in P, y = f(x)\}$ . Dibentuk vektor baris  $h_F$  yang terdiri dari  $m$  tuple dimana setiap tuple bersesuaian dengan urutan warna yang digunakan. Setiap tuple pada  $h_F(x)$  menyatakan banyaknya warna  $x$  yang digunakan pada kombinasi  $F.h_F(x)$  dinyatakan sebagai berikut:

$$h_F(x) = \sum_{i=1}^n e_i(x), \quad \forall x \in C, \quad e_i = \begin{cases} 1, & (i, x) \in F \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (1)$$

**Formulasi Pemecah Kode**

Pemecah kode akan melakukan dugaan kombinasi warna menurut fungsi  $d$  dimana  $d$  memetakan himpunan  $P$  ke himpunan  $C$ , dituliskan  $d: P \rightarrow C$ . Kombinasi atau percobaan pemecah kode ke- $j$  yang diletakkan oleh pemecah kode dilambangkan dengan himpunan  $D_j$  dengan  $D_j = \{(x, y) | \forall x \in P, y = d(x)\}$ . Dibentuk vektor baris  $h_{D_j}$  yang terdiri dari  $m$  tuple dimana setiap tuple bersesuaian dengan urutan warna yang digunakan. Setiap tuple  $h_{D_j}(x)$  menyatakan banyaknya warna  $x$  yang digunakan pada kombinasi  $D_j$ .  $h_{D_j}(x)$  dinyatakan sebagai berikut:

$$h_{D_j}(x) = \sum_{i=1}^n e_i(x), \quad \forall x \in C, \quad e_i = \begin{cases} 1, & (i, x) \in D_j \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \quad (2)$$

**Formulasi Perbandingan antara Pembuat Kode dengan Pemecah Kode**

Pemeriksaan jumlah warna yang sama antara pembuat kode dengan pemecah dilambangkan dengan  $T$  dan dinyatakan dengan cara sebagai berikut:

$$T = \sum_{x=1}^m \min(h_F(x), h_{D_j}(x)) \quad (3)$$

Jumlah warna atau total ( $T$ ) dibutuhkan sebagai penanda banyaknya warna hitam dan putih yang harus diberikan. Banyaknya anggota irisan himpunan  $D_j$  dan  $F$  dilambangkan dengan  $n(D_j \cap F)$  menyatakan banyaknya warna hitam, sedangkan banyaknya warna putih adalah  $T - n(D_j \cap F)$ . Sehingga dapat dinyatakan hubungan sebagai berikut:

$$D_j = F \Leftrightarrow (n(D_j \cap F) = n) \wedge (T = n) \quad (4)$$

**Contoh Kasus**

Misalkan disepakati akan bermain dengan menggunakan 7 (tujuh) warna dan 4 (empat) lubang. Pembuat kode membuat pilihan warna dan posisi sebagai berikut: warna 1, warna 4, warna 2, warna 4. Berdasarkan formulasi maka hal ini dapat dituliskan:

$$P = \{1,2,3,4\}, C = \{1,2,3,4,5,6,7\}, F = \{(1,1), (2,4), (3,2), (4,4)\}, h_F(x) = \{1 \ 1 \ 0 \ 2 \ 0 \ 0 \ 0\}$$

Pemecah kode melakukan penebakkan pertama dengan urutan sebagai berikut: warna 3, warna 1, warna 2, warna 5. Berdasarkan formulasi maka hal ini dapat dituliskan:

$$D_j = \{(1,3), (2,1), (3,2), (4,5)\}, h_{D_j}(x) = \{1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0\}$$

Jika dibandingkan hasil dari pembuat dan pemecah kode maka akan didapatkan:

$$T = 1 + 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 2, \quad n(D_j \cap F) = 1, \quad T - n(D_j \cap F) = 2 - 1 = 1$$

Dengan demikian, pembuat kode akan menanggapi dengan memberikan 1 (satu) warna hitam, berdasarkan nilai  $n(D_j \cap F)$ , dan 1 (satu) warna putih berdasarkan nilai  $T - n(D_j \cap F)$ .

**Analisis Metode Eliminasi**

Metode eliminasi diperlukan untuk mengetahui tebakan awal yang terbaik. Untuk melakukan hal tersebut perlu didefinisikan kemungkinan tipe penebakan warna. Apabila ditetapkan jumlah lubang adalah 4 (empat) dan jumlah warna yang digunakan sedikitnya 4 (empat) maka hanya ada 5 (lima) tipe penebakan, yaitu  $wwww$ ,  $wwwx$ ,  $wwxx$ ,  $wwxy$ ,  $wxyz$ . Dimana  $w$ ,  $x$ ,  $y$ , dan  $z$  hanyalah merupakan variabel warna. Kemudian menerapkan algoritma berikut:

1. Tuliskan semua kemungkinan jawaban yang ada. Misalkan  $n$  warna dengan  $m$  lubang, maka banyaknya kemungkinan adalah  $n^m$  kemungkinan.
2. Lakukan penebakkan. Setelah melakukan penebakkan, maka didapatkan  $h$  hitam dan  $p$  putih.
3. Bandingkan penebakkan tersebut dengan semua kemungkinan yang ada. Perbandingan yang menghasilkan  $h$  hitam dan  $p$  putih adalah kemungkinan jawaban yang masih mungkin. Oleh karena itu, buanglah semua kemungkinan yang setelah dibandingkan tidak menghasilkan  $h$  hitam dan  $p$  putih.
4. Setelah itu, hitunglah semua kemungkinan yang masih mungkin.

Karena secara umum, permainan ini memiliki 4 lubang, maka hanya ada 14 kemungkinan penanda tanggapan. Pada masing-masing tanggapan dilakukan hal yang sama dari nomor 1 sampai 4. Dengan demikian akan didapati Tabel kemungkinan jawaban seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1** Tabel banyaknya kemungkinan jawaban untuk setiap tanggapan yang mungkin

|         |         | 5 colors |      |      |      |      | 6 colors |      |      |      |      | 7 colors |      |      |      |      | 8 colors |      |      |      |      |
|---------|---------|----------|------|------|------|------|----------|------|------|------|------|----------|------|------|------|------|----------|------|------|------|------|
|         |         | wwww     | wwwx | wwxx | wwxy | wxyz | wwww     | wwwx | wwxx | wwxy | wxyz | wwww     | wwwx | wwxx | wwxy | wxyz | wwww     | wwwx | wwxx | wwxy | wxyz |
| 1)      | -       | 256      | 81   | 81   | 16   | 1    | 625      | 256  | 256  | 81   | 16   | 1296     | 625  | 625  | 256  | 81   | 2401     | 1296 | 1296 | 625  | 256  |
| 2)      | 1 P     | 0        | 138  | 108  | 92   | 28   | 0        | 308  | 256  | 276  | 152  | 0        | 580  | 500  | 616  | 444  | 0        | 978  | 864  | 1160 | 976  |
| 3)      | 1 H     | 256      | 145  | 108  | 70   | 32   | 500      | 317  | 256  | 182  | 108  | 864      | 591  | 500  | 378  | 256  | 1372     | 991  | 864  | 682  | 500  |
| 4)      | 2 P     | 0        | 37   | 54   | 114  | 126  | 0        | 61   | 96   | 222  | 312  | 0        | 91   | 150  | 366  | 582  | 0        | 127  | 216  | 546  | 936  |
| 5)      | 1 H 1 P | 0        | 90   | 120  | 120  | 120  | 0        | 156  | 208  | 230  | 252  | 0        | 240  | 320  | 376  | 432  | 0        | 342  | 456  | 558  | 660  |
| 6)      | 2 H     | 96       | 75   | 68   | 61   | 54   | 150      | 123  | 114  | 105  | 96   | 216      | 183  | 172  | 161  | 150  | 294      | 255  | 242  | 229  | 216  |
| 7)      | 3 P     | 0        | 0    | 12   | 32   | 92   | 0        | 0    | 16   | 44   | 136  | 0        | 0    | 20   | 56   | 180  | 0        | 0    | 24   | 68   | 224  |
| 8)      | 1 H 2 P | 0        | 21   | 28   | 62   | 96   | 0        | 27   | 36   | 84   | 132  | 0        | 33   | 44   | 106  | 168  | 0        | 39   | 52   | 128  | 204  |
| 9)      | 2 H 1 P | 0        | 18   | 24   | 30   | 36   | 0        | 24   | 32   | 40   | 48   | 0        | 30   | 40   | 50   | 60   | 0        | 36   | 48   | 60   | 72   |
| 10)     | 3 H     | 16       | 16   | 16   | 16   | 16   | 20       | 20   | 20   | 20   | 20   | 24       | 24   | 24   | 24   | 24   | 28       | 28   | 28   | 28   | 28   |
| 11)     | 4 P     | 0        | 0    | 1    | 2    | 9    | 0        | 0    | 1    | 2    | 9    | 0        | 0    | 1    | 2    | 9    | 0        | 0    | 1    | 2    | 9    |
| 12)     | 1 H 3 P | 0        | 0    | 0    | 4    | 8    | 0        | 0    | 0    | 4    | 8    | 0        | 0    | 0    | 4    | 8    | 0        | 0    | 0    | 4    | 8    |
| 13)     | 2 H 2 P | 0        | 3    | 4    | 5    | 6    | 0        | 3    | 4    | 5    | 6    | 0        | 3    | 4    | 5    | 6    | 0        | 3    | 4    | 5    | 6    |
| 14)     | 4 H     | 1        | 1    | 1    | 1    | 1    | 1        | 1    | 1    | 1    | 1    | 1        | 1    | 1    | 1    | 1    | 1        | 1    | 1    | 1    | 1    |
| maximum |         | 256      | 145  | 120  | 120  | 126  | 625      | 317  | 256  | 276  | 312  | 1296     | 625  | 625  | 616  | 582  | 2401     | 1296 | 1296 | 1160 | 976  |
| sum     |         | 625      | 625  | 625  | 625  | 625  | 1296     | 1296 | 1296 | 1296 | 1296 | 2401     | 2401 | 2401 | 2401 | 2401 | 4096     | 4096 | 4096 | 4096 | 4096 |

Dari hasil Tabel 1 maka didapatkan bahwa jika bermain dengan menggunakan 5 warna 4 lubang, penebakkan *wwxx* dan *wwxy* adalah penebakkan terbaik karena penebakkan itu akan memberikan respon terburuk 1H1P dengan 120 kemungkinan dari kemungkinan mendapatkan 4H yang hanya satu kemungkinan. Sehingga dari seluruh kemungkinan respon yang mungkin maka maksimum kemungkinan adalah 120 kemungkinan jawaban. Itu adalah nilai paling kecil kemungkinan maksimum dari kemungkinan penebakkan lainnya. Itu artinya dengan penebakkan awal *wwxx* atau *wwxy* menyisakan 120 kemungkinan yang berarti mengeliminasi paling banyak kemungkinan lainnya. Jika bermain dengan menggunakan 6 warna 4 lubang, *wwxx* merupakan penebakkan awal terbaik karena hanya menyisakan 256 kemungkinan jawaban. Sedangkan untuk 7 dan 8 warna tipe penebakkan *wxyz* adalah penebakkan awal terbaik.

**Analisis Metoda Ekspektasi**

Cara lain yang juga dapat menjadi pertimbangan untuk mencari tebakan awal terbaik adalah dengan menghitung rata-rata jumlah tebakan sehingga kode terpecahkan untuk suatu langkah awal. Rata-rata jumlah tebakan tersebut disebut nilai ekspektasi dari tebakan awal tersebut. Jika tebakan awal adalah tipe *X* maka nilai ekspektasi dinyatakan dengan:

$$E[X] = \sum_{k=1}^n k \cdot P(k) \quad (5)$$

- *n* adalah banyaknya kemungkinan maksimum yang masih mungkin dari tebakan awal, dan
- *P(k)* adalah peluang tertebaknya kode dalam *k* langkah tebakan.

Nilai  $P(1) = \frac{1}{m^4}$ , sedangkan nilai *P(k)* lainnya didapatkan dari pembentukan pohon kemungkinan atas seluruh kemungkinan langkah. Untuk 4 lubang dan *m* warna akan didapati 14 kemungkinan tanggapan. Nilai dari setiap daun pada setiap level pohon menyatakan kemungkinan yang masih tersisa. Jika bernilai nol maka menandakan daun tersebut sudah tidak lagi bercabang. Peluang langkah ke-*k* tertebak, *P(k)*, adalah banyaknya daun pada level ke-*(k - 1)* yang tidak nol dibagi dengan  $m^4$ . Contoh penerapan algoritma tersebut pada dua warna (sebut saja warna 1 dan warna 2). Jelas akan menghasilkan 2<sup>4</sup> kemungkinan atau 16 kemungkinan. Ke-16 kemungkinan tersebut adalah sebagai berikut:

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Melihat kemungkinan tersebut maka hanya ada 3 (tiga) tipe tebakan yang mungkin karena hanya ada dua warna, yaitu *wwww*, *wwwx*, dan *wwxx*. Seperti metode sebelumnya lihat Tabel, pada tebakan 1122 (tipe *wwxx*), langkah terburuknya sebanyak 4 langkah. Peluang jawaban benar dituliskan dengan *P(4H)*. Jelaslah bahwa peluang untuk melakukan penebakkan dengan benar dalam 1 (satu) kali tebakan,  $P(1) = \frac{1}{16}$ . Perhitungan peluang untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dengan melakukan 2 (dua)

kali penebakkan adalah  $P(2) = \frac{5}{16}$ ,  $P(3) = \frac{7}{16}$ , dan  $P(4) = \frac{3}{16}$ . Sehingga nilai ekspektasi untuk tebakkan awal 1122 adalah:

$$E[1122] = 1 \cdot \frac{1}{16} + 2 \cdot \frac{5}{16} + 3 \cdot \frac{7}{16} + 4 \cdot \frac{3}{16} = 2.75$$

Perhitungan lengkap untuk 5,6,7, dan 8 warna diperlihatkan pada Tabel . Dari Tabel , terlihat bahwa untuk 6 warna tebakkan awal terbaik adalah tipe  $wwxx$ , sedangkan untuk 7 warna adalah  $wwxy$ .

**Tabel 1** Tabel kemungkinan untuk 2 warna 4 lubang

|                |         | 2 colors  |           |           |
|----------------|---------|-----------|-----------|-----------|
|                |         | wwwww     | wwwwx     | wwxxx     |
| 1)             | -       | 1         | 0         | 0         |
| 2)             | 1 P     | 0         | 0         | 0         |
| 3)             | 1 H     | 4         | 1         | 0         |
| 4)             | 2 P     | 0         | 1         | 0         |
| 5)             | 1 H 1 P | 0         | 0         | 0         |
| 6)             | 2 H     | 6         | 3         | 2         |
| 7)             | 3 P     | 0         | 0         | 0         |
| 8)             | 1 H 2 P | 0         | 3         | 4         |
| 9)             | 2 H 1 P | 0         | 0         | 0         |
| 10)            | 3 H     | 4         | 4         | 4         |
| 11)            | 4 P     | 0         | 0         | 1         |
| 12)            | 1 H 3 P | 0         | 0         | 0         |
| 13)            | 2 H 2 P | 0         | 3         | 4         |
| 14)            | 4 H     | 1         | 1         | 1         |
| <b>maximum</b> |         | <b>6</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  |
| <b>sum</b>     |         | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> |

**Tabel 2** Tabel ekspektaasi untuk 5,6,7, dan 8 warna

|            | 5 colors |        |        |        |        | 6 colors |        |        |        |        | 7 colors |        |        |        |        | 8 colors |        |        |        |        |
|------------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|
|            | wwwww    | wwwwx  | wwxxx  | wwxy   | wxyz   | wwwww    | wwwwx  | wwxxx  | wwxy   | wxyz   | wwwww    | wwwwx  | wwxxx  | wwxy   | wxyz   | wwwww    | wwwwx  | wwxxx  | wwxy   | wxyz   |
| Total      | 3186     | 2864   | 2773   | 2812   | 2862   | 7471     | 6754   | 6508   | 6527   | 6671   | 15548    | 14114  | 13611  | 13409  | 13667  | 29544    | 26930  | 26052  | 25338  | 25626  |
| Ekspektasi | 5.0976   | 4.5824 | 4.4368 | 4.4992 | 4.5792 | 5.7647   | 5.2114 | 5.0216 | 5.0363 | 5.1474 | 6.4756   | 5.8784 | 5.6689 | 5.5848 | 5.6922 | 7.2129   | 6.5747 | 6.3604 | 6.1860 | 6.2564 |

**Perbandingan Metode Eliminasi Dengan Metode Nilai Ekspektasi**

Menurut metode ekspektasi, nilai ekspektasi terkecil merupakan kandidat tebakkan awal terbaik, karena nilai ekspektasi terkecil memiliki arti banyaknya penebakkan yang harus dilakukan paling sedikit dibandingkan menggunakan penebakkan yang lainnya. Namun jika dibandingkan dengan metode eliminasi didapatkan hasil yang berbeda. Misalkan saja untuk 7 (tujuh) warna. Pada metode eliminasi kemungkinan didapatkan bahwa tipe penebakkan  $wxyz$  adalah penebakkan awal terbaik karena membuang paling banyak kemungkinan, namun dengan menggunakan nilai ekspektasi didapatkan bahwa tipe  $wwxy$  menghasilkan nilai terkecil, yang berarti tebakkan awal terbaik. Hal ini disebabkan metode eliminasi jika dilihat dengan lebih rinci maka sesungguhnya diambil kemungkinan terburuk dari setiap percobaan, yakni pada nilai maksimum tersebut sesungguhnya adalah keadaan terburuk dari setiap tebakkan yang kemudian dibandingkan dengan tebakkan lainnya, sehingga didapati yang terbaik dari yang terburuk. Kriteria yang digunakan adalah kriteria *maximin*, dimana dimaksimalkan untuk membuang kemungkinan yang tidak mungkin, dan dari semua itu diambil nilai sisa minimum yang dianggap sebagai tebakkan awal terbaik. Hal ini dilakukan tanpa mempedulikan persebaran pada masing-masing tebakkan. Sedangkan metode ekspektasi dapat dikatakan lebih nyata, karena menghitung banyaknya langkah yang ditempuh sampai kepada jawaban yang diinginkan. Hal ini menjelaskan, bahwa metode ekspektasi adalah metode yang lebih tepat untuk mencari tebakkan awal terbaik.

**KESIMPULAN**

Permainan Master Mind untuk 4 lubang dengan 5,6,7, dan 8 warna secara berurutan dengan menggunakan metode eliminasi menghasilkan tebakkan awal terbaik dengan tipe  $wwxx$  atau  $wwxy$ ,  $wwxx$ ,  $wxyz$ , dan  $wxyz$ . Sedangkan dengan menggunakan metode nilai ekspektasi tebakkan awal terbaik secara berurutan adalah  $wwxx$ ,  $wwxx$ ,  $wwxy$ , dan  $wwxy$ . Nilai ekspektasi setelah melakukan tebakkan awal terbaik secara berurutan mulai dari 5 sampai 8 warna adalah 4.4368, 5.0216, 5.5848, dan 6.1860.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bartle, R. G., & Sherbert, D. R. (2011). *Introduction to Real Analysis 4th Ed.* University of Illinois.
- Herjanto, E., & Herfan, D. (2008). *Manajemen Operasi Edisi Ketiga.* Jakarta: Grasindo.
- Ross, S. (2010). *A First Course in Probability, 8th Ed.* Pearson Prentice Hall.
- Sutantyo, W. (2005). *Program Permainan: Master Mind.* Diambil kembali dari slideshare:  
<http://www.slideshare.net/komdil/mastermind-15547262>

## **PEMBANGUNAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENENTUKAN INDEKSPRESTASI DOSEN DENGAN METODE *TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION***

**Titin Emila dan Mahdianta Pandia**

STMIK Kristen Neumann Indonesian, Medan  
Korespondensi: titinemila90@yahoo.com; mahdianta@yahoo.com

**Abstrak.** *Dosen yang merupakan seorang pendidik di lingkungan perguruan tinggi memiliki peran penting dalam proses belajar mengajar. Karena sangat berpengaruh terhadap perkembangan dan kemampuan mahasiswa dalam memperoleh ilmu pengetahuan. Satu hal yang dapat dilakukan untuk tetap menjaga mutu dosen adalah dengan melakukan penilaian prestasi terhadap dosen tersebut. Proses penilaian dilakukan oleh Unit Penjamin Mutu dengan nama penilaian Index Prestasi Dosen. Pada penelitian ini akan dibangun sebuah sistem pendukung keputusan untuk menentukan indeks prestasi dosen menggunakan metode Topsis. Prestasi yang dinilai meliputi bidang pengajaran dosen yang memiliki 3 kriteria yaitu Nilai Kuesioner, Kehadiran Dosen dan Nilai Satuan Acara Perkuliahan (SAP). Hasil penelitian ini dapat mendukung keputusan pada pengambilan prestasi dosen dengan menggunakan kriteria yang telah ditentukan. Pembangunan Sistem Pendukung Keputusan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL.*

**Kata kunci:** *sistem pendukung keputusan, tophis, dosen, PHP, MySQL*

### **PENDAHULUAN**

Sebuah Perguruan Tinggi harus memiliki sistem pengelolaan mutu sumber daya manusia yang memadai untuk pembinaan dan peningkatan prestasi tenaga kependidikan, khususnya dosen. Peran dosen sebagai pengajar dalam proses belajar mengajar sangatlah penting. Program studi sarjana yang baik harus memiliki tenaga kependidikan dengan jumlah, kualifikasi dan prestasi kinerja yang sesuai dengan kebutuhan penyelenggaraan program-program yang ada di program studi sarjana yang bersangkutan.

Untuk itu di sebuah perguruan tinggi di perlukan adanya Unit Penjamin Mutu (UPM) yang bertujuan untuk melakukan monitoring, evaluasi dan penilaian terhadap prestasi dosen. Penilaian ini bertujuan untuk mengukur dan peningkatan prestasi internal secara berkelanjutan. Penilaian dilakukan oleh UPM setiap akhir semester dengan membagikan kuisisioner penilaian kinerja dosen kepada mahasiswa, kehadiran dosen dan satuan acara perkuliahan (SAP)

Proses penilain indeks prestasi dosen dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi *microsoft excel*, sehinggamerlukan waktu yang cukup lama dalam proses pengolahannya. Penilaian tersebut dilakukan untuk mengetahui pengaruh pengajaran dosen terhadap mahasiswa. Penelitian ini akan diterapkan metode Topsis untuk merancang sistem penilaian kinerja dosen yang digunakan sebagai pendukung keputusan di Unit Penjamin Mutu STMIK Kristen Neumann Indonesia.

Metode Topsis adalah suatu metode pengambilan keputusan multikriteria yang banyak digunakan untuk menyelesaikan pengambilan keputusan secara praktis. Topsis memiliki konsep dimana alternatif yang terpilih merupakan alternatif terbaik yang memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif. Metode Topsis digunakan sebagai suatu upaya untuk menyelesaikan permasalahan multikriteria dan memiliki kemampuan untuk mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan.

### **METODE**

**Sistem pendukung keputusan.** Sistem pendukung keputusan (SPK) adalah bagian dari sistem informasi berbasis komputer termasuk sistem berbasis pengetahuan atau manajemen pengetahuan yang dipakai untuk mendukung pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau perusahaan. Dapat juga dikatakan sebagai sistem computer yang mengolah data menjadi informasi untuk mengambil keputusan dari masalah semi-terstruktur yang spesifik (Efraim Turban, 2005). Dengan pengertian diatas dapat dijelaskan bahwa SPK merupakan alat bantu bagipara pengambil keputusan yang melengkapi mereka dengan informasi dari data yang telah diolah dengan relevan dan diperlukan untuk membuat keputusan tentang suatu masalah dengan lebih cepat dan akurat. Sehingga sistem ini tidak dimaksudkan untuk menggantikan pengambilan keputusan dalam proses pembuatan keputusan.

**Indeks prestasi dosen.** Kinerja berasal dari kata prestasi kerja, prestasi kerja yaitu hasil kerja secara kualitas dan kuantitas yang dapat dicapai oleh seseorang dalam melaksanakan tugasnya sesuai tanggung jawab yang telah diberikan kepadanya (Mangkunegara, 2007). Prestasi kerja dosen memiliki tujuan untuk mengetahui seberapa besar dosen dapat memberikan metode mengajar yang baik kepada mahasiswa, dimana seorang dosen diharapkan dapat menjadi seorang profesional dalam bidangnya.

**Metode topsis.** Metode TOPSIS adalah salah satu metode pengambilan keputusan multi kriteria yang pertama kali diperkenalkan oleh Yoon dan Hwang pada tahun 1981. Metode ini merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk menyelesaikan pengambilan keputusan secara praktis. TOPSIS memiliki konsep dimana alternatif yang terpilih merupakan alternatif terbaik yang memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif.

Semakin banyaknya faktor yang harus dipertimbangkan dalam proses pengambilan keputusan, maka semakin relatif sulit juga untuk mengambil keputusan terhadap suatu permasalahan. Apalagi jika upaya pengambilan keputusan dari suatu permasalahan tertentu, selain mempertimbangkan berbagai faktor/kriteria yang beragam, juga melibatkan beberapa orang pengambil keputusan. Permasalahan yang demikian dikenal dengan permasalahan *multiple criteria decision making* (MCDM). Dengan kata lain, MCDM juga dapat disebut sebagai suatu pengambilan keputusan untuk memilih alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu.

Metode TOPSIS digunakan sebagai suatu upaya untuk menyelesaikan permasalahan *multiple criteria decision making*. Hal ini disebabkan konsepnya sederhana dan mudah di pahami, komputasinya efisien dan memiliki kemampuan untuk mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan.

Adapun langkah metode TOPSIS, yaitu (1) Membuat matriks keputusan alternatif pada setiap kriteria, kemudian dinormalisasi menjadi matriks; (2) Menghitung matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot; (3) Menentukan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif; (4) Menentukan Jarak antara setiap alternative dengan solusi ideal solusi ideal negatif; (5) Menghitung nilai kedekatan relative yang merupakan nilai preferensi untuk setiap alternatif; dan (6) Mengurutkan nilai kedekatan relatif.

**Analisis sistem yang sedang berjalan.** Sebagai langkah awal yang dilakukan agar dapat mengetahui Gambaran masalah yang dihadapi oleh Unit Penjamin Mutu yaitu dengan melakukan analisis masalah. Dengan melakukan analisis masalah diharapkan dapat memberikan solusi masalah yang dihadapi. Dari hasil pengamatan terhadap sistem pendukung keputusan indeks prestasi dosen yang sedang berjalan pada STMIK Kristen Neumann Indonesia, saat ini dilakukan secara manual menggunakan kuisioner sebagai bahan penilaian terhadap kualitas dosen-dosen yang mengajar di STMIK Neumann.

Kuisioner di bagikan kepada mahasiswa disetiap akhir semester tepatnya pada saat UAS semester genap dan ganjil atau dapat dikatakan dua kali dalam satu tahun. Kuisioner di isi oleh mahasiswa 15menit sebelum ujian berlangsung, kemudian di kumpulkan kembali oleh pengawas ujian. Dan di kembalikan kepada admin kemudian admin memberikan kuisioner tersebut kepada Unit Penjamin mutu untuk melakukan rekap nilai kuisioner berdasarkan nama dosen. Sedangkan SAP di berikan Prodi kepada dosen yang akan membawakan mata kuliah yang bersangkutan. Kemudian SAP (Satuan Acara Perkuliahan) tersebut akan di cek, apakah sesuai dengan BAP (Berita Acara Perkuliahan) yang telah di bawakan oleh dosen tersebut ketika perkuliahan berlangsung. Persentase pengajaran dosen akan di dapatkan melalui kecocokan antara SAP dan BAP. Selain penilaian ketika mengajar dikelas, yang dilakukan melalui kuisioner dan SAP, penilaian terhadap kinerja dosen di STMIK Neumann juga dilakukan melalui kehadiran dosen. Kehadiran dosen dilihat melalui berita acara perkuliahan, melalui jumlah jam masuk setiap harinya.

**Penentuan Kriteria Prestasi Dosen.** Dalam penentuan penilaian prestasi dosen dalam bidang pengajaran di STMIK Kristen Neumann Indonesia terdapat kriteria yang dibutuhkan untuk menentukan dosen yang berprestasi dengan kriteria yang telah ditentukan. Adapun kriteria yang digunakan adalah sebagai berikut :

Kriteria Indeks Prestasi Dosen

**Tabel 1.** Kriteria Indeks Prestasi Dosen

| Kriteria | Keterangan       |
|----------|------------------|
| K1       | Nilai Kusisioner |
| K2       | Kehadiran Dosen  |
| K3       | Penilaian SAP    |

Keterangan: Dimana K: perbandingan kepentingan, pengambil keputusan memberikan bobot untuk setiap kriteria sebagai berikut : K1 = 50%, K2 = 30%, dan K3 = 20%

Kriteria Kehadiran Dosen Pada bagian ini memuat tentang Tabel rating kecocokan kehadiran dosen, kriteria kehadiran dosen di sajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Kriteria Kehadiran Dosen

| Data Konversi | Nilai | Keterangan  |
|---------------|-------|-------------|
| K1            | <12   | Kurang      |
| K2            | 12    | Cukup       |
| K3            | 13    | Baik        |
| K4            | 14    | Sangat Baik |

Kriteria SAP

Pada bagian ini akan memuat Tabel rating kecocokan nilai SAP, kriteria SAP dapat di sajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3** Kriteria SAP

| Data Konversi | Nilai | Keterangan  |
|---------------|-------|-------------|
| K1            | 1     | Kurang      |
| K2            | 2     | Cukup       |
| K3            | 3     | Baik        |
| K4            | 4     | Sangat Baik |

Kriteria Kuisisioner (penilaian mahasiswa)

Pada bagian ini akan memuat Tabel rating kecocokan nilai kuisisioner, kriteria kuisisioner dapat di sajikan seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4** Kriteria Kuisisioner (penilaian mahasiswa)

| Data Konversi | Nilai | Keterangan  |
|---------------|-------|-------------|
| K1            | 00-20 | Kurang      |
| K2            | 21-30 | Cukup       |
| K3            | 31-40 | Baik        |
| K4            | 41-50 | Sangat Baik |

**Perhitungan Metode Topsis.** Perhitungan seleksi ini menggunakan metode Topsis dengan cara mencari jarak terpendek dengan solusi ideal positif dan jarak terjauh dengan solusi ideal negatif. Secara umum prosedur perhitungan metode topsis adalah sebagai berikut:

1. Meng Gambarkan alternatif (m) dan kriteria (n) ke dalam sebuah matriks, dimana  $X_{ij}$  adalah pengukuran pilihan dari alternatif ke-i dan kriteria ke-j. Matriks ini dapat dilihat pada persamaan satu.

$$D = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. Membuat matriks R yaitu matriks keputusan ternormalisasi. Setiap normalisasi dari nilai rij dapat dilakukan dengan perhitungan menggunakan persamaan dua.

$$r_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad (2)$$

3. Membuat pembobotan pada matriks yang telah dinormalisasi. Setelah dinormalisasi, setiap kolom pada matriks R dikalikan dengan bobot-bobot ( $w_j$ ) untuk menghasilkan matriks pada persamaan tiga.

$$D = \begin{bmatrix} r_1 r_{11} & x_1 r_{12} & x_n r_n \\ x_2 r_{21} & \dots & \dots \\ x_{i1} r_{m1} & x_{i2} r_{m2} & x_{i3} r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

4. Menentukan nilai solusi ideal positif dan soluso ideal negative. Solusi ideal dinotasikan  $A^+$ , sedangkan solusi ideal negatif dinotasikan  $A^-$ . Persamaan untuk menentukan solusi ideal dapat dilihat pada persamaan empat.

$$A^+ = \{(\max v_{ij} \mid j \in J), (\min v_{ij} \mid j \in J), i = 1, 2, 3, \dots\} \quad (4)$$

$$= v_1 + v_2 + \dots + v_n$$

$$A^- = \{(\max v_{ij} \mid j \in J), (\min v_{ij} \mid j \in J), i = 1, 2, 3, \dots\}$$

$$= v_1 - v_2 - \dots - v_n$$

$J = \{j = 1, 2, 3, \dots, n \text{ dan } j \text{ merupakan } \textit{benefit criteria}\}$

$J = \{j = 1, 2, 3, \dots, n \text{ dan } j \text{ merupakan } \textit{cost criteria}\}$

5. Menghitung separation measure, separation measure ini merupakan pengukur jarak dari suatu alternatif ke solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. Perhitungan solusi ideal positif dapat dilihat pada persamaan lima :

$$s_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_j^+ - v_{ij})^2} \quad (5)$$

Dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, m$

Perhitungan solusi ideal negatif dapat dilihat pada persamaan enam :

$$s_i^{+i} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_j^+ - v_j^-)^2} \tag{6}$$

6. Menghitung nilai preferensi untuk setiap alternative. Untuk menentukan rangking tiap-tiap alternatif yang ada maka perlu dihitung terlebih dahulu nilai dari tiap alternatif. Perhitungan nilai preferensi dapat dilihat melalui persamaan tujuh.

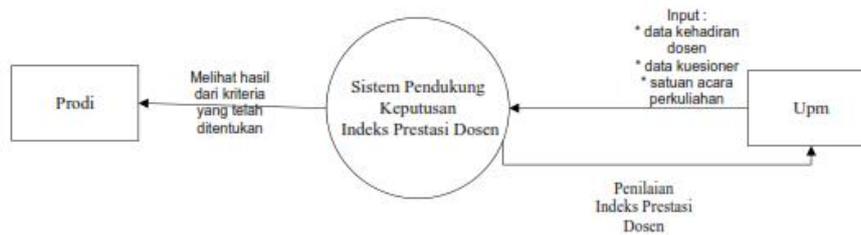
$$C_i = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^+} \tag{7}$$

Dimana  $0 < C_i < 1$  dan  $i = 1,2,3,\dots,m$

Setelah didapat nilai  $C_i^+$ , maka alternatif dapat dirangking berdasarkan urutan  $C_i^+$ . Dari hasil perangkingan ini dapat dilihat alternatif terbaik yaitu alternatif yang memiliki jarak terpendek dari solusi ideal dan berjarak terjauh dari solusi ideal negatif.

**Perancangan Sistem.** Rancangan sistem dilakukan untuk melihat Gambaran mengenai aplikasi yang akan dibangun. Tujuan dari perancangan system secara umum dilakukan untuk memberikan perencanaan atau Gambaran tentang system yang baru.

Diagram Konteks



**Gambar 1.** Diagram Konteks

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sistem pendukung keputusan indeks prestasi dosen dapat merangking dosen berdasarkan criteria yang telah ditentukan. Halaman yang digunakan pengguna itu prodi dan upm untuk masuk ke dalam sistem agar dapat melakukan proses penilaian indeks prestasi dosen. Halaman login dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Halaman Login

Menu utama merupakan halaman yang penting pada sebuah sistem karena merupakan halaman yang pertama tampil setelah melakukan login. Menu utama menampilkan informasi selanjutnya pada submenu seperti Data Dosen, Peserta Penilaian, Penilaian IPD dan Proses penilaian indeks prestasi dosen, user dan logout. Tampilan menu utama seperti pada Gambar 3.



**Gambar 3** Halaman Menu Utama

Pada halaman data dosen berisikan daftar dosen yang mengajar di STMIK Krusten Neumann Indonesia diperlihatkan pada Gambar 4.



**Gambar 4** HalamanDataDosen

Halaman ini berfungsi untuk meng-inputkan nilai dosen yang telah di peroleh berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Tampilan halaman input nilai Indeks Prestasi Dosen pada Gambar 5.

| No | Id TA | NIDN       | Nama               | Prodi              | Kriteria                        |                                 |                                |
|----|-------|------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
|    |       |            |                    |                    | K1 (Quisioner)                  | K2 (Kehadiran)                  | K3 (SAP)                       |
| 1  | 1     | 0103128101 | Mahdianta Pandia   | Teknik Informatika | <input type="text" value="48"/> | <input type="text" value="14"/> | <input type="text" value="3"/> |
| 2  | 1     | 0108107902 | Bersama Sinuraya   | Teknik Informatika | <input type="text" value="39"/> | <input type="text" value="12"/> | <input type="text" value="4"/> |
| 3  | 1     | 012897091  | Damenta br Ginting | Teknik Informatika | <input type="text" value="34"/> | <input type="text" value="13"/> | <input type="text" value="3"/> |

**Gambar 5** Halaman Input Nilai Indeks Prestasi Dosen

Tampilan halaman hasil perangkingan indeks prestasi dosen dapat dilihat pada Gambar 6.

(V) Hasil Akhir [Belum di urutkan]

| V  | Alternatif | Hasil |
|----|------------|-------|
| V1 | 0103128101 | 0.791 |
| V2 | 0108107902 | 0.209 |
| V3 | 012897091  | 0.374 |

(V) Hasil Akhir [Setelah di urutkan]

| V  | Alternatif | Nama Dosen         | Hasil |
|----|------------|--------------------|-------|
| V1 | 0103128101 | Mahdianta Pandia   | 0.791 |
| V3 | 012897091  | Damenta br Ginting | 0.374 |
| V2 | 0108107902 | Bersama Sinuraya   | 0.209 |

**Gambar 6.** Hasil perangkingan

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pembahasan dan pengujian sistem pendukung keputusan indeks prestasi dosen yang telah dilakukan oleh, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu: 1). Pengujian sistem ini berhasil melakukan perangkingan alternatif dari hasil perhitungan bobot nilai dosen dengan menggunakan metode TOPSIS. 2). Aplikasi ini digunakan sebagai alat bantu menyeleksi dosen yang berprestasi. 3). Penggunaan metode TOPSIS dapat digunakan untuk mengurangi pengambilan keputusan yang lambat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Efraim Turban, Jay E. Aronson and Ting-pengliang. 2005. Sistem Pendukung Keputusan & Sistem Cerdas (Edisi I), Jilid I. Terjemahan oleh: Dwiprabantini. Yogyakarta, Penerbit ANDI.
- Gustriansyah, Rendra. 2016. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Dosen Berprestasi dengan metode ANP dan Topsis. Jurnal Teknologi Informasi dan komunikasi.
- Hermawan, Julius. 2005. Membangun Decision Support System, Yogyakarta, ANDI.
- H.M, Jogyanto *Sistem Teknologi Informasi*, Yogyakarta: ANDI, edisi III, 2005
- Kadir, Abdul. 2009. Dasar Perancangan & Implementasi Database Relasional (Edisi I). Yogyakarta, Penerbit ANDI.
- Mangkunegara, Anwar Prabu. 2007. Manajemen Sumber Daya Manusia. Cetakan Ke Tujuh. PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Simarmata, Janner dan Iman Puryadi. 2006. Basis Data (Edisi I). Yogyakarta, Penerbit ANDI.

## PENERAPAN METODE FUZZY LOGIC PADA PENGENDALIAN EXHAUST FAN SEBAGAI PEMBERSIH DAN PENGATUR UDARA

Novriyenni; Akim Manaor Hara Pardede dan Diky Hamdani

STMIK Kaputama, Binjai  
E-Mail: novri\_yenni@yahoo.com

**Abstrak.** Pada ruang khusus untuk perokok dipasang Exhaust Fan untuk membersihkan udara dan menjaga supaya udara ruangan tetap segar. Kebanyakan Exhaust Fan bekerja secara manual, tidak diatur secara otomatis sehingga memiliki kecepatan putarnya konstan, sehingga fungsi exhaust fan sebagai pembersih udara tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode fuzzy untuk mengendalikan kecepatan Exhaust Fan. logika fuzzy akan mengolah kandungan gas karbon monoksida yang di deteksi sensor MQ-3 kemudian pengambil keputusan keluaran berupa tingkat kecepatan putaran Exhaust Fan yang tepat sesuai dengan jumlah karbon monoksida yang terbaca oleh sensor MQ3. Hasil penelitian yang dilakukan dengan membuat simulasi, diperoleh kesimpulan bahwa metode fuzzy dapat mengatur kecepatan putaran kipas berdasarkan banyaknya karbon monoksida yang terbaca oleh sensor MQ-3.

**Kata kunci:** Exhaust Fan, sensor MQ-3, logika fuzzy

### PENDAHULUAN

Larangan untuk tidak merokok ditempat umum banyak diberlakukan terutama pada gedung-gedung yang menggunakan AC, hal ini menjadi masalah bagi para perokok berat dimana mereka sangat ketergantungan dengan rokok. Banyak area fasilitas publik menyediakan ruang khusus untuk para perokok. Tempat merokok tersebut akan terpakai setiap hari dan akan digunakan oleh banyak perokok, oleh karena itu tempat tersebut harus dijaga kebersihannya termasuk dari segi sirkulasi udara yang masuk dalam ruangan *smoking area*. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ferdian Agil Effendy<sup>[1]</sup>, dimana sistem telah berjalan dengan baik namun masih tidak sesuai dengan harapan. Pengontrolan terhadap kipas pembuangan berhasil dilakukan, namun masih belum akurat dalam pengukuran konsentrasi asap dikarenakan tidak menggunakan suatu metode. maka dalam penelitian ini akan dikembangkan sistem. "Penerapan Metode Fuzzy Logic pada Pengendalian Exhaust Fan sebagai Pembersih dan Pengatur Udara". Metode fuzzy disini digunakan untuk mengatur hidupnya Exhaust Fan, apabila kandungan polusi udara yang dibaca oleh sensor asap, semakin meningkat, maka kecepatan Exhaust Fan akan semakin cepat. Dan apabila sensor membaca bahwa karbon monoksida diruangan mulai menurun, maka kecepatan Exhaust Fan akan semakin lambat. Jadi kadar udara di ruangan akan berbanding lurus dengan kecepatan Exhaust Fan.

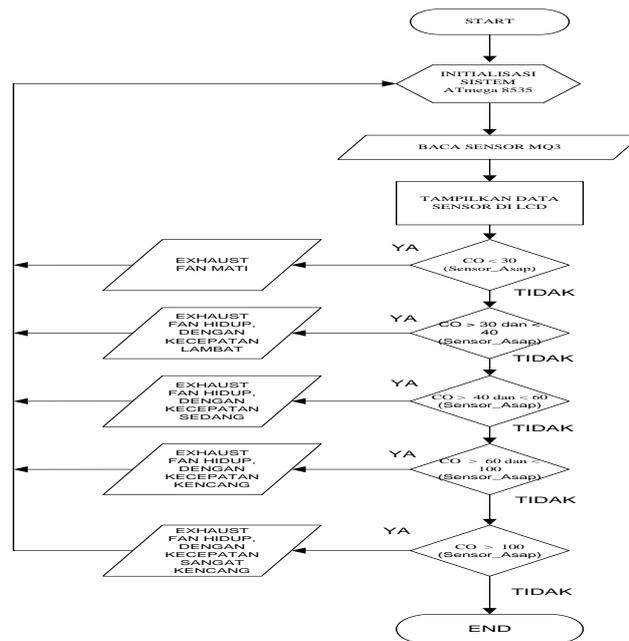
### METODE

Kebutuhan dari simulasi sistem pengendalian Exhaust Fan yang akan dirancang yaitu Kebutuhan Desain dan metode Fuzzy.

**Kebutuhan peralatan untuk membuat prototype,** Adapun kebutuhan design perangkat antara lain :Kabel data USB dan kabel pelangi, Sensor MQ-3, Pipa paralon, Box plastik, Lem, Solder, Timah, Papan PCB, Beberapa baut dan mur, LED, LCD 16 x 2.

**Kebutuhan perangkat lunak yang digunakan,** lingkungan sistem operasi MS-Windows 2000/XP/Vista/7. Dalam perancangan ini juga menggunakan aplikasi CVAVR adalah program bahasa C compiler berbasis windows untuk mikrokontroler keluarga AVR.

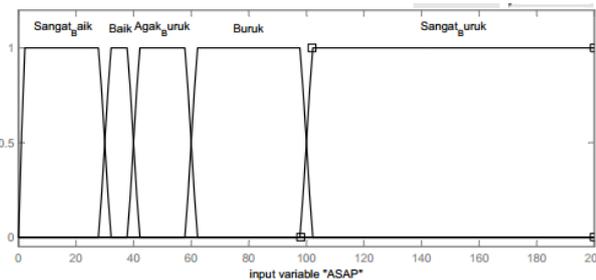
**Flowchart sistem,** Agar dapat melihat struktur jalannya program maka dibuat flowchart (diagram alur). Flowchart digunakan sebagai dasar acuan dalam membuat program.



Gambar 1. Flowchat sisten

**Perancangan Metode Fuzzy.** Berdasarkan sistem perancangan yang akan dibuat, ada 2 variabel fuzzy yang akan dimodelkan menjadi menjadi grafik keanggotaan yaitu:

**ASAP sebagai sinyal input;** terdiri atas 5 himpunan fuzzy, yaitu sangat baik, baik, agak buruk, buruk dan sangat buruk seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2. Variabel Asap

Untuk menghitung derajat keanggotaan himpunan input ASAP digunakan kurva trapesium dengan rumus: Fungsi keanggotaan; Fungsi keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x - a)/(b - a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c); & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (1)$$

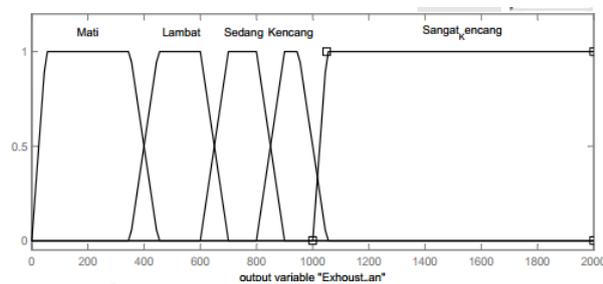
Input = 10 berada pada derajat keanggotaan sangat\_baik maka derajat keanggotaan dapat ditentukan sebagai berikut:  $\mu_{\text{sangat\_baik}} = 10$  (sesuai dengan rumus bila  $a \leq x \leq b$  maka nilainya 1). Maka input 10 merupakan  $\mu_{\text{sangat\_baik}}$ . Dari rumus di atas maka dapatlah semua derajat keanggotaan tiap himpunan inputan ASAP.

Table 1. Derajat Keanggotaan tiap-tiap Himpunan ASAP

| No | Nilai input | $\mu_{\text{Sangat Baik}}$ | $\mu_{\text{Baik}}$ | $\mu_{\text{Agak Buruk}}$ | $\mu_{\text{Buruk}}$ | $\mu_{\text{Sangat Buruk}}$ | Derajat keanggotaan |
|----|-------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1  | 10          | 1                          | -                   | -                         | -                    | -                           | Sangat Baik         |
| 2  | 20          | 1                          | -                   | -                         | -                    | -                           | Sangat Baik         |
| 3  | 30          | 1                          | 0                   | -                         | -                    | -                           | Sangat Baik         |
| 4  | 40          | -                          | 1                   | 0                         | -                    | -                           | Baik                |

|    |     |   |   |   |   |   |              |
|----|-----|---|---|---|---|---|--------------|
| 5  | 50  | - | - | 1 | - | - | Agak Buruk   |
| 6  | 60  | - | - | 1 | 0 | - | Agak Buruk   |
| 7  | 70  | - | - | - | 1 | - | Buruk        |
| 8  | 80  | - | - | - | 1 | - | Buruk        |
| 9  | 90  | - | - | - | 1 | - | Buruk        |
| 10 | 100 | - | - | - | 1 | 0 | Buruk        |
| 11 | 110 | - | - | - | - | 1 | Sangat Buruk |
| 12 | 120 | - | - | - | - | 1 | Sangat Buruk |
| 13 | 130 | - | - | - | - | 1 | Sangat Buruk |
| 14 | 140 | - | - | - | - | 1 | Sangat Buruk |
| 15 | 150 | - | - | - | - | 1 | Sangat Buruk |
| 16 | 160 | - | - | - | - | 1 | Sangat Buruk |
| 17 | 170 | - | - | - | - | 1 | Sangat Buruk |
| 18 | 180 | - | - | - | - | 1 | Sangat Buruk |
| 19 | 190 | - | - | - | - | 1 | Sangat Buruk |
| 20 | 200 | - | - | - | - | 1 | Sangat Buruk |

**Sinyal output EXHOUST\_FAN**; terdiri atas 5 himpunan *fuzzy*, yaitu mati, lambat, sedang, agak kencang dan kencang seperti gambar di bawah ini:



**Gambar 3.** Variabel Exhoust Fan

**Proses Inferensi Model Sugeno.** Pengolahan data dilakukan dengan menentukan variabel dan semesta pembicara dilanjutkan dengan membentuk himpunan fuzzy. Penentuan himpunan variabel dan semesta pembicara dari hasil pengambilan data dapat diperoleh pada tabel berikut:

**Table 2.** Penentuan Variabel dan Semesta Pembicara

| Fungsi | Nama variable | Semesta pembicara (unit) | Keterangan                   |
|--------|---------------|--------------------------|------------------------------|
| Input  | ASAP          | [0-200]                  | Udara dalam ruangan          |
| Output | EXHOUST_FAN   | [0-2000]                 | Kecepatan <i>exhaust fan</i> |

Penentuan himpunan *fuzzy* di tampil kan pada table dibawah ini:

**Table 3.** Himpunan *Fuzzy*

| Fungsi   | Nama variabel | Nama himpunan fuzzy | Semesta pembicara (unit) | interval |
|----------|---------------|---------------------|--------------------------|----------|
| Masukkan | Sensor_Asap   | Sangatbaik          | [0-200]                  | 0-32     |
|          |               | Baik                |                          | 28-42    |
|          |               | Buruk               |                          | 38-62    |
|          |               | Agak buruk          |                          | 58-100   |
|          |               | Sangat Buruk        |                          | 98-200   |
| Keluaran | Exhoust_Fan   | Mati                | [0-2000]                 | 0-450    |
|          |               | Lambat              |                          | 350-650  |
|          |               | Sedang              |                          | 600-850  |
|          |               | Kencang             |                          | 800-1050 |
|          |               | Sangat Kencang      |                          | 950-2000 |

Aplikasi fungsi implikasi (aturan) untuk interferensi pengendali suhu dapat dihasilkan beberapa aturan seperti tabel berikut:

**Table 4.** Aturan *Fuzzy* untuk Sistem Kontrol *Exhaust Fan*

| <b>SENSOR ASAP</b> | <b>EXHOUST FAN</b> |
|--------------------|--------------------|
| Sangat Baik        | Mati               |
| Baik               | Lambat             |
| Agak Buruk         | Sedang             |
| Buruk              | Kencang            |
| Sangat Buruk       | Sangat Kencang     |

Dari hasil inferensi pada table 4 maka terdapat aturan *fuzzy*, yaitu : (1) *If* (ASAP is Sangat\_Baik) *then* (*Exhaust\_Fan* is Mati), (2) *If* (ASAP is Baik) *then* (*Exhaust\_Fan* is Lambat), (3) *If* (ASAP is Agak\_Buruk) *then* (*Exhaust\_Fan* is Sedang), (3) *If* (ASAP is Buruk) *then* (*Exhaust\_Fan* is Kencang), (4) *If* (ASAP is Sangat\_Buruk) *then* (*Exhaust\_Fan* is Sangat\_Kencang).

**Proses Perhitungan Metode Sugeno**

- If* (ASAP is Sangat\_Baik) *then* (*Exhaust\_Fan* is Mati) = 0 \* kecepatan + 0;  
 apredikat 1 =  $\mu_{\text{Sangat\_Baik}} \cap \mu_{\text{Mati}}$   
 =  $\min \mu_{\text{Sangat\_Baik}} [30] \cap \mu_{\text{Mati}} [0]$   
 =  $\min (3 ; 0)$   
 = 0  
 Nilai z1 : z1 = 0 \* 30 + 0 = 0
- If* (ASAP is Baik) *then* (*Exhaust\_Fan* is Lambat) frekuensi = 1 \* kecepatan + 400;  
 apredikat 2 =  $\mu_{\text{Baik}} \cap \mu_{\text{Lambat}}$   
 =  $\min \mu_{\text{Baik}} [30] \cap \mu_{\text{Lambat}} [400]$   
 =  $\min (3 ; 40)$   
 = 3  
 Nilai z2 : z2 = 1 \* 30 + 400 = 430
- If* (ASAP is Agak\_Buruk) *then* (*Exhaust\_Fan* is Sedang) frekuensi = 1 \* kecepatan + 650;  
 apredikat 3 =  $\mu_{\text{Agak\_Buruk}} \cap \mu_{\text{Sedang}}$   
 =  $\min \mu_{\text{Agak\_Buruk}} [40] \cap \mu_{\text{Sedang}} [650]$   
 =  $\min (4 ; 65)$   
 = 4  
 Nilai z3 : z3 = 1 \* 40 + 650 = 690
- If* (ASAP is Buruk) *then* (*Exhaust\_Fan* is Kencang) frekuensi = 1 \* kecepatan + 850;  
 apredikat 4 =  $\mu_{\text{Buruk}} \cap \mu_{\text{Kencang}}$   
 =  $\min \mu_{\text{Buruk}} [60] \cap \mu_{\text{Kencang}} [850]$   
 =  $\min (6 ; 85)$   
 = 6  
 Nilai z4 : z4 = 1 \* 60 + 850 = 910
- If* (ASAP is Sangat\_Buruk) *then* (*Exhaust\_Fan* is Sangat\_Kencang) frekuensi = 0.5 \* kecepatan + 2300;  
 apredikat 5 =  $\mu_{\text{Sangat\_Buruk}} \cap \mu_{\text{Sangat\_Kencang}}$   
 =  $\min \mu_{\text{Sangat\_Buruk}} [100] \cap \mu_{\text{Sangat\_Kencang}} [1000]$   
 =  $\min (10 ; 100)$   
 = 10  
 Nilai z5 : z5 = 100 + 1000 = 1100

**Tahap Defuzzifikasi:**

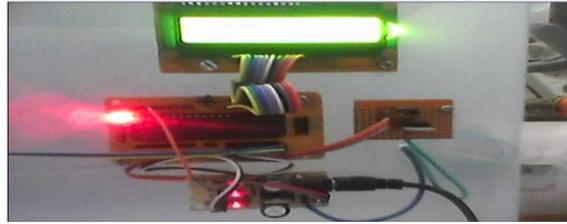
Nilai tegas z dapat dicari menggunakan rata-rata terbobot, yaitu;

$$Z = \frac{\alpha \text{pred}1 * z1 + \alpha \text{pred}2 * z2 + \alpha \text{pred}3 * z3 + \alpha \text{pred}4 * z4 + \alpha \text{pred}5 * z5}{\alpha \text{pred}1 + \alpha \text{pred}2 + \alpha \text{pred}3 + \alpha \text{pred}4 + \alpha \text{pred}5}$$

$$Z = \frac{0 * 0 + 3 * 430 + 4 * 690 + 6 * 690 + 10 * 1000}{0 + 3 + 4 + 6 + 10} = \frac{19510}{1,523} = 848.26$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

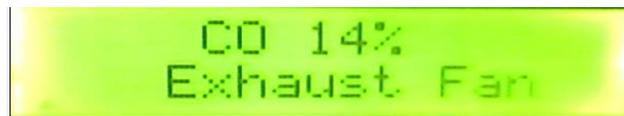
Setelah semua rangkaian yang telah selesai dirancang pada perancangan Sistem Pauendalian *Exhaust Fan* Menggunakan Metode *fuzzylogic*, kemudian dilakukan penyatuan semua rangkaian yang telah selesai. Berikut adalah gambar hasil dari perancangan sistem ditunjukkan oleh gambar 4:



**Gambar 4.** Keseluruhan dari *Hardware*

Untuk memastikan semua perangkat telah berfungsi maka dilakukan pengujian dengan tahapan: Uji coba perangkat, pengujian rangkaian mikrokontroler ATMEGA8535, dan pengujian *downloader programmer*.

**Hasil Pengujian.** Terdapat beberapa kategori yaitu dengan kecepatan mati, lambat, sedang dan kencang. Pada kebersihan udara didalam ruangan terbaca dibawah 30% maka akan mengakibatkan *Exhaust Fan* akan mati seperti dibawah ini.



**Gambar 5.** Monitor keadaan udara dalam ruangan sangat baik

Pada kecepatan lambat akan menampilkan kerusakan udara didalam ruangan antara 30% s/d 40% yang akan ditampilkan pada gambar 6.



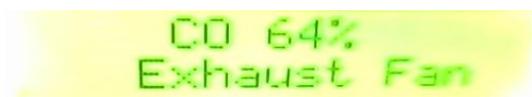
**Gambar 6.** Monitor keadaan udara dalam baik

Pada kecepatan sedang akan menampilkan kerusakan udara didalam ruangan antara 40% s/d 60% yang akan ditampilkan pada gambar



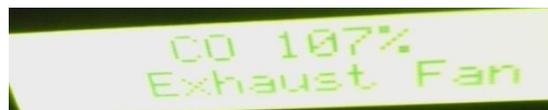
**Gambar 7.** Monitor keadaan udara dalam agak buruk

Pada kecepatan kencang akan menampilkan kerusakan udara pada sebuah ruangan antara 60% s/d 100% yang akan ditampilkan pada gambar 8.



**Gambar 8.** Monitor keadaan udara dalam ruangan buruk

Pada kecepatan sangat kencang akan menampilkan kerusakan udara pada sebuah ruangan diatas 100 % yang akan ditampilkan pada gambar 9.



**Gambar 9.** Monitor keadaan udara dalam ruangan sangat buruk

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) Penggunaan metode *fuzzylogic*, kinerja dari *exhaust fan* dapat lebih optimal karena adanya pengaturan fungsi berdasarkan kebutuhan. Proses netralisasi udara di dalam ruang dapat dilakukan lebih cepat jika karbon monoksida yang ada didalam ruangan banyak; dan (2) Penggunaan daya/listrik bisa lebih efisien karena sistem pembuangan asap dengan *exhaust fan* akan bekerja jika sesuai dengan kondisi udara pada ruangan, apabila sensor membaca bahwa karbon monoksida di ruangan mulai menurun, maka kecepatan *Exhaust Fan* akan semakin lambat. Jadi kadar udara di ruangan akan berbanding lurus dengan kecepatan *Exhaust Fan*.

**Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terimakasih penulis tujukan kepada STMIK Kaputama dan Yayasan Pendidikan Teknologi Informasi Mutiara, yang telah membantu dalam penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- DR.ENG.agus naba. 2009. *Belajar cepat fuzzy logic menggunakan matlab*. Andi. Yogyakarta.
- Endra Pitowarno. 2006. *ROBOTIKA(disain,kontrol,dan kecerdasan buatan)*.andi, Yogyakarta.
- Effendy, F,A,. 2015.Kendali Kecepatan Kipas Pembuangan Pada RuangKhusus Merokok Sebagai Pembersih DanPengatur Sirkulasi Udara BerbasisMikrokontroller, Skripsi Strata 1 Teknik Elektro, Universitas Telkom Bandung.
- Heri Adrianto. 2015.*Pemograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C*. Cetakan Pertama, Informatika. Bandung.
- Syahrul .2010. *MIKROKONTROLER AVR ATmega8535*. Cetakan Pertama, Informatika, bandung.
- T.Sutojo, E, dkk.,2011. *Kecerdasan Buatan*. Andi, Semarang.

## **METODE *ELIMINATION AND CHOICE TRANSLATION REALITY (ELECTRE)* DAN *FUZZY KURVA-S* UNTUK PEMILIHAN RUMAH DI KOTA MEDAN**

**Zakarias Situmorang<sup>1\*</sup> dan Arina Prima Silalahi<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Ilmu Komputer – Unika Santo Thomas SU

<sup>2</sup>Pascasarjana, Teknik Informatika – Universitas Sumatera Utara

Email: zakarias65@yahoo.com; primaarinasilalahi@gmail.com

**Abstrak.** Pemilihan rumah merupakan salah satu hal yang tidak mudah dilakukan. Masalah yang sering dihadapi ketika memilih rumah adalah banyaknya alternatif rumah yang tersedia yang membuat masyarakat bingung, faktor-faktor tertentu seperti harga, ruangan, ukuran rumah dan luas tanah. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan sebuah sistem pendukung keputusan. Dimana sistem akan membantu masyarakat mendapatkan informasi dari data yang telah diproses secara relevan sehingga memudahkan masyarakat dalam mengambil keputusan lebih cepat dan akurat. Salah satu metode pendukung keputusan adalah *Elimination and Choice Translation Reality (ELECTRE)*. *ELECTRE* merupakan metode pengambilan keputusan multikriteria berdasarkan pada konsep outranking dengan menggunakan perbandingan berpasangan dari alternatif-alternatif berdasarkan setiap kriteria yang sesuai. Penerapan *Fuzzy Kurva-S* juga dilakukan untuk membantu penentuan bobot alternatif. Penyediaan sistem ini dimungkinkan masyarakat bisa memilih rumah sesuai yang diinginkan.

**Kata kunci:** sistem pendukung keputusan, *ELECTRE*, *Fuzzy Kurva-S*, rumah

### **PENDAHULUAN**

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk setiap tahunnya maka perkembangan dari sektor pembangunan properti semakin meningkat. Pembangunan properti adalah harta berupa tanah dan bangunan serta sarana dan prasarana yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari tanah/bangunan. Aktivitas manusia tidak terlepas dari sektor properti terutama tempat tinggal seperti rumah, kost, apartemen dan rumah yang difungsikan sebagai tempat berlindung. Bagaimanapun kondisi ekonomi yang sedang terjadi, setiap orang harus memiliki tempat tinggal untuk memenuhi kebutuhan primernya. [1]

Dalam menentukan tempat tinggal khususnya rumah, yang tepat dan sesuai dengan keinginan tentu tidak mudah karena ketika memilih rumah tentu ada pertimbangan khusus seperti faktor harga, ruangan, ukuran rumah dan luas tanah.

Dengan banyaknya faktor yang menjadi pertimbangan membuat masyarakat bingung untuk memilih rumah yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhannya. Masyarakat perlu memikirkan dengan matang agar dapat menetapkan pilihannya dengan perasaan puas.

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dibutuhkan sebuah sistem yang diharapkan dapat membantu masyarakat dalam mengambil keputusan. Salah satu caranya adalah dengan membangun sistem pendukung keputusan untuk memilih rumah. Sistem pendukung keputusan ini dirancang untuk membantu masyarakat dalam memilih rumah yang diinginkan dari berbagai pilihan rumah yang ada berdasarkan faktor-faktor yang telah ditentukan. Sistem ini juga menjanjikan proses penilaian lebih baik karena penerapan *Fuzzy Kurva-S* sebagai penentu bobot alternatif.

Untuk itu diperlukan metode *ELECTRE* untuk pemilihan rumah, dengan kriteria-kriteria yang digunakan adalah harga, lokasi, desain rumah, ruangan, ukuran rumah dan luas tanah melalui penerapan *Bobot Alternatif* menggunakan *Fuzzy Kurva-S*.

Dengan sistem pendukung keputusan ini, ka pemilihan rumah menggunakan Metode *ELECTRE*, menerapkan *Fuzzy Kurva-S* sebagai penentu bobot alternatif dan membantu masyarakat dalam penentuan keputusan yang cepat dan tepat dalam memilih rumah, dan dapat memberikan solusi alternatif untuk pengambilan keputusan pada masyarakat yang sedang mencari rumah yang sesuai dengan kriteria yang diharapkan.

### **LANDASAN TEORI**

#### **Sistem Pendukung Keputusan**

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support System (DSS)* didefinisikan sebagai suatu sistem informasi untuk membantumanajer level menengah untuk proses pengambilan keputusan setengah terstruktur (*semi structured*) supaya lebih efektif dengan menggunakan model-model analisis dan data yang tersedia. [2]

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) mulai dikembangkan pada tahun 1960-an, tetapi istilah Sistem Pendukung Keputusan itu sendiri baru muncul pada tahun 1971, yang diciptakan oleh G. Anthony Gorry dan Micheal S. Scott Morton. Hal itu mereka lakukan dengan tujuan untuk menciptakan kerangka kerja yang mengarahkan aplikasi komputer kepada pengambilan keputusan manajemen. Sementara itu, perintis

sistem pendukung keputusan yang lain, yaitu Peter G.W. Keen yang bekerja sama dengan Scott Morton telah mendefinisikan tiga tujuan yang harus dicapai oleh sistem pendukung keputusan, yaitu:

1. Sistem harus dapat membantu manajer dalam membuat keputusan guna memecahkan masalah semi terstruktur.
2. Sistem harus dapat mendukung manajer, bukan mencoba menggantikannya.
3. Sistem harus dapat meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan manajer.

Tujuan-tujuan tersebut mengacu pada tiga prinsip dasar sistem pendukung keputusan (Kadarsah, 1998), yaitu:

1. Struktur masalah: untuk masalah yang terstruktur, penyelesaian dapat dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus yang sesuai, sedangkan untuk masalah terstruktur tidak dapat dikomputerisasi. Sementara itu, sistem pendukung keputusan dikembangkan khususnya untuk menyelesaikan masalah yang semi terstruktur.
2. Dukungan keputusan: sistem pendukung keputusan tidak dimaksudkan untuk menggantikan manajer, karena komputer berada di bagian terstruktur, sementara manajer berada di bagian tak terstruktur untuk memberikan penilaian dan melakukan analisis. Manajer dan komputer bekerja sama sebagai sebuah tim pemecah masalah semi terstruktur.
3. Efektivitas keputusan: tujuan utama dari sistem pendukung keputusan bukanlah mempersingkat waktu pengambilan keputusan, tetapi agar keputusan yang dihasilkan dapat lebih baik (Oetomo, 2006).

### Himpunan Logika Fuzzy

#### Dari Himpunan Klasik ke Himpunan fuzzy

Misalkan  $U$  sebagai semesta pembicaraan (himpunan semesta) yang berisi semua anggota yang mungkin dalam setiap pembicaraan atau aplikasi. Misalkan himpunan tegas  $A$  dalam semesta pembicaraan  $U$ . Dalam matematika ada tiga metode atau bentuk untuk menyatakan himpunan, yaitu metode pencacahan, metode pencirian dan metode keanggotaan. Metode pencacahan digunakan apabila suatu himpunan didefinisikan dengan man cacah atau mendaftar anggota-anggotanya. Sedangkan metode pencirian, digunakan apabila suatu himpunan didefinisikan dengan menyatakan sifat anggota-anggotanya (Setiadi, 2009:8). Dalam kenyataannya, cara pencirian lebih umum digunakan, kemudian setiap himpunan  $A$  ditampilkan dengan cara pencirian sebagai berikut:

$$A = \{x \in U \mid x \text{ memenuhi suatu kondisi}\} \quad (2.1)$$

Metode keanggotaan adalah metode yang mempergunakan fungsi keanggotaan nol-satu yang dinyatakan sebagai  $\mu_A(x)$ .

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x \in A \\ 0, & \text{jika } x \notin A \end{cases} \quad (2.2)$$

#### Fungsi Keanggotaan

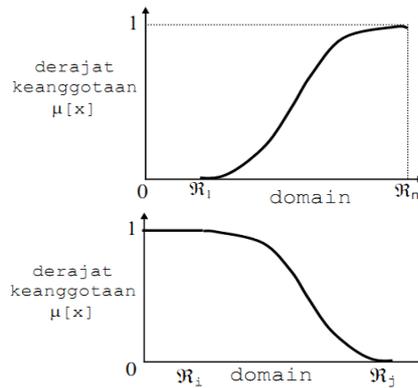
Jika  $X$  adalah himpunan objek-objek yang secara umum dinotasikan dengan  $x$ , maka himpunan fuzzy  $A$  di dalam  $X$  didefinisikan sebagai himpunan pasangan berurutan (Jang dkk, 1997:14):

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\} \quad (2.3)$$

$\mu_A(x)$  disebut derajat keanggotaan dari  $x$  dalam  $A$ , yang mengindikasikan derajat  $x$  berada di dalam  $A$ .<sup>[9]</sup> Dalam himpunan fuzzy terdapat beberapa representasi dari fungsi keanggotaan, salah satunya yaitu representasi linear.

1. Representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus.
2. Representasi segitiga (triangular)
3. Representasi Trapesium
4. Representasi Bentuk Bahu  
Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun.
5. Representasi Bentuk Kurva S

Kurva PERTUMBUHAN dan PENYUSUTAN merupakan kurva-S atau sigmoid yang berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear. Kurva-S untuk PERTUMBUHAN akan bergerak dari sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0) ke sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1). Fungsi keanggotaannya akan tertumpu pada 50% nilai keanggotaannya yang sering disebut dengan titik infleksi. Kurva-S untuk PENYUSUTAN akan bergerak dari sisi paling kanan (nilai keanggotaan = 1) ke sisi paling kiri (nilai keanggotaan = 0).



Fungsi keanggotaan pada kurva Pertumbuhan adalah:

$$S(x, \alpha, \beta, \gamma) =$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} 0 & \rightarrow x \leq \alpha \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \alpha \leq x \leq \beta \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 1 & \rightarrow x \geq \gamma \end{array} \right\}$$

Sedangkan Fungsi keanggotaan pada kurva Penyusutan adalah:

$$S(x, \alpha, \beta, \gamma) =$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} 1 & \rightarrow x \leq \alpha \\ 1 - 2((\gamma - x)/(\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \alpha \leq x \leq \beta \\ 2((x - \alpha)/(\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & \rightarrow x \geq \gamma \end{array} \right\}$$

Kurva-S didefinisikan dengan menggunakan 3 parameter, yaitu: nilai keanggotaan nol ( $\alpha$ ), nilai keanggotaan lengkap ( $\gamma$ ), dan titik infleksi atau crossover ( $\beta$ ) yaitu titik yang memiliki domain 50% benar.

6. Representasi Bentuk Lonceng (*Bell Curve*)

Untuk merepresentasikan bilangan fuzzy, biasanya digunakan kurva berbentuk lonceng. Kurva berbentuk lonceng ini terbagi atas tiga kelas, yaitu:

- a. Himpunan fuzzy PI,
- b. Kurva Beta
- c. Kurva Gauss.

**Elimination and Choice Translation Reality(ELECTRE)**

Menurut Janko dan Bernoider (2005:11), *ELECTRE* merupakan salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria berdasarkan pada konsep *outranking* dengan menggunakan perbandingan berpasangan dari alternatif-alternatif berdasarkan setiap kriteria yang sesuai. Metode *electre* digunakan pada kondisi dimana alternatif yang kurang sesuai dengan kriteria dieliminasi, dan alternative yang sesuai dapat dihasilkan. Dengan kata lain, *electre* digunakan untuk kasus-kasus dengan banyak alternatif namun hanya sedikit kriteria yang dilibatkan.[7]

Suatu alternatif dikatakan mendominasi alternatif yang lainnya jika satu atau lebih kriterianya melebihi (dibandingkan dengan kriteria dari alternatif yang lain) dan sama dengan kriteria lain yang tersisa (Kusumadewi dkk,2006).

1. Normalisasi matriks keputusan.

Dalam prosedur ini, setiap atribut diubah menjadi nilai yang *comparable*. Setiap normalisasi dari nilai dapat dilakukan dengan rumus :

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}, \text{ untuk } i = 1,2,3,\dots,m \text{ dan } j = 1,2,3,\dots,n. \text{ Sehingga diperoleh matriks R hasil normalisasi :}$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & & & \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

R adalah matriks yang telah dinormalisasi, dimana m menyatakan alternatif, n menyatakan kriteria dan  $r_{ij}$  adalah normalisasi pengukuran pilihan dari alternatif ke-i dalam hubungannya dengan kriteria ke-j.

2. Pembobotan pada matrik yang telah dinormalisasi. Setelah di normalisasi, setiap kolom dari matrik R dikalikan dengan bobot-bobot ( $W_j$ ) yang ditentukan oleh pembuat keputusan. Sehingga *weighted normalized matrix* adalah  $V=RW$  yang ditulis dalam rumus :  $V = R \cdot W$ , dimana W adalah :

$$\begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

Dimana W adalah matriks pembobotan, R matriks yang telah dinormalisasi dan V matriks hasil perkalian antara matriks pembobotan dan matriks yang telah dinormalisasi.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & w_n \end{bmatrix}$$

3. Menentukan *Concordance* dan *discordance* index. Untuk setiap pasang dari alternatif k dan l (k,l = 1,2,3,...,m dan k ≠ l) kumpulan kriteria J dibagi menjadi dua himpunan bagian, yaitu *Concordance* dan *discordance*. Sebuah kriteria dalam suatu alternatif termasuk *Concordance* jika :

$$C_{kl} = \{j, v_{kj} \geq v_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1,2,3, \dots, n.$$

Sebaliknya, komplementer dari himpunan bagian concordance adalah himpunan discordance, yaitu bila:

$$D_{kl} = \{j, v_{kj} < v_{lj}\}, \text{ untuk } j = 1,2,3, \dots, n.$$

4. Hitung matriks *Concordance* dan *discordance*.

a. *Concordance*.

Untuk menentukan nilai dari elemen-elemen pada matriks *Concordance* adalah dengan menjumlahkan bobot-bobot yang termasuk dalam himpunan *Concordance*, secara matematisnya adalah :  $C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} W_j$

b. *Discordance*

Untuk menentukan nilai dari elemen-elemen pada matriks *discordance* adalah dengan membagi maksimum selisih nilai kriteria yang termasuk ke dalam himpunan *discordance* dengan maksimum selisih nilai seluruh kriteria yang ada, secara matematisnya adalah :

$$d_{kl} = \frac{\max\{|v_{kl} - v_{ij}|\}_{j \in V_{kl}}}{\max\{|v_{kl} - v_{ij}|\}_{\forall j}}$$

5. Menentukan matriks dominan *Concordance* dan *discordance*.

a. *Concordance*.

Matriks F sebagai matriks dominan *Concordance* dapat dibangun dengan menggunakan bantuan nilai *threshold*, yaitu dengan membandingkan setiap nilai elemen matriks *Concordance* dengan nilai *threshold*.

$$C_{kl} \geq c$$

dengan nilai *threshold* ( $c$ ) adalah :

$$c = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m C_{kl}}{m(m-1)}$$

sehingga elemen matriks F ditentukan sebagai berikut :

$$f_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{jika } C_{kl} \geq c \\ 0, & \text{jika } C_{kl} < c \end{cases}$$

b. *Discordance*. Matriks G sebagai dominan *discordance* dapat dibangun dengan menggunakan bantuan nilai *threshold*, yaitu :

$$d = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m d_{kl}}{m(m-1)}$$

elemen matriks G dapat ditentukan sebagai berikut :

$$g_{kl} = \begin{cases} 1, & \text{jika } d_{kl} \geq d \\ 0, & \text{jika } d_{kl} < d \end{cases}$$

6. Menentukan *aggregatedominance* matrix. Matriks E sebagai *aggregatedominance* matrix adalah matriks yang setiap elemennya merupakan perkalian antara elemen matriks F dengan elemen matriks G dirumuskan sebagai berikut :  $e_{kl} = f_{kl} \times g_{kl}$

7. Eliminasi *alternatif* yang less favourable. Matriks E memberikan urutan pilihan dari setiap alternatif, yaitu bila  $e_{kl} = 1$  maka *alternatif*  $A_k$  merupakan pilihan yang lebih baik daripada  $A_l$ . Sehingga baris dalam matriks E yang memiliki jumlah  $e_{kl} = 1$  paling sedikit dapat dieliminasi. Dengan demikian alternatif terbaik adalah yang mendominasi alternatif lainnya. (Jurnal Sistem Pendukung Keputusan Pengangkatan Kepala Sekolah Rayon YP.GKPS Dengan Metode *Elimination and Choice Translation Reality (ELECTRE)*, Arif).

## METODE

### Analisa Masalah

Analisa masalah dapat dikatakan sebagai suatu proses untuk menemukan penyebab masalah. Dalam melakukan pemilihan rumah, masyarakat kesulitan untuk mempertimbangkan beberapa rumah sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan dan diinginkan. Sehingga proses pemilihan membutuhkan waktu yang lama, dan harus benar-benar teliti apabila alternatif rumah memiliki jumlah nilai yang sama.

**Analisa Kriteria**

Dalam proses perhitungan ini, dibutuhkan kriteria yang akan dijadikan bahan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kriteria

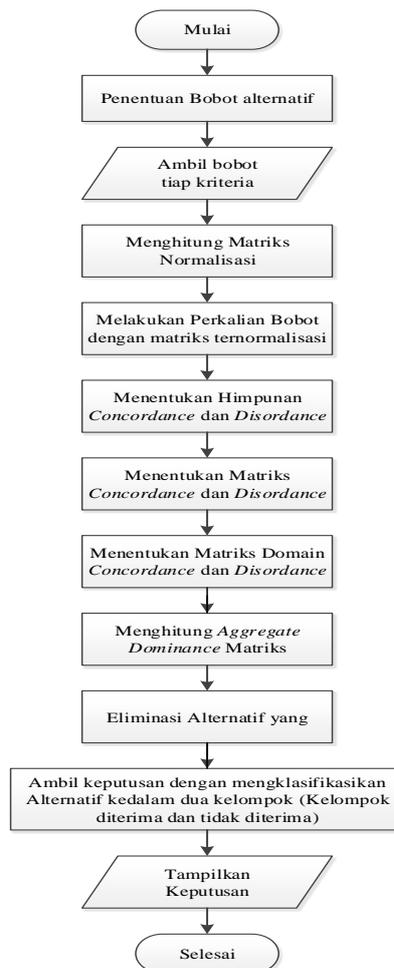
| Kriteria | Keterangan   |
|----------|--------------|
| C1       | Harga        |
| C2       | Ruangan      |
| C3       | Ukuran Rumah |
| C4       | Luas Tanah   |

**Tabel 2.** Alternatif

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| A1 | Komplek Stella Residence       |
| A2 | Komplek Griya Syafira          |
| A3 | Komplek Bellavista Simalingkar |
| A4 | Komplek Tasbih 2               |
| A5 | Komplek Royal Sumatera         |

**Proses Perhitungan ELECTRE**

Langkah-langkah perhitungan dengan metode ELECTRE digambarkan melalui diagram alir dengan langkah-langkah seperti yang terdapat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kerangka Kerja Metode ELECTRE

**IMPLEMENTASI DAN HASIL METODE ELECTRE**

**Implementasi Algoritma ELECTRE ini terdiri dari 9 tahapan, yaitu:**

**1. Ambil data alternatif**

Data alternatif yang digunakan 5 data rumah yang diambil secara acak dari banyaknya rumah yang ada di Kota Medan. Data alternatif tersebut diubah dalam bentuk matrik keputusan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Matriks keputusan pemilihan rumah

|    | C1         | C2 | C3  | C4  |
|----|------------|----|-----|-----|
| A1 | 475000000  | 6  | 72  | 108 |
| A2 | 400000000  | 3  | 45  | 75  |
| A3 | 385000000  | 3  | 45  | 87  |
| A4 | 750000000  | 5  | 80  | 180 |
| A5 | 2200000000 | 10 | 180 | 210 |

**2. Ambil nilai bobot tiap kriteria**

Bobot yang digunakan adalah bobot untuk jalur test karena pada data alternatif yang tersedia terdapat jumlah nilai test. Untuk mengambil data alternatif, digunakan Fuzzy Kurva-S dengan rumus sebagai berikut:

Fungsi Keanggotaan pada Kurva Pertumbuhan adalah:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & \rightarrow x \leq \alpha \\ 2((x - \alpha) / (\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \alpha < x \leq \beta \\ 1 - 2((\gamma - x) / (\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \beta \leq x < \gamma \\ 1 & \rightarrow x \geq \gamma \end{cases} \dots \text{(Rumus 3.1)}$$

Sedangkan fungsi keanggotaan pada Kurva Penyusutan adalah

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 1 & \rightarrow x \leq \alpha \\ 1 - 2((x - \alpha) / (\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \alpha < x \leq \beta \\ 2((\gamma - x) / (\gamma - \alpha))^2 & \rightarrow \beta \leq x < \gamma \\ 0 & \rightarrow x \geq \gamma \end{cases} \dots \text{(Rumus 3.2)}$$

Pada C1 digunakan Kurva Penyusutan karena nilai yang lebih rendah akan semakin bagus/diminati. Pada C2, C3 dan C4 digunakan Kurva Pertumbuhan karena nilai yang lebih tinggi akan semakin bagus. Berdasarkan Tabel 3, akan dilakukan perhitungan Nilai Alternatif dari setiap kriteria dengan menggunakan rumus Fungsi Keanggotaan Fuzzy Kurva-S yang mengacu pada Rumus 3.1 untuk C1 dan Rumus 3.2 untuk C2,C3,C4. Untuk menentukan fungsi keanggotaan yang akan digunakan, Nilai keanggotaan (x) harus dibandingkan dengan titik infleksi atau crossover (β) dari setiap kriteria. Titik infleksi diambil dari rentang nilai awal (α) hingga nilai keanggotaan lengkap (γ). Sehingga dapat dihitung dengan cara dibawah ini:

1. Untuk Alternatif 1 (A1) dilakukan perhitungan dengan Fungsi Keanggotaan Kurva-S

- Pada Kriteria 1(C1) digunakan Kurva Penyusutan

Dimana : x = 475000000 ; γ = 3000000000;

α = 3000000000; β = 16500000000;

Karena nilai x = 475000000 < dari β = 16500000000, digunakan rumus 1-2((x - α) / (γ - α))^2, maka:

$$C1 = 1 - 2((475000000 - 3000000000) / (3000000000 - 3000000000))^2$$

$$= 0,983$$

- Pada Kriteria 2 (C2) digunakan Kurva Pertumbuhan

Dimana : x = 6 ; γ = 11;

α = 3 ; β = 7;

Karena nilai x = 6 < β = 7, maka C2 =

- Pada Kriteria 3 (C3) digunakan Kurva Pertumbuhan

Dimana : x = 72 ; γ = 200;

α = 30 ; β = 115;

Karena nilai x = 72 < β = 115 maka C3 =

- Pada Kriteria 4 (C4) digunakan Kurva Pertumbuhan

Dimana : x = 108 ; γ = 300;

α = 50 ; β = 150;

Karena nilai x = 108 < β = 150, maka C4 =

Sehingga didapatkan Nilai Bobot pada Tabel 4 berikut:

**Tabel 4.** Nilai Bobot Kriteria (*Electre*)

| Kriteria | Nilai bobot Kriteria (W) |
|----------|--------------------------|
| C1       | W1= 40%                  |
| C2       | W2= 15%                  |
| C3       | W3= 30%                  |
| C4       | W4= 15%                  |

Berdasarkan perhitungan menggunakan Fuzzy Kurva-S, didapatkan Matriks dari setiap Alternatif pada Tabel 5

**Tabel 5.** Matriks Nilai Alternatif

|    | C1   | C2   | C3   | C4   |
|----|------|------|------|------|
| A1 | 0.99 | 0.28 | 0.12 | 0.11 |
| A2 | 1.00 | 0    | 0.02 | 0.02 |
| A3 | 1.00 | 0    | 0.02 | 0.04 |
| A4 | 0.94 | 0.13 | 0.17 | 0.54 |
| A5 | 0.18 | 0.97 | 0.97 | 0.74 |

**3. Menghitung matriks normalisasi**

Perhitungan matriks normalisasi menggunakan persamaan (1)

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \dots\dots\dots (1)$$

Nilai matriks normalisasi pada alternatif i kriteria j ( $r_{ij}$ ) merupakan hasil bagi dari nilai matriks keputusan alternatif i kriteria j dengan nilai akar jumlah nilai kuadrat seluruh alternatif pada kriteria j. Sehingga dapat dihitung dengan cara seperti dibawah ini:

$$r_{11} = \frac{x_{11}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} = \frac{0,77}{\sqrt{((0,77)^2+(0,8)^2+(0,6)^2+(0,87)^2+(0,6)^2}} = 0,502$$

$$r_{21} = \frac{x_{21}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} = \frac{0,8}{\sqrt{((0,77)^2+(0,8)^2+(0,6)^2+(0,87)^2+(0,6)^2}} = 0,507$$

Sehingga diperoleh matriks ternormalisasi R seperti dibawah ini

|     |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|
|     | 0,502 | 0,126 | 0,049 | 0,042 |
|     | 0,507 | 0,000 | 0,008 | 0,008 |
| R = | 0,507 | 0,000 | 0,008 | 0,015 |
|     | 0,476 | 0,059 | 0,070 | 0,208 |
|     | 0,091 | 0,437 | 0,399 | 0,284 |

**4. Pembobotan pada matriks ternormalisasi**

Perhitungan matriks normalisasi menggunakan persamaan (2)

$$V = W * R \dots\dots\dots (2)$$

Nilai matriks normalisasi terbobot pada alternatif i kriteria j ( $V_{ij}$ ) merupakan hasil kali dari nilai matriks normalisasi alternatif i kriteria j ( $R_{ij}$ ) dengan nilai bobot kriteria j ( $W_j$ ). Nilai bobot kriteria yang digunakan adalah nilai bobot kriteria yang mengacu pada Tabel 1. Sehingga dapat dihitung dengan cara seperti dibawah ini:

$$V_{11} = W_1 * R_{11} = 0,30 * 0,502 = 0,151$$

$$V_{21} = W_1 * R_{21} = 0,15 * 0,507 = 0,152$$

Sehingga diperoleh matriks ternormalisasi terbobot V seperti dibawah ini.

|     |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|
|     | 0,151 | 0,019 | 0,010 | 0,006 |
|     | 0,152 | 0,000 | 0,002 | 0,001 |
| V = | 0,152 | 0,000 | 0,002 | 0,002 |
|     | 0,143 | 0,009 | 0,014 | 0,031 |
|     | 0,027 | 0,066 | 0,080 | 0,043 |

**5. Menentukan himpunan concordance dan discordance**

Perhitungan himpunan concordance ini menggunakan nilai matrik normalisasi terbobot yang telah dihasilkan sebelumnya dengan menggunakan Persamaan (3).

$$C_{kl} = \{j, V_{kj} \geq V_{lj}\} \dots\dots\dots (3)$$

Nilai matriks normalisasi terbobot setiap alternatif k dibandingkan dengan nilai matriks normalisasi terbobot alternatif l pada setiap kriteria j. Jika nilai matriks normalisasi terbobot alternatif k kriteria j  $\geq$  nilai matriks normalisasi terbobot alternatif l kriteria j, maka kriteria j termasuk dalam himpunan *concordance* ( $C_{kl}$ ) atau disimbolkan dengan nilai j. Berikut ini adalah contoh perhitungan himpunan *concordance* untuk alternatif 1 terhadap alternatif 2 ( $C_{12}$ ) :

- Untuk alternatif 1 terhadap alternatif2 pada kriteria 1:  
Melakukan perbandingan nilai V alternatif 1 kriteria 1 ( $V_{11}$ ) dengan nilai V alternatif 2 kriteria 1 ( $V_{21}$ ), dengan ketentuan jika  $V_{11} \geq V_{21}$  maka kriteria 1 termasuk dalam himpunan *concordance* dan sebaliknya.

$$C_{12} = \{1, V_{11} \text{ dibanding } V_{21}\}$$

$$C_{12} = \{1, 0,094 \geq 0,097\} = \{1\}$$

Karena  $V_{12}$  lebih dari  $V_{22}$  maka kriteria 1 tidak termasuk himpunan *concordance* untuk alternatif 1 terhadap alternatif 2.

- Untuk alternatif 1 terhadap alternatif2 pada kriteria 2:  
Melakukan perbandingan nilai V alternatif 1 kriteria 2 ( $V_{12}$ ) dengan nilai V alternatif 2 kriteria 2 ( $V_{22}$ ), dengan ketentuan jika  $V_{12} \geq V_{22}$  maka kriteria 2 termasuk dalam himpunan *concordance* dan sebaliknya.

$$C_{12} = \{2, V_{12} \text{ dibanding } V_{22}\}$$

$$C_{12} = \{2, 0,036 \geq 0,046\}$$

Karena  $V_{12}$  kurang dari  $V_{22}$  maka kriteria 1 tidak termasuk himpunan *concordance* untuk alternatif 1 terhadap alternatif 2.

Sesuai dengan perhitungan diatas dihasilkan bahwa kriteria 3,4, 5 dan 6 termasuk dalam himpunan *concordance* untuk alternatif 1 terhadap alternatif 2 ( $C_{12}$ ) atau dapat dituliskan  $C_{12} = \{C_3, C_4, C_5, C_6\}$ . Perhitungan diatas dilakukan pada setiap kombinasi alternatif yang dihasilkan mulai dari alternatif 1 hingga alternatif 4 pada kriteria 1 hingga kriteria 4. Sehingga didapatkan himpunan sebagai berikut :

$$C_{12} = \{2,3,4\}$$

$$C_{13} = \{2,3,4\}$$

$$C_{14} = \{1,2\}$$

$$C_{15} = \{1\}$$

$$C_{21} = \{1\}$$

$$C_{23} = \{1,2,3\}$$

$$C_{24} = \{1\}$$

$$C_{25} = \{1\}$$

$$C_{31} = \{1\}$$

$$C_{32} = \{1,2,3,4\}$$

$$C_{34} = \{1\}$$

$$C_{35} = \{1\}$$

$$C_{41} = \{3,4\}$$

$$C_{42} = \{2,3,4\}$$

$$C_{43} = \{2,3,4\}$$

$$C_{45} = \{1\}$$

$$C_{51} = \{2,3,4\}$$

$$C_{52} = \{2,3,4\}$$

$$C_{53} = \{2,3,4\}$$

$$C_{54} = \{2,3,4\}$$

Perhitungan himpunan *discordance* ini menggunakan nilai matrik normalisasi terbobot yang telah dihasilkan sebelumnya dengan menggunakan persamaan (4).

$$D_{kl} = \{j, V_{kj} < V_{lj}\} \dots \dots \dots (4)$$

Nilai matriks normalisasi terbobot setiap alternatif k dibandingkan dengan nilai matriks normalisasi terbobot alternatif l pada setiap kriteria j. Jika nilai matriks normalisasi terbobot alternatif k kriteria j  $<$  nilai matriks normalisasi terbobot alternatif l kriteria j, maka kriteria j termasuk dalam himpunan *discordance* ( $D_{kl}$ ) atau disimbolkan dengan nilai j.

- Untuk alternatif 1 terhadap alternatif2 pada kriteria 1:  
Melakukan perbandingan nilai V alternatif 1 kriteria 1 ( $V_{11}$ ) dengan nilai V alternatif 2 kriteria 1 ( $V_{21}$ ), dengan ketentuan jika  $V_{11} < V_{21}$  maka kriteria 1 termasuk dalam himpunan *discordance* dan sebaliknya.

$$D_{12} = \{1, V_{11} > V_{21}\}$$

$$D_{12} = \{1, 0,094 > 0,097\}$$

Karena  $V_{12}$  lebih dari  $V_{22}$  maka kriteria 1 tidak termasuk himpunan *discordance* untuk alternatif 1 terhadap alternatif 2.

Sesuai dengan perhitungan diatas dihasilkan bahwa kriteria 1 termasuk dalam himpunan *discordance* untuk alternatif 1 terhadap alternatif 2 ( $D_{12}$ ) atau dapat dituliskan  $D_{12} = \{C_2\}$ . Kriteria yang menjadi anggota himpunan *discordance* merupakan kriteria yang tidak termasuk anggota himpunan *concordance*. Perhitungan dilakukan pada setiap kombinasi alternatif yang dihasilkan mulai dari kriteria 1 hingga kriteria 4. Sehingga didapatkan himpunan sebagai berikut :

$$D_{12} = \{1\}$$

$$D_{13} = \{1\}$$

$$D_{14} = \{3,4\}$$

$$D_{34} = \{2,3,4\}$$

$$D_{35} = \{2,3,4\}$$

$$D_{41} = \{1,2\}$$

- D15 = {2,3,4}
- D21 = {2,3,4}
- D23 = {4}
- D24 = {2,3,4}
- D25 = {2,3,4}
- D31 = {2,3,4}
- D32 = {-}
- D42 = {1}
- D43 = {1}
- D45 = {2,3,4}
- D51 = {1}
- D52 = {1}
- D53 = {1}
- D54 = {1}

**6. Menentukan matriks concordance dan discordance**

Perhitungan matrik concordance menggunakan Persamaan (5)

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} W_j \dots\dots\dots (5)$$

Nilai matriks concordance pada baris k kolom l merupakan penjumlahan dari nilai bobot kriteria yang termasuk dalam himpunan concordance (C<sub>kl</sub>). Nilai bobot kriteria yang digunakan adalah nilai bobot kriteria yang mengacu pada Tabel 1. Untuk matrik concordance baris 1 kolom 2 himpunan yang digunakan adalah himpunan concordance untuk alternatif 1 terhadap alternatif 2 (C<sub>12</sub>), maka yang dijumlahkan adalah nilai bobot kriteria 3,4,5,6. Skenario perhitungan matriks concordance ini dilakukan sesuai dengan baris dan kolom yang dimiliki oleh himpunan concordance kecuali pada baris dan kolom yang sama. Matriks concordance dihitung dengan memperhatikan anggota himpunan yang dimiliki oleh himpunan concordance. Matriks concordance dapat dihitung dengan cara seperti dibawah ini.

- Untuk Matriks concordance baris 1 dan 2, dihitung dengan menggunakan himpunan concordance C<sub>12</sub> dan nilai bobot.  

$$C_{12} = W2 + W3 + W4$$

$$= 0,60$$

Demikian dan seterusnya. Sehingga didapatkan matriks concordance sebagai berikut :

$$C = \begin{matrix} & & 0,50 & 0,50 & 0,45 & 0,30 \\ & 0,30 & - & 0,65 & 0,30 & 0,30 \\ 0,30 & 0,80 & - & 0,0 & 0,30 & \\ 0,35 & 0,50 & 0,50 & - & 0,30 & \\ 0,50 & 0,50 & 0,50 & 0,50 & - & \end{matrix}$$

Perhitungan matriks normalisasi menggunakan persamaan (6).

$$D_{kl} = \frac{\max\{|V_{kl}-V_{ij}|\} \quad j \in D_{kl}}{\max\{|V_{kl}-V_{ij}|\} \quad \forall j} \dots\dots\dots (6)$$

Nilai matriks discordance pada baris k kolom l (D<sub>kl</sub>) merupakan hasil bagi dari maksimal nilai X dengan maksimal nilai Y. Nilai X merupakan selisih antara nilai matriks normalisasi terbobot alternatif k kriteria j (V<sub>kj</sub>) dengan nilai matriks normalisasi terbobot alternatif l kriteria j (V<sub>lj</sub>) dimana kriteria j merupakan anggota himpunan dari himpunan discordance untuk alternatif k terhadap alternatif l (j ∈ D<sub>kl</sub>). Nilai Y merupakan selisih antara nilai matriks normalisasi terbobot alternatif k kriteria j (V<sub>kj</sub>) dengan nilai matriks normalisasi terbobot alternatif l kriteria j (V<sub>lj</sub>) untuk semua kriteria yang ada.

Skenario perhitungan matriks discordance ini dilakukan sesuai dengan baris dan kolom yang dimiliki oleh himpunan discordance kecuali pada baris dan kolom yang sama. Nilai matriks normalisasi terbobot yang digunakan adalah nilai matriks normalisasi yang telah dihitung sebelumnya dengan memperhatikan anggota himpunan himpunan yang dimiliki oleh himpunan discordance.

- Matriks discordance untuk baris 1-2, maka himpunan discordance yang digunakan adalah D<sub>12</sub>, sehingga dapat dihitung dengan cara dibawah ini :

$$D_{12} = \frac{\max\{|0,094 - 0,097| |0,036 - 0,046| |0,016 - 0,017|\}}{\max\{|0,094 - 0,097| |0,036 - 0,046| |0,012 - 0,011| |0,014 - 0,012| |0,065 - 0,065| |0,042 - 0,036| |0,016 - 0,017|\}}$$

$$D_{12} = \frac{\max\{-0,003\}}{\max\{0,006\}}$$

$$D_{12} = 0,05$$

Demikian dan seterusnya. Sehingga didapatkan matriks discordance sebagai berikut :

$$D = \begin{matrix} & & 0,05 & 0,05 & 1,00 & 0,56 \\ & 1,00 & - & 1,00 & 1,00 & 0,62 \\ 1,00 & 0,00 & - & 1,00 & 0,62 & \\ 0,40 & 0,30 & 0,31 & - & 0,57 & \\ 1,00 & 1,00 & 1,00 & 1,00 & - & \end{matrix}$$

**7. Menentukan matriks dominan concordance dan discordance**

Perhitungan threshold menggunakan Persamaan (7)

$$C = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m C_{kl}}{m(m-1)} \dots\dots\dots (7)$$

Nilai threshold  $\underline{c}$  merupakan hasil bagi dari hasil penjumlahan setiap element matriks *concordance* pada baris k kolom l dengan hasil kali dari jumlah alternatif (m) dikali dengan jumlah alternatif dikurangi 1 (m-1). Sedangkan, jumlah alternatif (m) yang digunakan dalam langkah ini adalah 4 yang sesuai dengan jumlah data alternatif yang diinputkan pengguna sebelumnya. Sehingga dapat dihitung dengan cara seperti dibawah ini:

$$\underline{C} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m C_{kl}}{m(m-1)}$$

$$\underline{C} = \frac{0,55+0,85+0,6+0,7+0,7+1+0,35+0,95+0,25+0,1+0,35+0,95+0,9+1+0,9+0,3+0,15+0,85+0,1}{5(5-1)}$$

$$\underline{C} = \frac{11,55}{20} = 0,43$$

Perhitungan matriks dominan *concordance* (F) menggunakan Persamaan (8).

$$F_{kl} = \begin{cases} 0, & C_{kl} < c \\ 1, & C_{kl} \geq c \end{cases} \dots\dots\dots (8)$$

Nilai matriks dominan *concordance* pada baris k kolom l merupakan hasil perbandingan dari nilai matriks *concordance* pada baris k kolom l dengan threshold c. Jika nilai matriks *concordance* pada baris k kolom l  $\geq$  threshold c, maka nilai matriks dominan *concordance* pada baris k kolom l adalah 1. Sebaliknya, jika nilai matriks *concordance* pada baris k kolom l  $<$  threshold c, maka nilai matriks dominan *concordance* pada baris k kolom l adalah 0. Skenario perhitungan matriks dominan *concordance* ini dilakukan sesuai dengan baris dan kolom yang dimiliki oleh matriks *concordance* kecuali pada baris dan kolom yang sama. Matriks dominan *concordance* dapat dihitung dengan cara seperti dibawah ini:

- Untuk matriks dominan *concordance* (F) baris 1 kolom 2 :  
Melakukan perbandingan nilai C baris 1 kolom 2 ( $C_{12}$ ) dengan nilai threshold  $\underline{c}$ , dengan ketentuan jika  $C_{12} \geq \underline{c}$  maka nilai  $F_{12} = 1$  dan sebaliknya.  
 $F_{12} = C_{12}$  dibanding  $\underline{c} = \{ 0,700 > 0,43 \}$   
Karena  $C_{12}$  lebih dari  $\underline{c}$  maka nilai element matriks dominan *concordance* (F) baris 1 kolom 2 adalah 1.  
Demikian dan seterusnya. Sehingga didapatkan matriks dominan *concordance* sebagai berikut :

$$F = \begin{matrix} & 1 & 1 & 1 & 0 \\ & 0 & - & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & - & 0 & 0 \\ & 0 & 1 & 1 & - & 0 \\ & 1 & 1 & 1 & 1 & - \end{matrix}$$

Perhitungan threshold  $\underline{d}$  menggunakan persamaan (9)

$$\underline{D} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m D_{kl}}{m(m-1)} \dots\dots\dots (9)$$

Nilai threshold  $\underline{d}$  merupakan hasil bagi dari hasil penjumlahan setiap element matriks *discordance* pada baris k kolom l dengan hasil kali dari jumlah alternatif (m) dikali dengan jumlah alternatif dikurangi 1 (m-1). Sedangkan, jumlah alternatif (m) yang digunakan dalam langkah ini adalah 4 yang sesuai dengan jumlah data alternatif yang diinputkan pengguna sebelumnya. Sehingga dapat dihitung dengan cara seperti dibawah ini:

$$\underline{D} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m D_{kl}}{m(m-1)}$$

$$\underline{D} = \frac{0,1+0,38+1+0,33+0,6+1+0,08+1+1+1+1+0,04+0,07+0,03+1+1+0,14+1}{5(5-1)}$$

$$\underline{D} = 0,67$$

Demikian dan seterusnya. Sehingga didapatkan matriks dominan *concordance* sebagai berikut :

$$G = \begin{matrix} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ & 1 & - & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & - & 1 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & - & 0 \\ & 1 & 1 & 1 & 1 & - \end{matrix}$$

**8. Menentukan aggregate dominance matrix**

Perhitungan matriks dominan aggregate (E) menggunakan Rumus (10)

$$e_{kl} = f_{kl} * G_{kl} \dots\dots\dots (Rumus 10)$$

Nilai matriks dominan aggregate pada baris k kolom l merupakan hasil perkalian dari nilai matriks *concordance* pada baris k kolom l dengan nilai matriks *discordance* pada baris k kolom l. Sehingga dapat dihitung dengan cara seperti dibawah ini:

- Untuk matriks dominan *agregat* (E) baris 1 kolom 2:

$$e_{12} = f_{12} * G_{12} = 1 * 0 = 0$$

maka nilai element matriks dominan *agregate* (E) baris 1 kolom 2 adalah 1.

Demikian dan seterusnya. Sehingga didapatkan matriks dominan *concordance* sebagai berikut :

$$E = \begin{matrix} & - & 0 & 0 & 1 & 0 & A1 \\ & 0 & - & 1 & 0 & 0 & A2 \\ 0 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & A3 \\ & 0 & 0 & 0 & - & 0 & A4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & - & A5 \end{matrix}$$

### 9. Eliminasi alternatif yang *less favourable*

Langkah selanjutnya adalah eliminasi alternatif yang *less favourable*. Berdasarkan nilai matriks domain *agregasi* (E) yang sudah didapatkan sebelumnya, dengan ketentuan setiap baris matriks domain *agregasi* (E) mewakili alternatif yang digunakan.

$$E = \begin{matrix} & - & 0 & 0 & 1 & 0 & A1 \\ & 0 & - & 1 & 0 & 0 & A2 \\ 0 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & A3 \\ & 0 & 0 & 0 & - & 0 & A4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & - & A5 \end{matrix}$$

Hasil akhir dari perhitungan *ELECTRE* dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan *Electre*

| No | Alternatif                     | Nilai |
|----|--------------------------------|-------|
| 1  | RumahRoyal Sumatera            | 4     |
| 2  | Komplek Stella Residence       | 1     |
| 3  | Komplek Griya Syafira          | 1     |
| 4  | Komplek Bellavista Simalingkar | 0     |
| 5  | Komplek Tasbih 2               | 0     |

Berdasarkan nilai E yang ada dapat disimpulkan bahwa A3, A4, dan A5 dapat dieliminasi karena mempunyai nilai element bernilai satu lebih sedikit dibandingkan dengan A1 dan A2. Dengan demikian A1 dan A2 adalah alternatif rumah yang salah satunya dapat dipilih sebagai rumah yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan masyarakat tersebut.

### KESIMPULAN

Kesimpulam yang diperoleh adalah sebagai berikut: (1) Proses pemilihan dapat dilakukan menggunakan sistem pendukung keputusan sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan; dan (2) Metode *ELECTRE* dapat digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam pemilihan rumah untuk menghasilkan keputusan yang akurat dan cepat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arif Semdela, 2014. Sistem Pendukung Keputusan Pengangkatan Kepala SekolahRayon YP.GKPS dengan Metode *ELECTRE*. *Informasi dan Teknologi Ilmiah*4(3): 41-47.
- Asesanti, Arinta. Arief Andy&Indriati, 2014. Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerimaan peserta didik baru SMP menggunakan Metode *ELECTRE* dan *TOPSIS*(Studi Kasus: SMP Brawijaya Smart School (BSS) Kota Malang), *Universitas Brawijaya*
- E., Wardoyo, R., Hartati, S. & Harjoko, A.,2012. *ELECTRE*-Entropy method inGroup Decision Support SystemModelto Gene Mutation Detection.*International Journal of AdvancedResearch in Artificial Intelligence(IJARAI)*, I(1), pp. 58-63.
- J. & B., 2005. *Multi-Criteria Decission Making: An Application Study of ELECTRE & TOPSIS*. S.l.:s.n.
- Jaya, Teguh. Muhammad Nur & Irwansyah. 2015. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Rumah pada PT.Citra Graha Cemerlang dengan Menggunakan Metode AHP, *STMIKPAIComTech Palaembang*.
- Kusumadewi, S., Harjoko, A., Hartanti, S. dan Wardoyo, R., (2006), *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Oktovianus Pareira, Alb. Joko Santoso & Patricia Ardanari, 2014. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Tempat Wisata Di TIMOR LESTE Dengan Metode *ELECTRE*, *Universitas Atma Jaya Yogyakarta*.
- Sevkli, M., 2010. An Application of the Fuzzy *ELECTRE* method for SupplierSelection. *InternationalJournal of Production Research*, 48(12), pp. 3393-3405.
- Jang, J.S.R., Sun, C.T., E. Mizutani., *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*, Prentice-Hall, New Jersey,1997.

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN KARYAWAN PENERIMA BONUS MENGGUNAKAN METODE WP (WEIGHTED PRODUCT)**

**Putri Rahmadani**

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[poe7rii@gmail.com](mailto:poe7rii@gmail.com)

**Abstrak.** Sistem pendukung keputusan merupakan bagian dari sistem informasi berbasis komputer termasuk sistem berbasis pengetahuan atau manajemen pengetahuan yang dipakai untuk mendukung pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau perusahaan. Dapat juga dikatakan sebagai sistem komputer yang mengolah data menjadi informasi untuk mengambil keputusan dari masalah semi terstruktur yang spesifik. Metode Wighted Product merupakan bagian dari konsep Fuzzy Multi Attribute Decision Making (FMADM) dimana diperlukan normalisasi pada perhitungannya. Dengan menggunakan metode Weighted Product, diharapkan dapat dikembangkan software sistem pendukung keputusan yang dapat digunakan oleh suatu instansi, yang akan menjadi alternatif pemilihan dan memberikan nilai bobot pada perbandingan alternatif dan kriterianya, adapun kriteria tersebut adalah disiplin, tanggung jawab, loyalitas dan kualitas kerja. Adapun kriteria tersebut sudah ditentukan oleh perusahaan. Dari hasil penelitian menunjukkan pemanfaatan Weighted Product sebagai model sitem pendukung keputusan penentuan karyawan penerima bonus di UD.RAMA JAYA Perdagangan dapat membantu pemilik perusahaan dalam menentukan karyawan yang berhak di rekomendasikan mendapat bonus pembobotan mulkriteria dan seleksi dengan lebih cepat, cermat dan lebih efektif.

**Kata Kunci :** Sistem Pendukung Keputusan, Bonus, Metode Weighted Product (WP)

### **PENDAHULUAN**

Dalam setiap perusahaan, instansi, organisasi atau badan usaha akan memberikan gaji sebagai kompensasi dari kerja seorang karyawan, disamping pemberian gaji pokok pada karyawannya, setiap instansi sering kali memberikan bonus disamping gaji pokok untuk memacu kinerja dan produktifitas kerja karyawannya, dikarenakan seorang karyawan yang menerima bonus tersebut harus memenuhi beberapa kriteria tertentu yang berhubungan dengan kedisiplinan, kinerja dan produktifitas sesuai yang ditentukan oleh masing-masing instansi atau perusahaan. Demikian pula besaran bonus yang diterima oleh masing-masing karyawan akan berbeda tergantung dengan jabatan dan beberapa faktor yang lain.

Sistem pendukung keputusan adalah bagian dari sistem informasi berbasis komputer yang dipakai untuk mendukung pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau perusahaan. Dapat juga dikatakan sebagai sistem komputer yang mengolah data menjadi informasi untuk mengambil keputusan dari masalah semi-terstruktur yang spesifik. Menurut Yoon (Kusmarini, 2006), metode WP (*Weighted Product*) menggunakan tehnik perkalian untuk menghubungkan *rating* atribut, dimana *rating* tiap atribut harus dipangkatkan terlebih dahulu dengan bobot atribut yang bersangkutan. Proses ini sama halnya dengan proses normalisasi. WP (*Weighted Product*) menggunakan prinsip bahwa alternatif yang terpilih harus mempunyai jarak terdekat dari solusi ideal positif dan jarak terpanjang (terjauh) dari solusi ideal negatif dari sudut pandang geometris dengan menggunakan jarak *Euclidean* (jarak antara dua titik) untuk menentukan kedekatan relatif dari suatu alternatif dengan solusi optimal.

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk menentukan kriteria penentuan karyawan penerima bonus maka dibentuk sebuah sistem pengkajian untuk memecahkan masalah yang ada pada industri tersebut dan penentuan karyawan penerima bonus yaitu memberikan nilai setiap alternatif, menentukan data nilai, memberikan bobot preferensi, melakukan perbaikan bobot, membentuk rating kecocokan, menghitung *vector* S, menghitung nilai *vector* V untuk perbandingan..

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek adalah karyawan UD. Rama Jaya serta teori-teori pendukung untuk penelitian ini menggunakan buku, majalah, jurnal sebagai referensi. Kriteria yang digunakan untuk penerimaan bonus adalah absensi, disiplin, tanggung jawab, loyalitas, dan kualitas kerja.

#### **Metode**

##### **Weighted Product (WP)**

Metode *Weighted Product* (WP) merupakan sebuah metode di dalam penentuan sebuah keputusan dengan cara perkalian untuk menghubungkan rating atribut, dimana rating setiap atribut

harus dipangkatkan dulu dengan bobot atribut yang bersangkutan. Proses tersebut sama halnya dengan proses normalisasi.

1. Perbaiki Bobot

$$W_j = \frac{W_j}{\sum W_j}$$

wj adalah pangkat bernilai positif untuk atribut keuntungan, dan bernilai negatif untuk atribut biaya.

2. Preferensi untuk alternatif A<sub>i</sub> diberikan sebagai berikut:

$$S_i = \prod_{j=1}^n X_{ij}^{w_j}$$

Keterangan : S = Preferensi alternatif dianalogikan sebagai vector S

X = Nilai Kriteria

W = Bobot kriteria atau sub kriteria

i = Alternatif (dimana i=1,2,...n)

j = Kriteria

n = Banyaknya Kriteria

Sedangkan  $\sum w_j = 1$  serta wj adalah pangkat bernilai positif untuk atribut keuntungan, dan bernilai negative untuk atribut biaya.

3. Preferensi relative dari setiap alternatif, diberikan sebagai :

$$V^1 = \frac{\prod_j X_{ij}^{w_j}}{\prod_j (X_{ij}^{n_j})^{w_j}}$$

Keterangan: V = Preferensi *alternative* dianalogikan sebagai *vector* V

X = Nilai Kriteria

W = Bobot Kriteria atau sub kriteria

i = Alternatif

j = Kriteria

n = Banyaknya kriteria

\* = Banyaknya kriteria yang telah dinilai pada *vector* S

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pemberian Bonus Pada Karyawan Berdasarkan Metode Weighted Product (WP). Proses pada pemberian bonus untuk karyawan UD. Rama Jaya menggunakan langkah-langkah berdasarkan teknik *Weighted Product (WP)*, langkah penyelesaian dalam penerapan metode *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making (FMADM)* dengan metode *Weighted Product (WP)* adalah sebagai berikut :

1. Memberikan nilai setiap alternatif pada setiap kriteria yang sudah ditentukan.
  - a. Dari masing-masing kriteria tersebut akan ditentukan bobot-bobotnya. Pada bobot terdiri dari empat bilangan *fuzzy*, yaitu Buruk (B1), Kurang (K), Baik (B2), Sangat Baik (SB).

Keterangan :

|             |     |
|-------------|-----|
| Buruk       | = 1 |
| Kurang      | = 2 |
| Baik        | = 3 |
| Sangat Baik | = 4 |

Bilangan-bilangan *fuzzy* dapat dikonversikan ke bilangan *crisp*. Untuk lebih jelas, menentukan kriteria disiplin karyawan dibentuk dalam tabel 4.2 :

**Tabel 1.** Menentukan Kriteria Absensi dan Disiplin

| Prestasi    | Deskripsi                                  | Bobot |
|-------------|--------------------------------------------|-------|
| Sangat Baik | Absen, Izin Sakit = 0<br>Keterlambatan = 0 | 4     |
| Baik        | Absen, Izin Sakit ≤ 2<br>Keterlambatan ≤ 2 | 3     |
| Kurang      | Absen, Izin Sakit = 3<br>Keterlambatan = 3 | 2     |
| Buruk       | Absen, Izin Sakit ≥ 4<br>Keterlambatan ≥ 4 | 1     |

- b. Nilai *Fuzzy* Kriteria Tanggung Jawab (C3)
 

Dari masing-masing kriteria tersebut akan ditentukan bobot-bobotnya. Pada bobot terdiri dari empat bilangan *fuzzy*, yaitu Buruk (B1), Kurang (K), Baik (B2), Sangat Baik (SB). Bilangan-bilangan *fuzzy* dapat dikonversikan ke bilangan *crisp*. Untuk lebih jelas, menentukan kriteria tanggung jawab dibentuk dalam tabel 4.3 :

**Tabel 2.** Menentukan Kriteria Tanggung Jawab

| Prestasi | Deskripsi | Bobot |
|----------|-----------|-------|
|----------|-----------|-------|

|             |                                                                                                   |   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Sangat Baik | Tanggung jawab terhadap tugas $\geq 10$<br>Tanggung jawab dalam ruang lingkup pekerjaan $\geq 10$ | 4 |
| Baik        | Tanggung jawab terhadap tugas $\geq 7$<br>Tanggung jawab dalam ruang lingkup pekerjaan $\geq 7$   | 3 |
| Kurang      | Tanggung jawab terhadap tugas $\geq 3$<br>Tanggung jawab dalam ruang lingkup pekerjaan $\geq 3$   | 2 |
| Buruk       | Tanggung jawab terhadap tugas $\leq 2$<br>Tanggung jawab dalam ruang lingkup pekerjaan $\leq 2$   | 1 |

c. Nilai *Fuzzy* Kriteria Loyalitas (C4)

Dari masing-masing kriteria tersebut akan ditentukan bobot-bobotnya. Pada bobot terdiri dari empat bilangan *fuzzy*, yaitu Buruk (B1), Kurang (K), Baik (B2), Sangat Baik (SB). Bilangan-bilangan *fuzzy* dapat dikonversikan ke bilangan *crisp*. Untuk lebih jelas, menentukan kriteria loyalitas dibentuk dalam tabel 4.3 :

**Tabel 3.** Menentukan Kriteria Loyalitas

| Prestasi    | Deskripsi                                                                 | Bobot |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| Sangat Baik | Loyalitas terhadap waktu $\geq 60$<br>Loyalitas terhadap tenaga $\geq 60$ | 4     |
| Baik        | Loyalitas terhadap waktu $\geq 30$<br>Loyalitas terhadap tenaga $\geq 30$ | 3     |
| Kurang      | Loyalitas terhadap waktu $\geq 20$<br>Loyalitas terhadap tenaga $\geq 20$ | 2     |
| Buruk       | Loyalitas terhadap waktu $< 20$<br>Loyalitas terhadap tenaga $< 20$       | 1     |

d. Nilai *Fuzzy* Kriteria Kualitas Kerja (C5)

Dari masing-masing kriteria tersebut akan ditentukan bobot-bobotnya. Pada bobot terdiri dari empat bilangan *fuzzy*, yaitu Buruk (B1), Kurang (K), Baik (B2), Sangat Baik (SB). Bilangan-bilangan *fuzzy* dapat dikonversikan ke bilangan *crisp*. Untuk lebih jelas, menentukan kriteria kualitas kerja dibentuk dalam tabel 4.4 :

**Tabel 4.** Menentukan Kriteria Kualitas Kerja

| Prestasi    | Deskripsi                                                                                    | Bobot |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Sangat Baik | Kualitas kerja terhadap keterampilan $\geq 90$<br>Kualitas kerja terhadap kerapian $\geq 90$ | 4     |
| Baik        | Kualitas kerja terhadap keterampilan $\geq 60$<br>Kualitas kerja terhadap kerapian $\geq 60$ | 3     |
| Kurang      | Kualitas kerja terhadap keterampilan $\geq 40$<br>Kualitas kerja terhadap kerapian $\geq 40$ | 2     |
| Buruk       | Kualitas kerja terhadap keterampilan $< 40$<br>Kualitas kerja terhadap kerapian $< 40$       | 1     |

**Tabel 5.** Keterangan Setiap Kriteria

| No. | Alternatif | Kriteria                                |                           |                |                 |
|-----|------------|-----------------------------------------|---------------------------|----------------|-----------------|
|     |            | C1, C2                                  | C3                        | C4             | C5              |
| 1   | Udin       | a,i,s = 0<br>keterlambatan = 0          | Tugas=3<br>RL.pekerjaan=3 | W= 9<br>T=11   | K1=11<br>K2=31  |
| 2   | Tupon      | a,i,s = 0<br>keterlambatan = 0          | Tugas=1<br>RL.pekerjaan=2 | W= 25<br>T= 10 | K1=25<br>K2=25  |
| 3   | Putra      | a,s = 0; i = 2<br>keterlambatan = 1     | Tugas=0<br>RL.pekerjaan=0 | W= 10<br>T= 15 | K1=12<br>K2=18  |
| 4   | Wanda      | a,i,s = 0<br>keterlambatan = 0          | Tugas=4<br>RL.pekerjaan=4 | W= 40<br>T= 30 | K1=43<br>K2=35  |
| 5   | Satria     | a,i = 0; s = 1<br>keterlambatan = 1     | Tugas=2<br>RL.pekerjaan=1 | W= 38<br>T= 40 | K1=10<br>K2=10  |
| 6   | Sutres     | a = 4; i =1; s = 0<br>keterlambatan = 6 | Tugas=6<br>RL.pekerjaan=4 | W= 20<br>T= 20 | K1= 40<br>K2=40 |
| 7   | Toni       | a = 3; i,s=0<br>keterlambatan = 3       | Tugas=3<br>RL.pekerjaan=4 | W= 30<br>T= 29 | K1=40<br>K2=40  |
| 8   | Supri      | a,i = 0; s = 3<br>keterlambatan = 3     | Tugas=5<br>RL.pekerjaan=4 | W= 38<br>T= 30 | K1=25<br>K2=25  |
| 9   | Ganda      | a,i = 1; s = 0<br>keterlambatan = 2     | Tugas=6<br>RL.pekerjaan=3 | W= 30<br>T= 15 | K1=40<br>K2=30  |

|    |         |                                          |                           |                |                |
|----|---------|------------------------------------------|---------------------------|----------------|----------------|
| 10 | Rafi    | a = 2; i = 1; s = 2<br>keterlambatan = 5 | Tugas=7<br>RL.pekerjaan=2 | W= 30<br>T= 20 | K1=35<br>K2=35 |
| 11 | Bambang | a = 3 ; i,s = 0<br>keterlambatan = 3     | Tugas=6<br>RL.pekerjaan=4 | W= 40<br>T= 30 | K1=60<br>K2=30 |
| 12 | Anto    | a,i,s = 0<br>keterlambatan = 0           | Tugas=1<br>RL.pekerjaan=1 | W= 10<br>T= 10 | K1=50<br>K2=40 |

Keterangan : a = absen  
i = izin  
s = sakit  
RL = Ruang lingkup  
W = Waktu  
T = Tenaga  
K1 = Keterampilan  
K2 = Kerapian

Berdasarkan nilai fuzzy diatas, maka data nilai dari setiap karyawan adalah sebagai berikut:

**Tabel 6.** Nilai Setiap Karyawan

| No. | Alternatif | Kriteria |    |    |    |    |
|-----|------------|----------|----|----|----|----|
|     |            | C1       | C2 | C3 | C4 | C5 |
| 1   | Udin       | 4        | 4  | 6  | 20 | 42 |
| 2   | Tupon      | 4        | 4  | 3  | 35 | 50 |
| 3   | Putra      | 3        | 3  | 0  | 25 | 30 |
| 4   | Wanda      | 0        | 0  | 8  | 70 | 78 |
| 5   | Satria     | 3        | 3  | 3  | 78 | 20 |
| 6   | Sutres     | 1        | 1  | 10 | 40 | 80 |
| 7   | Toni       | 2        | 2  | 7  | 59 | 80 |
| 8   | Supri      | 2        | 2  | 9  | 68 | 50 |
| 9   | Ganda      | 3        | 3  | 9  | 45 | 70 |
| 10  | Rafi       | 1        | 1  | 9  | 50 | 70 |
| 11  | Bambang    | 2        | 2  | 10 | 70 | 90 |
| 12  | Anto       | 4        | 4  | 2  | 20 | 90 |

Selanjutnya pengambil keputusan memberikan bobot preferensi untuk masing-masing kriteria sebagai W dapat dilihat pada tabel 7 :

**Tabel 7.** Penentuan Nilai W

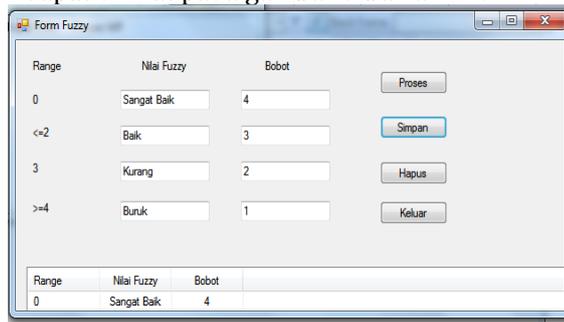
| Kriteria | Range (%) | Bobot |
|----------|-----------|-------|
| C1       | 15        | 0,15  |
| C2       | 15        | 0,15  |
| C3       | 20        | 0,2   |
| C4       | 20        | 0,2   |
| C5       | 30        | 0,3   |

- e. Nilai rating kecocokan dari setiap karyawan. Berdasarkan data alternatif diatas dapat dibentuk rating kecocokan dari setiap alternatif pada setiap kriteria, yang terlihat pada tabel 8 :

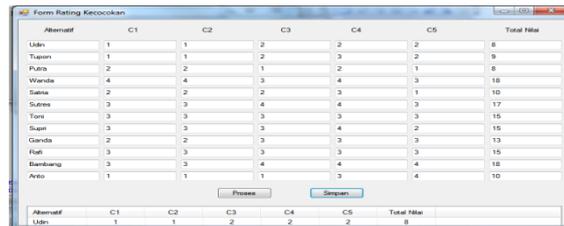
**Tabel 8.** Rating Kecocokan

| No. | Alternatif | Kriteria |    |    |    |    |
|-----|------------|----------|----|----|----|----|
|     |            | C1       | C2 | C3 | C4 | C5 |
| 1   | Udin       | 1        | 1  | 2  | 2  | 2  |
| 2   | Tupon      | 1        | 1  | 2  | 3  | 2  |
| 3   | Putra      | 2        | 2  | 1  | 2  | 1  |
| 4   | Wanda      | 4        | 4  | 3  | 4  | 3  |
| 5   | Satria     | 2        | 2  | 2  | 4  | 1  |
| 6   | Sutres     | 3        | 3  | 4  | 3  | 3  |
| 7   | Toni       | 3        | 3  | 1  | 3  | 3  |
| 8   | Supri      | 3        | 3  | 3  | 4  | 2  |
| 9   | Ganda      | 2        | 2  | 3  | 3  | 3  |
| 10  | Rafi       | 3        | 3  | 3  | 3  | 3  |
| 11  | Bambang    | 3        | 3  | 4  | 4  | 4  |
| 12  | Anto       | 1        | 1  | 1  | 3  | 4  |

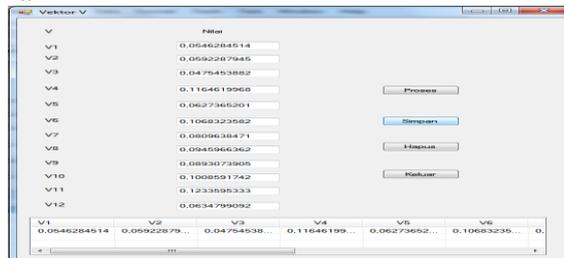
Proses Pengujian dilakukan untuk mengetahui bagaimana kelemahan dari sistem yang dibangun. Adapun hasil dari pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 1.** Proses Fuzzy



**Gambar 2.** Rating Kecocokan



**Gambar 3.** Proses Vektor V

Maka dari hasil vektor v tersebut didapatkan karyawan yang pantas mendapatkan bonus adalah V11, yaitu karyawan yang bernama Bambang.

**KESIMPULAN**

1. Dengan adanya aplikasi ini akan lebih mudah bagi perusahaan dalam pengambilan keputusan untuk menentukan karyawan yang mendapatkan bonus, karena aplikasi ini lebih mudah dibandingkan sistem yang lama dan penyimpanan datanya lebih akurat.
2. Penerapan metode *weighted product* (WP) cukup mudah digunakan sebagai cara untuk menentukan bonus karyawan karena langkah-langkah penyelesaiannya cukup sederhana. Perhitungan *Weighted Product* (WP) ada tiga tahap :
  - a. Penentuan nilai bobot W
  - b. Penentuan nilai vector S
  - c. Penentuan nilai vector V
3. Perancangan perangkat lunak sistem pendukung keputusan untuk penentuan karyawan penerima bonus diperluka adanya metode *Weighted Product* dan didalam penginputan dan pemrosesan diperlukan *software* pendukung yaitu *Visual Basic 2008*.

**DAFTAR PUSTAKA**

Dicky Nofriansyah, 2012, *Konsep Data Mining Vs Sistem Pendukung Keputusan*.  
 Munawar, 2005, *Pengenalan Komputer*, Yogyakarta, Andi  
 Ingot Seen Sianturi *Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Pemilihan Jurusan Siswa Dengan Menggunakan Metode Weighted Product (Studi Kasus: SMA Swasta HKBP DOLOKSANGGUL)*.  
 Mohamad Subhan, 2012, *Analisa dan Perancangan*, Informatika, Bandung  
 Riza Alfita *perancangan system pendukung keputusan penentuan prioritas produk unggulan daerah menggunakan metode weighted product (WP)*  
 Marwa Sulehu *Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Layanan Internet Service Provider Menggunakan Metode Weighted Product (Studi kasus : STMIK AKBA)*  
 Wahana Komputer, 2010, *Visual Basic.Net 2008*, Yogyakarta, Andi

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMAAN PEGAWAI BARU PADA INSTANSI PPK-19 (PERENCANAAN DAN PENGAWASAN JALAN METROPOLITAN SUMATERA UTARA) MENGGUNAKAN METODE AHP**

**Pandu Adi Kurniawan Siburian<sup>1</sup>, Kristian Siregar, M.Kom<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan

<sup>2</sup>Dosen Tetap STMIK Budi Darma medan

[poezrii@gmail.com](mailto:poezrii@gmail.com)

**Abstrak.** PPK-19 (Perencanaan dan Pengawasan Jalan Metropolitan Sumatera Utara) adalah bagian integral dari Departemen Pekerjaan Umum yang berada digaris depan dan berada didalam koordinasi Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional 1 Sumatera Utara serta Satuan Kerja Non Vertikal tertentu Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Sumatera Utara. Untuk memilih calon pegawai yang tepat, bagian Human Resource Development (HRD) bertugas untuk menyeleksi calon pegawai yang melamar pekerjaan pada instansi tersebut, untuk membantu mempermudah bagian HRD memilih calon pegawai yang tepat, maka diperlukan sistem pendukung keputusan yang mempunyai kemampuan analisa pemilihan calon pegawai dengan menggunakan metode Analytic Hierarchy Process (AHP). Pengertian Keputusan Pada umumnya para penulis sependapat bahwa kata keputusan (decision) berarti pilihan (choice), yaitu pilihan dari dua atau lebih kemungkinan. Keputusan dapat dilihat pada kaitannya dengan proses, yaitu bahwa suatu keputusan ialah keadaan akhir dari suatu proses yang lebih dinamis yang disebut pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan didalam suatu organisasi merupakan hasil suatu proses komunikasi dan partisipasi yang terus menerus dari keseluruhan organisasi. Persoalan pengambilan keputusan, pada dasarnya adalah bentuk pemilihan dari berbagai alternatif tindakan yang mungkin dipilih yang prosesnya melalui mekanisme tertentu, dengan harapan akan menghasilkan sebuah keputusan yang terbaik. Masing-masing kriteria dalam hal ini merupakan faktor-faktor penilaian dalam membandingkan satu calon pegawai dengan calon pegawai yang lainnya. Sistem pendukung keputusan untuk proses AHP ini dibuat berdasarkan data dan kriteria yang diperoleh dari PPK-19 (Perencanaan dan Pengawasan Jalan Metropolitan Sumatera Utara). Hasil dari proses ini berupa nilai prioritas yang akan menjadi pertimbangan bagi HRD untuk memilih calon pegawai yang tepat.

**Kata Kunci :** Sistem Pendukung Keputusan, Analytic Hierarchy Process (AHP), Calon Pegawai

### **PENDAHULUAN**

Pegawai merupakan sumber daya yang utama bagi setiap instansi pemerintahan. Maju mundurnya suatu instansi sangat ditentukan oleh pegawai yang bekerja pada instansi tersebut. Setiap instansi pasti berharap dan senang bila mempunyai pegawai yang mempunyai komitmen tinggi pada instansi tersebut. Harapan ini wajar karena terdapat pengaruh bagi aspek-aspek kerja lain dalam instansinya. Komitmen pegawai terhadap suatu instansi diasosiasikan dengan tingkat kemauan untuk berbagi dan berkorban bagi instansi tersebut. Dampaknya adalah para pegawai disetiap instansi yang paling berkomitmen akan menjadi orang yang paling tinggi memberikan usaha-usaha yang lebih besar secara suka rela bagi kemajuan instansi itu. Pegawai yang benar-benar menunjukkan komitmennya pada tujuantujuan dan nilai-nilai mempunyai kemungkinan yang lebih besar untuk berpartisipasi demi instansi tersebut.

Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk merancang aplikasi sistem pendukung keputusan penerimaan pegawai baru pada instansi pemerintahan PPK-19 serta untuk menerapkan metode *Analytical Hierarchy Process* pada aplikasi yang dibuat dengan bahasa pemrograman.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

bahan penelitian yang digunakan adalah calon pegawai baru pada instansi PPK-19. Kriteria yang digunakan untuk mendapatkan keputusan adalah pendidikan, Pengalaman Kerja dan kepribadian. Metode yang digunakan untuk mengambil keputusan adalah *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

#### **Metode**

AHP merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki, menurut Saaty (1993), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Konsep metode AHP adalah merubah nilai-nilai kualitatif menjadi nilai kuantitatif. Sehingga keputusan-keputusan yang diambil menjadi lebih objektif. Metode AHP cukup mengandalkan intuisi sebagai input utamanya, namun intuisi tersebut harus dating dari pengambilan keputusan yang cukup informasi dan memahami masalah keputusan yang sedang dihadapi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses Penerimaan Karyawan Baru Berdasarkan AHP. Untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan metode AHP, terdapat beberapa prinsip yang mendasari metode AHP, yaitu: *decomposition, comparative judgment, synthesis of priority dan logical consistency.*

1. *Decomposition*

Tahapan ini adalah pembuatan hierarki dari permasalahan yang dihadapi. Pembuatan hierarki perlu dilakukan untuk memecah persoalan yang utuh menjadi unsur-unsurnya. Struktur hirarki keputusan tersebut dapat dikategorikan sebagai complete dan incomplete. Suatu hirarki keputusan disebut complete jika semua elemen pada suatu tingkat memiliki hubungan terhadap semua elemen yang ada pada tingkat berikutnya, sementara hirarki keputusan incomplete kebalikan dari hirarki yang complete yakni tidak semua unsur pada masing-masing jenjang mempunyai hubungan (lihat gambar 3.1). Pada umumnya problem nyata mempunyai karakteristik struktur yang incomplete. Bentuk struktur decomposition yakni Hirarki masalah disusun untuk membantu proses pengambilan keputusan dengan memperhatikan seluruh elemen keputusan yang terlibat dalam sistem. Sebagian besar masalah menjadi sulit untuk diselesaikan karena proses pemecahannya dilakukan tanpa memandang masalah sebagai suatu sistem dengan suatu struktur tertentu.

2. *Penilaian Kriteria dan alternatif (Comparative judgment)*

Prinsip ini berarti membuat penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada satu tingkat tertentu yang dalam kaitannya dengan satu tingkat di atasnya. Penilaian ini merupakan inti dari AHP, karena akan berpengaruh terhadap prioritas elemen-elemen. Pada tabel 3.1 dijelaskan skala perbandingan menurut Saaty (1988)

Tabel 1. Penilaian Kriteria

| Intensitas kepentingan | Keterangan                                                                                                                                                                   |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                      | Kedua elemen sama pentingnya                                                                                                                                                 |
| 3                      | Elemen yang satu sedikit lebih penting                                                                                                                                       |
| 5                      | Elemen yang satu lebih penting daripada elemen lainnya yang                                                                                                                  |
| 7                      | Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya, Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek                                            |
| 9                      | Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya, Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan. |
| 2,4,6,8                | Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan, Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara 2 pilihan                                        |
| Kebalikan              | Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j , maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i                                             |

3. *Synthesis of priority*

dari setiap matriks pairwise comparison kemudian dicari vector eigen untuk mendapatkan local priority. Karena matriks pairwise comparison terdapat pada setiap tingkat, maka untuk mendapatkan global priority harus dilakukan sintesa di setiap local priority.

4. *Logical consistency*

Konsistensi memiliki dua makna. Pertama adalah bahwa objek- objek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansi. Makna yang kedua adalah menyangkut tingkat hubungan antar objek-objek yang didasarkan pada kriteria tertentu.

Dari seluruh evaluasi yang dilakukan terhadap ke-3 kriteria yang selanjutnya dikalikan dengan faktor prioritas. Dengan demikian diperoleh tabel hubungan antara kriteria dengan faktor yang mempengaruhi manajemen dalam memilih calon pegawai yang layak diterima menjadi pegawai baru

**Tabel 2.** Matriks hubungan antar kriteria

|                  | Kriteria 1 | Kriteria 2 | Kriteria 3 |
|------------------|------------|------------|------------|
| <b>Pegawai 1</b> | 0.26       | 0.251      | 0.588      |
| <b>Pegawai 2</b> | 0.53       | 0.158      | 0.158      |
| <b>Pegawai 3</b> | 0.19       | 0.588      | 0.251      |

Untuk mencari total ranking masing-masing faktor-faktor yang mempengaruhi management perusahaan dalam memilih pegawai adalah dengan cara mengalikan faktor evaluasi masing-masing kriteria dengan faktor bobot.

|      |       |       |   |   |      |   |      |
|------|-------|-------|---|---|------|---|------|
| 0.26 | 0.251 | 0.588 | X | = | 0.35 | = | 0.31 |
| 0.53 | 0.158 | 0.158 |   |   | 0.48 |   | 0.28 |
| 0.19 | 0.588 | 0.251 |   |   | 0.17 |   | 0.39 |

Atau bisa juga dengan cara seperti pada tabel-tabel berikut ini:

**Tabel 3.** Total Ranking Untuk Pegawai Pertama

|                  | Faktor Evaluasi | Faktor Bobot | Bobot Evaluasi |
|------------------|-----------------|--------------|----------------|
| Kriteria pertama | 0.26            | 0.35         | 0.09           |
| Kriteria kedua   | 0.251           | 0.48         | 0.12           |
| Kriteria ketiga  | 0.588           | 0.17         | 0.1            |
| <b>Σ</b>         |                 | <b>1</b>     | <b>0.31</b>    |

**Tabel 4.** Total Ranking Untuk Pegawai Kedua

|                  | Faktor Evaluasi | Faktor Bobot | Bobot Evaluasi |
|------------------|-----------------|--------------|----------------|
| Kriteria pertama | 0.53            | 0.35         | 0.18           |
| Kriteria kedua   | 0.158           | 0.48         | 0.07           |
| Kriteria ketiga  | 0.158           | 0.17         | 0.03           |
| <b>Σ</b>         |                 | <b>1</b>     | <b>0.28</b>    |

**Tabel 5.** Total Ranking Untuk Pegawai Ketiga

|                  | Faktor Evaluasi | Faktor Bobot | Bobot Evaluasi |
|------------------|-----------------|--------------|----------------|
| Kriteria pertama | 0.19            | 0.35         | 0.07           |
| Kriteria kedua   | 0.588           | 0.48         | 0.28           |
| Kriteria ketiga  | 0.251           | 0.17         | 0.04           |
| <b>Σ</b>         |                 | <b>1</b>     | <b>0.39</b>    |

Dari hasil perhitungan pada tabel tersebut diperoleh :

Pegawai pertama = 0.31

Pegawai kedua = 0.28

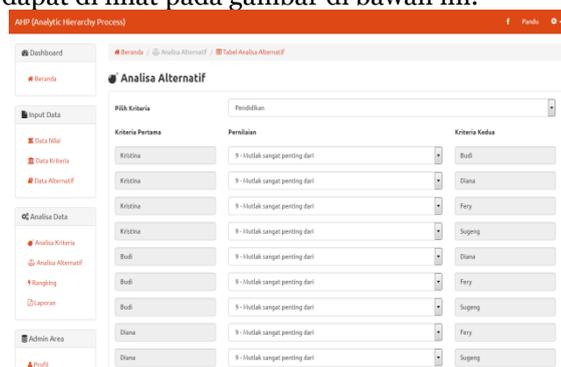
Pegawai ketiga = 0.39

Dari hasil di atas diketahui bahwa urutan calon pegawai yang diperhitungkan untuk menjadi pegawai baru adalah sebagai berikut:

1. Pegawai ketiga = Dendi Syahputra
2. Pegawai pertama = Andika Setiawan
3. Pegawai kedua = Muhammad Yunus

Berdasarkan nilai standarisasi yang diberlakukan oleh pihak instansi, maka: pegawai pertama dinyatakan masih dipertimbangkan, pegawai kedua dinyatakan tidak layak diterima, sedangkan pegawai ketiga dinyatakan diterima menjadi pegawai baru.

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mendapatkan kelemahan ada pada system (aplikasi). Hasil pengujian dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Hasil Analisa Alternatif

| Data Rangkang |                     |                     |                     |                    |                     |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Alternatif    | Kriteria            |                     |                     |                    |                     |
|               | Pendidikan          | Penampilan          | Kepribadian         | Sosial             | Pengalaman Kerja    |
| Krislisa      | 0,267737994363761   | 0,26707151914855766 | 0,22483389793781163 | 0,2156321096816235 | 0,19624249121472752 |
| Budi          | 0,16737406275426125 | 0,1562559162888936  | 0,11744789315253837 | 0,1191883218139519 | 0,14887848787166533 |
| Diana         | 0,1566146369158463  | 0,1246236629877851  | 0,1439972450467816  | 0,1574888231081113 | 0,1452249334847894  |
| Fery          | 0,2568487453867083  | 0,2020014377277443  | 0,24629288917361944 | 0,2587175624296267 | 0,27819281444663335 |
| Sugeng        | 0,151984931393477   | 0,2682355413478617  | 0,2684888827024844  | 0,248835158607177  | 0,2311684771324983  |
| Babot         | 0,42954985370322    | 0,2151765653887344  | 0,21201138231418788 | 0,0963318826880892 | 0,0867149121743378  |
| Jumlah        | 1,00000             | 1,00000             | 1,00000             | 1,00000            | 1,00000             |

| Hasil Perangkingan |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Alternatif         | Kriteria          |                   |                   |                   |                   | Hasil             |
|                    | Pendidikan        | Penampilan        | Kepribadian       | Sosial            | Pengalaman Kerja  |                   |
| Krislisa           | 0,11474433700814  | 0,037639694186784 | 0,047473836312288 | 0,028181827842439 | 0,009167891288809 | 0,230063894964719 |
| Budi               | 0,071891937611322 | 0,028311605250675 | 0,024901457767396 | 0,01418823969944  | 0,008547491523206 | 0,148568896132568 |
| Diana              | 0,067273411668354 | 0,02681544486877  | 0,030330586424818 | 0,015203145227127 | 0,006788548898824 | 0,146616491049214 |
| Fery               | 0,11032279811176  | 0,048465993986301 | 0,051795148877933 | 0,024877556105454 | 0,01299630007444  | 0,24355879711882  |
| Sugeng             | 0,065296138337045 | 0,05793453235342  | 0,057120448532554 | 0,024848883854539 | 0,01879947588877  | 0,215188749521477 |
| Jumlah             | 1,00000           | 1,00000           | 1,00000           | 1,00000           | 1,00000           | 1,00000           |

Gambar 2. Hasil Perangkingan

**KESIMPULAN**

1. Sistem pendukung keputusan yang dirancang mampu menampilkan hasil kriteria calon pegawai baru pada instansi dengan nilai pembobotan yang sangat detail untuk setiap kriteria yang ada.
2. Dengan menerapkan aplikasi system ini dapat meningkatkan kualitas kinerja calon pegawai baru sehingga pegawai yang masuk tidak hanya dilihat dari satu kriteria

**DAFTAR PUSTAKA**

Darmawan, A. S. 2012. *Pemilihan beasiswa bagi mahasiswa Stmik widya pratama dengan metode profile matching*. Jurnal Ilmiah ICTech Vol X,No.1 ; 2-4.

Devita, A. 2013. *Survey tes tingkat kemampuan teknik dasar bermain bola basket (passing, dribbling, dan shooting) pada tim bola basket putra kelompok umur 18 tahun Klub sahabat Semarang tahun 2012*. Skripsi. UniversitasNagri Semarang.

Dwi. 2015. *Perbandingan metode analytical hierarchy process dan weighted sum model pada sistem pendukung keputusan*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.

Kusrini, 2007, *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*, Penerbit Andi, Yogyakarta

Sianturi, J. 2014. *Perancangan sistem pendukung keputusan dengan menggabungkan metode SAW dan AHP untuk pemilihan bedah rumah (studi kasus dinas pekerjaan umum cipta karya dan tata ruang Kabupaten Dairi)*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.

Faisol A., Muhammad A. M. &Hadi S. 2014. *Komparasi Fuzzy AHP dengan AHP pada Sistem Pendukung Keputusan Investasi Properti*. Jurnal EECCIS Vol.8, No. 2 : 124- 125, Desember 2014. (22 Januari 2015).

Harahap, I. A. 2014. *Implementasi Perbandingan metode Profile Matching dan Simple Additive Weighting (SAW) dalam penilaian kinerja karyawan (studi kasus dinas kebudayaan dan pariwisata Provinsi Sumatera Utara)*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.

Manurung, P. 2010. *Sistem pendukung keputusan seleksi penerima beasiswa dengan metode AHP danTopsis (Stusikasus: FMIPA USU)*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.

## ANALISA PERBANDINGAN LEAST SIGNIFICANT BIT DAN END OF FILE UNTUK STEGANOGRAFI CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN MATLAB

Toni Sahata Pandapotan<sup>1</sup>, Taronisokhi Zebua, M.Kom<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan

<sup>2</sup>Dosen Tetap STIEKOM Medan

[tonisahata2410@gmail.com](mailto:tonisahata2410@gmail.com)

**Abstrak.** Steganografi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengamankan pesan rahasia pada media lain seperti citra, audio, video maupun teks. Ada beberapa metode yang digunakan dalam steganografi antara lain metode least significant bit dan end of file. Masing-masing metode steganografi memiliki kelebihan dan kelemahan yang merupakan salah satu pertimbangan penting dalam pemilihan metode yang sangat cocok untuk digunakan. Pemanfaatan setiap metode dari steganografi dapat mempengaruhi size, resolusi maupun kualitas dari pesan maupun media yang digunakan. Pertimbangan terhadap perubahan size, resolusi maupun kualitas dari output yang dihasilkan merupakan salah satu elemen penting yang harus dipertimbangkan sebelum metode steganografi digunakan. Pemilihan metode yang terbaik dalam menyisipkan pesan teks ke dalam citra dapat diketahui dengan melakukan analisa serta perbandingan terhadap metode steganografi yang ingin digunakan berdasarkan parameter kualitas citra maupun besar ukuran file setelah dilakukan penyisipan. Kualitas citra pada metode least significant bit dapat diukur dengan melakukan perhitungan nilai Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR), sedangkan kualitas citra berdasarkan metode end of file tidak dapat dihitung dengan perhitungan MSE dan PSNR karena kualitas citra awal (cover) dan citra setelah disisipkan pesan tidak mengalami perubahan. Matlab digunakan dalam penelitian ini sebagai aplikasi untuk membantu proses implementasi dan pengujian.

**Kata Kunci :** Steganografi, Least Significant Bit, End of File, MSE, PSNR.

### PENDAHULUAN

Steganografi adalah seni menyembunyikan pesan teks sedemikian rupa sehingga tak seorang pun selain pengirim dan penerima yang dituju, mengetahui keberadaan informasi tersebut. Steganografi membutuhkan dua properti yaitu media penampung dan pesan rahasia. Berbeda dengan kriptografi yaitu seni merahasiakan pesan yang bertujuan untuk membuat pesan tidak dapat dibaca oleh pihak ketiga, tetapi tidak menyembunyikan pesan rahasia tersebut. *Least Significant Bit* merupakan metode dengan cara mengganti bit terakhir dari masing-masing piksel dengan pesan yang akan disisipkan. LSB mempunyai kelebihan yakni ukuran gambar tidak akan berubah. Sedangkan kekurangannya adalah pesan/data yang akan disisipkan terbatas, sesuai dengan ukuran citra (Krisnawati, 2008).

*End of File* merupakan metode penyisipan pesan diakhir file citra. Pesan yang disisipkan pada metode *end of file* jumlahnya tak terbatas, Akan tetapi efek sampingnya adalah hasil citra digital setelah dilakukan penyisipan pesan maka citra yang tampil memiliki hasil perbedaan dari citra semula. Hasil citra yang berbeda pasti akan menimbulkan kecurigaan bagi orang-orang yang mengetahuinya (Krisnawati, 2008). Saat ini pemanfaatan teknik steganografi untuk meningkatkan keamanan pesan rahasia telah banyak digunakan seiring dengan perkembangan teknologi informasi seperti metode LSB maupun EOF. Masalah yang selama ini terjadi pada saat memilih metode-metode penyembunyian pesan adalah tidak diperhitungkan terlebih dahulu seberapa efisienkah metode yang dipakai dalam menyisipkan pesan ke dalam citra digital, sehingga *ouput* citra digital selalu memiliki kekurangan dalam tingkat efisiensi kecepatan dan size dalam proses penyisipan pesan.

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan proses penyembunyian pesan rahasia ke dalam citra digital berdasarkan metode *End of File* dan Metode *Least Significant Bit* kemudian melakukan perbandingan terhadap kualitas citra ouput dari masing-masing metode sehingga dapat diketahui metode yang paling efektif dan efisien dalam penyembunyian pesan rahasia terutama terhadap kualitas dan *size* citra *output*.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Pelaksanaan penelitian ini tidak terlepas dari beberapa hal yang menjadi kebutuhan mendasar seperti buku-buku yang menjadi referensi metode *end of file* dan metode *least significant bit* serta citra yang dijadikan sebagai bahan uji coba dalam penelitian. Berdasarkan teori-teori yang didapatkan dari berbagai referensi yang digunakan maka dapat dijadikan sebagai landasan dalam melakukan analisa serta perbandingan untuk mencapai tujuan penelitian ini.

**Metode****Steganografi**

Istilah steganografi berasal dari bahasa Yunani, yang berarti tulisan yang tertutup/tersamar (*covered letter*). Arti lain steganografi dapat dikatakan sebagai cara komunikasi yang menyembunyikan pesan. Data/pesan yang akan dikirim disembunyikan ke media lain. Format media yang bisa dipakai diantaranya adalah format *image*, format audio dan format lainnya. Bentuk data/pesan tidak berubah, hanya saja karena data/pesan tersebut dikirim dengan disembunyikan dalam media lain, maka yang terlihat adalah media yang dipakai untuk mengirimkan data/pesan tersebut (Krisnawati, 2008). Beberapa kriteria yang penting diperhatikan pada teknik steganografi adalah *imperceptibility*, *fidelity* serta *recovery*. Sedangkan tujuan utama dari teknik steganografi adalah *injection*, *substitution*, *transform domain*, *spread spectrum*, *statistical method*, *distortion* dan *cover generation* (Lovebbi, Dodick Z. Sudirman, 2012).

**Metode Least Significant Bit**

*Least Significant Bit* merupakan algoritma terapan dari metode substitusi. Substitusi merupakan sebuah metode dimana data normal digantikan dengan data rahasia. Teknik ini tidak terlalu mengubah ukuran data asli, tetapi tergantung pada *file* media dan data yang akan disembunyikan. Setiap bit pesan menggantikan bit yang paling akhir dari data asli. Ukuran bayaknya pesan yang disembunyikan bergantung pada ukuran citra penampung. Misalkan citra *8-bit* yang berukuran  $256 \times 256 \text{ pixel}$  terdapat  $65536 \text{ pixel}$ , setiap *pixel* berukuran  $1 \text{ byte}$ . Setiap *byte* hanya bisa menyembunyikan satu *bit* di LSB-nya, maka ukuran data yang akan disembunyikan di dalam citra maksimum  $65536/8 = 8192 \text{ byte}$ , apabila pesan yang akan disisipkan melebihi ukuran citra penampung maka proses *embedding* pesan tidak akan dapat dilakukan. Adapun kelebihan dan kekurangan dari metode *Least Significant Bit* yaitu ukuran gambar yang telah disisipi karakter pesan tidak akan berubah. Sedangkan kekurangannya adalah jumlah karakter pesan/data yang akan disisipkan sangat terbatas, sehingga harus disesuaikan dengan ukuran citra.

**Metode End Of File**

Teknik ini bekerja dengan cara menambahkan data atau pesan rahasia pada akhir *file*. Teknik ini dapat digunakan untuk menambahkan data yang ukurannya sesuai dengan kebutuhan. Perhitungan kasar ukuran *file* yang telah disisipkan data yang sama dengan ukuran *file* sebelum disisipkan, data ditambah ukuran data rahasia yang telah diubah menjadi *encoding file*. Metode EOF merupakan sebuah metode yang diadaptasi dari metode penanda akhir *file* (*end of file*) yang digunakan oleh sistem operasi windows. Jika terdapat pada sistem operasi windows penanda EOF dalam sebuah *file*, maka sistem akan berhenti melakukan pembacaan pada *file* tersebut. Prinsip kerja EOF menggunakan karakter/symbol khusus yang diberikan pada setiap akhir *file*. Adapun kelebihan metode *end of file* yaitu memiliki kapasitas jumlah karakter pesan tidak terbatas pada saat disisipkan. Akan tetapi kekurangan metode ini yaitu hasil *file* citra digital akan semakin besar jika dibandingkan dengan gambar asli sebelum disisipkan pesan.

**Perhitungan Size Citra BMP**

Kedalaman bit merupakan faktor penting yang mempengaruhi kualitas gambar dan ukuran *file*. kedalaman bit mengacu pada jumlah informasi yang disimpan untuk setiap *pixel* dari suatu gambar. bit paling umum kedalaman untuk gambar  $8\text{-bit}$  dan  $24\text{-bit}$ . Kedalaman  $8\text{-bit}$  dapat memuat gambar sebanyak 256 warna, namun kedalaman  $24\text{-bit}$  dapat memuat gambar sebanyak  $16.777.216$  warna. Matematika perhitungan ukuran *file* (dalam *bytes*) dari suatu gambar dengan rumus berikut (Robert Reinhardt, Snow Dowd, 2009) :

$$\text{Ukuran file} = \text{lebar (kolom)} \times \text{tinggi (baris)} \times (\text{kedalaman bit}) / 8 \quad (1)$$

**MSE dan PSNR**

*Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR diukur dalam satuan desibel. Pada penelitian ini, PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra *cover* sebelum dan sesudah disisipkan pesan. Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan MSE (*Mean Square Error*). MSE adalah nilai *error* kuadrat rata-rata antara citra *cover* dengan citra tersteganografi, secara matematis dapat dirumuskan seperti pada persamaan (2) berikut :

$$\text{MSE} = \frac{1}{MN} \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N [I(x,y) - I'(x,y)]^2 \quad (2)$$

Dimana :

MSE = Nilai MSE citra steganografi; M = Panjang citra *stego* (dalam *pixel*)

N = Lebar citra *stego* (dalam *pixel*) ; I(x,y) = nilai piksel dari citra *cover*

I'(x,y) = nilai piksel pada citra *stego*

Setelah diperoleh nilai MSE maka nilai PSNR dapat dihitung dari kuadrat nilai maksimum dibagi dengan MSE. Secara matematis, nilai PSNR dirumuskan seperti pada persamaan (3) :

$$PSNR = \log_{10}\left(\frac{MAX_i^2}{MSE}\right) \quad (3)$$

Dimana :

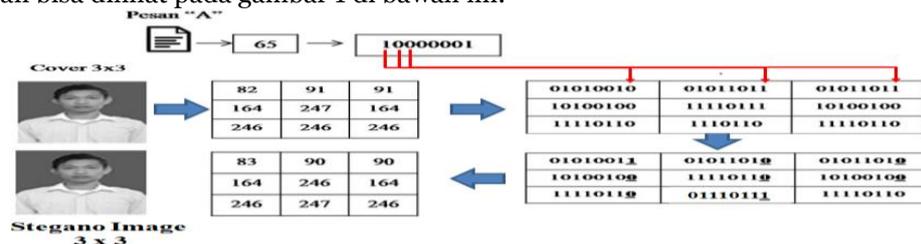
MSE adalah Nilai MSE; MAX<sub>i</sub> adalah Nilai maksimum dari *pixel* citra

Semakin rendah nilai MSE maka akan semakin baik, dan semakin besar nilai PSNR maka semakin baik kualitas citra steganografi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Cara Kerja Metode LSB.** Konsep kerja metode *Least Significant Bit* (LSB) dalam melakukan penyisipan pesan ke dalam media citra adalah melakukan modifikasi terhadap bit-bit setiap *pixel* citra yang menjadi *cover* (citra penampung pesan). Bit paling akhir (*least*) dari setiap *pixel* akan digantikan dengan bit-bit dari pesan yang akan disembunyikan. Proses pengungkapan atau pengambilan pesan dari dalam citra penampung dilakukan dengan mengambil bit-bit *pixel* citra hasil yang berada pada posisi akhir, kemudian dikonversikan menjadi karakter. Proses utama dalam metode LSB adalah proses *embedding* dan proses *ekstraktion*.

**Proses Embedding Berdasarkan LSB.** Proses *embedding* pesan pada *cover* yang dijadikan sebagai penampung yaitu dengan tahapan memilih citra *cover*, baca nilai desimal *cover*, konversi kedalam bilangan biner, kemudian masukkan pesan, setelah itu jumlah pesan yang dijadikan sebagai kunci digabungkan dengan pesan yang ingin disembunyikan, maka hasil gabungan pesan dan kunci menjadi pesan yang akan disisipkan ke dalam citra *cover*, setelah itu nilai pesan dikonversi ke dalam bilangan biner. Apabila jumlah biner pesan dapat ditampung semua pada citra *cover* berdasarkan kriteria perhitungan jumlah piksel dibagi dengan 8 *bit*, maka dapat dilakukan proses penukaran *bit*. Setelah disisipkan pesan pada *cover*, hasil dari nilai biner *cover* baru dikonversi kembali ke dalam bilangan desimal dan kemudian dipetakan menjadi citra baru atau *stegoimage*. Sebagai contoh proses penyisipan pesan bisa dilihat pada gambar 1 di bawah ini:



**Gambar 1 :** Penyisipan Pesan ke dalam Citra Berdasarkan Metode LSB

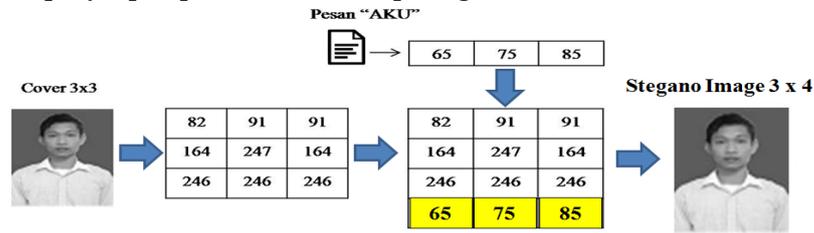
Berdasarkan gambar di atas, maka dapat dilihat bahwa terjadinya perubahan terhadap nilai-nilai desimal *pixel* citra hasil (*stegano image*) yang diakibatkan oleh modifikasi terhadap nilai-nilai bit akhir dari *pixel* citra *cover*. Perubahan tersebut secara penglihatan mata manusia tidak begitu terlihat secara signifikan, sehingga *stegano image* masih terlihat sama dengan citra *cover*.

**Proses Extraction Pesan Berdasarkan Metode LSB.** Adapun Proses *extraction* pesan dari hasil *stegoimage*, yaitu dengan tahapan masukkan *stegoimage*, setelah itu baca nilai piksel *stegoimage* dan konversi ke bilangan biner, kemudian ambil nilai kunci dari 8 *bit* LSB biner citra awal *stegoimage* dan dikonversi ke bilangan desimal, kemudian nilai kunci dikalikan dengan 8 *bit* untuk mengambil nilai *bit* pesan. Setelah itu ambil *bit* LSB dari setiap elemen piksel dimulai dari *bit* ke-9 hingga sejumlah perkalian kunci dengan 8 *bit* lalu ditambahkan dengan 8 bit kunci LSB, kemudian kelompokkan nilai bi-bit LSB menjadi 8 *bit* perkelompok, kemudian dikonversi kedalam bilangan desimal. Setelah didapatkan bilangan desimal dari biner pengelompokan, konversi ke karakter, karakter yang dihasilkan tersebutlah yang menjadi pesan yang telah disembunyikan sebelumnya.

**Cara Kerja Metode EOF.** Konsep kerja metode *End of File* (EOF) dalam menyembunyikan pesan ke dalam citra digital adalah melakukan penambahan *pixel* baru setelah data akhir *pixel* dari citra *cover* (citra asli). Jumlah *pixel* yang ditambahkan sama dengan jumlah karakter pesan yang ingin disembunyikan dengan tidak merubah ukuran lebar dari citra *cover* (yang berubah hanyalah ukuran height dari citra). Bila jumlah kolom tidak terpenuhi, maka akan dilakukan penambahan *pixel* sejumlah kolom yang masih kurang pada baris. Proses penambahan *pixel* inilah yang menyebabkan terjadinya perubahan ukuran tinggi dari citra hasil (*stegano image*). Proses pengungkapan (*extraction*) pesan dari dalam stegano image dilakukan dengan mengambil nilai-nilai *pixel* yang baru ditambahkan kemudian dikonversi menjadi karakter.

**Proses Embedding Pesan Berdasarkan Metode EOF.** Proses *embedding* (penyisipan) pesan dengan metode EOF yaitu dengan tahapan memilih citra digital untuk dijadikan sebagai *cover*, kemudian baca nilai desimal *cover*, setelah itu masukkan pesan yang akan disisipkan, setelah itu masukkan kunci sebanyak 2 karakter, maka lanjutkan konversi nilai desimal pesan, setelah itu

lakukan proses EOF dengan menempatkan nilai desimal kunci digabungkan dengan pesan, yang dimana kunci ditempatkan pada nilai awal dan nilai akhir pada citra *cover*. Nilai kunci dan pesan akan menjadi kolom baru pada piksel citra, kemudian setelah disisipkan maka akan didapatkan nilai desimal hasil penyisipan pesan. Selanjutnya tambahkan nilai baris kunci pada piksel kolom dan baris terakhir, maka tahapan selanjutnya yaitu petakan menjadi citra baru (*stegoimage*). Sebagai contoh proses penyisipan pesan bisa dilihat pada gambar 2 di bawah ini:



**Gambar 2 :** Penyisipan Pesan Ke Dalam Citra Berdasarkan EOF

Berdasarkan gambar 2 di atas, maka terlihat bahwa terjadinya perubahan ukuran tinggi dari citra hasil (*stegano image*) dari ukuran 3 x 3 menjadi 3 x 4.

**Proses Extraction (Pengungkapan) Pesan Berdasarkan Metode EOF.** Proses *extraction* pesan dari hasil *stegoimage* yaitu dengan tahapan memasukkan *stegoimage*, setelah itu baca nilai desimal piksel dari *stegoimage*, kemudian ambil nilai baris kunci dari kolom dan baris terakhir, setelah itu masukkan 2 karakter kunci, kemudian ambil nilai desimal pesan berdasarkan nilai desimal 2 karakter kunci, maka akan didapatkan nilai desimal pesan, kemudian nilai desimal dikonversi ke bentuk karakter, maka akan didapatkan hasil pesan yang disisipkan

**Hasil Perbandingan.** Perbandingan yang dilakukan meliputi aspek ukuran (*size*) dan kualitas citra. Hasil perbandingan ukuran (*size*) citra didapatkan berdasarkan formula pada persamaan (1). Berdasarkan persamaan (1), maka dapat diketahui ukuran (*size*) citra *cover* dan citra hasil (*stegano image*). Perbandingan kualitas citra dapat diketahui berdasarkan formula pada persamaan (2) dan persamaan (3), yaitu menghitung nilai PSNR dan nilai MSE citra hasil (*stegano image*) terhadap citra *cover*. Berdasarkan hasil perbandingan yang dilakukan, maka didapatkan bahwa kedua metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan yang dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini :

**Tabel 1 :** Hasil Perbandingan Metode LSB dan EOF

| Metode LSB                                                                                                                                                                                          | Metode EOF                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Ukuran <i>file</i> tetap<br>2. Jumlah piksel citra tetap<br>3. Mengalami perubahan kualitas citra<br>4. Ukuran <i>height stegano image</i> sama dengan ukuran <i>height</i> citra <i>cover</i> . | 1. Ukuran <i>file</i> mengalami perubahan akibat penambahan <i>pixel</i><br>2. Jumlah <i>pixel stegano image</i> bertambah<br>3. Kualitas citra digital tetap.<br>4. <i>Ukuran Height</i> citra hasil ( <i>stegano image</i> ) bertambah |

**Tabel 2 :** Hasil Implementasi

| Metode LSB                                                                                                                           |                                                                           |              |              |                                                                                                               | Metode EOF                                                                                                                           |                                                                                                                                 |              |              |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-------------------------|
| Gambar                                                                                                                               | Pesan                                                                     | Size of file |              | Kualitas citra MSE/PSNR                                                                                       | Gambar                                                                                                                               | Pesan                                                                                                                           | Size of file |              | Kualitas citra MSE/PSNR |
|                                                                                                                                      |                                                                           | <i>cover</i> | <i>stego</i> |                                                                                                               |                                                                                                                                      |                                                                                                                                 | <i>cover</i> | <i>stego</i> |                         |
| <b>Cover</b><br><br>60x60.bmp<br>Piksel 60x60     | Tahapan yang kedua yaitu ..... saat proses embedding pesan (440 karakter) | 3,51 Kb      | 3,51 Kb      | MSE = 0,62 db<br>PSNR = 50,23 db<br><br>Kualitas citra mengalami kerusakan karena nilai MSE > dari nilai PSNR | <b>cover</b><br><br>60x60.bmp<br>piksel 60x60     | nama saya toni sahata pandapotan (31 karakter)<br><br>Untuk menyesuaikan nilai piksel, maka nilai pesan yang kurang ditambahkan | 3,51 Kb      | 3,57 Kb      | Sama                    |
| <b>stego</b><br><br>gambarhsl.bmp<br>piksel 60x60 |                                                                           |              |              |                                                                                                               | <b>stego</b><br><br>gambarhsl.bmp<br>piksel 61x60 |                                                                                                                                 |              |              |                         |

|  |  |  |  |  |  |                   |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|-------------------|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  | dengan<br>angka 0 |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|-------------------|--|--|--|

## KESIMPULAN

1. Proses penyisipan metode LSB dan EOF memiliki perbedaan, dimana dalam metode LSB penyisipan bit pesan menggantikan bit terakhir dari citra *cover*, sedangkan metode EOF penyisipan pesan ditempatkan pada piksel yang baru dari citra *cover*.
2. Keunggulan lebih banyak didapatkan pada metode LSB dibandingkan dengan metode EOF dikarenakan citra setelah disisipkan pesan hanya mengalami sedikit penurunan kualitas yang tidak begitu berpengaruh secara signifikan bila dilihat oleh mata manusia, sedangkan metode EOF mengalami perubahan yang signifikan pada ukuran citra, sehingga untuk metode penyisipan pesan pada gambar lebih baik jika digunakan menggunakan metode LSB.
3. Adapun hasil perbandingan citra berdasarkan *output*/tampilan citra setelah penyisipan pesan yaitu teknik yang lebih baik adalah metode LSB karena citra akhir tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan oleh penglihatan manusia bila dibandingkan dengan citra awalnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, Adhi Susanto, 2013. Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra, Andi, Yogyakarta.
- Desi Lilyani, 2014. Implementasi Steganografi Pada Citra Digital Dengan Menggunakan Metode *Dynamic Cell Spreading*, Pelita Informatika Budi Darma, 1-8.
- Irawan Afrianto, Taryana Suryana, Sufa'atin, 2015. Pengukuran dan Evaluasi Keamanan Informasi Menggunakan Indeks KAMI – SNI, ULTIMA InfoSys, 43-49.
- Jogiyanto, 2005. Analisis dan Desain Sistem Informasi Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktik Aplikasi Bisnis, Andi, Yogyakarta.
- Jaka Putra, 2014. Implementasi *Histogram Equalization* Untuk Perbaikan *Noise* Pada Citra Digital, Pelita Informatika Budi Darma, 56-60.
- Krisnawati, 2008. Metode *Least Significant Bit (LSB)* Dan *End Of File (EOF)* Untuk Menyisipkan Teks Ke Dalam Citra *Grayscale*, Seminar Nasional Informatika, 39-44.
- Lovebbi, Dodick Z. Sudirman. Rancang Bangun Aplikasi Steganografi dengan Metode *Least Significant Bit* di *Audio* pada Sistem Operasi Android, 2012, Ultimatix, 7-16.
- Makinuddin, Tri Hadiyanto Sasongko, 2006. Analisis Sosial Bersaksi dalam Advokasi Irigasi, Yayasan Akatiga, Bandung.
- Muhtadan, Djiwo Harsono, 2008. Pengembangan Aplikasi untuk Perbaikan Citra Digital Film Radiografi, Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta, 467-478.
- Murinto, Willy Permana Putra, Sri Handayaningsih, 2008. Analisis Perbandingan Histogram *Equalization* dan Model *Logarithmic Image Processing (LIP)* untuk *Image Enhancement*, Jurnal Informatika, 200-208.
- Nazaruddin Ahmad, Arifyanto Hadinegoro, 2012. Metode Histogram Equalization untuk Perbaikan Citra Digital, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi Terapan, 439-445.
- RD Kusumanto, Alan Novi Tomponu, 2011. Pengolahan Citra Digital untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi Terapan, 1-7.
- Robert Reinhardt, Snow Dowd, 2009. Adobe Flash CS4 Professional Bible. Indianapolis: Wiley Publishing.
- Wahana Komputer, 2013. Ragam Aplikasi Pengolahan *Image* dengan MATLAB. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Wasino, Tri Puji Rahayu, Setiawan, 2012. Implementasi Steganografi Teknik *End Of File* dengan Enkripsi Rijndael, Seminar Nasional Teknologi Informatika dan Komunikasi, 150-157.
- Yayuk Anggraini, Dolly Virgian Shaka Yudha Sakti, 2014. Penerapan Steganografi Metode End Of File (Eof) Dan Enkripsi Metode Data Encryption Standard (Des) Pada Aplikasi Pengamanan Data Gambar Berbasis Java Programming, Konferensi Nasional Sistem Informasi STMIK Dipanegara Makassar, 1743-1753.

## PENERAPAN SPREAD SPECTRUM METHOD UNTUK MENYEMBUNYIKAN TEKS TERENKRIPSI DARI BEAUFORT CIPHER PADA CITRA DIGITAL

Bazisokhi halawa<sup>1</sup>, Sony Bahagia Sinaga, M.Kom<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan

<sup>2</sup>Dosen Tetap STIEKOM Medan  
bazisokhihalawa91@gmail.com

**Abstrak.** Keamanan adalah sebuah keadaan yang ingin bebas dari segala bentuk serangan apapun dan bertujuan untuk melindungi data maupun informasi dari berbagai tindakan kejahatan cyber seperti yang dilakukan oleh para hacker dan cracker. Steganografi dapat dipandang sebagai kelanjutan kriptografi. Jika pada kriptografi, data yang telah disandikan (chipertext) tetap tersedia, maka dengan steganografi chipertext dapat disembunyikan sehingga pihak ketiga tidak mengetahui keberadaannya. Data rahasia yang disembunyikan dapat di ekstrasi kembali persis sama seperti keadaan aslinya. Penggunaan kombinasi teknik kriptografi dan steganografi memerlukan algoritma yaitu Beaufort Cipher dan Spread Spectrum Method. Beaufort Cipher merupakan algoritma dari teknik kriptografi sedangkan Spread Spectrum merupakan algoritma dari teknik steganografi. Proses pengkombinasian teknik kriptografi dan teknik steganografi dalam pengamanan pesan rahasia sangat meberi efek yang signifikan dalam meminimalisir tindakan-tindakan pencurian dan pengerusakan pesan yang sifatnya rahasia. teknik kriptografi digunakan untuk menyandikan pesan rahasia, sedangkan teknik steganografi digunakan untuk menyembunyikan pesan rahasia yang telah disandikan tersebut ke dalam citra digital. Beaufort cipher melakukan proses enkripsi pesan rahasia dengan mengurangi nilai desimal dari setiap karakter pesan asli (plaintext) dengan setiap nilai desimal karakter kunci. Proses dekripsi dilakukan dengan menambahkan setiap nilai desimal karakter ciphertext dengan setiap nilai desimal karakter kunci.

**Kata Kunci :** Keamanan, Kriptografi, Steganografi, Beaufort Cipher, Spread Spectrum Method

### PENDAHULUAN

Keamanan adalah sebuah keadaan yang ingin bebas dari segala bentuk serangan apapun dan bertujuan untuk melindungi data maupun informasi dari berbagai tindakan kejahatan cyber seperti yang dilakukan oleh para hacker dan cracker. Data atau informasi penting merupakan sebuah aset seseorang yang harus dijaga kerahasiaannya, sehingga tidak dapat diketahui dan disalahgunakan oleh pihak lain selain penerima informasi yang seharusnya. Keamanan terbagi atas beberapa jenis, antara lain teknik kriptografi dan steganografi. Saat ini banyak kasus kejahatan terhadap informasi atau pesan yang sifatnya rahasia. Bentuk-bentuk yang umumnya terjadi, misalnya pencurian pesan, modifikasi pesan atau penahanan pesan sehingga tidak tersampaikan kepada penerima yang seharusnya ataupun menyalahgunakan dan membocorkan informasi tersebut. hal ini tentunya mengakibatkan kerugian atau menimbulkan masalah baru bagi pemilik informasi atau pesan. Salah satu solusi penyelesaian masalah tersebut adalah melakukan penyandian dan penyembunyian pesan atau informasi penting didalam sebuah media lain seperti citra digital, video dan audio.

Teknik kriptografi merupakan teknik keamanan yang menyandikan dan mengacak pesan teks, sehingga selain pengirim dan penerima pesan maka tidak akan ada yang mengerti maksud dari pesan tersebut. Kriptografi bertujuan menjaga kerahasiaan informasi yang terkandung dalam data sehingga informasi tersebut tidak dapat diketahui oleh pihak yang tidak sah (Emy Setyaningsih, 2015).

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek penelian adalah data teks sebagai objek yang akan disembunyikan maksimal 5 karakter, citra digital sebagai media penampung pesan berformat \*.bmp. Pada proses encoding dan decoding diperlukan algoritma pada setiap teknik keamanan yang digunakan, diantaranya yaitu menggunakan Metode Beaufort Cipher dan dalam melakukan proses enkripsi dan dekripsi serta menggunakan Metode Spread Spectrum dalam melakukan proses embedding dan extraction.

#### Metode

##### Metode Beaufort Cipher

Beaufort cipher merupakan salah satu algoritma dalam teknik keamanan kriptografi. Pada beaufort cipher, kunci  $K$  adalah urutan karakter-karakter  $K = k_1 \dots k_d$  dimana  $k_i$  didapat dari banyaknya pergeseran dari alfabet ke- $i$  sama seperti viginere cipher. Langkah-langkah enkripsi pada algoritma

*beaufort cipher* (Emy Setyaningsih, 2015) yaitu : Ubah kunci dan *plaintext* ke dalam urutan bilangan *integer*, kurangkan nilai *K* dengan *plaintext* dengan mereduksikannya sebagai pengurangan modulo 26. Jika ukuran *plaintext* lebih panjang daripada kunci, pengurangan nilai *K* dilakukan secara periodik. Artinya, bila *K* sudah mencapai nilai terakhir, proses akan diulang kembali pada *K* untuk nilai dengan urutan pertama, konversikan kembali urutan-urutan bilangan hasil pengurangan *K* dengan *plaintext* ke dalam karakter.

**Metode Spread Spectrum**

*Spread Spectrum* adalah sebuah teknik pentransmisian dengan menggunakan *pseudo-noise code*, sebaga modulator bentuk gelombang untuk menyebarkan energi sinyal dalam sebuah jalur komunikasi (*bandwidth*) yang lebih besar dari pada sinyal jalur komunikasi informasi (Sri Hartati Monalisa, 2014, 76). Oleh penerima, sinyal dikumpulkan kembali menggunakan replika *pseudo-noise code* tersinkronisasi. *Spread Spectrum* menggunakan pita lebar, *noise-like* sinyal. Karena sifatnya yang *noise-like*, *spread spectrum* sulit untuk terdeteksi, dipotong, atau ter-modulasi. Hal- hal inilah yang menyebabkan *spread spectrum* digunakan untuk komunikasi militer selama bertahun-tahun.

Metode *Spread Spectrum* ini memanfaatkan domain frekuensi dari suatu gambar. Langkah yang pertama kali dilakukan dalam steganografi dengan metode *Spread Spectrum* ini adalah mentransformasikan gambar ke domain frekuensi. Selanjutnya, bit data disisipkan pada koefisien transformasi. Pada proses ekstraksi prosesnya adalah kebalikan dari proses penyisipan. Pilih gambar yang akan diekstrak, gunakan kata kunci yang sama seperti saat penyisipan yaitu “sonny”. Langkah awal adalah membaca gambar apakah gambar tersebut sudah pernah disisipi gambar atau belum. Apabila belum kemudian suatu fungsi akan mengambil *header* gambar terlebih dahulu, selanjutnya pada *body* gambar dilakukan proses penyaringan agar mendapatkan bit-bit hasil modulasi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Enkripsi Berdasarkan Beaufort Cipher.** Proses yang dilakukan dalam penyandian (enkripsi) pesan berdasarkan *metode Beaufort Cipher* dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

Plainteks : Bazisokhi

Kunci : hALAWA

Proses enkripsi dilakukan dilakukan dengan :

1. Pengecekan jumlah karakter kunci, apakah sama dengan jumlah karakter plainteks atau tidak  
Jumlah karakter plainteks adalah 9 karakter, sedangkan jumlah karakter kunci hanya 6 karakter. Oleh karena itu, maka kunci diulang secara periodik, sehingga kunci yang dihasilkan adalah **hALAWAhAL** (9 karakter).

Karena jumlah karakter kunci telah sama dengan jumlah karakter plainteks, maka proses penyandian dilanjutkan, apabila belum sama maka dilakukan pengulangan karakter kunci secara periodik.

2. Pengubahan karakter-karakter kunci dan karakter-karakter plainteks ke desimal.

Pesan :

|         |    |    |     |     |     |     |     |     |     |
|---------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Pesan   | B  | a  | z   | i   | s   | o   | k   | H   | i   |
| Desimal | 66 | 97 | 122 | 105 | 115 | 111 | 107 | 104 | 105 |

Kunci :

|         |     |    |    |    |    |    |     |    |    |
|---------|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|
| Kunci   | h   | A  | L  | A  | W  | A  | h   | A  | L  |
| Desimal | 104 | 65 | 76 | 65 | 87 | 65 | 104 | 65 | 76 |

3. Proses penyandian pesan dilakukan dengan mengurangi nilai desimal kunci dengan nilai desimal pesan, kemudian dimoduluskan dengan nilai 256 (karena menggunakan seluruh simbol pada tabel ASCII).

Atau dapat diformulasikan seperti berikut  $C_i = (K_i - P_i) \text{ Mod } 256$

|                               |              |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------------------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Desimal Kunci (Ki)            | 104          | 65       | 76       | 65       | 87       | 65       | 104      | 65       | 76       |
| Desimal karakter pesan (Pi)   | 66           | 97       | 122      | 105      | 115      | 111      | 107      | 104      | 105      |
| <b>Ci = (Ki - Pi) Mod 256</b> |              |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Hasil Modulus                 | 38           | 224      | 210      | 216      | 228      | 210      | 221      | 217      | 227      |
| <b>Cipher</b>                 | <b>&amp;</b> | <b>à</b> | <b>Ò</b> | <b>Ø</b> | <b>Ä</b> | <b>Ò</b> | <b>Ý</b> | <b>Û</b> | <b>ã</b> |

Berdasarkan proses enkripsi di atas, maka cipher dari plainteks **Bazisokhi** adalah **&àÒØäÖÝÛã**. *Cipher* inilah yang menjadi pesan tersandi yang akan disembunyikan pada sebuah citra.

Proses dekripsi pesan tersandi berdasarkan *beaufort cipher* dilakukan dengan cara melakukan dikurangkan nilai desimal karakter-karakter kunci dengan nilai desimal karakter-karakter *ciphertext*, kemudian dimodulus dengan 256. Langkah-langkah yang dilakukan adalah :

1. Merubah karakter-karakter plainteks dan kunci ke nilai desimal
2. Nilai desimal dari setiap karakter kunci dikurangkan dengan nilai desimal setiap karakter *ciphertext* atau dengan formula  $P_i = (K_i - C_i) \text{ Mod } 256$ .
3. Setiap nilai akhir yang didapatkan dirubah menjadi simbol atau karakter, sehingga rangkaian simbol-simbol yang didapatkan merupakan *plaintext* dari *ciphertext* yang didekripsikan.

**Proses Enkripsi Berdasarkan Beaufort Cipher.** Berikut ini akan diuraikan penerapan dekripsi *ciphertext* yang telah dihasilkan pada proses enkripsi pada proses sebelumnya berdasarkan *beaufort cipher*.

Cipherteks : &àØäÖÝÛã

Kunci : hALAWA

Proses dekripsi dilakukan dengan :

1. Pengubahan setiap karakter kunci dan plainteks ke nilai desimal

Nilai desimal karakter kunci :

|         |     |    |    |    |    |    |     |    |    |
|---------|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|
| Kunci   | h   | A  | L  | A  | W  | A  | h   | A  | L  |
| Desimal | 104 | 65 | 76 | 65 | 87 | 65 | 104 | 65 | 76 |

Nilai desimal karakter cipherteks :

|         |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Cipher  | &  | à   | Ø   | Ø   | ä   | Ö   | Ý   | Û   | ã   |
| Desimal | 38 | 224 | 210 | 216 | 228 | 210 | 221 | 217 | 227 |

2. Proses dekripsi, dilakukan dengan menambahkan setiap nilai desimal kunci dengan nilai desimal karakter cipherteks kemudian dimoduluskan dengan 256.

|                               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Kunci                         | h   | A   | L   | A   | W   | A   | h   | A   | L   |
| Desimal                       | 104 | 65  | 76  | 65  | 87  | 65  | 104 | 65  | 76  |
| Cipher                        | &   | à   | Ø   | Ø   | ä   | Ö   | Ý   | Û   | ã   |
| Desimal                       | 38  | 224 | 210 | 216 | 228 | 210 | 221 | 217 | 227 |
| <b>Pi = (Ki - Ci) Mod 256</b> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Desimal Plainteks             | 66  | 97  | 122 | 105 | 115 | 111 | 107 | 104 | 105 |

3. Nilai-nilai desimal yang dihasilkan kemudian dikonversikan ke simbol atau karakter

|                           |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Desimal Plainteks         | 66       | 97       | 122      | 105      | 115      | 111      | 107      | 104      | 105      |
| <b>Karakter Plainteks</b> | <b>B</b> | <b>a</b> | <b>z</b> | <b>i</b> | <b>s</b> | <b>o</b> | <b>k</b> | <b>H</b> | <b>I</b> |

Berdasarkan hasil formulasi dekripsi di atas, maka teks tersandi berhasil dikembalikan menjadi teks asli menjadi **Bazisokhi**.

**Proses Embedding Ciphertext Berdasarkan Spread Spectrum Method.** Proses yang dilakukan untuk menyembunyikan pesan tersandi (*ciphertext*) berdasarkan *spread spectrum method* adalah :

Berikut ini akan diuraikan proses *embedding* pesan ke dalam citra *cover* berdasarkan *spread spectrum method*.

1. Pesan utama yang akan disembunyikan adalah sandi yang dihasilkan melalui proses penyandian berdasarkan algoritma *beaufort cipher* yang dipasangkan dengan nilai XOR dari karakter kunci *stegano* dan karakter panjang bit pesan utama.
2. Kunci *stegano* adalah karakter **Budidarma**, nilai skala penyebaran adalah 3 dan karakter yang menjadi penanda akhir pesan adalah karakter #.
3. Citra *cover* yang digunakan sebagai contoh adalah :



**Gambar 1.** Citra *Cover*

4. Proses pemeriksaan apakah citra dapat menyembunyikan seluruh bit-bit pesan tersandi atau tidak.

Pengecekan ukuran pesan dilakukan dengan rumus :

$$\text{TotBitPesan} = \text{JlhBitKunci} + \text{JlhKarPesanUtama} * 3 * 8 + \text{JlhBitPenanda}$$

Keterangan : TotBitPesan = Total bit pesan keseluruhan  
 JlhBitKunci = Jumlah bit kunci *stegano*  
 JlhBitPenanda = Jumlah bit karakter penanda akhir pesan

JlhKarPesanUtama = Jumlah karakter pesan utama  
 Angka 3 = Nilai skalar penggandaan bit pesan  
 Angka 8 = Jumlah bit pesan setiap karakter

- a. Jumlah pesan utama yang merupakan pesan tersandi berdasarkan *beufort cipher* ( &àÒÖäÖÛÜã ) = 9 karakter ( 9 karakter x 3 x 8 bit = 216 bit).
- b. Jumlah karakter pesan utama adalah 9, kemudian dikonversikan menjadi biner agar didapatkan jumlah bit-nya. Sehingga didapatkan total bit dari biner jumlah karakter pesan utama adalah 00001001 (desimal 9), jumlah bit-nya = 8 bit.
- c. Jumlah karakter kunci *stegano* = 65 (biner = 01000001 = 1 karakter)  
 Jumlah bit kunci *stegano* didapatkan dari hasil akhir proses XOR dari masing-masing karakter kunci (Budidarma) :

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| B = 01000010           | <b>XOR4 = 01011110</b> |
| u = 01110101           | a = 01100001           |
| <b>XOR1 = 00110111</b> | <b>XOR5 = 00111111</b> |
| d = 01100100           | r = 01110010           |
| <b>XOR2 = 01010011</b> | <b>XOR6 = 01001101</b> |
| i = 01101001           | m = 01101101           |
| <b>XOR3 = 00111010</b> | <b>XOR7 = 00100000</b> |
| d = 01100100           | a = 01100001           |
| <b>XOR4 = 01011110</b> | <b>XOR8 = 01000001</b> |

Nilai akhir proses XOR adalah 01000001 sejumlah 8 bit (01000001 dalam desimal adalah 65). Biner hasil XOR inilah yang digunakan sebagai biner kunci *stegano* yang ikut tersimpan disembunyikan pada citra *cover*.

Berdasarkan penguraian di atas, maka diperoleh panjang pesan keseluruhan adalah panjangPesan = 8 bit kunci *stegano* + jumlah karakter pesan utama \* 3 \* 8 bit + 8 bit penanda akhir pesan utama. Sehingga didapatkan panjangPesan = 8 bit + (9 \* 3 \* 8 bit) + 8 bit penanda akhir pesan = 232 bit.

Perhitungan berapa *pixel* citra yang dibutuhkan oleh pesan agar dapat disembunyikan, dapat dilakukan dengan cara total bit keseluruhan pesan yang akan disembunyikan dibagi dengan 3 (nilai 3 merupakan jumlah elemen warna setiap *pixel* citra *bitmap*). Sehingga dihasilkan 232 bit / 3 = 77,333 atau minimal 78 *pixel*.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jumlah pesan 232 bit masih dapat ditampung oleh citra *cover* dengan ukura 40 x 40 *pixel* (1600 *pixel*).

5. Proses penyebaran bit-bit pesan :

Bit-bit pesan yang disebar adalah bit pesan utama (hasil enkripsi/*cipher*) tidak termasuk kunci dan jumlah bit pesan utama.

|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| & = 00100110 | Ø = 11011000 | Ý = 11011101 |
| à = 11100000 | ä = 11100100 | Û = 11011001 |
| Ò = 11010010 | Ô = 11010010 | ã = 11100011 |

Proses penyebaran dilakukan dengan memanfaatkan nilai sklar penggandaan yang telah ditentukan sebelumnya yaitu 3, maka setiap bit dari karakter pesan akan digandakan sejumlah nilai sklar penggandaannya, sehingga dihasilkan segmen pesan baru seperti berikut ini :

|                                     |
|-------------------------------------|
| & = 000 000 111 000 000 111 111 000 |
| à = 111 111 111 000 000 000 000 000 |
| Ò = 111 111 000 111 000 000 111 000 |
| Ø = 111 111 000 111 111 000 000 000 |
| ä = 111 111 111 000 000 111 000 000 |
| Ô = 111 111 000 111 000 000 111 000 |
| Ý = 111 111 000 111 111 111 000 111 |
| Û = 111 111 000 111 111 000 000 111 |
| ã = 111 111 111 000 000 000 111 111 |

6. Bangkitkan *pseudonoise* (membangkitkan bilangan acak dengan nilai awal pembangkit adalah nilai hasil akhir proses XOR kunci yang telah dihasilkan sebelumnya, yaitu 65). Proses ini menggunakan formula  $X_{n+1} = (aX_n + c) \text{ mod } X_n \text{ m}$ . Diketahui  $m = 84$ ,  $a = 17$ ,  $c = 7$ ,  $X_n$  = bilangan bulat ke-n (dimulai dengan 65, yaitu nilai kunci). Pembangkitan bilangan acak ini dilakukan sebanyak 3 kali (sesuai dengan nilai skala penggandaan), maka perhitungannya sebagai berikut :

$$X_1 = (17 * 65 + 7) \text{ mod } 84 = 20$$

$$X_2 = (17 * 20 + 7) \text{ mod } 84 = 11$$

$$X_3 = (17 * 11 + 7) \text{ mod } 84 = 26$$

Nilai hasil pengacakan tersebut dirubah ke dalam bilangan biner dan dijadikan sebagai nilai biner *pseudosignal* :

|         |          |          |          |
|---------|----------|----------|----------|
| Desimal | 20       | 11       | 26       |
| Biner   | 00010100 | 00001011 | 00011010 |

7. Proses modulasi segmen pesan hasil penyebaran dengan nilai *pseudosignal*. Proses modulasi dilakukan dengan meng-XOR-kan masing-masing karakter segmen pesan hasil penyebaran dengan biner *pseudosignal*.

Segemen pesan tersebar :

- Biner simbol & = 000000111000000111111000
- Pseudosignal = 000101000000101100011010
- Modulasi 1 = 000101111000101011100010
- Biner simbol à = 111111110000000000000000
- Pseudosignal = 000101000000101100011010
- Modulasi 2 = 111010111000101100011010
- Biner simbol ò = 11111000111000000111000
- Pseudosignal = 000101000000101100011010
- Modulasi 3 = 111010000111101100100010
- Biner simbol Ø = 111110001111110000000000
- Pseudosignal = 000101000000101100011010
- Modulasi 4 = 111010000111010100011010
- Biner simbol ä = 111111110000001110000000
- Pseudosignal = 000101000000101100011010
- Modulasi 5 = 111010111000101011011010
- Biner simbol Ò = 11111000111000000111000
- Pseudosignal = 000101000000101100011010
- Modulasi 6 = 111010000111101100100010
- Biner simbol Ý = 1111100011111111000111
- Pseudosignal = 000101000000101100011010
- Modulasi 7 = 111010000111010011011101
- Biner simbol Û = 11111000111111000000111
- Pseudosignal = 000101000000101100011010
- Modulasi 8 = 111010000111010100011101
- Biner simbol ã = 1111111100000000011111
- Pseudosignal = 000101000000101100011010
- Modulasi 9 = 111010111000101100100101

Hasil demodulasi ditambahkan dengan biner kunci (hasil XOR) dan 8 bit total bit pesan utama, sehingga bit-bit keseluruhan yang akan disembunyikan adalah :

- Biner Kunci = 01000001
- Biner Penanda Akhir Pesan = 00100011 (karakter #)
- Hasil modulasi dari pesan utama :
- Modulasi 1 = 000101111000101011100010 (untuk karakter &)
- Modulasi 2 = 111010111000101100011010 (untuk karakter à)
- Modulasi 3 = 111010000111101100100010 (untuk karakter ò)
- Modulasi 4 = 111010000111010100011010 (untuk karakter Ø)
- Modulasi 5 = 111010111000101011011010 (untuk karakter ä)
- Modulasi 6 = 111010000111101100100010 (untuk karakter Ò)
- Modulasi 7 = 111010000111010011011101 (untuk karakter Ý)
- Modulasi 8 = 111010000111010100011101 (untuk karakter Û)
- Modulasi 9 = 111010111000101100100101 (untuk karakter ã)

} 9 karakter  
hasil sandi  
yang men-  
jadi pesan  
utama

Biner-biner hasil modulasi inilah yang akan disembunyikan di dalam citra *cover* (citra penampung pesan).

8. Proses penyembunyian/penyisipan pesan ke dalam citra *cover*. Proses ini dilakukan dengan mengganti bit-bit rendah (*least significant bit*) dari masing-masing biner elemen warna setiap *pixel* citra *cover*. Berdasarkan perhitungan jumlah bit pesan keseluruhan yang akan disembunyikan (232 bit), maka didapatkan bahwa jumlah *pixel* citra *cover* yang akan dimodifikasi adalah minimal 78 *pixel* untuk menyisipkan biner pesan dengan jumlah 232 bit. Proses penyembunyian pada penelitian ini hanya mengolah nilai-nilai *pixel* dengan jumlah 78 *pixel* dari jumlah *pixel* citra *cover* yang digunakan. Proses pengambilan nilai-nilai elemen warna setiap *pixel* dilakukan dengan menggunakan aplikasi *matlab* 6.1.



| Pixel | 1   |     |     | 2   |     |     | 3   |     |     | 4   |     |     | 5   |     |     | ..... |   |   | 40 |     |    |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|---|---|----|-----|----|
|       | R   | G   | B   | R   | G   | B   | R   | G   | B   | R   | G   | B   | R   | G   | B   | R     | G | B | R  | G   | B  |
| 1     | 232 | 228 | 207 | 234 | 235 | 220 | 197 | 199 | 192 | 186 | 184 | 183 | 224 | 222 | 215 |       |   |   | 79 | 102 | 47 |
| 2     | 236 | 234 | 217 | 244 | 242 | 228 | 164 | 159 | 149 | 81  | 64  | 66  | 203 | 195 | 195 |       |   |   | 41 | 59  | 23 |
| 3     | 230 | 226 | 217 | 241 | 235 | 222 | 243 | 235 | 219 | 123 | 107 | 108 | 102 | 83  | 92  | ..... |   |   | 66 | 86  | 33 |
| 4     | 237 | 229 | 214 | 233 | 225 | 213 | 241 | 234 | 224 | 227 | 216 | 209 | 107 | 96  | 105 |       |   |   | 89 | 118 | 40 |
| 5     | 229 | 226 | 214 | 240 | 232 | 220 | 243 | 231 | 217 | 206 | 199 | 188 | 83  | 87  | 95  |       |   |   | 87 | 111 | 37 |
| ⋮     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |   |   |    |     |    |
| 40    | 84  | 83  | 83  | 91  | 89  | 87  | 93  | 104 | 114 | 163 | 193 | 215 | 196 | 230 | 233 | ..... |   |   | 59 | 59  | 74 |

**Proses Ekstraksi Pesan Tersandi Berdasarkan Metode Spread Spectrum.** Ekstraksi pesan merupakan proses yang dilakukan untuk mengungkap kembali pesan yang telah disembunyikan di dalam *steganoimage* yang dilakukan dengan memisahkan pesan dari *steganoimage* sehingga dari hasil pemisahan tersebut dapat diketahui kembali pesan yang sebelumnya disembunyikan di dalam *steganoimage*. Proses yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Input *stegano image*
2. Konversi nilai-nilai elemen warna *pixel stegano image* ke biner
3. Input *stegano key*
4. Karakter dari *stegano key* dikonversi ke biner, kemudian masing-masing biner karakter di XOR hingga didapatkan hasil akhir dalam bentuk biner
5. Ambil bit-bit rendah sejumlah 8 bit dari biner-biner *stegano image*. 8 bit inilah yang akan dibandingkan dengan hasil XOR kunci stegano yang diinputkan.
6. Cek apakah 8 bit XOR sama dengan hasil pengambilan 8 bit dari nilai bit rendah *stegano image*. Apabila sama, maka kunci benar dan proses ekstraksi dapat dilakukan. Apabila tidak sama, maka proses ekstraksi tidak dapat diteruskan.
7. Bangkitkan *pseudosignal* berdasarkan nilai desimal hasil XOR *stegano key* yang telah diinput sebelumnya.
8. Proses pengambilan bit-bit pesan utama hingga ditemukan bit penanda akhir pesan utama. Proses ini dimulai dari bit ke-9 dan dilakukan secara bertahap. Setiap tahap diambil sejumlah hasil perkalian antara nilai sklar \* 8 bit, kemudian lanjutkan untuk mengambil bit-bit selanjutnya. Setiap 8 bit pertama dari masing-masing hasil pengambilan akan diperiksa apakah setelah dikonversi ke simbol mengandung karakter penanda akhir pesan atau tidak. Apabila didapatkan karakter penanda akhir pesan yaitu karakter #, maka proses pengambilan bit dihentikan. Artinya pesan yang disembunyikan telah terambil semua.  
Hasil setiap tahap pada proses ini kecuali hasil tahap yang mengandung karakter penanda akhir pesan merupakan hasil modulasi proses *stegano*.
9. Pengelompokkan biner-biner hasil nomor 8 di atas dengan jumlah bit perkelompok adalah nilai sklar \* 8 bit (3 x 8 bit = 24 bit).
10. Lakukan proses *demodulasi* antara biner-biner *pseudosignal* dengan biner-biner modulasi hasil penyaringan.
11. Lakukan proses *de-spreading*, yaitu melakukan proses penyusutan terhadap biner-biner hasil demodulasi kemudian konversi hasil demodulasi menjadi karakter. Rangkaian karakter-karakter inilah yang menjadi pesan utama yang tersembunyi di dalam *stegano image*.

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini adalah menguji kinerja aplikasi pada proses enkripsi dan dekripsi, *embedding* maupun proses *extraction*. Pengujian akan dilakukan pada beberapa citra *cover* dan beberapa pesan terenkripsi dan akan diuji apakah ada perubahan yang terjadi pada citra hasil (*stegano image*). Perubahan ini diukur berdasarkan perhitungan nilai *Peak Signal to Noise Rasio* (PSNR) dan nilai *Mean Square Error* (MSE) antar citra *cover* dan citra *stegano*.

| No | Citra Cover                                                                                                           | Plaintext, Kunci Stegano dan nilai skala                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ciphertext                                                                                                                                                                                                                                                                 | Stegano Image                                                                                                           | Kemiripan Citra                                                                                                                                                                                  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <br>Ukuran 40x40<br>Size : 18,8 Kb   | Plaintext = Bazisokhi<br>Kunci enkripsi = hALAWA<br>Kunci Stegano = Budidarma<br>Nilai Skala = 2                                                                                                                                                                                                                                 | &aÖOaÖYÜa                                                                                                                                                                                                                                                                  | <br>Ukuran 40x40<br>Size : 18,8 Kb   | MSE = 0,061<br>PSNR =60,27 dB<br>Gambar asli dan gambar <i>stegano</i> masih sangat mirip                                                                                                        |
| 2  | <br>Ukuran 100x100<br>Size : 29,3 Kb | Plaintext :<br>STMIK Budidarma Medan TA.<br>2016/2017<br>Kunci enkripsi = MEDAN<br>Kunci Stegano = STMIK<br>Nilai Skala = 3                                                                                                                                                                                                      | #M#iyö öMÿ                                                                                                                                                                                                                                                                 | <br>Ukuran 100x100<br>Size : 29,3 Kb | MSE = 0,046<br>PSNR =61,503 dB<br>Gambar asli dan gambar <i>stegano</i> masih sangat mirip                                                                                                       |
| 3  | <br>Ukuran 200x150<br>Size : 87,9 Kb | Plaintext :<br>Keamanan adalah sebuah keadaan yang ingin bebas dari segala bentuk serangan apapun dan bertujuan untuk melindungi data maupun informasi dari berbagai tindakan kejahatan cyber seperti yang dilakukan oleh para hacker dan cracker.<br>Kunci enkripsi = BAZISOKHI<br>Kunci Stegano = BUDIDARMA<br>Nilai Skala = 4 | =UuUoaäUja Yu Yoc+<br>Oaaüa3 äæçääi)UfY<br>a)UOoaä/sæçäLäoYä<br>OYUu Yö/æäUIIjæU<br>çUUi)öBäOOIöä/<br>äæ×IIäOöä+OUII)æä<br>BßUBIiäæççOaiäBß<br>OUUOöUäääOa" Yu<br>xä/äæ×äaäöäæ×/BUBä<br>ä/äBäUuOöä+äDäUä<br>)ääUä×IO:Ðöä(äUO<br>üPpääU)OOä3BäOä<br>"UuäääU(ääO:æäieY<br>äD | <br>Ukuran 200x150<br>Size : 87,9 Kb | MSE = 0,121<br>PSNR =57,503 dB<br>Gambar asli dan gambar <i>stegano</i> secara visual mata manusia masih terlihat mirip, tetapi nilai kesamaannya semakin menurun akibat jumlah bit yang berubah |

Gambar 2. Hasil Pengujian *Embedding* Berdasarkan *Spread Spectrum Method*

| No | Stegano Image                                                                                                          | Kunci Stegano, kunci dekripsi dan nilai skala                              | Ciphertext                                                                                                                                                                                                                                                      | Plaintext                                                                                                                                                                                                                           | Keterangan                                                                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <br>Ukuran 40x40<br>Size : 18,8 Kb    | Kunci enkripsi = hALAWA<br>Kunci Stegano = Budidarma<br>Nilai Skala = 2    | &aÖOaÖYÜa                                                                                                                                                                                                                                                       | Bazisokhi                                                                                                                                                                                                                           | <i>Ciphertext</i> Berhasil di ekstraksi dan didekripsi menjadi <i>plaintext</i> |
| 2  | <br>Ukuran 100x100<br>Size : 29,3 Kb  | Kunci enkripsi = MEDAN<br>Kunci Stegano = STMIK<br>Nilai Skala = 3         | #M#iyö öMÿ                                                                                                                                                                                                                                                      | STMIK Budidarma Mean TA. 2016/2017                                                                                                                                                                                                  | <i>Ciphertext</i> Berhasil di ekstraksi dan didekripsi menjadi <i>plaintext</i> |
| 3  | <br>Ukuran 200x150<br>Size : 87,9 Kb | Kunci enkripsi = BAZISOKHI<br>Kunci Stegano = BUDIDARMA<br>Nilai Skala = 3 | =UuUoaäUja Yu Yoc+<br>Oaaüa3 äæçääi)UfYä)UOöäiö<br>äçäiäöYäOYUu Yö/säUII<br>(äæUçUUAi)öBäOOIöä/ä<br>ä×IIäOöä+OUII)æäBßUBI<br>äæççOaiäBßOUUOöUäää<br>Oa" Yu xä/äæ×äaäöäæ×/BUBä<br>ä/äBäUuOöä+äDäUä)ää<br>Uä×IO:Ðöä(äUOüPpääU)<br>OOä3BäOä"UuäääU(ääO:<br>æäieYäD | Keamanan adalah sebuah keadaan yang ingin bebas dari segala bentuk serangan apapun dan bertujuan untuk melindungi data maupun informasi dari berbagai tindakan kejahatan cyber seperti yang dilakukan oleh para hacker dan cracker. | <i>Ciphertext</i> Berhasil di ekstraksi dan didekripsi menjadi <i>plaintext</i> |

Gambar 3. Hasil Pengujian *Extraction* Berdasarkan *Metode Spread Spectrum*

**KESIMPULAN**

- Proses pengkombinasian teknik kriptografi dan teknik steganografi dalam pengamanan pesan rahasia sangat memberi efek yang signifikan dalam meminimalisir tindakan-tindakan pencurian dan perusakan pesan yang sifatnya rahasia. teknik kriptografi digunakan untuk menyandikan pesan rahasia, sedangkan teknik steganografi digunakan untuk menyembunyikan pesan rahasia yang telah disandikan tersebut ke dalam citra digital.
- Beaufort cipher* melakukan proses enkripsi pesan rahasia dengan mengurangi nilai desimal dari setiap karakter pesan asli (*plaintext*) dengan setiap nilai desimal karakter kunci. Proses dekripsi dilakukan dengan menambahkan setiap nilai desimal karakter *ciphertext* dengan setiap nilai desimal karakter kunci. *Spread Spectrum method* melakukan proses penyembunyian dan ekstraksi pesan berdasarkan beberapa proses utama yaitu :
  - Melakukan *spreading* (penyebaran bit-bit pesan) berdasarkan nilai skala yang ditentukan oleh pengguna. *Spreading* akan menyebabkan pembengkakan terhadap jumlah bit pesan yang akan disembunyikan.
  - Membangkitkan biner-biner *pseudonoise*
  - Melakukan proses modulasi antara hasil *spreading* biner pesan yang telah di-*spread* dengan biner hasil *pseudonoise*.
  - Hasil modulasi inilah yang akan dijadikan sebagai biner-biner pesan akhir yang akan disembunyikan ke dalam citra digital
  - Proses penyembunyian pesan ke dalam citra dilakukan dengan menggantikan nilai bit plaign akhir dari setiap *pixel* citra *cover* dengan bit-bit hasil modulasi, kemudian nilai-nilai *pixel* tersebut akan dipetakan menjadi *stegano image*.
  - Penggunaan nilai skala yang kecil akan menyebabkan jumlah *pixel* citra *cover* yang dimodifikasi sedikit dan sebaliknya bila nilai skala yang digunakan besar, maka jumlah *pixel* citra yang dimodifikasi akan besar. Hal ini akan berpengaruh signifikan terhadap total *pixel* citra *cover* untuk menampung bit-bit pesan hasil *spreading*.
- Perancangan aplikasi penyembunyian *ciphertext* ke dalam citra digital berdasarkan metode *spread spectrum method* sangat membantu para pengguna dalam meningkatkan kecepatan

proses pengamanan pesan yang sifatnya rahasia sehingga tidak mudah diketahui oleh orang lain selain penerima yang sah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, 2013, "*Pengenalan Algoritma Pendekatan Secara Visual dan Interaktif Menggunakan Raptor*", Andi, Yogyakarta.
- Agus Wibowo dan Fachroni Akbar, "Diagram Alir Perancangan Sistem", *Jurnal.KOM*, Vol 2, No.5 Juli 2009.
- Deni Mahdiana, "*Analisa dan Perancangan Sistem Informasi Pengadaan Barang Dengan Metodologi Berorientasi Obyek*", *Telematika MKOM*, Vol.3 No.2, September 2011.
- Desi Lilyani, "*Implementasi Steganografi Pada Citra Digital Dengan Menggunakan Metode Dynamic Cell Spreading*", *Pelita Informatika Budidarma*, Volume : VI, Nomor : 1, Maret 2014.
- Dian Riski Nugroho, "Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe (Team Games Tournamen) TGT Terhadap Motivasi Siswa Mengikuti Pembelajaran Bola Voli Di Kelas X SMAN 1 Panggul Kabupaten Trenggalek", *UNS JURNAL*, Vol 3, No.2, Agustus 2009.
- Dony Ariyus, 2006, "*Computer Security*", Andi, Yogyakarta.
- Drs. Suarga, M.Sc., M.Math., Ph.D. , 2006, "*Algoritma dan Pemrograman*", Andi, Yogyakarta.
- Edy Prasetyo Utomo, "Analisa dan Perancangan Sistem Informasi Parkir Di Universitas Maria Kudus", *Jurnal SIMETRIS*, Vol 3, No 1, April 2013.
- Emy Setyaningsih, S.Si., M.kom, 2015, "*Kriptografi dan Implementasinya Menggunakan MATLAB*", Andi, Yogyakarta.
- Rahimah, "*Implementasi Penyembunyian dan Penyandian Pesan Pada Citra Menggunakan Algoritma Affine Cipher dan Metode Least Significant Bit*", *Pelita Informatika Budidarma*, Volume : VI, Nomor : 1, Maret 2014.
- Rahmat Priyanto, 2009, "*Visual Basic.NET 2008*", Andi, Yogyakarta.
- Rinaldi Munir, 2006, "*Kriptografi*", Informatika, Bandung.
- Sri Dharwiyanti dan Romi Satria Wahono, "*Pengantar Unified Modeling Language (UML)*", Ilmu Komputer.com.
- Sulindawati dan Muhammad Fathoni, "Pengantar Analisa Perancangan Sistem", *Jurnal SAINTIKOM*, Vol.9, No.2 Agustus 2010.

## PERANCANGAN STEGANOGRAFI PADA CITRA DIGITAL DENGAN ALGORITMA GIFSHUFFLE

Mashari

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[harimas04@gmail.com](mailto:harimas04@gmail.com)

**Abstrak.** Algoritma steganografi pada citra dengan format GIF. Graphics Interchange Format (GIF) adalah sebuah format yang sering digunakan dalam dunia web maupun dalam dunia citra digital. Format ini sering digunakan karena ukurannya yang relatif kecil dan juga banyaknya software editor gambar yang telah mendukung citra ini. GIF berukuran kecil karena membatasi jumlah warnanya sebanyak 256 warna sehingga dapat menghemat ukuran berkas. Algoritma GifShuffle yang dikembangkan oleh Matthew Kwan adalah salah satu algoritma steganografi yang menggunakan berkas citra dengan format GIF. Akan dibahas bagaimana proses encoding dan decoding pesan dalam citra dengan menggunakan algoritma GifShuffle. Algoritma ini melakukan penyisipan pesan dengan cara mengganti susunan palet warna yang ada dalam sebuah berkas citra dengan format GIF. Selain itu akan dilakukan pula pengujian terhadap citra yang telah disisipi oleh pesan. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan software paranoia. Hal ini dilakukan untuk memperoleh kesimpulan bagaimana ketahanan pesan yang telah disisipkan ke dalam berkas GIF tersebut. Pengujian terhadap berbagai ukuran berkas citra dan jumlah warna yang dikandung dalam berkas tersebut pun dilakukan untuk memperoleh bagaimana kriteria berkas citra dengan format GIF

**Kata Kunci :** Pengolahan citra digital, GifShuffle, steganografi

### PENDAHULUAN

Citra digital adalah gambar dua dimensi yang bisa ditampilkan pada layar komputer sebagai himpunan/ distrit nilai digital yang disebut pixel atau picture elements. Dalam tinjauan matematis, citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Citra digital mempunyai titik  $f(x,y)$  dimana dilakukan diskritisasi tingkat kwantisasi (keabuan/kecermelangan). Citra digital merupakan fungsi intensitas cahaya  $f(x,y)$  dimana harga  $x$  dan harga  $y$  adalah koordinat spasial. Harga fungsi tersebut disetiap titik  $(x,y)$  merupakan titik kecemerlangan citra pada titik tersebut. Steganografi merupakan seni untuk menyembunyikan pesan di dalam media digital sedemikian rupa sehingga orang lain tidak menyadari sesuatu pesan didalam media tersebut. Data yang dikirim berupa gambar, teks dan lain-lain dan bagaimana pesan tersebut tidak diketahui oleh orang lain serta kerahasiaan pesan tersebut terjaga. Kata steganografi (*steganography*) berasal dari bahasa Yunani *steganos* yang artinya “tersembunyi/terselubung” dan *graphein* “menulis” sehingga kurang lebih artinya “menulis (tulisan) terselubung. Steganografi menyamarkan keberadaan pesan yang telah disisipkan ke media penampungnya. Media penampung tersebut dapat berupa audio, gambar, video atau media lainnya. Untuk mempercepat proses pengiriman pesan rahasia, diperlukan sebuah media penampung pesan yang berukuran kecil namun tetap dapat menjamin kerahasiaan pesan yang dikandungnya. Kita kirimkan. Hal ini tentunya akan lebih praktis ketimbang kita mengirimkan pesan dalam bentuk berkas yang terenkripsi. Hal ini tentunya akan membuat orang lain curiga dan mulai melakukan *attack* untuk mengetahui isi pesan yang kita kirimkan.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Pada penelitian ini Steganografi pada Citra Digital ini hanya menyisipkan text pada gambar berformat Gif dengan ukuran pixel 5x5 dan resolusi 512x512. Pada proses *encoding* dan *decoding* diperlukan algoritma pada setiap teknik keamanan yang digunakan, diantaranya yaitu menggunakan algoritma *Gifshuffle*.

#### Metode Gifshuffle.

*Gifshuffle* merupakan sebuah algoritma yang menyisipkan pesan ke dalam citra berformat Gif. Cara kerjanya adalah dengan mengubah susunan palet warna pada citra tersebut di mana setiap perubahan berkorespondensi dengan sebuah karakter yang dideklarasikan sebelumnya. Namun, penyisipan pesan ke dalam citra Gif masih belum cukup karena pesan dapat dengan mudah diekstrak oleh steganalis. Oleh karena itu, diperlukan sebuah proses enkripsi terhadap pesan sebelum disisipkan ke dalam citra Gif untuk mempersulit steganalis dalam memperoleh informasi dari pesan rahasia tersebut. Sesuai namanya, *Gifshuffle* akan melakukan “*shuffle*” atau pengacakan terhadap palet warna dari sebuah berkas GIF, sehingga bisa diartikan bahwa *Gifshuffle* adalah algoritma yang memanfaatkan penukaran posisi ke 256 palet warna dalam berkas citra berformat GIF. Penukaran

posisi memungkinkan diperolehnya sebuah informasi berkaitan dengan perbedaan posisi awal dengan posisi akhir. Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa Algoritma *Gifshuffle* Salah satu algoritma steganografi yang dapat digunakan untuk menyisipkan pesan pada citra berformat GIF adalah algoritma *Gifshuffle*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Proses Penyisipan Pesan.** Proses yang dilakukan dalam penyisipan pesan berdasarkan algoritma *Gifshuffle* dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Dimulai dengan dengan pesan yang akan disisipkan. Pesan tersebut akan diubah kedalam sebuah bentuk biner dengan representasi 1/0.
2. Anggap kumpulan representasi biner yang tadi diperoleh sebagai sebuah angka. Biasanya langkah ini akan menghasilkan sebuah bilangan yang sangat besar karena konversi dari biner yang besar. Namakan bilangan yang diperoleh ini sebagai M.
3. Hitung jumlah warna yang terkandung dalam berkas GIF yang ingin disisipkan. Samakan jumlah yang diperoleh ini sebagai N. Apabila  $M > N! - 1$  maka pesan yang ingin disisipkan berukuran terlalu besar sehingga proses penyisipan tidak dapat dilakukan.
4. Urutkan warna dalam palet warna sesuai dengan urutan yang "natural". Setiap warna dengan format RGB dikonversikan ke bilangan integer dengan aturan (merah \* 65536 + hijau \* 256 + biru). Kemudian diurutkan berdasarkan besar bilangan integer yang mewakili warna tersebut.
5. Lakukan iterasi terhadap variabel I dengan nilai I dari 1 sampai N. Setiap warna dengan urutan N-i dipindahkan keposisi baru yaitu  $M \bmod i$ , kemudian M dibagi dengan i.
6. Kemudian palet warna yang baru hasil iterasi pada langkah 5 dimasukkan ke dalam palet warna berkas GIF. Apabila ada sebuah tempat yang diisi oleh 2 buah warna maka warna yang sebelumnya menempati tempat tersebut akan digeser satu tempat ke samping.
7. Apabila ternyata besar dari palet warna yang baru lebih kecil dari 256 maka palet warna akan diisi dengan warnaterakhir dari palet warna sebelumnya.
8. Kemudian berkas GIF ini akan dikompresi ulang dengan palet warna yang baru untuk menghasilkan berkas yang baru dengan ukuran dan gambar yang sama namun telah disisipi pesan. Berikut ini contoh proses penyisipan berdasarkan *Gifshuffle*, dimana pada proses ini akan membutuhkan pesan dan *citra cover* sebagai media penampung pesan tersebut.



**Gambar 1.** Citra Cover

**Proses Encoding.** Pesan yang akan disisipkan adalah "HARI". Selanjutnya akan dilakukan iterasi yang ada dalam langkah ke -5 untuk mengetahui perubahan posisi.

I

$$64 \bmod 1 = 0$$

$$M = 64 \div 1$$

$$M = 64$$

Sehingga I menempati posisi ke-0 pada susunan yang baru.

R

$$64 \bmod 2 = 0$$

$$M = 64 \div 2$$

$$M = 32$$

Sehingga R menempati posisi ke-0 pada susunan yang baru.

A

$$32 \bmod 3 = 2$$

$$M = 32 \div 3$$

$$M = 3$$

Sehingga A menempati posisi ke-2 padasusunan yang baru.

H

$$3 \bmod 4 = 3$$

$$M = 3 \text{ div } 4$$

$$M = 0$$

Sehingga H menempati posisi ke-3 padasusunan yang baru.

Setelah diperoleh susunan yang baru maka diterapkanlah prosedur yang sama seperti pada langkah ke 6. hal ini perlu diterapkan karena huruf R dan I menempati posisi yang sama yaitu posisi ke-0. Sehingga sekarang posisi huruf Idigester 1 blok ke kanan untuk menempati posisike-1. Hasil akhir dari penggantian susunan huruf ini adalah : RIAH.

**Proses Decoding.** Sama seperti kebanyakan algoritma dalam bidang kriptografi proses decoding hanyalah berupa pembalikan dari proses encoding. Contoh pembalikan dari susunan yang telah dihasilkan pada skema *encoding* adalah :

H

$$M = 1+1*0$$

$$M = 1$$

A

$$M = M+1+2*1$$

$$M = 1+1+2*1$$

$$M = 4$$

R

$$M = M+2+3*2$$

$$M = 4+2+3*2$$

$$M = 12$$

I

$$M = M+2+4*2$$

$$M = 12+2+4*2$$

$$M = 22$$

Dari proses pembalikan tersebut maka diperoleh bahwa hasil pembalikan adalah  $M = 22$ , sama seperti pesan yang disisipkan. Bilangan integer M ini pun hanya tinggal dikonversikan kembali untuk memperoleh pesan.

**Hasil Pengujian.** Proses Pengujian ini dilakukan pada beberapa citra *cover* dan beberapa pesan dan akan diuji apakah ada perubahan yang terjadi pada citra hasil (*stegano-image*).



**Gambar 2.** Nilai R, G, B



**Gambar 3.** Proses Encoding.

**KESIMPULAN**

1. Algoritma *Gifshuffle* menghasilkan kualitas citra yang sama persis dengan kualitas dari citra asli karena secara umum algoritma ini hanya melakukan penyusunan ulang warna-warna pada colormap.
2. Waktu yang dibutuhkan untuk menyisipkan pesan tergolong cukup lama yaitu hampir membutuhkan waktu hingga 0,5 sampai 1 detik dalam penyisipan. Hal ini karena terdapat bilangan *BigInteger* yang mengakibatkan dalam pengoperasiannya membutuhkan waktu lebih banyak dibandingkan integer biasa. Selain itu, batas penyimpanan terhadap pesan maksimal sebesar 1683 bit sehingga ukuran maksimal pesan hanya sebesar 210 byte.
3. Proses *Encoding* memiliki performa yang lebih cepat daripada proses *Decoding*, hal ini dikarenakan pada proses *ecoding* pada algoritma *GifShuffle* prosesnya lebih sederhana karena tidak perlu mengganti colormap yang baru dengan yang lama yang lebih diutamakan adalah pesan yang disembunyikan dapat dibaca kembali

**DAFTAR PUSTAKA**

- T. Sutoyo, Dkk. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital* Yogyakarta, C.V. Andi Offset.
- Darma Putra, 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta, CV. Andi Offset.
- Fajar Astuti Hermawati, 2013. *Pengolahan Citra Digital* Yogyakarta, C.V. Andi Offset.
- Wahana Komputer, 2013. *Ragam Aplikasi Pengolahan Image Dengan Matlab*. Jakarta, PT. Elex Media Komputindo.
- Abdul Kadir, Adhi Susanto, 2013. *Teori Dan aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta, C.V. Andi Offset.
- Hendrayudi, 2011. *Pengenalan Pemograman Visual Basic Net*. Jakarta, PT. Elex Media Komputindo.
- Rosa, A.S, 2014. *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Breiontasi Objek*. Bandung. Informatika.

## PENERAPAN METODE SPREAD SPECTRUM DAN LEAST SIGNIFICANT BIT DALAM PENYEMBUNYIAN PESAN CITRA

Mawar Purba

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[mawarpurba89@gmail.com](mailto:mawarpurba89@gmail.com)

**Abstrak.** Steganografi merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam pengamanan informasi, yaitu dengan menyembunyikan informasi ke dalam media digital dengan metode tertentu agar tidak tampak perbedaan secara visual antara file asli dengan file yang telah disisipi informasi (stegoimage) sehingga tidak diketahui oleh steganalis (orang yang dapat memecahkan stegoimage tanpa mengetahui kunci yang ada). Data digital yang dapat menjadi tempat/media data yang akan disembunyikan (stegomedium) pada steganografi adalah gambar/citra, audio, dan video. Salah satu jenis media lain yang dapat digunakan adalah file citra digital dengan format JPEG. Manfaat dari steganografi yaitu menyembunyikan, merahasiakan sebuah informasi dan keberadaan pesan. Pesan yang telah di sembunyikan dipastikan tidak akan menarik perhatian orang lain dan jauh dari pikiran seseorang terhadap suatu rahasia pesan tersebut karena pesan yang dikirim persis dengan pesan sebelumnya yang sudah disisipkan sehingga hal tersebut tidak menimbulkan kecurigaan pihak ketiga yang tidak mempunyai wewenang untuk mengakses pesan tersebut. Teknik steganografi dapat dilakukan dengan metode Least Significant Bit dan Spread Spectrum yang dapat meningkatkan keamanan pesan rahasia didalam informasi lainnya. Spread Spectrum adalah Sebuah teknik pentransmisian dengan menggunakan pseudo-noise code, yang independen terhadap data informasi, sebagai modulator bentuk gelombang untuk menyebarkan energi sinyal dalam sebuah jalur komunikasi (bandwidth) yang lebih besar daripada sinyal jalur komunikasi informasi. Oleh penerima, sinyal dikumpulkan kembali menggunakan replika pseudo-noise code tersinkronisasi. Berdasarkan definisi, dapat dikatakan bahwa steganografi menggunakan metode spread spectrum memperlakukan cover-object baik sebagai derau (noise) ataupun sebagai usaha untuk menambahkan derau semu (pseudonoise) ke dalam cover-object. Least significant bit adalah bagian dari barisan data biner (basis dua) yang mempunyai nilai paling tidak berarti/paling kecil. Letaknya adalah paling kanan dari barisan bit. Sedangkan most significant bit adalah sebaliknya, yaitu angka yang paling berarti/paling besar dan letaknya disebelah paling kiri. Least significant bit sering kali digunakan untuk kepentingan penyisipan data ke dalam suatu media digital lain, salah satu yang memanfaatkan Least significant bit sebagai metode penyembunyian adalah steganografi audio dan gambar.

**Kata Kunci :** Pengolahan citra digital, GifShuffle, steganografi

### PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan manusia akan keamanan informasi rahasia melalui media internet membuat steganografi menjadi salah satu solusi dalam menghadapi masalah keamanan data. Steganografi merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam pengamanan informasi, yaitu dengan menyembunyikan informasi ke dalam media digital dengan metode tertentu agar tidak tampak perbedaan secara visual antara file asli dengan file yang telah disisipi informasi (stegoimage) sehingga tidak diketahui oleh steganalis (orang yang dapat memecahkan stegoimage tanpa mengetahui kunci yang ada). Data digital yang dapat menjadi tempat/media data yang akan disembunyikan (stegomedium) pada steganografi adalah gambar/citra, audio, dan video. Salah satu jenis media lain yang dapat digunakan adalah file citra digital dengan format JPEG. Citra (image) istilah lain untuk gambar sebagai salah satu komponen kumpulan multimedia memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Ada sebuah peribahasa yang berbunyi “sebuah gambar lebih dari seribu kata” (*a picture is more than a thousand words*). Maksudnya tentu sebuah gambar dapat memberikan informasi yang lebih banyak dari pada informasi tersebut disajikan dalam bentuk kata-kata disajikan (*tekstual*). Pada jurnal Hasiholan Manurung “Teknik Penyembunyian Pesan Teks Pada Media Citra Gif Dengan Least Significant Bit (Lsb)” Pelita Informatika Budidarma, Volume VII, Agustus 2014, No ISSN : 2301-9425. Metode Least Significant Bit adalah yang dapat menyembunyikan pesan teks kedalam media citra gif dan merupakan salah satu metode sederhana untuk menyembunyikan pesan teks ke dalam sebuah gambar yang mengubah nilai bit terakhir pada gambar steganografi dengan nilai bit pada pesan teks.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

proses penyembunyian pesan teks pada citra dengan format JPEG sebagai media penampung pesan. Pada proses encoding dan decoding diperlukan algoritma untuk keamanan. Spread spectrum digunakan untuk manyandikan sebuah pesan yang menggunakan pseudorandom noise generator

yang lebar untuk membuat sebuah barisan yang tersebar sedangkan untuk penyisipan pesan menggunakan *Least significant bit*.

**Metode**

**Spread Spectrum**

Sebuah teknik pentransmisian dengan menggunakan pseudo-noise code, yang independen terhadap data informasi, sebagai modulator bentuk gelombang untuk menyebarkan energi sinyal dalam sebuah jalur komunikasi (bandwidth) yang lebih besar daripada sinyal jalur komunikasi informasi. Oleh penerima, sinyal dikumpulkan kembali menggunakan replika *pseudo-noise code tersinkronisasi*.

**Least significant bit**

Least significant bit adalah bagian dari barisan data biner (basis dua) yang mempunyai nilai paling tidak berarti/paling kecil. Letaknya adalah paling kanan dari barisan bit. Sedangkan most significant bit adalah sebaliknya, yaitu angka yang paling berarti/paling besar dan letaknya disebelah paling kiri. *Least significant bit* sering kali digunakan untuk kepentingan penyisipan data ke dalam suatu media digital lain, salah satu yang memanfaatkan *Least significant bit* sebagai metode penyembunyian adalah steganografi *audio* dan gambar. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam penyembunyian pesan menggunakan *Least significant bit* adalah sebagai berikut :

1. Mencari Nilai ASCII pesan yang akan disisipkan., kemudian bilangan ASCII tersebut diubah dalam bilangan biner.
2. Merubah nilai derajat keabuan citra kedalam bentuk decimal, kemudian nilai derajat keabuan citra akan dirubah kedalam biner.
3. Kemudian akan dilakukan proses penyisipan sesuai dengan metode *Least Significant Bit*. Dari proses kerja metode *Least Significant Bit* dengan menggantikan nilai bit citra dengan bit yang disisipkan dan mencari nilai desimal setelah mendapatkan penyisipan pada khir bit.

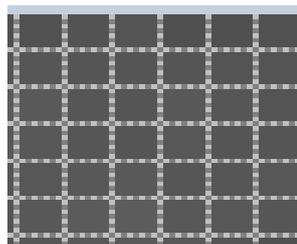
Mengekstrak pesan rahasia yang terdapat pada *file* citra tersebut dari nilai biner setiap blok derajat keabuan citra tersebut dengan mencari ekstrak setiap kata.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Penyisipan Menggunakan Last Significant Bit.** Metode *least significant bit* merupakan teknik penyembunyian data dengan mengganti bit-bit data dalam segmen sebuah citra dengan bit-bit rahasia dari data yang disembunyikan. Setelah kata di kodekan dengan algoritma Spread Spectrum, hasil pengkodean tersebut akan disisipkan ke dalam citra/gambar dengan menggunakan metode *least significant bit*. Adapun proses penyisipan kata tersebut adalah sebagai berikut :

Pada citra 6x6 piksel akan disisipkan pesan yaitu “ ‘ N f ”. Pesan yang disisipkan dirubah dalam bentuk bilangan ASCII. Bilangan ASCII dari pesan “ ‘ N f ” adalah ‘=96, N=78, f=102. Kemudian bilangan ASCII tersebut dirubah dalam bilangan biner yaitu ‘=01100000, N=01001110, f=01100110.

Berikut citra 6 x 6 pixel :



**Gambar 1. Citra Cover**

Kemudian merubah nilai derajat keabuan citra ke dalam bentuk desimal. Berikut nilai derajat keabuan citra tersebut :

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 196 | 10  | 97  | 182 | 101 | 40  |
| 67  | 200 | 100 | 50  | 90  | 50  |
| 25  | 150 | 45  | 200 | 75  | 28  |
| 176 | 56  | 77  | 100 | 25  | 200 |
| 101 | 34  | 250 | 40  | 100 | 60  |
| 44  | 66  | 99  | 125 | 190 | 200 |

Kemudian akan dilakukan proses penyisipan sesuai dengan algoritma metode *least significant bit*.

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini adalah menguji kinerja aplikasi pada proses penyisipan. Pengujian ini dilakukan pada beberapa citra *cover* dan beberapa pesan dan akan diuji apakah ada perubahan yang terjadi pada citra hasil (*stegano-image*).



**Gambar 2.** Proses Penyisipan Pesan

## KESIMPULAN

1. Aplikasi penyembunyian pesan citra dapat digunakan dengan *metode spread spectrum* dan *Least significant bit* sehingga dapat menjaga keamanan file dari pihak-pihak yang tidak berwenang.
2. Proses penyembunyian pesan teks ke dalam citra dapat dilakukan dengan *metode spread spectrum* dan *least significant bit*.
3. Penerapan *Spread spectrum* dan *Least significant bit* dalam penyembunyian pesan teks pada citra format JPG lebih mudah digunakan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual basic net 2008*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Rinaldi Munir, 2011, "*Steganografi*", Informatika, Bandung.
- T. Sutoyo, S.si, 2011, "*Citra Digital*", Andi, Yogyakarta.
- Abdul Kadir, 2008, "*Pemrograman Citra Digital*", Penerbit Salemba Empat, Jakarta.
- Primanda Arif Aditya, 2013, "*Dasar-Dasar Pemrograman Database Desktop dengan Visual Basic.Net 2008*", Penerbit PT. Alex Media Komputindo, Jakarta.
- Yuswanto, 2006, "*Pemrograman Dasar Visual Basic. Net 2008*", Prestasi Pustaka, Jakarta.
- Jogiyanto, Hartono, 2005, "*Analisis dan Desain Sistem Informasi*", Andi, Yogyakarta.
- Jurnal Pelita Informatika Budidarma, Volume: VII, Nomor: 1, Agustus 2014, Hasiholan Manurung
- Jurnal Pelita Informatika Budidarma, Volume: VII, Nomor: 1, Agustus 2014, Dal Fendry.

## PENERAPAN ALGORITMA ARITHMETIC CODING PADA KOMPRESI FILE CITRA DIGITAL

Ranto Panjaitan

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[rantopanjaitan91@gmail.com](mailto:rantopanjaitan91@gmail.com)

**Abstrak.** Kompresi data merupakan suatu hal yang esensial. Teknik kompresi ini esensial karena ukuran dari data semakin lama semakin besar, tetapi belum optimal karena tidak didukung oleh perkembangan dari teknologi penyimpanan data dan *bandwidth* (untuk kecepatan *download* data dari internet) yang seimbang. Sementara orang-orang pun menginginkan data dengan kualitas terbaik dan kuantitas (ukuran) yang minimum. Melihat masalah-masalah tadi, maka pemecahannya adalah maksimalisasi kompresi, yaitu mengurangi tempat yang digunakan oleh data yang dimampatkan. Pemampatan data (*data compression*) merupakan salah satu kajian di dalam ilmu komputer yang bertujuan untuk mengurangi ukuran file sebelum menyimpan atau memindahkan data tersebut ke dalam media penyimpanan (*storage device*). Media penyimpanan seperti *floppy disk*, *hard disk* dan CD (*Compact Disc*) mempunyai kapasitas yang terbatas. Jika data yang akan disimpan pada media penyimpanan semakin bertambah dan berukuran besar, maka media penyimpanan tidak dapat menyimpan data tersebut karena melebihi kapasitas. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah ini digunakanlah pemampatan data. Citra dalam format BMP lebih bagus daripada citra dalam format yang lainnya, karena citra dalam format BMP umumnya tidak dimanfaatkan sehingga tidak ada informasi yang hilang. Terjemahan bebas bitmap adalah pemetaan bit, artinya nilai intensitas piksel di dalam citra dipetakan sejumlah bit tertentu. Proses kompresi citra dengan *Aritmetic Coding* menghasilkan ukuran size yang semakin kecil dari citra awal dan proses kompresinya juga tidak memerlukan yang lama untuk memproses hasil kompresinya. Rasio perbandingan citra awal dengan citra hasil kompresi *Aritmetic Coding* menghasilkan rasio yang cukup besar.

**Kata Kunci :** Kompresi, Citra Digital Bitmap, Arithmetic Coding

### PENDAHULUAN

Kompresi data merupakan suatu hal yang esensial. Teknik kompresi ini esensial karena ukuran dari data semakin lama semakin besar, tetapi belum optimal karena tidak didukung oleh perkembangan dari teknologi penyimpanan data dan *bandwidth* (untuk kecepatan *download* data dari internet) yang seimbang. Sementara orang-orang pun menginginkan data dengan kualitas terbaik dan kuantitas (ukuran) yang minimum. Melihat masalah-masalah tadi, maka pemecahannya adalah maksimalisasi kompresi, yaitu mengurangi tempat yang digunakan oleh data yang dimampatkan. Pemampatan data (*data compression*) merupakan salah satu kajian di dalam ilmu komputer yang bertujuan untuk mengurangi ukuran file sebelum menyimpan atau memindahkan data tersebut ke dalam media penyimpanan (*storage device*). Media penyimpanan seperti *floppy disk*, *hard disk* dan CD (*Compact Disc*) mempunyai kapasitas yang terbatas. Jika data yang akan disimpan pada media penyimpanan semakin bertambah dan berukuran besar, maka media penyimpanan tidak dapat menyimpan data tersebut karena melebihi kapasitas. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah ini digunakanlah pemampatan data. Pemrosesan citra adalah ilmu untuk memanipulasi gambar, yang melingkupi teknik-teknik untuk memperbaiki atau mengurangi kualitas gambar, menampilkan bagian tertentu dari gambar, membuat sebuah gambar yang baru dari beberapa bagian gambar yang sudah ada, dan beberapa teknik manipulasi gambar lainnya. Suatu citra yang mempunyai kontras rendah dapat dihasilkan dari sumber citra dengan proses pencahayaan atau penerangan yang rendah atau karena adanya kesalahan *setting* pada saat pengambilan citra berlangsung.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek penelitian adalah data teks sebagai objek yang akan dikompresi. Teknik keamanan yang digunakan, diantaranya yaitu menggunakan algoritma *Arithmetic Coding* dalam melakukan proses enkripsi dan dekripsi serta proses encoding dan decoding.

#### Metode

##### Arithmetic Coding

*Arithmetic Coding* adalah suatu bagian dari *entropy encoding* yang mengkonversi suatu data ke dalam bentuk data yang lain dengan lebih sering menggunakan sedikit bit dan jarang menggunakan lebih banyak bit karakter. Teknik pengkodean ini memisahkan pesan masukan ke dalam simbol dan menukar masing-masing simbol dengan suatu *floating-point*. *Arithmetic Coding* mengkodekan seluruh pesan ke dalam suatu bilangan pecahan  $n$  di mana ( $0.0 = n < 1.0$ ) (Sutoyo, T, 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Semarang, Andi ). Implementasi *Arithmetic Coding* harus

memperhatikan kemampuan encoder dan decoder, yang umumnya mempunyai keterbatasan jumlah *mantissa*. Hal ini dapat menyebabkan kesalahan atau *error* apabila suatu *Arithmetic Coding* mempunyai kode dengan *floating point* yang sangat panjang. Sehingga diberikan solusi berupa modifikasi algoritma *Arithmetic Coding* dengan menggunakan bilangan *integer*. Modifikasi ini mampu mengatasi keterbatasan pengolahan *floating point* dalam melakukan kompresi dan dekompresi data. Modifikasi dengan bilangan integer juga dipakai karena jumlah bit kodenya lebih sedikit dan mempercepat proses kompresi dan dekompresi data karena perhitungan *integer* jauh lebih cepat dari perhitungan *floating point* serta dapat diimplementasikan dalam program (Sutoyo, T, 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Semarang, Andi).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

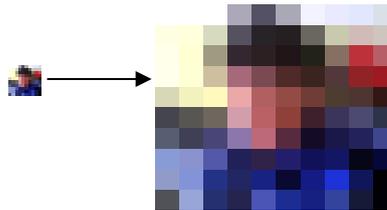
**Proses Encoding.** Pada dasarnya contoh penggunaan metode *Arithmetic Coding* pada citra digital tidak berbeda jauh dengan *file-file* lainnya. Misalnya terdapat data citra digital kemudian citra tersebut dirubah dalam bentuk matriks seperti gambar 3.1 dibawah ini :



**Gambar 1.** Citra asli

Keterangan :

1. File photo diatas berukuran 117 Kb dengan nama file citra.bmp dengan resolusi 200 x 200 pixel
2. Setelah dilakukan proses untuk analisa maka disesuaikan dengan batasan masalah dengan resolusi 10 x 10 pixel dan ukuran file citra jadi 374 bit



**Gambar 2** Citra ukuran 10 x 10 pixel dan citra setelah dizoom

**Tabel 5.** Hasil *decoding* untuk nilai “**3, 12, 23, 26, 31, 34, 37, 38, 40, 41**”:

| No | Nilai         | Low  | High | CR   | ES                    |
|----|---------------|------|------|------|-----------------------|
| 1  | 3             | 0.0  | 0.13 | 0.13 | 0.0190407786580388416 |
| 2  | 12            | 0.13 | 0.19 | 0.06 | 0.14646752813876032   |
| 3  | 23            | 0.19 | 0.39 | 0.20 | 0.274458802312672     |
| 4  | 26            | 0.39 | 0.45 | 0.06 | 0.42229401156336      |
| 5  | 31            | 0.45 | 0.58 | 0.13 | 0.538233526056        |
| 6  | 34            | 0.58 | 0.71 | 0.13 | 0.6787194312          |
| 7  | 37            | 0.71 | 0.77 | 0.06 | 0.75938024            |
| 8  | 38            | 0.77 | 0.83 | 0.06 | 0.823004              |
| 9  | 40            | 0.83 | 0.89 | 0.06 | 0.8834                |
| 10 | 41            | 0.89 | 1.00 | 0.11 | 0.89`                 |
| 11 | 0.0 (selesai) | -    | -    | -    | -                     |

Maka, diperoleh ES = 0.0190407786580388416 bersesuaian dengan nilai “**3, 12, 23, 26, 31, 34, 37, 38, 40, 41**”. Dan setelah nilai ES ditentukan, maka kita dapat menentukan rasio kompresinya yaitu seperti berikut ini :

Ket : Ukuran citra asli = 117 Kb  
 Ukuran hasil kompresi = 10 Kb  

$$\text{Rasio Kompresi} = 100\% - \frac{\text{Ukuran Citra Hasil Kompresi}}{\text{Citra Semula}} \times 100\%$$

$$= 100\% - \frac{10}{117} \times 100\%$$

$$= 91\%$$

Dari perhitungan metode *Arithmetic Coding* di atas dapat disimpulkan bahwa hasil kompresi dari file citra yang digunakan menghasilkan perubahan sekitar 91% terjadi perubahan nilai *resize* citra yang di

proses.

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini adalah menguji kinerja aplikasi pada proses *encoding dan decoding*. Pengujian ini dilakukan pada beberapa citra *cover* dan beberapa pesan dan akan diuji apakah ada perubahan yang terjadi pada citra hasil (*stegano-image*).

**Tabel 6.** Hasil kompresi citra asli

| Gambar                                                                            | Ukuran Size Asli | Ukuran Size Setelah di Kompresi |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|
|  | 117 KB           | 10 KB                           |

## KESIMPULAN

1. Proses kompresi citra dengan *Aritmetic Coding* menghasilkan ukuran size yang semakin kecil dari citra awal dan proses kompresinya juga tidak memerlukan yang lama untuk memproses hasil kompresinya.
2. Rasio perbandingan citra awal dengan citra hasil kompresi *Aritmetic Coding* menghasilkan rasio yang cukup besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- J.S Badudu & Sutan Muhammad Zain. 1996. *Penerapan Algoritma*, Andi, Yogyakarta
- Prasetyo, E. 2011. *Pengolahan Citra Digital Dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*, Andi, Yogyakarta
- Putra, D. 2010. *Pengolahan Citra Digital Dan Aplikasinya*. Semarang, Andi, Yogyakarta.
- Munir, R. 2004. *Pengolahan Citra Digital*. Bandung: Informatika
- Wijaya & Prijono. 2005. *Dasar Pengolahan Citra*. Graha ilmu, Yogyakarta.
- Melisa, 2012. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Semarang, Andi, Yogyakarta.
- Utami, S. 2014. *Pengolahan Citra Digital*. Informatika, Yogyakarta
- Sutoyo T. 2009. *Teori Pengolahan Citra* . Semarang, Andi, Yogyakarta
- Wijaya, Marvin, A. 2007. *Pengolahan Citra Digital menggunakan Matlab*. Informatika, Bandung.

## IMPLEMENTASI ALGORITMA ELECTRONIC CODE BOOK DAN ALGORITMA RABBIT STREAM CHIPER UNTUK KEAMANAN DATA TEKS

Muhammad Iqbal<sup>1</sup>, Hery Sunandar, S.T, M.Kom<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan

<sup>2</sup>Dosen Tetap STMIK Budi Darma medan  
[igba\\_muhammad3086@yahoo.co.id](mailto:igba_muhammad3086@yahoo.co.id)

**Abstrak.** Salah satu teknik pengamanan data yang sering dilakukan pada sebuah media digital adalah kriptografi. Kriptografi adalah sebuah teknik pengamanan data, di mana data yang akan diamankan diacak (*encrypt*) isinya sehingga tidak dapat dimengerti oleh pihak lain. Data yang telah diencrypt ini hanya dapat dibuka dan disusun kembali (*decrypt*) oleh aplikasi khusus yang ditentukan oleh user yang melakukan enkripsi, sehingga keamanan data dokumen digital tersebut terjamin, khususnya data teks. Penggunaan kriptografi dalam mengamankan dokumen digital di nilai sangat efektif, karena nilai biner data teks dalam dokumen digital tersebut berubah dan menghasilkan sebuah data teks yang berbeda dengan aslinya. Bentuk perubahan nilai biner ini tergantung dari metode kriptografi yang digunakan dalam mengenkripsi dokumen digital tersebut. Banyak teknik kriptografi yang telah dipergunakan untuk menjaga keamanan data saat ini, contohnya: LOKI, GOST, Blowfish, Vigenere, MD2, MD4, RSA dan lain sebagainya. Masing-masing teknik kriptografi tersebut memiliki kelemahan dan kelebihan. Salah satu metode kriptografi yang efektif untuk mengamankan sebuah dokumen digital adalah metode Rabbit Stream Cipher. Rabbit merupakan salah satu algoritma cipher aliran yang diperkenalkan pada tahun 2003. Algoritma Rabbit menggunakan 128 bit kunci rahasia dan 64 bit Initialization Vector (IV) sebagai masukan untuk membangkitkan blok keluaran yang terdiri dari 128 bit acak semu (*pseudo-random*) yang merupakan kombinasi dari bit-bit pada status internal, untuk setiap iterasi. Proses enkripsi/dekripsi dilakukan dengan meng- XOR-kan blok acak semu tersebut dengan plainteks/cipherteks. Ukuran dari status internal adalah 513 bit dibagi menjadi 8 variabel status dengan panjang 32 bit, 8 counter dengan panjang 32 bit, dan 1 bit carry untuk counter. Kedelapan variabel status diupdate dengan 8 buah fungsi non-linear. Dalam penelitian ini akan dibahas tentang cara menciptakan implementasi algoritma electronic code book dan algoritma rabbit stream cipher untuk keamanan data. Aplikasi dibangun dengan bahasa pemrograman visual basic sebagai editor untuk mengedit kode program.

**Kata Kunci:** Keamanan, Data Teks, Kriptografi, Algoritma Electronic Code Book, Algoritma Rabbit Stream Cipher

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital serta internet saat ini telah memberi kemudahan untuk melakukan akses serta mendistribusikan berbagai informasi dalam format digital. Perkembangan teknologi digital serta internet ini dapat digunakan secara “negatif” seperti pencurian atau perusakan data pada dokumen digital. Hal ini mengakibatkan perlunya suatu sistem pengamanan data dalam sebuah dokumen digital sehingga menjamin keamanan dari dokumen digital tersebut, baik dalam bentuk teks, gambar, suara maupun video. Teks ataupun tulisan merupakan dokumen yang paling banyak dibuat dibandingkan dengan dokumen gambar ataupun lainnya. Setiap harinya banyak dokumen yang berupa teks atau tulisan yang dihasilkan. Seiring dengan pertumbuhan dari dokumen elektronik ini timbul setidaknya dua masalah yaitu, pertama dari banyak dokumen yang dihasilkan beberapa diantaranya merupakan dokumen yang sifatnya rahasia dan pribadi. Hal ini tidak mengkhawatirkan apabila dokumen itu digunakan hanya untuk keperluan pribadi saja (tanpa perlu orang lain untuk mengetahui) karena dapat memanfaatkan fungsi *password* pada dokumen dan hanya diri kita yang mengetahui *password* tersebut, akan tetapi hal yang perlu diperhatikan adalah ketika dokumen yang bersifat rahasia ini diperlukan atau digunakan oleh banyak pihak sehingga *password* yang digunakan untuk mengamankan dokumen ini kini harus diketahui oleh beberapa orang. Oleh karena itu diperlukan suatu teknik pengamanan data yang lebih kompleks, misalnya dengan teknologi kriptografi.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek penelian adalah data teks yang berformat \*.txt sebagai objek. Pada proses enkripsi dan dekripsi diperlukan algoritma pada setiap teknik keamanan yang digunakan, diantaranya yaitu menggunakan algoritma Rabbit Stream Cipher serta menggunakan algoritma Electric Code Book untuk melakukan pengamanan.

**Metode**

**Rabbit Stream Chiper**

Algoritma Rabbit dipublikasikan pertama kali pada *Fast Software Encryption Workshop 2003*. Algoritma ini merupakan algoritma *stream chiper* yang menggunakan kunci (*secret key*) dengan panjang 128-bit dan 64-bit IV sebagai input. Hasil kombinasi *internal state*-nya menghasilkan output berupa rangkaian bit semi acak (*pseudorandom bit*) dengan panjang 128-bit per blok. Proses enkripsi/ dekripsi dilakukan dengan men-XOR-kan rangkaian bit semiacak tersebut dengan plaintext/ ciphertext. *Internalstate*-nya berjumlah 513 bit dibagi ke dalam delapan 32-bit variabel *state*, delapan 32-bit *counter* dan satu *counter carry bit*. Kedelapan variabel *state* di-update oleh fungsi non-linear masing-masing pasangan variabel *state* tersebut. Algoritma Rabbit didesain agar efisien dalam implementasi pada software sertamengimbangi ukuran kunci sepanjang 128 bit untuk mengenkripsi sampai dengan 264 blok plaintext

**Electric Code Book**

Pada mode ini, setiap blok plainteks  $P_i$  dienkripsi secara individual dan independen menjadi blok cipherteks  $C_i$ . Secara matematis, enkripsi dengan metode ECB dinyatakan sebagai  $C_i = E_k (P_i)$  dan Dekripsi sebagai  $P_i = D_k (C_i)$ . Yang dalam hal ini  $K$  adalah kunci dan  $P_i$  dan  $C_i$  masing-masing blok plainteks dan cipherteks ke- $i$ . Misalkan enkripsi  $m$  buah blok plainteks,  $P_1...P_m$  dan dekripsi  $m$  buah blok cipherteks,  $C_1...C_m$  dengan mode ECB, yang dalam hal ini  $E$  menyatakan fungsi enkripsi dan  $D$  menyatakan yang melakukan enkripsi terhadap blok plainteks dengan menggunakan kunci  $K$ . Istilah: *Code Book* di dalam ECB muncul dari fakta bahwa karena blok plainteks yang sama selalu di enkripsi menjadi blok cipherteks yang sama, maka secara teoritis dimungkinkan membuat buku kode plainteks dan cipherteks yang berkoresponden. Namun, semakin besar ukuran blok, semakin besar pula ukuran kodenya. Misalkan jika blok berukuran 64 Bit maka buku kode terdiri dari  $2^{64}-1$  buah kode (*entry*), yang berarti terlalu besar untuk disimpan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Enkripsi Berdasarkan *Electronic Code Book*.** Proses yang dilakukan dalam penyandian (enkripsi) pesan berdasarkan algoritma *Electronic Code Book* dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Membagi *plaintext* menjadi blok yang telah ditentukan ukuran bitnya.
2. Satu blok *plaintext* yang telah dibagi itu di-XOR-kan dengan IV (*Initialization Vector*) yang telah ditentukan.
3. Kemudian hasil tersebut di-XOR-kan lagi dengan kunci.
4. Hasil XOR tersebut di geser satu *bit* kekiri.
5. Hasil tersebut menjadi IV untuk blok berikutnya.
6. Proses diulang sampai blok berakhir.

Proses Enkripsi Dengan Algoritma *Electronic Code Book* (ecb).

Plainteks = IKBAL

Ubah ke biner

01001001 01001011 01000010 01000001 01001100

Chiperteks :

01001001 01001011 01000010 01000001 01001100

Kunci: 01000111

bagi plainteks menjadi blok-blok yang berukuran 8 bit

01000111 01001011 01000101 01000001 01000101 01001000 01010100 01001001 01000101  
01010010 01000101 01001100 01010100 01010111 01000101 01010100

misalkan kunci (k) yang digunakan adalah

01000111 (G dalam bilangan ASCII)

Misalkan fungsi enkripsi  $E$  yang sederhana adalah XOR,  $P_i$  dengan  $K$  geser dengan *wrapping* bit-bit dari  $P \oplus K$  satu posisi ke kiri.

Proses enkripsi untuk setiap blok sebagai berikut:

01000111 01001011 01000101 01000001

01000111 01000111 01000111 01000111 ⊕

XOR: 00000000 00001100 00000010 00000110

Geser: 00000000 00011000 00000100 00001100

Dalam bilangan ASCII: NUL CAN EOT FF

Jadi, hasil enkripsi plainteks

01000111 01001011 01000101 01000001

(GKEA dalam bilangan ASCII)

Adalah

00000000 00011000 00000100 00001100  
(NUL CAN EOT FF dalam bilangan ASCII )

01000101 01001000 01010100 01001001  
01000111 01000111 01000111 01000111 ⊕

XOR: 00000010 00001111 00010011 00001110  
Geser: 00000100 00011110 00100110 00011100  
Dalam bilangan ASCII: EOT RS & FS

Jadi, hasil enkripsi plainteks  
01000101 01001000 01010100 01001001  
(EHTI dalam bilangan ASCII)

Adalah  
00000100 00011110 00100110 00011100  
(EOT RS & FS)

01000101 01010010 01000101 01001100  
01000111 01000111 01000111 01000111 ⊕

XOR: 00000010 00010101 00000010 00001011  
Geser: 00000100 00101010 00000100 00010110  
Dalam bilangan ASCII: EOT + EOT SYN

Jadi hasil enkripsi plainteks  
01000101 01010010 01000101 01001100  
(EREL dalam bilangan ASCII)

Adalah  
00000100 00101010 00000100 00010110  
(EOT + EOT SYN)

01010100 01010111 01000101 01010100  
01000111 01000111 01000111 01000111 ⊕

XOR: 00010011 00010000 00000010 00010011  
Geser: 00100110 00100000 00000100 00100110  
Dalam bilangan ASCII: & SP EOT &

Jadi, hasil enkripsi plainteks  
01010100 01010111 01000101 01010100  
(TWET dalam bilangan ASCII)

Adalah  
00100110 00100000 00000100 00100110  
(& SP EOT & dalam bilangan ASCII)

Jadi enkripsi dari plainteks  
01000111010010110100010101000001 01000101 01001000 01010100 01001001  
0100010101010010010001010100110001010100010101110100010101010100

**Proses Dekripsi Berdasarkan *Electronic Code Book*.** Kebalikan dari proses enkripsi yaitu untuk mengubah kode dari yang tidak dapat dimengerti (*cipherteks*) menjadi sebuah kode yang dapat dimengerti (plainteks).

Dekripsi ECB  
Chiperteks NUL CAN EOT FF EOT RS & FS EOT + EOT SYN & SP EOT &  
Ubah ke biner

00000000 00011000 00000100 00001100 00000100 00011110 00100110 00011100 00000100  
00101010 00000100 00010110 00100110 00100000 00000100 00100110

Geser Chiperteks 1 bit ke kanan  
00000000 00001100 00000010 00000110 00000010 00001111 00010011 00001110 00000010  
00010101 00000010 00001011 00010011 00010000 00000010 00010011

Kunci: 01000111 (G dalam bilangan ASCII)

Proses Dekripsi untuk setiap blok yaitu:  
00000000 00001100 00000010 00000110  
01000111 01000111 01000111 01000111 ⊕

XOR: 01000111 01001011 01000101 01000001

Jadi hasil dekripsi :  
00000000 00001100 00000010 00000110

Adalah  
01000111 01001011 01000101 01000001  
(GKEA dalam bilangan ASCII)

00000010 00001111 00010011 00001110  
01000111 01000111 01000111 01000111 ⊕

XOR:  $\frac{01000101\ 01001000\ 01010100\ 01001001}{00000010\ 00001111\ 00010011\ 00001110}$   
 Jadi hasil dekripsi  
 Adalah  
 $\frac{01000101\ 01001000\ 01010100\ 01001001}{(EHTI\ dalam\ bilangan\ ASCII)$   
 $\frac{00000010\ 00010101\ 00000010\ 00001011}{01000111\ 01000111\ 01000111\ 01000111 \oplus}$

XOR:  $\frac{01000101\ 01010010\ 01000101\ 01001100}{00000010\ 00010101\ 00000010\ 00001011}$   
 Jadi hasil dekripsi  
 Adalah  
 $\frac{01000101\ 01010010\ 01000101\ 01001100}{(EREL\ dalam\ bilangan\ ASCII)$   
 $\frac{00010011\ 00010000\ 00000010\ 00010011}{01000111\ 01000111\ 01000111\ 01000111 \oplus}$

XOR:  $\frac{01010100\ 01010111\ 01000101\ 01010100}{00010011\ 00010000\ 00000010\ 00010011}$   
 Jadi hasil dekripsi  
 Adalah  
 $\frac{01010100\ 01010111\ 01000101\ 01010100}{(TWET\ dalam\ bilangan\ ASCII)}$

Maka hasil dekripsi  
 $00000000\ 00001100\ 00000010\ 00000110\ 00000010\ 00001111\ 00010011\ 00001110$   
 $00000010\ 00010101\ 00000010\ 00001011\ 00010011\ 00010000\ 00000010\ 00010011$   
 (NUL CAN EOT FF EOT RS & FS EOT + EOT SYN & SP EOT & dalam bilangan ASCII)  
 Adalah  
 $01000111\ 01001011\ 01000101\ 01000001\ 01000101\ 01001000\ 01010100\ 01001001\ 01000101$   
 $01010010\ 01000101\ 01001100\ 01010100\ 01010111\ 01000101\ 01010100$

**Proses Enkripsi Berdasarkan Rabbit Stream Cipher.** Adapun tahapan-tahapan proses enkripsi dan dekripsi dalam algoritma Rabbit Stream Cipher adalah sebagai berikut :

1. User menentukan *Plaintext* yang akan di enkripsi atau dekripsi dengan ukuran teks yang dapat di enkripsi senilai 1024 bit (128 karakter).
2. Tentukan kunci dengan ukuran kunci harus 128 bit (16 karakter).
3. Lakukan skema key setup dengan membagi kunci yang berukuran 128 bit (16 karakter) ke dalam 8 variabel status dan 8 variabel counter.
4. Lakukan modifikasi variabel status yang diperoleh pada skema *key setup*, dengan fungsi dari *IV (Initialization Vector)*.
5. Hitung Sistem Counter sehingga dapat di hitung fungsi Next State.
6. Hitung Skema Ekstraksi sehingga di dapat 4 rangkaian bit acak semu sepanjang 32 bit.
7. XOR plaintexts atau cipher teks dengan bit acak semu untuk enkripsi atau dekripsi teks.

Jika plaintexts yang akan di enkripsi adalah sebagai berikut :

P (*plaintext*) : STMIK BUDIDHARMA

Ubah plaintext ke bentuk biner :

- 'S' = 01010011
- 'T' = 01010100
- 'M' = 01001101
- 'I' = 01001001
- 'K' = 01001011
- ' ' = 00100000
- 'B' = 01000010
- 'U' = 01010101
- 'D' = 01000100
- 'I' = 01001001
- 'D' = 01000100
- 'H' = 01001000
- 'A' = 01000001
- 'R' = 01010010
- 'M' = 01001101
- 'A' = 01000001

hasil konversi plaintext ke biner :

P : 01010011 01010100 01001101 01001001 01001011 00100000

01000010 01010101 01000100 01001001 01000100 01001000  
01000001 01010010 01001101 01000001

Selanjutnya lakukan XOR antara plainteks dengan nilai  $S_{j,i}$ , di mana jika panjang plainteks sama dengan  $S_{j,i}$ , maka XOR setiap bit plainteks dengan bit  $S_{j,i}$ , namun jika plainteks lebih panjang maka XOR bit plainteks dengan mengulang ke bit awal  $S_{j,i}$ , sedangkan jika plainteks lebih pendek maka XOR awal plainteks kembali sesuai dengan panjang  $S_{j,i}$ .

Plainteks : 01010011 01010100 01001101 01001001 01001011 00100000  
01000010 01010101 01000100 01001001 01000100 01001000  
01000001 01010010 01001101 01000001

$S_{j,i}$ : 0010100000110000000000000000000000  
0011000000100000000000000000000000  
0010000000110000000000000000000000  
0011 1000001000000101 0 00001 110000

|            |     |   |   |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| XOR        |     |   |   |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
| Plainteks  | 0   | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0   | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Kunci      | 0   | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chiperteks | 0   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0   | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
|            | 123 |   |   |   |   |   |   |   | 100 |   |   |   |   |   |   |   |

|            |    |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| XOR        |    |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| Plainteks  | 0  | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0  | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Kunci      | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chiperteks | 0  | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0  | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
|            | 77 |   |   |   |   |   |   |   | 73 |   |   |   |   |   |   |   |

|            |     |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| XOR        |     |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| Plainteks  | 0   | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kunci      | 0   | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chiperteks | 0   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0  | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|            | 123 |   |   |   |   |   |   |   | 64 |   |   |   |   |   |   |   |

|            |    |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| XOR        |    |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| Plainteks  | 0  | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0  | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Kunci      | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chiperteks | 0  | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0  | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
|            | 66 |   |   |   |   |   |   |   | 85 |   |   |   |   |   |   |   |

|            |     |   |   |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| XOR        |     |   |   |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
| Plainteks  | 0   | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0   | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Kunci      | 0   | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chiperteks | 0   | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|            | 116 |   |   |   |   |   |   |   | 120 |   |   |   |   |   |   |   |

|            |    |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| XOR        |    |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| Plainteks  | 0  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0  | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Kunci      | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chiperteks | 0  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0  | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|            | 68 |   |   |   |   |   |   |   | 72 |   |   |   |   |   |   |   |

|            |     |   |   |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| XOR        |     |   |   |   |   |   |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
| Plainteks  | 0   | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0   | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Kunci      | 0   | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0   | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chiperteks | 0   | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0   | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
|            | 121 |   |   |   |   |   |   |   | 114 |   |   |   |   |   |   |   |

|            |    |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| XOR        |    |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
| Plainteks  | 0  | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0  | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Kunci      | 0  | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chiperteks | 0  | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0  | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
|            | 29 |   |   |   |   |   |   |   | 49 |   |   |   |   |   |   |   |

Maka hasil enkripsi (*cipherteks*) adalah sebagai berikut :

Chiperteks : 123 100 77 73 123 64 66 85 116 120 68 72 121 114 29 49  
{ d M I { @ B U t x D H y r G S 1

### KESIMPULAN

1. Perancangan Aplikasi Enkripsi dan Deskripsi pada Teks menggunakan Algoritma *Electric Code Book* dan Algoritma *Rabbit Stream Chiper* sangat membantu setiap pengguna dalam mengamankan data-data yang tidak perlu diketahui pihak-pihak lain. Dimana setiap teks dienkripsikan sebanyak dua kali (secara ganda) sehingga menghasilkan simbol yang berbeda dengan teks aslinya, dan akan kembali lagi ke bentuk semula saat pengguna memasukkan kata kunci yang sudah ditetapkan.
2. Perancangan aplikasi yang dibuat sangat membantu dalam menjelaskan materi yang dijelaskan, disamping itu juga akan menjadi sarana yang baik untuk menumbuhkan keingintahuan mengenai program aplikasi didalam *visual basic* 08.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adelia, dan Jimmy Setiawan. 2011. *Implementasi Customer Relationship Management (CRM) pada Sistem Reservasi Hotel berbasis Website dan Desktop*. Bandung: Universitas Kristen Maranatha. Vol. 6, No. 2, September 2011:113-126.
- Kendall, Kenneth E, Kendall, Julie E, (2007), *Analisis dan Perancangan Sistem*, Indeks, Jakarta
- Munir, Rinaldi, 2006, *Diktat Kuliah Kriptografi*, Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung , Bandung.
- Sadikin, Rifki.2012. *Kriptografi untuk Keamanan Jaringan dan Implementasinya dalam Bahasa Java*. Penerbit Andi, Yogyakarta
- Setiawan, Guntur. (2004). *Implementasi Dalam Birokrasi Pembangunan*. Bandung : Remaja Rosdakarya Offset
- Sholiq.(2006). *Pemodelan Sistem Informasi Berorientasi Objek dengan UML*. Graha. Ilmu. Yogyakarta
- Usman, Nurdin. (2002). *Konteks Implementasi Berbasis Kurikulum*. Jakarta : PT. Raja GrafindoPersada
- WahanaKomputer. (2003). *Memahami Model Enkripsi & Security Data*. Edisi I. Yogyakarta : Andi.

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENENTUKAN PROGRAM STUDI KESEHATAN GIZI TERBAIK PADA SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN MENGGUNAKAN METODE TOPSIS**

**Fajar Syahdianti Samosir**

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[fajarsyahdianti@gmail.com](mailto:fajarsyahdianti@gmail.com)

**Abstrak.** Untuk meneruskan pendidikan kejenjang yang lebih tinggi mempunyai banyak faktor yang mempengaruhi calon mahasiswa untuk memilih perguruan tinggi sesuai dengan minat dan keahliannya. Agar calon mahasiswa memiliki peluang untuk mendapatkan perguruan tinggi mana yang akan dipilih, untuk itu diperlukan suatu sistem pendukung keputusan (SPK) yang dapat memperhitungkan segala kriteria yang mendukung pengambilan keputusan, guna mempermudah proses pengambilan keputusan. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau Decision Support System (DSS) adalah sebuah sistem yang mampu memberikan kemampuan pemecahan masalah maupun kemampuan pengkomunikasian untuk masalah dengan kondisi semi terstruktur dan tidak terstruktur. Sistem pendukung keputusan merupakan sebuah sistem yang berbasis komputer yang dapat membantu pengambilan keputusan untuk memecahkan masalah tertentu dengan memanfaatkan data dan model tertentu. Banyak kasus yang bisa dijadikan penelitian dalam sistem pendukung keputusan salah satunya Menentukan Program Studi Kesehatan Gizi Terbaik, maka sistem ini memerlukan suatu metode. Metode yang digunakan adalah Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). Metode TOPSIS merupakan metode pengambilan keputusan multi kriteria yang menggunakan prinsip bahwa alternatif yang terpilih harus mempunyai jarak terdekat dengan solusi ideal positif dan jarak terjauh dengan solusi ideal negatif. Hasil yang didapatkan dari sistem ini adalah berupa keputusan hasil program studi kesehatan gizi terbaik sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan, dan diharapkan dapat membantu calon mahasiswa untuk menentukan perguruan tinggi mana yang akan dipilih.

**Kata Kunci :** Sistem Pendukung Keputusan, TOPSIS, Prodi Kesehatan Gizi Terbaik.

### **PENDAHULUAN**

Program studi (Prodi) dalam sebuah jurusan sangat diperlukan oleh calon mahasiswa dan orang tua calon mahasiswa. Prodi di perguruan tinggi tentulah dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain adalah faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor internal berasal dari calon mahasiswa itu sendiri. Di lain pihak faktor eksternal mempengaruhi pemilihan jurusan prodi karena tuntutan dari orang tua atau terpengaruh oleh teman. Prosedur penentuan prodi yang berjalan selama ini adalah calon mahasiswa berhak menentukan prodi yang mereka minati. Begitu banyaknya prodi yang ada di perguruan tinggi seperti prodi kesehatan, prodi komputer, prodi manajemen dan lain-lain mempengaruhi calon mahasiswa untuk memilih prodi mana yang mereka minati. Masalah kesehatan gizi kini dan yang akan datang berarti meningkatkan indeks pembangunan manusia Indonesia yang masih minim, diperlukan tenaga sarjana gizi yang mampu mengelola program gizi mulai dari perencanaan hingga evaluasi yang kuat.

Kebutuhan terhadap sarjana kesehatan gizi terlihat dari kecenderungan peningkatan jumlah peminat bidang studi kesehatan gizi yang masih minim. Maka calon mahasiswa membutuhkan program studi kesehatan gizi terbaik agar mempermudah calon mahasiswa menentukan program studi kesehatan gizi terbaik pada STIKES yang akan dipilih. Desi Leha Kurniasih (2013) dalam skripsinya yang berjudul Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop dengan metode TOPSIS mengatakan banyak merek laptop dengan beragam spesifikasi yang dijual dipasaran membuat pembeli menjadi kesulitan dalam menentukan pilihan yang sesuai dengan keinginan dan anggaran yang dimiliki. Sejalan dengan itu penggunaan komputer dalam memberikan keputusan terbaik dalam pemilihan laptop. Sehubungan dengan hal di atas, maka dirancanglah sebuah sistem pendukung keputusan pemilihan laptop agar pembeli dapat menentukan pilihan laptop sesuai keinginan dan anggarannya. Konsep metode TOPSIS adalah bahwa alternatif terpilih yang terbaik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif tetapi juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif. Sehingga keputusan untuk memilih prodi kesehatan gizi terbaik bisa lebih objektif memberikan rekomendasi kepada calon mahasiswa sesuai dengan yang diharapkan. Metode TOPSIS merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menyelesaikan sebuah masalah keputusan secara praktis. Memudahkan calon mahasiswa tepat dan praktis dalam menentukan prodi kesehatan gizi terbaik.

Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kriteria-kriteria yang relevan dalam menentukan program studi kesehatan gizi terbaik serta dapat merancang aplikasi sistem pendukung keputusan menggunakan *Microsoft Visual Studio 2008*.

**BAHAN DAN METODE****Bahan**

Bahan penelitian yang dilakukan menggunakan objek perguruan tinggi khususnya pada program studi kesehatan gizi. Yang menjadi kebutuhan seperti teori-teori mengenai sistem pendukung keputusan diambil dari buku-buku yang menjadi referensi.

**Metode****Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)**

Metode TOPSIS pertama kali diperkenalkan oleh Hwang dan Yoon tahun 1981, dengan gagasan utamanya datang dari konsep kompromi solusi yakni alternatif yang dipilih memiliki jarak terdekat dengan solusi ideal positif (solusi optimal) dan memiliki jarak terjauh dari solusi ideal negatif (solusi non-optimal). TOPSIS didasarkan pada konsep dimana alternatif terpilih yang terbaik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif, namun juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif. Konsep ini banyak digunakan pada beberapa model MADM untuk menyelesaikan masalah keputusan secara praktis. Hal ini disebabkan konsepnya sederhana dan mudah dipahami, komputasinya efisien, dan memiliki kemampuan untuk mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan dalam bentuk matematis yang sederhana. Permasalahan pengambilan keputusan merupakan proses pencarian opsi terbaik dari seluruh alternatif. *Multiple Criteria Decision Making* merupakan bagian dari masalah pengambilan keputusan yang relatif kompleks, yang mengikutsertakan beberapa orang pengambil keputusan, dengan sejumlah berhingga kriteria yang beragam yang harus dipertimbangkan, dan masing-masing kriteria itu memiliki nilai bobot tertentu, dengan tujuan untuk mendapatkan solusi optimal atas suatu permasalahan.

TOPSIS menggunakan prinsip bahwa alternatif yang terpilih harus mempunyai jarak terdekat dari solusi ideal positif dan jarak terpanjang (terjauh) dari solusi ideal negatif dari sudut pandang geometris dengan menggunakan jarak *Euclidean* (jarak antara dua titik) untuk menentukan kedekatan relatif dari suatu alternatif dengan solusi optimal. Solusi ideal positif didefinisikan sebagai jumlah dari seluruh nilai terbaik yang dapat dicapai untuk setiap atribut, sedangkan solusi negatif-ideal terdiri dari seluruh nilai terburuk yang dicapai untuk setiap atribut. TOPSIS mempertimbangkan keduanya, jarak terhadap solusi ideal positif dan jarak terhadap solusi ideal negatif dengan mengambil kedekatan relatif terhadap solusi ideal positif.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Penentuan Program Studi Berdasarkan TOPSIS.** Metode TOPSIS didasarkan pada konsep bahwa alternatif terpilih yang terbaik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif tetapi juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif. Secara umum, prosedur TOPSIS mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi,
2. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot,
3. Menentukan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif,
4. Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan negatif,
5. Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif.

Data penelitian yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari Kopertis Wilayah I. Variabel penelitian yang digunakan berjumlah 5 variabel *input*, Variabel tersebut adalah sebagai berikut :

- C1 = STIKES Sehat
- C2 = Akreditasi Prodi
- C3 = Jenjang
- C4 = Dosen Berkopetensi
- C5 = Hibah dan Beasiswa

TOPSIS membutuhkan rating kinerja setiap alternatif ( $A_i$ ) pada setiap kriteria ( $C_j$ ) yang ternormalisasi, yaitu :

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad ; \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, m; \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n.$$

Keterangan :  $r_{ij}$  = rating kinerja ternormalisasi

$x_{ij}$  = nilai crisp

$i$  = kecocokan nilai alternatif terhadap setiap kriteria sampai ke  $m$

$j$  = kecocokan nilai kriteria terhadap setiap alternatif sampai ke  $n$

Solusi ideal positif ( $A^+$ ) dan solusi ideal negatif ( $A^-$ ) dapat ditentukan berdasarkan ranking bobot ternormalisasi ( $y_{ij}$ ) sebagai :

$$y_{ij} = w_i \cdot r_{ij} \quad ; \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, m; \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n;$$

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+);$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-);$$

Keterangan :  $y_{ij}$  = ranking bobot ternormalisasi

$W_i$  = nilai bobot preferensi

$A^+$  = solusi ideal positif

$A^-$  = solusi ideal negatif

Jarak antara alternatif ( $A_i$ ) dengan solusi ideal positif dirumuskan sebagai berikut :

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_i^+ - y_{ij})^2}$$

Jarak antara alternatif ( $A_i$ ) dengan solusi ideal negatif dirumuskan sebagai :

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_i^-)^2}$$

Keterangan :  $D_i^+$  = Jarak antara alternatif ( $A_i$ ) solusi ideal positif

$D_i^-$  = Jarak antara alternatif ( $A_i$ ) solusi ideal negatif

$y_i^+$  = Max  $y_{ij}$ ; jika j adalah atribut positif

Min  $y_{ij}$ ; jika j adalah atribut negatif

$y_i^-$  = Min  $y_{ij}$ ; jika j adalah atribut positif

Max  $y_{ij}$ ; jika j adalah atribut negatif

Nilai preferensi untuk setiap alternatif ( $V_i$ ) diberikan sebagai :

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}$$

Nilai  $V_i$  yang lebih besar menunjukkan bahwa alternatif  $A_i$  lebih dipilih.

Alternatif dalam hal ini merupakan objek atau solusi yang akan dihitung nilainya oleh sistem. Adapun alternatif tersebut yaitu :

A1 = Prodi Kesehatan Gizi A

A2 = Prodi Kesehatan Gizi B

A3 = Prodi Kesehatan Gizi C

A4 = Prodi Kesehatan Gizi D

A5 = Prodi Kesehatan Gizi E

A6 = Prodi Kesehatan Gizi F

A7 = Prodi Kesehatan Gizi G

A8 = Prodi Kesehatan Gizi H

A9 = Prodi Kesehatan Gizi I

A10 = Prodi Kesehatan Gizi J

Pada data Prodi kesehatan gizi terdapat field Kode Prodi kesehatan gizi yaitu : A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, dan A10 yang menjadi alternatif ( $A_i$ ). Dengan Kriteria ( $C_j$ ) yaitu STIKES Sehat, Akreditasi Prodi, Jenjang, Dosen Berkopetensi, dan Dapat Hibah dan Beasiswa.

**Tabel 1.** Data Alteernatif Prodi Kesehatan Gizi

| No | Kode Alternatif | STIKES Sehat | Akreditasi Prodi | Jenjang | Dosen Berkopetensi | Hibah dan Beasiswa |
|----|-----------------|--------------|------------------|---------|--------------------|--------------------|
| 1  | A1              | Sehat        | B                | D4      | 14                 | Ada                |
| 2  | A2              | Sehat        | B                | D3      | 13                 | Ada                |
| 3  | A3              | Sehat        | C                | D4      | 18                 | Ada                |
| 4  | A4              | Sehat        | A                | D3      | 15                 | Ada                |
| 5  | A5              | Sehat        | A                | D3      | 11                 | Ada                |
| 6  | A6              | Sehat        | C                | D4      | 13                 | Ada                |
| 7  | A7              | Sehat        | B                | D4      | 16                 | Ada                |
| 8  | A8              | Sehat        | B                | D3      | 15                 | Ada                |
| 9  | A9              | Sehat        | C                | D4      | 17                 | Ada                |
| 10 | A10             | Sehat        | B                | D3      | 19                 | Ada                |

**Tabel 2.** Kecocokan Alternatif Terhadap Setiap Kriteria

| Alternatif | Kriteria |    |    |    |    |
|------------|----------|----|----|----|----|
|            | C1       | C2 | C3 | C4 | C5 |
| A1         | 3        | 3  | 4  | 3  | 3  |
| A2         | 3        | 3  | 3  | 3  | 3  |
| A3         | 3        | 2  | 4  | 5  | 3  |
| A4         | 3        | 4  | 3  | 4  | 3  |
| A5         | 3        | 4  | 3  | 2  | 3  |
| A6         | 3        | 2  | 4  | 3  | 3  |
| A7         | 3        | 3  | 4  | 4  | 3  |
| A8         | 3        | 3  | 3  | 4  | 3  |

|            |   |   |   |   |   |
|------------|---|---|---|---|---|
| <b>A9</b>  | 3 | 2 | 4 | 5 | 3 |
| <b>A10</b> | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 |

Diketahui :

- a)  $A_i = o1(A1), o2 (A2), o3(A3), o4(A4), o5(A5), o6(A6), o7(A7), o8(A8), o9(A9), o10(A10)$ .
- b)  $C_j = STIKES\ Sehat (C1), Akreditasi\ Prodi (C2), Jenjang (C3), Dosen\ Berkopetensi (C4), Hibah\ dan\ Beasiswa (C5)$ .
- c) Rangkings kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria (terdapat pada tabel 4.3).

Bobot preferensi untuk setiap kriteria (C1, C2, C3, C4, C5) = (3, 4, 3, 5, 3).

- Keterangan :
- Nilai bobot preferensi untuk STIKES Sehat bernilai 3
  - Nilai bobot preferensi untuk Akreditasi Prodi bernilai 4
  - Nilai bobot preferensi untuk Jenjang bernilai 3
  - Nilai bobot preferensi untuk Dosen Berkopetensi bernilai 5
  - Nilai bobot preferensi untuk Hibah dan Beasiswa bernilai 3

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=j}^m x_{ij}^2}}$$

**A. Mencari Nilai Kriteria STIKES Sehat (C1)**

$$X1 = \sqrt{3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2} = 9,4868$$

$$R11 = \frac{X11}{X1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R21 = \frac{X21}{X1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R31 = \frac{X31}{X1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R41 = \frac{X41}{X1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R51 = \frac{X51}{X1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R61 = \frac{X61}{X1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R71 = \frac{X71}{X1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R81 = \frac{X81}{X1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R91 = \frac{X91}{X1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R101 = \frac{X101}{X1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

**B. Mencari Nilai Kriteria Akreditasi Prodi (C2)**

$$X2 = \sqrt{3^2 + 3 + 2^2 + 4^2 + 4^2 + 2^2 + 3^2 + 3^2 + 2^2 + 3^2} = 9,4340$$

$$R12 = \frac{X12}{X2} = \frac{3}{9,4340} = 0,3180$$

$$R22 = \frac{X22}{X2} = \frac{3}{9,4340} = 0,3180$$

$$R32 = \frac{X32}{X2} = \frac{2}{9,4340} = 0,2120$$

$$R42 = \frac{X42}{X2} = \frac{4}{9,4340} = 0,4240$$

$$R52 = \frac{X52}{X2} = \frac{4}{9,4340} = 0,4240$$

$$R62 = \frac{X62}{X2} = \frac{2}{9,4340} = 0,2120$$

$$R72 = \frac{X72}{X2} = \frac{3}{9,4340} = 0,3180$$

$$R82 = \frac{X82}{X2} = \frac{3}{9,4340} = 0,3180$$

$$R92 = \frac{X92}{X2} = \frac{2}{9,4340} = 0,2120$$

$$R102 = \frac{X_{102}}{X_2} = \frac{3}{9,4340} = 0,3180$$

C. Mencari Nilai Kriteria Jenjang (C3)

$$X_3 = \sqrt{4^2 + 3^2 + 4^2 + 3^2 + 3^2 + 4^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2 + 3^2} = 11,1803$$

$$R13 = \frac{X_{13}}{X_3} = \frac{4}{11,1803} = 0,3578$$

$$R23 = \frac{X_{23}}{X_3} = \frac{3}{11,1803} = 0,2683$$

$$R33 = \frac{X_{33}}{X_3} = \frac{4}{11,1803} = 0,3578$$

$$R43 = \frac{X_{43}}{X_3} = \frac{3}{11,1803} = 0,2683$$

$$R53 = \frac{X_{53}}{X_3} = \frac{3}{11,1803} = 0,2683$$

$$R63 = \frac{X_{63}}{X_3} = \frac{4}{11,1803} = 0,3578$$

$$R73 = \frac{X_{73}}{X_3} = \frac{4}{11,1803} = 0,3578$$

$$R83 = \frac{X_{83}}{X_3} = \frac{3}{11,1803} = 0,2683$$

$$R93 = \frac{X_{93}}{X_3} = \frac{4}{11,1803} = 0,3578$$

$$R103 = \frac{X_{103}}{X_3} = \frac{3}{11,1803} = 0,2683$$

D. Mencari Nilai Kriteria Dosen Berkopetensi (C4)

$$X_4 = \sqrt{3^2 + 3^2 + 5^2 + 4^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 4^2 + 5^2 + 5^2} = 12,4097$$

$$R14 = \frac{X_{14}}{X_4} = \frac{3}{12,4097} = 0,2417$$

$$R24 = \frac{X_{24}}{X_4} = \frac{3}{12,4097} = 0,2417$$

$$R34 = \frac{X_{34}}{X_4} = \frac{5}{12,4097} = 0,4029$$

$$R44 = \frac{X_{44}}{X_4} = \frac{4}{12,4097} = 0,3223$$

$$R54 = \frac{X_{54}}{X_4} = \frac{2}{12,4097} = 0,1612$$

$$R64 = \frac{X_{64}}{X_4} = \frac{3}{12,4097} = 0,2417$$

$$R74 = \frac{X_{74}}{X_4} = \frac{4}{12,4097} = 0,3223$$

$$R84 = \frac{X_{84}}{X_4} = \frac{4}{12,4097} = 0,3223$$

$$R94 = \frac{X_{94}}{X_4} = \frac{5}{12,4097} = 0,4029$$

$$R104 = \frac{X_{104}}{X_4} = \frac{5}{12,4097} = 0,4029$$

E. Mencari Nilai Kriteria Hibah dan Beasiswa (C<sub>5</sub>)

$$X_5 = \sqrt{3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2 + 3^2} = 9,4868$$

$$R15 = \frac{X_{11}}{X_1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R25 = \frac{X_{21}}{X_1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R35 = \frac{X_{31}}{X_1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R45 = \frac{X_{41}}{X_1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R55 = \frac{X_{51}}{X_1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R65 = \frac{X_{61}}{X_1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R75 = \frac{X_{71}}{X_1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R85 = \frac{X_{81}}{X_1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R95 = \frac{X_{91}}{X_1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

$$R105 = \frac{X_{101}}{X_1} = \frac{3}{9,4868} = 0,3162$$

R =

|        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,3162 | 0,3180 | 0,3578 | 0,2417 | 0,3162 |
| 0,3162 | 0,3180 | 0,2683 | 0,2417 | 0,3162 |
| 0,3162 | 0,2120 | 0,3578 | 0,4029 | 0,3162 |
| 0,3162 | 0,4240 | 0,2683 | 0,3223 | 0,3162 |
| 0,3162 | 0,4240 | 0,2683 | 0,1612 | 0,3162 |
| 0,3162 | 0,2120 | 0,3578 | 0,2417 | 0,3162 |
| 0,3162 | 0,3180 | 0,3578 | 0,3223 | 0,3162 |
| 0,3162 | 0,3180 | 0,2683 | 0,3223 | 0,3162 |
| 0,3162 | 0,2120 | 0,3578 | 0,4029 | 0,3162 |
| 0,3162 | 0,3180 | 0,2683 | 0,4029 | 0,3162 |

y<sub>ij</sub> = w<sub>i</sub>.rij (menghitung bobot ternormalisasi)

w = bobot preferensi (3, 4, 3, 5, 3)

|                   |              |              |              |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| y <sub>ij</sub> = | (3 x 0,3162) | (4 x 0,3180) | (3 x 0,3578) | (5 x 0,2417) | (3 x 0,3162) |
|                   | (3 x 0,3162) | (4 x 0,3180) | (3 x 0,2683) | (5 x 0,2417) | (3 x 0,3162) |
|                   | (3 x 0,3162) | (4 x 0,2120) | (3 x 0,3578) | (5 x 0,4029) | (3 x 0,3162) |
|                   | (3 x 0,3162) | (4 x 0,4240) | (3 x 0,2683) | (5 x 0,3223) | (3 x 0,3162) |
|                   | (3 x 0,3162) | (4 x 0,4240) | (3 x 0,2683) | (5 x 0,1612) | (3 x 0,3162) |
|                   | (3 x 0,3162) | (4 x 0,2120) | (3 x 0,3578) | (5 x 0,2417) | (3 x 0,3162) |
|                   | (3 x 0,3162) | (4 x 0,3180) | (3 x 0,3578) | (5 x 0,3223) | (3 x 0,3162) |
|                   | (3 x 0,3162) | (4 x 0,3180) | (3 x 0,2683) | (5 x 0,3223) | (3 x 0,3162) |
|                   | (3 x 0,3162) | (4 x 0,2120) | (3 x 0,3578) | (5 x 0,4029) | (3 x 0,3162) |
|                   | (3 x 0,3162) | (4 x 0,3180) | (3 x 0,2683) | (5 x 0,4029) | (3 x 0,3162) |
| y <sub>ij</sub> = | 0,9486       | 1,272        | 1,0734       | 1,2085       | 0,9486       |
|                   | 0,9486       | 1,272        | 0,8049       | 1,2085       | 0,9486       |
|                   | 0,9486       | 0,848        | 1,0734       | 2,0145       | 0,9486       |
|                   | 0,9486       | 1,696        | 0,8049       | 1,6115       | 0,9486       |
|                   | 0,9486       | 1,696        | 0,8049       | 0,806        | 0,9486       |
|                   | 0,9486       | 0,848        | 1,0734       | 1,2085       | 0,9486       |
|                   | 0,9486       | 1,272        | 1,0734       | 1,6115       | 0,9486       |
|                   | 0,9486       | 1,272        | 0,8049       | 1,6115       | 0,9486       |

|        |       |        |        |        |
|--------|-------|--------|--------|--------|
| 0,9486 | 0,848 | 1,0734 | 2,0145 | 0,9486 |
| 0,9486 | 1,272 | 0,8049 | 2,0145 | 0,9486 |

1. Mencari y max dan y min :

$$y1^+ = \max (0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486) = 0,9486$$

$$y2^+ = \max (1,272; 1,272; 0,848; 1,696; 1,696; 0,848; 1,272; 1,272; 0,848; 1,272) = 1,696$$

$$y3^+ = \max (1,0734; 0,8049; 1,0734; 0,8049; 0,8049; 1,0734; 1,0734; 0,8049; 1,0734; 0,8049) = 1,0734$$

$$y4^+ = \max (1,2085; 1,2085; 2,0145; 1,6115; 0,806; 1,2085; 1,6115; 1,6115; 2,0145; 2,0145) = 2,0145$$

$$y5^+ = \max (0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486) = 0,9486$$

$$A^+ = (0,9486; 1,696; 1,0734; 2,0145; 0,9486)$$

$$y1^- = \max (0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486) = 0,9486$$

$$y2^- = \max (1,272; 1,272; 0,848; 1,696; 1,696; 0,848; 1,272; 1,272; 0,848; 1,272) = 0,848$$

$$y3^- = \max (1,0734; 0,8049; 1,0734; 0,8049; 0,8049; 1,0734; 1,0734; 0,8049; 1,0734; 0,8049) = 0,8049$$

$$y4^- = \max (1,2085; 1,2085; 2,0145; 1,6115; 0,806; 1,2085; 1,6115; 1,6115; 2,0145; 2,0145) = 0,806$$

$$y5^- = \max (0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486; 0,9486) = 0,9486$$

$$A^- = (0,9486; 0,848; 0,8049; 0,806; 0,9486)$$

2.  $Di^+ = \sqrt{\sum_{j=i}^n (yi^+ - yij)^2}$  jarak alternatif  $A_i$  dengan solusi ideal positif.

$$D1^+ = \sqrt{(0,9486 - 0,9486)^2 + (1,696 - 1,272)^2 + (1,0734 - 1,0734)^2 + (2,0145 - 1,2085)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}$$

$$= 0,9106$$

$$D2^+ = \sqrt{(0,9486 - 0,9486)^2 + (1,696 - 1,272)^2 + (1,0734 - 0,8049)^2 + (2,0145 - 1,2085)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}$$

$$= 0,9493$$

$$D3^+ = \sqrt{(0,9486 - 0,9486)^2 + (1,696 - 0,848)^2 + (1,0734 - 1,0734)^2 + (2,0145 - 2,0145)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}$$

$$= 0,8480$$

$$D4^+ = \sqrt{(0,9486 - 0,9486)^2 + (1,696 - 1,696)^2 + (1,0734 - 0,8049)^2 + (2,0145 - 1,6115)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}$$

$$= 0,4841$$

$$D5^+ = \sqrt{(0,9486 - 0,9486)^2 + (1,696 - 1,696)^2 + (1,0734 - 0,8049)^2 + (2,0145 - 0,806)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}$$

$$= 1,2382$$

$$D6^+ = \sqrt{(0,9486 - 0,9486)^2 + (1,696 - 0,848)^2 + (1,0734 - 1,0734)^2 + (2,0145 - 1,2085)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}$$

$$= 1,1698$$

$$\begin{aligned}
 D7^+ &= \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (1,696 - 1,272)^2 + (1,0734 - 1,0734)^2}{(2,0145 - 1,6115)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}} \\
 &= 0,5849 \\
 D8^+ &= \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (1,696 - 1,272)^2 + (1,0734 - 0,8049)^2}{(2,0145 - 1,6115)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}} \\
 &= 0,6435 \\
 D9^+ &= \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (1,696 - 0,848)^2 + (1,0734 - 1,0734)^2}{(2,0145 - 2,0145)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}} \\
 &= 0,8480 \\
 D10^+ &= \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (1,696 - 1,272)^2 + (1,0734 - 0,8049)^2}{(2,0145 - 2,0145)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}} \\
 &= 0,5018
 \end{aligned}$$

3.  $D_i^- = \sqrt{\sum_{j=i}^n (y_{ij} - y_i^-)^2}$  jarak alternatif  $A_i$  dengan solusi ideal negatif.

$$\begin{aligned}
 D1^- &= \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (0,848 - 1,272)^2 + (0,8049 - 1,0734)^2}{(0,806 - 1,2085)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}} \\
 &= 0,6435 \\
 D2^- &= \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (0,848 - 1,272)^2 + (0,8049 - 0,8049)^2}{(0,806 - 2,0145)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}} \\
 &= 0,5849 \\
 D3^- &= \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (0,848 - 0,848)^2 + (0,8049 - 1,0734)^2}{(0,806 - 2,0145)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}} \\
 &= 1,2382 \\
 D4^- &= \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (0,848 - 1,696)^2 + (0,8049 - 0,8049)^2}{(0,806 - 1,6115)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}} \\
 &= 1,1698 \\
 D5^- &= \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (0,848 - 1,696)^2 + (0,8049 - 0,8049)^2}{(0,806 - 0,8049)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}} \\
 &= 0,8480 \\
 D6^- &= \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (0,848 - 0,848)^2 + (0,8049 - 1,0734)^2}{(0,806 - 1,2085)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}} \\
 &= 0,4841 \\
 D7^- &= \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (0,848 - 1,272)^2 + (0,8049 - 1,0734)^2}{(0,806 - 1,6115)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}} \\
 &= 0,9493
 \end{aligned}$$

$$D8^- = \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (0,848 - 1,272)^2 + (0,8049 - 0,8049)^2 + (0,806 - 1,6115)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}{}} \\ = 0,9106$$

$$D9^- = \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (0,848 - 0,848)^2 + (0,8049 - 1,0734)^2 + (0,806 - 2,0145)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}{}} \\ = 1,2382$$

$$D10^- = \sqrt{\frac{(0,9486 - 0,9486)^2 + (0,848 - 1,272)^2 + (0,8049 - 0,8049)^2 + (0,806 - 2,0145)^2 + (0,9486 - 0,9486)^2}{}}$$

$$= 1,2809$$

$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}$  menentukan nilai preferensi terhadap setiap alternatif.

$$V1 = \frac{0,6435}{0,6435 + 0,9106} = 0,4141$$

$$V2 = \frac{0,5849}{0,5849 + 0,9493} = 0,3812$$

$$V3 = \frac{1,2382}{1,2382 + 0,8480} = 0,5935$$

$$V4 = \frac{1,1698}{1,1698 + 0,4841} = 0,7073$$

$$V5 = \frac{0,8480}{0,8480 + 1,2382} = 0,4065$$

$$V6 = \frac{0,4841}{0,4841 + 1,1698} = 0,2927$$

$$V7 = \frac{0,9493}{0,9493 + 0,5849} = 0,6188$$

$$V8 = \frac{0,9106}{0,9106 + 0,6435} = 0,5859$$

$$V9 = \frac{1,2382}{1,2382 + 0,8480} = 0,5935$$

$$V_{10} = \frac{1,2809}{1,2809 + 0,5018} = 0,7185$$

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dalam penentuan program studi kesehatan gizi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

| No. | No_Reg | Nama STIKES | Alamat         | Hasil     | Keterangan                   |
|-----|--------|-------------|----------------|-----------|------------------------------|
| 1   | P001   | STIKES A    | Medan Patumbak | 0,4140818 | --                           |
| 2   | P002   | STIKES B    | Medan Tembung  | 0,3812486 | --                           |
| 3   | P003   | STIKES C    | Medan Kota     | 0,5935119 | --                           |
| 4   | P004   | STIKES D    | Tanjung Sari   | 0,7073061 | --                           |
| 5   | P005   | STIKES E    | Medan Maimun   | 0,4064881 | --                           |
| 6   | P006   | STIKES F    | Medan Aksara   | 0,2926939 | --                           |
| 7   | P007   | STIKES G    | Medan Petiaah  | 0,6187514 | --                           |
| 8   | P008   | STIKES H    | Deli Serdang   | 0,5859182 | --                           |
| 9   | P009   | STIKES I    | Medan Brayan   | 0,5935119 | --                           |
| 10  | P010   | STIKES J    | Pakam          | 0,7185348 | Prodi Kesehatan Gizi Terbaik |

**Gambar 1.** Hasil Proses Keputusan Menggunakan TOPSIS

## KESIMPULAN

1. Menentukan kriteria dalam menentukan program studi kesehatan gizi terbaik dengan ketentuan kriteria yang relevan dan telah ditetapkan.
2. Menerapkan metode TOPSIS dalam menentukan program studi kesehatan gizi terbaik yang pada dasarnya adalah metode yang mengakumulasikan keputusan atas dasar pemenuhan berbagai kriteria tertentu. Ketentuan penilaian dibuat kuantitatif untuk memudahkan perhitungan.
3. Sistem pendukung keputusan untuk penentuan Prodi Kesehatan Gizi terbaik pada STIKES diharapkan dapat mendukung proses penentuan prodi kesehatan gizi yang lebih berkualitas, cepat serta tersedianya basis data bagi Instansi Kopertis Wilayah I Sumut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daihani Dadan Umar, 2001, "*Komputerisasi Pengambilan Keputusan*", Gramedia, Bandung.
- Jogiyanto, 2009, "*Analisis dan Desain Sistem Informasi*" Yogyakarta : Andi.
- Kusrini, 2007, "*Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*". Yogyakarta, Andi Offset.
- Kusumadewi Sri, 2006, "*Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*", Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Supariasa Dewa Nyoman, 2002, "*Penilaian Status Gizi*", Jakarta : Buku Kedokteran EGC.
- Surbakti Irfan, 2002, "*Sistem Pendukung Keputusan*", Surabaya : Andi.
- Sutanta Edhy, 2005, "*Pengantar Teknologi Informasi*", Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Turban, 1995, "*Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*", Jakarta, MacMillan.

## PERANCANGAN APLIKASI DETEKSI SERANGAN BERBAHAYA PADA JARINGAN WIRELESS MENGGUNAKAN METODE *INTRUSION DETECTION SYSTEM (IDS)*

Hikmah Andriani Purba<sup>1</sup>, Abdul Sani Sembiring, M.Kom<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan

<sup>2</sup>Dosen Tetap STMIK Budi Darma Medan  
hikmahpurba@gmail.com

**Abstrak.** Perkembangan Teknologi Informasi dewasa ini sangatlah pesat terutama dalam dunia internet, hal ini terbukti dengan semakin berkembangnya aplikasi yang berbasis web yang membutuhkan koneksi internet agar bisa diakses oleh user. Sebuah aplikasi yang berbasis internet tidak akan terlepas dari sebuah jaringan komputer dan server sebagai tempat penyimpanan data terpusat. Namun yang cukup disayangkan adalah ketidakseimbangan antara perkembangan suatu teknologi dengan perkembangan sistem keamanan itu sendiri. Keamanan Jaringan saat ini menjadi sangat penting dan patut untuk diperhatikan, jaringan yang terhubung dengan internet pada dasarnya tidak aman dan selalu dapat di curi oleh para hacker, baik jaringan wired LAN maupun wireless LAN. Pada saat data dikirim akan melewati beberapa terminal untuk sampai tujuan berarti akan memberikan kesempatan kepada pengguna lain yang tidak bertanggung jawab untuk menyadap atau mengubah data tersebut. Hadirnya firewall telah banyak membantu dalam pengamanan jaringan, akan tetapi seiring berkembang teknologi sekarang ini hanya dengan firewall keamanan tersebut belum dapat dijamin sepenuhnya. Karena itu telah berkembang teknologi IDS (*Intrusion Detection System*) yaitu sebuah metode yang mendeteksi serangan berbahaya pada suatu jaringan komputer. Dengan adanya maka serangan-serangan tersebut lebih dapat dicegah ataupun dihilangkan. Dalam mengembangkan metode IDS penulis menggunakan model prototype sebagai metode pengembangan sistem. IDS berguna untuk mendeteksi adanya serangan dari penyusup baik dari luar atau dalam jaringan komputer sehingga mempermudah seorang admin dalam melakukan penanganan. Dengan demikian akan tercipta keamanan jaringan yang lebih optimal.

**Kata Kunci :** *Intrusion Detection System (IDS), Firewall, Keamanan Jaringan Komputer*

### PENDAHULUAN

Keamanan Jaringan saat ini menjadi sangat penting dan patut untuk diperhatikan, jaringan yang terhubung dengan internet pada dasarnya tidak aman dan selalu dapat di curi oleh para hacker, baik jaringan wired LAN maupun wireless LAN. Pada saat data dikirim akan melewati beberapa terminal untuk sampai tujuan berarti akan memberikan kesempatan kepada pengguna lain yang tidak bertanggung jawab untuk menyadap atau mengubah data tersebut. Dalam perancangannya, sistem keamanan jaringan yang terhubung ke internet harus direncanakan dan dipahami dengan baik agar dapat melindungi sumber daya yang berada dalam jaringan tersebut secara efektif dan meminimalisir terjadinya serangan oleh para hacker.

Sistem untuk mendeteksi gangguan dari segi gangguan internal dan eksternal memang telah banyak dibuat, tetapi sistem yang mampu melakukan pendeteksian seperti halnya manusia sangat lah jarang, dalam hal ini mampu melakukan analisa serta mempelajari kondisi yang ada. Keamanan jaringan bergantung pada kecepatan pengaturan jaringan dalam mengatasi sistem saat terjadi gangguan. Hadirnya firewall telah banyak membantu dalam pengamanan, akan tetapi seiring perkembangan teknologi saat ini hanya dengan firewall keamanan tersebut belum dapat dijamin sepenuhnya. Salah satu cara untuk mengamankan jaringan wireless dari serangan berbahaya yaitu dengan aplikasi yang menggunakan metode *Intrusion Detection System (IDS)*. Penerapan IDS sebagai salah satu solusi yang dapat digunakan untuk membantu pengaturan jaringan untuk memantau kondisi jaringan dan menganalisa paket-paket berbahaya yang terdapat dalam jaringan tersebut. Dengan adanya IDS (*Intrusion Detection System*), maka serangan-serangan tersebut lebih dapat dicegah. *Intrusion Detection System* berguna untuk mendeteksi adanya serangan dari penyusup.

Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk proses metode *Intrusion Detection System (IDS)* dalam mendeteksi adanya serangan berbahaya pada jaringan wireless yaitu *Intrusion Detection Sytem (IDS)* akan memberikan informasi kepada administrator tentang status keamanan dan sejumlah file log yang berisi catatan aktifitas kinerja *Intrusion Detection Sytem (IDS)*. Serta mengamati trafik dari sistem jaringan komputer, mendeteksi aktifitas penyusupan, penyerangan atau tindakan pelanggaran lainnya yang mengancam aset atau sumber daya sistem jaringan.

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan**

Bahan Penelitian yang digunakan adalah jaringan komputer yang mana Aplikasi diterapkan pada komputer yang bertugas melakukan *monitoring*, dan mengirimkan *log* pada admin serta teori-teori pendukung digunakan untuk referensi diambil dari buku, majalah atau jurnal yang meliputi pembahasan dari pada topic

**Metode**

**Metode *Intrusion Detection System (IDS)***

*Intrusion Detection System (IDS)* adalah sebuah metode yang diterapkan pada aplikasi perangkat lunak atau perangkat keras yang dapat mendeteksi aktivitas yang mencurigakan dalam sebuah sistem atau jaringan. IDS dapat melakukan inspeksi terhadap lalu lintas *inbound* dan *outbound* dalam sebuah sistem atau jaringan, melakukan analisis dan mencari bukti dari percobaan intrusi (penyusupan).

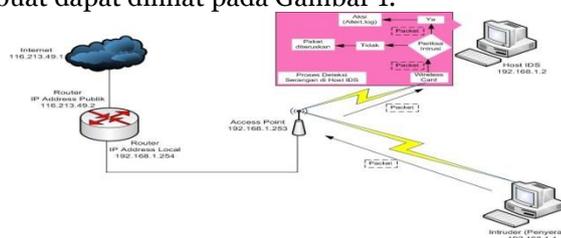
Ada dua jenis IDS, yaitu ,

1. *Network-based Intrusion Detection System (NIDS)*: Semua lalu lintas yang mengalir ke sebuah jaringan akan dianalisis untuk mencari apakah ada percobaan serangan atau penyusupan ke dalam sistem jaringan. NIDS umumnya terletak di dalam segmen jaringan penting di mana server berada atau terdapat pada "pintu masuk" jaringan. Kelemahan NIDS adalah bahwa NIDS agak rumit diimplementasikan dalam sebuah jaringan yang menggunakan *switch* Ethernet, meskipun beberapa *vendor* switch Ethernet sekarang telah menerapkan fungsi IDS di dalam *switch* buatannya untuk memonitor port atau koneksi.
2. *Host-based Intrusion Detection System (HIDS)*: Aktivitas sebuah *host* jaringan individual akan dipantau apakah terjadi sebuah percobaan serangan atau penyusupan ke dalamnya atau tidak. HIDS seringkali diletakkan pada server-server kritis di jaringan, seperti halnya *firewall*, *web server*, atau server yang terkoneksi ke Internet.

Kebanyakan produk yang menggunakan metode IDS merupakan sistem yang bersifat pasif, mengingat tugasnya hanyalah mendeteksi intrusi yang terjadi dan memberikan peringatan kepada administrator jaringan bahwa mungkin ada serangan atau gangguan terhadap jaringan. Akhir-akhir ini, beberapa *vendor* juga mengembangkan IDS yang bersifat aktif yang dapat melakukan beberapa tugas untuk melindungi host atau jaringan dari serangan ketika terdeteksi, seperti halnya menutup beberapa port atau memblokir beberapa alamat IP. Produk yang menggunakan metode seperti ini umumnya disebut sebagai *Intrusion Prevention System (IPS)*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Keamanan Berdasarkan *Intrusion Detection System (IDS)*.** Pada jaringan Wireless terdapat beberapa perangkat yang melakukan komunikasi data, data-data tersebut dikirim dan diterima dari satu perangkat ke perangkat lainnya. Paket data tersebut ada yang normal dan tidak normal dengan kata lain ada paket data yang berupa serangan yang dapat menyusup ke dalam sebuah sistem komputer. Maka untuk mendeteksi paket data yang normal dan tidak normal dibutuhkan aplikasi yang menggunakan metode IDS jenis HIDS untuk mendeteksinya. Proses analisa paket data pada aplikasi yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 1.



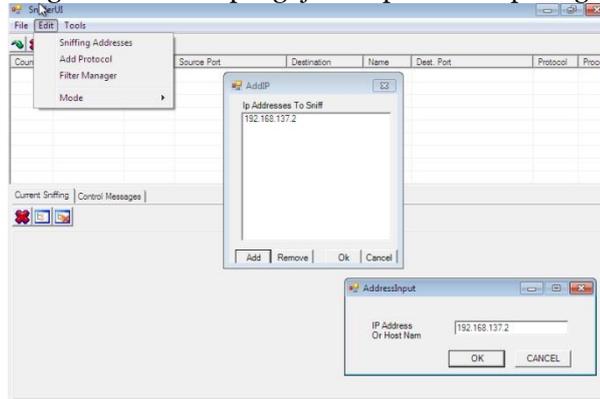
**Gambar 1.** Proses Analisis Serangan

Pada saat mendeteksi sebuah paket data, metode IDS akan membagi beberapa bagian dari paket tersebut. Bagian-bagiannya yaitu :

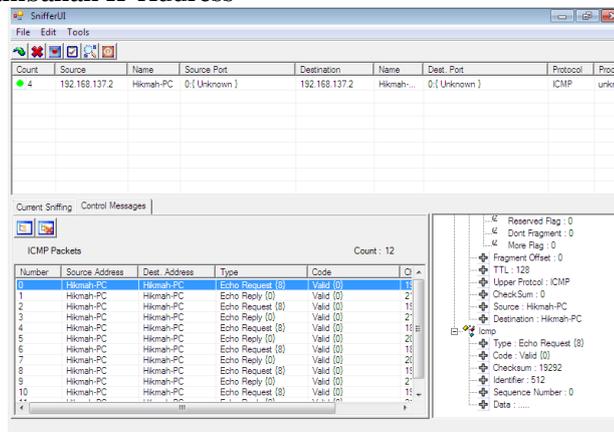
- a. IP Header dari paket data
- b. Transport layer header. Header ini meliputi TCP, UDP, ICMP dan lain-lain.
- c. Application layer level header. Bagian ini meliputi DNS header, FTP header, SNMP header dan SMTP header.
- d. Packet payload. Bagian ini merupakan data dari sebuah paket. Sehingga pada saat membuat rules

dapat digunakan untuk mencari sebuah string yang ada pada paket tersebut.

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan dari aplikasi yang telah dibangun. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.** Proses Penambahan IP Address



**Gambar 3.** Hasil Proses IDS

**KESIMPULAN**

1. Proses *Intrusion Detection System* dalam mendeteksi adanya serangan berbahaya pada jaringan *Wireless* yaitu dengan memantau kondisi jaringan dan menganalisa paket-paket berbahaya yang terdapat dalam jaringan tersebut. Dengan adanya *IDS (Intrusion Detection System)*, maka serangan berbahaya lebih dapat dicegah. *Intrusion Detection System* berguna untuk mendeteksi adanya serangan dari penyusup.
2. Penerapan metode *Intrusion Detection Sytem (IDS)* yaitu dengan tahap Mengamati trafik dari sistem jaringan komputer, mendeteksi aktifitas penyusupan, penyerangan atau tindakan pelanggaran lainnya yang mengancam aset atau sumber daya sistem jaringan.
3. Perancangan aplikasi deteksi serangan berbahaya pada jaringan *wireless* diperlukan metode *Intrusion Detection System* dan didalam penginputan dan pemerosesan di perlukan *software* pendukung yaitu *Visual C# 2005*.

**DAFTAR PUSTAKA**

Iwan Sofana, 2008, *Membangun jaringan komputer*, (wire&wireless) untuk pengguna windows dan linux.  
 Dony Ariyus, 2007, *Intrusion Detection System*, yogyakarta, Andi.  
 Yulius Eka Agung Saputra 2014, *Buku Pintar Pemograman C#* .  
 Pressman, R.S, 2010, *Software Engineering : a practitioner’s approach*, McGraw-Hill, New York.  
 Kusrini dkk ,2007, *Tuntunan Praktis Membangun Sistem Informasi Akuntansi dengan Visual Basic dan Microsoft SQL Server*. Yogyakarta, Andi.  
 Mohamad Subhan , 2012, *Analisa Perancangan Sistem*, Yogyakarta, Andi.  
 Al-Bahra Bin Ladjamudin,2005, *Analisis dan Desain Sistem Informasi*, Yogyakarta, Andi.  
 HM, Jogiyanto, 1999, *Analisis dan Desain Sistem Informasi*, ANDI Yogyakarta.  
 Evi Triandini dan I Gede Suardika, 2012, *Step by Step Proyek Menggunakan UML*, CV.Andi Offset, Yogyakarta.

## SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT PSIKOPAT MENGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR

**Khadrih Alrumana Lubis**

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
[khadrilubis@yahoo.com](mailto:khadrilubis@yahoo.com)

**Abstrak.** Kasus kriminal yang sering terjadi di Indonesia beberapa waktu terakhir adalah pelecehan terhadap perempuan dan juga anak-anak. Pelaku pelecehan yang sering terjadi pada anak-anak disebut pedofil yaitu penyakit mental yang membuat pelakunya suka atau cinta terhadap anak-anak pra-pubertas dan juga ingin melampiaskan seksualnya pada mereka. Perilaku seksual menyimpang lainnya adalah seksual sadisme dimana para pelaku suka melakukan kekerasan pada perempuan di saat melakukan hubungan badan. Pelaku seksual sadisme jika sudah pada tahap stadium akhir bisa sampai membunuh korbannya demi mencapai kepuasan seksual. Jika kasus ini terus berlanjut tanpa ada pencegahan dan penanganan yang serius maka semakin banyak yang akan menjadi korban selanjutnya. Sistem Pakar adalah suatu sistem yang dirancang untuk dapat menirukan keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan memecahkan suatu masalah yang didapat dari dialog dengan pengguna. Dengan bantuan sistem pakar seseorang yang bukan pakar/ahli dapat menjawab pertanyaan, menyelesaikan masalah serta mengambil keputusan yang biasanya dilakukan oleh seorang pakar. Certainty Factor (CF) untuk mengkombinasi ketidakpastian pemikiran (*inexact reasoning*) seorang pakar. Seorang pakar (misalnya dokter) sering kali menganalisis informasi yang ada dengan ungkapan seperti “mungkin”, “kemungkinan besar”, “hampir pasti”. Untuk mengkombinasi hal ini kita menggunakan certainty factor (CF) guna menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang sedang dihadapi. Pada penelitian ini dibuat aplikasi sistem pakar untuk mendeteksi psikopat menggunakan certainty factor. Hasil yang diperoleh pada sistem pakar ini yaitu penarikan kesimpulan terhadap hasil deteksi dengan menggunakan perhitungan derajat kepastian dari masing-masing bobot gejala yang didapat dari seorang pakar.

**Kata Kunci :** Sistem Pakar, certainty factor, pedofil

### PENDAHULUAN

*Mental Disorder* atau yang sering juga disebut psikopat pada umumnya adalah orang yang bersifat antisosial (*individualis*), namun ada juga psikopat yang mampu bergaul layaknya orang normal pada umumnya, sehingga orang biasa tidak dapat membedakan mana yang menderita psikopat atau tidak. Hal inilah yang sangat berbahaya, karena seseorang yang menderita psikopat bisa saja melakukan hal-hal yang dapat membahayakan orang lain ataupun lingkungan sekitar dia tinggal seperti kasus-kasus yang disebutkan diatas. Beberapa jenis *Mental Disorder* yang mampu bergaul layaknya orang normal tanpa ada yang mengetahui bahwa mereka pengidap *Mental Disorder* adalah para pelaku seksual menyimpang atau sering disebut *Paraphilia*. *Paraphilia* ini masih dibagi lagi menjadi beberapa jenis yaitu antara lain *Pedophilia*, *Sexual Sadism*, dan *Transvestic Fetishism*. Ketiga jenis penyakit seksual menyimpang ini biasanya sangat sulit dideteksi keberadaannya, Dikarenakan kemampuan sosial mereka yang sangat baik terhadap lingkungan tempat dimana ia tinggal. Inilah yang menyebabkan banyaknya korban yang mengalami kejahatan tindak seksual menyimpang dari para pengidap *Mental Disorder* atau yang sering disebut juga psikopat.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi gejala penyakit psikopat kedalam *rule*, menerapkan metode *Certainty Factor* dalam aplikasi sistem pakar mendiagnosa penyakit psikopat serta merancang sistem pakar mendiagnosa penyakit psikopat.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

bahan penelitian yang akan dijadikan objek adalah penyakit psikopat yang diderita oleh manusia. Dalam penelitian ini teori-teori diambil dari buku, majalah ataupun jurnal untuk melengkapi daripada penelitian. Untuk mengetahui gejala dari penyakit psikopat yang diderita serta solusi yang dapat diberikan digunakan metode *certainty factor*.

#### Metode

##### Certainty Factor

Teori *Certainty Factor* (CF) diusulkan oleh Shortliffe dan Buchnan pada 1975 untuk mengkombinasi ketidakpastian pemikiran (*inexact reasoning*) seorang pakar. Seorang pakar (misalnya dokter) sering kali menganalisis informasi yang ada dengan ungkapan seperti “mungkin”, “kemungkinan besar”, “hampir pasti”. Untuk mengkombinasi hal ini kita menggunakan *certainty factor* (CF) guna menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang sedang dihadapi Ada dua cara dalam mendapatkan tingkat keyakinan (CF) dari sebuah *rule*, yaitu :

1. Metode 'Net Belief yang diusulkan oleh E. H. Shortliffe dan B. G. Buchanan

$$CF(Rule) = MB(H, E) - MD(H, E)$$

$$MB(H, E) = \begin{cases} 1 & P(H) = 1 \\ \frac{\max[P(H|E), P(H)] - P(H)}{\max[1, 0] - P(H)} & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$MD(H, E) = \begin{cases} 1 & P(H) = 0 \\ \frac{\min[P(H|E), P(H)] - P(H)}{\min[1, 0] - P(H)} & \text{lainnya} \end{cases}$$

Di mana

CF (Rule) = faktor kepastian

MB(H, E) = *measure of belief* (ukuran kepercayaan) terhadap hipotesis H, jika diberikan *evidence* E (antara 0 dan 1)

MD (H, E) = *measure of disbelief*, (ukuran kepercayaan) terhadap hipotesis H, jika diberikan *evidence* E (antara 0 dan 1)

P(H) = probabilitas kebenaran hipotesis H

P(H|E) = probabilitas bahwa H benar karena fakta E

Contoh :

Seandainya seorang pakar penyakit kelamin menyatakan bahwa *probabilitas* seseorang berpenyakit *phimosis* adalah 0.02. dari data lapangan menunjukkan bahwa dari 100 orang penderita penyakit *phimosis*, 40 orang memiliki gejala kulup berminyak. Dengan menganggap H = *Phimosis* dan E = Kulup Berminyak, hitung faktor kepastian bahwa *phimosis* disebabkan oleh adanya kulup berminyak.

Jawab :

$$P(Phimosis) = 0.02$$

$$P(Phimosis | Kulup Berminyak) = 40/100 = 0,4$$

$$MB(H, E) = \frac{\max[p(H | E), p(H)] - p(H)}{\max[1, 0] - p(H)}$$

$$= \frac{\max[0,4, 0,02] - 0,02}{1 - 0,02} = \frac{0,4 - 0,02}{1 - 0,02} = 0,39$$

$$MD(H, E) = \frac{\min[p(H | E), p(H)] - p(H)}{\min[1, 0] - p(H)}$$

$$= \frac{\min[0,4, 0,02] - 0,02}{0 - 0,02} = \frac{0,02 - 0,02}{-0,02} = 0$$

$$CF = 0,39 - 0 = 0,39$$

Rule = IF (Gejala = Kulup Berminyak) THEN Penyakit = *Phimosis* (CF = 0,39)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Proses Pendeteksian Penyakit Psikopat Berdasarkan Certainty Factor.** Pada proses proses pendeteksian penyakit psikopat berdasarkan certainty factor dilakukan suatu pertanyaan kepada seorang pasien dengan penyakit psikopat. Setelah proses menjawab pertanyaan selesai maka pendeteksian mulai dilakukan dengan mengecek setiap jawaban pengguna lalu dihitung dengan menggunakan metode *Certainty Factor*. Setelah perhitungan selesai maka didapatlah hasil deteksi dengan dua hasil sekaligus satu dari metode *Certainty Factor*. Dalam perhitungan menggunakan metode tersebut dibutuhkan sebuah nilai kepercayaan terhadap masing-masing gejala yang telah ditentukan, nilai kepercayaan yang akan diberikan antara 0 – 1 untuk setiap gejala. Data nilai kepercayaan untuk setiap gejala penyakit dapat dilihat pada tabel 3.5, tabel 3.6 dan tabel 3.7 nilai ini diberikan oleh dosen Fakultas Psikologi Universitas Sumatera Utara yaitu Ibu Arliza Juairi Lubis, M.Si.

**Tabel 1.** Gejala pada pedofilia

| No | Pertanyaan/ Gejala                                                                                                               | Bobot |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1  | Beberapa waktu terakhir ini saya mengalami fantasi seksual yang kuat terhadap anak-anak yang berumur 13 tahun atau dibawahnya    | 0,8   |
| 2  | Selain fantasi saya juga mengalami dorongan seksual terhadap anak yang masih berumur 13 tahun atau dibawahnya beberapa waktu ini | 0,8   |
| 3  | Fantasi atau dorongan seksual yang saya rasakan terhadap anak-anak tersebut sudah berlangsung hingga 6 bulan atau lebih          | 0,6   |
| 4  | Dorongan seksual atau fantasi ini menyebabkan saya stress dan mengganggu kehidupan sosial saya                                   | 0,8   |
| 5  | Selain mengganggu aspek sosial, dorongan seksual ini menyebabkan pekerjaan saya menjadi terganggu                                | 0,7   |

|   |                                                                                                                                        |     |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6 | Hubungan keluarga saya juga menjadi terganggu akibat dari dorongan dan fantasi seksual yang saya alami ini                             | 0,8 |
| 7 | Jika umur saya sekarang 16 tahun maka dorongan atau fantasi seksual ini hanya saya alami kepada anak yang umurnya 5 tahun dibawah saya | 0,8 |

Adapun cara kerja aplikasi sistem pakar ini dalam mendeteksi psikopat pada seseorang yaitu sebagai berikut :

1. Pengguna harus melakukan pengisian data pribadi terlebih dahulu sebelum melakukan pendeteksian.
2. Dalam melakukan pendeteksian penyakit, aplikasi akan memberikan pertanyaan – pertanyaan yang harus dijawab oleh pengguna satu persatu hingga semua pertanyaan selesai ditanyakan.
3. Pengguna hanya diberikan dua pilihan jawaban yaitu “YA” atau “TIDAK”. 4. Apabila semua pertanyaan sudah selesai dijawab maka sistem akan melakukan perhitungan sesuai jawaban yang diberikan oleh pengguna. Perhitungan dilakukan menggunakan metode Certainty Factor. Setelah selesai perhitungan maka sistem nanti akan memberikan nilai atau persentase nilai kemungkinan penyakit yang diderita oleh pengguna.
4. Hasil akhir dari sistem adalah memberikan angka – angka nilai kemungkinan penyakit yang diderita oleh pengguna, serta terdapat beberapa informasi mengenai penyakit dan solusinya.

Berikutnya, perhitungan nilai densitas masing – masing dari gejala/ciri yang telah dijawab oleh pengguna pada penyakit *Pedophilia* dengan menggunakan persamaan (5) :

Diketahui :

$$CFP_1 = 0.8$$

$$CFP_2 = 0.8$$

$$CFP_3 = 0.8$$

$$CFP_4 = 0.8$$

$$CFP_5 = 0.8$$

Maka :

$$CFCombine\ CP_1 = CFP_1 + CFP_2 * (1 - CFP_1) = 0.8 + 0.8 * (1 - 0.8) = 0.96$$

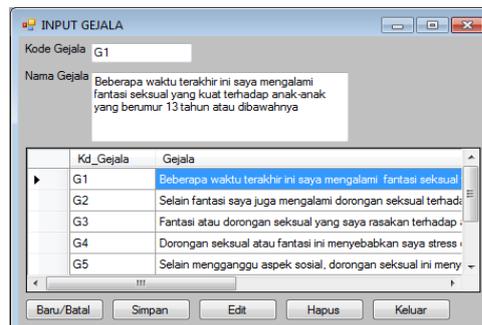
$$CFCombine\ CP_2 = CP_1 + CFP_3 * (1 - CP_1) = 0.96 + 0.8 * (1 - 0.96) = 0.992$$

$$CFCombine\ CP_3 = CP_2 + CFP_4 * (1 - CP_2) = 0.992 + 0.8 * (1 - 0.992) = 0.9984$$

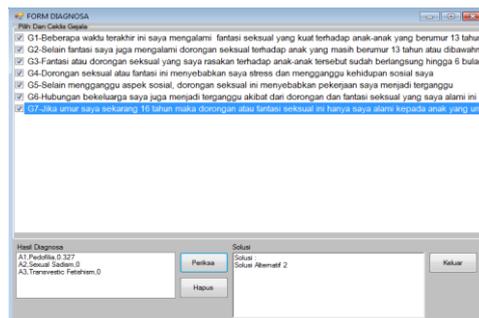
$$CFCombine\ CP_4 = CP_3 + CFP_5 * (1 - CP_4) = 0.9984 + 0.8 * (1 - 0.9984) = 0.99968$$

Berdasarkan perhitungan diatas dan jawaban pertanyaan yang dijawab oleh pengguna maka penyakit yang dideritanya kemungkinan adalah Pedofilia dengan nilai kemungkinan 0.9968.

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari aplikasi dalam pendeteksian penyakit psikopat. Hasil pengujian yang dilakukan pada aplikasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Gejala



**Gambar 2.** Diagnosa

## KESIMPULAN

1. Penyakit Psikopat yang di bahas dalam penelitian hanya satu saja yaitu Pedofilia
2. Proses dalam metode *certainty factor* untuk mendiagnosa penyakit psikopat dapat dilakukan dengan rumus atau perhitungan yang telah ditetapkan pada metode *certainty factor*.
3. Untuk diagnosa penyakit psikopat dapat dilakukan dengan alat bantu berupa aplikasi yang telah dirancang menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic.net 2008*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arhami, Muhammad. 2005. *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Adi Nugroho. 2009. *Rakayasa Perangkat Lunak Menggunakan UML dan JAVA*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Arief M Rudianto. 2011. *Pemrograman Web Dinamis menggunakan PHP dan MySQL*. C.V ANDI OFFSET. Yogyakarta
- Alamsyah, Hariman. 2010. *Efek latihan pernafasan terhadap faal paru, derajat sesak nafas dan kapasitas fungsional penderit penyakit paruobstruksi kronik stabil*. Thesis. Kota: Medan. Universitas Sumatra utara.
- A.S Rosa dan Salahuddin M, 2011. *Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak*. (Terstruktur dan Berorientasi Objek).
- Doctors and Experts At WebMD 2010. *Kamus Kedokteran Webster's New World*. Jakarta: PT Indeks Wahana Komputer.
- Wahana Komputer. 2010. *Membuat Aplikasi Client Server Dengan Visual Basic 2008*. Yogyakarta : andi offset.
- Wahana Komputer. 2010. *Panduan Belajar MySQL Database Server Media Kita*. Jakarta Selatan

## ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI PEMILIHAN PEGAWAI TERBAIK DENGAN METODE PROMETHEE (STUDI KASUS : PT. PERKEBUNAN NUSANTARA IV

Lasmiyan Hertawati Silalahi

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan

[hertawati.silalahi@yahoo.com](mailto:hertawati.silalahi@yahoo.com)

**Abstrak.** Sistem Pendukung Keputusan merupakan sistem berbasis komputer yang terdiri dari tiga komponen yang saling berinteraksi : sistem bahasa, sistem pengetahuan dan sistem pemrosesan masalah. Pembuatan keputusan diperlukan pada semua tahap kegiatan administrasi dan manajemen. Karyawan atau pegawai merupakan unsure terpenting dalam menentukan maju mundurnya suatu perusahaan. Untuk mencapai tujuan perusahaan diperlukan karyawan yang sesuai dengan persyaratan dalam perusahaan, dan juga harus mampu menjalankan tugas-tugas yang telah ditentukan oleh perusahaan. Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) digunakan untuk menentukan keputusan yang paling optimal dari beberapa alternatif keputusan yang telah dirumuskan sebelumnya. Dimana semua data digabung menjadi satu dengan bobot penilaian yang telah diperoleh melalui penilaian atau survei. Metode PROMETHEE hanya dapat diterapkan jika pengambil keputusan dapat mengekspresikan preferensi diantara dua tindakan pada kriteria yang diberikan pada skala rasio. Sistem evaluasi yang diusulkan adalah terlebih dahulu menetapkan kriteria-kriteria yang dianggap penting dalam penilaian kelengkapan berkas, kemudian digunakan metode PROMETHEE sebagai pendukung model pengambilan keputusan dalam penetapan prioritas suatu sistem penilaian (seleksi dan evaluasi) kinerja.

**Kata Kunci :** Sistem Pendukung Keputusan, Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation, Pegawai.

### PENDAHULUAN

Karyawan atau pegawai merupakan unsur terpenting dalam menentukan maju mundurnya suatu perusahaan. Untuk mencapai tujuan perusahaan diperlukan karyawan yang sesuai dengan persyaratan dalam perusahaan, dan juga harus mampu menjalankan tugas-tugas yang telah ditentukan oleh perusahaan. Setiap perusahaan akan selalu berusaha untuk meningkatkan kinerja karyawannya, dengan harapan apa yang menjadi tujuan perusahaan akan tercapai. Kemampuan pegawai tercermin dari kinerja, kinerja yang baik adalah kinerja yang optimal. Kinerja karyawan tersebut merupakan salah satu modal bagi perusahaan untuk mencapai tujuannya. Sehingga kinerja karyawan adalah hal yang patut diperhatikan oleh pemimpin perusahaan. Setiap pegawai memiliki kriteria yang berbeda-beda dalam menjalankan tugas masing-masing. Dengan begitu banyaknya kriteria dan alternatif yang harus dipertimbangkan, biasanya akan menyulitkan dalam pengambilan keputusan, sehingga perlu waktu yang cukup lama untuk bisa membuat keputusan, dan bahkan kadang dengan kesulitan tersebut akan berakibat keputusan yang dihasilkan cenderung subyektif. Sistem evaluasi yang diusulkan adalah terlebih dahulu menetapkan kriteria-kriteria yang dianggap penting dalam penilaian kelengkapan berkas, kemudian digunakan metode PROMETHEE sebagai pendukung model pengambilan keputusan dalam penetapan prioritas suatu sistem penilaian (seleksi dan evaluasi) kinerja.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek penelitian adalah karyawan PTPN IV. Dalam pemilihan karyawan PTPN IV terbaik pada perusahaan digunakan sistem pendukung keputusan yang menggunakan metode PROMETHEE. Kriteria yang digunakan untuk pemilihan karyawan terbaik adalah kehadiran, tanggung jawab, kepribadian, sosial dan kemahiran.

#### Metode

##### PROMETHEE

PROMETHEE adalah suatu metode penentuan urutan (prioritas). Dalam analisis multikriteria. Masalah pokoknya adalah kesederhanaan, kejelasan, dan kestabilan. Dugaan dari dominasi kriteria yang digunakan dalam *promethee* adalah penggunaan nilai dalam hubungan *outranking* (Brans, 1998). Ini adalah metode peringkat yang cukup sederhana dalam konsep dan aplikasi dibandingkan dengan metode lain untuk analisis multikriteria (Goumas, 1998). PROMETHEE menyediakan kepada user untuk menggunakan data secara langsung dalam bentuk tabel multikriteria sederhana. PROMETHEE mempunyai kemampuan untuk menangani banyak perbandingan, pengambilan keputusan hanya mendefinisikan skala ukurannya sendiri tanpa batasan, untuk mengindikasikan

prioritasnya dan preferensi untuk setiap kriteria dengan memusatkan pada nilai (*value*), tanpa memikirkan tentang metode perhitungannya. Metode *PROMETHEE* menggunakan kriteria dan bobot dari masing-masing kriteria yang kemudian diolah untuk menentukan pemilihan alternatif lapangan, yang hasilnya berurutan berdasarkan prioritasnya. Penggunaan metode *PROMETHEE* dapat dijadikan metode untuk pengambilan keputusan di bidang pemasaran, sumber daya manusia, pemilihan lokasi atau bidang lain yang berhubungan dengan pemilihan alternatif.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses pemilihan karyawan terbaik PTPN IV.** Proses yang dilakukan dalam pemilihan karyawan terbaik berdasarkan metode *PROMETHEE* dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Membuat setiap kriteria.
2. Menentukan dominasi kriteria.
3. Hitung Nilai H(d) berdasarkan terhadap tipe pilihan.
4. Pada penelitian ini dibuat pemisalan alternatif sehingga perhitungan lebih efisien antara lain:
  - Anto = A
  - Andi = B
  - Budiman = C
  - Kristina = D
  - Novalina = E
5. Hitung nilai *Leaving Flow*
6. Hitung nilai *Entering Flow*
7. Hitung nilai *Net Flow*  
*Net Flow = Leaving Flow – Entering Flow*

1. Penyelesaian Dengan Algoritma *PROMETHEE*  
Perhitungan *PROMETHEE* memiliki beberapa tahap, pada tahap 1 dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

**Tabel 1. PROMETHEE Tahap 1**

| Kriteria       | Anto | Andi | Budiman | Kristina | Novalina |
|----------------|------|------|---------|----------|----------|
|                | A    | B    | C       | D        | E        |
| Kehadiran      | 3    | 1    | 3       | 2        | 3        |
| Tanggung Jawab | 3    | 3    | 4       | 2        | 4        |
| Kepribadian    | 2    | 4    | 2       | 3        | 1        |
| Sosial         | 2    | 2    | 2       | 2        | 1        |
| Kemahiran      | 3    | 1    | 1       | 1        | 2        |

Untuk menentukan tahap 2 dari perhitungan *PROMETHEE*, maka dibuat terlebih dahulu perhitungannya melalui beberapa tahap. Perhitungannya dibuat menggunakan excel. Dalam perhitungan *PROMETHEE* ini, digunakan 1 preferensi yaitu kriteria biasa (*criterion usual*). Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$H(d) \begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq 0 \\ 1 & \text{jika } d > 0 \end{cases}$$

Keterangan:

- $H(d)$  = selisih kriteria antara alternatif
- $d$  = selisih nilai kriteria {  $d = f(a) - f(b)$  }
- Contoh :  $d(A,B) = 3-1 = 2$   
 $d(A,C) = 3-3 = 0$

Untuk menentukan kriteria yang bernilai 0 atau 1, dapat digunakan rumus excel sebagai berikut :  
 $=IF(C15<=0,"0","1")$

Hasil dari setiap sel kriteria yang sudah menggunakan rumus di atas, maka dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$= \frac{1}{n} (d(x_1, y_1) + d(x_2, y_2) + \dots \dots \dots d((x_n, y_n))$$

Keterangan :

- $n$  = banyak nya alternatif
- $d(x_1, y_1)$  = hasil kriteria usual yang sudah bernilai 0 atau 1.
- $\Sigma$  = Jumlah nilai  $d(x_1, y_1)$

Berdasarkan hasil dari ketiga rumus di atas maka diperoleh nilai pada tabel 2. penjelasan ini mewakili semua perhitungan yang ada dari tabel Nilai H (d) alternatif A sampai dengan alternatif E.

**Tabel 2.** Tabel Nilai H(d) dari alternatif A

| Tahap 2        | A  | (A,B) | C  | (A,C) | D  | (A,D) | E  | (A,E) |
|----------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
| Kehadiran      | 2  | 1     | 0  | 0     | 1  | 1     | 0  | 0     |
| Tanggung Jawab | 0  | 0     | -1 | 0     | 1  | 1     | -1 | 0     |
| Kepribadian    | -2 | 0     | 0  | 0     | -1 | 0     | 1  | 1     |
| Sosial         | 0  | 0     | 0  | 0     | 0  | 0     | 1  | 1     |
| Kemahiran      | 2  | 1     | 2  | 1     | 2  | 1     | 1  | 1     |
| Σ              |    | 0.4   |    | 0.2   |    | 0.6   |    | 0.6   |

Contoh : Kehadiran:

$$d(A,B) = 3-1 = 2$$

$$d(A,C) = 3-3 = 0$$

Hasil selisih kriteria pada alternatif B dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Tabel Nilai H(d) dari alternatif B

| Tahap 2        | B  | (B,A) | C  | (B,C) | D  | (B,D) | E  | (B,E) |
|----------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
| Kehadiran      | -2 | 0     | -2 | 0     | -1 | 0     | -2 | 0     |
| Tanggung Jawab | 0  | 0     | -1 | 0     | 1  | 1     | -1 | 0     |
| Kepribadian    | 2  | 1     | 2  | 1     | 1  | 1     | 3  | 1     |
| Sosial         | 0  | 0     | 0  | 0     | 0  | 0     | 1  | 1     |
| Kemahiran      | -2 | 0     | 0  | 0     | 0  | 0     | -1 | 0     |
| Σ              |    | 0.2   |    | 0.2   |    | 0.4   |    | 0.4   |

Contoh : Kehadiran:

$$d(B,A) = 1-3 = -2$$

$$d(B,C) = 1-3 = -2$$

Hasil selisih kriteria pada alternatif C dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Tabel Nilai H(d) dari alternatif C

| Tahap 2        | C  | (C,A) | B  | (C,B) | D  | (C,D) | E  | (C,E) |
|----------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
| Kehadiran      | 0  | 0     | 2  | 1     | 1  | 1     | 0  | 0     |
| Tanggung Jawab | 1  | 1     | 1  | 1     | 2  | 1     | 0  | 0     |
| Kepribadian    | 0  | 0     | -2 | 0     | -1 | 0     | 1  | 1     |
| Sosial         | 0  | 0     | 0  | 0     | 0  | 0     | 1  | 1     |
| Kemahiran      | -2 | 0     | 0  | 0     | 0  | 0     | -1 | 0     |
| Σ              |    | 0.2   |    | 0.4   |    | 0.4   |    | 0.4   |

Contoh : Kehadiran:

$$d(C,A) = 3-3 = 0$$

$$d(C,B) = 3-1 = 2$$

Hasil selisih kriteria pada alternatif D dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

**Tabel 5.** Tabel Nilai H(d) dari alternatif D

| Tahap 2        | D  | (D,A) | B  | (D,B) | C  | (D,C) | E  | (D,E) |
|----------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
| Kehadiran      | -1 | 0     | 1  | 1     | -1 | 0     | -1 | 0     |
| Tanggung Jawab | -1 | 0     | -1 | 0     | -2 | 0     | -2 | 0     |
| Kepribadian    | 1  | 1     | -1 | 0     | 1  | 1     | 2  | 1     |

**Tabel 5.** Nilai H(d) dari alternatif D Lanjutan

| Tahap 2   | D  | (D,A) | B | (D,B) | C | (D,C) | E  | (D,E) |
|-----------|----|-------|---|-------|---|-------|----|-------|
| Sosial    | 0  | 0     | 0 | 0     | 0 | 0     | 1  | 1     |
| Kemahiran | -2 | 0     | 0 | 0     | 0 | 0     | -1 | 0     |
| Σ         |    | 0.2   |   | 0.2   |   | 0.2   |    | 0.2   |

Contoh : Kehadiran:

$$d(D,A) = 2-3 = -1$$

$$d(D,B) = 2-1 = 1$$

Hasil selisih kriteria pada alternatif E dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

**Tabel 6.** Nilai H(d) dari alternatif E

| Tahap 2        | E  | (E,A) | B  | (E,B) | C  | (E,C) | D  | (E,D) |
|----------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|
| Kehadiran      | 0  | 0     | 2  | 1     | 0  | 0     | 1  | 1     |
| Tanggung Jawab | 1  | 1     | 1  | 1     | 0  | 0     | 2  | 1     |
| Kepribadian    | -1 | 0     | -3 | 0     | -1 | 0     | -2 | 0     |
| Sosial         | -1 | 0     | -1 | 0     | -1 | 0     | -1 | 0     |
| Kemahiran      | -1 | 0     | 1  | 1     | 1  | 1     | 1  | 1     |

|   |  |     |  |     |  |     |  |     |
|---|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|
| Σ |  | 0.2 |  | 0.6 |  | 0.2 |  | 0.6 |
|---|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|

Contoh : Kehadiran:  
 $d(E,A) = 3-3 = 0$   
 $d(E,B) = 3-1 = 2$

Hasil dari semua perhitungan kriteria usual dari A sampai dengan alternatif E, maka diperoleh tabel 7 seperti dibawah ini.

**Tabel 7.** PROMETHEE Tahap 2

| PROMETHEE | A   | B   | C   | D   | E   |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Tahap 2   |     |     |     |     |     |
| A         |     | 0.4 | 0.2 | 0.6 | 0.6 |
| B         | 0.2 |     | 0.2 | 0.4 | 0.6 |
| C         | 0.2 | 0.4 |     | 0.4 | 0.4 |
| D         | 0.2 | 0.2 | 0.2 |     | 0.2 |
| E         | 0.2 | 0.6 | 0.2 | 0.6 |     |

2. Menghitung Nilai *Leaving Flow*

Untuk menghitung nilai *Leaving Flow*, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \phi(a, x)$$

Keterangan:

$\phi(a)$  = *Leaving Flow*

n = Banyaknya alternatif

$\phi(a, x)$  = Menunjukkan preferensi bahwa alternatif a lebih baik dari alternatif x

Contoh:

$$A = \frac{1}{(5-1)} (0.4 + 0.2 + 0.6 + 0.6)$$

$$= \frac{1}{4} (1.80)$$

$$= 0.45$$

Berdasarkan contoh perhitungan dari Nilai *Leaving Flow* diatas, maka diperoleh tabel 8 dibawah ini.

**Tabel 8.** Hasil Nilai *Leaving Flow*

| Leaving Flow |
|--------------|
| 0.45         |
| 0.35         |
| 0.35         |
| 0.2          |
| 0.4          |

3. Menghitung Nilai *Entering Flow*

Untuk menghitung nilai *Entering Flow*, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \phi(a, x)$$

Keterangan:

$\phi(a)$  = *Entering Flow*

n = Banyaknya alternatif

$\phi(a, x)$  = Menunjukkan preferensi bahwa alternatif a lebih baik dari alternatif x

Contoh:

$$A = \frac{1}{(5-1)} (0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.2)$$

$$= \frac{1}{4} (0.8)$$

$$= 0.20$$

Berdasarkan contoh perhitungan dari Nilai *Entering Flow* diatas, maka diperoleh tabel 9 dibawah ini.

**Tabel 9.** Hasil Nilai *Entering Flow*

| Entering Flow |
|---------------|
| 0.20          |
| 0.40          |
| 0.20          |
| 0.50          |

0.45

4. Hitung Nilai *Net Flow*

Untuk menghitung nilai *Net Flow*, digunakan rumus sebagai berikut :

$$\phi^-(a)\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

Keterangan:

$$\phi^+(a) = \text{Leaving Flow}$$

$$\phi^-(a) = \text{Entering Flow}$$

Contoh:

$$A = 0.45 - 0.20 = 0.25$$

Berdasarkan contoh perhitungan dari Nilai *Net Flow* diatas, maka diperoleh tabel 10 dibawah ini.

**Tabel 10.** Hasil Nilai *Net Flow*

| NetFlow |
|---------|
| 0.25    |
| -0.05   |
| 0.15    |
| -0.30   |
| -0.05   |

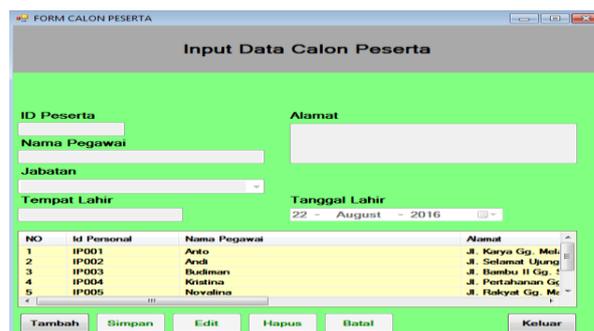
5. Hasil Akhir Ranking *PROMETHEE*

Dengan demikian hasil rangking menggunakan metode *PROMETHEE* dapat Dilihat pada tabel 11 sebagai berikut.

**Tabel 11.** Ranking *PROMETHEE*

| Alternatif | Nilai | Ranking |
|------------|-------|---------|
| Anto       | 0.25  | 1       |
| Budiman    | 0.15  | 2       |
| Andi       | -0.05 | 3       |
| Novalina   | -0.05 | 4       |
| Kristina   | -0.30 | 5       |

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini adalah menguji kinerja aplikasi pada proses pemilihan karyawan terbaik pada PTPN-IV. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 1.** Data Calon Peserta



**Gambar 2. Hasil Proses Menggunakan PROMETHEE  
KESIMPULAN**

1. Metode PROMETHEE dapat digunakan untuk memecahkan masalah pemilihan pegawai dengan lima kriteria yaitu kehadiran, tanggung jawab, kepribadian, sosial dan kemahiran.
2. Aplikasi sistem pemilihan pegawai terbaik ini dapat digunakan sebagai alat bantu bagi pengambilan keputusan dengan tetap berbasis pada sistem pendukung keputusan.
3. Dari hasil pengujian, sistem ini berhasil menentukan pemilihan pegawai terbaik dengan metode *PROMETHEE* yang mendekati cara penilaian sebenarnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ariyanto, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Karyawan Terbaik Dengan Metode SAW (*SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING*)", Skripsi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, 2012
- Harsono, A., Prasetyo, H. & Arqom, N, "Metode Pemilihan Pemasok Sayuran di Supermarket dengan Metode AHP dan *PROMETHEE*", Jurnal: Teknik Industri FTI-Institut Teknologi Nasional Bandung, 2009
- Ismail, "Aplikasi *TOPSIS* pada Fuzzy Multi Attribute Decision Making (*FMADM*) Untuk Pemilihan Karyawan Terbaik (Studi Kasus: Karyawan Inixindo Yogyakarta)", Skripsi, Universitas Islam Negeri, 2012
- Kadarsah & M. Ali Ramdhani, 2000, "Sistem Pendukung Keputusan Suatu Wacana Struktural Idealisasi dan Implementasi Konsep Pengembangan Keputusan", PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Kusrini, 2007, "Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kusumo, I, "Pengembangan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Dalam Pemilihan Fakultas Di Perguruan Tinggi Berbasis Mobile Web", Skripsi, Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri, 2011
- Saaty, T. L., 1980, "The Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill Book Company.
- Turban, Efraim. Aronson, E Jay. Peng Liang-Ting, 2007, "Decision Support Systems and Intelligent Systems", Seventh Edition, India: Prentice-Hall.
- Yuwono, B., Kodong F.R. & Yudha, A.H, "Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode *PROMETHEE*", Jurnal : Teknik Informatika UPN Veteran Yogyakarta, 2011
- Zakaria, A, "Penerapan Metode *PROMETHEE* Dalam Penentuan Peserta Jamkesmas", Skripsi, Sistem Informasi Fakultas Teknik Universitas Negeri. 2012.

## PERANCANGAN APLIKASI PENYANDIAN DATA DENGAN MENGUNAKAN METODE CAST-128 DAN MMB

Muhammad Faisal Iqbal

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
[faisalmuhammad2061@yahoo.co.id](mailto:faisalmuhammad2061@yahoo.co.id)

**Abstrak.** Penyandian yang pertama kali dibuat dengan menggunakan algoritma klasik. Algoritma ini menumpukan keamanannya pada kerahasiaan algoritma yang digunakan. Namun algoritma ini tidak efisien saat digunakan untuk berkomunikasi dengan banyak orang karena algoritmanya masih sangat sederhana dan masih sangat mudah untuk dipecahkan, sehingga informasi atau data penting yang ingin dirahasiakan dengan mudah dapat diketahui orang lain atau orang yang tidak bertanggungjawab. CAST-128 adalah sebuah algoritma kriptografi yang menggunakan 16 putaran jaringan feistel sebagai salah satu kekuatannya. CAST-128 menggunakan panjang blok 64 bit dan panjang kunci sampai 128 bit. Sebagai informasi, algoritma CAST-128 ini disebut sebagai salah satu algoritma kriptografi yang kuat terhadap berbagai macam kriptanalisis, termasuk *differential* dan *linear attack*. Metode MMB menggunakan plaintext 128 bit dan algoritma iteratif yang terdiri dari langkah-langkah linier (seperti XOR dan aplikasi kunci) serta aplikasi paralel dari empat substitusi non linier besar yang dapat dibalik. Substitusi ini ditentukan oleh sebuah operasi perkalian modulo  $2^{32} - 1$  dengan faktor konstan, yang memiliki tingkat sekuritas lebih tinggi bila dibandingkan dengan metode IDEA yang hanya menggunakan operasi perkalian modulo  $2^{16} + 1$ . MMB menggunakan 32 bit subblock text ( $x_0, x_1, x_2, x_3$ ) dan 32 bit subblock kunci ( $k_0, k_1, k_2, k_3$ ).

**Kata Kunci :** Keamanan, Kriptografi, CAST-128, MMB.

### PENDAHULUAN

Penyandian yang pertama kali dibuat dengan menggunakan algoritma klasik. Algoritma ini menumpukan keamanannya pada kerahasiaan algoritma yang digunakan. Namun algoritma ini tidak efisien saat digunakan untuk berkomunikasi dengan banyak orang karena algoritmanya masih sangat sederhana dan masih sangat mudah untuk dipecahkan, sehingga informasi atau data penting yang ingin dirahasiakan dengan mudah dapat diketahui orang lain atau orang yang tidak bertanggungjawab. CAST-128 adalah sebuah algoritma kriptografi yang menggunakan 16 putaran jaringan feistel sebagai salah satu kekuatannya. CAST-128 menggunakan panjang blok 64 bit dan panjang kunci sampai 128 bit. Sebagai informasi, algoritma CAST-128 ini disebut sebagai salah satu algoritma kriptografi yang kuat terhadap berbagai macam kriptanalisis, termasuk *differential* dan *linear attack*. (Ade Gunawan, oktober 2006). Dengan adanya penerapan algoritma CAST-128 dalam proses enkripsi dan dekripsi teks akan lebih sulit untuk dipecahkan teks yang disandikan oleh orang-orang yang tidak mengetahui kuncinya sehingga dapat menciptakan keamanan yang lebih dari teks yang telah disandikan. Jadi ketika teks tersebut ingin dikirim atau dipindahkan ke *flashdisk* akan lebih terjaga kerahasiaannya.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek penelitian adalah data teks dengan panjang maksimal 16 karakter sebagai objek yang akan diamankan.

#### Metode

##### CAST-128

CAST-128 didesain oleh Carlisle Adams dan Stafford Tavers dari Canada. CAST-128 termasuk kelas algoritma enkripsi yang menggunakan jaringan feistel. Secara umum algoritma ini mirip dengan algoritma *Data Encryption Standard (DES)*. Input dan keluaran dari algoritma CAST-128 yaitu, *Input* ((Teks-asli  $p1..p64$  (blok teks-asli sepanjang 64 bit), Kunci  $K=k1..k128$  (kunci sepanjang 128)), *output* (Teks-kode  $c1..c64$  (blok kode sepanjang 64 bit)). Fungsi Enkripsi Dalam Algoritma CAST-128 yaitu : penjadwalan kunci yaitu menentukan 16 putaran upa-kunci (*subkey*) dari masukan pengguna, bagi blok menjadi dua bagian yaitu 64 bit teks-asli dibagi menjadi dua bagian yang sama, yaitu bagian kiri dan bagian kanan dengan panjang 32 bit, 16 putaran jaringan feistel, konkatenasi untuk membuat teks-kode yaitu tukarkan bagian kiri dengan bagian kanan blok diputar terakhir. Setelah itu kedua bagian digabungkan menjadi satu dan menjadi teks-kode.

**MMB**

Metode MMB menggunakan kunci sepanjang 128 bit. Proses pembentukan kunci pada metode MMB ini sangat sederhana. Kunci yang di-input hanya dibagi menjadi 4 buah *subblock* kunci dengan panjang masing-masing 32 bit.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Enkripsi Menggunakan CAST-128.** Proses yang dilakukan untuk penyandian (enkripsi) pesan berdasarkan algoritma CAST-128 dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut : yang pertama, tentukan plainteks, lalu lakukan penjadwalan kunci yaitu menentukan 16 pasang upa-kunci (*subkey*) dari masukan pengguna, kedua bagi blok menjadi dua bagian yaitu 64 *bit* teks-asli dibagi menjadi dua bagian yang sama, yaitu bagian kiri (L) dan bagian kanan (R) dengan panjang 32 *bit*, lalu lakukan 16 putaran *fiestel* dengan menggunakan:

$$L_i=R_{i-1}$$

$$R_i=L_{i-1} \oplus f(R_{i-1},K_i)$$

Keterangan: i : bilangan bulat 1..r (jumlah putaran)

$K_i$  : upa kunci pada putaran ke i

F : fungsi tranformasi (kombinasi)

Selanjutnya Konkatenasi untuk membuat teks-kode yaitu tukarkan bagian kiri dengan bagian kanan blok diputaran terakhir. Setelah itu kedua bagian digabungkan menjadi satu dan menjadi teks-kode.

Sedangkan langkah-langkah proses dekripsi identik dengan proses enkripsi, hanya saja proses penggunaan ke-16 kunci dalam perputarannya dibalik. Jadi kunci terakhir akan digunakan sebagai putaran pertama dan seterusnya sampai putaran pertama digunakan sebagai putaran terakhir.

Berikut ini contoh proses enkripsi terhadap pesan (*plainteks*) dimaka *plainteks* tersebut adalah : YESSIAJA dengan menentukan 16 pasang upa-kunci (*Subkey*) dan melakukan 16 putaran *fiestel*. *Plainteks* tersebut akan di enkripsi dengan menggunakan algoritma CAST-128, sehingga akan menghasilkan *cipherteks* C = 01001001 01101000 01110110 01110110 01001001 01100100 01101101 01100100 (IhvvIdmd)

**Proses Enkripsi Menggunakan MMB.** Proses enkripsi dari metode MMB ini memiliki *input* data *plaintext* 128 bit yang identik dengan 32 digit heksadesimal atau 16 karakter. Proses enkripsi dari metode MMB dapat dilihat pada contoh berikut ini.

Misalkan diketahui *plaintext* = 'MUH FAISAL IQBAL' dengan menggunakan kunci yang dihasilkan di atas, maka proses enkripsinya adalah sebagai berikut :

Plaintext = MUH FAISAL IQBAL

Konversi ke biner :

01001101010101010010000010000001000110010000010100100101010011010000010100110000  
1000000100100101010001010000100100000101001100

$K(0) = 01000011010100100101100101010000$

$K(1) = 01010100010011110100011101010010$

$K(2) = 01000001010100000100100001011001$

$K(3) = 00100000010011010100110101000010$

$X(0) = 01001101010101010100100000100000$

$X(1) = 01000110010000010100100101010011$

$X(2) = 01000001010011000010000001001001$

$X(3) = 01010001010000100100000101001100$

$X(0) = X(0) \text{ XOR } K(0)$

= 01001101010101010100100000100000 XOR 01000011010100100101100101010000

= 00001110000001110001000101110000

$X(1) = X(1) \text{ XOR } K(1)$

= 01000110010000010100100101010011 XOR 01010100010011110100011101010010

= 00010010000011100000111000000001

$X(2) = X(2) \text{ XOR } K(2)$

= 01000001010011000010000001001001 XOR 01000001010100000100100001011001

= 00000000000111000110100000010000

$X(3) = X(3) \text{ XOR } K(3)$

= 01010001010000100100000101001100 XOR 00100000010011010100110101000010

= 01110001000011110000110000001110

$X(0) = C(0) * X(0) \text{ MOD } ((2^{32}) - 1)$

```

= 00000010010111110001110011011011 * 00001110000001110001000101110000 MOD
11111111111111111111111111111111
= 0001110101001010110111100100111
X(1) = C(1) * X(1) MOD ((2^32) - 1)
= 00000000000000000000000000010010111100011100110110110 *
0001001000001110000011100000001 MOD 11111111111111111111111111111111
= 011000000010111110100000101110
X(2) = C(2) * X(2) MOD ((2^32) - 1)
= 0000000000000000000000000001001011110001110011011011000 *
000000000011100011010000010000 MOD 11111111111111111111111111111111
= 10001100111100001001000010111
X(3) = C(3) * X(3) MOD ((2^32) - 1)
= 0000000000000000000000010010111100011100110110110000000 *
01110001000011110000110000001110 MOD 11111111111111111111111111111111
= 101101110111011101100101111001
If LSB(X(0)) = LSB(000111010100101011011100100111) = 1 = 1 --> TRUE
X(0) = X(0) XOR C
= 000111010100101011011100100111 XOR 00101010101010101010101010101010
= 0011010000001111100010110001101
If LSB(X(3)) = LSB(10110111011101101100101111001) = 1 = 0 --> FALSE
X(0) = X(3) XOR X(0) XOR X(1)
= 101101110111011101100101111001 XOR 0011010000001111100010110001101 XOR
0110000000101111101000001101110
= 11100011010110111010011100011010
X(1) = X(0) XOR X(1) XOR X(2)
= 11100011010110111010011100011010 XOR 0110000000101111101000001101110 XOR
1000110011110000100100001101111
= 00001111100011000011111100011011
X(2) = X(1) XOR X(2) XOR X(3)
= 0000111110001100001111100011011 XOR 1000110011110000100100001101111 XOR
101101110111011101100101111001
= 00110100000011111100010110001101
X(3) = X(2) XOR X(3) XOR X(0)
= 00110100000011111100010110001101 XOR 1011011101110111011001011111001 XOR
11100011010110111010011100011010
= 0110000000101111101000001101110
X(0) = X(0) XOR K(1)
= 11100011010110111010011100011010 XOR 01010100010011110100011101010010 =
10110111000101001110000001001000
X(1) = X(1) XOR K(2)
= 00001111100011000011111100011011 XOR 01000001010100000100100001011001 =
01001110110111000111011101000010
X(2) = X(2) XOR K(3)
= 00110100000011111100010110001101 XOR 00100000010011010100110101000010 =
00010100010000101000100011001111
X(3) = X(3) XOR K(0)
= 0110000000101111101000001101110 XOR 01000011010100100101100101010000 =
0010001101111101100010010011110
X(0) = C(0) * X(0) MOD ((2^32) - 1)
= 00000010010111110001110011011011 * 10110111000101001110000001001000 MOD
11111111111111111111111111111111
= 10110011110011011110110010111010
X(1) = C(1) * X(1) MOD ((2^32) - 1)
= 00000000000000000000000000010010111100011100110110110 *
01001110110111000111011101000010 MOD 11111111111111111111111111111111
= 10110011101111001000011000110000
X(2) = C(2) * X(2) MOD ((2^32) - 1)
= 0000000000000000000000000001001011110001110011011011000 *
00010100010000101000100011001111 MOD 11111111111111111111111111111111
= 11110111000101011100100011111111
X(3) = C(3) * X(3) MOD ((2^32) - 1)

```

= 00000000000000000000000000000000100101111100011100110110110000000 \*  
00100011011111011000100100111110 MOD 11111111111111111111111111111111  
= 1101110101011010101100101000000

Proses tersebut diatas dilakukan dengan cara iterasi sebanyak 6 kali hingga memperoleh hasil dibawah ini.

Hasil =  
000101110110000001100011010010010100100000011011111001110110000101010100101100100100  
01100011111011100111110110000010110011011100

Ciphertext = `cIHçàT²F>çØ,Ü

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja aplikasi pada proses enkripsi dan dekripsi. Adapun hasil proses tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Hasil Proses Enkripsi



**Gambar 2.** Hasil Proses Dekripsi

**KESIMPULAN**

1. Penerapan algoritma *CAST-128* memiliki 4 tahapan pada perubahan plainteks menjadi cipherteks dan sebaliknya, yaitu penjadwalan kunci atau penentuan 16 putaran upa kunci, penentuan blok, penggunaan 16 putaran jaringan fiestel, dan proses kontaktenasi.
2. Pada algoritma MMB menggunakan menggunakan 32 bit *subblock text* ( $x_0, x_1, x_2, x_3$ ) dan 32 bit *subblock* kunci ( $k_0, k_1, k_2, k_3$ ), serta indeks dilakukan dengan operasi modulo 4.
3. Alat bantu perancangan sistem yang digunakan adalah *use case* untuk menggambarkan prosedur sistem secara umum, dan *activity* diagram untuk menunjukkan apa yang terjadi didalam sistem, lalu hasil dari perancangan diimplementasikan menggunakan *visual basic 6.0* dan dapat melakukan proses enkripsi dan dekripsi pada teks.

**DAFTAR PUSTAKA**

AndiWirdasari, Dian. 2008. Prinsip Kerja Kriptografi dalam Mengamankan Informasi. SAINTIKOM.  
Ariyus, Doni. 2008. *Pengantar Ilmu Kriptografi* (Teori, Analisis, Dan Implementasi). Yogyakarta  
Gunawan, Ade, dkk. (Oktober 2006). Studi Mengenai Algoritma Simetri Cast-128 Dan Aplikasinya .  
Bandung: Institut Teknologi Bandung  
Jogiyanto.2003 . *Analisis Dan Desain Sistem* Informasi, Penerbit. Informatika, Bandung.  
Munir, Rinaldi, 2006, Diklat Kuliah Kriptografi, Program Studi Teknik *Informatika*, Sekolah Teknik  
Elektro dan *Informatika*, Institut Teknologi *Bandung*, Bandung.  
Munawar. (2005), *Pemodelan Visual Dengan UML*, Graha Ilmu, Yogyakarta.  
Prayudi, Yudi dan Halik, Idham. 2005. Studi Dan Analisis Algoritma RC6 Dalam Enkripsi/Dekripsi  
Data, Bandung.

- Sadikin, Rifki. 2012. Kriptografi untuk Keamanan Jaringan dan Implementasinya dalam Bahasa Java. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Wahana Komputer (2010). Membuat Aplikasi Client Server dengan Visual Basic 2008. Yogyakarta.
- Rizal, Ansar, Suharto. 2011. Implementasi Algoritma RC4 untuk Keamanan Login Pada Sistem Pembayaran Uang Sekolah. Dielektrika, ISSN 2086-9487 Vol. 2 No.2

## IMPLEMENTASI METODE LAST COME FIRST SERVED (LCFS) PADA SISTEM ANTRIAN PADA LIFT

Majumri Tampubolon

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
[majumritampu@gmail.com](mailto:majumritampu@gmail.com)

**Abstrak.** Lift adalah angkutan transportasi vertikal yang digunakan untuk mengangkut orang atau barang. Lift umumnya digunakan di gedung-gedung bertingkat tinggi; biasanya lebih dari tiga atau empat lantai. Gedung-gedung yang lebih rendah biasanya hanya mempunyai tangga atau eskalator. Lift-lift pada zaman modern mempunyai tombol-tombol yang dapat dipilih penumpangnya sesuai lantai tujuan mereka. Lift memudahkan orang dan barang saat naik atau turun di dalam sebuah gedung bertingkat. Hanya dengan menekan tombol ke lantai yang dituju maka lift pun akan bergerak ke arah nomor lantai yang dipilih. Penjadwalan dalam sistem operasi terbagi menjadi beberapa jenis, seperti algoritma penjadwalan FCFC, SSTF, SCAN, algoritma penjadwalan LCFS dan lain sebagainya. Setiap algoritma penjadwalan memiliki sistem kerja yang berbeda dalam melayani antrian proses, karena setiap algoritma tersebut memiliki skala prioritas yang berbeda. Dari sudut pandang model antrian, situasi antrian diciptakan dengan cara sebagai berikut. Sementara para pelanggan tiba di satu sarana pelayanan, mereka bergabung dalam sebuah antrian. Pelayan memilih seorang pelanggan dari antrian untuk memulai pelayanan. Setelah selesainya pelayanan, proses memilih pelanggan baru (yang sedang menunggu) diulangi. Last Come First Served (LCFS) merupakan algoritma penjadwalan yang paling sederhana yang digunakan dalam membuat sebuah antrian. Dengan menggunakan algoritma ini setiap proses yang berada pada status ready dimasukkan kedalam queue atau antrian dengan prinsip Last Come First Served (LCFS) sesuai dengan waktu kedatangannya

**Kata Kunci :** Lift, penjadwalan, antrian Last Come First Served (LCFS).

### PENDAHULUAN

Simulasi merupakan tiruan proses operasi dari sebuah kondisi nyata atau sistem dari waktu ke waktu (Bankset al, 2004). Simulasi digunakan untuk menggambarkan dan menganalisa perilaku dari sebuah sistem, menanyakan pertanyaan bagaimana jika ("what if") tentang sistem nyata, dan membantu dalam proses *design of real systems*. Simulasi mengacu pada kumpulan metode yang luas dan aplikasi dari pencitraan tingkah laku dari sistem yang sesungguhnya. Model simulasi adalah alternatif yang tepat dalam menggambarkan suatu sistem yang kompleks, terutama ketika model matematik analitik sulit dilakukan (Mochamad iqbal nashrulhaq, *Model simulasi sistem antrean elevator, Reka integra, ISSN: 2338-5081*). Lift adalah alat transportasi yang digunakan untuk memindahkan orang-orang secara vertikal antar lantai-lantai pada suatu bangunan. Sistem antrean Lift akan membentuk suatu antrean jika terdapat satu atau beberapa penumpang yang belum dapat dilayani oleh Lift. Permasalahan mengenai antrean dapat diselesaikan dengan menambah jumlah Lift jika pemilik gedung bersedia berinvestasi. Antrean akan berkurang dan pengguna tidak harus menunggu lama. Namun sebagai penyedia Lift, jika menambah unit Lift dapat memunculkan pertanyaan baru yaitu apakah investasi tersebut sebanding dengan besarnya utilisasi Lift yang diharapkan. (Mochamad iqbal nashrulhaq, *Model simulasi sistem antrean elevator, Reka integra, ISSN: 2338-508*).

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek penelitian adalah lift yang diasumsikan 10 lantai yang mana proses perjalanan lift dibuat berdasarkan algoritma *Last Come First served* (LCFS).

#### Metode

##### **Last Come First served (LCFS).**

*Last Come First Served* (LCFS) merupakan algoritma penjadwalan yang paling sederhana yang digunakan dalam membuat sebuah antrian. Dengan menggunakan algoritma ini setiap proses yang berada pada status *ready* dimasukkan kedalam *queue* atau antrian dengan prinsip *Last Come First Served* (LCFS) sesuai dengan waktu kedatangannya. Unsur-unsur dasar dari model antrian bergantung pada faktor-faktor yaitu, distribusi kedatangan dan waktu pelayanan, peraturan pelayanan dan prioritas pelayanan, rancangan sarana pelayanan, ukuran antrian yang diijinkan, sumber pemanggilan, perilaku manusia. Sehingga penilaian yang dilakukan bersifat subjektif. Sedangkan elemen-elemen yang terdapat pada sistem antrian yaitu, pelanggan (*customer*), yaitu seseorang atau sesuatu yang menunggu untuk mendapatkan pelayanan, pelayan (*server*), yaitu seseorang atau sesuatu yang memberikan pelayanan kepada konsumen / pelanggan, antrian (*queue*), yaitu sekelompok pelanggan yang menunggu untuk diberikan pelayanan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Simulasi Menggunakan Algoritma LCFS (Last Come First Serve).** adapun simulasi daro LCFS ini adalah seperti terlihat dibawah ini :

Studi Kasus :

- Jumlah Lantai Lift = 5
- Contoh tabel urutan permintaan yang masuk kedalam antrian, yang posisi awal dari lift adalah di lantai 1 (lantai paling dasar)

| Antrian Ke | Dari Lantai | Menuju kelantai |
|------------|-------------|-----------------|
| 1          | 1           | 3               |
| 2          | 4           | 1               |
| 3          | 3           | 5               |
| 4          | 2           | 4               |
| 5          | 5           | 2               |

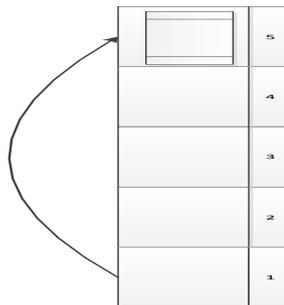
Maka dengan menggunakan algoritma *Last Come First Serve* maka akan terlihat semulasi lift seperti gambar dibawah ini :

1. Tahap 1:  
Lift berada dilantai dasar atau lantai 1



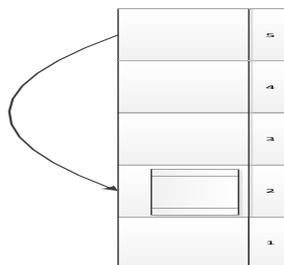
**Gambar 1.** Lift berada dilantai 1

2. Lift bergerak dari lantai 1 ke lantai 5



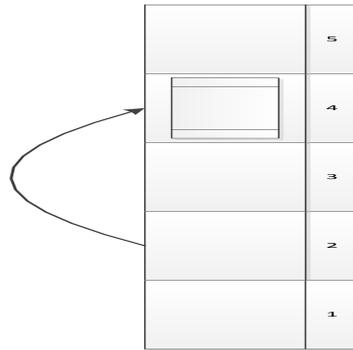
**Gambar 2.** Lift berada dilantai 5

3. Lift bergerak dari lantai 5 ke lantai 2

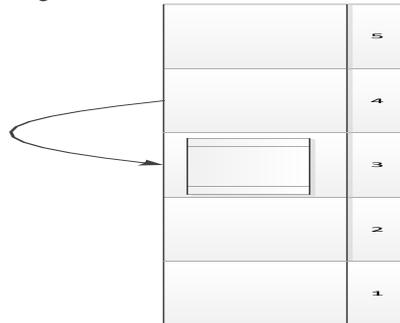


**Gambar 3.** Lift berada dilantai 2

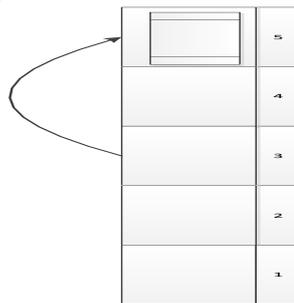
4. Lift bergerak dari lantai 2 ke lantai 4



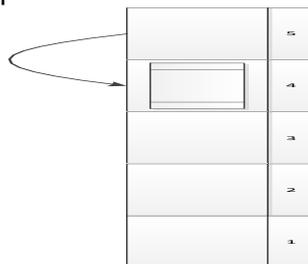
**Gambar 4.** Lift berada dilantai 4  
5. Lift bergerak dari lantai 4 ke lantai 3



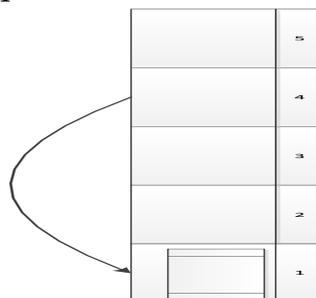
**Gambar 5.** Lift berada dilantai 3  
6. Lift bergerak dari lantai 3 ke lantai 5



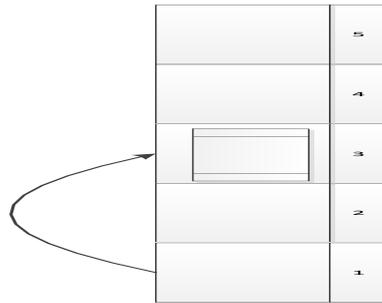
**Gambar 6.** Lift berada dilantai 5  
7. Lift bergerak dari lantai 5 ke lantai 4



**Gambar 7.** Lift berada dilantai 4  
8. Lift bergerak dari lantai 4 ke lantai 1

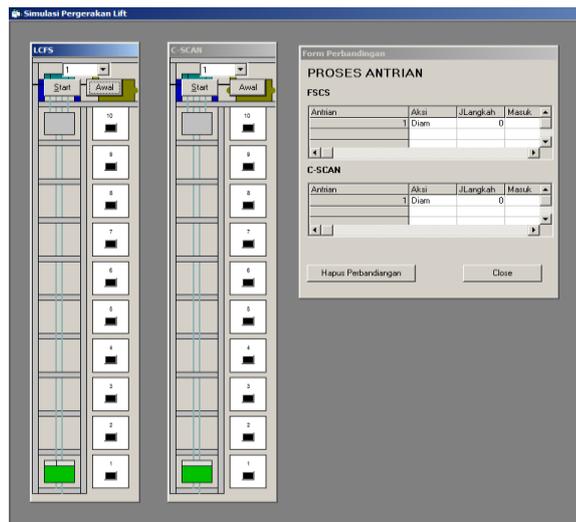


**Gambar 8.** Lift berada dilantai 1  
9. Lift bergerak dari lantai 1 ke lantai 3

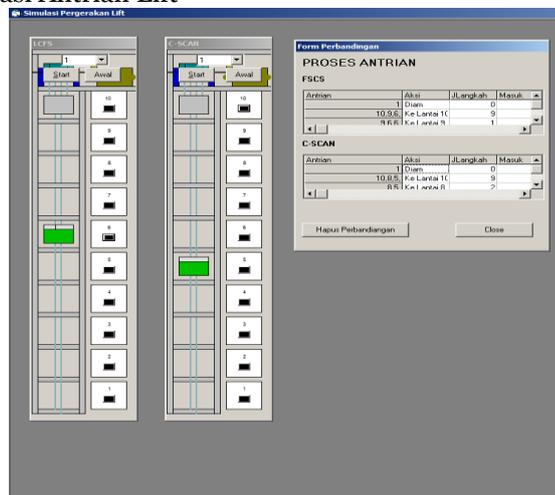


**Gambar 9.** Lift berada dilantai 3

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini adalah menguji kinerja aplikasi pada proses simulasi antrian. Pengujian ini dilakukan pada beberapa simulasi antrian untuk mendapatkan hasil simulasi pada lift.



**Gambar 10.** Proses Simulasi Antrian Lift



**Gambar 11.** Proses Simulasi Antrian Lift LCFS

**KESIMPULAN**

1. Antrian sangat berguna untuk mengatur lalu lintas arus yang sedang berjalan, seperti antrian untuk bank, antrian lift dan antrian penjadwalan pada CPU komputer.
2. Proses Antrian banyak jenisnya, dan yang sudah dibahas penulis yang ada pada skripsi ini adalah metode FSCS, STF dan C-SCAN yang mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing.

**DAFTAR PUSTAKA**

Hanifah Harsono, 2004, *Implementasi Kebijakan dan Politik*, PT. Mutiara Sumber Widya

- Setiawan, Guntur, 2004. *Implementasi Dalam Birokrasi Pembangunan*, Cipta dunia, Jakarta
- Sumaryadi, I Nyoman. 2005. *Efektivitas Implementasi Kebijakan Otonomi Daerah*, Citra Utama, Jakarta.
- Mazmanian, Daniel H., dan Paul A. Sabatier, 1983, *Implementation and Public policy*, harpercollins, New York.
- Al Fatta, Hanif. 2007. *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi*, Andi, Yogyakarta.
- Doni Stiadi, 2012, *Simulasi Komputer*, Erlangga, Jakarta.
- Algoritma Dan Flowchart, 2004, *Lembaga Pendidikan Dan Pengembangan Profesi Indonesia*, Jakarta.

## IMPLEMENTASI ALGORITMA BEAUFORT DAN CIPHER TRANSPOSISI PADA PESAN TEKS

**Mardiah Tussalama**

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
[majumritampu@gmail.com](mailto:majumritampu@gmail.com)

**Abstrak.** Kriptografi adalah ilmu dan seni untuk menjaga keamanan pesan ketika pesan dikirim kesuatu tempat ke tempat lain (Dony Ariyus, 2008 : 13). Algoritma kriptografi merupakan langkah-langkah logis bagaimana menyembunyikan pesan dari orang-orang yang tidak berhak atas pesan tersebut. Algoritma kriptografi terdiri dari dua fungsi dasar yaitu Enkripsi dan dekripsi. Kriptografi klasik merupakan suatu algoritma yang menggunakan suatu kunci untuk mengamankan. Dua teknik dasar yang biasa digunakan pada algoritma jenis ini adalah teknik substitusi dan teknik transposisi. Masalah keamanan merupakan salah satu aspek terpenting dari sebuah sistem informasi. Masalah keamanan sering kurang mendapat perhatian bagi para perancang dan pengelola sistem informasi. Masalah keamanan sering berada pada urutan setelah tampilan atau bahkan diurutan terakhir dalam daftar hal-hal yang dianggap penting. Pada pesan teks timbul suatu gagasan yang mengacu pada permasalahan-permasalahan tersebut, yakni untuk membuat suatu aplikasi keamanan pesan chatting yang dapat melindungi pesan yang dianggap penting dengan cara enkripsi (menyandikan) pesan tersebut sehingga sulit untuk dibaca oleh pihak-pihak yang tidak berhak atas pesan tersebut. Salah satu algoritma kriptografi klasik yang cukup populer adalah transposition cipher dan Algoritma Beaufort Cipher. algoritma ini melakukan transpose terhadap rangkaian huruf di dalam plainteks. Nama lain untuk metode ini adalah permutasi, karena transpose setiap karakter di dalam teks sama dengan mempermutasikan karakter-karakter tersebut. Transposition Cipher ini memiliki berbagai macam bentuk dan algoritma, diantara contoh dari cipher transposisi ini adalah Rail Fence Cipher, Route Cipher dan Columnar Cipher.

**Kata Kunci :** Keamanan, Kriptografi, Algoritma Beaufort, Cipher Transposisi.

### PENDAHULUAN

Pesan teks adalah suatu informasi yang dapat dibaca dan dimengerti maknanya. Komunikasi via teks cara yang bagus untuk bertukar informasi singkat tanpa khawatir adanya penundaan dalam percakapan, seperti yang terjadi dalam mengirim *email*, aplikasi SMS (*Short Message Service*) dan *chatting*. *Chatting* merupakan kegiatan yang menyenangkan. Namun demikian pesan yang dikirim dalam pesan singkat berbentuk pesan asli (plaintext) pesan yang dikirimkan bersifat pribadi maka pesan teks tersebut harus dilindungi agar orang lain tidak mengetahui isi pesan walau pesan tersebut ditemukan. Disinilah lahir suatu ilmu baru yang disebut dengan kriptografi. Pada pesan teks timbul suatu gagasan yang mengacu pada permasalahan-permasalahan tersebut, yakni untuk membuat suatu aplikasi keamanan pesan chatting yang dapat melindungi pesan yang dianggap penting dengan cara enkripsi (menyandikan) pesan tersebut sehingga sulit untuk dibaca oleh pihak-pihak yang tidak berhak atas pesan tersebut. Pada penelitian ini penulis menggunakan algoritma kriptografi *beaufort* dan algoritma transposisi dalam proses enkripsi dan dekripsi pesan teks pada aplikasi *chatting*.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang diambil objek nya berbentuk objek teks menggunakan 15 karakter dengan Varian *cipher* transposisi yang digunakan penulis adalah algoritma transposisi *rail fence cipher* sebagai pengamanan teks. Untuk mendukung teori-teori maka sebagai referensi digunakan buku-buku.

#### Metode

##### Algoritma Beaufort

*Beaufort cipher* merupakan salah satu varian dari metode *vigenere cipher*. Pada *beaufort cipher* kunci K adalah urutan huruf-huruf  $K = k_1 \dots k_d$  dimana  $k_i$  didapat dari banyak penggeseran pada alfabet ke- $i$  sama seperti pada *vigenere cipher*. Formula *beaufort cipher* Misalkan  $m$  menentukan beberapa nilai integer positive. Diberikan  $P = C = K = (Z_{26})$ . untuk sebuah kunci  $K = (k_1, k_2, \dots, k_m)$ , definisikan :  $eK(x_1, x_2, \dots, x_m) = (k_1 - x_1, k_2 - x_2, \dots, k_m - x_m)$  dan  $dK(y_1, y_2, \dots, y_m) = (k_1 - y_1, k_2 - y_2, \dots, k_m - y_m)$  dimana semua operasi adalah berbasis pada  $Z_{26}$ . Rumus enkripsi yang digunakan untuk menghitung nilai *cipher image* tiap pixel adalah sebagai berikut :

$E_{k_i}(a) = (a - k_i) \bmod 256$ . Sedangkan rumus yang digunakan untuk mendapatkan kembali *plaintext* yang berupa *image* tiap pixel yang telah terenkripsi (dekripsi) adalah:

$E_{k_i}(a) = (a - k_i) \bmod 256$ .

**Cipher Transposisi**

Salah satu algoritma kriptografi klasik yang cukup populer adalah *transposition cipher*. algoritma ini melakukan *transpose* terhadap rangkaian huruf di dalam plainteks. Nama lain untuk metode ini adalah permutasi, karena *transpose* setiap karakter di dalam teks sama dengan mempermutasikan karakter-karakter tersebut. *Transposition Cipher* ini memiliki berbagai macam bentuk dan algoritma, diantara contoh dari *cipher* transposisi ini adalah *Rail Fence Cipher*, *Route Cipher* dan *Columnar Cipher*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Enkripsi Berdasarkan Beaufort.** Bujursangkar algoritma *Beaufort* digunakan untuk memperoleh *ciphertext* dengan menggunakan kunci yang sudah ditentukan. Jika panjang kunci lebih pendek daripada panjang *plaintext*, maka kunci diulang penggunaannya (sistem periodik). Bila panjang kunci adalah *m*, maka periodenya dikatakan *m*. Secara matematis, misalkan kunci dengan panjang *m* adalah rangkaian *k<sub>1</sub> k<sub>2</sub>... k<sub>m</sub>*, *plaintext* adalah rangkaian *p<sub>1</sub> p<sub>2</sub>... p<sub>n</sub>*, dan *ciphertext* adalah rangkaian *c<sub>1</sub> c<sub>2</sub>... c<sub>n</sub>*, maka enkripsi pada *Beaufort cipher* dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C_i = (K_i - P_i) \text{ Mod } n \dots\dots\dots(1)$$

dan untuk dekripsi menggunakan formula

$$P_i = (K_i - C_i) \text{ Mod } n \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- C<sub>i</sub> = nilai desimal karakter *ciphertext* ke-i
- P<sub>i</sub> = nilai desimal karakter *plaintext* ke-i
- K<sub>i</sub> = nilai desimal karakter kunci ke-i
- n = jumlah karakter dalam ASCII

berikut ini merupakan langkah-langkah penerapan algoritma *beaufort* dalam melakukan enkripsi *plaintext*.

1. Tentukan pesan yang akan di enkripsi dan kunci.  
*Plaintext* = KARYA ILMIAH DIAH  
 Kunci = BEAUFORT  
 n = 256
2. Konversikan plainteks dan kunci ke dalam kode *ASCII* desimal yang mewakili huruf.

**Tabel 1.** Substitusi

|           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Plainteks | K  | A  | R  | Y  | A  | I  | L  | M  | I  | A  | H  | D  | I  | A  | H  |
|           | 75 | 65 | 82 | 89 | 65 | 73 | 76 | 77 | 73 | 65 | 72 | 68 | 73 | 65 | 72 |
| Kunci     | B  | E  | A  | U  | F  | O  | R  | T  | B  | E  | A  | U  | F  | O  | R  |
|           | 66 | 69 | 65 | 85 | 70 | 79 | 82 | 84 | 66 | 69 | 65 | 85 | 70 | 79 | 82 |

3. Baca karakter P<sub>i</sub> satu persatu dan konversi karakter ke dalam kode yang dipresentasikan dalam 256 kode ASCII, kemudian dilanjutkan dengan pembacaan karakter K<sub>i</sub> pada posisi yang sama dengan P<sub>i</sub> dan lakukan konversi ke dalam kode yang sesuai kemudian dikurangkan dengan menggunakan rumus enkripsi pada Beaufort Cipher yaitu: C<sub>i</sub> = (K<sub>i</sub> – P<sub>i</sub>) mod 256 kemudian Cek hasil pengurangan, apabila hasil pengurangan lebih kecil dari 0 maka hasil pengurangan ditambahkan 256.

$$\begin{aligned}
 C_1 &= (K_1 - P_1) \text{ mod } 256 \\
 &= (66 - 75) \text{ mod } 256 \\
 &= -9 \text{ mod } 256 \\
 &= 247 \Rightarrow \text{÷} \\
 C_2 &= (K_2 - P_2) \text{ mod } 256 \\
 &= (69 - 65) \text{ mod } 256 \\
 &= 4 \text{ mod } 256 \\
 &= 4 \Rightarrow \\
 C_3 &= (K_3 - P_3) \text{ mod } 256 \\
 &= (65 - 82) \text{ mod } 256 \\
 &= -17 \text{ mod } 256 \\
 &= 239 \Rightarrow \text{i} \\
 C_4 &= (K_4 - P_4) \text{ mod } 256 \\
 &= (85 - 89) \text{ mod } 256 \\
 &= -4 \text{ mod } 256 \\
 &= 252 \Rightarrow \text{ü} \\
 C_5 &= (K_5 - P_5) \text{ mod } 256 \\
 &= (70 - 65) \text{ mod } 256 \\
 &= 5 \text{ mod } 256 \\
 &= 5 \Rightarrow \text{|}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_6 &= (K_6 - P_6) \text{ mod } 256 \\
 &= (79 - 73) \text{ mod } 256 \\
 &= 6 \text{ mod } 256 \\
 &= 6 \Rightarrow - \\
 C_7 &= (K_7 - P_7) \text{ mod } 256 \\
 &= (82 - 76) \text{ mod } 256 \\
 &= 6 \text{ mod } 256 \\
 &= 6 \Rightarrow - \\
 C_8 &= (K_8 - P_8) \text{ mod } 256 \\
 &= (84 - 77) \text{ mod } 256 \\
 &= 7 \text{ mod } 256 \\
 &= 7 \Rightarrow \bullet \\
 C_9 &= (K_9 - P_9) \text{ mod } 256 \\
 &= (66 - 73) \text{ mod } 256 \\
 &= -7 \text{ mod } 256 \\
 &= 249 \Rightarrow \grave{u} \\
 C_{10} &= (K_{10} - P_{10}) \text{ mod } 256 \\
 &= (69 - 65) \text{ mod } 256 \\
 &= 4 \text{ mod } 256 \\
 &= 4 \Rightarrow \\
 C_{11} &= (K_{11} - P_{11}) \text{ mod } 256 \\
 &= (65 - 72) \text{ mod } 256 \\
 &= -7 \text{ mod } 256 \\
 &= 249 \Rightarrow \grave{u} \\
 C_{12} &= (K_{12} - P_{12}) \text{ mod } 256 \\
 &= (85 - 68) \text{ mod } 256 \\
 &= 17 \text{ mod } 256 \\
 &= 17 \Rightarrow \\
 C_{13} &= (K_{13} - P_{13}) \text{ mod } 256 \\
 &= (70 - 73) \text{ mod } 256 \\
 &= -3 \text{ mod } 256 \\
 &= 253 \Rightarrow \acute{y} \\
 C_{14} &= (K_{14} - P_{14}) \text{ mod } 256 \\
 &= (79 - 65) \text{ mod } 256 \\
 &= 14 \text{ mod } 256 \\
 &= 14 \Rightarrow \\
 C_{15} &= (K_{15} - P_{15}) \text{ mod } 256 \\
 &= (82 - 72) \text{ mod } 256 \\
 &= 10 \text{ mod } 256 \\
 &= 10 \Rightarrow
 \end{aligned}$$

Maka *ciphertext* algoritma *beaufort* adalah ÷ 249 ï ü |---• ù 249 ù ý 14 10 Setelah itu maka langkah selanjutnya adalah tranposisikan *cipher* tersebut.

**Proses Dekripsi Berdasarkan Beaufort.**

1. Tentukan pesan yang akan di dekripsikan kunci.

$$Ciphertext = \div 249 \grave{u} \acute{y} 14 10$$

Kunci = BEAUFORT

$$n = 256$$

2. Konversikan *ciphertext* dan kunci ke dalam kode *ASCII* desimal yang mewakili huruf atau simbol.

**Tabel 2.** Substitusi Dekripsi

|            |     |    |     |     |    |    |    |    |     |    |     |    |     |    |    |
|------------|-----|----|-----|-----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|
| Cipherteks | ÷   |    | ï   | ü   |    | -  | -  | •  | ù   |    | ù   |    | ý   |    |    |
|            | 247 | 4  | 239 | 252 | 5  | 6  | 6  | 7  | 249 | 4  | 249 | 17 | 253 | 14 | 10 |
| Kunci      | B   | E  | A   | U   | F  | O  | R  | T  | B   | E  | A   | U  | F   | O  | R  |
|            | 66  | 69 | 65  | 85  | 70 | 79 | 82 | 84 | 66  | 69 | 65  | 85 | 70  | 79 | 82 |

3. Baca karakter  $C_i$  satu persatu dan konversi karakter ke dalam kode yang dipresentasikan dalam 256 kode *ASCII*, kemudian dilanjutkan dengan pembacaan karakter  $K_i$  pada posisi yang sama dengan  $P_i$  dan lakukan konversi ke dalam kode yang sesuai kemudian dikurangkan dengan menggunakan rumus dekripsi pada Beaufort Cipher yaitu:  $P_i = (K_i - C_i) \text{ mod } 256$  kemudian Cek hasil pengurangan, apabila hasil pengurangan lebih kecil dari 0 maka hasil pengurangan ditambahkan 256.

$$\begin{aligned}
 P_1 &= (K_1 - C_1) \text{ mod } 256 = (66 - 247) \text{ mod } 256 \\
 &= -181 \text{ mod } 256 = 75 \Rightarrow K
 \end{aligned}$$

$$P_2 = (K_2 - C_2) \text{ mod } 256 = (69 - 4) \text{ mod } 256$$

$$\begin{aligned}
 &= 65 \text{ mod } 256 && = 65 \Rightarrow A \\
 P_3 &= (K_3 - C_3) \text{ mod } 256 = (85 - 239) \text{ mod } 256 \\
 &= -174 \text{ mod } 256 && = 82 \Rightarrow R \\
 P_4 &= (K_4 - C_4) \text{ mod } 256 = (85 - 252) \text{ mod } 256 \\
 &= -167 \text{ mod } 256 && = 89 \Rightarrow Y \\
 P_5 &= (K_5 - C_5) \text{ mod } 256 = (70 - 5) \text{ mod } 256 \\
 &= 65 \text{ mod } 256 && = 65 \Rightarrow A \\
 P_6 &= (K_6 - C_6) \text{ mod } 256 = (79 - 6) \text{ mod } 256 \\
 &= 73 \text{ mod } 256 && = 73 \Rightarrow I \\
 P_7 &= (K_7 - C_7) \text{ mod } 256 = (82 - 6) \text{ mod } 256 \\
 &= 76 \text{ mod } 256 && = 76 \Rightarrow L \\
 P_8 &= (K_8 - C_8) \text{ mod } 256 = (84 - 7) \text{ mod } 256 \\
 &= 77 \text{ mod } 256 && = 77 \Rightarrow M \\
 P_9 &= (K_9 - C_9) \text{ mod } 256 = (66 - 249) \text{ mod } 256 \\
 &= -183 \text{ mod } 256 && = 73 \Rightarrow I \\
 P_{10} &= (K_{10} - C_{10}) \text{ mod } 256 = (69 - 4) \text{ mod } 256 \\
 &= 65 \text{ mod } 256 && = 65 \Rightarrow A \\
 P_{11} &= (K_{11} - C_{11}) \text{ mod } 256 = (65 - 249) \text{ mod } 256 \\
 &= -184 \text{ mod } 256 && = 72 \Rightarrow H \\
 P_{12} &= (K_{12} - C_{12}) \text{ mod } 256 = (85 - 17) \text{ mod } 256 \\
 &= 68 \text{ mod } 256 && = 68 \Rightarrow D \\
 P_{13} &= (K_{13} - C_{13}) \text{ mod } 256 = (70 - 253) \text{ mod } 256 \\
 &= -183 \text{ mod } 256 && = 73 \Rightarrow I \\
 P_{14} &= (K_{14} - C_{14}) \text{ mod } 256 = (79 - 14) \text{ mod } 256 \\
 &= 65 \text{ mod } 256 && = 65 \Rightarrow A \\
 P_{15} &= (K_{15} - C_{15}) \text{ mod } 256 = (82 - 10) \text{ mod } 256 \\
 &= 72 \text{ mod } 256 && = 72 \Rightarrow H
 \end{aligned}$$

Maka dekripsi dari pesan rahasia tersebut adalah  
K A R Y A I L M I A H D I A H

**Proses Enkripsi Berdasarkan Cipher Transposisi.** Pada *cipher* transposisi, huruf-huruf di dalam *plaintext* tetap sama, hanya saja urutannya diubah. Nama lain untuk metode ini adalah permutasi atau pengacakan karena metode yang di gunakan adalah dengan cara mempermutasikan karakter-karakter yang ada dalam suatu teks. Untuk mengenkripsi pesan, *plaintext* ditulis secara vertikal dengan lebar kolom tetap, misal selebar 5 karakter (kunci K=5):

Plainteks = ÷ 249 ï ü | -- • ù 249 ù 17 ý 14 10

**Tabel 3.** Transposisi

|   |     |   |    |     |
|---|-----|---|----|-----|
| ÷ | 249 | ï | ü  |     |
| - | -   | • | ù  | 249 |
| ù |     | ý | 14 | 10  |

Maka *ciphertext*nya dibaca secara vertikal menjadi

*Ciphertext* = ÷ - ù 249 - ï • ý ü ù 14

**Proses Dekripsi Berdasarkan Cipher Transposisi.** Untuk mendekripsi dimulai dari algoritma transposisi, dengan membagi panjang *ciphertext* dengan jumlah baris(3):

**Tabel 4.** Dekripsi Cipher Transposisi

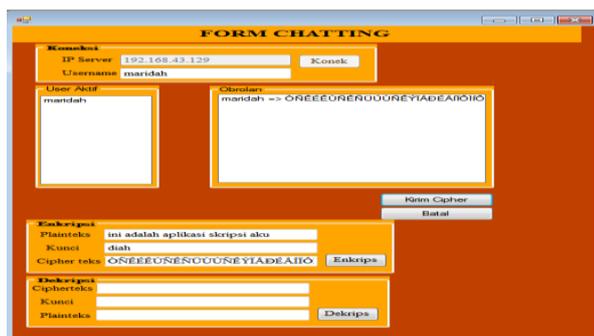
|     |     |    |
|-----|-----|----|
| ÷   | -   | ù  |
| 249 | -   |    |
| ï   | •   | ý  |
| ü   | ù   | 14 |
|     | 249 | 10 |

Dengan membaca secara vertikal setiap kolom maka diperoleh pesan semula :

÷ 249 ï ü | -- • ù 249 ù ý 14 10

Setelah algoritma transposisi didekripsikan maka *plaintext* algoritma tranposisi menjadi *ciphertext* pada algoritma *Beaufort*.

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian digunakan untuk mengetahui kekurangan dan kelemahan dari system yang telah dirancang. Adapaun hasil dari pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Proses Enkripsi



**Gambar 2.** Proses Dekripsi

## KESIMPULAN

1. Proses pengamanan pesan yang bersifat privasi salah satunya dapat menggunakan proses penyandian (enkripsi dan dekripsi), sehingga pesan tidak dapat dimengerti oleh pihak yang tidak berwenang yang berhasil mengakses data tersebut
2. Penerapan algoritma *beaufort cipher* dan *rail fence cipher* ini dapat mengamankan pesan. Dengan ini penggunaan algoritma *beaufort cipher* dan *rail fence cipher* dapat mengamankan obrolan pada aplikasi *chatting*.
3. Aplikasi *obrolan chatting* dirancang dengan menggunakan form utama, *form chatting*, *form about me*, bahasa pemrograman yang digunakan Visual Basic Net 2008.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir. (2013). *"Pengertian Algoritma, Pendekatan Secara Visual dan Interaktif Menggunakan Raptor"*. Yogyakarta, Andi.
- Adi nugroho. (2010). *"Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek Dengan Metode USDP (unified Software Development Process)"*. Yogyakarta, Andi.
- Dodit Suprianto. (2010). *"Membuat Aplikasi Desktop menggunakan Mysql dan VB.NET"*. Jakarta, Mediakita.
- Dony Ariyus. (2006). *"Keamanan Data dan Komunikasi"*. Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Dony Ariyus. (2008). *"Pengantar Ilmu Kriptografi: Teori Analisis Dan Implementasi"*. Yogyakarta, Andi.
- Edy Irwansyah dan Jurike V. Moniaga. (2014). *"Pengantar Teknologi Informasi"*. Yogyakarta, Deepublish.
- Edy winarno ST, M.Eng – Ali Zaki SmitDev Community, (2013). *"Step by Step Visual Basic .NET"*. Jakarta : PT. Alex Media Komputindo.
- Naniek Widyastuti (2014) Volume 7 Nomor 1. *"Pengembangan Metode Beaufort Cipher Menggunakan Pembangkit Kunci Chaos"*.
- Rinaldi Munir. (2007). *"Algoritma dan Pemograman Dalam Bahasa Pascal dan C"*. Bandung, Informatika.
- Tara Baskara. *"Modifikasi Rail Fence Cipher Menggunakan Vigenere Cipher"*.
- Windu Gata, Grace Gata. (2013). *"Sukses Membangun Aplikasi Penjualan Dengan Java"*. Jakarta : PT. Alex Media Komputindo.

## PENERAPAN METODE CONTRAST STRETCHING DAN MEAN FILTER UNTUK MEMPERBAIKI KUALITAS CITRA

**Marles J. Sianturi**

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
[marlesjsianturi@gmail.com](mailto:marlesjsianturi@gmail.com)

**Abstrak.** Pengolahan citra adalah setiap bentuk pengolahan sinyal dimana input adalah gambar seperti foto. Istilah citra digital sangat populer pada masa sekarang. Banyak peralatan elektronik, misalnya scanner, kamera digital, mikroskop digital, dan fingerprint reader (pembaca sidik jari), yang menghasilkan citra digital. Perangkat lunak untuk mengolah citra digital juga sangat populer digunakan oleh pengguna untuk mengolah foto atau untuk berbagai keperluan lain. Kontras suatu citra adalah distribusi pixel terang (lightness) dan gelap (darkness) di dalam sebuah gambar. Citra grayscale dengan kontras rendah maka akan terlihat terlalu gelap, terlalu terang, atau abu-abu. Histogram citra dengan kontras rendah, semua pixel akan terkonsentrasi pada sisi kiri, sisi kanan, atau tengah. Semua pixel akan terkelompok secara rapat pada suatu sisi tertentu dan menggunakan sebagian kecil dari semua kemungkinan nilai pixel. Peregangan Kontras (contrast stretching) adalah teknik yang sangat berguna untuk memperbaiki kontras citra terutama citra yang memiliki kontras rendah. Teknik ini bekerja dengan baik pada citra yang memiliki distribusi Gaussian atau mendekati distribusi Gaussian. Pada peregangan kontras, setiap pixel pada citra  $U$  ditransformasi dengan menggunakan fungsi. Contrast stretching ini adalah teknik yang digunakan untuk mendapatkan citra baru dengan kontras yang lebih baik daripada kontras dari citra asalnya. Mean filter adalah satu teknik filtering yang bekerja dengan cara menggantikan intensitas suatu pixel dengan rata-rata nilai pixel dari pixel-pixel tetangganya. Mean adalah nilai rata-rata dari kumpulan data. Mean filter adalah filter yang digunakan untuk menghaluskan gambar yang terlalu kasar.

**Kata Kunci :** Pengolahan citra, Contrast stretching, Mean filter.

### PENDAHULUAN

Citra merupakan gambaran atau obyek yang tidak asing lagi dalam kehidupan sehari-hari, dimana citra dapat diabadikan dan disimpan untuk suatu kenang-kenangan. Penggunaan kamera digital sebagai alat untuk mengambil citra saat ini sangat banyak digunakan karena kepraktisannya. Pada saat ini penggunaan citra digital semakin meningkat karena kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh citra digital tersebut, diantaranya adalah kemudahan dalam mendapatkan gambar, memperbanyak gambar, pengolahan gambar dan lain-lain. Akan tetapi tidak semua citra digital memiliki tampilan visual yang memuaskan mata manusia. Ketidakpuasan tersebut dapat timbul karena adanya gangguan atau cacat atau derau (noise), seperti muncul bintik-bintik yang disebabkan oleh proses penangkapan gambar yang tidak sempurna, pencahayaan yang tidak merata mengakibatkan intensitas tidak seragam, warnanya kurang kontras, kurang tajam, kabur (blurring), dan sebagainya. Sehingga diperlukan metode untuk dapat memperbaiki kualitas citra digital tersebut.

Metode yang diterapkan untuk memperbaiki kualitas citra dalam penelitian ini adalah *contrast stretching* dan *mean filter*. *Contrast stretching* adalah salah satu metode perbaikan kontras citra. *Contrast stretching* berguna untuk meningkatkan *dynamic range* dari citra yang telah diproses. Citra hasil pengolahan diharapkan memiliki nilai kontras lebih tinggi sehingga dapat menghasilkan informasi baru. Metode *contrast stretching* sudah pernah digunakan dalam penelitian sebelumnya, atas nama Nur Wakhidah, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Semarang dengan judul 'perbaikan kualitas citra menggunakan metode *contrast stretching*'. *Mean filter* merupakan salah satu *filtering* linear yang berfungsi untuk memperhalus dan menghilangkan *noise* pada suatu citra yang bekerja dengan menggantikan intensitas nilai *pixel* dengan rata-rata dari nilai *pixel* tersebut dengan nilai *pixel-pixel* tetangganya. Metode ini sudah pernah digunakan dalam penelitian sebelumnya atas nama Sony Nuryadin Syarifuddin, dengan judul 'Analisis *Filtering* Citra dengan Metode *Mean Filter* dan *Median Filter*'.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek penelien adalah citra hitam putih (*grayscale*) dengan ukuran file 6 x 8. Pada proses perbaikan kualitas citra yaitu menggunakan algoritma *Contrast Sretching* dan *Mean Filter*.

#### Metode

##### **Contrast Sretching**

Kontras suatu citra adalah distribusi pixel terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam sebuah gambar. Citra *grayscale* dengan kontras rendah maka akan terlihat terlalu gelap, terlalu terang, atau abu-abu. Histogram citra dengan kontras rendah, semua *pixel* akan terkonsentrasi pada sisi kiri, sisi kanan, atau tengah. Semua *pixel* akan berkelompok secara rapat pada suatu sisi tertentu dan menggunakan sebagian kecil dari semua kemungkinan nilai *pixel*. Citra dengan kontras tinggi memiliki daerah gelap dan terang yang luas. Histogram citra dengan kontras tinggi memiliki dua puncak besar. Satu puncak terkonsentrasi pada sisi kiri dan yang satunya terkonsentrasi pada sisi kanan histogram. Citra dengan kontras yang bagus menampilkan rentangan nilai pixel yang lebar. Histogramnya relatif menunjukkan distribusi nilai pixel yang seragam, tidak memiliki puncak utama, atau tidak memiliki lembah.

Peregangan Kontras adalah teknik yang sangat berguna untuk memperbaiki kontras citra terutama citra yang memiliki kontras rendah. Teknik ini bekerja dengan baik pada citra yang memiliki distribusi Gaussian atau mendekati distribusi Gaussian. Pada peregangan kontras, setiap pixel pada citra  $U$  ditransformasi dengan menggunakan fungsi. *Contrast stretching* ini adalah teknik yang digunakan untuk mendapatkan citra baru dengan kontras yang lebih baik daripada kontras dari citra asalnya. Ide dari *contrast stretching* adalah untuk meningkatkan *dynamic range* dari grey level dalam gambar yang sedang di proses ( Sri Rahayu Utami, 2014). Kualitas citra dengan kontras rendah dapat diperbaiki dengan operasi peregangan kontras (*contrast stretching*). Melalui operasi ini, nilai-nilai keabuan piksel akan menjangkau dari 0 sampai 255 (pada citra 8 bit), dengan kata lain seluruh nilai keabuan piksel terpakai secara merata. Cara kerja dari proses peregangan kontras (*contrast stretching*) pada citra 8 bit adalah sebagai berikut:

1. Masukkan citra yang akan diproses
2. Kelompokkan dan hitung jumlah piksel maksimum dan minimum.  
Untuk menentukan nilai minimum adalah:  $u(i,j)$  (nilai matriks asli) –  $d$  (nilai maksimum). Untuk mendapatkan hasil nilai maksimum adalah:  $u(i,j)$  (nilai matriks asli) –  $c$  (nilai minimum).
3. Setelah nilai maksimum dan nilai minimum ditentukan, untuk peregangan kontras, lakukan langkah selanjutnya dengan mentransformasikan nilai – nilai antara pengurangan nilai piksel asli atau  $u(i,j) - c$  (nilai minimum).
4. Selanjutnya menghitung pengurangan antara nilai maksimum dengan nilai minimum ( $d-c$ ).
5. Setelah nilai piksel maksimum dengan nilai minimum didapat, maka langkah selanjutnya adalah pembagian nilai piksel  $u(i,j) - c / d-c$ .

Setelah nilai pembagian nilai piksel  $u(i,j) - c / d-c$  didapat, maka dapat digambarkan *histogram* dari citra sebelum ditransformasikan dan sesudah ditransformasikan.

**Mean Filter**

*Mean filter* adalah *filter* yang digunakan untuk menghaluskan gambar yang terlalu kasar. Contoh yang termasuk dalam metode ini adalah *Arithmetic Mean Filter*. *Arithmetic Mean Filter* adalah metode yang paling mudah dari *mean filter*. Pada algoritma ini proses yang dilakukan adalah menghitung rata-rata dari citra yang rusak  $g(s,t)$  pada sebuah blok area citra yang didefinisikan oleh  $Sxy$ . *Mean filtering* yang digunakan untuk efek *smoothing* ini merupakan jenis *spatial filtering*, yang dalam prosesnya mengikutsertakan piksel - piksel disekitarnya. Piksel yang akan diproses dimasukkan dalam sebuah matrik yang berdimensi  $N \times N$ . Ukuran  $N$  ini tergantung pada kebutuhan, tetapi nilai  $N$  haruslah ganjil sehingga piksel yang diproses dapat diletakkan tepat ditengah matriks.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses perbaikan kualitas citra menggunakan *Contrast Stretching*.** Dari hasil citra diatas akan didapatkan nilai matriks sebelum ditransformasi ( $u(i,j)$ ) sebagai berikut:

**Langkah 1: Masukkan nilai matriks berukuran 6 x 8 pixel yang akan diproses .**

Nilai Matriks dari gambar 1 diatas dapat di tunjukkan pada tabel 3.1 dibawah ini:

**Tabel 1.** Nilai matriks Sebelum di trasformasikan  $u(i,j)$

|    |    |     |     |     |     |
|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 78 | 65 | 70  | 94  | 152 | 191 |
| 34 | 40 | 48  | 64  | 58  | 67  |
| 26 | 34 | 30  | 62  | 54  | 39  |
| 29 | 28 | 67  | 100 | 73  | 41  |
| 44 | 63 | 104 | 110 | 118 | 72  |
| 43 | 61 | 84  | 133 | 107 | 63  |
| 28 | 31 | 94  | 154 | 120 | 59  |
| 79 | 71 | 71  | 60  | 66  | 77  |

**Langkah 2. Tentukan nilai pixel Minimum**

Dalam menentukan nilai pixel minimum dan nilai maksimum, penulis sendiri yang menentukan secara tersendiri untuk nilai keduanya. Dimana pada saat menentukan nilai minimum dan maksimumnya, nilai maksimum tidak terlalu tinggi dan nilai minimum tidak terlalu rendah supaya hasilnya nanti sesuai dengan yang diharapkan. Diasumsikan bahwa dalam penentuan ini dilakukan langkah sebagai berikut:

Penentuan Nilai Minimum dan Nilai maksimumnya dapat dilihat seperti contoh berikut:

Nilai piksel asli = 78 diasumsikan nilai minimumnya adalah 36 dan nilai maksimum = 42, atau

- 78 = Nilai Minimum 36  
          Nilai Maksimum 42
- 34 = Nilai Minimum 15  
          Nilai Maksimum 19
- 26 = Nilai Minimum 11  
          Nilai Maksimum 15
- 29 = Nilai Minimum 12  
          Nilai Maksimum 17
- 44 = Nilai Minimum 21  
          Nilai Maksimum 23

Selanjutnya sampai nilai *pixel* terakhir.

Dapat disimpulkan untuk nilai *pixel* selanjutnya terlebih dahulu di tentukan berapa Nilai Minimum dan Nilai Maksimum dari piksel aslinya dengan tujuan supaya bisa menemukan berapa nilai Minimum :

Untuk menentukan Nilai Minimum adalah :

Nilai *Pixel* asli dikurangkan dengan Nilai Maksimum yang sudah di tentukan :

$$u(i,j) \text{ (Nilai Matriks Asli)} - d \text{ (Nilai Maksimum)}$$

Diasumsikan nilai pada nilai minimum adalah nilai ketetapan yang ditentukan dalam algoritma *Contrast Stretching* yaitu nilai sebagai berikut:

| Kolom 1  | Kolom 2  | Kolom 3   | Kolom 4   | Kolom 5   | Kolom 6   |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 78-42=36 | 65-34=31 | 70-36=34  | 94-49=45  | 152-77=75 | 191-97=94 |
| 34-19=15 | 40-22=18 | 48-25=23  | 64-33=31  | 58-30=28  | 67-35=32  |
| 26-15=11 | 34-19=15 | 30-16=14  | 62-32=30  | 54-29=26  | 39-21=18  |
| 29-17=12 | 28-16=12 | 67-35=32  | 100-51=49 | 73-37=26  | 41-22=19  |
| 44-23=21 | 63-33=30 | 104-54=50 | 110-57=53 | 118-61=57 | 72-37=35  |
| 43-23=20 | 61-32=29 | 84-43=41  | 133-69=64 | 107-55=52 | 63-33=30  |
| 28-16=12 | 31-17=14 | 94-49=45  | 154-78=76 | 120-61=59 | 59-32=27  |
| 79-43=36 | 71-37=34 | 71-37=34  | 60-31=29  | 66-34=32  | 77-42=35  |

Sehingga dari hasil perhitungan diatas dapat ditemukan nilai minimum dari tiap piksel aslinya adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.** Nilai Minimum (c) :

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 36 | 31 | 34 | 45 | 75 | 94 |
| 15 | 18 | 23 | 31 | 28 | 32 |
| 11 | 15 | 14 | 30 | 26 | 18 |
| 12 | 12 | 32 | 49 | 36 | 19 |
| 21 | 30 | 50 | 53 | 57 | 35 |
| 20 | 29 | 41 | 64 | 52 | 30 |
| 12 | 14 | 45 | 76 | 59 | 27 |
| 36 | 34 | 34 | 29 | 32 | 35 |

**Langkah 3:** Selanjutnya menentukan nilai Maksimum, dimana diasumsikan dalam menemukan nilai maksimum ini jika dijumlahkan dengan nilai minimum hasilnya akan sama dengan nilai matriks piksel aslinya. Penentuan nilai minimum dan nilai maksimumnya dapat dilihat seperti contoh berikut:

Nilai piksel asli = 78 diasumsikan nilai minimum adalah 36 dan nilai maksimum =42, atau

- 78 = Nilai Minimum 36  
          Nilai Maksimum 42
- 34 = Nilai Minimum 15  
          Nilai Maksimum 19
- 26 = Nilai Minimum 11  
          Nilai Maksimum 15
- 29 = Nilai Minimum 12  
          Nilai Maksimum 17
- 44 = Nilai Minimum 21  
          Nilai Maksimum 23

Selanjutnya sampai nilai piksel terakhir.

Nilai Piksel asli dikurangkan dengan nilai minimum yang sudah di tentukan :  
 $u(i,j)$  (Nilai Matriks Asli) –  $c$  (Nilai Minimum)

Sehingga dapat dilihat proses untuk mendapatkan hasil nilai maksimum sebagai berikut :

| Kolom 1  | Kolom 2  | Kolom 3   | Kolom 4   | Kolom 5   | Kolom 6   |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 78-36=42 | 65-31=34 | 70-34=36  | 94-45=49  | 152-75=77 | 191-94=97 |
| 34-15=19 | 40-18=22 | 48-23=25  | 64-31=33  | 58-28=30  | 67-32=35  |
| 26-11=15 | 34-15=19 | 30-14=16  | 62-30=32  | 54-26=29  | 39-18=21  |
| 29-12=17 | 28-12=16 | 67-32=35  | 100-49=51 | 73-26=37  | 41-19=22  |
| 44-21=23 | 63-30=33 | 104-50=54 | 110-53=57 | 118-57=61 | 72-35=37  |
| 43-20=23 | 61-29=32 | 84-41=43  | 133-64=69 | 107-52=55 | 63-30=33  |
| 28-12=16 | 31-14=17 | 94-45=49  | 154-76=78 | 120-59=61 | 59-27=32  |
| 79-36=43 | 71-34=37 | 71-34=37  | 60-29=31  | 66-32=34  | 77-35=42  |

Sehingga Nilai maksimumnya ( $d$ ) dapat dihasilkan sebagai berikut:

**Tabel 3.** Nilai maksimum ( $d$ )

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 42 | 34 | 36 | 49 | 77 | 97 |
| 19 | 22 | 25 | 33 | 30 | 35 |
| 15 | 19 | 16 | 32 | 29 | 21 |
| 17 | 16 | 35 | 51 | 37 | 22 |
| 23 | 33 | 54 | 57 | 61 | 37 |
| 23 | 32 | 43 | 69 | 55 | 33 |
| 16 | 17 | 49 | 78 | 61 | 32 |
| 43 | 37 | 37 | 31 | 34 | 42 |

**Langkah 4 :** Setelah nilai maksimum dan nilai minimum ditentukan untuk peregangkan kontras maka langkah selanjutnya adalah mentranformasikan nilai-nilai tersebut. pengurangan antara nilai *pixel* asli atau  $u(i,j) - c$  dapat diperhatikan seperti berikut:

Lakukan Persamaan:

Nilai *pixel* Asli atau  $u(i,j) - c$  (Nilai Minimum)

78 = Nilai Minimum 36

34 = Nilai Minimum 15

26 = Nilai Minimum 11

29 = Nilai Minimum 12

44 = Nilai Minimum 21

43 = Nilai Minimum 20

Selanjutnya sampai nilai piksel terakhir.

Sehingga dapat di lihat langkah perhitungannya sebagai berikut:

| Kolom 1  | Kolom 2  | Kolom 3   | Kolom 4   | Kolom 5   | Kolom 6   |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 78-42=36 | 65-34=31 | 70-36=34  | 94-49=45  | 152-77=75 | 191-97=94 |
| 34-19=15 | 40-22=18 | 48-25=23  | 64-33=31  | 58-30=28  | 67-35=32  |
| 26-15=11 | 34-19=15 | 30-16=14  | 62-32=30  | 54-29=26  | 39-21=18  |
| 29-17=12 | 28-16=12 | 67-35=32  | 100-51=49 | 73-37=26  | 41-22=19  |
| 44-23=21 | 63-33=30 | 104-54=50 | 110-57=53 | 118-61=57 | 72-37=35  |
| 43-23=20 | 61-32=29 | 84-43=41  | 133-69=64 | 107-55=52 | 63-33=30  |
| 28-16=12 | 31-17=14 | 94-49=45  | 154-78=76 | 120-61=59 | 59-32=27  |
| 79-43=36 | 71-37=34 | 71-37=34  | 60-31=29  | 66-34=32  | 77-42=35  |

Maka hasil untuk perhitungan antara nilai piksel asli dikurangkan dengan nilai minimum adalah hasilnya bisa di lihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.** Hasil Nilai *pixel* Asli atau  $u(i,j) - c$  (Nilai Minimum)

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 36 | 31 | 34 | 45 | 75 | 94 |
| 15 | 18 | 23 | 31 | 28 | 32 |
| 11 | 15 | 14 | 30 | 26 | 18 |
| 12 | 12 | 32 | 49 | 36 | 19 |
| 21 | 30 | 50 | 53 | 57 | 35 |
| 20 | 29 | 41 | 64 | 52 | 30 |
| 12 | 14 | 45 | 76 | 59 | 27 |
| 36 | 34 | 34 | 29 | 32 | 35 |

**Langkah 5 :** Melakukan perhitungan pengurangan antara nilai maksimum dengan nilai minimum ( $d-c$ ) sebagai berikut:

Nilai piksel asli = 78 diasumsikan nilai minimum adalah 36 dan nilai maksimum = 42 atau

78 = Nilai Minimum 36

Nilai Maksimum 42

34 = Nilai Minimum 15  
           Nilai Maksimum 19  
 26 = Nilai Minimum 11  
           Nilai Maksimum 15  
 29 = Nilai Minimum 12  
           Nilai Maksimum 17

Selanjutnya sampai nilai piksel terakhir.  
 Sehingga dapat di lihat langkah perhitungannya sebagai berikut:

| Kolom 1 | Kolom 2 | Kolom 3 | Kolom 4 | Kolom 5 | Kolom 6 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 42-36=6 | 34-31=3 | 36-34=2 | 49-45=4 | 77-75=2 | 97-94=3 |
| 19-15=4 | 22-18=4 | 25-23=2 | 33-31=2 | 30-28=2 | 35-32=3 |
| 15-11=4 | 19-15=4 | 16-14=2 | 32-30=2 | 29-26=3 | 21-18=3 |
| 17-12=5 | 16-12=4 | 35-32=3 | 51-49=2 | 37-36=1 | 22-19=3 |
| 23-21=2 | 33-30=3 | 54-50=4 | 57-53=4 | 61-57=4 | 37-35=2 |
| 23-20=3 | 32-29=3 | 43-41=2 | 69-64=5 | 55-52=3 | 33-30=3 |
| 16-12=4 | 17-14=3 | 49-45=4 | 78-76=2 | 61-59=2 | 32-27=5 |
| 43-36=7 | 37-34=3 | 37-34=3 | 31-29=2 | 34-32=2 | 42=35=7 |

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai hasil akhir sebagai berikut:

**Tabel 5.** Hasil Pengurangan antara nilai maksimum dengan nilai minimum (*d-c*)

| Kolom 1 | Kolom 2 | Kolom 3 | Kolom 4 | Kolom 5 | Kolom 6 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 6       | 3       | 2       | 4       | 2       | 3       |
| 4       | 4       | 2       | 2       | 2       | 3       |
| 4       | 4       | 2       | 2       | 3       | 3       |
| 5       | 4       | 3       | 2       | 1       | 3       |
| 2       | 3       | 4       | 4       | 4       | 2       |
| 3       | 3       | 2       | 5       | 3       | 3       |
| 4       | 3       | 4       | 2       | 2       | 5       |
| 7       | 3       | 3       | 2       | 2       | 7       |

**Langkah 6 :** Setelah piksel maksimum dengan nilai minimum didapat maka langkah selanjutnya adalah pembagian nilai piksel  $u(i,j) - c / d - c$ , seperti berikut :

Lakukan Persamaan:

Nilai *pixel* Pembagian  $u(i,j) - c$  dibagikan dengan Hasil Pengurangan Nilai Maksimum dengan Nilai Minimum

$$U(i,j) - c / d - c$$

Nilai *pixel* Pembagian  $u(i,j) - c = 42$ , nilai Hasil Pengurangan  $d - c$  adalah 6.

Contoh :  $42/6 = 7$   
 $19/4 = 4,8$   
 $15/4 = 3,8$   
 $17/5 = 3,4$

Dan seterusnya.

Sehingga dapat di lihat langkah perhitungannya sebagai berikut:

| Kolom 1   | Kolom 2   | Kolom 3   | Kolom 4   | Kolom 5   | Kolom 6   |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 42/6=7    | 34/3=11,3 | 36/2=18   | 49/4=12,3 | 77/2=38,5 | 97/3=32,3 |
| 19/4=4,8  | 22/4=5,5  | 25/2=12,5 | 33/2=16,5 | 30/2=15   | 35/3=11,7 |
| 15/4=3,8  | 19/4=4,8  | 16/2=8    | 32/2=16   | 29/3=9,7  | 21/3=7    |
| 17/5=3,4  | 16/4=4    | 35/3=11,7 | 51/2=25,5 | 37/1=37   | 22/3=7,3  |
| 23/2=11,5 | 33/3=11   | 54/4=13,5 | 57/4=14,3 | 61/4=15,3 | 37/2=18,5 |
| 23/3=7,7  | 32/3=10,7 | 43/2=21,5 | 69/5=13,8 | 55/3=18,3 | 33/3=11,0 |
| 16/4=4    | 17/3=5,7  | 49/4=12,3 | 78/2=39   | 61/2=30,5 | 32/5=6,4  |
| 43/7=6,1  | 37/3=12,3 | 37/3=12,3 | 31/2=15,5 | 34/2=17   | 42/7=6    |

Sehingga hasil dari pembagian diatas dapat dilihat seperti dibawah ini:

**Tabel 6.** Nilai pembagian nilai *pixel*  $u(i,j) - c / d - c$

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 7,0  | 11,3 | 18,0 | 12,3 | 38,5 | 32,3 |
| 4,8  | 5,5  | 12,5 | 16,5 | 15,0 | 11,7 |
| 3,8  | 4,8  | 8,0  | 16,0 | 9,7  | 7,0  |
| 3,4  | 4,0  | 11,7 | 25,5 | 37,0 | 7,3  |
| 11,5 | 11,0 | 13,5 | 14,3 | 15,3 | 18,5 |
| 7,7  | 10,7 | 21,5 | 13,8 | 18,3 | 11,0 |
| 4,0  | 5,7  | 12,3 | 39,0 | 30,5 | 6,4  |
| 6,1  | 12,3 | 12,3 | 15,5 | 17,0 | 6,0  |

Maka dapatlah digambarkan *histogram* dari citra di atas sebelum ditransformasikan yaitu matriks  $u(i,j)$  dan sesudah ditransformasikan. Sehingga dapat ditentukan tabel *histogram* dari matriks  $u(i,j)$  dengan mengurutkan nilai terkecil sampai nilai terbesar dan menentukan nilai frekuensi kemunculan nilai *pixel* dari citra yang belum ditransformasikan.

Dari tabel nilai *pixel* asli sebelum ditransformasikan ditentukan tabel *histogram* sebagai berikut:

**Tabel 7.** *Histogram* matriks  $u(i,j)$  Sebelum di Transformasikan

| Nilai | Frekuensi Kemunculan | Nilai | Frekuensi Kemunculan |
|-------|----------------------|-------|----------------------|
| 26    | 1                    | 66    | 1                    |
| 28    | 2                    | 67    | 2                    |
| 29    | 1                    | 70    | 1                    |
| 30    | 1                    | 71    | 2                    |
| 31    | 1                    | 72    | 1                    |
| 34    | 2                    | 73    | 1                    |
| 39    | 1                    | 77    | 1                    |
| 40    | 1                    | 78    | 1                    |
| 41    | 1                    | 79    | 1                    |
| 43    | 1                    | 84    | 1                    |
| 44    | 1                    | 94    | 2                    |
| 48    | 1                    | 100   | 1                    |
| 54    | 1                    | 104   | 1                    |
| 58    | 1                    | 107   | 1                    |
| 59    | 1                    | 110   | 1                    |
| 60    | 1                    | 118   | 1                    |
| 61    | 1                    | 120   | 1                    |
| 62    | 1                    | 133   | 1                    |
| 63    | 2                    | 152   | 1                    |
| 64    | 1                    | 154   | 1                    |
| 65    | 1                    | 191   | 1                    |

Langkah berikutnya adalah membuat tabel frekuensi kemunculan Setelah ditransformasikan maka didapat tabel dari nilai *histogram* peregangan kontras pada tabel 8 berikut :

**Tabel 8.** *Histogram* Setelah ditransformasikan

| Nilai | Frekuensi kemunculan | Nilai | Frekuensi kemunculan |
|-------|----------------------|-------|----------------------|
| 3,4   | 1                    | 12,5  | 1                    |
| 3,8   | 1                    | 13,8  | 1                    |
| 4     | 2                    | 14,3  | 1                    |
| 4,8   | 2                    | 15    | 1                    |
| 5,5   | 1                    | 15,3  | 1                    |
| 5,7   | 1                    | 15,5  | 1                    |
| 6     | 1                    | 16    | 1                    |
| 6,1   | 1                    | 16,5  | 1                    |
| 6,4   | 1                    | 17    | 1                    |
| 7     | 2                    | 18    | 1                    |
| 7,3   | 1                    | 18,3  | 1                    |
| 7,7   | 1                    | 18,5  | 1                    |
| 8     | 1                    | 21,5  | 1                    |
| 9,7   | 1                    | 25,5  | 1                    |
| 10,7  | 1                    | 30,5  | 1                    |
| 11    | 2                    | 32,5  | 1                    |
| 11,3  | 1                    | 37    | 1                    |
| 11,5  | 1                    | 38,5  | 1                    |
| 11,7  | 2                    | 39    | 1                    |
| 12,3  | 4                    |       |                      |

Dari hasil perbandingan *histogram* di atas dapat di lihat perbandingan kualitas gambar sebelum di tranformasi dengan *histogram* setelah di transformasikan. Dimana citra tersebut sudah menjadi lebih bagus dari sebelumnya. Dibawah ini dapat dilihat citra asli sebelum dianalisa dan citra hasil setelah dianalisa.



**Gambar 1.** Citra Asli dan citra hasil analisa

**Proses perbaikan kualitas citra menggunakan Mean Filter.** Dari hasil citra analisa 6x8 piksel didapatkan nilai matriks seperti pada gambar 3.5 dan pada gambar dibawah dilakukan proses *mean filter* dengan kernel 3x3. Untuk menghitung nilai  $f(x,y)$  dilakukan pemilihan  $g(s,t)$  dengan kernel 3x3 yang dimulai dari sudut kiri atas.



|    |           |     |     |     |     |
|----|-----------|-----|-----|-----|-----|
| 78 | 65        | 70  | 94  | 152 | 191 |
| 34 | <b>40</b> | 48  | 64  | 58  | 67  |
| 26 | 34        | 30  | 62  | 54  | 39  |
| 29 | 28        | 67  | 100 | 73  | 41  |
| 44 | 63        | 104 | 110 | 118 | 72  |
| 43 | 61        | 84  | 133 | 107 | 63  |
| 28 | 31        | 94  | 154 | 120 | 59  |
| 79 | 71        | 71  | 60  | 66  | 77  |

6 x 8 piksel

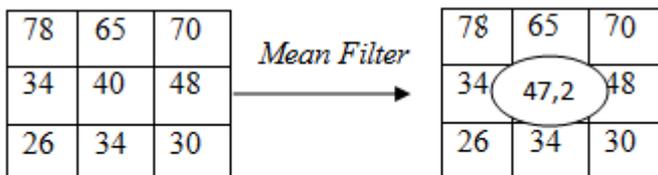


Nilai mean:

$$f(y,x) = 1/9 * (78+65+70+34+40+48+26+34+30) = 47,2$$

**Gambar 2.** Pemilihan kernel 3x3 dan operasi *mean filter*

Hasil *mean filter* pada  $g(1,1)$  adalah  $f(1,1) = 40$ , sehingga 40 diganti dengan 47,2 dan ditempatkan pada matriks yang baru. Hasilnya dapat dilihat seperti pada gambar 3.6 dibawah ini:



Nilai Mean :

$$F(x,y) = 1/9 * (78+65+70+34+40+48+26+34+30) = 47,2$$

|    |      |    |    |     |     |
|----|------|----|----|-----|-----|
| 78 | 65   | 70 | 94 | 152 | 191 |
| 34 | 47,2 | 48 |    |     | 67  |
| 26 |      |    |    |     | 39  |
| 29 |      |    |    |     | 41  |
| 44 |      |    |    |     | 72  |
| 43 |      |    |    |     | 63  |
| 28 |      |    |    |     | 59  |
| 79 | 71   | 71 | 60 | 66  | 77  |

**Gambar 3.** Penempatan hasil *mean filter* untuk kernel 3x3 pertama

Jadi nilai 40 pada  $g(1,1)$  diubah menjadi 47,2 pada  $f(1,1)$ . Proses berikutnya adalah menggeser  $g(1,1)$  dengan kernel 3x3 satu piksel ke kanan menjadi  $g(1,2)$  kemudian dicari nilai *mean* dari piksel – piksel tersebut. Begitu juga dengan proses selanjutnya, operasi yang ditunjukkan pada gambar 3.5 dan dilanjutkan sampai proses *filtering* selesai seperti dibawah ini:

$$f(x,y) = 1/9 * (65+70+94+40+48+64+34+30+62) = 56,3$$

$$f(x,y) = 1/9 * (70+94+152+48+64+58+30+62+54) = 70,2$$

$$f(x,y) = 1/9 * (94+152+191+64+58+67+62+54+39) = 86,8$$

$$f(x,y) = 1/9 * (34+40+48+26+34+30+29+28+67) = 37,3$$

$$f(x,y) = 1/9 * (40+48+64+34+30+62+28+67+100) = 52,6$$

$$f(x,y) = 1/9 * (48+64+58+30+62+54+67+100+73)$$

$$\begin{aligned}
 &= 61,8 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (64+58+67+62+54+39+100+73+41) \\
 &= 62 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (26+34+30+29+28+67+44+63+104) \\
 &= 47,2 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (34+30+62+28+67+100+63+104+110) \\
 &= 66,4 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (30+62+54+67+100+73+104+110+118) \\
 &= 79,8 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (62+54+39+100+73+41+110+118+72) \\
 &= 74,3 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (29+28+67+44+63+104+43+61+84) \\
 &= 58,1 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (28+67+100+63+104+110+61+84+133) \\
 &= 83,3 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (67+100+73+104+110+118+84+133+107) \\
 &= 99,6 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (100+73+41+110+118+72+133+107+63) \\
 &= 90,8 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (44+63+104+43+61+84+28+31+94) \\
 &= 61,3 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (63+104+110+61+84+133+31+94+154) \\
 &= 92,7 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (104+110+118+84+133+107+94+154+120) \\
 &= 113,8 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (110+118+72+133+107+63+154+120+59) \\
 &= 114 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (43+61+84+28+31+94+79+71+71) \\
 &= 62,4 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (61+84+133+31+94+154+71+71+60) \\
 &= 84,3 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (84+133+107+94+154+120+71+60+66) \\
 &= 98,8 \\
 f(x,y) &= 1/9 \times (133+107+63+154+120+59+60+66+77) \\
 &= 93,2
 \end{aligned}$$

Sehingga hasil mean filter dari keseluruhan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 9.** hasil analisa *mean filter* keseluruhan

|    |             |             |              |             |     |
|----|-------------|-------------|--------------|-------------|-----|
| 78 | 65          | 70          | 94           | 152         | 191 |
| 34 | <b>47,2</b> | <b>56,3</b> | <b>70,2</b>  | <b>86,8</b> | 67  |
| 26 | <b>37,3</b> | <b>52,6</b> | <b>61,8</b>  | <b>62</b>   | 39  |
| 29 | <b>47,2</b> | <b>66,4</b> | <b>79,8</b>  | <b>74,3</b> | 41  |
| 44 | <b>58,1</b> | <b>83,3</b> | <b>99,6</b>  | <b>90,8</b> | 72  |
| 43 | <b>61,3</b> | <b>92,7</b> | <b>113,8</b> | <b>104</b>  | 63  |
| 28 | <b>62,4</b> | <b>84,3</b> | <b>98,8</b>  | <b>93,2</b> | 59  |
| 79 | 71          | 71          | 60           | 66          | 77  |

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini adalah menguji kinerja aplikasi pada proses perbaikan kualitas citra. Pengujian ini dilakukan pada beberapa citra *cover* dan beberapa pesan dan akan diuji apakah ada perubahan yang terjadi pada citra hasil (*stegano-image*). Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



### Gambar 3. Hasil Perbaikan Kualitas Citra

#### KESIMPULAN

1. Untuk memperbaiki kontras dan *smoothing* pada citra dengan metode *contrast stretching* dan *mean filter* yaitu membuat nilai minimum dan nilai maksimumnya sesuai dengan yang di harapkan.
2. Cara menerapkan metode *Contrast stretching* dan *Mean filter* pada citra adalah, mengimport Citra yang ingin dikontraskan dan dihaluskan. menentukan nilai minimum dan nilai maksimum untuk di proses, memunculkan grafik nilai histogram sebelum di transformasikan dan nilai histogram setelah di transformasikan, sehingga dari hasil histogram bisa di lihat citra sebelumnya telah menjadi lebih baik kualitasnya setelah di transformasikan.
3. Dengan Mengkobinasikan metode *contrast stretching* dan *mean filter* dapat memperbaiki kualitas citra, yang sebelumnya citra kurang kontras dan kurang halus (*smoothing*) hasilnya menjadi lebih baik setelah menerapkan metode *contrast stretching* dan *mean filter*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Kadir, A. dan Susanto, A. 2012. *Pengolahan citra, teori dan aplikasi*. Andi, Yogyakarta.
- Prasetyo, E. 2011. *Pengolahan citra digital dan aplikasinya menggunakan matlab*. Andi, Yogyakarta
- Putra, D. 2010. *Pengolahan citra digital dan aplikasinya*, Informatika, Yogyakarta.
- Munir, R. 2004. *Pengolahan Citra Digital*, Informatika, Bandung.
- Sadeli, 2008. *7 Jam Belajar Interaktif Visual Basic.Net 2008*, Andi, Yogyakarta.
- Usman. 2005. *Dasar Pengolahan Citra*, Graha ilmu, Yogyakarta.
- Melisa, 2012. *Teori pengolahan citra digital*, Andi, Semarang.
- Utami, S. 2014. *Pengolahan Citra Digital*, Informatika, Yogyakarta

## PENERAPAN METODE UTA PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN BONUS PADA KARYAWAN

Nelson Silalahi

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
[ridwan.saly@gmail.com](mailto:ridwan.saly@gmail.com)

**Abstrak.** Sistem Pendukung Keputusan adalah suatu sistem informasi berbasis komputer yang menghasilkan berbagai alternatif keputusan untuk membantu manajemen dalam menangani berbagai permasalahan yang terstruktur ataupun tidak terstruktur dengan menggunakan data dan model. Dapat juga dikatakan sebagai sistem komputer yang mengolah data menjadi informasi untuk mengambil keputusan dari masalah semi terstruktur yang spesifik. Pengukuran kinerja di PT. Medisafe Technologies Tanjung Morawa, Sumatera Utara, masih bersifat konvensional, dikatakan bersifat konvensional sebab dalam pengukuran kinerjanya PT. Medisafe Technologies Tanjung Morawa, Sumatera Utara hanya menggunakan tolak ukur dengan perspektif keuangan saja sebagai pedoman untuk menilai keberhasilan suatu kinerja perusahaan yang hanya menggambarkan kinerja pada sisi dalam perusahaan (*internal*), padahal dalam pengukuran kinerja ada beberapa faktor yang mempengaruhi dan harus diperhatikan. Sehingga pihak perusahaan dalam pemberian penentuan penerima bonus kerja kepada pegawai perusahaan berdasarkan atas hasil. Hal ini kurang memuaskan bagi seluruh pegawai PT. Medisafe Technologies Tanjung Morawa, Sumatera Utara memerlukan sistem pendukung keputusan dalam penentuan penerima bonus secara terintegrasi dan seimbang. Kondisi pasar berubah karena pengenalan produk baru, fluktuasi permintaan tak terduga, cepat perubahan siklus hidup produk dan margin keuntungan. Oleh karena itu, perusahaan mencoba untuk bertahan hidup dalam persaingan lingkungan dengan membuat keputusan operasional mereka secara strategis dan sistematis. masalah pilihan memainkan peran penting di antara keputusan ini. Dalam literatur ada banyak kuat MCDM (Multi Criteria Decision Making) metode yang menganggap kriteria seleksi yang saling bertentangan dan alternatif. Metode UTA (*utilitas Additive*) yang merupakan salah satu metode MCDM. Ini Metode menganggap preferensi pengambil keputusan mengenai alternatif dan menggunakan model pemrograman linier untuk mendapatkan fungsi utilitas memiliki deviasi minimum dari preferensi. Untuk menggambarkan efisiensi dan efektivitas metode, studi kasus nyata disajikan.

**Kata Kunci :** Sistem Pendukung Keputusan, Multi Criteria Decision Making (MCDM), Metode UTA

### PENDAHULUAN

Pengukuran kinerja di PT. Medisafe Technologies Tanjung Morawa, Sumatera Utara, masih bersifat konvensional, dikatakan bersifat konvensional sebab dalam pengukuran kinerjanya PT. Medisafe Technologies Tanjung Morawa, Sumatera Utara hanya menggunakan tolak ukur dengan perspektif keuangan saja sebagai pedoman untuk menilai keberhasilan suatu kinerja perusahaan yang hanya menggambarkan kinerja pada sisi dalam perusahaan (*internal*), padahal dalam pengukuran kinerja ada beberapa faktor yang mempengaruhi dan harus diperhatikan. 5 (Lima) faktor kompetensi yang dibutuhkan PT. Medisafe Technologies Tanjung Morawa, Sumatera Utara, dalam rangka pemberian bonus kepada seluruh karyawan. Kelima kompetensi tersebut adalah Prestasi Kerja, Tanggung jawab, Ketaatan, Kerja sama dan Kejujuran. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan keputusan pemberian dan penentuan penerima bonus kedisiplinan kepada semua karyawan dengan menentukan nilai prioritas atau bobot dari masing-masing kriteria. Maka faktor kompetensi ini penulis menggunakan *Utility Theory Additive (UTA)*.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang akan dijadikan objek adalah Karyawan pada PT. Medisafe Technologies Tanjung Morawa. Kriteria yang digunakan untuk pemberian bonus karyawan adalah Prestasi Kerja, Tanggung jawab, Ketaatan, Kerja sama dan Kejujuran. Metode yang digunakan untuk pemberian bonus karyawan pada PT. Medisafe Technologies Tanjung Morawa adalah The UTA metode (*utilitas Additive metode*).

#### Metode

##### The UTA metode (*utilitas Additive metode*)

The UTA metode (*utilitas Additive metode*) adalah salah satu metode MCDM dan awalnya diusulkan oleh Jacquet-Lagrange dan Siskos. Sebagai metode MCDM lain, metode UTA adalah untuk membandingkan, peringkat dan mengevaluasi set alternatif mempertimbangkan berbeda kriteria yang mengukur konsekuensi menguntungkan dari alternatif. Metode ini membangun model keputusan dari apriori diketahui keputusan atau preferensi data dalam bentuk daftar peringkat alternatif. Ini

memperkirakan nonlinear sebuah fungsi aditif yang diperoleh dengan menggunakan linear pemrograman.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Pemberian Bonus Karyawan Berdasarkan The UTA metode (*utilitas Additive metode*).** Dalam Metode *Utility Theory Additive (UTA)* diperlukan pembangunan multiattribute utility model, yaitu penspesifikasian dimensi dari permasalahan evaluasi dan keputusan secara spesifik.

Langkah-langkah dalam proses UTA adalah sebagai berikut :

1. Buat kerangka keputusan, dengan mendefinisikan permasalahan.
2. Generate (bangkitkan) alternatif-alternatif yang mungkin dapat memecahkan masalah.
3. Buat daftar (list) semua aspek yang mempengaruhi keputusan.
4. Beri bobot untuk setiap aspek yang ada. Bobot yang ada harus mencerminkan seberapa penting aspek-aspek tersebut terhadap permasalahan.
5. Beri juga bobot dari alternatif-alternatif yang ada. Untuk setiap alternatif, tentukan seberapa memuaskan alternatif tersebut terhadap setiap aspek.
6. Proses evaluasi dari setiap alternatif pada aspek-aspek yang ada untuk mendapatkan keputusan.

Dalam metode UTA, evaluasi total  $v(x)$  dari sebuah objek didefinisikan sebagai penjumlahan bobot dari tiap-tiap nilai dimensi yang relevan yang disebut utility. Data untuk penerapan metode UTA dalam penelitian ini penulis menggunakan sampel data (terlampir) dengan banyak jumlah karyawan 6 yang akan diseleksi seperti pada tabel berikut ini:

**Tabel 1.** Hasil Penilaian

| Alternative | Kriteria     |              |              |              |              |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             | C1 ( $q_1$ ) | C2 ( $q_2$ ) | C3 ( $q_3$ ) | C4 ( $q_4$ ) | C5 ( $q_5$ ) |
| A1          | 4            | 2            | 4            | 3            | 3            |
| A2          | 3            | 4            | 3            | 4            | 2            |
| A3          | 4            | 3            | 4            | 3            | 3            |
| A4          | 3            | 4            | 3            | 2            | 4            |
| A5          | 4            | 2            | 4            | 3            | 2            |
| A6          | 4            | 3            | 4            | 2            | 3            |

Berdasarkan pemberian nilai bobot masing-masing kriteria diatas, selanjutnya melakukan perhitungan metode UTA.

Berikut matriks data awal:

$$\left\{ \begin{matrix} 4 & 2 & 4 & 3 & 3 \\ 3 & 4 & 3 & 4 & 2 \\ 4 & 3 & 4 & 3 & 3 \\ 3 & 4 & 3 & 2 & 4 \\ 4 & 2 & 4 & 3 & 2 \\ 4 & 3 & 4 & 2 & 3 \end{matrix} \right\}$$

**Langkah Ke 1:**

Tentukan nilai maksimal dan minimal dari masing-masing kriteria, jika jenis kriteria benefit maka yang dicari adalah nilai maksimal, dan jika jenis kriteria cost maka nilai yang dicari adalah nilai minimum.

Penyelesaian:

- Kriteria C1 (benefit) : Nilai Max = 4
- Kriteria C2 (benefit) : Nilai Max = 4
- Kriteria C3 (benefit) : Nilai Max = 4
- Kriteria C4 (benefit) : Nilai Max = 4
- Kriteria C5 (benefit) : Nilai Max = 4

**Langkah Ke 2:**

Normalisasi fungsi Utilitas:

Melakukan perhitungan untuk menentukan Matriks Normalisasi Keputusan menggunakan rumus:

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij}}{\text{Max}_i X_{ij}} & \rightarrow \text{Jika } j \text{ adalah attribute keuntungan (benefit)} \\ \frac{\text{Min}_i X_{ij}}{X_{ij}} & \rightarrow \text{Jika } j \text{ adalah attribute Biaya (Cost)} \end{cases}$$

**Tabel 2.** Menentukan Matriks Normalisasi Keputusan

|                         |                        |                         |                         |                         |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $R_{11} = 4 / 4 = 1$    | $R_{12} = 2 / 4 = 0,5$ | $R_{13} = 4 / 4 = 1$    | $R_{14} = 3 / 4 = 0,75$ | $R_{15} = 3 / 4 = 0,75$ |
| $R_{21} = 3 / 4 = 0,75$ | $R_{22} = 4 / 4 = 1$   | $R_{23} = 3 / 4 = 0,75$ | $R_{24} = 4 / 4 = 1$    | $R_{25} = 2 / 4 = 0,5$  |

|                         |                         |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $R_{31} = 4 / 4 = 1$    | $R_{32} = 3 / 4 = 0,75$ | $R_{33} = 4 / 4 = 1$    | $R_{13} = 3 / 4 = 1$    | $R_{13} = 3 / 4 = 0,75$ |
| $R_{41} = 3 / 4 = 0,75$ | $R_{42} = 4 / 4 = 1$    | $R_{43} = 3 / 4 = 0,75$ | $R_{14} = 2 / 4 = 0,5$  | $R_{14} = 4 / 4 = 1$    |
| $R_{51} = 4 / 4 = 1$    | $R_{52} = 2 / 4 = 0,5$  | $R_{53} = 4 / 4 = 1$    | $R_{15} = 3 / 4 = 0,75$ | $R_{15} = 2 / 4 = 0,5$  |
| $R_{61} = 4 / 4 = 1$    | $R_{62} = 3 / 4 = 0,75$ | $R_{63} = 4 / 4 = 1$    | $R_{16} = 2 / 4 = 0,5$  | $R_{16} = 3 / 4 = 0,75$ |

Berikut hasil perhitungan untuk menentukan matriks normalisasi dengan metode UTA :

$$\begin{pmatrix} 1 & 0,5 & 1 & 0,75 & 0,75 \\ 0,75 & 1 & 0,75 & 1 & 0,5 \\ 1 & 0,75 & 1 & 1 & 0,75 \\ 0,75 & 1 & 0,75 & 0,5 & 1 \\ 1 & 0,5 & 1 & 0,75 & 0,5 \\ 1 & 0,75 & 1 & 0,5 & 0,75 \end{pmatrix}$$

**Langkah 3:**

Menentukan nilai parameter untuk penilaian fungsi utilitas, terlebih dahulu tentukan nilai interval determin maximal ( $g_i^*$ ) dan minimum ( $g_i^*$ ) setiap kriteria ( $g_i$ ) dari matriks normalisasi. Selanjutnya menentukan nilai penganalisis untuk estimasi fungsi utilitas ( $\alpha_i$ ) yang dapat kita asumsikan sendiri sesuai dengan nilai kepentingan masing-masing kriteria, Seperti tabel berikut ini:

**Tabel 3.** Nilai Parameter Untuk Penilaian Fungsi Utilitas

| Kriteria | minimum ( $g_i^*$ ) | maximal ( $g_i^*$ ) | $\alpha_i$ |
|----------|---------------------|---------------------|------------|
| C1       | 0,75                | 1                   | 4          |
| C2       | 0,5                 | 1                   | 3          |
| C3       | 0,75                | 1                   | 3          |
| C4       | 0,5                 | 1                   | 4          |
| C5       | 0,5                 | 1                   | 3          |

**Langkah 4:**

Optimalisasi fungsi utilitas :

Penilaian fungsi utilitas yang optimal untuk Evaluasi Peringkat subjektif, Penilaian fungsi utilitas dengan melakukan estimasi nilai  $g_i^j$  untuk masing-masing kriteria dengan menggunakan persamaan:

$$g_i^j = g_i^* + \frac{j-1}{\alpha_i - 1} (g_i^* - g_i^*)$$

Penyelesaian :

Kriteria Prestasi Kerja

- $g_{11} = 0,75 + (((1 - 1) / (4 - 1)) (1 - 0,75)) = 0,75$
- $g_{12} = 0,75 + (((2 - 1) / (4 - 1)) (1 - 0,75)) = 0,83$
- $g_{13} = 0,75 + (((3 - 1) / (4 - 1)) (1 - 0,75)) = 0,92$
- $g_{14} = 0,75 + (((4 - 1) / (4 - 1)) (1 - 0,75)) = 0,25$
- $g_{15} = 0,75 + (((5 - 1) / (4 - 1)) (1 - 0,75)) = 1$

**Langkah 5:**

Estimasi Utilitas

**Langkah 6:**

Analisis Sensitive

**Tabel 4.** Nilai Masing-Masing Penerima Bonus

|                   | D        | R        | Kk        | Ksds     | I        | Kdrn     | Jdtj     |
|-------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Ardiansyah</b> | 0,090998 | 0,052606 | 0,0708723 | 0,039733 | 0,08894  | 0,022863 | 0,06463  |
| <b>Wandi</b>      | 0,052286 | 0,052606 | 0,043001  | 0,034795 | 0,049322 | 2,258316 | 0,041113 |
| <b>Yoga</b>       | 0,039947 | 0,052606 | 0,039078  | 0,059969 | 0,054229 | 0,024103 | 0,017436 |

- a. *Weight* diambil dari kolom *Priority Vector* dalam *matrix* kriteria.
- b. Kolom (Prestasi Kerja, Tanggung jawab, Ketaatan, Kerja sama, Kejujuran ) diambil dari kolom *priority vector* ketiga *matrix* calon Penerima.

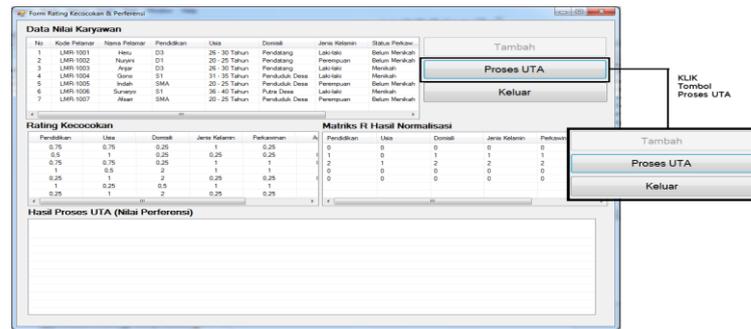
*Composite weight* diperoleh dari hasil jumlah perkalian di atasnya dengan *weight*.

- 1. Ardiansyah =  $0,090998 + 0,052606 + 0,0708723 + 0,039733 + 0,08894 + 0,022863 + 0,06463 = 0,430644$
- 2. Wandu =  $0,052286 + 0,052606 + 0,043001 + 0,034795 + 0,049322 + 2,258316 + 0,041113 = 2,531439$
- 3. Yoga =  $0,039947 + 0,052606 + 0,039078 + 0,059969 + 0,054229 + 0,024103 + 0,017436 = 0,287368$

Dari Prioritas global dapat diketahui bahwa nilai terbesar adalah Wandu yaitu **2,531439**, maka **wandu** merupakan pegawai yang menerima bonus paling besar diantara pegawai-pegawai lainnya merupakan pilihan pertama jika dilakukan penentuan besaran bonus kerja.

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja aplikasi yang telah dirancang dan keputusan yang diperoleh berdasarkan kriteria yang ada. Adapun hasil dari keputusan dengan

menggunakan metode Metode *Utility Theory Additive (UTA)* dan menggunakan aplikasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Hasil Keputusan Menggunakan Metode *Utility Theory Additive (UTA)*

**KESIMPULAN**

1. Menerapkan kriteria dan pemberian nilai bobot pada setiap kriteria dalam pemberian bonus kepada karyawan PT. Medisafe Technologies Tanjung Morawa.
2. Menerapkan metode *Utility Theory Additive (UTA)* pada sistem pendukung dapat menghasilkan karyawan yang akan diberikan bonus oleh PT. Mediasafe Technologies.
3. Metode *Utility Theory Additive (UTA)* pada sistem pendukung keputusan dapat di rancang menggunakan pemograman visual basic net 2008, hasil dari rancangan sesuai dengan perhitungan manual yang dilakukan oleh penulis pada bab sebelumnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

Al-Bahra Bin Aldjamudin, 2005 "*Analisis dan Desain Sistem Informasi*", Graha Ilmu, Yogyakarta.  
 Ibnu Syamsi, S.U, 2005, "*Pengambilan Keputusan*", PT Bina Aksara, Jakarta.  
 Kusrini, 2007, "*Konsep Sistem Pendukung Keputusan*".  
 Kusumadewi, Sri. 2010. "*Analisis dan Desain Sistem Fuzzy*". Graha Ilmu, Yogyakarta.  
 Kusumadewi, S. dan Purnomo, H. 2010, "*Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*", Edisi 2, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.  
 Dadan Umar Daihani, 2010, "*Teori Sistem Pendukung Keputusan*", Yogyakarta.  
 Winarno Edy ST, Dkk, Visual Basic. NET, Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Kompas Gramedia.

## **SISTEM PENGAMANAN DATABASE DENGAN MENGGUNAKAN INTERNATIONAL DATA ENCRYPTION ALGORITHM (IDEA) DAN CIPHER BLOCK CHAINING (CBC)**

**Novel A. Rajagukguk**

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
[novelaritonang@gmail.com](mailto:novelaritonang@gmail.com)

**Abstrak.** Masalah keamanan dan kerahasiaan data merupakan hal yang sangat penting dalam suatu organisasi maupun pribadi. Sistem keamanan pengiriman data (komunikasi data yang aman) dipasang untuk mencegah pencurian, kerusakan, dan penyalahgunaan data ada dalam komputer. Dalam praktek, pencurian data berwujud pembacaan oleh pihak yang tidak berwenang, biasanya dengan menyadap saluran publik. Jika hal ini sampai terjadi, maka kemungkinan besar akan merugikan bahkan membahayakan orang yang mengirim pesan atau menerima pesan, maupun organisasinya. Informasi yang terkandung di dalamnya pun bisa saja berubah sehingga menyebabkan salah penafsiran oleh pembaca pesan. Keamanan database diperlukan untuk memberikan perlindungan isi data yang kita inputkan agar tidak bisa dimengerti meskipun bisa dilihat oleh orang lain yang tidak dikehendaki dan hanya orang tertentu saja yang bisa membaca dan melihat isi data tersebut. Kriptografi bertujuan menjaga kerahasiaan informasi yang terkandung dalam data sehingga informasi tersebut tidak dapat diketahui oleh pihak yang tidak sah. Teknik kriptografi untuk mengamankan database digunakan International Data Encryption Algorithm (IDEA) dan Cipher Block Chaining (CBC). International Data Encryption Algorithm (IDEA) menggunakan konfusi/ pemingungan (*confusion*) dari teks terang sehingga sulit untuk secara langsung tanpa menggunakan algoritma dekripsinya dan difusi/pelebaran (*diffusion*), dari teks terang sehingga karakteristik dari teks terang tersebut hilang. Block cipher adalah bentuk algoritma enkripsi kunci simetri yang mentransformasikan satu blok data tertentu dari plaintext ke dalam satu blok data ciphertext dengan panjang blok yang sama.

**Kata Kunci :** Keamanan, Kriptografi, Database, International Data Encryption Algorithm (IDEA), Cipher Block Chaining (CBC)

### **PENDAHULUAN**

Masalah keamanan dan kerahasiaan data merupakan hal yang sangat penting dalam suatu organisasi maupun pribadi. Sistem keamanan pengiriman data (komunikasi data yang aman) dipasang untuk mencegah pencurian, kerusakan, dan penyalahgunaan data ada dalam komputer. Dalam praktek, pencurian data berwujud pembacaan oleh pihak yang tidak berwenang, biasanya dengan menyadap saluran publik. Jika hal ini sampai terjadi, maka kemungkinan besar akan merugikan bahkan membahayakan orang yang mengirim pesan atau menerima pesan, maupun organisasinya. Informasi yang terkandung di dalamnya pun bisa saja berubah sehingga menyebabkan salah penafsiran oleh pembaca pesan. Database merupakan fungsi utama untuk aplikasi *client-server*, aplikasi organisasi dan aplikasi *e-commerce* bisnis-ke-konsumen serta bisnis-ke-bisnis. Database memiliki kemampuan dalam menyeleksi data sehingga menjadi suatu kelompok yang terurut dengan cepat. Secara umum sebuah database adalah sekumpulan *record* yang saling berhubungan yang menggambarkan dirinya sendiri. Aplikasi database berfungsi sebagai tempat penyimpanan data penting atau rahasia yang tidak perlu diingin ketahui oleh orang lain.

Tujuan dari penelitian ini untuk menjelaskan bagaimana proses enkripsi dan dekripsi dalam mengamankan data pada database dengan menggunakan International Data Encryption Algorithm (IDEA) dan CBC Serta menerapkan International Data Encryption Algorithm (IDEA) dan CBC dalam mengamankan data pada database.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Pelaksanaan penelitian ini tidak terlepas dari beberapa hal yang menjadi kebutuhan mendasar seperti buku-buku yang menjadi referensi metode International Data Encryption Algorithm (IDEA) dan CBC serta database yang dijadikan sebagai bahan uji coba dalam penelitian. Berdasarkan teori-teori yang didapatkan dari berbagai referensi yang digunakan maka dapat dijadikan sebagai landasan dalam melakukan analisa serta perbandingan untuk mencapai tujuan penelitian ini.

#### **Metode**

##### **International Data Encryption Algorithm (IDEA)**

IDEA menggunakan konfusi/pemingungan (*confusion*) dari teks terang sehingga sulit untuk secara langsung tanpa menggunakan algoritma dekripsinya dan difusi/pelebaran (*diffusion*), dari teks terang sehingga karakteristik dari teks terang tersebut hilang. Berbeda dengan DES yang menggunakan permutasian substitusi. Dari kunci yang mempunyai panjang 128 bit dibangkitkan 52 upa kunci.

Algoritma IDEA menggunakan 52 upa-kunci dan 16 bit kunci per blok. Contoh, enam upa kunci untuk putaran 1, 4 dan 8 dan 9 untuk transformasi keluaran. IDEA menggunakan aljabar yang tidak kompatibel seperti XOR, penambahan modulo  $2^{16}$  perkalian modulo  $2^{16} + 1$  (operasi menggunakan kotak S Box). IDEA merupakan algoritma simetris yang beroperasi pada sebuah blok pesan terbuka dengan panjang 64 bit dan menggunakan kunci yang sama, berukuran 128 bit, untuk proses enkripsi dan dekripsi. Pesan rahasia yang dihasilkan oleh algoritma ini berupa blok pesan dengan panjang 64 bit. Pesan dekripsi menggunakan blok penyandi yang sama dengan blok proses enkripsi dimana kunci dekripsinya diturunkan dari kunci enkripsinya.

### **Cipher Block Chaining (CBC)**

*Block cipher* adalah bentuk algoritma enkripsi kunci simetri yang mentransformasikan satu blok data tertentu dari *plaintext* ke dalam satu blok data *ciphertext* dengan panjang blok yang sama. Transformasi ini berlangsung melalui penggunaan kunci rahasia yang disediakan oleh pemakai (*user*). Dekripsi dilakukan dengan menggunakan transformasi kebalikan terhadap blok *ciphertext* menjadi satu blok *plaintext* dengan kunci dan panjang blok yang sama. Panjang blok tertentu disebut ukuran blok (*block size*) dimana ukuran blok tersebut bervariasi misalnya 16 bit, 32 bit, 64 bit, 128 bit atau 256 bit tergantung dari teknik yang digunakan dan perkembangan kemampuan mikroprosesor selanjutnya. Karena blok *plaintext* yang berbeda dipetakan ke blok *ciphertext* yang berbeda (untuk memungkinkan dekripsi yang unik), suatu *block cipher* secara efektif menyediakan satu permutasi (korespondensi satu ke banyak) dari set pesan yang mungkin. Permutasi berpengaruh pada saat enkripsi tertentu yang sudah pasti rahasia, karena permutasi tersebut adalah fungsi dari kunci rahasia. Jika kita menggunakan satu *block cipher* untuk mengenkrip satu pesan dengan panjang sembarang, kita menggunakan teknik yang dikenal sebagai modus operasi untuk *block cipher* tersebut. Agar dapat berguna, satu modus operasi setidaknya efisien dan seaman *cipher* fundamental. Teknik enkripsi mungkin memiliki sifat-sifat tambahan terhadap sifat-sifat dasar yang dimiliki teknik biasa. Teknik standard DES telah dipublikasi dalam berbagai publikasi. Versi standard yang lebih umum menggabungkan 4 modus operasi dari DES untuk dapat diaplikasikan terhadap *block cipher* dengan ukuran blok sembarang. Standard tersebut adalah *Electronic Code Book*, *Cipher Block Chaining*, *Cipher Feedback*, dan *Output Feedback*.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Enkripsi Menggunakan IDEA.** Proses enkripsi dari metoda IDEA terdiri dari 8 iterasi (putaran) ditambah satu putaran transformasi output. Proses ini memiliki *input* data *plaintext* 64 bit yang identik dengan 16 digit heksadesimal atau 8 karakter. Proses enkripsi dari metoda IDEA dapat dilihat pada contoh berikut ini.

Misalkan *plaintext* = 'NOVELRGG' dengan kunci yang dihasilkan di atas, maka proses enkripsinya adalah sebagai berikut :

\*\*\*\*\*

PUTARAN – 1

\*\*\*\*\*

Pada putaran 1 proses enkripsi akan dilakukan putaran dan perhitungan sebagai berikut :

1.  $L_1 = (X_1 * K_1) \bmod (2^{16} + 1) = 4E4F * 5645 \bmod (2^{16} + 1) = 4CD1$
2.  $L_2 = (X_2 + K_2) \bmod 2^{16} = 5354 + 4D49 \bmod 2^{16} = 409D$
3.  $L_3 = (X_3 + K_3) \bmod 2^{16} = 4C52 + 4B20 \bmod 2^{16} = 9461$
4.  $L_4 = (X_4 * K_4) \bmod (2^{16} + 1) = 4747 * 2042 \bmod (2^{16} + 1) = 42E6$
5.  $L_5 = L_1 \text{ XOR } L_3 = 4CD1 \text{ XOR } 9461 = D8B0$
6.  $L_6 = L_2 \text{ XOR } L_4 = 409D \text{ XOR } 42E6 = E27B$
7.  $L_7 = (L_5 * K_5) \bmod (2^{16} + 1) = D8B0 * 5544 \bmod (2^{16} + 1) = B695$
8.  $L_8 = (L_6 + L_7) \bmod 2^{16} = E27B + B695 \bmod 2^{16} = 9910$
9.  $L_9 = (L_8 * K_6) \bmod (2^{16} + 1) = 9910 * 4944 \bmod (2^{16} + 1) = 0C72$
10.  $L_{10} = (L_7 + L_9) \bmod 2^{16} = B695 + 0C72 \bmod 2^{16} = C307$
11.  $L_{11} = L_1 \text{ XOR } L_9 = 4CD1 \text{ XOR } 0C72 = 40A3$
12.  $L_{12} = L_3 \text{ XOR } L_9 = 9461 \text{ XOR } 0C72 = 9813$
13.  $L_{13} = L_2 \text{ XOR } L_{10} = 409D \text{ XOR } C307 = 639A$
14.  $L_{14} = L_4 \text{ XOR } L_{10} = 42E6 \text{ XOR } C307 = 81E1$

Untuk putaran berikutnya :

$X_1 = L_{11} = 40A3$

$X_2 = L_{12} = 9813$

$X_3 = L_{13} = 639A$

$X_4 = L_{14} = 81E1$

\*\*\*\*\*

## PUTARAN – 2

\*\*\*\*\*

Pada putaran 2 proses enkripsi akan dilakukan putaran dan perhitungan sebagai berikut :

1.  $L_1 = (X_1 * K_1) \bmod (2^{16} + 1) = 40A3 * 4152 \bmod (2^{16} + 1) = 06B8$
2.  $L_2 = (X_2 + K_2) \bmod 2^{16} = 9813 + 4D41 \bmod 2^{16} = E554$
3.  $L_3 = (X_3 + K_3) \bmod 2^{16} = 639A + 9296 \bmod 2^{16} = F630$
4.  $L_4 = (X_4 * K_4) \bmod (2^{16} + 1) = 81E1 * 4040 \bmod (2^{16} + 1) = 97A8$
5.  $L_5 = L_1 \text{ XOR } L_3 = 06B8 \text{ XOR } F630 = F088$
6.  $L_6 = L_2 \text{ XOR } L_4 = E554 \text{ XOR } 97A8 = 72FC$
7.  $L_7 = (L_5 * K_5) \bmod (2^{16} + 1) = F088 * 84AA \bmod (2^{16} + 1) = 5DAB$
8.  $L_8 = (L_6 + L_7) \bmod 2^{16} = 72FC + 5DAB \bmod 2^{16} = DOA7$
9.  $L_9 = (L_8 * K_6) \bmod (2^{16} + 1) = DOA7 * 8892 \bmod (2^{16} + 1) = 47EF$
10.  $L_{10} = (L_7 + L_9) \bmod 2^{16} = 5DAB + 47EF \bmod 2^{16} = A59A$
11.  $L_{11} = L_1 \text{ XOR } L_9 = 06B8 \text{ XOR } 47EF = 4157$
12.  $L_{12} = L_3 \text{ XOR } L_9 = F630 \text{ XOR } 47EF = B1DF$
13.  $L_{13} = L_2 \text{ XOR } L_{10} = E554 \text{ XOR } A59A = 40CE$
14.  $L_{14} = L_4 \text{ XOR } L_{10} = 4034 \text{ XOR } A59A = 3232$

Untuk putaran berikutnya :

$$X_1 = L_{11} = 4157$$

$$X_2 = L_{12} = B1DF$$

$$X_3 = L_{13} = 40CE$$

$$X_4 = L_{14} = 3232$$

\*\*\*\*\*

## PUTARAN – 3

\*\*\*\*\*

Pada putaran 3 proses enkripsi akan dilakukan putaran dan perhitungan sebagai berikut :

1.  $L_1 = (X_1 * K_1) \bmod (2^{16} + 1) = 4157 * 8882 \bmod (2^{16} + 1) = 4357$
2.  $L_2 = (X_2 + K_2) \bmod 2^{16} = B1DF + A49A \bmod 2^{16} = 5679$
3.  $L_3 = (X_3 + K_3) \bmod 2^{16} = 40CE + 82A6 \bmod 2^{16} = C374$
4.  $L_4 = (X_4 * K_4) \bmod (2^{16} + 1) = 3232 * A89A \bmod (2^{16} + 1) = E106$
5.  $L_5 = L_1 \text{ XOR } L_3 = 4357 \text{ XOR } C374 = 8023$
6.  $L_6 = L_2 \text{ XOR } L_4 = 5679 \text{ XOR } E106 = B77F$
7.  $L_7 = (L_5 * K_5) \bmod (2^{16} + 1) = 8023 * 8109 \bmod (2^{16} + 1) = E3A6$
8.  $L_8 = (L_6 + L_7) \bmod 2^{16} = B77F + E3A6 \bmod 2^{16} = 9B25$
9.  $L_9 = (L_8 * K_6) \bmod (2^{16} + 1) = 9B25 * 5511 \bmod (2^{16} + 1) = 62E8$
10.  $L_{10} = (L_7 + L_9) \bmod 2^{16} = E3A6 + 62E8 \bmod 2^{16} = 468E$
11.  $L_{11} = L_1 \text{ XOR } L_9 = 4357 \text{ XOR } 62E8 = 21BF$
12.  $L_{12} = L_3 \text{ XOR } L_9 = C374 \text{ XOR } 62E8 = A19C$
13.  $L_{13} = L_2 \text{ XOR } L_{10} = 5679 \text{ XOR } 468E = 10F7$
14.  $L_{14} = L_4 \text{ XOR } L_{10} = E106 \text{ XOR } 468E = A788$

Untuk putaran berikutnya :

$$X_1 = L_{11} = 21BF$$

$$X_2 = L_{12} = A19C$$

$$X_3 = L_{13} = 10F7$$

$$X_4 = L_{14} = A788$$

\*\*\*\*\*

## PUTARAN – 4

\*\*\*\*\*

Pada putaran 4 proses enkripsi akan dilakukan putaran dan perhitungan sebagai berikut :

1.  $L_1 = (X_1 * K_1) \bmod (2^{16} + 1) = 21BF * 2511 \bmod (2^{16} + 1) = D3CD$
2.  $L_2 = (X_2 + K_2) \bmod 2^{16} = A19C + 0549 \bmod 2^{16} = A6E5$
3.  $L_3 = (X_3 + K_3) \bmod 2^{16} = 10F7 + 3505 \bmod 2^{16} = 45FC$
4.  $L_4 = (X_4 * K_4) \bmod (2^{16} + 1) = A788 * 4D51 \bmod (2^{16} + 1) = B770$
5.  $L_5 = L_1 \text{ XOR } L_3 = D3CD \text{ XOR } 45FC = 9631$
6.  $L_6 = L_2 \text{ XOR } L_4 = A6E5 \text{ XOR } B770 = 1195$
7.  $L_7 = (L_5 * K_5) \bmod (2^{16} + 1) = 1195 * 3525 \bmod (2^{16} + 1) = BAE8$
8.  $L_8 = (L_6 + L_7) \bmod 2^{16} = 1195 + BAE8 \bmod 2^{16} = CC7D$
9.  $L_9 = (L_8 * K_6) \bmod (2^{16} + 1) = CC7D * 2C80 \bmod (2^{16} + 1) = 96F5$
10.  $L_{10} = (L_7 + L_9) \bmod 2^{16} = BAE8 + 96F5 \bmod 2^{16} = 51DD$
11.  $L_{11} = L_1 \text{ XOR } L_9 = D3CD \text{ XOR } 96F5 = 4538$
12.  $L_{12} = L_3 \text{ XOR } L_9 = 45FC \text{ XOR } 96F5 = D309$

$$13. L_{13} = L_2 \text{ XOR } L_{10} = A6E5 \text{ XOR } 51DD = F738$$

$$14. L_{14} = L_4 \text{ XOR } L_{10} = B770 \text{ XOR } 51DD = E6AD$$

Untuk putaran berikutnya :

$$X_1 = L_{11} = 4538$$

$$X_2 = L_{12} = D309$$

$$X_3 = L_{13} = F738$$

$$X_4 = L_{14} = E6AD$$

\*\*\*\*\*

PUTARAN – 5

\*\*\*\*\*

Pada putaran 5 proses enkripsi akan dilakukan putaran dan perhitungan sebagai berikut :

$$1. L_1 = (X_1 * K_1) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 4538 * 224A \text{ mod } (2^{16} + 1) = 63EB$$

$$2. L_2 = (X_2 + K_2) \text{ mod } 2^{16} = D309 + 220A \text{ mod } 2^{16} = F513$$

$$3. L_3 = (X_3 + K_3) \text{ mod } 2^{16} = F738 + 926A \text{ mod } 2^{16} = 89A2$$

$$4. L_4 = (X_4 * K_4) \text{ mod } (2^{16} + 1) = E6AD * 0A9A \text{ mod } (2^{16} + 1) = 7C85$$

$$5. L_5 = L_1 \text{ XOR } L_3 = 63EB \text{ XOR } 89A2 = E149$$

$$6. L_6 = L_2 \text{ XOR } L_4 = F513 \text{ XOR } 7C85 = 8996$$

$$7. L_7 = (L_5 * K_5) \text{ mod } (2^{16} + 1) = E149 * A26A \text{ mod } (2^{16} + 1) = EB4E$$

$$8. L_8 = (L_6 + L_7) \text{ mod } 2^{16} = 8996 + EB4E \text{ mod } 2^{16} = 74E4$$

$$9. L_9 = (L_8 * K_6) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 74E4 * 4A59 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 6952$$

$$10. L_{10} = (L_7 + L_9) \text{ mod } 2^{16} = EB4E + 6952 \text{ mod } 2^{16} = 54A0$$

$$11. L_{11} = L_1 \text{ XOR } L_9 = 63EB \text{ XOR } 6952 = 01B9$$

$$12. L_{12} = L_3 \text{ XOR } L_9 = 89A2 \text{ XOR } 6952 = E0F0$$

$$13. L_{13} = L_2 \text{ XOR } L_{10} = F513 \text{ XOR } 54A0 = A1B3$$

$$14. L_{14} = L_4 \text{ XOR } L_{10} = 7C85 \text{ XOR } 54A0 = 2825$$

Untuk putaran berikutnya :

$$X_1 = L_{11} = 01B9$$

$$X_2 = L_{12} = E0F0$$

$$X_3 = L_{13} = A1B3$$

$$X_4 = L_{14} = 2825$$

\*\*\*\*\*

PUTARAN – 6

\*\*\*\*\*

Pada putaran 6 proses enkripsi akan dilakukan putaran dan perhitungan sebagai berikut :

$$1. L_1 = (X_1 * K_1) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 01B9 * 0102 \text{ mod } (2^{16} + 1) = BC71$$

$$2. L_2 = (X_2 + K_2) \text{ mod } 2^{16} = E0F0 + 12AA \text{ mod } 2^{16} = F39A$$

$$3. L_3 = (X_3 + K_3) \text{ mod } 2^{16} = A1B3 + 1524 \text{ mod } 2^{16} = B6D7$$

$$4. L_4 = (X_4 * K_4) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 2825 * D415 \text{ mod } (2^{16} + 1) = CDC8$$

$$5. L_5 = L_1 \text{ XOR } L_3 = BC71 \text{ XOR } B6D7 = 0AA6$$

$$6. L_6 = L_2 \text{ XOR } L_4 = F39A \text{ XOR } CDC8 = 3E52$$

$$7. L_7 = (L_5 * K_5) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 0AA6 * 3544 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 2FE1$$

$$8. L_8 = (L_6 + L_7) \text{ mod } 2^{16} = 3E52 + 2FE1 \text{ mod } 2^{16} = 6E33$$

$$9. L_9 = (L_8 * K_6) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 6E33 * D494 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 95FB$$

$$10. L_{10} = (L_7 + L_9) \text{ mod } 2^{16} = 2FE1 + 95FB \text{ mod } 2^{16} = C5DC$$

$$11. L_{11} = L_1 \text{ XOR } L_9 = BC71 \text{ XOR } 95FB = 298A$$

$$12. L_{12} = L_3 \text{ XOR } L_9 = B6D7 \text{ XOR } 95FB = 232C$$

$$13. L_{13} = L_2 \text{ XOR } L_{10} = F39A \text{ XOR } C5DC = 3646$$

$$14. L_{14} = L_4 \text{ XOR } L_{10} = CDC8 \text{ XOR } C5DC = 0814$$

Untuk putaran berikutnya :

$$X_1 = L_{11} = 298A$$

$$X_2 = L_{12} = 232C$$

$$X_3 = L_{13} = 3646$$

$$X_4 = L_{14} = 0814$$

\*\*\*\*\*

PUTARAN – 7

\*\*\*\*\*

Pada putaran 7 proses enkripsi akan dilakukan putaran dan perhitungan sebagai berikut :

$$1. L_1 = (X_1 * K_1) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 298A * B202 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 2A32$$

$$2. L_2 = (X_2 + K_2) \text{ mod } 2^{16} = 232C + 0425 \text{ mod } 2^{16} = 2751$$

$$3. L_3 = (X_3 + K_3) \text{ mod } 2^{16} = 3646 + 5444 \text{ mod } 2^{16} = 8A8A$$

$$4. L_4 = (X_4 * K_4) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 0814 * 9444 \text{ mod } (2^{16} + 1) = B0A3$$

$$5. L_5 = L_1 \text{ XOR } L_3 = 2A32 \text{ XOR } 8A8A = A0B8$$

6.  $L_6 = L_2 \text{ XOR } L_4 = 2751 \text{ XOR } B0A3 = 97F2$
7.  $L_7 = (L_5 * K_5) \text{ mod } (2^{16} + 1) = A0B8 * 2A6A \text{ mod } (2^{16} + 1) = A190$
8.  $L_8 = (L_6 + L_7) \text{ mod } 2^{16} = 97F2 + A190 \text{ mod } 2^{16} = 3982$
9.  $L_9 = (L_8 * K_6) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 3982 * 89A9 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 69E6$
10.  $L_{10} = (L_7 + L_9) \text{ mod } 2^{16} = A190 + 69E6 \text{ mod } 2^{16} = 0B76$
11.  $L_{11} = L_1 \text{ XOR } L_9 = 2A32 \text{ XOR } 69E6 = 43D4$
12.  $L_{12} = L_3 \text{ XOR } L_9 = 8A8A \text{ XOR } 69E6 = E36C$
13.  $L_{13} = L_2 \text{ XOR } L_{10} = 2751 \text{ XOR } 0B76 = 2C27$
14.  $L_{14} = L_4 \text{ XOR } L_{10} = B0A3 \text{ XOR } 0B76 = BBD5$

Untuk putaran berikutnya :

- $X_1 = L_{11} = 43D4$   
 $X_2 = L_{12} = E36C$   
 $X_3 = L_{13} = 2C27$   
 $X_4 = L_{14} = BBD5$

\*\*\*\*\*

PUTARAN – 8

\*\*\*\*\*

Pada putaran 8 proses enkripsi akan dilakukan putaran dan perhitungan sebagai berikut :

1.  $L_1 = (X_1 * K_1) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 43D4 * 2964 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 67D9$
2.  $L_2 = (X_2 + K_2) \text{ mod } 2^{16} = E36C + 0408 \text{ mod } 2^{16} = E774$
3.  $L_3 = (X_3 + K_3) \text{ mod } 2^{16} = 2C27 + 4AA8 \text{ mod } 2^{16} = 76CF$
4.  $L_4 = (X_4 * K_4) \text{ mod } (2^{16} + 1) = BBD5 * 8928 \text{ mod } (2^{16} + 1) = F1A7$
5.  $L_5 = L_1 \text{ XOR } L_3 = 67D9 \text{ XOR } 76CF = 1116$
6.  $L_6 = L_2 \text{ XOR } L_4 = E774 \text{ XOR } F1A7 = 16D3$
7.  $L_7 = (L_5 * K_5) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 1116 * 882A \text{ mod } (2^{16} + 1) = 7486$
8.  $L_8 = (L_6 + L_7) \text{ mod } 2^{16} = 16D3 + 7486 \text{ mod } 2^{16} = 8B59$
9.  $L_9 = (L_8 * K_6) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 8B59 * 49A8 \text{ mod } (2^{16} + 1) = AB51$
10.  $L_{10} = (L_7 + L_9) \text{ mod } 2^{16} = 7486 + 0541 \text{ mod } 2^{16} = 1FD7$
11.  $L_{11} = L_1 \text{ XOR } L_9 = 67D9 \text{ XOR } AB51 = CC88$
12.  $L_{12} = L_3 \text{ XOR } L_9 = 76CF \text{ XOR } AB51 = DD9E$
13.  $L_{13} = L_2 \text{ XOR } L_{10} = E774 \text{ XOR } 1FD7 = F8A3$
14.  $L_{14} = L_4 \text{ XOR } L_{10} = F1A7 \text{ XOR } 1FD7 = EE70$

Untuk transformasi output :

- $X_1 = L_{11} = CC88$   
 $X_2 = L_{13} = DD9E$   
 $X_3 = L_{12} = F8A3$   
 $X_4 = L_{14} = EE70$

TRANSFORMASI OUTPUT

Untuk langkah akhir pada bagian enkripsi maka akan dilakukan perhitungan sebagai berikut :

01.  $Y_1 = (X_1 * K_1) \text{ mod } (2^{16} + 1) = CC88 * 5252 \text{ mod } (2^{16} + 1) = D1CC$
02.  $Y_2 = (X_2 + K_2) \text{ mod } 2^{16} = DD9E + C808 \text{ mod } 2^{16} = CoAB$
03.  $Y_3 = (X_3 + K_3) \text{ mod } 2^{16} = F8A3 + 1095 \text{ mod } 2^{16} = EE33$
04.  $Y_4 = (X_4 * K_4) \text{ mod } (2^{16} + 1) = EE70 * 5112 \text{ mod } (2^{16} + 1) = E85F$

Berikutlah Hasil Enkripsi :

- $Y_1 = D1CC = \tilde{N}\tilde{I}$   
 $Y_2 = CoAB = \tilde{A}\tilde{\ll}$   
 $Y_3 = EE33 = \hat{i}\hat{3}$   
 $Y_4 = E85F = \grave{e}\_$

Cipher text =  $\tilde{N}\tilde{I}\tilde{A}\tilde{\ll}\hat{i}\hat{3}\grave{e}\_$

**Proses Dekripsi Menggunakan Metode CBC.** Enkripsi Menggunakan Mode *Cipher Block Chaining*(CBC) Enkripsi menggunakan mode *Cipher Block Chaining* (CBC) adalah sebagai berikut :

Misalkan kita memiliki plainteks :  $\tilde{N}\tilde{I}\tilde{A}\tilde{\ll}\hat{i}\hat{3}\grave{e}\_$ , bagimenjadiblok-blok 8 bit berdasarkan karakter ASCII 128 bit yaitu sebagai berikut :

01001110 01001111 01010110 01000101 01001100 01010010 01000111

01000111. Misalkankitamemilikifungsienkripsidandekripsiyaitumelakukanoperasi XOR dengankunci, contohkunci yang kitapilihadalah “K” (blokbinernya : 01001011) danInitialitationVektor (IV) adalah 11110000.

Maka proses enkripsinya adalah sebagai berikut :

a. Untuk  $\tilde{N}$

C, diperolehsebagai berikut:

$P_1 \text{ Co} = 01001110 11110000 = 10111110$

Kemudianhasil yang diperolehdienkripsidenganfungsi E, sebagaiberikut:

10111110 10111110 01001011 = 11110101  
11110101 geser (wrapping) kekiri 1 bit.  
1111 menjadi 1111 dan 0101 menjadi 1010  
Maka, C1 adalah 11111010.

b. Untuk  $\bar{1}$ 

C<sub>2</sub> diperoleh sebagai berikut :

$$P_2 \square \square C_1 = 01001111 11111010 = 10110101$$

Kemudian hasil yang diperoleh dienkripsikan dengan fungsi E, sebagai berikut:

$$10110101 K = 10110101 01001011 = 11111110$$

11111110 geser (wrapping) kekiri 1 bit.

1111 menjadi 1111 dan 1110 menjadi 1101

Maka, C<sub>2</sub> adalah 11111101.

c. Untuk  $\bar{A}$ 

C<sub>3</sub> diperoleh sebagai berikut :

$$P_3 C_2 = 01010110 11111101 = 10101011$$

Kemudian hasil yang diperoleh dienkripsikan dengan fungsi E, sebagai berikut:

$$10101011 10101011 01001011 = 11100000$$

11100000 geser (wrapping) kekiri 1 bit.

1110 menjadi 1101 dan 0000 menjadi 0000

Maka, C<sub>3</sub> adalah 11010000.

d. Untuk  $\llcorner$ 

C<sub>4</sub> diperoleh sebagai berikut :

$$P_4 C_3 = 01000101 11010000 = 10010101$$

Kemudian hasil yang diperoleh dienkripsikan dengan fungsi E, sebagai berikut:

$$10010101 \square \square K = 11011110 \square \square 01001011 = 11011110$$

11011110 geser (wrapping) kekiri 1 bit

1101 menjadi 1011 dan 1110 menjadi 1101

Maka, C<sub>4</sub> adalah 10111101.

e. Untuk  $\hat{i}$ 

C<sub>5</sub> diperoleh sebagai berikut :

$$P_5 C_4 = 01001100 10111101 = 11110001$$

Kemudian hasil yang diperoleh dienkripsikan dengan fungsi E, sebagai berikut:

$$11110001 10010111 = 10111010$$

10111010 geser (wrapping) kekiri 1 bit

1011 menjadi 0111 dan 0001 menjadi 0010

Maka, C<sub>5</sub> adalah 01110101.

f. Untuk  $\bar{3}$ 

C<sub>6</sub> diperoleh sebagai berikut :

$$P_6 C_5 = 01010010 01110010 = 00100000$$

Kemudian hasil yang diperoleh dienkripsikan dengan fungsi E, sebagai berikut:

$$00100000 01001011 = 01101011$$

01101011 geser (wrapping) kekiri 1 bit

0110 menjadi 1100 dan 1011 menjadi 0111

Maka, C<sub>6</sub> adalah 11000111.

g. untuk  $\bar{e}$ 

C<sub>7</sub> diperoleh sebagai berikut :

$$P_7 C_6 = 01000111 11000111 = 10000000$$

Kemudian hasil yang diperoleh dienkripsikan dengan fungsi E, sebagai berikut:

$$10000000 10000000 01001011 = 11001011$$

11001011 geser (wrapping) kekiri 1 bit

1100 menjadi 1001 dan 1011 menjadi 0111

Maka, C<sub>7</sub> adalah 10010111.

h. Untuk  $\_$ 

C<sub>8</sub> diperoleh sebagai berikut :

$$P_8 C_7 = 01000111 10010111 = 11010000$$

Kemudian hasil yang diperoleh dienkripsikan dengan fungsi E, sebagai berikut:

$$11010000 11010000 01001011 = 10011011$$

10011011 geser (wrapping) kekiri 1 bit

1001 menjadi 0011 dan 1011 menjadi 0111

Maka, C<sub>8</sub> adalah 00110111.

Hasil enkripsinya adalah

11111010 1111101 11010000 10111101 01110101 11000111 10010111 00110111.

Plaintek adalah  $\tilde{N}\tilde{A}\langle\tilde{i}\tilde{z}\tilde{e}\tilde{ }_$

Ciphertext mode CBC adalah  $\acute{u}\acute{y}\acute{D}\frac{1}{2}r\acute{c}-7$

2. Dekripsi menggunakan *mode cipher block chaining* (CBC)
  - a. 00110111 geser (wrapping) kekanan 1 bit menjadi 10011011 10011011 01001011 = 01000111  
Hasilnya adalah G
  - b. 10010111 geser (wrapping) kekanan 1 bit menjadi 11001011 11001011 01001011 = 10000000  
10000000 11000111 = 01000111  
Hasilnya adalah G
  - c. 11000111 geser (wrapping) kekanan 1 bit menjadi 01101011 01101011 01001011 = 00100000  
00100000 01110010 = 01010010  
Hasilnya adalah R
  - d. 01110101 geser (wrapping) kekanan 1 bit menjadi 10111010 01001011 = 11110001 11110001  
10111101 = 01001100  
Hasilnya adalah L
  - e. 10111101 geser (wrapping) kekanan 1 bit menjadi 11011110 11011110 01001011 = 10010101  
10010101 11010000 = 01000101  
Hasilnya adalah E
  - f. 11010000 geser (wrapping) kekanan 1 bit menjadi 11100000 11100000 01001011 = 10101011  
10101011 11111101 = 01010110  
Hasilnya adalah V
  - g. 11111101 geser (wrapping) kekanan 1 bit menjadi 11111110 11111110 01001011 = 10110101  
10110101 11111010 = 01001111  
Hasilnya adalah O
  - h. 11111010 geser (wrapping) kekanan 1 bit menjadi 11110101 11110101 01001011 = 10111110  
10111110 11110000 = 01001110  
Hasilnya adalah N

## KESIMPULAN

1. Proses mengamankan database dilakukan dengan cara mengenkripsi dan mendekripsi isi *record* pada *database*.
2. Penerapan Algoritma IDEA dan CBC ini dilakukan dengan cara mengubah isi record dan kunci ke bilangan Hexa Desimal yang berupa blok pesan rahasia. Dan melakukan pembentukan kunci, kemudian dibagi menjadi 4 blok, selanjutnya lakukan perputaran sebanyak 8 putaran lalu geser sebanyak 25 bit ke kiri
3. Kombinasi metode algoritma IDEA dan mode CBC bertujuan supaya cryptanalist sulit untuk memecahkan kunci dan mendapatkan plainteks yang sebenarnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dony Ariyus, 2008, *Pengantar Ilmu Kriptografi*, Penerbit : Andi, Yogyakarta  
 Jogiyanto Hartono, 2004, *Pengenalan Komputer*, Penerbit : Andi, Yogyakarta.  
 Yuniar Supardi, 2012, *Pemograman Visual Basic*, Penerbit : Andi, Yogyakarta  
 Yusuf Kurniawan, 2004, *Keamanan Internet dan Jaringan Komunikasi*, Bandung  
*Cryptography 2nd*. John Wiley & Sons. Shimizu, Akihiro, & Miyaguchi, Shoji. (1998).  
 Baigneres, Thomas and Serge Vaudenay 2006 "*Classical Introduction to Cryptography: Exercise Book*.  
*Applied Cryptography 2nd*. John Wiley & Sons. Shimizu, Akihiro, & Miyaguchi, Shoji. (1998).  
 Rinaldi Munir. 2006, *Kriptografi*. Penerbit Informatika

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN DOSEN BERPRESTASI MENGUNAKAN ALGORITMA PROMETHEE**

**Nuraina Sahputri Lubis**

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
[nurainasyahputri@gmail.com](mailto:nurainasyahputri@gmail.com)

**Abstrak.** Pengambilan keputusan didalam suatu organisasi merupakan hasil suatu proses komunikasi dan partisipasi yang terus menerus dari keseluruhan organisasi. Persoalan pengambilan keputusan, pada dasarnya adalah bentuk pemilihan dari berbagai alternatif tindakan yang mungkin dipilih yang prosesnya melalui mekanisme tertentu, dengan harapan akan menghasilkan sebuah keputusan yang terbaik. Penilaian kinerja dosen di suatu fakultas menjadi sangat penting dalam kerangka penjaminan mutu internal dalam bentuk feed back bagi dosen dan pimpinan universitas, karena merupakan dasar bagi remunerasi dan penghargaan berbasis kinerja, serta peningkatan layanan terhadap mahasiswa tentunya. Oleh karena itu, untuk membantu dalam penentuan kinerja dosen, dirancang sebuah aplikasi komputer yang mengimplementasikan metode *Preference Ranking Organizational Method for Enrichment Evaluation (Promethee)*. Proses penentuan kinerja dosen yang dilakukan melalui perhitungan dengan metode *Promethee* dimulai dengan pemberian tipe preferensi dan parameter untuk masing-masing kriteria, input penilaian dosen yang diperoleh melalui kuesioner yang diisi oleh mahasiswa dan selanjutnya perhitungan nilai untuk *leaving flow*, *entering flow* dan *net flow*.

**Kata Kunci :** Sistem Pendukung Keputusan, *Preference Ranking Organizational Method for Enrichment Evaluation*.

### **PENDAHULUAN**

Penentuan dosen berprestasi adalah suatu hal yang perlu ditentukan secara cepat dan tepat. Dalam hal penentuan dosen berprestasi diperlukan beberapa pertimbangan yang cukup banyak dan rumit yaitu standarisasi nilai, persyaratan serta kebijakan-kebijakan dari kampus yang sering berubah setiap semesternya. Universitas Sari Mutiara Fakultas Ilmu Komputer merupakan salah satu universitas yang sedang berkembang oleh karena itu dibutuhkan Sumber Daya manusia (SDM) yang berkualitas dan berprestasi dalam bidang pendidikan salah satunya adalah dosen yang dapat mendukung tujuan tersebut. Untuk memperoleh dosen yang unggul, berprestasi dan berkualitas dalam bidang pendidikan maka proses penyeleksian dosen berprestasi harus menetapkan kriteria-kriteria yang sesuai dan juga harus dipersiapkan dengan semaksimal mungkin. Metode yang dipakai dalam pengambilan keputusan adalah metode *Promethee (Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation)*. Metode *Promethee* ini merupakan bentuk model pendukung keputusan untuk pengambilan keputusan dengan kriteria beragam dan dapat digunakan untuk memecahkan masalah pengambilan keputusan yang mengandalkan sebagai input utamanya. Sistem pendukung keputusan menggunakan metode *Promethee* mampu menganalisa kriteria dan alternatif yang dibandingkan dan dapat memberikan alternatif dosen yang berprestasi yang sesuai dengan nilai serta kemampuan dosen.

Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk membangun Sistem Pendukung Keputusan penentuan dosen berprestasi pada Universitas Sari Mutiara serta menerapkan metode *Promethee (Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation)* data Sistem Pendukung Keputusan penentuan dosen berprestasi pada Universitas Sari Mutiara.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek adalah dosen pada Universitas Sari Mutiara Fakultas Ilmu Komputer. Kriteria yang digunakan untuk menentukan dosen berprestasi adalah penguasaan Materi, Teknik Mengajar, Penguasaan Kelas, Penggunaan Alat Bantu, Diskusi, Absensi dan etika serta untuk pendukung keputusan digunakan metode *Promethee*.

#### **Metode**

##### **Promethee**

*Promethee (Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluation)* adalah salah satu metodologi dalam pengambilan keputusan dengan multi kriteria (*Multi Criteria Decision Making*). Metodologi ini dapat dipakai untuk mencari alternatif terbaik berdasarkan penilaian pada beberapa kriteria yang ditentukan. *Promethee* merupakan salah satu ranking dalam *Multiple Criteria Decision Making (MCDM)*. Pengertian dari metode *Promethee* adalah suatu metode menentukan urutan (prioritas) dalam analisa multikriteria. Masalah pokoknya adalah kesederhanaan, kejelasan, dan

kestabilan. Dugaan dari dominasi kriteria yang digunakan dalam *Promethee* adalah penggunaan nilai dalam hubungan outranking. *Promethee* berfungsi untuk mengolah data, baik data kuantitatif dan kualitatif sekaligus. Dimana semua data digabung menjadi satu dengan bobot penilaian yang telah diperoleh melalui penilaian atau survey.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Proses Penentuan Dosen Berprestasi.** Proses dalam melakukan penentuan dosen berprestasi berdasarkan *Promethee* dilakukan dengan langkah-langkah :

1. Penentuan alternatif-alternatif nilai dari data.
2. Menentukan tipe fungsi preferensi dan nilai preferensi.
3. Perhitungan indeks preferensi.
4. Perhitungan arah preferensi dipertimbangkan berdasarkan nilai *indeks leaving flow, enterflow* dan *net flow*.

Sebelum melakukan pengujian terhadap penilaian dosen, penulis melakukan menentukan kriteria bobot dan kriteria range nilai, berikut adalah tabel kriteria nya

**Tabel 1.** Tabel Kriteria

| No | Kriteria              |
|----|-----------------------|
| 1  | Penguasaan Materi     |
| 2  | Teknik Mengajar       |
| 3  | Penguasaan Kelas      |
| 4  | Penggunaan alat bantu |
| 5  | Diskusi               |
| 6  | Absensi               |
| 7  | Etika                 |

Berikutnya adalah range nilai bobot dari setiap kriteria yang terdapat pada tabel 4.1

**Tabel 2.** Bobot Nilai

| No | Range Nilai | Bobot |
|----|-------------|-------|
| 1  | 85 – 100    | 5     |
| 2  | 75 – 84     | 4     |
| 3  | 60 – 83     | 3     |
| 4  | 40 – 59     | 2     |
| 5  | < 40        | 1     |

Tabel 2 merupakan pembobotan nilai dari range nilai yang akan di proses dengan metode *Promethee*, berikutnya adalah melakukan pemberian nilai simulasi hasil tes dosen dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai catatan nilai yang diberikan merupakan nilai random yang ditujukan untuk melakukan pengujian metode, urutan prioritas telah ditentukan dengan metode *Promethee*.

**Tabel 3.** Nilai Tes Contoh Kasus

| No | Kriteria                           | Penguasaan Materi | Teknik Mengajar | Penggunaan Kelas | Penggunaan Alat Bantu | Diskusi | Absensi | Etika | Total |
|----|------------------------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------------|---------|---------|-------|-------|
| 1  | Agnes Silvina Marbun, M.Kep        | 80                | 90              | 77               | 83                    | 28      | 42      | 50    | 450   |
| 2  | AMILA, M.kep                       | 80                | 75              | 75               | 85                    | 32      | 53      | 60    | 460   |
| 3  | Flora sijabat, M.S.N               | 70                | 80              | 90               | 60                    | 40      | 70      | 60    | 470   |
| 4  | Heri valona bonatua ambarita, M.pd | 70                | 89              | 78               | 69                    | 30      | 54      | 90    | 480   |
| 5  | Iting, M.kep                       | 89                | 70              | 78               | 69                    | 30      | 44      | 40    | 404   |
| 6  | Jek amidos pardede, M.Kep          | 66                | 70              | 71               | 89                    | 29      | 66      | 40    | 431   |
| 7  | Karnirius harefa, Spd              | 80                | 66              | 89               | 67                    | 33      | 90      | 53    | 478   |
| 8  | Kesaktian manurung, M.biomed.      | 90                | 81              | 77               | 65                    | 32      | 76      | 88    | 509   |
| 9  | Laura mariati siregar, M.Kep       | 87                | 86              | 90               | 66                    | 34      | 54      | 78    | 495   |
| 10 | Masri saragih, M.Kep               | 78                | 68              | 80               | 76                    | 33      | 89      | 55    | 479   |
| 11 | Nikmah dalimunthe, M.Kep           | 89                | 60              | 60               | 70                    | 30      | 78      | 45    | 432   |

|    |                                |    |    |    |    |    |    |    |     |
|----|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 12 | Normi parida sipayung,M.Kep    | 75 | 75 | 83 | 70 | 31 | 65 | 76 | 475 |
| 13 | Osak sitorus,M.Kep             | 65 | 65 | 60 | 60 | 30 | 83 | 81 | 444 |
| 14 | Rinco siregar,M.N.S,S.Kep Ners | 70 | 79 | 64 | 67 | 32 | 91 | 59 | 462 |
| 15 | Rosetty rita sipayung,M.Kep    | 70 | 89 | 90 | 66 | 35 | 97 | 69 | 516 |
| 16 | Rumondang gultom,M.KM          | 90 | 90 | 76 | 76 | 35 | 50 | 66 | 483 |
| 17 | Erwinsyah,Sp.P.D               | 87 | 78 | 60 | 70 | 31 | 90 | 54 | 470 |
| 18 | Janno sinaga,S.Kep             | 65 | 66 | 60 | 71 | 33 | 78 | 85 | 458 |
| 19 | Vera marpaung,S.Kep            | 66 | 76 | 60 | 72 | 32 | 96 | 56 | 458 |
| 20 | Edriyani yonlafado br s,S.Kep  | 78 | 89 | 67 | 73 | 30 | 88 | 89 | 514 |

Adapun penyelesaian dengan menggunakan metode *Promethee* adalah sebagai berikut:

F1 = Penguasaan Materi

F1(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners,AMILA) ---> d = 80(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)-F1(AMILA)

d = 80-80 d = 0

F1(B,A) ---> d = F1(AMILA)-F1(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)

d = 80-80 d = 0 berdasarkan kriteria maka H(d) = 0

F2 = Teknik Mengajar

F2(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners,AMILA) ---> d = F2(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)-F2(AMILA)

d = 90-75 d = 15 berdasarkan kriteria maka H(d) = 1

F2(AMILA,Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners) ---> d = F2(AMILA)-F2(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)

d = 75-90 d = -15 berdasarkan kriteria maka H(d) = 0

F3 = Penguasaan Kelas

F3(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners,AMILA) ---> d = F3(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)-F3(AMILA)

d = 77-75 d = 2 berdasarkan kriteria maka H(d) = 1

F3(AMILA,Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners) ---> d = F3(AMILA)-F3(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)

d = 75-77 d = -2 berdasarkan kriteria maka H(d) = 0

F4 = Penggunaan Alat Bantu

F4(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners,AMILA) ---> d = F4(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)-F4(AMILA)

d = 83-85 d = -2 berdasarkan kriteria maka H(d) = 0

F4(AMILA,Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners) ---> d = F4(AMILA)-F4(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)

d = 85-83 d = 2 berdasarkan kriteria maka H(d) = 1

F5 = Diskusi

F5(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners,AMILA) ---> d = F5(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)-F5(AMILA)

d = 28-32 d = 4 berdasarkan kriteria maka H(d) = 1

F5(AMILA,Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners) ---> d = F5(AMILA)-F5(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)

d = 32-28 d = -4 berdasarkan kriteria maka H(d) = 0

F6 = Absensi

F6(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners,AMILA) ---> d = F6(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)-F6(AMILA)

d = 42-53 d = -11 berdasarkan kriteria maka H(d) = 0

F5(AMILA, Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners) ---> d = F5(AMILA)-F5(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)  
d = 53-42 d = 11 berdasarkan kriteria maka H(d) = 1

F7 = Etika

F5(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners, AMILA) ---> d = F5(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)-F5(AMILA)

d = 50-60 d = -10 berdasarkan kriteria maka H(d) = 0

F5(AMILA, Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners) ---> d = F5(AMILA)-F5(Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners)

d = 60-50 d = 10 berdasarkan kriteria maka H(d) = 1

Setelah proses perhitungan terhadap nilai kriteria yang ditampilkan pada tabel, maka langkah selanjutnya adalah menghitung indeks preferensi multikriteria, adapun contoh dari sample data hitungannya adalah sebagai berikut:

$$\varphi(a_1, a_2) = \sum_{i=1}^k \pi P_i(a_1, a_2); \forall a_1 a_2 \in A$$

Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners-AMILA=1/20(0+1+1+0+0+0+0)=0.1

AMILA-Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners=1/20(0+0+0+1+1+1+1)=0.2

Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners-Eka=1/20(1+1+0+1+0+0+1+0)=0.2

Eka-Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners=1/20(0+0+1+0+1+1+0)=0.15

Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners-Ririn=1/20(1+1+0+1+0+1)=0.2

Ririn-Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners=1/20(0+0+1+0+1+1+0)=0.15

Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners-Hafni=1/20(0+1+0+1+0+1+0)=0.15

Hafni-Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners=1/20(1+0+1+0+1+0+1)=0.2

Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners-Deli=1/20(1+1+1+0+0+0+1)=0.2

Deli-Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners=1/20(0+0+0+1+1+1+0)=0.15

Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners-Jimmi=1/20(0+1+0+1+0+0+0)=0.1

Jimmi-Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners=1/20(0+0+1+0+1+0+0)=0.1

Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners-Kiki=1/20(0+1+0+1+0+1+1)=0.2

Kiki-Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners=1/20(1+0+0+0+1+1+1)=0.2

Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners-Risma=1/20(0+1+0+1+0+0+1)=0.15

Risma-Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners=1/20(1+0+1+0+1+1+0)=0.2

Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners-David=1/20(1+1+0+1+0+1+0)=0.2

David-Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners=1/20(0+0+1+0+1+0+1)=0.15

Langkah berikutnya adalah menampilkan hasil promethee berdasarkan nilai yang ada, berikut adalah tabel hasil *promethee*

**Tabel 4.** Hasil Promethee

| Nomor | Alternatif                             | Nilai |
|-------|----------------------------------------|-------|
| 1     | Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners | 0,735 |
| 2     | AMILA                                  | 0,685 |
| 3     | Flora sijabat                          | 0,66  |
| 4     | Heri valona bonatua ambarita           | 0,679 |
| 5     | Iting                                  | 0,679 |
| 6     | Jek amidos pardede                     | 0,62  |
| 7     | Karnirius harefa                       | 0,65  |
| 8     | Kesaktian manurung                     | 0,70  |
| 9     | Laura mariati siregar                  | 0,723 |
| 10    | Masri saragih                          | 0,67  |
| 11    | Nikmah dalimunthe                      | 0,618 |
| 12    | Normi parida sipayung                  | 0,658 |
| 13    | Osak sitorus                           | 0,53  |
| 14    | Rinco siregar                          | 0,644 |
| 15    | Rosetty rita sipayung                  | 0,7   |
| 16    | Rumondang gultom                       | 0,739 |
| 17    | Erwinskyah                             | 0,655 |
| 18    | Janno sinaga                           | 0,59  |
| 19    | Vera marpaung                          | 0,619 |
| 20    | Edriyani yonlafado br s                | 0,675 |

Berdasarkan nilai dari Tabel 4.4 diperoleh nilai ranking berdasarkan karakter *net flow*, sebagai berikut:

1. Rumondang Gultom, menempati urutan I
2. Agnes Silvina Marbun, M.Kep S.Kep Ners, menempati urutan II
3. Laura mariati siregar, menempati urutan III

Urutan tersebut merupakan urutan ranking dari dosen yang mendaftar, sistem hanya memberikan keputusan berdasarkan nilai-nilai yang dimasukkan oleh admin tetapi keputusan akhir tetap berada ditangan ketua program studi ataupun dekan.

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari aplikasi sistem yang telah dirancang. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

| No | ID Siswa | Nama Siswa | Penguasaan Ma... | Teknik Mengajar | Penguasaan... | P. |
|----|----------|------------|------------------|-----------------|---------------|----|
| 1  | ID0001   | Roni       | 6                | 2               | 6             |    |
| 2  | ID0003   | Jinni      | 8                | 6               | 8             |    |
| 3  | ID0002   | Andi       | 8                | 8               | 10            |    |

**Gambar 1.** Pemetaan Nilai

| No | Nama Dosen | Penguasaan Ma... | Teknik Mengajar | Penguasaan... | P.A. Ba... | Diskusi |
|----|------------|------------------|-----------------|---------------|------------|---------|
| 1  | Roni-Jinni | 0                | 0               | 0             | 0          | 0       |
| 2  | Jinni-Roni | 1                | 1               | 1             | 0          | 1       |
| 3  | Roni-Andi  | 0                | 0               | 0             | 1          | 0       |
| 4  | Andi-Roni  | 1                | 1               | 1             | 0          | 1       |
| 5  | Jinni-Andi | 0                | 0               | 0             | 1          | 1       |
| 6  | Andi-Jinni | 0                | 1               | 1             | 0          | 1       |

**Gambar 2.** Preferensi Nilai

## KESIMPULAN

1. Sistem yang dirancang mampu menampilkan hasil keputusan dosen yang berprestasi berdasarkan parameter nilai yang di inputkan.
2. Dengan menerapkan aplikasi sistem ini dapat meningkatkan kualitas kinerja dosen agar dosen lebih giat lagi dalam proses belajar dan mengajar

## DAFTAR PUSTAKA

- Chairy, L.S. 2005. Evaluasi Dosen Sebagai Bentuk Penilaian Kinerja. Disampaikan dalam: "Workshop Evaluasi Kinerja Dosen oleh Mahasiswa UIN Syarif Hidayatullah". Jakarta: 9 April 2005.
- Daihani & Dadan, U. 2001. *Komputerisasi Pengambilan Keputusan*. PT.Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Andi.
- Pramudyo, A. 2010. *Analisis Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Dosen Negeri Pada Kopertis Wilayah V Yogyakarta*. *Jurnal Teknik Informatika*, Volume 1 Nomor 1, Februari 2010.
- Rusdah, 2010. *Pengembangan Decision Support System Untuk Mendukung Analisis Pengambilan Keputusan Studi Kasus: Penentuan Kinerja Dosen Fakultas Tekonologi Informasi Universitas Budi Luhur*. *Jurnal TELEMATIKA MKOM*, Volume 2 Nomor 1, Maret 2010, ISSN 2085- 725X.
- Sirait, B.G. 2011. *Implementasi Preference Ranking Organization Method for Enrichment evaluation (promethee) Dalam Penentuan Bahan Peledak*. Skripsi. Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara.
- Suryadi, dkk., 1998. *Sistem Pendukung Keputusan Suatu Wacana Struktural Idealisasi dan Implementasi Konsep Pengambilan Keputusan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

## PERANCANGAN DETEKSI TUBRUKAN PADA PERMAINAN PUKUL KECOAK MENGGUNAKAN ALGORITMA COLLISION DETECTION

**Raudhatul Husna**

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[husnaraudatul@gmail.com](mailto:husnaraudatul@gmail.com)

**Abstrak.** *Game komputer merupakan salah satu aplikasi software yang saat ini banyak dikembangkan. Dengan jenis yang bermacam-macam dan tampilan yang menarik, game komputer termasuk software yang diminati oleh berbagai kalangan. Selain karena tampilan dan aplikasinya relatif menarik, game komputer juga disinyalir dapat menjadi salah satu sarana refreshing yang cukup menyenangkan terutama bagi orang yang telah terbiasa menggunakan komputer. Media visual menjadi salah satu daya tarik tersendiri sebagai media pembelajaran. Dengan adanya media visual, suasana belajar menjadi menyenangkan dan pelajar tentunya akan lebih mudah mengerti. Salah satu media visual yang dapat digunakan adalah permainan berbasis komputer atau yang lebih dikenal dengan istilah game. Game sebagai media visual memiliki kelebihan dibanding dengan media visual yang lain karena game mengajak pemainnya untuk turut serta dan andil dalam menentukan hasil akhir dari game tersebut, game memancing merupakan sebuah permainan yang menarik dan mudah digunakan dan dengan menerapkan metode Collision detection pendeteksian tubrukan antar objek akan lebih mudah diketahui dan mudah dalam penghitungan skor. Collision detection Teknik ini biasanya dipakai pada saat pemrograman animasi gambar. Teknik deteksi tabrakan adalah proses pemeriksaan apakah suatu sprite telah bertabrakan antara objek-objek dengan sesamanya. Simulator fisik berbeda dalam menampilkan hasil reaksi pada tabrakan. Beberapa simulator menggunakan kelembutan untuk menghitung kekuatan, yang akan menyelesaikan tabrakan dalam langkah-langkah berikut waktu seperti itu dalam kenyataan. Karena kelembutan dari beberapa bahan ini sangat intensif. Beberapa simulator memperkirakan waktu tabrakan dengan interpolasi linear, memutar kembali simulasi, dan menghitung tabrakan dengan metode yang lebih abstrak hukum konservasi.*

**Kata Kunci :** Game, Collision Detection, Visual Game

### PENDAHULUAN

Dalam pembuatan sebuah *game* tidak hanya cukup sebatas menciptakan hiburan dan kesenangan. Seperti yang disebutkan Samuel Henry, *game* sudah menjangkau berbagai bidang seperti hiburan untuk semua kalangan, bisnis, simulasi, edukasi, dan juga pembelajaran virtual. Sehingga dibutuhkan suatu bentuk komunikasi yang efektif agar *game* dapat diterima oleh konsumen dengan baik. Karena, *game* merupakan salah satu cara untuk menyampaikan suatu pesan kepada khalayak yang dianggap sebagai sasaran khususnya adalah pengguna *game* (lebih populer dengan sebutan *gamer*, selanjutnya pada tulisan ini digunakan istilah *gamer* untuk menunjukkan identitas pengguna). Begitu banyak gaya yang ditampilkan dalam upaya penyampaian pesan sebuah *game*. Hal itu dapat diwujudkan dalam bentuk visual dan material serta proses transformasi dari sebuah aspek abstrak menjadi material tersebut disebut dengan proses metafora. Metafora dalam desain digunakan sebagai wujud kreativitas seseorang dalam mengkomunikasikan makna yang terdapat di dalamnya.

Permainan *game* manual merupakan bentuk asal mula dikembangkan sebuah permainan dengan metode GDI (*Graphic Drawing interface*). Metode tersebut adalah metode yang digunakan untuk proses rendering gambar sehingga gambar menjadi tampak lebih hidup. Hasil survei yang dilakukan oleh salah satu *game developer* di Indonesia, *Agate Studio* menunjukkan bahwa sebanyak 33% dari 1200 *gamer* Indonesia lebih suka memainkan *game* di platform (konstruksi perangkat keras yang dapat mengoperasikan suatu aplikasi) berupa *smartphone*, meskipun lebih banyak *gamer* memainkan *game* di *Personal Computer* (PC) yaitu sebanyak 89%, dan sisanya *gamer* memainkan *game* melalui platform berupa *console* (perangkat khusus untuk bermain *video game* yang membutuhkan monitor tambahan untuk dioperasikan) dan *handheld* (perangkat khusus untuk bermain *game* yang bersifat *portable* dan nirkabel).

Tujuan dari penelitian ini untuk merancang permainan *game* pukul kecoak yang menarik dibuat dengan berbagai objek gambar yang di proses dengan algoritma *collision detection*, untuk menerapkan algoritma *collision detection* untuk memeriksa proses tubrukan pada permainan sehingga permainan bisa lebih interaktif dan membuat objek pada *game* bisa ditampilkan secara acak dengan menerapkan teknik random.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan pengujian yang digunakan sebagai objek adalah kecoak dalam perancangan aplikasi *game* serta teori-teori pendukung dalam penelitian ini diambil dari buku, majalah ataupun jurnal. Di dalam perancangan aplikasi *game* ini menggunakan Algoritma *Collision Detection*.

## Metode

### Algoritma Collision Detection

Teknik ini biasanya dipakai pada saat pemrograman animasi gambar. Teknik deteksi tabrakan adalah proses pemeriksaan apakah suatu *sprite* telah bertabrakan antara objek-objek dengan sesamanya. Ada dua cara dalam mendeteksi tabrakan secara sederhana, antara lain :

1. Mendeteksi Tabrakan dengan Metode Perbandingan Jarak Metode ini biasa digunakan untuk mendeteksi tabrakan *sprite* yang bergerak dengan cara membandingkan jarak antara koordinat ujung dua *sprite*.
2. Mendeteksi Tabrakan dengan Metode Target Indeks Metode target Indeks pada dasarnya membagi koordinat menjadi satuan yang lebih lebar dan menyimpan semua data *sprite* dalam layar. Metode ini sedikit lebih rumit, tetapi memiliki keunggulan karena mampu mendeteksi berbagai jenis *sprite* yang ada di layar.

Tabrakan objek biasanya mengacu pada masalah komputasi mendeteksi persimpangan dua atau lebih objek. Sementara topik yang paling sering dikaitkan dengan penggunaannya dalam video game dan simulasi fisik lainnya, juga memiliki aplikasi dalam robotika. Selain menentukan apakah dua benda bertabrakan, sistem deteksi tabrakan juga dapat menghitung waktu dari dampak dan menampilkan manifold kontak (himpunan titik-titik berpotongan). Tabrakan objek akan menampilkan simulasi apa yang terjadi ketika sebuah tabrakan terdeteksi. Memecahkan masalah tabrakan memerlukan ekstensif menggunakan konsep-konsep dari aljabar linear dan geometri komputasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Proses Pembuatan Aplikasi Berdasarkan Algoritma Collision Detection.** Dalam proses pembuatan aplikasi yang menggunakan algoritma *Collision Detection* adalah teknik untuk mendeteksi tumbukan antara dua buah objek. Disini telah jelas terlihat *bounding box collision detection* yang bertubrukan di bagi menjadi 4 simpul dan tiap simpul dibagi menjadi 4 simpul kembali, sehingga *bounding box* terlihat lebih jelas terhadap sisi-sisi objek yang mengalami tabrakan atau tidak.

Untuk rumus yang digunakan pada proses persinggungan objek menggunakan persamaan  $S = 2\pi Rh$ , fungsi dari rumus tersebut dapat dijabarkan dalam bentuk kalimat seperti ini

Top Left (3,13)

Top Right (adalah 0,10)

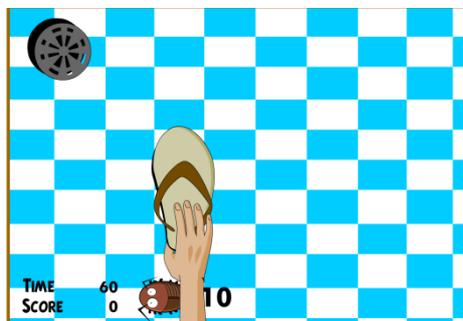
Bawah Left (2,12)

Bawah kanan (113,110)

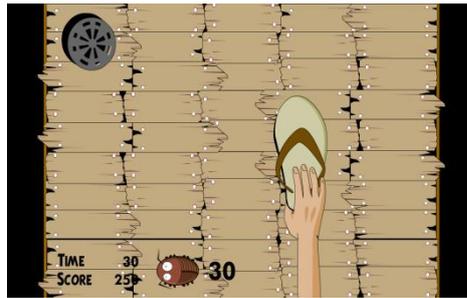
1. Ketinggian kotak adalah perbedaan antara koordinat y dari titik atas dan bawah. Di sini, yang 13-10 atau 3.
2. lebarnya adalah perbedaan antara x-koordinat poin kiri atau kanan. Di sini, yang 0-10, atau 10.
3. Daerah kotak adalah kali lebar tinggi. Di sini, 3 kali 10, atau 30.
4. Perimeter kotak adalah dua kali lebar ditambah tinggi. Di sini, yaitu 2 (3 + 10), atau 26.

Maka nilai  $S=26$ , nilai tersebut merupakan nilai tabrakan yang terjadi antara 2 buah posisi objek.

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui kekurangan aplikasi dari yang telah dirancang untuk permainan game tersebut. Hasil pengujian dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Permainan Level 1



**Gambar 2.** Permainan Level 2

## KESIMPULAN

1. Merancang permainan *game pukul kecoak* yang menarik dengan menggunakan Adobe Flash CS6 yang di proses dengan algoritma *collision detection*
2. Penerapan algoritma *collision detection* untuk memeriksa proses tubrukan pada permainan sehingga permainan bisa lebih interaktif.
3. Membuat objek pada game bisa ditampilkan secara acak dengan menerapkan teknik random.

## DAFTAR PUSTAKA

- Lisana, 2012, "*Pembuatan Aplikasi Multimedia Pembelajaran Tentang Cara Berkendara Yang Baik*", Open Journal.politeknikt Telkom.ac.id
- Heri Purnomo, 2011, "*Perancangan Film Animasi 3d "Aku Seorang Railfans"*", STMIK AMIKOM
- Kristo Radion, S,ST, 2012, "*Easy Game Programming Using Flash and ActionScript 3.0*", Penerbit Andi, Yogyakarta
- Munawar, 2005, "*Pemodelan Visual UML*", Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Wandah Wibawanto, 2013, "*Memprogram Game Flash 3D itu Mudah*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Wahana Komputer, 2012, "*PAS : Beragam Desain Game Edukasi dengan Adobe Flash CS5*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Teneng, Joko Purwadi, Erick Kurniawan, Jurnal : "*Penerapan Algoritma Backtracking Pada Permainan Math Maze*", Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.
- Nugroho Agus Haryono, Jurnal : "*Transformasi Linier Dalam Game Animasi Untuk Pembelajaran Persamaan Kurva*", Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta

## PENERAPAN ALGORITMA DES (DATA ENCRYPTION STANDART) DALAM PENGAMANAN VIDEO

**Rina S. Siahaan**

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[rinasiahaan10@gmail.com](mailto:rinasiahaan10@gmail.com)

**Abstrak.** Dengan perkembangan di bidang teknologi informasi, teknologi komunikasi data dan teknologi multimedia pada saat ini yang begitu pesat, maka hal yang sangat penting yang harus dipikirkan adalah masalah keamanan karena akan menjamin data khususnya data multimedia agar tidak dicuri oleh orang yang tidak berhak. Video adalah gabungan gambar-gambar mati yang dibaca berurutan dalam suatu waktu tertentu dan dengan kecepatan tertentu yang dapat ditambahkan audio sebagai pengiring dari gambar-gambar tersebut. Perkembangan video ini menimbulkan berbagai permasalahan seperti penyalahgunaan akses dan penjiplakan yang telah menimbulkan dampak serius terhadap permasalahan legal. Enkripsi video streaming yang dibangun dengan tujuan mengamankan data video yang akan dikirim melalui jaringan komputer dengan metode streaming. Enkripsi data akan dilakukan di sisi transmitter, yaitu sisi pengirim video, dan kemudian data tersebut dikirim ke sisi receiver sebagai penerima video. Sebelum dapat dijalankan, data video yang dikirim harus didekripsi terlebih dahulu oleh sisi receiver. Kunci yang digunakan pada sisi transmitter dan receiver harus sama. Pengamanan video dapat menggunakan algoritma DES (Data Encryption Standart) untuk mendapatkan kunci aliran. Proses pembentuk kunci internal dapat dilakukan sebelum atau bersamaan dengan proses enkripsi, kemudian lakukan permutasi putaran 16. Kunci yang dihasilkan kemudian diubah menjadi biner. Huruf-huruf hasil operasi inilah yang merupakan chipertext.

**Kata Kunci :** DES, Enkripsi, Dekripsi, video streaming

### PENDAHULUAN

Video adalah gabungan gambar-gambar mati yang dibaca berurutan dalam suatu waktu tertentu dan dengan kecepatan tertentu yang dapat ditambahkan audio sebagai pengiring dari gambar-gambar tersebut.. Perkembangan video ini menimbulkan berbagai permasalahan seperti penyalahgunaan akses dan penjiplakan yang telah menimbulkan dampak serius terhadap permasalahan legal, sosial, dan ekonomi. Usaha untuk menjaga informasi dari orang yang tidak dapat mengakses atau dengan kata lain sebuah informasi rahasia yang tidak boleh diakses oleh orang lain dan hanya boleh diakses oleh yang diberikan akses saja. Oleh karena itu, untuk melindungi data terhadap akses, perubahan dan penghalangan yang dilakukan oleh pihak tidak berwenang, peranti keamanan data di komputer harus diamankan. Implementasi dari algoritma ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan keamanan penyimpanan video. Penerapan algoritma ini untuk memudahkan pengamanan pengenkripsian pada video. Enkripsi data akan dilakukan di sisi transmitter, yaitu sisi pengirim video, dan kemudian data tersebut dikirim ke sisi receiver sebagai penerima video. Sebelum dapat dijalankan, data video dikirim harus didekripsi terlebih dahulu oleh penerima video. Kunci yang digunakan pada sisi pengirim video dan penerima video harus sama. Jika kunci yang digunakan tidak sama, maka penerima video tidak dapat mendeskripsi data tersebut dimana pada akhirnya video tidak dapat ditampilkan. Video yang diamankan jika dibuka secara langsung maka muncul suatu konten video error atau konten apakah anda sudah cukup umur untuk menonton video tersebut.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek sebagai enkripsi dan dekripsi adalah video dengan format MP4 dan MPEG. Proses keamanan yang digunakan menggunakan algoritma DES (Data Encryption Standart).

#### Metode

##### Algoritma DES

Algoritma enkripsi yang paling banyak digunakan didunia adalah DES (*Data Encryption Standard*) yang diadopsi oleh NIST (*National Institute of Standard and Technology*) sebagai standard pengolahan informasi Federal AS. DES merupakan keamanan dasar yang dipublikasikan sejak 15 Januari 1977 dan sering digunakan dimana-mana, oleh karena itu ada kemungkinan DES akan tetap dilanjutkan penelitiannya sehingga menjadi suatu sistem enkripsi yang kuat dari segi keamanan data, sistem akses control dan *password*. DES adalah algoritma chiper blok yang populer karena dijadikan standard algoritma enkripsi kunci-simetri. Data dienkrip dalam blok-blok 64 bit menggunakan kunci 56 bit. DES mentransformasikan input 64 bit dalam beberapa tahap enkripsi ke dalam output 64 bit.

Dengan tahapan dan kunci yang sama, DES digunakan untuk membalik enkripsi (biasa disebut dengan proses dekripsi).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Enkripsi Menggunakan Algoritma DES.** Proses enkripsi dengan algoritma DES terdiri dari 16 iterasi (putaran). Proses ini memiliki input data plaintext 64 bit yang identik dengan 16 digit heksadesimal atau 8 karakter. Proses enkripsi dilakukan setelah permutasi awal. Berikut adalah algoritma enkripsi *Data Encryption Standard*:

Jika salah satu blok plaintext adalah sebagai berikut:

Plainteks :aniranir

Kunci Eksternal :rinarina

Maka proses enkripsinya adalah dapat diuraikan sebagai berikut:

Plainteks dalam biner:

01100001 01101110 01101001 01110010 01100001 01101110 01101001 01110010

Kunci eksternal dalam biner:

01110010 01101001 01101110 01100001 01110010 01101001 01101110 01100001

Nilai biner di atas dijadikan masukkan ke dalam Initial Permutation (Permutasi Awal) menghasilkan nilai biner sebagai berikut:

0110000101101110011010010111001001100001011011100110100101110010

Selanjutnya nilai biner dipecah menjadi 2 (dua) kelompok menjadi:

Lo : 01100001011011100110100101110010

Ro : 01100001011011100110100101110010

Putaran – 1

E(R1) : 100000000001011111111010010000101111100000110

K1 : 00011011000000011111111100011100000111001011101

L1 : 0000001101111111001001011100011

R1 : 1000011011111001001010110110001

Putaran – 2

E(R2) : 00101000000000000000100010100100001010101101011

K2 : 0001101100000001111111110001110000011100100101

L2 : 10010100001100010010010101101101

R2 : 1011100010010011001101111100111

Putaran – 3

E(R3) : 000110110000000111111000101001000010101011011011

K3 : 11111110101010010000101100111110011001000110110

L3 : 1011100010010011001101111100111

R3 : 00101010010101100101000001000110

Putaran – 4

E(R4) : 000101010111000000010001010100001110001000001100

K4 : 011100101011010110110110110011010109191910011101

L4 : 00100101011100010100101000110111

R4 : 11000001001011110111010100110101

Putaran – 5

E(R5) : 1111101000000010010101101010100111111010100011

K5 : 011111001110110000000111111010110101001110101000

L5 : 11110000010010110101001111010001

R5 : 0011111110001001010111101001000

Putaran – 6

E(R6) : 0001111111111000001001010101011110101001010000

K6 : 011000111010010100111110010100000111101100101111

L6 : 0011111110001001010111101001000

R6 : 01000100111100100000000000000000

Putaran – 7

E(R7) : 0011111111111000101101010101111110100000001000

K7 : 11101100100001001011011111101100001100010111100

L7 : 011111110001101010111100000100  
R7 : 10000100010010101011101010011111  
Putaran – 8  
E(R8) : 1100000010000010010101010111110101010011111111  
K8 : 11110111100010100011101011000001001110111111011  
L8 : 10000100010010101011101010011111  
R8 : 010100010000100110111111101111

Putaran – 9  
E : 1010101000101000010100111101111111111101111110  
K9 : 111000001101101111101011111011110011110000001  
L9 : 11110100001010100010110011010111  
R9 : 01101011110110011010000000010110

Putaran – 10  
E : 00110101011111101111001111010000000000010101100  
K10 : 101100011111001101000111101110100100011001001111  
L10 : 01101011110110011010000000010110  
R10 : 10011101101110100110001100011111

Putaran – 11  
E : 0100000001111111110000000010100001011000001001  
K11 : 00100001010111111010011110111101101001110000110  
L11 : 1000001111110000001000011000100  
R11 : 10101001101010010111010101101000

Putaran – 12  
E : 0101010100111101010100101011101010101101010001  
K12 : 0111010101110001111010110010100011001111101001  
L12 : 01000100111100100000000000000000  
R12 : 10111101101001100000111001101101

Putaran – 13  
E : 111001010110101001010010100000000101010110101011  
K13 : 0101111010000111011011111100101110011100111010  
L13 : 11110100001010100010110011010111  
R13 : 11001011010010010000001010110101

Putaran – 14  
E : 110111110111101000011000000001011100001101011011  
K14 : 10010111110001011101000111110101011101001000001  
L14 : 11001011010010010000001010110101  
R14 : 10111101101001100000111001101101

Putaran – 15  
E : 111110101000000101010100000101011001011010101111  
K15 : 1011111100100011000110100111101001111100001010  
L15 : 010100010000100110111111101111  
R15 : 0111111100011010101111100000100

Putaran - 16  
E : 0010000010010111101001000000000000000000000000000  
K16 : 110010110011110110001011000011100001011111110101  
L16 : 10101001101010010111010101101000  
R16 : 1000001111110000001000011000100

Setelah dilakukan 16 iterasi (putaran) dilakukan Permutasi Akhir terhadap gabungan blok kiri (L16) dan blok kanan (R16). Proses permutasi menggunakan permutasi awal balikan (Invers Initial Permutation atau IP-1). Berikut cipherteks yangsetelah dilakukan permutasi akhir:

Proses enkripsi putaran ke - 2 sampai putaran ke- 16 dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti putaran pertama, sehingga menghasilkan  $L_i$  dan  $R_i$  dimana  $i = 2, 3, \dots, 16$ .

Dari ke- 16 putaran enkripsi diatas,. Khusus untuk putaran ke -16

$$L_{16} = L_{15} \oplus f(R_{15}, K_{16})$$

R16  
= R15

Permutasi terakhir dilakukan setelah 16 kali putaran terhadap gabungan blok  $L_i$  dan blok  $R_i$ . Proses permutasi menggunakan matriks permutasi awal balikan (inverse initial permutation, IP-1) terhadap L16 dan R16.

Gabungan L16 dan R16 Ciphertext dalam biner:

1010100110101001011101010110100010000011111110000001000011000100

Ciphertext dalam string: ©©uhf0Ä

**Proses Dekripsi Menggunakan Algoritma DES.** Proses dekripsi terhadap ciphertext merupakan kebalikan dari proses enkripsi. DES menggunakan algoritma yang sama untuk proses enkripsi dan dekripsi. Jika pada proses enkripsi urutan kunci internal yang digunakan adalah  $K_1, K_2, \dots, K_{16}$ , maka pada proses dekripsi urutan kunci yang digunakan adalah  $K_{16}, K_{15}, \dots, K_1$ . Proses dekripsi dilakukan setelah proses permutasi akhir (*Inverse Initial Permutation*).

Proses dekripsi putaran ke - 2 sampai putaran ke- 16 dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti putaran pertama, sehingga menghasilkan  $L_i$  dan  $R_i$ , dimana  $i = 2, 3, \dots, 16$ . Kunci yang digunakan dimulai dengan  $K_{16}, K_{15}, \dots, K_1$ .

Permutasi terakhir dilakukan setelah 16 kali putaran terhadap gabungan blok  $L_i$  dan blok  $R_i$ . Proses permutasi menggunakan matriks permutasi awal balikan (inverse initial permutation, IP-1) terhadap L16 dan R16.

Gabungan L16 dan R16:

1000101000111010110000101010001010110010001110000101100010110000

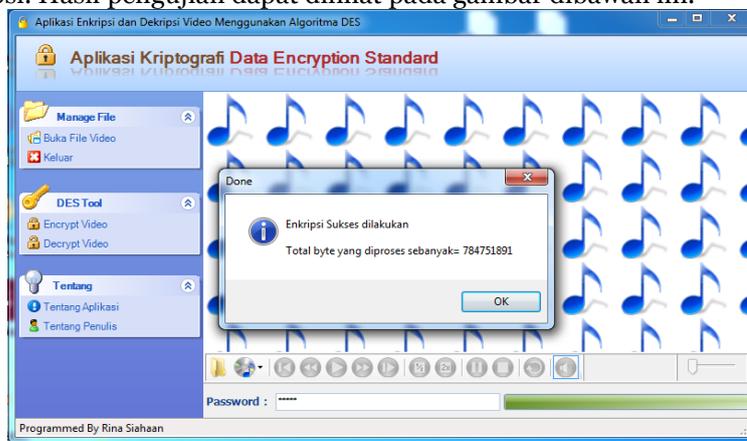
Setelah dipermutasikan dengan matriks IP-1:

0010100000000000000000001000011011000001111000000100000101000001011

dalam ASCII : aniranir

proses enkripsi akan dibagi menjadi 2 kelompok dengan masing  $L$  (*Left*) dan  $R$  (*Right*) dan hasilnya kemudian dilakukan iterasi sebanyak 16 putaran dengan  $L$  dan  $R$  harus dikurangi satu persatu sampai permutasi akhir didapat dengan  $L$  dan  $R$  sudah di mendapat nilai dan kemudian dilakukan proses dekripsi sehingga hasilnya adalah plaintext.

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini adalah menguji kinerja aplikasi pada proses enkripsi dan dekripsi. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Hasil Proses Enkripsi



Gambar 2. Hasil Proses Dekripsi

## KESIMPULAN

1. Algoritma *DES(Data Encryption Standart)* Melakukan proses *enkripsi* yang mengubah *Plaintext* ke dalam bentuk *chipertext* dengan menambah sebuah kunci. Sedangkan proses *deskripsi* nya mengubah *chipertext* kedalam *plaintext* dengan sebuah kunci.
2. Pengamanan video dapat menggunakan algoritma *DES(Data Encryption Standart)* untuk mendapatkan kunci aliran. Proses pembentukankunci internal dapat dilakukan sebelum atau bersamaan dengan proses enkripsi, kemudian lakukan permutasi putaran 16. Kunci yang dihasilkan kemudian diubah menjadi biner. Huruf-huruf hasil operasi inilah yang merupakan *chipertext*.
3. Perancangan aplikasi dapat dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *visual basic 2008* dengan *formen* enkripsi dan *Deskripsi*.

## DAFTAR PUSTAKA

- A.S Rosa dan M. Shalahuddin. 2011. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Modula. Yogyakarta.
- Ariyus Dony. 2005. *Kriptografi Keamanan Data Dan Komunikasi*, ANDI, Yogyakarta.
- Sadikin Rifki. 2012. *Kriptografi Untuk Keamanan Jaringan*, Andi, Yogyakarta.
- Munir Rinaldi. 2011. *Algoritma & Pemrograman dalam bahasa pascal dan c*. Informatika, Bandung
- Munir Rinaldi. 2006. *Kriptografi*. Informatika, Bandung.
- Ketut Darmayuda. 2010. *Pemograman Aplikasi Database dengan Microsoft Visual Basic.NET 2008*, Informatika, Bandung.

## PERANCANGAN APLIKASI PENAJAMAN CITRA UNTUK PENINGKATAN MUTU CITRA DENGAN METODE INTERPOLASI LINEAR DAN GAUSSIAN FILTERING

Ratna Dewi

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[ratnadewi@gmail.com](mailto:ratnadewi@gmail.com)

**Abstrak.** Pengolahan citra juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu. Umumnya citradigital berbentuk persegi panjang atau bujur sangkar (pada beberapa sistem pencitraan ada pula yang berbentuk segi enam) yang memiliki lebar dan tinggi tertentu. Setiap titik juga memiliki nilai berupa angka digital yang merepresentasikan informasi yang diwakili oleh titik tersebut. Penajaman Citra Prinsip penajaman citra adalah menjumlahkan citra asli dengan citra hasil operasi deteksi tepi. Operator deteksi tepi yang digunakan disini adalah perator Laplacian. Dengan cara ini bagian tepi objek akan tampak berbeda dengan latar belakangnya sehingga citra yang dihasilkan terkesan lebih tajam. Banyaknya penambahan komponen citra tepi diatur dengan suatu nilai yang disebut sebagai derajat ketajaman  $a$ . Besar kecilnya tingkat ketajaman bisa disesuaikan dengan keinginan kita dengan cara mengatur nilai. Interpolasi Linear Metode interpolasi ini mampu merekonstruksi titik-titik data baru dari titik-titik data yang sudah diketahui sebelumnya. Oleh karna itu, diperlukan resampling yang mentransformasikan suatu citra diskrit dari suatu sistem koordinat ke sistem koordinat lainnya. Filter Gaussian adalah filter yang respon impuls adalah fungsi Gaussian (atau pendekatan untuk itu). Filter Gaussian memiliki sifat-sifat yang tidak memiliki overshoot untuk input fungsi langkah meminimalkan naik dan turun waktu. Perilaku ini berhubungan erat dengan kenyataan bahwa Filter Gaussian memiliki kemungkinan keterlambatan kelompok minimum. Hal ini dianggap ideal penyaring domain waktu, seperti sin adalah ideal penyaring domain frekuensi. Sifat ini penting dalam bidang-bidang seperti osiloskop dan sistem telekomunikasi digital.

**Kata Kunci :** Pengolahan Citra, Penajaman Citra, Interpolasi Linear dan Gaussian Filtering

### PENDAHULUAN

Pengolahan citra digital adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik), melakukan pemilihan citra cirri (*feature image*) yang optimal untuk tujuan yang analisi, melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek yang terkandung pada citra, melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data. Jika ditelaah dari namanya foto lama berarti foto yang diambil dan didokumentasikan dalam waktu yang sudah lama. Hal identik yang berkaitan dengan foto lama adalah kualitas foto yang tidak sebagus dan secantik efek kamera zaman sekarang. Efek dan resolusi yang terdapat pada kamera terdahulu tidak sebaik kamera yang kini beredar, sebagai contoh kualitas foto lama saya, foto tersebut sudah diambil kurang dari 4 tahun yang lalu. Jika diamati, tampak pada foto tersebut memiliki kualitas yang kurang baik. Misalnya kecerahan yang kurang serta gambar tidak bersih seutuhnya, jika diperbesar gambar akan pecah. Interpolasi *linear* merupakan polynomial tingkat pertama dan melalui suatu garis lurus pada setiap dua titik masukan yang berturutan. Misalkan pada suatu interval titik  $(x_0, x_1)$ , mempunyai harga fungsi masing- masing  $f_0$  dan  $f_1$  dengan model polynomial. Tujuan penelitian ini untuk penajaman citra untuk peningkatan mutu citra dan penerapan citra untuk peningkatan mutu citra dengan metode *interpolas linear* dan *Gaussian filtering*.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek adalah citra input berformat jpg dengan resolusi 5 x 5. Untuk memperbesar pixel digunakan metode *interpolasi linear* dan metode *Gaussian filtering* untuk memperhaluskan citra.

#### Metode

##### Metode Interpolasi Linear

Interpolasi *linear* merupakan suatu metode untuk mencari nilai data yang tidak diketahui yang berda di antara data-data yang diketahui. Bentuk interpolasi *linear* pada dasarnya menghubungkan dua titik data dan merupakan persamaan garis lurus (Stia Budi Sasongko, 2010). Misalkan pada suatu interval titik  $(x_0, x_1)$ , mempunyai harga fungsi masing- masing  $f_0$  dan  $f_1$  dengan model polinomial Interpolasi. Metode interpolasi ini mampu merekonstruksi titik-titik data baru dari titik-titik data

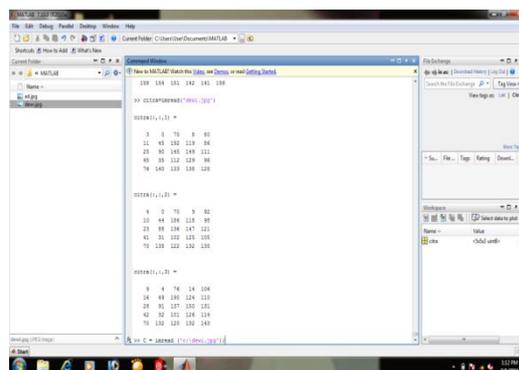
yang sudah diketahui sebelumnya. Oleh karna itu, diperlukan resampling yang mentrasformasikan suatu citra diskrit dari suatu sistem koordinat ke sistem koordinat lainnya. Metode ini disebut Interpolasi (*interpolation*). Hubungan antara kedua sistem koordinat tersebut dinyatakan dengan suatu fungsi pemetaan transformasi spesial. Proses registrasi dan resampling citra ini dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu proses rekonstruksi citra atau interpolasi citra (*image interpolation*), dan proses resampling itu sendiri. Proses rekonstruksi dengan proses konvolusi sinyal masukan diskrit menurut fungsi Interpolasi yang kontinu.

**Metode Gaussian filtering**

Filter Gaussian, nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata-rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri. Jumlah tetangganya yang dilibatkan tergantung pada filter yang dirancang. *Filter Gaussian* secara meluas telah digunakan dalam bidang analisis citra terutama untuk proses penghalusan (*smoothing*), pengaburan (*Blurring*), menghilangkan detil, dan menghilangkan *Noise*. Pada *filter Gaussian*, nilai intensitas setiap *pixel* diganti dengan rata-rata dari nilai pembobotan untuk setiap *pixel-pixel* tetangganya dan *pixel* itu sendiri. *Pixel* tetangga adalah *pixel* yang berada disekeliling *pixel* yang dimaksud. Jumlah tetangga yang dilibatkan tergantung pada *filter* yang dirancang.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Pembesaran Pixel Berdasarkan Metode Interpolasi Linier.** Proses pembesaran citra dilakukan didalam obyek *bitmap* dan resolusi akan bertambah setelah proses pembesaran dilakukan pada gambar masukan. Proses penambahan *pixel*/titik baru ini dilakukan dengan menyisipkan titik-titik tersebut diantara titik-titik yang harganya telah tetap yang dipetakan langsung dari citra asli



**Gambar 1.** Proses Pengambilan Nilai Matrix

Hasil matriks berasal dari aplikasi matlab yaitu sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} 3 & 0 & 75 & 8 & 80 \\ 11 & 45 & 192 & 119 & 86 \\ 25 & 90 & 145 & 149 & 111 \\ 45 & 35 & 112 & 129 & 96 \\ 76 & 140 & 133 & 138 & 128 \end{bmatrix}$$

Bila matriks ini sebuah citra berwarna berukuran 5 x 5 maka nilai element matriks (piksel) menyatakan tingkat warna pada sebuah citra berwarna. Setiap piksel dalam sebuah citra yang dikode 8 bit, berarti citra tersebut memiliki 256 warna.

1. Mencari nilai *new height* dan *new width*

Penyelesaian :

*New height* = tinggi *pixel* yang dicari

*New width* = lebar *pixel* yang dicari

*Old height* = tinggi *pixel* sebelumnya

*Old width* = lebar *pixel* sebelumnya

*Scale* = pembesaran yang dilakukan

*New height* = (*Old height* \* *Scale*)

= 5 \* 2 = 10

*New width* = (*Old width* \* *Scale*)

= 5 \* 2 = 10

2. Pembentukan penajaman matrik.

Maka hasil *height* dan *width* adalah 10x10, sedangkan untuk memetakan intensitas warna RGB yang ada pada citra asli ke warna citra pada *new* bitmap, untuk *pixel* dengan posisi 0 maka, *pixel* terakhir (*height*-1) atau (*Width*-1) akan dipetakan ke posisi yang sama pada *new bitmap*, hal ini penting agar tidak terjadi *pixel* sisa yang tidak berguna atau menyebabkan kerusakan gambar. Sehingga nilai akhir hasil *height* dan *width* adalah 9x9 dan memiliki nilai matriknya adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.** Nilai Matrik Penajaman Citra

|    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3  | 0   | 0   | 75  | 75  | 8   | 8   | 80  | 80  |
| 11 | 45  | 45  | 192 | 192 | 119 | 119 | 86  | 86  |
| 25 | 90  | 90  | 145 | 145 | 149 | 149 | 111 | 111 |
| 45 | 35  | 35  | 112 | 112 | 129 | 129 | 96  | 96  |
| 76 | 140 | 140 | 133 | 133 | 138 | 138 | 128 | 128 |

Hasil matrik penajaman adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.** Nilai Matrik Hasil Penajaman Citra

|    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3  | 0   | 0   | 75  | 75  | 8   | 8   | 80  | 80  |
| 11 | 45  | 45  | 192 | 192 | 119 | 119 | 86  | 86  |
| 11 | 45  | 45  | 192 | 192 | 119 | 119 | 86  | 86  |
| 25 | 90  | 90  | 145 | 145 | 145 | 145 | 111 | 111 |
| 25 | 90  | 90  | 145 | 145 | 145 | 145 | 111 | 111 |
| 45 | 35  | 35  | 112 | 112 | 129 | 129 | 96  | 96  |
| 45 | 35  | 35  | 112 | 112 | 129 | 129 | 96  | 96  |
| 76 | 140 | 140 | 133 | 133 | 138 | 138 | 128 | 128 |
| 76 | 140 | 140 | 133 | 133 | 138 | 138 | 128 | 128 |

Berdasarkan hasil matrik penajaman citra di atas, dapat disimpulkan bahwa nilai *pixel-pixel* yang dicari memiliki ukuran citra lebih besar dari aslinya serta memiliki resolusi yang lebih besar dari citra awal. Dapat dilihat perbandingan citra awal dan citra hasil di bawah ini:

**Tabel 3.** Resolusi 5x5

|    |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|
| 3  | 0   | 75  | 8   | 80  |
| 11 | 45  | 192 | 119 | 86  |
| 25 | 90  | 145 | 149 | 111 |
| 45 | 35  | 112 | 129 | 96  |
| 76 | 140 | 133 | 138 | 128 |

**Tabel 4.** Nilai Matrik Citra Resolusi 9x9

|    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3  | 0   | 0   | 75  | 75  | 8   | 8   | 80  | 80  |
| 11 | 45  | 45  | 192 | 192 | 119 | 119 | 86  | 86  |
| 11 | 45  | 45  | 192 | 192 | 119 | 119 | 86  | 86  |
| 25 | 90  | 90  | 145 | 145 | 145 | 145 | 111 | 111 |
| 25 | 90  | 90  | 145 | 145 | 145 | 145 | 111 | 111 |
| 45 | 35  | 35  | 112 | 112 | 129 | 129 | 96  | 96  |
| 45 | 35  | 35  | 112 | 112 | 129 | 129 | 96  | 96  |
| 76 | 140 | 140 | 133 | 133 | 138 | 138 | 128 | 128 |
| 76 | 140 | 140 | 133 | 133 | 138 | 138 | 128 | 128 |

**Proses Penghalusan Citra Berdasarkan Filtering Gaussian.** *Filtering Gaussian* tergolong sebagai *Filter* lolos rendah yang didasarkan pada fungsi *Gaussian*. Model dua dimensi merupakan :

$$G(x,y) = e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}}$$

Dimana x dan y adalah posisi kordinat pada sumbu x dan y. Persamaan inilah yang dipakai sebagai dasar untuk menentukan nilai-nilai setiap elemen dalam *Filtering Gaussian* yang akan dibuat. Misalkan dibuat kernel *Filter* ukuran 5x5 dan mengisi elemen/bobot g(x,y) pada matrik kernel *Gaussian*.

Langkah pertama ialah tentukan dahulu kernel distribusi *gaussian* dengan rumus berikut.

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2})$$

Jika ditentukan  $\sigma = 1$ , kernel = 3 x 3 pembentukan warna menjadi -1, 0 , 1 .

Penyelesaian :

1.  $g(0,0) = \frac{1}{(2).(3.14).(1^2)} \exp(-(0^2 + 0^2) / 2.(1^2)) = \frac{1}{6.28} \exp(-0) = 0.1592(1)$   
= 0.1592
2.  $g(1.-1), g(1.1), g(-1.1), g(-1.-1) = 0.1592 \exp(-1) = 0.1592.(0.3679)$   
= 0.0585
3.  $g(0.-1), g(1.0), g(0.1), g(-1.0) = 0.1592 \exp(-(1/2)) = 0.1592.(0.6065)$   
= 0.0965

Maka hasilnya sebagai berikut.

**Tabel 5.** Kernel Distribusi *Gaussian*

| (x,y) | -1      | 0      | 1      |
|-------|---------|--------|--------|
| -1    | 0.0585  | 0.0965 | 0.0585 |
| 0     | 0.0965  | 0.1592 | 0.0965 |
| 1     | 0.30585 | 0.0965 | 0.0585 |

Langkah selanjutnya ialah membulatkan nilai kernel distribusi *gaussian* dengan cara membagi setiap bobot nilai dengan bobot terkecil di  $g(x,y)$ .

**Tabel 6.** Pembulatan

| (x,y) | -1                    | 0                     | 1                     |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| -1    | $0.0585 / 0.0585 = 1$ | $0.0965 / 0.0585 = 2$ | $0.0585 / 0.0585 = 1$ |
| 0     | $0.0965 / 0.0585 = 2$ | $0.1592 / 0.0585 = 3$ | $0.0965 / 0.0585 = 2$ |
| 1     | $0.0585 / 0.0585 = 1$ | $0.0965 / 0.0585 = 2$ | $0.0585 / 0.0585 = 1$ |

Hasilnya ialah sebagai berikut

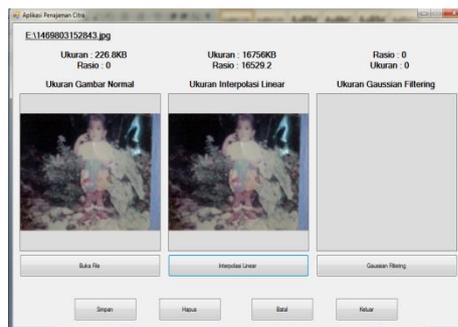
**Tabel 7.** Kernel Akhir Distribusi *Gaussian*

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 |
| 2 | 3 | 2 |
| 1 | 2 | 1 |

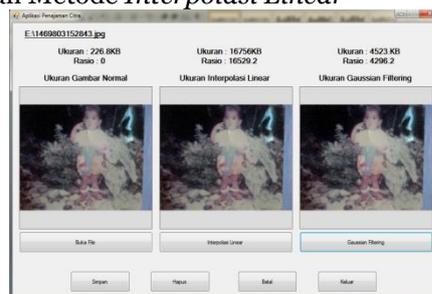
Langkah selanjutnya ialah melakukan proses konvolusi

$$h(x,y) = \frac{1}{15} (f(x,y) * g(x,y))$$

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini adalah menguji kinerja aplikasi pada proses pembesaran pixel dan penghalusan citra. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.** Proses Menggunakan Metode *Interpolasi Linear*



**Gambar 3.** Proses Menggunakan Metode *Gaussian Filtering*

## KESIMPULAN

1. Setelah melakukan penajaman ternyata dapat disimpulkan bahwa citra yang telah dilakukan penajaman menghasilkan gambar yang bagus dan sesuai dengan keinginan kita.
2. Aplikasi yang diterapkan memungkinkan untuk kombinasi *efek* dan *filter* sehingga hasilnya lebih bagus.
3. Metode *Interpolasi Linear* dan *gaussian filtering* sangat tepat digunakan dalam melakukan proses peningkatan mutu citra.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, 2010. *Algoritma Dan Pemrograman Menggunakan C dan C++*. Andi. Yogyakarta.
- Rinaldi Munir, 2011. *Algoritma Dan Pemrograman Dalam Bahasa Pascal Dan C*. Informatika. Bandung.
- Riyanarto Samo, Yeni Anistyasari, Dan Rahimi Fitri, 2012. *Simantic Search*. Andi. Yogyakarta.
- Abdul Kadir, 2013. *Pengenalan Algoritma*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Giudo Leonaerde Ginting (2014). *Implementasi Algoritma Boyer-Moore Pada Aplikasi Pengajuan Judul Skripsi Berbasis Web*. Volume : III, Nomor : 1.
- Kencana Wulan Argakusumah, Seng Hansun (201). *Implementasi Algoritma Boyer Moore Pada Aplikasi Kedokteran Berbasis Android*.
- Prabhakar Gu, Vineet Agarwal, dan Manish Varshney (2010). *Design and Analiysis of Algorithms*. New Delhi.
- Jon Orwant, Jarkko Hietaniemi, dan John Macdonald (1999). *Mastering Algorithms R'ith Perl*. Penerbit O'Reilly United States.
- Marimin. 2005. *Teknik dan Aplikasi Pengambilan keputusan dengan Kriteria majemuk*. (Cetakan Kedua). Grasindo. Jakarta.
- Andi. 2009. *Microsoft Visual Studio.Net 2008*. Andi. Yogyakarta.

## **SISTEM PAKAR PENERAPAN METODE DAMPSTER SHAFER UNTUK MENGETAHUI JENIS KERUSAKAN MESIN TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK PT.PLN (PERSERO)**

**Raudatul Hasanah Nst**

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[raudatulhasanah94@yahoo.com](mailto:raudatulhasanah94@yahoo.com)

**Abstrak.** Sistem pakar merupakan sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta dan teknik penalaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tersebut. Pada dasarnya sistem pakar diterapkan untuk mendukung aktivitas pemecahan masalah. Dengan pendekatan tersebut, dibangunlah suatu sistem berbasis pengetahuan untuk mendiagnosa kerusakan Mesin turbin. Representasi pengetahuan yang digunakan untuk Mengetahui jenis kerusakan pada mesin turbin adalah turbin vibrasi, reptur disc bocor, governor valve bocor atau tidak bisa menutup rapat, dan yang lainnya. Pengetahuan didapat dengan cara mempelajari buku petunjuk (manual) dan literatur yang berkaitan dengan topik, serta melakukan proses wawancara dengan teknisi atau mekanik yang telah berpengalaman menangani kerusakan mesin turbin. Metode inferensi yang digunakan adalah Dempster Shafer, yaitu proses Inferensi yang memulai pencarian dari premis atau data masukan berupa gejala menuju pada konklusi yaitu kesimpulan. Selain itu, sistem pakar ini juga menggunakan metode Dempster Shafer sebagai metode untuk menghitung nilai kepercayaan atas gejala yang diberikan oleh pengguna.

**Kata Kunci :** Sistem Pakar, Forward Chaining, Dempster Shafer.

### **PENDAHULUAN**

Kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* merupakan bagian dari ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia. Bahkan bisa lebih baik dari pada yang dilakukan oleh manusia. Sistem cerdas (*intelligent system*) adalah sistem yang dibangun dengan menggunakan teknik-teknik *artificial intelligence*. Beberapa yang dipelajari dalam kecerdasan buatan dan salah satunya adalah metode *Dempster Shafer*. Ada beberapa penjelasan jenis mesin turbin yaitu; turbin uap, turbin gas, dan turbin angin. Penggunaan turbin di dunia industri, khususnya di pusat pembangkit tidak terlepas dari permasalahan yang muncul sehingga dapat menyebabkan kerugian yang sangat besar apabila turbin sudah terdeteksi mengalami kerusakan. Kerusakan pada turbin pembangkit listrik terjadi karena akibat kelalaian dalam memantau kinerja turbin maupun kurangnya perawatan pada turbin. Melihat fungsi diatas maka sepiantasnya turbin akan sangat bermanfaat jika bisa berjalan dan bekerja sebagaimana mestinya. Kerusakan dan gangguan yang terjadi pada turbin akan menyebabkan turbin tidak bermanfaat dan tidak berfungsi sehingga dapat terjadinya pemadaman bergilir karena kurangnya energi listrik yang dihasilkan oleh turbin. Oleh karena itu untuk mengatasinya kita harus mengetahui jenis kerusakan yang terjadi serta bagaimana cara mengatasinya. Untuk membantu menyelesaikan masalah tersebut, maka diperlukan pengetahuan pada turbin yang memiliki factor kepastian (*certainty factor*) yang menyakini mampu mendeteksi ciri dan gejala kerusakan pada turbin pembangkit listrik serta solusi atas semua permasalahan tersebut secara tepat, cepat dan akurat serta menghemat waktu dalam menyelesaikannya.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui dan mempelajari tentang sistem pakar, sebagai pengetahuan yang dimiliki oleh seorang pakar dapat di dokumentasikan tanpa ada batas waktu serta membantu para teknisi atau mekanik agar dapat memilih *alternative* langkah kerja, dan solusi perbaikan turbin.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan penelitian yang digunakan dalam objek mesin turbin. Untuk mendiagnosa kerusakan yang diterjadi pada mesin turbin digunakan suatu metode. Metode yang digunakan untuk mendeteksi kerusakan menggunakan metode *dempster shafer*.

#### **Metode**

##### **Dampster Shafer**

Secara umum Teori Dempster-Shafer ditulis dalam suatu interval [*Belief, Plausibility*] *Belief* (Bel) adalah ukuran kekuatan *evidence* dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada *evidence*, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian. *Plausibility* (Pl) dinotasikan sebagai  $Pl(s) = 1 - Bel(\neg s)$  *Plausibility* juga bernilai 0 sampai 1. Jika kita yakin akan  $\neg s$ , maka dapat dikatakan bahwa  $Bel(\neg s) = 1$ , dan  $Pl(\neg s) = 0$ . Pada teori Dempster-Shafer

kita mengenal adanya *frame of discrement* yang dinotasikan dengan  $\theta$ . Frame ini merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis. Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas ( $m$ ). Nilai  $m$  untuk tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen  $\theta$  saja, namun juga semua subset-nya. Sehingga jika  $\theta$  berisi  $n$  elemen, maka subset dari  $\theta$  semuanya berjumlah  $2^n$ . Kita harus menunjukkan bahwa jumlah semua  $m$  dalam subset  $\theta$  sama dengan 1. Andaikan tidak ada informasi apapun untuk memilih keempat hipotesis tersebut, maka nilai :  $m\{\theta\} = 1,0$  jika kemudian diketahui bahwa panas merupakan gejala dari flue, demam, dan bronkitis dengan  $m = 0,8$ , maka :  $m\{F,D,B\} = 0,8$ ,  $m\{\theta\} = 1 - 0,8 = 0,2$ , andaikan diketahui  $X$  adalah subset dari  $\theta$ , dengan  $m_1$  sebagai fungsi sebagai fungsi densitasnya, dan  $Y$  juga merupakan subset dari  $\theta$  dengan  $m_2$  sebagai fungsi densitasnya, maka kita dapat membentuk fungsi kombinasi  $m_1$  dan  $m_2$  sebagai  $m_3$ , yaitu :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X) \cdot m_2}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Proses Pendeteksian Kerusakan Berdasarkan Dampster Shafer.** Proses pendeteksian kerusakan yang dilakukan dengan metode dampster shafer digunakan untuk memberikan informasi mengenai kerusakan pada turbin pembangkit listrik, jika gejala kerusakan yang terjadi sesuai dengan yang di input, maka rule yang dapat digunakan untuk menganalisa suatu kerusakan pada turbin pembangkit listrik adalah sebagai berikut:

- Rule 1 : IF jenis gejala GK1 AND GK2 AND GK3 AND GK4 AND GK5 Then Temperatur Metal Bearing High.  
 Rule 2 : IF jenis gejala GK6 AND GK7 AND GK8 Then Temperatur Thrust Bearing High.  
 Rule 3 : IF jenis gejala GK9 AND GK10 AND GK11 AND GK12 Then Turbin Vibrasi.  
 Rule 4 : IF jenis gejala GK13 Then Reptur Disk Bocor.  
 Rule 5 : IF jenis gejala GK14 Then Governor Valve Bocor.  
 Rule 6 : IF jenis gejala GK15 AND GK16 Then Governor Valve Tidak Bisa Menutup Rapat.  
 Rule 7 : IF jenis gejala GK17 AND GK18 AND GK19 AND GK20 AND GK21 Then Turning Gear Tidak Dapat Operasi.  
 Rule 8 : IF jenis gejala GK22 Then Shaft Position Turbin High.  
 Rule 9 : IF jenis gejala GK23 AND GK24 AND GK25 Then Gland Seal Auxiliary Cooling Water Pump (ACWP) Bocor.  
 Rule10 : IF jenis gejala GK26 AND GK27 Then Pressure Auxiliary Cooling Water Pump (ACWP) Drop.  
 Rule 11 : IF jenis gejala GK28 AND GK29 Then Temperatur Cooling Water.  
 Rule 12: IF jenis gejala GK30 AND GK31 AND GK32 AND GK33 Then Vacuum Condensor Droop.  
 Rule 13: IF jenis gejala GK34 Then Level Uap Extraksi HPH High.

```
function PostGejala(){
var
query="act=manage&proses="+$("#proses").val()+"&KodeGejala="+$("#KodeGejala").val()+"&NamaGejala="+$("#NamaGejala").val();
$.ajax({
type:"post",
url:"module/Gejala/act.php",
data:query,
cache:false,
success: function(msg){
if(msg=="RecordSama"){
showAlert('.frmalert','Kode Group sudah ada',2000);
}else if(msg=="KodeGejala"){
showAlert('.frmalert','Kode Group tidak boleh kosong',2000);
}else if(msg=="NamaGejala"){
showAlert('.frmalert','Nama Group tidak boleh kosong',2000);
}else{
if(msg=="sukses"){
// showAlert('.frmalert','Penyimpanan Data Sukses',2000);
$("#dialog").dialog("close");
_funcindex();
}else{
alert("Penyimpanan Gagal");

```

Gejala 1 : Kondisi rebabet bearing rusak (GK5)

Maka :  $GK_5(\text{bel}) = 0.7$   
 $GK_5(\theta) = 1 - 0.7$   
 $= 0.3$

Gejala 2 : Vibrasi (GK3)  
Maka :  $GK_3(\text{bel}) = 0.8$   
 $GK_3(\theta) = 1 - 0.8$   
 $= 0.2$

Maka untuk mencari nilai dari  $GK_n$ , digunakan rumus :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \theta} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

Maka nilai  $GK_n$  dari kedua objek diatas adalah :

$$GK_n = \frac{0.7 \cdot 0.8}{1 - (0.3 \cdot 0.2)}$$

$$= 0.56 / 1 - (0.06)$$

$$= 0.56 / 0.94$$

$$= 0.59$$

Maka nilai densitas hasil akhir dari Kondisi rebabet bearing rusak (GK5) dan Vibrasi (GK3) gejala diatas adalah 0.59 atau 59% Kerusakan.

1. Hitunglah nilai GK4 yaitu Clearance bearing terlalu kecil Bobot 0,6 dan nilai GK2 Berkurangnya flow air pendingin Bobot 0.6 Maka untuk menghitung nilai Dempster Shafer kerusakan Temperatur Metal Bearing High yang sudah tetap hitungannya dengan menggunakan nilai *believe* pada Masing-masing gejala.  $Pl(\theta) = 1 - \text{Bel}$ . Dimana nilai Bel (*believe*) merupakan nilai bobot yang diinput oleh pakar, maka untuk mencari nilai kedua gejala diatas , terlebih dahulu dicari nilai dari  $\theta$ , seperti dibawah ini :

Gejala 1 : Clearance bearing terlalu kecil (GK4)

Maka :  $GK_4(\text{bel}) = 0.6$   
 $GK_4(\theta) = 1 - 0.6$   
 $= 0.4$

Gejala 2 : Berkurangnya flow air pendingin (GK2)

Maka :  $GK_2(\text{bel}) = 0.6$   
 $GK_2(\theta) = 1 - 0.6$   
 $= 0.4$

Maka untuk mencari nilai dari  $GK_n$ , digunakan rumus :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \theta} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

Maka nilai  $GK_n$  dari kedua objek diatas adalah :

$$GK_n = \frac{0.6 \cdot 0.6}{1 - (0.4 \cdot 0.4)}$$

$$= 0.36 / 1 - (0.16)$$

$$= 0.36 / 0.84$$

$$= 0.42$$

Maka nilai densitas hasil akhir dari Clearance bearing terlalu kecil (GK4) dan Berkurangnya flow air pendingin (GK2) gejala diatas adalah 0.42 atau 42% Kerusakan.

2. Hitunglah nilai GK6 yaitu Clearance thrust pad dengan rotor terlalu kecil Bobot 0,6 dan nilai GK1 Kualiatas minyak pelumas Bobot 0.7 Maka untuk menghitung nilai Dempster Shafer kerusakan Temperatur Metal Bearing High yang sudah tetap hitungannya dengan menggunakan nilai *believe* pada Masing-masing gejala.  $Pl(\theta) = 1 - \text{Bel}$ . Dimana nilai Bel (*believe*) merupakan nilai bobot yang diinput oleh pakar, maka untuk mencari nilai kedua gejala diatas , terlebih dahulu dicari nilai dari  $\theta$ , seperti dibawah ini:

Gejala 1 : Clearance thrust pad dengan rotor terlalu kecil (GK6)

Maka :  $GK_6(\text{bel}) = 0.6$   
 $GK_6(\theta) = 1 - 0.6$   
 $= 0.4$

Gejala 2 : Kualiatas minyak pelumas (GK1)

Maka :  $GK_1(\text{bel}) = 0.7$   
 $GK_1(\theta) = 1 - 0.7$   
 $= 0.3$

Maka untuk mencari nilai dari  $GK_n$ , digunakan rumus :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \theta} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

Maka nilai  $GK_n$  dari kedua objek diatas adalah :

$$\begin{aligned} GK_n &= \frac{0.6 * 0.7}{1 - (0.4 * 0.3)} \\ &= 0.42 / 1 - (0.12) \\ &= 0.42 / 0.88 \\ &= 0.47 \end{aligned}$$

Maka nilai densitas hasil akhir dari Clearance thrust pad dengan rotor terlalu kecil (GK6) dan Kualitas minyak pelumas (GK1) gejala diatas adalah 0.47 atau 47% Kerusakan.

3. Hitunglah nilai GK8 yaitu Axial position yang terlalu tinggi 0,8 dan nilai GK7 Kondisi rebabet thrust pada rusak Bobot 0.7 Maka untuk menghitung nilai Dempster Shafer kerusakan Temperatur Metal Bearing High yang sudah tetap hitungannya dengan menggunakan nilai *believe* pada Masing-masing gejala.  $Pl(\theta) = 1 - Bel$ . Dimana nilai Bel (*believe*) merupakan nilai bobot yang diinput oleh pakar, maka untuk mencari nilai kedua gejala diatas , terlebih dahulu dicari nilai dari  $\theta$ , seperti dibawah ini:

Gejala 1 : Axial position yang terlalu tinggi (GK8)

Maka :  $GK8(bel) = 0.8$   
 $GK8(\theta) = 1 - 0.8$   
 $= 0.2$

Gejala 2 : Kondisi rebabet thrust pada rusak (GK7)

Maka :  $GK7(bel) = 0.7$   
 $GK1(\theta) = 1 - 0.7$   
 $= 0.3$

Maka untuk mencari nilai dari GK<sub>n</sub>, digunakan rumus :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \theta} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

Maka nilai GK<sub>n</sub> dari kedua objek diatas adalah :

$$\begin{aligned} GK_n &= \frac{0.8 * 0.7}{1 - (0.2 * 0.3)} \\ &= 0.56 / 1 - (0.06) \\ &= 0.56 / 0.94 \\ &= 0.59 \end{aligned}$$

Maka nilai densitas hasil akhir Axial position yang terlalu tinggi (GK8) Dan Kondisi rebabet thrust pada rusak (GK7) dari gejala diatas adalah 0.59 atau 59% Kerusakan.

4. Hitunglah nilai GK11 yaitu Lossnes 0,7 dan nilai GK9 Unbalance Bobot 0.6 Maka untuk menghitung nilai Dempster Shafer kerusakan Temperatur Metal Bearing High yang sudah tetap hitungannya dengan menggunakan nilai *believe* pada Masing-masing gejala.  $Pl(\theta) = 1 - Bel$ . Dimana nilai Bel (*believe*) merupakan nilai bobot yang diinput oleh pakar, maka untuk mencari nilai kedua gejala diatas , terlebih dahulu dicari nilai dari  $\theta$ , seperti dibawah ini:

Gejala 1 : Lossnes GK11)

Maka :  $GK11(bel) = 0.7$   
 $GK11(\theta) = 1 - 0.7$   
 $= 0.3$

Gejala 2 : Unbalance (GK9)

Maka :  $GK9(bel) = 0.6$   
 $GK9(\theta) = 1 - 0.6$   
 $= 0.4$

Maka untuk mencari nilai dari GK<sub>n</sub>, digunakan rumus :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \theta} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

Maka nilai GK<sub>n</sub> dari kedua objek diatas adalah :

$$\begin{aligned} GK_n &= \frac{0.7 * 0.6}{1 - (0.3 * 0.4)} \\ &= 0.42 / 1 - (0.12) \\ &= 0.42 / 0.88 \\ &= 0.47 \end{aligned}$$

Maka nilai densitas hasil akhir dari Lossnes (GK11) dan Unbalance (GK9) gejala diatas adalah 0.47 atau 47% Kerusakan.

5. Hitunglah nilai GK12 Pola pengoperasian yaitu Missaligment 0,9 dan nilai GK10 Missaligment Bobot 0.7 Maka untuk menghitung nilai Dempster Shafer kerusakan Temperatur Metal Bearing High yang sudah tetap hitungannya dengan menggunakan nilai *believe* pada Masing-masing gejala.  $Pl(\theta) = 1 - Bel$ . Dimana nilai Bel (*believe*) merupakan nilai bobot yang diinput oleh pakar, maka untuk mencari nilai kedua gejala diatas , terlebih dahulu dicari nilai dari  $\theta$ , seperti dibawah ini:

Gejala 1 : Pola pengoperasian yaitu Missaligment (GK12)

$$\begin{aligned} \text{Maka : GK12(bel)} &= 0.9 \\ \text{GK12}(\theta) &= 1- 0.9 \\ &= 0.1 \end{aligned}$$

Gejala 2 : Missaligment (GK10)

$$\begin{aligned} \text{Maka : GK10(bel)} &= 0.7 \\ \text{GK10}(\theta) &= 1- 0.7 \\ &= 0,3 \end{aligned}$$

Maka untuk mencari nilai dari GK<sub>n</sub>, digunakan rumus :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \theta} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

Maka nilai GK<sub>n</sub> dari kedua objek diatas adalah :

$$\begin{aligned} \text{GK}_n &= \frac{0.9 * 0.7}{1- (0.1 * 0.3)} \\ &= 0.63 / 1-(0.03) \\ &= 0.63 / 0.97 = 0.64 \end{aligned}$$

Maka nilai densitas hasil akhir dari Pola pengoperasian yaitu Missaligment (GK12) dan Missaligment (GK10) gejala diatas adalah 0.64 atau 64% Kerusakan.

6. Hitunglah nilai GK14 yaitu Karbon seal rusak 0,7 dan nilai GK13 Over pressure pada turbin Bobot 0.6 Maka untuk menghitung nilai Dempster Shafer kerusakan Temperatur Metal Bearing High yang sudah tetap hitungannya dengan menggunakan nilai *believe* pada Masing-masing gejala.  $Pl(\theta) = 1 - Bel$ . Dimana nilai Bel (*believe*) merupakan nilai bobot yang diinput oleh pakar, maka untuk mencari nilai kedua gejala diatas , terlebih dahulu dicari nilai dari  $\theta$ , seperti dibawah ini:

Gejala 1 : Kondisi rebabet bearing rusak (GK14)

$$\begin{aligned} \text{Maka : GK14(bel)} &= 0.7 \\ \text{GK14}(\theta) &= 1- 0.7 \\ &= 0.3 \end{aligned}$$

Gejala 2 : Vibrasi (GK13)

$$\begin{aligned} \text{Maka : GK13(bel)} &= 0.6 \\ \text{GK13}(\theta) &= 1- 0.6 \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

Maka untuk mencari nilai dari GK<sub>n</sub>, digunakan rumus :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \theta} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

Maka nilai GK<sub>n</sub> dari kedua objek diatas adalah :

$$\begin{aligned} \text{GK}_n &= \frac{0.7 * 0.6}{1- (0.3 * 0.4)} \\ &= 0.42 / 1-(0.12) \\ &= 0.42 / 0.88 \\ &= 0.47 \end{aligned}$$

Maka nilai densitas hasil akhir dari Kondisi rebabet bearing rusak (GK14) Dan Vibrasi (GK13) gejala diatas adalah 0.47 atau 47% Kerusakan.

7. Hitunglah nilai GK16 yaitu Seat erosi 0,7 dan nilai GK16 Disk erosi Bobot 0.8 Maka untuk menghitung nilai Dempster Shafer kerusakan Temperatur Metal Bearing High yang sudah tetap hitungannya dengan menggunakan nilai *believe* pada Masing-masing gejala.  $Pl(\theta) = 1 - Bel$ . Dimana nilai Bel (*believe*) merupakan nilai bobot yang diinput oleh pakar, maka untuk mencari nilai kedua gejala diatas , terlebih dahulu dicari nilai dari  $\theta$ , seperti dibawah ini:

Gejala 1 : Seat erosi (GK16)

$$\begin{aligned} \text{Maka : GK16(bel)} &= 0.8 \\ \text{GK16}(\theta) &= 1- 0.8 \\ &= 0.2 \end{aligned}$$

Gejala 2 : Disk erosi (GK15)

$$\begin{aligned} \text{Maka : GK15(bel)} &= 0.7 \\ \text{GK15}(\theta) &= 1- 0.7 \\ &= 0,3 \end{aligned}$$

Maka untuk mencari nilai dari GK<sub>n</sub>, digunakan rumus :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \theta} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

Maka nilai GK<sub>n</sub> dari kedua objek diatas adalah :

$$\text{GK}_n = \frac{0.8 * 0.7}{1- (0.2 * 0.3)}$$

$$= 0.56 / 1-(0.06)$$

$$= 0.56 / 0.94 = 0.59$$

Maka nilai densitas hasil akhir dari Seat erosi (GK16) dan Disk erosi (GK15) gejala diatas adalah 0.59 atau 59% Kerusakan.

8. Hitunglah nilai GK19 yaitu Disk erosi 0,9 dan nilai GK17 Level minyak pelumas low Bobot 0.7 Maka untuk menghitung nilai Dempster Shafer kerusakan Temperatur Metal Bearing High yang sudah tetap hitungannya dengan menggunakan nilai *believe* pada Masing-masing gejala.  $Pl(\theta) = 1 - Bel$ . Dimana nilai *Bel* (*believe*) merupakan nilai bobot yang diinput oleh pakar, maka untuk mencari nilai kedua gejala diatas , terlebih dahulu dicari nilai dari  $\theta$ , seperti dibawah ini:

Gejala 1 : Disk erosi (GK19)

Maka : GK19(bel) = 0.9

$$GK8(\theta) = 1- 0.9$$

$$= 0.1$$

Gejala 2 : Level minyak pelumas low (GK17)

Maka : GK7(bel) = 0.6

$$GK1(\theta) = 1- 0.6$$

$$= 0.4$$

Maka untuk mencari nilai dari GK<sub>n</sub>, digunakan rumus :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \theta} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

Maka nilai GK<sub>n</sub> dari kedua objek diatas adalah :

$$GK_n = \frac{0.9 * 0.6}{1- (0.1 * 0.4)}$$

$$= 0.54 / 1-(0.04)$$

$$= 0.54 / 0.96$$

$$= 0.56$$

Maka nilai densitas hasil akhir dari Disk erosi (GK19) dan Level minyak pelumas low (GK17)gejala diatas adalah 0.56 atau 56% Kerusakan.

9. Hitunglah nilai GK22 yaitu Labyrin dummy piston over clearance 0,8 dan nilai GK18 Neaple mur longgar Bobot 0.7 Maka untuk menghitung nilai Dempster Shafer kerusakan Temperatur Metal Bearing High yang sudah tetap hitungannya dengan menggunakan nilai *believe* pada Masing-masing gejala.  $Pl(\theta) = 1 - Bel$ . Dimana nilai *Bel* (*believe*) merupakan nilai bobot yang diinput oleh pakar, maka untuk mencari nilai kedua gejala diatas , terlebih dahulu dicari nilai dari  $\theta$ , seperti dibawah ini:

Gejala 1 : Labyrin dummy piston over clearance (GK22)

Maka : GK22(bel) = 0.8

$$GK22(\theta) = 1- 0.8$$

$$= 0.2$$

Gejala 2 : Neaple mur longgar (GK7)

Maka : GK18(bel) = 0.7

$$GK18(\theta) = 1- 0.7$$

$$= 0.3$$

Maka untuk mencari nilai dari GK<sub>n</sub>, digunakan rumus :

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \theta} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

Maka nilai GK<sub>n</sub> dari kedua objek diatas adalah :

$$GK_n = \frac{0.8 * 0.7}{1- (0.2 * 0.3)}$$

$$= 0.56 / 1-(0.06)$$

$$= 0.56 / 0.94$$

$$= 0.59$$

Maka nilai densitas hasil akhir dari Labyrin dummy piston over clearance (GK22) dan Neaple mur longgar (GK7) gejala diatas adalah 0.59 atau 59% Kerusakan.

**Hasil Pengujian.** Pada proses ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem yang telah dirancang. Adapun hasil dari pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Gejala Kerusakan.



**Gambar 2.** Diagnosa Kerusakan

**KESIMPULAN**

1. Jenis Kerusakan Pada Mesin Turbin Pembangkit Listrik ialah Turbin Uap, Turbin Gas dan Turbin Agin, Kerusakan Pada Pembangkit Listrik Terjadi. Karena akibat Kelalaian dalam membantu Kinerja Turbin.
2. Bagaimana Cara Kita Menerapkan Metode Dempster Shafer Dalam Mendeteksi Kerusakan Mesin Turbin Adalah Mengkaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen o.
3. Solusi Dari Permasalahan Kerusakan Turbin adalah hal tidak dikehendaki untuk terjadi , Oleh karna itu setiap kerusakan perlu dianalisis penyebabnya dengan harapan agar tidak terulang kembali ( Dapat di hindari )

**DAFTAR PUSTAKA**

Setiadji, 2008”, *Sistem Pakar*, Penerbit Andi, Yogyakarta.  
 Safijauhari96.blogspot.co.id/2014/02/Pengertian Dan Jenis-Jenis Turbin. Html, 2003, tanggal akses 24-Juni-2016.  
 Flow Martin 2004, “*UML ( Unified Modeling Language )*, Informatika, Bandung.  
 Andreas Hery Prasetya (2010). “*Pengenalan PHP*”, Informatika, Bandung.

## IMPLEMENTASI KRIPTOGRAFI PADA MEDIA GAMBAR DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BLOWFISH DAN GIFSHUFFLE

Nurhayati

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[yathimaniez@gmail.com](mailto:yathimaniez@gmail.com)

**Abstrak.** Masalah keamanan dan kerahasiaan data merupakan suatu hal yang sangat penting terutama didalam dunia teknologi. Data yang bersifat rahasia perlu dibuatkan sistem penyimpanan dan pengirimannya agar tidak terbaca atau diubah oleh pihak yang tidak berwenang, baik saat data tersebut tersimpan sebagai file didalam computer maupun saat data tersebut dikirim melalui media internet seperti email,ftp ,dan media penyimpanan online lainnya. File citra digital atau gambar merupakan suatu asset berharga dimana pada gambar dapat menyimpan pesan yang sangat penting menjaga keamanan data. Kriptografi adalah ilmu dan seni untuk menjaga kerahasiaan suatu pesan dengan cara mengubahnya ke dalam bentuk yang tidak dapat dimengerti lagi maknanya yang memiliki otoritas atau kunci untuk membuka informasi yang telah di sandi. Sehingga mampu untuk mendeteksi manipulasi data oleh pihak – pihak yang tidak berhak diantaranya penyisipan, penghapusan, dan pensubsitusian data lain kedalam data yang sebenarnya. Hal Kriptografi mengubah sebuah data atau informasi menjadi pesan acak yang sesuai dengan kunci pengacaknya. Dimana kunci ini diketahui oleh pengirim dan penerima informasi saja. Tentunya pengaplikasian kriptografi akan mengamankan sebuah informasi. Salah satu metode yang digunakan untuk menjaga kerahasiaan suatu pesan adalah dengan algoritma blowfish. Algoritma ini merupakan bloc chipper 64 bit. Algoritma blowfish terdiri key expansion dan enkripsi data. Key expansion berfungsi untuk merubah key menjadi beberapa array subkey dengan total 4168 byte. Proses enkripsi algoritma Blowfish ini terdiri dari permutasi key dependent, key substitution dan data dependent. Operasi yang digunakan hanya penambahan dan XOR operasi tambahan lainnya hanya empat penelusuran table -lookup array berindeks untuk setiap putarannya. Untuk proses dekripsi Algoritma Blowfish ini sama seperti pada kebanyakan algoritma kriptografi lainnya yaitu hanya pembalikan dari proses enkripsi. Algoritma Gifshuffle merupakan salah satu algoritma kriptografi yang dapat menyimpan pesan teks pada gambar dengan format GIF.

**Kata Kunci :** Keamanan Kriptografi, Blowfish, Gifshuffle.

### PENDAHULUAN

Masalah keamanan dan kerahasiaan data merupakan suatu hal yang sangat penting terutama didalam dunia teknologi .Data yang bersifat rahasia perlu dibuatkan sistem penyimpanan dan pengirimannya agar tidak terbaca atau diubah oleh pihak yang tidak berwenang, baik saat data tersebut tersimpan sebagai file didalam computer maupun saat data tersebut dikirim melalui media internet seperti email, ftp, dan media penyimpanan online lainnya. File citra digital atau gambar merupakan suatu asset berhargadimana pada gambar dapat menyimpan pesan yang sangat penting menjaga keamanan data. Salah satu metode yang digunakan untuk menjaga kerahasiaan suatu pesan adalah dengan algoritma *blowfish*. Algoritma ini merupakan bloc chipper 64 bit. Algoritma blowfish terdiri key expansion dan enkripsi data. *Key expansion* berfungsi untuk merubah key menjadi beberapa array sub key dengan total 4168 byte. Proses enkripsi algoritma *Blowfish* ini terdiri dari permutasi *key dependent*, *key substitution* dan *data dependent*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui teknik penyembunyian pesan pada citra berformat Gif, serta merancang program dengan metode *Blowfish* dan *Gifshuffle* pada citra berformat Gif.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek penelian adalah data teks sebagai objek yang akan disembunyikan, citra digital sebagai media penampung pesan. Pada proses *encoding* dan *decoding* diperlukan algoritma pada setiap teknik keamanan yang digunakan, diantaranya yaitu menggunakan algoritma *Blowfish* dalam melakukan proses enkripsi dan dekripsi serta menggunakan algoritma *Gifshuffle* dalam melakukan proses *embedding* dan *extraction*.

#### Metode

##### Blowfish

Blowfish atau yang disebut juga “Open PGP.Cipher.4” adalah algoritma kunci simetrik cipher blok yang dirancang pada tahun 1993 oleh Bruce Schneider untuk menggantikan DES (Data Encryption Standard). Algoritma Blowfish dibuat untuk digunakan pada komputer yang mempunyai microposeor besar (32-bit keatas dengan cache data yang besar). Proses algoritma Blowfish ini terdiri dari fungsi perulangan sederhana, di setiap putarannya terdiri dari permutasi key dependent, key

substitution dan data dependent. Operasi yang digunakan hanya penambahan dan XOR operasi tambahan lainnya hanya empat penelusuran tabel -lookup array berindeks untuk setiap putaranya. Untuk proses dekripsi algoritma Blowfish ini sama seperti pada kebanyakan algoritma kriptografi lainnya yaitu hanya membalikan dari proses enkripsi.

**Gifshuffle**

GifShuffle adalah sebuah algoritma steganography yang digunakan untuk menyembunyikan pesan dalam berkas citra dengan format GIF. Algoritma ini ditemukan oleh Matthew Kwan. Beliau adalah seorang sarjana ilmu komputer lulusan dari University of Melbourne. Beliau pun sekarang menjadi pemilik dan pendiri dari Unicypt Pty Ltd, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang enkripsi email. Dalam situs nya, beliau memberikan sebuah penjelasan singkat tentang algoritma ini dan juga memberikan program yang menerapkan algoritma ini, lengkap dengan source codenya. Sehingga memudahkan dalam penjelasan algoritma gifshuffle (Jurnal Institut Teknologi Surabaya, Tegar Meda Rahman). Algoritma gifshufle pada intinya memanfaatkan header file GIF yang menyimpan palet warna sebagai media penyisipan pesan. Dalam algoritma ini tidak terjadi perubahan apapun dalam data berkas dengan format GIF. Sehingga menambah aspek robustness dari algoritman ini. Sesuai dengan namanya GifShuffle akan melakukan “Shuffle” terhadap palet warna dari sebuah berkas gif. “Shuffle” jika diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia berarti memutar. Sehingga dapat diartikan bahwa GifShuffle adalah algoritma yang memanfaatkan penukaran posisi ke 256 palet warna dalam berkas citra berformat GIF.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Enkripsi Berdasarkan Blowfish.** Proses yang dilakukan dalam penyandian (enkripsi) pesan berdasarkan algoritma *blowfish* dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Bentuk inisial array P sebanyak 18 buah (36, 36, 19, 19, 22, 36, 22, 22, 22,22,22,13, 22, 22,22, 22, 22, 13)
2. Bentuk S-box sebanyak 4 buah masing – masing bernilai 32 bit yang memiliki masukan 256. Empat 32-bit S- Box masing – masing 256 entri:  
36, 0, 36, 1, 19, 0, 19, 1  
22, 0, 36, 1, 22, 0, 22, 1  
22, 0, 22, 1, 22, 0, 13, 1  
22, 0, 22, 1, 22, 0, 13, 1
3. Plainteks yang akan di enkripsi di asumsikan sebagai masukan, plainteks tersebut diambil sebanyak 64 bit, dan apabila kurang dari 64-bit maka kita tambahkan bitnya, supaya dalam operasi nanti sesuai dengan datanya.

Data yang akan dienkrripsikan adalah nilai ASCII yang terdapat pada gambar dibawah ini :

**Tabel 1.** Bilangan ASCII yang akan di enkripsikan

|    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 36 | 36 | 19 | 19 | 22 | 36 | 22 | 22 |
| 22 | 29 | 36 | 13 | 13 | 36 | 13 | 13 |
| 22 | 22 | 36 | 13 | 29 | 19 | 18 | 19 |
| 22 | 22 | 22 | 13 | 24 | 13 | 36 | 36 |
| 13 | 13 | 13 | 22 | 29 | 29 | 13 | 22 |
| 22 | 22 | 13 | 29 | 32 | 24 | 22 | 22 |
| 22 | 22 | 13 | 24 | 34 | 32 | 36 | 36 |
| 22 | 22 | 22 | 13 | 13 | 13 | 22 | 22 |

4. Hasil pengambilan bilangan dibagi 2, 32 bit pertama disebut XL, 32-bit yang kedua disebut XR. Hasil pembagian bilangan pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2.** Hasil bilangan ASCII yang Enkripsi dibagi 2

|     |     |
|-----|-----|
| 18  | 11  |
| 18  | 11  |
| 9.5 | 6.5 |
| 9.5 | 11  |
| 11  | 11  |
| 18  | 11  |
| 11  | 11  |
| 11  | 11  |
| 11  | 6.5 |

5. Selanjutnya lakukan operasi  
 $XL = XL \text{ xor } Pi$  dan  $XR = F(XL) \text{ xor } XR$   
 $XL = 18 \text{ xor } 36$  dan  $XR = F(18) \text{ xor } 18$   
 $XL = 36 - 18 = 2$  dan  $XR = 0$

6. Hasil operasi diatas ditukar XL menjadi XR dan XR menjadi XL  
 $XL = 0$   $XR = 18$
7. Lakukan sebanyak 16 kali, perulangan ke-16 lakukan lagi proses penukaran XL dan XR
- J=1  
 Loop from j to 18  
 $XR_j = XL_j - 1 \text{ Xor } P_j$   
 $0 = 18 - 1 \text{ xor } 36$   
 $L_j = F(XR_j) \text{ Xor } R_{j-1}$   
 $L_1 = F(0) (36 - 17)$   
 $L_1 = 0$
- J = 2  
 Loop from j to 18  
 $XR_j = XL_j - 1 \text{ Xor } P_j$   
 $0 = 18 - 1 \text{ xor } 36$   
 $L_j = F(XR_j) \text{ Xor } R_{j-1}$   
 $L_2 = F(0) (36 - 17)$   
 $L_2 = 0$
- J = 3  
 Loop from j to 9.5  
 $0 = 9.5 - 1 \text{ xor } 19$   
 $L_3 = 10.5$
- J = 4  
 Loop from j to 9.5  
 $1 = 9.5 - 1 \text{ xor } 19$   
 $L_4 = 10.5$
- J= 5  
 Loop from j to 11  
 $1 = 11 - 1 \text{ Xor } 22$   
 $L_5 = 12$
- J= 6  
 Loop form j to 18  
 $0 = 18 - 1 \text{ xor } 36$   
 $L_j = F(XR_j) \text{ Xor } R_{j-1}$   
 $L_6 = F(0) (36 - 17)$   
 $L_6 = 0$
- J= 7  
 Loop from j to 11  
 $1 = 11 - 1 \text{ Xor } 22$   
 $L_5 = 12$
- J = 8  
 Loop from j to 11  
 $1 = 11 - 1 \text{ Xor } 22$   
 $L_5 = 12$
- J = 9  
 Loop from j to 11  
 $1 = 11 - 1 \text{ Xor } 22$   
 $L_9 = 12$
- J = 10  
 Loop from j to 11  
 $1 = 11 - 1 \text{ Xor } 22$   
 $L_{10} = 12$
- J = 11  
 Loop from j to 11  
 $1 = 11 - 1 \text{ Xor } 22$   
 $L_{11} = 12$
- J = 12  
 Loop From j to 9.5  
 $1 = 9.5 - 1 \text{ xor } 19$   
 $L_{12} = 10.5$
- J = 13  
 Loop From J to 11

```

1 = 11 - 1 Xor 22
L11 = 12
J = 14
Loop From J to 11
1 = 11 - 1 Xor 22
L14 = 12
J = 15
Loop From J to 11
1 = 11 - 1 Xor 22
L15 = 12
J = 16
Loop From J to 11
1 = 11 - 1 Xor 22
L16 = 12

```

- Pada proses ke – 16 XR = 12 dan XL = 22
8. Pada proses ke 17 lakukan operasi untuk :
    - XR = XR xor P17 dan XL = Xor 18
    - XR = 11 Xor 22
    - XR = 11
    - XL = Xor 18
    - 6.5 = xor 13
    - XL = 6.5

Maka gambar setelah dienkripsikan adalah sebagai berikut :



**Gambar 1.** Gambar setelah Dienkripsikan

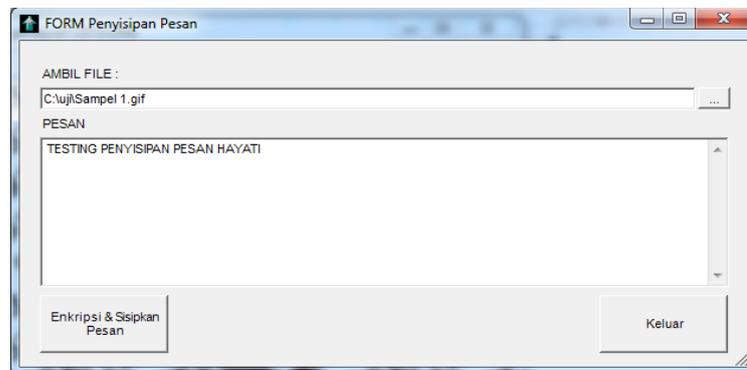
Kode decimal pesan dienkripsikan di akhir citra, sehingga citra menjadi seperti yang di atas. Bit yang diboldkan adalah bit data yang dienkripsikan kedalam citra digital dengan metode Blowfish, pengenkripsian bit data ini tidak akan memberi pengaruh besar pada perubahan nilai bit citra sehingga citra awal dan citra hasil tidak akan terlihat perubahan yang mencolok.

**Proses Dekripsi Berdasarkan Gifshuffle.** Proses yang dilakukan dalam dekripsi ini antara lain. algoritma ini akan mengganti susunan palet warna dari sebuah berkas GIF. Kemudian dilakukan iterasi untuk mengetahui perubahan posisi

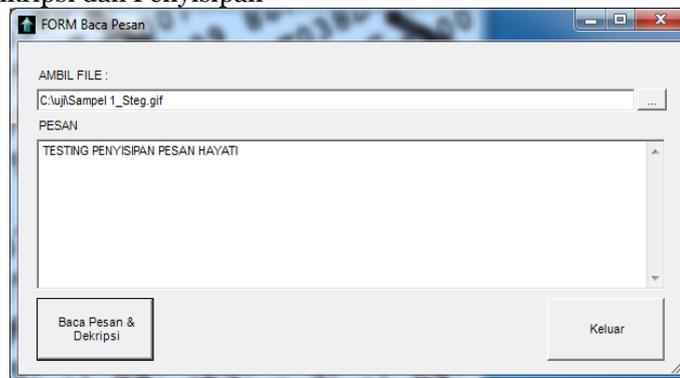
1. 36
  - 36 mod 1 = 0
  - M = 36 div 1
  - M = 36
2. 36
  - 36 mod 2 = 0
  - M = 36 div 2
  - M = 18
3. 19
  - 19 mod 3 = 1
  - M = 19 div 3
  - M = 6
4. 19
  - 19 mod 4 = 3
  - M = 19 div 4
  - M = 4
5. 22
  - 22 mod 5 = 2
  - M = 22 div 5
  - M = 4
6. 36

- $36 \bmod 6 = 0$   
 $M = 36 \text{ div } 6$   
 $M = 6$
7. 22  
 $22 \bmod 7 = 1$   
 $M = 22 \text{ div } 6$   
 $M = 3$
8. 22  
 $22 \bmod 8 = 6$   
 $M = 22 \text{ div } 8$   
 $M = 2$
9. 22  
 $22 \bmod 9 = 4$   
 $M = 22 \text{ div } 9$   
 $M = 2$
10. 29  
 $29 \bmod 10 = 9$   
 $M = 29 \text{ div } 10$   
 $M = 2$

**Hasil Pengujian.** Pada tahap ini dilakukan proses pengujian untuk mengetahui bentuk dari aplikasi yang telah dirancang. Adapun hasil proses pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Proses Enkripsi dan Penyisipan



**Gambar 2.** Proses Dekripsi dan Ekstraksi

## KESIMPULAN

1. Penyisipan pesan teks pada citra berformat *GIF* menggunakan algoritma *Blowfish* dan *Gifshuffe* dapat dilakukan dengan mudah karena tidak mengalami perubahan ukuran dan secara kasat mata terlihat mirip tetapi sebenarnya berbeda sehingga dapat menjaga keamanan pesan dari pihak yang tidak berwenang.
2. Penyisipan pesan dapat menggunakan algoritma *blowfish* dan *Gifshuffe* untuk mendapatkan *chipertext* dan *Plaintext*. Huruf-huruf hasil operasi *chipertext* dan *Plaintext* inilah yang akan di deskripsikan menjadi pesan yang sebenarnya.
3. Dengan adanya aplikasi pemrograman *Visual Basic 2008* membuat pengguna lebih mudah untuk melakukan penyisipan pesan teks pada citra *GIF*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Rinaldi Munir, 2011, "*Kriptografi*", Penerbit Informatika, Bandung.
- T. Sutoyo, S.si, 2011, "*Citra Digital*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Abdul Kadir, 2008, "*Pemrograman Citra Digital*", Penerbit Salemba Empat, Jakarta.
- Primanda Arif Aditya, 2013, "*Dasar-Dasar Pemrograman Database Desktop dengan Visual Basic.Net 2008*", Penerbit PT. Alex Media Komputindo, Jakarta.
- Yuswanto, 2006, "*Pemrograman Dasar Visual Basic. Net 2008*", Penerbit Prestasi Pustaka, Jakarta.
- Jogiyanto, Hartono, 2005, "*Analisis dan Desain Sistem Informasi*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Jurnal Pelita Informatika Budidarma, Volume: VI, Nomor: 1, Maret 2014, Ramidah
- Jurnal Seminar Nasional Informatika 2010 UPN "Veteran" Yogyakarta.
- [Http ://zeromino.blogspot.com/2011/07/implementasi-algoritma-blowfish-dengan-html](http://zeromino.blogspot.com/2011/07/implementasi-algoritma-blowfish-dengan-html).

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN LOKASI PEMBANGUNAN TOWER BASE TRANSCEIVER STATION(BTS) PADA PT. INDOSAT TBK MEDAN DENGAN METODE TOPSIS**

**Sri Rezeki Novianti**

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[novianti193@gmail.com](mailto:novianti193@gmail.com)

**Abstrak.** *BTS (Base Transceiver Station) adalah Sebuah terminologi baru dan mulai populer di era booming seluler saat ini. BTS berfungsi menjembatani perangkat komunikasi pengguna dengan jaringan menuju jaringan lain. Komunikasi seluler adalah komunikasi modern yang mendukung mobilitas yang tinggi, sehingga dalam pembangunan lokasi BTS diperlukan lokasi yang dirasa sangat baik agar kelancaran komunikasi seluler dapat terjaga dengan baik. Sistem Pendukung Keputusan sebagai sebuah sistem berbasis komputer yang membantu dalam proses pengambilan keputusan. SPK sebagai sistem informasi berbasis komputer yang adaptif, interaktif, fleksibel, yang secara khusus dikembangkan untuk mendukung solusi dari permasalahan manajemen yang tidak terstruktur untuk meningkatkan kualitas pengambilan keputusan. Technique Order Pirefirence by Similarity to Ideal Solution(TOPSIS) merupakan suatu metode yang memiliki konsep dimana alternatif terpilih yang terbaik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif, namun juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif. Kriteria yang digunakan dalam sistem ini beragam, sesuai dengan lokasi yang disediakan oleh pihak PT. Indosat Tbk Medan. Data nilai pemohon yang telah dimasukkan kedalam sistem akan dihitung menggunakan metode TOPSIS, dengan mencari jarak terjauh dan terdekat dari solusi ideal positif dan negatif. Pemohon dengan nilai v tertinggi akan menempati urutan teratas dalam sistem ini. Berdasarkan hasil contoh kasus seleksi menunjukkan bahwa hasil perhitungan menggunakan sistem sama dengan perhitungan manual. Sistem ini mampu memberikan rekomendasi penentuan lokasi pembangunan Tower BTS yang baru.*

**Kata Kunci :** Sistem Pendukung Keputusan, Metode *Technique Order Pirefirence by Similarity to Ideal Solution(TOPSIS)*, Tower Base Transceiver Station (BTS)

### **PENDAHULUAN**

Tower BTS (Base Transceiver Station) pada umum adalah sebuah infrastruktur telekomunikasi yang memfasilitasi komunikasi nirkabel antara piranti komunikasi dan jaringan operator. Piranti komunikasi penerima sinyal BTS bisa telepon, telepon seluler, dan jaringan nirkabel sementara operator jaringannya yaitu GSM, CDMA, dan TDMA. Tower BTS secara umum berbentuk menara pemancar dengan ketinggian bervariasi antara 40-75 meter. BTS mengirimkan dan menerima sinyal radio ke perangkat mobile dan mengkonversi sinyal-sinyal tersebut menjadi sinyal digital untuk selanjutnya dikirim ke terminal lainnya untuk proses sirkulasi pesan atau data dan BTS merupakan suatu elemen dalam jaringan seluler (Cell Network) yang berperan penting sebagai pemancar dan penerima sinyal dari handphone (MS/Mobile Station). Nama lain dari BTS adalah Base Station (BS), Radio Base Station (RBS), atau node B (eNB). (Mulyanta, Edi S. "Pengenalan Protokol Jaringan Wireless Komputer", Hal. 167)

BTS secara khusus mempunyai peranan yang sangat besar dalam topologi jaringan provider telekomunikasi. Oleh karena itu, tidak heran jika provider mengeluarkan dana yang tidak sedikit untuk menentukan tempat pembangunan, mengelola dan memperbaiki satu BTS. BTS sendiri sebenarnya terdiri dari tiga bagian utama. Yakni, tower, shelter dan feeder. Dari ketiga komponen utama itu, towerlah yang paling jelas terlihat. Di bawah tower, biasanya ada sebuah bangunan yang biasanya berukuran 3 x 3 meter. Inilah yang disebut shelter. Di dalam terdapat berbagai combiner, module per carrier, core module (module, power supply, fan (kipas) pendingin, dan AC / DC converter). ([www.kamu-info.web.id](http://www.kamu-info.web.id), "Base Tranceiver Station", 21-04-16, 08.10 WIB).

Tujuan daripada penelitian ini untuk menentukan kriteria-kriteria menentukan lokasi pembangunan tower Base Transceiver Station (BTS) serta untuk menentukan beberapa alternative lokasi pembangunan tower BTS berdasarkan kriteria dan sub kriteria yang ada menggunakan metode Technique Order Pirefirence By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS).

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Pelaksanaan penelitian ini tidak terlepas dari beberapa hal yang menjadi kebutuhan mendasar seperti buku-buku yang menjadi referensi metode TOPSIS serta BTS yang dijadikan sebagai bahan uji coba dalam penelitian. Berdasarkan teori-teori yang didapatkan dari berbagai referensi yang digunakan

maka dapat dijadikan sebagai landasan dalam melakukan analisa serta perbandingan untuk mencapai tujuan penelitian ini.

## Metode

### Technique Order Pirefirence By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS)

TOPSIS adalah salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang pertama kali diperkenalkan oleh *Yoon dan Hwang* (1981). (Liyantanto, 2009). TOPSIS menggunakan prinsip bahwa alternatif yang terpilih harus mempunyai jarak terdekat dari solusi ideal positif dan jarak terpanjang (terjauh) dari solusi ideal negatif dari sudut pandang geometris dengan menggunakan jarak Euclidean (jarak antara dua titik) untuk menentukan kedekatan relatif dari suatu alternatif dengan solusi optimal. Solusi ideal positif didefinisikan sebagai jumlah dari seluruh nilai terbaik yang dapat dicapai untuk setiap atribut, sedangkan solusi negatif-ideal terdiri dari seluruh nilai terburuk yang dicapai untuk setiap atribut. TOPSIS mempertimbangkan keduanya, jarak terhadap solusi ideal positif dan jarak terhadap solusi ideal negatif dengan mengambil kedekatan relatif terhadap solusi ideal positif. Berdasarkan perbandingan terhadap jarak relatifnya, susunan prioritas alternatif bisa dicapai. Metode ini banyak digunakan untuk menyelesaikan pengambilan keputusan secara praktis. Hal ini disebabkan konsepnya sederhana dan mudah dipahami, komputasinya efisien, dan memiliki kemampuan mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan. TOPSIS telah digunakan dalam banyak aplikasi termasuk keputusan investasi keuangan, perbandingan performansi dari perusahaan, pebandingan dalam suatu industri khusus, pemilihan sistem operasi, evaluasi pelanggan, dan perancangan robot.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Proses penentuan lokasi pemasangan BTS berdasarkan TOPSIS.** Proses penentuan lokasi berdasarkan TOPSIS pada penelitian ini kriteria-kriteria pembangunan tower BTS terdiri dari :

1. Kriteria berdasarkan kepadatan penduduk, kriteria ini berhubungan dengan penentuan jumlah kepadatan penduduk di area rencana pembangunan tower BTS.
2. Kriteria berdasarkan Biaya, kriteria ini berhubungan dengan penentuan jumlah biaya yang akan dikeluarkan PT. Indosat untuk membeli atau menyewa lahan, rencana tempat akan dibangunnya tower BTS Indosat.
3. Kriteria berdasarkan Akses, kriteria ini berhubungan dengan penentuan jarak antara tower yang telah dibangun dengan tempat tower BTS yang akan di bangun oleh PT. Indosat Tbk Medan
4. Kriteria Lokasi Akses, kriteria ini berhubungan dengan penentuan tempat diaksesnya pembangunan tower BTS.

Berdasarkan urain diatas, Masukan awal adalah menentukan nilai kriteria, adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.** Kepentingan Kriteria

| Kriteria           | Nilai Kepentingan | Variabel |
|--------------------|-------------------|----------|
| Kepadatan Penduduk | 35%               | K1       |
| Biaya              | 25%               | K2       |
| Jarak              | 25%               | K3       |
| Lokasi Akses       | 15%               | K4       |

Dari tabel kepentingan kriteria berikut aspek penilaian tingkat kepentingan kriteria

Terdiri dari 1 sampai 5, yaitu:

- 1 = Sangat Rendah (SR),
- 2 = Rendah (R),
- 3 = Cukup (C),
- 4 = Tinggi (T),
- 5 = Sangat Tinggi (ST).

Pada pembahasan selanjutnya, menentukan analisa, batasan nilai dan grafik aplikasi FMADM untuk masing-masing kriteria. Kategori kepadatan penduduk pada penelitian ini ditentukan dari banyak jumlah penduduk. Kriteria kepadatan penduduk pada penelitian ini memiliki 4 kategori penilaian yaitu Sangat Padat, Cukup Padat, Padat, Kurang Padat. Berikut aspek penilaian kepadatan penduduk :

**Tabel 2.** Aspek Penilaian Kepadatan Penduduk

| No. | Deskripsi                                                 | Bobot | Predikat     |
|-----|-----------------------------------------------------------|-------|--------------|
| 1   | 20.000 jiwa/km <sup>2</sup> - 18.000 jiwa/km <sup>2</sup> | 5     | Sangat Padat |
| 2   | 17.999 jiwa/km <sup>2</sup> - 16.000 jiwa/km <sup>2</sup> | 4     | Cukup Padat  |
| 3   | 15.999 jiwa/km <sup>2</sup> - 14.000 jiwa/km <sup>2</sup> | 3     | Padat        |

|   |                                                           |   |              |
|---|-----------------------------------------------------------|---|--------------|
| 4 | 13.999 jiwa/km <sup>2</sup> - 10.000 jiwa/km <sup>2</sup> | 2 | Kurang Padat |
|---|-----------------------------------------------------------|---|--------------|

Batasan Nilai untuk pemberian nilai terhadap 4 kategori kepadatan penduduk, sebagai berikut :

**Tabel 3.** Fuzzy Kriteria “Kepadatan Penduduk”

| Atribut      | Variabel | Batasan Nilai  |
|--------------|----------|----------------|
| Sangat Padat | SP       | [17 ; 18 ; 20] |
| Cukup Padat  | CP       | [16 ; 17 ; 18] |
| Padat        | P        | [14 ; 15 ; 16] |
| Kurang Padat | KD       | [0 ; 13 ; 14]  |

Batasan Nilai untuk pemberian nilai terhadap 4 kategori kriteria kuantitas hasil kerja, sebagai berikut:

**Tabel 4.** Fuzzy Kriteria “Jarak”

| Atribut     | Variabel | Batasan Nilai |
|-------------|----------|---------------|
| Sangat Jauh | SJ       | [8 ; 9 ; 10]  |
| Jauh        | J        | [6 ; 7 ; 8]   |
| Cukup Jauh  | CJ       | [4 ; 5 ; 6]   |
| Kurang Jauh | KJ       | [1 ; 3 ; 4]   |

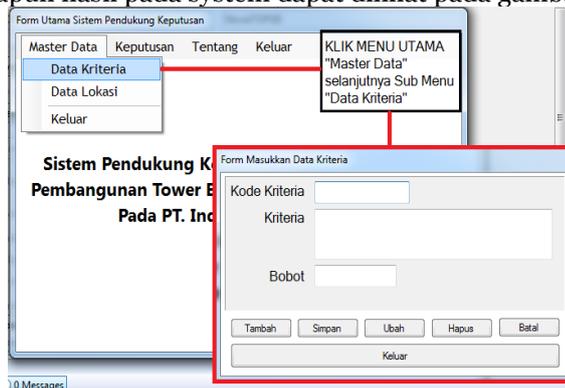
Langkah-langkah yang dilakukan dalam metode TOPSIS sebagai berikut:

1. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi.
2. Membuat matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot.
3. Menentukan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif.
4. Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi negatif.
5. Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif.

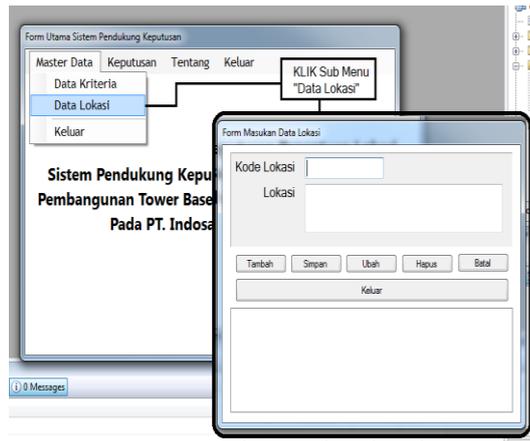
Hasil penilaian yang di lakukan berdasarkan teknik pengumpulan data yang dilakukan (Terlampir) berdasarkan 5 orang kuisioner, maka didapatkan nilai sebagai berikut, lokasi *tower* akan dibangun sekitar wilayah kota medan, dengan alternatif tempat pembangunan berada pada daerah:

1. Medan Amplas (A1)
2. Medan Denai (A2)
3. Medan Tembung (A3)
4. Medan Belawan (A4)
5. Medan Kota (A5)
6. Medan Helvetia (A6)

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini adalah menguji kinerja aplikasi pada proses pendukung keputusan. Adapun hasil pada system dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Kriteria



**Gambar 2.** Data Lokasi

| TABEL PENILAIAN    |       |       |       |
|--------------------|-------|-------|-------|
| Kepadatan Penduduk | Biaya | Jarak | Akses |
| 80                 | 80    | 78    | 83    |
| 82                 | 79    | 80    | 79    |
| 80                 | 82    | 78    | 80    |
| 82                 | 79    | 79    | 83    |
| 80                 | 82    | 79    | 79    |
| 80                 | 80    | 78    | 78    |

| TABEL KEPUTUSAN |                 |
|-----------------|-----------------|
| Lokasi          | Nilai Keputusan |
| Medan Helvetia  | 0,8332          |
| Medan Amplas    | 0,5581          |
| Medan Tembung   | 0,5467          |
| Medan Kota      | 0,5421          |
| Medan Denai     | 0,5227          |
| Medan Belawan   | 0,4288          |

**Gambar 3.** Hasil Keputusan

**KESIMPULAN**

1. Proses penentuan kriteria-kriteria penentuan tempat lokasi pembangunan tower BTS yang digunakan yaitu Kepadatan Penduduk, Biaya, Jarak, Lokasi Akses kriteria-kriteria ini dapat dijadikan sebagai kriteria yang baik dalam pengambilan keputusan penentuan tempat lokasi pembangunan tower BTS.
2. Sistem Pendukung Keputusan penentuan tempat lokasi pembangunan tower BTS ini mampu menghasilkan alternatif tempat pembangunan tower yang baik dengan metode pendukung keputusan menggunakan metode TOPSIS.
3. Perancangan Hasil perhitungan TOPSIS yang diterapkan ini dapat menghasilkan keluaran tempat pembangunan tower BTS yang dijadikan sebagai alternatif pendukung keputusan untuk direkomendasikan pembangunan tower BTS oleh PT. Indosat sesuai dengan nilai alternatif terbaik dan tertinggi.

**DAFTAR PUSTAKA**

Kusrini. 2007. *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Penerbit Andi, Yogyakarta  
 Kusumadewi, Sri, dkk, 2006. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy FAMDM)*. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.  
 Turban, E., dkk., 2005, “*Decision Support systems and Intelligent Systems Edisi 7 Jilid 1*”, Andi, Yogyakarta.  
 Surbakti, Irfan, 2002, *Sistem Pendukung Keputusan*, Surabaya  
 Al-Bahra Bin Ladjamudin, 2005, *Analisis dan Desain Sistem Informasi*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.  
 Jogyanto., 2003, *Pengenalan Sistem Informasi*, Andi, Yogyakarta  
 Arief, Rudyanto. (2006). *Pemrogramann Basis Data Menggunakan MySQL, Trnsact- SQL dengan Microsoft SQL Server 2000*. Yogyakarta: Andi Offset.  
 Saaty, TL the AHP Pittsburgh University Pers, 2003  
 Johannes Suprpto M.A, *Teknik Pengambilan Keputusan*, 2003  
 Priyanto R, 2009, “*Langsung Bisa VB.Net 2008*”, Andi, Yogyakarta.

## PERBAIKAN KUALITAS CITRA DENGAN METODE GAUSSIAN DAN KOMPRESI GAMBAR MENGGUNAKAN ALGORITMA HUFFMAN

Umami Humaira Hasibuan

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[ummihumairahasibuan@gmail.com](mailto:ummihumairahasibuan@gmail.com)

**Abstrak.** Pengolahan citra adalah sebuah proses pengolahan yang inputnya adalah citra. Outputnya dapat berupa citra atau sekumpulan karakteristik atau parameter yang berhubungan dengan citra. memperbaiki kualitas citra memerlukan beberapa metode salah satunya adalah metode Gaussian, secara meluas telah digunakan dalam bidang analisis citra terutama untuk proses penghalusan (*smoothing*), pengaburan (*blurring*), menghilangkan detil, dan menghilangkan derau (*noise*). Gaussian adalah sebuah filter yang menempatkan warna transisi yang signifikan dalam sebuah image, kemudian membuat warna –warna pertengahan untuk menciptakan efek lembut, efek autofokus untuk mengurangi detail dan menciptakan efek berkabut pada sisi sebuah image. Citra yang terbentuk menjadi berkualitas buruk karena mengalami derau (*noise*) pada saat pengambilan gambar, akibat pengiriman melalui saluran transmisi, kurang cahaya sehingga gelap atau terang, kurang tajam, kabur akibat pergerakan horizontal atau vertikal dan sebagainya. Kompresi gambar adalah aplikasi kompresi data yang dilakukan terhadap citra digital dengan tujuan untuk mengurangi redundansi dari data-data yang terdapat dalam citra sehingga dapat disimpan atau ditransmisikan secara efisien. Algoritma huffman adalah sebuah algoritma kompresi yang bisa digunakan untuk memperkecil kapasitas suatu file dari file aslinya, pada file gambar kompresi yang dilakukan adalah pada saat proses perbaikan noise dan hasilnya disimpan maka proses penyimpanan dilakukan dengan menerapkan algoritma huffman. Algoritma huffman akan menggunakan “prefix-tree” dalam melakukan pembentukan kode-kode huffman. Kode inilah yang akan menggantikan setiap byte pada data. “prefix-tree” ini jugalah yang akan digunakan untuk menerjemahkan kembali byte data semula.

**Kata Kunci :** Perbaikan Citra, Metode Gaussian, Kompresi Gambar, Algoritma Huffman.

### PENDAHULUAN

Citra atau *Image* merupakan istilah lain dari gambar, yang merupakan informasi berbentuk visual. Suatu citra diperoleh dari penangkapan kekuatan sinar yang dipantulkan oleh objek. Ketika sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian cahaya tersebut dan suatu citra adalah fungsi intensitas 2 dimensi. Pengolahan citra adalah sebuah proses pengolahan yang inputnya adalah citra. Outputnya dapat berupa citra atau sekumpulan karakteristik atau parameter yang berhubungan dengan citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer.

Ketika kita memperbaiki kualitas citra kita memerlukan beberapa metode salah satunya adalah metode *Gaussian*, secara meluas telah digunakan dalam bidang analisis citra terutama untuk proses penghalusan (*smoothing*), pengaburan (*blurring*), menghilangkan detil, dan menghilangkan derau (*noise*). Gaussian adalah sebuah filter yang menempatkan warna transisi yang signifikan dalam sebuah *image*, kemudian membuat warna –warna pertengahan untuk menciptakan efek lembut, efek autofokus untuk mengurangi detail dan menciptakan efek berkabut pada sisi sebuah *image* (Dessy Purwandani, 2015). Untuk meningkatkan kualitas hasil proses perbaikan kualitas citra maka lebih baik manipulasi citra dilakukan dalam domain frekuensi (Dessy Purwandani, 2015). Citra yang terbentuk menjadi berkualitas buruk karena mengalami derau (*noise*) pada saat pengambilan gambar, akibat pengiriman melalui saluran transmisi, kurang cahaya sehingga gelap atau terang, kurang tajam, kabur akibat pergerakan horizontal atau vertikal dan sebagainya. Tujuan dari penelitian ini adalah memperbaiki kualitas citra, mengetahui proses kompresi citra.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

bahan penelitian yang digunakan sebagai objek adalah gambar (citra) dengan berformat jpg dan jpeg dengan ukuran gambar 512 x 521. Untuk memperbaiki kualitas daripada citra digunakan metode gaussian dan untuk mengkompresi gambar tersebut menggunakan algoritma huffman.

#### Metode Gaussian

Penapisan isyarat terbatas tapis median hanya terdiri dari blok-blok (lingkungan tetangga) dan tepitepi yang konstan. Lingkungan tetangga yang konstan adalah daerah dengan nilai konstan sekurang-kurangnya  $n+1$  (lebih dari setengah luas  $N$ ) dan tepi adalah daerah datar sepanjang antara

dua lingkungan tetangga konstan. Pada citra bitmap 24-bit, tiap pixelnya mengandung 24-bit kandungan warna atau 8-bit untuk masing-masing warna dasar (R,G,danB), dengan kisaran nilai kandungan antara 0 (00000000) sampai 255 (11111111) untuk tiap warna. Pada contoh format citra 24-bit data pertama adalah *header* yang berisi informasi nama *file*, jenis format dan dimensi citra. Dibawah data bitmap terdapat pixel pertama mempunyai R = 10010000 (biner), G = 01011010 (biner), B= 011110001 (biner). Bagian terkecil sebuah citra adalah pixel yang memiliki nilai intensitas hasil kuantisasi peralatan digital. Citra warna memiliki tiga komponen warna yang setiap komponen warna menggunakan penyimpanan 8bit atau 1 *byte*. Berarti jumlah bit dalam 1 pixel adalah sebanyak 3 x 8bit = 24bit. Jadi untuk menghitung jumlah pixel sebuah citra dilakukan dengan membagi nilai intensitas citra dengan 24bit (Dessy Purwandani, 2015).

**Huffman**

Teknik kompresi yang dikembangkan dalam dokumen tersebut bernama *Huffman* dan berbasis statistik. Algoritma *Huffman* adalah teknik “*prefix-tree*” dimana menggunakan sebuah pohon biner guna menghasilkan kode pengganti yang optimal bagi simbol-simbol dengan probabilitas kemunculan yang lebih tinggi (Sayood, K, 2003). Letak keberhasilan kompresi dengan metode ini adalah menerapkan variable length gantinya fixed length. Misal pada representasi ASCII, sebuah karakter disimpan dengan ukuran seragam 8 bit. Dengan menerapkan variable length, maka simbol yang memiliki probabilitas kemunculan yang lebih tinggi diberi *codeword* dengan ukuran lebih kecil. Untuk mencapai maksud tersebut, algoritma ini mengkonstruksi pohon biner yang dinamakan “*prefix-tree*” atau pohon *Huffman*. Dinamakan demikian oleh karena tidak ada *codeword* yang dihasilkan merupakan awalan dari *codeword* lainnya. Algoritma *huffman* akan menggunakan “*prefix-tree*” dalam melakukan pembentukan kode-kode huffman. Kode inilah yang akan menggantikan setiap byte pada data. “*prefix-tree*” ini jugalah yang akan digunakan untuk menerjemahkan kembali byte data semula.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Ekstraksi Berdasarkan Metode Gaussian.** Untuk mendapatkan masing-masing nilai R, G dan B dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Nilai R = c and 255 .....(1)

Nilai G = (c and 65280) / 256 .....(2)

Nilai B = ((c and 16711680) / 256)/256.....(3)

Dimana c adalah nilai pixel citra

Perhitungan Nilai RGB:

1. Nilai pixel (0,0) adalah 111100001111000011111111  
 Nilai R = 111100001111000011111111 and 11111111 = 11111111 dalam biner = 255 (desimal)  
 Nilai G = (111100001111000011111111 and 1111111100000000) / 100000000 = 11110000 (biner) = 240 (desimal)  
 Nilai B = ((111100001111000011111111 and 111111110000000000000000) / 100000000) / 100000000 = 11110000 = 240 (desimal) Sehingga diperoleh nilai R G B pixel (0,0):  
 R = 11110001 = 255 (desimal)  
 G = 10110100 = 240 (desimal)  
 B = 10010000 = 240 (desimal)
  
2. Nilai pixel (0,1) adalah 100000011110000111110000 (24 bit).  
 Nilai R = 100000011110000111110000 and 11111111= 11110000 dalam biner = 240 (desimal)  
 Nilai G = (100000011110000111110000 and 1111111100000000) / 100000000 = 11100001 (biner) = 225 (desimal)  
 Nilai B = ((100000011110000111110000 and 111111110000000000000000) / 100000000) / 100000000 = 10000001 = 129 (desimal) Sehingga diperoleh nilai R G B pixel (0,1):  
 R = 11110001 = 240 (desimal)  
 G = 10110100 = 225 (desimal)  
 B = 10010000 = 129 (desimal)
  
3. Nilai pixel (0,2) adalah 110000001111000011111111 (24 bit).  
 Nilai R = 110000001111000011111111 and 11111111= 11111111 dalam biner = 255 (desimal)  
 Nilai G = (110000001111000011111111 and 1111111100000000) / 100000000 = 11110000 (biner) = 240 (desimal)  
 Nilai B = ((110000001111000011111111 and 111111110000000000000000) / 100000000) / 100000000 = 11000000 = 192 (desimal) Sehingga diperoleh nilai R G B pixel (0,2):  
 R = 11110001 = 255 (desimal)  
 G = 10110100 = 240 (desimal)

- B = 10010000 = 192 (desimal)
4. Nilai pixel (1,0) adalah 101110011110000111110000 (24 bit).  
 Nilai R = 101110011110000111110000 and 11111111 = 11110000 dalam biner = 240 (desimal)  
 Nilai G = (101110011110000111110000 and 1111111100000000)/100000000 = 11100001 (biner) = 225 (desimal)  
 Nilai B = ((101110011110000111110000 and 1111111100000000000000000000)/100000000)/100000000 = 10111001 = 185 (desimal) Sehingga diperoleh nilai R G B pixel (1,0):  
 R = 11110001 = 240 (desimal)  
 G = 10110100 = 225 (desimal)  
 B = 10010000 = 185 (desimal)
5. Nilai pixel (1,1) adalah 11110000111110011110011  
 Nilai R = 11110000111110011110011 and 11111111 = 11110011 dalam biner = 243 (desimal)  
 Nilai G = (11110000111110011110011 and 111111110000000000)/100000000 = 11111100 (biner) = 252 (desimal)  
 Nilai B = ((11110000111110011110011 and 1111111100000000000000000000)/100000000)/100000000 = 11110000 = 240 (desimal) Sehingga diperoleh nilai R G B pixel (1,1):  
 R = 11110001 = 243 (desimal)  
 G = 10110100 = 252 (desimal)  
 B = 10010000 = 249 (desimal)
6. Nilai pixel (1,2) adalah 110110011110000101110010  
 Nilai R = 110110011110000101110010 and 11111111 = 1110010 dalam biner = 114 (desimal)  
 Nilai G = (110110011110000101110010 and 111111110000000000)/100000000 = 11100001 (biner) = 225 (desimal)  
 Nilai B = ((110110011110000101110010 and 1111111100000000000000000000)/100000000)/100000000 = 11011001 = 217 (desimal) Sehingga diperoleh nilai R G B pixel (1,2):  
 R = 11110001 = 114 (desimal)  
 G = 10110100 = 225 (desimal)  
 B = 10010000 = 217 (desimal)
7. Nilai pixel (2,0) adalah 010100001111000011100111  
 Nilai R = 010100001111000011100111 and 11111111 = 11100111 dalam biner = 231 (desimal)  
 Nilai G = (010100001111000011100111 and 111111110000000000)/100000000 = 11110000 (biner) = 240 (desimal)  
 Nilai B = ((010100001111000011100111 and 1111111100000000000000000000)/100000000)/100000000 = 1010000 = 80 (desimal) Sehingga diperoleh nilai R G B pixel (2,0):  
 R = 11110001 = 231 (desimal)  
 G = 10110100 = 240 (desimal)  
 B = 10010000 = 80 (desimal)
8. Nilai pixel (2,1) adalah 101110110011000011111100  
 Nilai R = 101110110011000011111100 and 11111111 = 11111100 dalam biner = 252 (desimal)  
 Nilai G = (101110110011000011111100 and 111111110000000000)/100000000 = 110000 (biner) = 48 (desimal)  
 Nilai B = ((101110110011000011111100 and 1111111100000000000000000000)/100000000)/100000000 = 10111011 = 187 (desimal) Sehingga diperoleh nilai R G B pixel (2,1):  
 R = 11110001 = 252 (desimal)  
 G = 10110100 = 48 (desimal)  
 B = 10010000 = 187 (desimal)
9. Nilai pixel (2,2) adalah 101110111111000010011100  
 Nilai R = 101110111111000010011100 and 11111111 = 10011100 dalam biner = 156 (desimal)  
 Nilai G = (101110111111000010011100 and 111111110000000000)/100000000 = 11110000 (biner) = 240 (desimal)  
 Nilai B = ((101110111111000010011100 and 1111111100000000000000000000)/100000000)/100000000 = 10111011 = 187 (desimal) Sehingga diperoleh nilai R G B pixel (2,2):  
 R = 11110001 = 156 (desimal)  
 G = 10110100 = 240 (desimal)  
 B = 10010000 = 187 (desimal)

Selanjutnya nilai RGB semua pixel pada citra noise blok 1 dimasukkan ke dalam matriks seperti dibawah ini

|             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| 255,240,240 | 240,225,129 | 255,240,192 |
| 240,225,185 | 243,252,249 | 114,225,217 |
| 231,240,80  | 252,48,187  | 156,240,187 |

**Proses kompresi berdasarkan algoritma huffman.** Berikut adalah Algoritma Huffman:

1. Baca Binari yang akan diencoding
2. Hitung frekuensi dari setiap binari yang ada.
3. Urutkan dari frekuensi kemunculan yang terkecil hingga yang terbesar.
4. Buat pohon Huffman dengan cara :
  - a. Setiap karakter dinyatakan sebagai pohon bersimpul tunggal dan setiap karakter disertai dengan jumlah frekuensi kemunculannya.
  - b. Gabungkan dua pohon dengan frekuensi terkecil pada sebuah akar.
  - c. Setelah digabungkan akar tersebut akan mempunyai frekuensi yang merupakan jumlah frekuensi dari dua pohon penyusun tersebut.
  - d. Ulangi hingga hanya tersisa satu buah pohon Huffman. Dan urutkan berdasarkan frekuensi dari yang terkecil ke yang terbesar.
  - e. Jika frekuensi kedua pohon sama, maka beri simbol 0 untuk sebelah kiri dan simbol 1 untuk sebelah kanan. Dan jika frekuensi kedua pohon berbeda, maka beri simbol 0 untuk frekuensi yang lebih kecil dan 1 untuk frekuensi yang lebih besar.
5. Setelah pohon Huffman selesai. Urutkanlah biner yang terbentuk dari akar hingga ke karakter tunggal.
6. Urutan biner tersebut adalah kode Huffman yang menggantikan kode ASCII untuk mempresentasikan karakter tersebut.

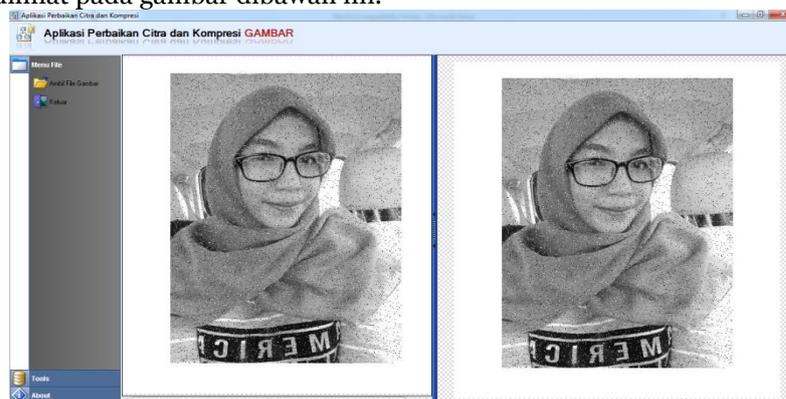
Setelah proses *encoding* dilakukan, maka akan dapat diperoleh persentase dari kompresi dengan persamaan :

$$\frac{\text{Jumlah File Asli (Bit)} - \text{Jumlah Hasil Kompresi (Bit)}}{\text{Jumlah File Asli (Bit)}} \times 100\%$$

Dan diperoleh rasio kompresi dengan persamaan:

$$Cr = \left( \frac{\text{ukuran file asli}}{\text{ukuran file kompresi}} \right)$$

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari aplikasi. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 1.** Hasil Perbaikan Citra

**KESIMPULAN**

1. Penerapan metode *Gaussian* dalam memproses perbaikan kualitas citra bisa menghilangkan *noise* yang ada pada citra tanpa mengurangi intensitas warna.
2. Algoritma *Huffman* yang dirancang bisa membuat *file* gambar hasil perbaikan menjadi lebih baik, ada sedikit perbedaan antara gambar asli dengan gambar hasil perbaikan *sizenya* jauh lebih besar gambar hasil perbaikan walaupun sudah dikompresi hal ini disebabkan adanya perubahan *header* pada *file* gambar
3. Penggunaan bahasa pemrograman *Visual Basic.Net 2010* dalam merancang program perbaikan kualitas citra dapat dilakukan dengan baik
4. Proses perbaikan citra yang cukup cepat dan dengan *error rate* yang kecil menjadikan aplikasi yang dirancang cukup baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Rinaldi Munir, 2004 *“Pengolahan Citra Digital”*, Bandung.  
Abdul Kadir, 2013, *“Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra”*, Yogyakarta.  
Darma Putra, 2010, *“Pengolahan Citra Digital”*, Yogyakarta.  
Dessy Purwadani, Pelita Informatika Budidarma, Volume:IX, Nomor: 2, Maret 2012  
T.Sutoyo, dkk, 2009, *“Teori Pengolahan Citra Digital”*.  
Indrajani, S.Kom, MM., 2011 *“Perancangan Basis Data Dalam Allin1*, Elex Media Komputindo, Jakarta.  
Nugroho, 2009, *“Rekayasa Perangkat Lunak menggunakan UML”*, Yogyakarta.

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN PENERIMA BONUS KARYAWAN DENGAN METODE *SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING* (STUDI KASUS: PT. BANK NATIONALNOBU, TBK)**

**Monica Citra D. Manurung<sup>1</sup>, Berto Nadeak, M.Kom<sup>2</sup>**

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
Dosen Tetap STMIK Budi Darma Medan  
[monika.manurung90@gmail.com](mailto:monika.manurung90@gmail.com)

**Abstrak.** *Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau Decision Support system (DSS) adalah sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi, pemodelan dan pemanipulasian data yang digunakan untuk membantu pengambilan keputusan pada situasi yang semi terstruktur dan situasi yang tidak terstruktur dimana tak seorang pun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat. Cikal bakal SPK tersebut sebagai sistem berbasis komputer yang interaktif, yang membantu pengambil keputusan dengan menggunakan data dan model untuk memecahkan persoalan-persoalan tak terstruktur. PT. Bank Nationalnobi, Tbk setiap tahunnya akan memberikan bonus kepada masing-masing karyawan yang memenuhi kualifikasi berdasarkan ranking prestasi yang diperoleh. Pada PT Bank Nationalnobi Tbk, penilaian kinerja karyawan masih dilakukan secara manual yang masih menggunakan Ms. Excel akan diganti dengan menggunakan sistem agar mempercepat dan mempermudah melakukan penilaian untuk menentukan ranking karyawan. Metode Simple Additive Weighting (SAW). SAW merupakan salah satu metode dalam pengambilan keputusan. Salah satu contoh, jika ada 2 orang karyawan yang akan menerima bonus dan dilakukan penilaian. Dengan menggunakan metode SAW, kita melihat kriteria apa saja yang perlu dinilai terhadap kedua karyawan tersebut. Kriterianya adalah kehadiran, tanggung jawab, sikap/tingkah laku, kinerja, target pekerjaan, dan kerapian. Simple Additive Weighting (SAW), berperan sebagai metode pada proses pembobotan atas Key Performance Indicator (KPI) karyawan yang mencerminkan hasil pencapaian sasaran kerja karyawan yang sedang dinilai kinerjanya. Dengan metode SAW, sistem dapat melakukan komputasi atas performansi kerja pegawai. Salah satu yang menjadi dasar penentuan bonus bagi karyawan yang berhak adalah melalui penilaian performansi kerja karyawan. Apa saja hal yang termasuk dalam performansi kerja atau kinerja karyawan yaitu posisi/ jabatan karyawan tersebut. Posisi/ jabatan akan dijadikan sebagai objek penilaian.*

**Kata Kunci :** *Sistem Pendukung Keputusan, Simple Additive Weighting, Bonus.*

### **PENDAHULUAN**

Kata bonus sering kita dengar di dalam dunia pekerjaan baik dalam instansi pemerintah maupun pada perusahaan negeri dan swasta. Bonus adalah kompensasi tambahan yang diberikan kepada seorang karyawan yang nilainya di atas gaji normalnya. Bonus bisa digunakan sebagai penghargaan terhadap pencapaian tujuan-tujuan spesifik yang ditetapkan oleh perusahaan, atau untuk dedikasinya kepada perusahaan. Orang terkadang menjadikan bonus sebagai pendapatan tambahan selain gaji. Bonus ada berbagai macam jenisnya, seperti bonus akhir tahun, bonus capai target, bonus kinerja karyawan dan masih banyak bonus-bonus lainnya tergantung objek yang dilihat perusahaan tersebut. Akibatnya banyaknya faktor yang harus ditentukan untuk memilih karyawan yang berhak mendapatkan bonus maka, ada beberapa solusi agar dapat menentukan karyawan yang berhak mendapatkan bonus. Salah satu solusi untuk penentuan bonus yang diberikan kepada karyawan dilakukan dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). SAW merupakan salah satu metode dalam pengambilan keputusan. Salah satu contoh, jika ada 2 orang karyawan yang akan menerima bonus dan dilakukan penilaian. Dengan menggunakan metode SAW, kita melihat kriteria apa saja yang perlu dinilai terhadap kedua karyawan tersebut. Kriterianya adalah kehadiran, tanggung jawab, sikap/tingkah laku, kinerja, target pekerjaan, dan kerapian. Dari kriteria tersebut masing-masing memiliki bobot/nilai yang berbeda-beda. Nilai dari masing-masing kriteria akan dikalikan dengan masing-masing bobot kriteria tersebut. Maka dari hasil tersebut kita akan melihat nilai yang tertinggi dari kedua karyawan tersebut. Yang menjadi masalah yang dihadapi dalam pemberian bonus tersebut adalah banyaknya kriteria yang harus dinilai dengan perkalian bobot yang memiliki nilai yang berbeda-beda. Tujuan dari penelitian ini untuk menjelaskan proses penentuan penerima bonus karyawan pada PT. Bank Nationalnobi, Tbk, dan menjelaskan cara kerja metode *Simple Additive Weighting* (SAW) dalam proses penentuan penerima bonus karyawan pada PT. Bank Nationalnobi, Tbk.

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan**

Bahan penelitian yang digunakan adalah teori-teori pendukung mengenai pemberian bonus pada karyawan PT. Bank Nationalnobi dengan kriteria yang terdiri dari kehadiran, tanggung jawab, sikap/tingkah laku, kinerja, target pekerjaan, dan kerapian.

**Metode**

**Simple Additive Weighting (SAW)**

Metode ini merupakan metode yang paling terkenal dan paling banyak digunakan dalam menghadapi situasi Multiple Attribute Decision Making (MADM). MADM itu sendiri merupakan suatu metode yang digunakan untuk mencari alternatif optimal dari sejumlah alternatif dengan kriteria tertentu. Metode SAW ini mengharuskan pembuat keputusan menentukan bobot bagi setiap atribut. Skor total untuk alternatif diperoleh dengan menjumlahkan seluruh hasil perkalian antara rating (yang dapat dibandingkan lintas atribut) dan bobot tiap atribut. Rating tiap atribut haruslah bebas dimensi dalam arti telah melewati proses normalisasi matriks sebelumnya. Proses pengambilan keputusan adalah memilih suatu alternatif. Metode SAW sering juga dikenal istilah metode penjumlahan terbobot. Konsep dasar metode SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut. Metode SAW membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke suatu skala yang dapat dibandingkan dengan semua rating alternatif yang ada.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Pemberian Bonus Karyawan Berdasarkan Simple Additive Weighting (SAW).**

Proses yang dilakukan dalam pemberian bonus karyawan berdasarkan Simple Additive Weighting (SAW) dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

- a. Menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan, yaitu Ci.
- b. Menentukan rating kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria.
- c. Membuat matriks keputusan berdasarkan kriteria(Ci), kemudian melakukan normalisasi matriks berdasarkan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut (atribut keuntungan ataupun atribut biaya) sehingga diperoleh matriks ternormalisasi R.
- d. Hasil akhir diperoleh dari proses perankingan yaitu penjumlahan dari perkalian matriks ternormalisasi R dengan vektor bobot sehingga diperoleh nilai terbesar yang dipilih sebagai alternatif terbaik (Ai) sebagai solusi.

Rumus untuk melakukan normalisasi tersebut adalah :

$$rij = \begin{cases} \frac{Xij}{Max Xij} \\ \frac{Min Xij}{Xij} \end{cases}$$

Jika j adalah atribut keuntungan (benefit)

Jika j adalah atribut biaya (cost)

Dimana :

Rij = rating kinerja ternormalisasi

Max Xij = nilai maksimum dari setiap baris dan kolom

Min Xij = nilai minimum dari setiap baris dan kolom

Xij = baris dan kolom dari matriks

Dengan rij adalah rating kinerja ternormalisasi dari alternatif Ai pada atribut Cj; i =1,2,...m dan j = 1,2,...,n. Nilai preferensi untuk setiap alternatif (Vi) diberikan sebagai :

$$Vi = \sum_{j=1}^n W_j r_{ij}$$

Dimana :

Vi = Nilai akhir dari alternatif

wj = Bobot yang telah ditentukan

rij = Normalisasi matriks

Nilai Vi yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternative Ai lebih terpilih

Ada 19 karyawan yang akan dinilai, yaitu:

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| A1 = Lesrinda Sitinjak  | A11 = Margareta Moe |
| A2 = Wenny Hasudungan   | A12 = Venny Wijaya  |
| A3 = Billy Heran Sinaga | A13 = Selly Luo     |
| A4 = Gusti Randa        | A14 = Yuanta Dwi    |
| A5 = Grace Kelly Sinaga | A15 = Emilia Kwok   |

A6 = Marco Jeffrey  
A7 = Monika Citra D M  
A8 = Ricky Wijaya  
A9 = Rivinalie  
A10 = Selly Chen

A16 = Julica Witono  
A17 = Netty Lok  
A18 = Rina Salim  
A19 = Veni

**Tabel 1.** Kriteria

| No | Alternatif | Kriteria |    |    |    |    |    |
|----|------------|----------|----|----|----|----|----|
|    |            | C1       | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| 1  | A1         | 90       | 80 | 90 | 85 | 75 | 60 |
| 2  | A2         | 90       | 85 | 90 | 80 | 80 | 70 |
| 3  | A3         | 95       | 70 | 90 | 75 | 78 | 75 |
| 4  | A4         | 80       | 90 | 90 | 85 | 85 | 65 |
| 5  | A5         | 90       | 85 | 80 | 73 | 77 | 85 |
| 6  | A6         | 85       | 83 | 80 | 80 | 79 | 74 |
| 7  | A7         | 90       | 85 | 80 | 75 | 80 | 75 |
| 8  | A8         | 75       | 90 | 80 | 85 | 80 | 82 |
| 9  | A9         | 85       | 85 | 80 | 75 | 75 | 78 |
| 10 | A10        | 85       | 90 | 89 | 80 | 77 | 82 |
| 11 | A11        | 90       | 85 | 75 | 80 | 77 | 75 |
| 12 | A12        | 80       | 85 | 80 | 76 | 80 | 78 |
| 13 | A13        | 80       | 85 | 80 | 80 | 85 | 79 |
| 14 | A14        | 90       | 80 | 82 | 80 | 80 | 78 |
| 15 | A15        | 80       | 77 | 90 | 80 | 85 | 85 |
| 16 | A16        | 75       | 85 | 80 | 80 | 76 | 80 |
| 17 | A17        | 85       | 80 | 80 | 80 | 75 | 75 |
| 18 | A18        | 83       | 85 | 78 | 78 | 77 | 77 |
| 19 | A19        | 80       | 80 | 85 | 75 | 78 | 80 |

Tiap baris dari masing-masing kolom akan dibagi dengan nilai maksimal masing-masing kolom.

Kolom C1:

- A1,C1 = 90 : 95 = 0.947
- A2,C1 = 90 : 95 = 0.947
- A3,C1 = 95 : 95 = 1
- A4,C1 = 80 : 95 = 0.842
- A5,C1 = 90 : 95 = 0.947
- A6,C1 = 85 : 95 = 0.895
- A7,C1 = 90 : 95 = 0.947
- A8,C1 = 75 : 95 = 0.789
- A9,C1 = 85 : 95 = 0.895
- A10,C1 = 85 : 95 = 0.895
- A11,C1 = 90 : 95 = 0.947
- A12,C1 = 80 : 95 = 0.842
- A13,C1 = 80 : 95 = 0.842
- A14,C1 = 90 : 95 = 0.947
- A15,C1 = 80 : 95 = 0.842
- A16,C1 = 75 : 95 = 0.789
- A17,C1 = 85 : 95 = 0.895
- A18,C1 = 83 : 95 = 0.874
- A19,C1 = 80 : 95 = 0.842

Kolom C2:

- A1,C2 = 80 : 90 = 0.889
- A2,C2 = 85 : 90 = 0.944
- A3,C2 = 70 : 90 = 0.778
- A4,C2 = 90 : 90 = 1
- A5,C2 = 85 : 90 = 0.944
- A6,C2 = 83 : 90 = 0.922
- A7,C2 = 85 : 90 = 0.944
- A8,C2 = 90 : 90 = 1
- A9,C2 = 85 : 90 = 0.944

|        |   |         |   |       |
|--------|---|---------|---|-------|
| A10,C2 | = | 90 : 90 | = | 1     |
| A11,C2 | = | 85 : 90 | = | 0.944 |
| A12,C2 | = | 85 : 90 | = | 0.944 |
| A13,C2 | = | 85 : 90 | = | 0.944 |
| A14,C2 | = | 80 : 90 | = | 0.889 |
| A15,C2 | = | 77 : 90 | = | 0.856 |
| A16,C2 | = | 85 : 90 | = | 0.944 |
| A17,C2 | = | 80 : 90 | = | 0.889 |
| A18,C2 | = | 85 : 90 | = | 0.944 |
| A19,C2 | = | 80 : 90 | = | 0.889 |

## Kolom C3:

|        |   |         |   |       |
|--------|---|---------|---|-------|
| A1,C3  | = | 90 : 90 | = | 1     |
| A2,C3  | = | 90 : 90 | = | 1     |
| A3,C3  | = | 90 : 90 | = | 1     |
| A4,C3  | = | 90 : 90 | = | 1     |
| A5,C3  | = | 80 : 90 | = | 0.889 |
| A6,C3  | = | 80 : 90 | = | 0.889 |
| A7,C3  | = | 80 : 90 | = | 0.889 |
| A8,C3  | = | 80 : 90 | = | 0.889 |
| A9,C3  | = | 80 : 90 | = | 0.889 |
| A10,C3 | = | 89 : 90 | = | 0.989 |
| A11,C3 | = | 75 : 90 | = | 0.833 |
| A12,C3 | = | 80 : 90 | = | 0.889 |
| A13,C3 | = | 80 : 90 | = | 0.889 |
| A14,C3 | = | 82 : 90 | = | 0.911 |
| A15,C3 | = | 90 : 90 | = | 1     |
| A16,C3 | = | 80 : 90 | = | 0.889 |
| A17,C3 | = | 80 : 90 | = | 0.889 |
| A18,C3 | = | 78 : 90 | = | 0.867 |
| A19,C3 | = | 85 : 90 | = | 0.944 |

## Kolom C4:

|        |   |         |   |       |
|--------|---|---------|---|-------|
| A1,C4  | = | 85 : 85 | = | 1     |
| A2,C4  | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A3,C4  | = | 75 : 85 | = | 0.882 |
| A4,C4  | = | 85 : 85 | = | 1     |
| A5,C4  | = | 73 : 85 | = | 0.859 |
| A6,C4  | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A7,C4  | = | 75 : 85 | = | 0.882 |
| A8,C4  | = | 85 : 85 | = | 1     |
| A9,C4  | = | 75 : 85 | = | 0.882 |
| A10,C4 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A11,C4 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A12,C4 | = | 76 : 85 | = | 0.894 |
| A13,C4 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A14,C  | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A15,C4 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A16,C4 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A17,C4 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A18,C4 | = | 78 : 95 | = | 0.918 |
| A19,C4 | = | 85 : 95 | = | 0.882 |
| A17,C4 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |

## Kolom C5:

|       |   |         |   |       |
|-------|---|---------|---|-------|
| A1,C5 | = | 75 : 85 | = | 0.882 |
| A2,C5 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A3,C5 | = | 78 : 85 | = | 0.918 |
| A4,C5 | = | 85 : 85 | = | 1     |
| A5,C5 | = | 77 : 85 | = | 0.906 |
| A6,C5 | = | 79 : 85 | = | 0.929 |
| A7,C5 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |

|        |   |         |   |       |
|--------|---|---------|---|-------|
| A8,C5  | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A9,C5  | = | 75 : 85 | = | 0.882 |
| A10,C5 | = | 77 : 85 | = | 0.906 |
| A11,C5 | = | 77 : 85 | = | 0.906 |
| A12,C5 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A13,C5 | = | 85 : 85 | = | 1     |
| A14,C5 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A15,C5 | = | 85 : 85 | = | 1     |
| A16,C5 | = | 76 : 85 | = | 0.894 |
| A17,C5 | = | 75 : 85 | = | 0.882 |
| A18,C5 | = | 77 : 85 | = | 0.906 |
| A19,C5 | = | 78 : 85 | = | 0.918 |

Kolom C6:

|        |   |         |   |       |
|--------|---|---------|---|-------|
| A1,C6  | = | 60 : 85 | = | 0.706 |
| A2,C6  | = | 70 : 85 | = | 0.824 |
| A3,C6  | = | 75 : 85 | = | 0.882 |
| A4,C6  | = | 65 : 85 | = | 0.842 |
| A5,C6  | = | 85 : 85 | = | 0.765 |
| A6,C6  | = | 74 : 85 | = | 1     |
| A7,C6  | = | 75 : 85 | = | 0.871 |
| A8,C6  | = | 82 : 85 | = | 0.882 |
| A9,C6  | = | 78 : 85 | = | 0.965 |
| A10,C6 | = | 82 : 85 | = | 0.918 |
| A11,C6 | = | 75 : 85 | = | 0.882 |
| A12,C6 | = | 78 : 85 | = | 0.918 |
| A13,C6 | = | 79 : 85 | = | 0.929 |
| A14,C6 | = | 78 : 85 | = | 0.918 |
| A15,C6 | = | 85 : 85 | = | 1     |
| A16,C6 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |
| A17,C6 | = | 75 : 85 | = | 0.882 |
| A18,C6 | = | 77 : 85 | = | 0.906 |
| A19,C6 | = | 80 : 85 | = | 0.941 |

Dari hasil normalisasi masing-masing kolom maka akan dibuat kedalam matriks dan selanjutnya akan dilakukan pencarian nilai preferensi (Vi) untuk setiap alternatif, dimana yang nilai preferensinya lebih tinggi akan mengidentifikasi nilai alternatif yang terpilih.

Langkah menghitung preferensi dengan menggunakan rumus :

$$R_{ij} = V_i = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^n W}$$

Bobot (W) adalah : [0,3 0,2 0,15 0,15 0,15 0,05]

Untuk mendapatkan preferensi **Bobot (W<sub>kolom</sub>) x Normalisasi (R<sub>baris,kolom</sub>)**

- V1 = (0.3x0.947)+(0.2x0.889)+(0.15x1)+(0.15x1)+(0.15x0.882)+(0.05x0.706) = 0.9295
- V2 = (0.3x0.947)+(0.2x0.944)+(0.15x1)+(0.15x0.941)+(0.15x0.941)+(0.05x0.824) = 0.9464
- V3 = (0.3x1)+(0.2x0.778)+(0.15x1)+(0.15x0.882)+(0.15x0.918)+(0.05x0.882) = 0.9197
- V4 = (0.3x0.842)+(0.2x1)+(0.15x1)+(0.15x1)+(0.15x1)+(0.05x0.765) = 0.94085
- V5 = (0.3x0.947)+(0.2x0.944)+(0.15x0.889)+(0.15x0.859)+(0.15x0.906)+(0.05x1) = 0.9189  
(0.3x0.895)+(0.2x0.922)+(0.15x0.889)+(0.15x0.941)+(0.15x0.929)+(0.05x0.871) =
- V6 = 0.9103  
(0.3x0.947)+(0.2x0.944)+(0.15x0.889)+(0.15x0.882)+(0.15x0.941)+(0.05x0.882) =
- V7 = 0.9238
- V8 = (0.3x0.789)+(0.2x1)+(0.15x0.889)+(0.15x1)+(0.15x0.941)+(0.05x0.965) = 0.90945  
(0.3x0.895)+(0.2x0.944)+(0.15x0.889)+(0.15x0.882)+(0.15x0.882)+(0.05x0.918) =
- V9 = 0.90115
- V10 = (0.3x0.895)+(0.2x1)+(0.15x0.989)+(0.15x0.941)+(0.15x0.906)+(0.05x0.965) = 0.94215  
(0.3x0.947)+(0.2x0.944)+(0.15x0.833)+(0.15x0.941)+(0.15x0.906)+(0.05x0.882)
- V11 = 0.919  
(0.3x0.842)+(0.2x0.944)+(0.15x0.889)+(0.15x0.894)+(0.15x0.941)+(0.05x0.918) =
- V12 = 0.8959
- V13 = (0.3x0.842)+(0.2x0.944)+(0.15x0.889)+(0.15x0.941)+(0.15x1)+(0.05x0.929) = 0.91235

$$\begin{aligned}
 & (0.3 \times 0.947) + (0.2 \times 0.889) + (0.15 \times 0.911) + (0.15 \times 0.941) + (0.15 \times 0.941) + (0.05 \times 0.918) = \\
 V_{14} &= 0.92675 \\
 V_{15} &= (0.3 \times 0.842) + (0.2 \times 0.856) + (0.15 \times 1) + (0.15 \times 0.941) + (0.15 \times 1) + (0.05 \times 1) = 0.91495 \\
 & (0.3 \times 0.789) + (0.2 \times 0.944) + (0.15 \times 0.889) + (0.15 \times 0.941) + (0.15 \times 0.894) + (0.05 \times 0.941) = \\
 V_{16} &= 0.88115 \\
 & (0.3 \times 0.895) + (0.2 \times 0.889) + (0.15 \times 0.889) + (0.15 \times 0.941) + (0.15 \times 0.882) + (0.05 \times 0.882) = \\
 V_{17} &= 0.8972 \\
 & (0.3 \times 0.874) + (0.2 \times 0.944) + (0.15 \times 0.867) + (0.15 \times 0.918) + (0.15 \times 0.906) + (0.05 \times 0.906) = \\
 V_{18} &= 0.89995 \\
 & (0.3 \times 0.842) + (0.2 \times 0.889) + (0.15 \times 0.944) + (0.15 \times 0.882) + (0.15 \times 0.918) + (0.05 \times 0.941) = \\
 V_{19} &= 0.88905
 \end{aligned}$$

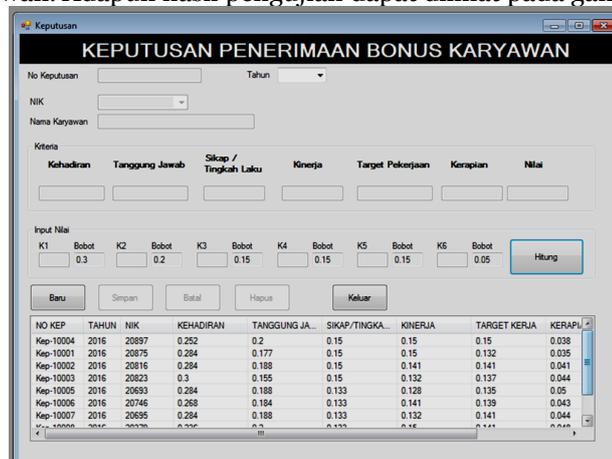
Bila disusun kedalam tabel akan menjadi:

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Preferensi

| Preferensi | C1    | C2    | C3    | C4    | C5    | C6    | Hasil   |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| V1         | 0.284 | 0.178 | 0.15  | 0.15  | 0.132 | 0.035 | 0.9295  |
| V2         | 0.284 | 0.189 | 0.15  | 0.141 | 0.141 | 0.041 | 0.9464  |
| V3         | 0.3   | 0.156 | 0.15  | 0.132 | 0.138 | 0.044 | 0.9197  |
| V4         | 0.253 | 0.2   | 0.15  | 0.15  | 0.15  | 0.038 | 0.94085 |
| V5         | 0.282 | 0.189 | 0.133 | 0.129 | 0.136 | 0.05  | 0.9189  |
| V6         | 0.269 | 0.184 | 0.133 | 0.141 | 0.139 | 0.044 | 0.9103  |
| V7         | 0.284 | 0.189 | 0.133 | 0.132 | 0.141 | 0.044 | 0.9238  |
| V8         | 0.237 | 0.2   | 0.133 | 0.15  | 0.141 | 0.048 | 0.90945 |
| V9         | 0.269 | 0.189 | 0.133 | 0.132 | 0.132 | 0.046 | 0.90115 |
| V10        | 0.269 | 0.2   | 0.148 | 0.141 | 0.136 | 0.048 | 0.94215 |
| V11        | 0.284 | 0.189 | 0.125 | 0.141 | 0.136 | 0.044 | 0.919   |
| V12        | 0.253 | 0.189 | 0.133 | 0.134 | 0.141 | 0.046 | 0.8959  |
| V13        | 0.253 | 0.189 | 0.133 | 0.141 | 0.15  | 0.046 | 0.91235 |
| V14        | 0.284 | 0.178 | 0.137 | 0.141 | 0.141 | 0.046 | 0.92675 |
| V15        | 0.253 | 0.171 | 0.15  | 0.141 | 0.15  | 0.05  | 0.91495 |
| V16        | 0.237 | 0.189 | 0.133 | 0.141 | 0.134 | 0.047 | 0.88115 |
| V17        | 0.269 | 0.178 | 0.133 | 0.141 | 0.132 | 0.044 | 0.8972  |
| V18        | 0.262 | 0.189 | 0.13  | 0.138 | 0.136 | 0.045 | 0.89995 |
| V19        | 0.253 | 0.178 | 0.142 | 0.132 | 0.138 | 0.047 | 0.88905 |

Nilai preferensi terbesar adalah V2 atau karyawan bernama Wenny Hasudungan yang layak menerima bonus dari perusahaan.

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini adalah menguji kinerja aplikasi pada proses penerimaan bonus karyawan. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Proses Keputusan

| No | No. Kep   | NIK   | Nama Karyawan          | Kehadiran | Tanggung Jawab | Sikap | Kinerja | Target | Kerapian | Nilai |
|----|-----------|-------|------------------------|-----------|----------------|-------|---------|--------|----------|-------|
| 1  | Kep-10004 | 20897 | Gusti Randa            | 0,252     | 0,2            | 0,15  | 0,15    | 0,15   | 0,038    | 0,340 |
| 2  | Kep-10001 | 20873 | Lwinida Sitohang       | 0,284     | 0,177          | 0,15  | 0,15    | 0,126  | 0,025    | 0,350 |
| 3  | Kep-10002 | 20910 | Vanny Hastudungan      | 0,284     | 0,188          | 0,15  | 0,141   | 0,141  | 0,041    | 0,346 |
| 4  | Kep-10003 | 20823 | Elly Heran Sragga      | 0,3       | 0,155          | 0,15  | 0,132   | 0,137  | 0,044    | 0,319 |
| 5  | Kep-10005 | 20903 | Christyelly Sinaga     | 0,284     | 0,188          | 0,133 | 0,128   | 0,125  | 0,02     | 0,311 |
| 6  | Kep-10006 | 20746 | Marco Jeffrey          | 0,288     | 0,184          | 0,133 | 0,141   | 0,128  | 0,043    | 0,310 |
| 7  | Kep-10007 | 20695 | Monika Cira D Manurung | 0,284     | 0,188          | 0,133 | 0,132   | 0,141  | 0,044    | 0,304 |
| 8  | Kep-10008 | 20139 | Hevy Wijaya            | 0,228     | 0,2            | 0,133 | 0,15    | 0,141  | 0,048    | 0,300 |
| 9  | Kep-10009 | 20961 | Rivaldine              | 0,288     | 0,188          | 0,133 | 0,132   | 0,141  | 0,044    | 0,308 |
| 10 | Kep-10010 | 20385 | Sally Chen             | 0,288     | 0,2            | 0,148 | 0,141   | 0,135  | 0,048    | 0,342 |
| 11 | Kep-10011 | 20915 | Margareta Maa          | 0,284     | 0,188          | 0,125 | 0,141   | 0,125  | 0,044    | 0,310 |
| 12 | Kep-10012 | 20901 | Vanny Wijaya           | 0,292     | 0,188          | 0,133 | 0,134   | 0,141  | 0,045    | 0,306 |
| 13 | Kep-10013 | 20113 | Sally Luo              | 0,292     | 0,188          | 0,133 | 0,141   | 0,15   | 0,046    | 0,312 |
| 14 | Kep-10014 | 20132 | Yanda Dae              | 0,284     | 0,177          | 0,156 | 0,141   | 0,141  | 0,045    | 0,326 |
| 15 | Kep-10015 | 20173 | Emilia Kengk           | 0,292     | 0,171          | 0,15  | 0,141   | 0,15   | 0,05     | 0,314 |
| 16 | Kep-10016 | 20863 | JalcaWozzo             | 0,236     | 0,188          | 0,133 | 0,141   | 0,134  | 0,047    | 0,301 |
| 17 | Kep-10017 | 20915 | Hevy Lee               | 0,288     | 0,177          | 0,133 | 0,141   | 0,125  | 0,044    | 0,307 |
| 18 | Kep-10018 | 20867 | Rana Salm              | 0,282     | 0,188          | 0,13  | 0,137   | 0,135  | 0,045    | 0,309 |
| 19 | Kep-10019 | 20933 | Vani                   | 0,292     | 0,177          | 0,141 | 0,132   | 0,137  | 0,047    | 0,309 |

Gambar 2. Proses Penilaian

**KESIMPULAN**

1. Proses penentuan penerima bonus karyawan pada PT. Bank Nationalnobu, Tbk adalah dengan melakukan penilaian dengan kriteria kehadiran, tanggung jawab, sikap/tingkah laku, kinerja, target pekerjaan, dan kerapian.
2. Metode *Simple Additive Weighting Method* (SAW) dalam penentuan bonus karyawan dapat diterapkan dengan melakukan perkalian bobot terhadap masing-masing nilai kriteria yang diberikan berdasarkan benefit atau cost.
3. Implementasi metode *Simple Additive Weighting Method* (SAW) dirancang dengan menggunakan *Visual Basic Net 2008*.

**DAFTAR PUSTAKA**

Antonius, Rachmat C, 2010, "Algoritma dan Pemrograman dengan Bahasa C", Andi, Yogyakarta.  
 Kadir, Abdul, 2014, "Pengenalan Sistem Informasi Edisi Revisi", Penerbit Andi, Yogyakarta.  
 Ramadhani dan Suriadi, "Pengembangan Sistem", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2014  
 Rosa A.S – M. Salahuddin, 2011, "Rekayasa Perangkat Lunak", Penerbit Andi, Yogyakarta.  
 Sadeli, Muhammad, "Visual Basic. Net 2008", Maxicom  
 Sugiarti, Yuni, 2013, "Unified Modeling Language", Penerbit Andi, Yogyakarta.  
<http://www.wikipedia.com/karyawan>. 25 Juli 2015

## PENERAPAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION PADA PERBAIKAN CITRA DIGITAL DENGAN KOMPRESI GAMBAR MENGGUNAKAN ALGORITMA HUFFMAN

Napil Gusni

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[napil.gusny@gmail.com](mailto:napil.gusny@gmail.com)

**Abstrak.** Dengan mengikuti perkembangan zaman, tentunya teknologi juga semakin berkembang. Salah satunya adalah dalam bidang multimedia, di dalam dunia multimedia yaitu citra digital. Citra digital (*image*) istilah lain untuk gambar, sebagai salah satu komponen multimedia memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Derau atau *noise* akan menyebabkan citra yang dimiliki bisa menjadi terlalu kontras, kabur, kurang tajam dan lain sebagainya. Maka perlu suatu proses perbaikan mutu citra terhadap citra tersebut. Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra (*image preprocessing*). Perbaikan kualitas citra dapat digunakan sebagai proses awal dalam manipulasi dan analisa serta sintesis citra. Citra yang berkualitas akan sangat dibutuhkan untuk proses analisis lebih lanjut. Banyak teknik atau metode yang digunakan dalam perbaikan citra (*image enhancement*). Antara lain menggunakan metode Histogram Equalization adalah suatu metode yang mana terjadi perataan histogram citra, dimana distribusi nilai derajat warna pada suatu citra dibuat rata. Kompresi data (pemampatan data) merupakan suatu teknik untuk memperkecil jumlah ukuran data (hasil kompresi) dari data aslinya. Salah satu metode kompresi antara lain menggunakan algoritma huffman adalah suatu algoritma kompresi tertua yang disusun oleh David Huffman pada tahun 1952. Algoritma tersebut digunakan untuk membuat kompresi jenis *lossy compression*, yaitu pemampatan data dimana tidak ada satu byte pun data yang hilang sehingga data tersebut utuh dan disimpan sesuai dengan aslinya.

**Kata Kunci :** Citra Digital, Perbaikan kualitas Citra, Histogram Equalization, Kompresi citra, Algoritma Huffman

### PENDAHULUAN

Salah satunya adalah dalam bidang multimedia, di dalam dunia multimedia dalam penyajian datanya tentu tidak hanya dalam bentuk teks atau tulisan saja, tetapi juga terdapat gambar (citra), video, dan audio. Citra digital (*image*) istilah lain untuk gambar, sebagai salah satu komponen multimedia memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks yaitu citra kaya dengan informasi. Ada sebuah peribahasa yang berbunyi “*Sebuah gambar bermakna lebih dari seribu kata*”, maksudnya sebuah gambar dapat memberikan informasi yang lebih banyak, informasi tersebut ditampilkan dalam bentuk kata-kata (*tekstual*) dalam gambar / citra. Citra kaya akan informasi, seringkali informasi yang ditampilkan dengan citra berbeda dengan informasi aslinya. Hal ini terjadi karena citra mengalami penurunan mutu misalnya karena mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, terlalu gelap, kurang tajam, kabur (*blurring*), penyebaran histogram yang tidak merata dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasikan karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut kurang jelas. Derau atau *noise* ini akan menyebabkan citra yang dimiliki bisa menjadi terlalu kontras, kabur, kurang tajam dan lain sebagainya. Maka perlu suatu proses perbaikan mutu citra terhadap citra yang mengalami derau atau *noise* tersebut sehingga citra dapat dengan mudah diinterpretasikan baik oleh manusia ataupun mesin untuk memperbaiki kualitas citra. Tujuan dari penelitian yang dilakukan terkait dengan penerapan metode histogram *equalization* pada perbaikan citra digital dengan kompresi gambar menggunakan algoritma huffman.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang dijadikan objek adalah citra digital berformat jpg atau jpeg dengan ukuran 150 x 150 dengan sampel 8 x 8. Metode *Histogram Equalization* digunakan sebagai perbaikan kualitas citra serta metode *huffman* untuk melakukan kompresi dan dekompresi.

#### Metode

##### Histogram Equalization

*Histogram Equalization* / Perataan *Histogram* adalah suatu proses perataan *histogram*, dimana nilai-nilai intensitas di dalam citra diubah sehingga penyebarannya seragam (*uniform*). (Rinaldi Munir, 2004: 97). Untuk dapat melakukan *histogram equalization* ini diperlukan suatu fungsi distribusi kumulatif yang merupakan kumulatif dari *histogram*. Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas *pixel* dari suatu citra atau bagian tertentu di dalam

citra. Dari sebuah histogram dapat diketahui frekuensi kemunculan nisbi (*relative*) dari intensitas pada citra tersebut. Histogram juga dapat menunjukkan banyak hal tentang kecerahan (*brightness*) dan kontras (*contrast*) dari sebuah gambar. Karena itu, histogram adalah alat bantu yang berharga dalam pekerjaan pengolahan citra baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

**Algoritma Huffman**

Algoritma Huffman adalah suatu algoritma kompresi tertua yang disusun oleh David Huffman pada tahun 1952. Algoritma tersebut digunakan untuk membuat kompresi jenis *lossy compression*, yaitu pemampatan data dimana tidak ada satu *byte* pun data yang hilang sehingga data tersebut utuh dan disimpan sesuai dengan aslinya. Prinsip kode Huffman adalah karakter yang paling sering muncul di dalam data dikodekan dengan kode yang jumlah bitnya lebih sedikit, sedangkan karakter yang jarang muncul dikodekan dengan kode yang jumlah bitnya lebih panjang. Algoritma Huffman menggunakan tabel frekuensi kemunculan karakter untuk frekuensi dua buah pohon yang digabungkan. maka total *cost* pembentukan pohon Huffman adalah jumlah seluruh penggabungan daun-daun. Huffman memberikan sebuah algoritma untuk membangun sebuah kode Huffman dengan masukan string teks  $S=\{s_1,s_2,\dots,s_n\}$  dan frekuensi kemunculan karakter  $F=\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ , dihasilkan keluaran berupa kode string biner  $C=\{c_1,c_2,\dots,c_n\}$  atau disebut kode Huffman.

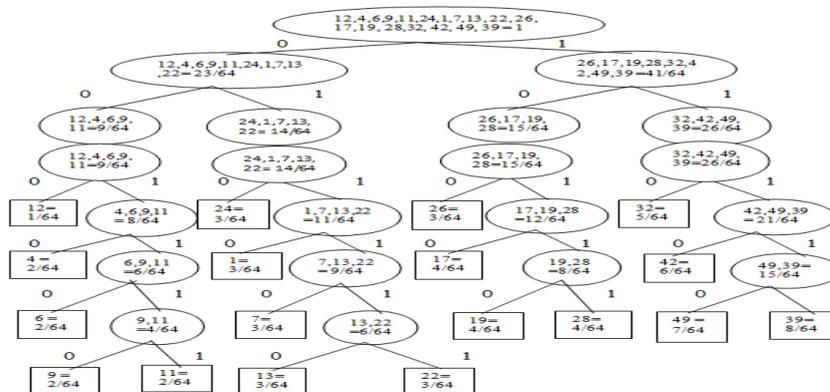
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Perbaikan Citra Berdasarkan Histogram Equalization.** Pada proses ini untuk memperoleh penyebaran histogram yang merata, sehingga setiap derajat keabuan memiliki jumlah *pixel* yang relatif sama. Adapun langkah-langkah dalam perhitungan *Histogram Equalization* antara lain :

1. Pilih citra yang akan di perbaiki kualitasnya.  
Sebagai contoh kasus citra dengan matrik 8x8 piksel dengan gray level.
2. Tentukan nilai matrik piksel citra 8x8.
3. Hitung histogram citra dengan rumus  $h_i = \frac{n_i}{n}$  (n=64).
4. Derajat keabuan (k) di normalkan terhadap derajat keabuan terbesar (L-1). Nilai  $r_k = 0$  menyatakan hitam, dan  $r_k = 1$  menyatakan putih dalam skala keabuan yang di definisikan.
5. Perhitungan perataan histogram untuk mencari derajat keabuan yang baru (s).

**Proses Kompresi dan Dekompresi Berdasarkan Algoritma Huffman.** Pada proses ini dilakukan kompresi dan dekompresi menggunakan algoritma huffman untuk keamanan gambar yang telah dilakukan perbaikan kualitas citra. Adapun langkah-langkah kompresi menggunakan algoritma *huffman* adalah sebagai berikut :

- a. Buat data citra yang berupa matriks menjadi vektor, sehingga didapat vektor: [ 42, 42, 49, 39, 13, 28, 49, 49, 39, 39, 49, 26, 4, 13, 42, 49, 32, 39, 42, 28, 17, 19, 49, 49, 32, 39, 39, 32, 19, 26, 42, 42, 28, 32, 32, 24, 9, 22, 39, 39, 24, 28, 22, 7, 11, 17, 13, 26, 22, 19, 9, 7, 4, 11, 6, 17, 19, 17, 1, 1, 7, 6, 1, 12 ]  
Jumlah piksel = 64
- b. Tentukan nilai warna yang ada serta frekuensi munculnya. Hasilnya adalah 42 = 6 49 = 7 39 = 8 13 = 3 28 = 4 26 = 3 4 = 2 32 = 5 17 = 4 19 = 4 24 = 2 9 = 2 22 = 3 7 = 3 11 = 2 6 = 2 1 = 3 12 = 1
- c. Urutkan warna dari yang frekuensinya terkecil ke yang frekuensinya terbesar. [12, 4, 6, 9, 11, 24, 1, 7, 13, 22, 26, 17, 19, 28, 32, 42, 49, 39]
- d. Membuat pohon biner berdasarkan urutan warna.



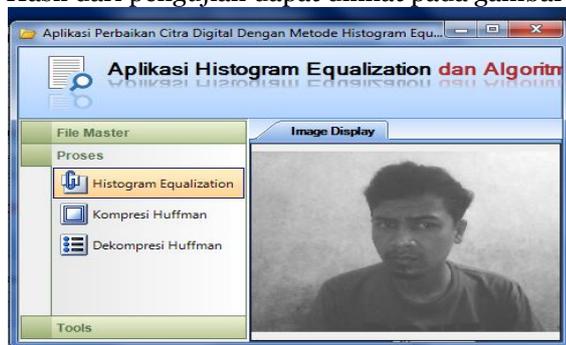
**Gambar 1.** Pohon Kompresi Huffman

- e. Mengganti data warna dengan kode bit berdasarkan pohon biner:

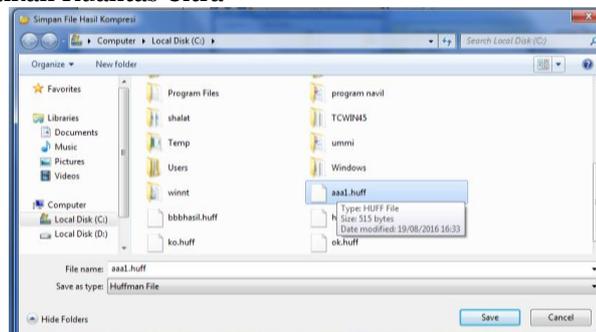
12 = "000" 4 = "0010" 6 = "00110" 9 = "001110" 11 = "001111" 24 = "010" 1 = "0110" 7 = "01110"  
13 = "011110" 22 = "011111" 26 = "100" 17 = "1010" 19 = "10110" 28 = "10111" 32 = "110" 42 =  
"1110" 49 = "11110" 39 = "11111".

- f. Mengganti data citra dengan kode bitnya, menjadi :  
1110 1110 11110 11111 011110 10111 11110 11110 11111 11111 11110 100 0010 011110 1110 11110 110  
11111 1110 10111 1010 10110 11110 11110 110 11111 11111 110 10110 100 1110 1110 10111 110 110 010  
001110 011111 11111 11111 010 10111 011111 01110 001111 1010 011110 100 011111 10110 001110  
01110 0010 001111 00110 1010 10110 1010 0110 0110 01110 00110 0110 000  
Menyimpan lebar citra, tinggi citra, kode bit untuk warna yang terbesar frekuensi munculnya ("00" untuk contoh di atas), data warna yang terdapat di dalam citra dan data citra yang sudah dikodekan ke dalam file hasil kompresi.
- g. Ukuran citra sebelum kompresi = 64 x 8 bit = 512 bit  
Ukuran citra setelah kompresi = (3x1) + (4x2) + (5x2) + (6x2) + (6x2) + (3x2) + (4x3) + (5x3) + (6x3) + (6x3) + (3x3) + (4x4) + (5x4) + (5x4) + (3x5) + (4x6) + (5x7) + (5x8) = 293 bit  
Jadi, ukuran citra setelah kompresi adalah 512 – 293 = 219 bit

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini adalah menguji kinerja aplikasi pada proses kompresi dan dekompresi. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.** Proses Perbaikan Kualitas Citra



**Gambar 3.** Proses Kompresi Citra

**KESIMPULAN**

1. Penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan *histogram equalization* pada perbaikan citra digital sehingga citra menjadi lebih baik.
2. Proses perbaikan citra menggunakan *histogram equalization* dan kompresi gambar dengan algoritma huffman menggunakan *visual basic.net 2008* dapat dilakukan dengan baik.
3. Algoritma Huffman yang dirancang bisa membuat size gambar menjadi lebih kecil dari sebelumnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

Rinaldi Munir. 2004. "Pengolahan Citra Digital". Informatika. Bandung.  
 Darma Putra. 2010. "Pengolahan Citra Digital". Andi. Yogyakarta.  
 T.Sutoyo, Eddy Mulyanto, Vincent Suhartono, Oky Dwi Nurhayati, Wijanarto. 2009. "Teori Pengolahan Citra". Andi. Yogyakarta.  
 Hanif Al Fatta. 2007. "Analisis dan Perancangan Sistem Informasi". Andi. Yogyakarta.  
 Jogiyanto. 2005. "Analisa dan Perancangan Sistem Informasi". Andi, Yogyakarta.  
 Rosa A.S – M Salahuddin. 2011. "Modul Pembelajaran rekayasa Perangkat Lunak ". Informatika, Bandung  
 Rahmat Priyanto. 2009. "langsung bisa visual basic.net 2008 ". Andi offset, Yogyakarta.  
 Jogiyanto. HM. 2001."Analisa Perancangan Sistem Informasi". Andi offset, Yogyakarta.

## PENERAPAN DATA MINING PADA PENJUALAN ALAT MUSIK MENGUNAKAN ALGORITMA APRIORI (STUDI KASUS : RAJA MUSIK)

Mhd. Syahrizal Zendi

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[napil.gusny@gmail.com](mailto:napil.gusny@gmail.com)

**Abstrak.** Salah satu teknik data mining yang digunakan untuk merancang strategi Penjualan barang yang efektif dengan memanfaatkan data transaksi Penjualan barang yang telah tersedia di Raja Musik. Teknik ini bertujuan untuk menemukan pola berupa barang-barang yang sering dijual bersamaan (atau cenderung muncul bersama dalam sebuah transaksi) dari data transaksi yang pada umumnya berukuran sangat besar dengan menggunakan aturan asosiasi. Raja Musik merupakan sebuah toko penjualan yang memiliki berbagai jenis alat musik. Perlu sebuah kreatifitas agar data-data alat musik yang ada toko itu nampak rapi, ada bermacam - macam cara untuk merapikan data-data alat musik dalam toko tersebut, caranya adalah dengan memanfaatkan teknik data mining, dalam hal ini algoritma apriori adalah salah satu teknik data mining yang merupakan suatu teknik yang memiliki informasi yang berharga yang terpendam atau tersembunyi pada suatu koleksi data (database) yang sangat besar sehingga ditemukan pola yang menarik yang sebelumnya tidak diketahui. Algoritma apriori merupakan algoritma yang paling terkenal untuk menemukan pola frekuensi tinggi. Pola frekuensi tinggi merupakan pola-pola item didalam suatu database yang memiliki frekuensi atau support diatas ambang batas tertentu yang disebut dengan istilah minimum support atau threshold. Threshold adalah batas minimum transaksi. Analisis apriori juga didefinisikan untuk menemukan semua aturan apriori yang memenuhi syarat minimum untuk support dan syarat minimum untuk confidence. Algoritma apriori tersebut dapat dimanfaatkan secara luas dalam proses bisnis diantaranya peroses pendataan ditoko raja musik. Dengan diketahui pola frekuensi tinggi tentang pembuatan atau data-data yang tersimpan tersebut akan lebih memudahkan para pegawai, untuk mengetahui banyaknya frekuensi data penjualan, sehingga memudahkan para pegawai menyusun barang-barang sesuai dengan jenisnya serta sebagai informasi untuk mengambil suatu tindakan yang sesuai.

**Kata Kunci :** Data Mining, Apriori, Penjualan Barang.

### PENDAHULUAN

Dengan kecanggihan komputer pada masa sekarang ini semua pekerjaan yang biasa dilakukan secara manual jadi lebih mudah, cepat dan akurat baik dari segi penghematan uang, waktu dan tenaga. Komputer bukan barang mewah atau sesuatu yang langka untuk dimiliki oleh seseorang seperti pada awal kedatangannya, tetapi sudah menjadi suatu keperluan bahkan kebutuhan yang sangat penting terutama bagi perusahaan - perusahaan, dan lain - lain. Sehingga segala sesuatu yang dikerjakan dapat dikoordinir secara terkomputerisasi yang sifatnya jauh dari kesalahan, lebih efisien dan dapat bekerja lebih optimal. Sebagai contoh sebuah penjualan alat musik di toko Raja Musik sangat memerlukan peranan komputer. Mengingat banyak sekali data alat musik yang harus diolah agar tidak terjadi kesalahan maupun tumpang tindih data alat musik tersebut. Apabila suatu toko alat musik tidak memiliki perancangan aplikasi penjualan maka membuat para pegawai toko waktunya akan banyak terbuang untuk mengumpulkan data alat - alat musik saja. Belum lagi melayani para pembeli yang akan membeli gitar maupun alat musik lainnya.

Raja Musik merupakan sebuah toko penjualan yang memiliki berbagai jenis alat musik. Perlu sebuah kreatifitas agar data-data alat musik yang ada toko itu nampak rapi, ada bermacam - macam cara untuk merapikan data-data alat musik dalam toko tersebut, caranya adalah dengan memanfaatkan teknik data mining, dalam hal ini algoritma apriori adalah salah satu teknik data mining yang merupakan suatu teknik yang memiliki informasi yang berharga yang terpendam atau tersembunyi pada suatu koleksi data (database) yang sangat besar sehingga ditemukan pola yang menarik yang sebelumnya tidak diketahui.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui proses pengelolaan data penjualan yang masih menggunakan sistem berkas serta menerapkan algoritma apriori dalam menentukan pembelian alat musik pada Toko Raja Music Medan.

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan**

Bahan penelitian ini meliputi teori-teori yang diambil dari buku, majalah ataupun jurnal sebagai pendukung pada penelitian ini. Objek yang akan diuji dalam penelitian ini adalah data penjualan barang dengan algoritma apriori sebagai penyelesaian.

**Metode**

**Algoritma Apriori.** Algoritma *apriori* adalah sebuah algoritma pencarian pola yang sangat populer dalam teknik penambangan data (*data mining*). Algoritma ini ditujukan untuk mencari kombinasi *itemset* yang mempunyai suatu nilai keseringan tertentu sesuai kriteria atau filter yang diinginkan. Alat yang digunakan untuk membuat program tersebut adalah bahasa pemrograman. Bahasa pemrograman sangat bermacam-macam: C, C++, Pascal, Java, C#, Basic, Perl, PHP, ASP, JSP, J#, J++ dan masih banyak bahasa lainnya. Dari berbagai bahasa pemrograman cara memberikan instruksinya berbeda-beda namun bertujuan menghasilkan output yang sama.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Prediksi Penjualan Berdasarkan Algoritma Apriori.** Algoritma Apriori menggunakan pengetahuan frekuensi atribut yang telah diketahui sebelumnya untuk memproses informasi selanjutnya. Pada algoritma Apriori menentukan kandidat yang mungkin muncul dengan cara memperhatikan minimum *support* dan minimum *confidence*. *Support* adalah nilai pengunjung atau persentase kombinasi sebuah *item* dalam *database*. *Support* dari setiap kandidat keitemset didapat dengan men-scan *database* untuk menghitung jumlah transaksi yang memuat semua item didalam kandidat keitemset tersebut. Ini adalah jumlah ciri algoritma apriori yaitu diperlukan penghitungan dengan scan seluruh *database* sebanyak keitemset terpanjang. Untuk menentukan nilai *support* dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Support (A) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung } A}{\sum \text{transaksi}} * 100\%$$

$$Support (Metronome) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung Metronome}}{\sum \text{transaksi}} = \frac{4}{6} * 100\% = 66,66\%$$

$$Support (Pedaldrum) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung Pedal Drum}}{\sum \text{transaksi}} = \frac{2}{6} * 100\% = 33,33\%$$

$$Support (GitarElektrik) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung Gitar Elektrik}}{\sum \text{transaksi}} = \frac{5}{6} * 100\% = 83,33\%$$

$$Support (STRINGGITAR) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung String Gitar}}{\sum \text{transaksi}} = \frac{6}{6} * 100\% = 100\%$$

$$Support (GitarAkustik) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung GitarAkustik}}{\sum \text{transaksi}} = \frac{5}{6} * 100\% = 83,33\%$$

$$Support (GitarAkustik) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung Ukulele}}{\sum \text{transaksi}} = \frac{1}{6} * 100\% = 16,66\%$$

$$Support (DRUM) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung DRUM}}{\sum \text{transaksi}} = \frac{1}{6} * 100\% = 16,66\%$$

$$Support (Pad Drum) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung Pad Drum}}{\sum \text{transaksi}} = \frac{1}{6} * 100\% = 16,66\%$$

$$Support (PICK) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung Pick Gitar}}{\sum \text{transaksi}} = \frac{1}{6} * 100\% = 16,66\%$$

$$Support (A.D) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung Strap}}{\sum \text{transaksi}} = \frac{1}{6} * 100\% = 16,66\%$$

$$Support (PIANO) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung Piano}}{\sum \text{transaksi}} = \frac{1}{6} * 100\% = 16,66\%$$

**Tabel 1.** Daftar Item Support Kandidat Pertama (L1)

| No | Item           | Support |
|----|----------------|---------|
| 1  | Metronome      | 66,66%  |
| 2  | Pedaldrum      | 33,33%  |
| 3  | Gitar Elektrik | 83,33%  |
| 4  | String Gitar   | 100%    |
| 5  | Ukulele        | 83,33%  |
| 6  | GitarAkustik   | 16,67%  |
| 7  | Drum           | 16,67%  |
| 8  | Pad Drum       | 16,67%  |
| 9  | Pick Gitar     | 16,67%  |
| 10 | Strap Gitar    | 16,67%  |
| 11 | Piano          | 16,67%  |

Support Minimal = 50%

Kemudian dibandingkan dengan Support Minimal.

**Tabel 2.** Daftar L1 Yang Mencapai Support

| No | Item (merek)   | Support |
|----|----------------|---------|
| 1  | Metronome      | 66,66%  |
| 2  | Gitar Elektrik | 83,33%  |
| 3  | String Gitar   | 100%    |
| 4  | Ukulele        | 83,33%  |

Menentukan kandidat kombinasi 2 itemset (C2)

Kandidat kombinasi 2 itemset diambil dari kandidat pertama 1 itemset yang mencapai ataupun melebihi support minimal.

**Tabel 3.** Daftar Kandidat Dua Kombinasi (C2)

| No. | Kombinasi Item (Barang)      |
|-----|------------------------------|
| 1   | Metronome, Gitar Elektrik    |
| 2   | Metronome, String Gitar      |
| 3   | Metronome, Ukulele           |
| 4   | Gitar Elektrik, String Gitar |
| 5   | Gitar Elektrik, Ukulele      |
| 6   | String Gitar, Ukulele        |

1. Penghitungan support (L2)

Support dari setiap kandidat keitemset didapat dengan men-scen database untuk menghitung jumlah transaksi yang memuat semua item didalam kandidat keitemset tersebut. Ini adalah juga ciri dari algoritma apriori yaitu diperlukan penghitungan dengan scen seluruh database sebanyak keitemset terpanjang. Untuk menentukan support dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Support (A,B) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung A dan B}}{\sum \text{transaksi}} = * 100\%$$

$$Support (Metronome,G.E) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung metro dan Gitar E}}{\sum \text{transaksi}} =$$

$$* 100\% = \frac{2}{6} * 100\% = 33,33\%$$

$$Support (Metronome, S.G) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung Metro dan string gitar}}{\sum \text{transaksi}} =$$

$$* 100\% = \frac{2}{6} * 100\% = 33,33\%$$

$$Support (Metronome, Ukulele) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung metro dan ukulele}}{\sum \text{transaksi}} =$$

$$* 100\% = \frac{2}{6} * 100\% = 33,33\%$$

$$Support (G.E, S.G) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung Gitar E dan String Gitar}}{\sum \text{transaksi}} =$$

$$* 100\% = \frac{2}{6} * 100\% = 33,33\%$$

$$Support(G.E, Ukulele) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung gitar E dan Ukulele}}{\sum \text{transaksi}} =$$

$$* 100\% = \frac{1}{6} * 100\% = 16,67\%$$

$$Support (S.G, Ukulele) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung string gitar dan ukulele}}{\sum \text{transaksi}} =$$

$$* 100\% = \frac{1}{6} * 100\% = 16,67\%$$

**Tabel 4.** Daftar Item Support Kandidat 2 Itemset (L2)

| No | Kombinasi Item (Barang)      | Support |
|----|------------------------------|---------|
| 1  | Metronome, Gitar Elektrik    | 33,33%  |
| 2  | Metronome, String Gitar      | 33,33%  |
| 3  | Metronome, Ukulele           | 33,33%  |
| 4  | Gitar Elektrik, String Gitar | 33,33%  |
| 5  | Gitar Elektrik, Ukulele      | 16,67%  |
| 6  | String Gitar, Ukulele        | 16,67%  |

Support Minimal = 50%

Kemudian dibandingkan dengan support minimal.

**Tabel 5.** Daftar Item Support Kandidat 2 Itemset (L2)

| No | Kombinasi Item (Barang)      | Support |
|----|------------------------------|---------|
| 1  | Gitar Elektrik, String Gitar | 50%     |

|   |                       |     |
|---|-----------------------|-----|
| 2 | String Gitar, Ukulele | 50% |
|---|-----------------------|-----|

2. Menentukan kandidat kombinasi 3 itemset (C3)

Kandidat kombinasi 3 itemset diambil dari kandidat dua itemset yang mencapai ataupun melebihi *support minimal*.

**Tabel 6.** Daftar Item Kandidat 3 Itemset (C3)

| No | Item (Barang)                         |
|----|---------------------------------------|
| 1  | Gitar Elektrik, String Gitar, Ukulele |

3. Penghitungan Support (L3)

Untuk menentukan nilai *support* dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Support (A,B dan C) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung } A,B \text{ dan } C}{\sum \text{transaksi}} * 100\%$$

$$Support (= \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung Gitar Elektrik,String Gitar,Ukulele}}{\sum \text{transaksi}} * 100\% = \frac{2}{6} * 100\% = 33,33 \%$$

**Tabel 7.** Daftar Item Support Kandidat 3 Itemset (L3)

| No | Item (Merek)                          | Support |
|----|---------------------------------------|---------|
| 1  | Gitar Elektrik, String Gitar, Ukulele | 33,33 % |

*Support minimal* = 50 %

Setelah dihitung *support* kombinasi 3 *itemset*, maka tidak ditemukan yang mencapai *support* Minimum.

Setelah semua pola frekuensi tinggi ditemukan, barulah dicari aturan asosiasi yang memenuhi syarat minimum untuk *confidence* dengan menghitung *confidence* aturan asosiasi A → B.

Nilai *confidence* dari aturan A → B diperoleh dari rumus berikut :

$$Confidence = P(B|A) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung } A \text{ dan } B}{\sum \text{transaksimengandung } A}$$

*Minimum confidence* = 75%

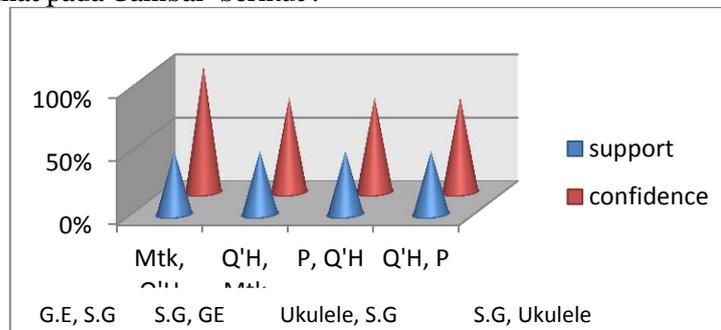
**Tabel 8.** Daftar Calon Aturan Asosiasi

| No. | Kombinasi Item (Barang)                                           | confidence |
|-----|-------------------------------------------------------------------|------------|
| 1   | Jika menjual Gitar Elektrik, Maka bisa menjual lagi String Gitar  | 3/3 100%   |
| 2   | Jika menjual String Gitar, maka bias juga menjual, Gitar Elektrik | 3/4 75%    |
| 3   | Jika menjual Ukulele, maka bisa juga menjual String Gitar         | 3/4 75%    |
| 4   | Jika menjual String Gitar, maka bisa juga menjual, Ukulele        | 3/4 75%    |

**Tabel 9.** Daftar Aturan Asosiasi

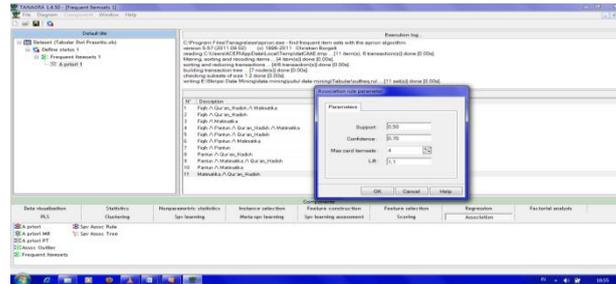
| No | Kombinasi Item (Barang)                                           | Support | confidence |
|----|-------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 1  | Jika menjual Gitar Elektrik, Maka bisa menjual lagi String Gitar  | 50%     | 100%       |
| 2  | Jika menjual String Gitar, maka bias juga menjual, Gitar Elektrik | 50%     | 75%        |
| 3  | Jika menjual Ukulele, maka bisa juga menjual String Gitar         | 50%     | 75%        |
| 4  | Jika menjual String Gitar, maka bisa juga menjual, Ukulele        | 50%     | 75%        |

Berdasarkan pembahasan diatas, maka dapat kita ketahui bahwa Penjualan barang yang paling banyak pada Raja Musik Medan pada transaksi adalah { Gitar Elektrik, String Gitar, Ukulele }. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar berikut :

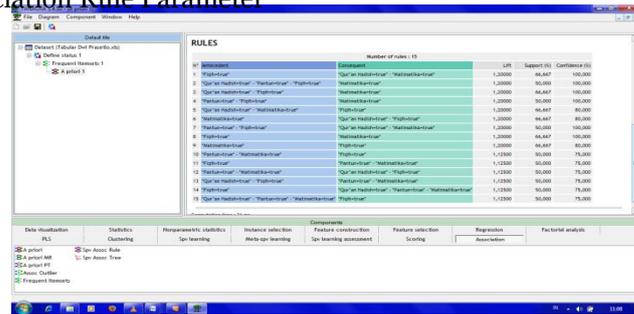


**Gambar 1.** Grafik Asosiasi Fina

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil prediksi dengan menggunakan suatu aplikasi. Adapun hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.** Association Rule Parameter



**Gambar 3.** Rules

**KESIMPULAN**

1. Semakin besar jumlah data maka proses perhitungan akan semakin lambat karena banyaknya pengolahan data, tetapi hasil data mining akan semakin bermutu tinggi karena berbasis data yang besar.
2. Pengaplikasian algoritma apriori menggunakan *tools* Tanagra versi 1.4 dimulai dengan cara mengimport data buku perpustakaan perbulan dalam format tabular menggunakan Microsoft excel. Semakin banyak data maka semakin sulit dalam membuat format tabular.

**DAFTAR PUSTAKA**

Nurdin Usman, 2002, *Implementasi Berbasis Kurikulum*, Andi, Yogyakarta.  
 Syahrul, 2010, *Organisasi dan Arsitektur komputer*, PT. Elex Media  
 Kursini, Emha Taufiq Luthfi, 2010 : 6, *Bidang Ilmu Data Mining*, PT. Elex Media  
 Kusrini, Emha Taufiq Luthfi, 2010 : 8, *Data Mining Menurut CRISP-DM*, PT. Elex Media  
 Kusrini, Emha Taufiq Luthfi, 2010 : 8-9, *Proses Data Mining Secara Paralel*, PT. Elex Media.  
 Poerwadarminta, 1997 : 1321, *Penjelasan Pengolahan Data*, Andi, Yogyakarta  
 M Manullang (2005 : 1), *Pengertian Pengolahan Data*, Informatika, Bandung.  
 Adi Nugroho, 2010, 34, Fowler (2004), *Pengertian UML*, Andi, Yogyakarta.

## IMPLEMENTASI METODE HEURISTIC DALAM PENCARIAN HEADER FILE DATA SIZE OF CODE DALAM PEMBUATAN ANTIVIRUS

Zulkifli

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
[zulkiflihasibuan20@gmail.com](mailto:zulkiflihasibuan20@gmail.com)

**Abstrak.** Virus adalah merupakan suatu program yang diciptakan oleh programmer untuk mengintai aktivitas dari Sistem Operasi, mengintai aktivitas user, merusak file-file sistem operasi dan file induk media penyimpanan data, mendown sistem operasi dengan mengembangkan diri sehingga sistem operasi maupun sistem memori pada komputer menjadi penuh dan akan berakhir pada melambatnya kinerja komputer bahkan menghentikan kinerja komputer (Hang). Antivirus adalah sebuah jenis perangkat lunak yang digunakan untuk mengamankan, mendeteksi, dan menghapus virus komputer dari sistem komputer. Antivirus disebut juga Virus Protection Software. Aplikasi ini dapat menentukan apakah sebuah sistem komputer telah terinfeksi dengan sebuah virus atau tidak. Umumnya, perangkat lunak ini berjalan di latar belakang (*background*) dan melakukan pemindaian terhadap semua berkas yang diakses (dibuka, dimodifikasi, atau ketika disimpan). Penelitian ini bertujuan untuk Membuat aplikasi antivirus dalam pencarian header file data size of code yang bisa mendeteksi file apakah sebuah virus atau tidak. Metode lain yang dapat dipakai user adalah metode heuristik. Pada metode ini program akan menganggap suatu file adalah virus jika file tersebut mempunyai sifat seperti sifat virus (misalnya merubah nilai registry dan memasuki program start up system). Heuristic adalah teknik pendeteksian untuk mencurigai bahwa sebuah file adalah virus atau bukan. Bahkan dengan heuristic-heuristic canggih sebuah program visual sengaja dibuat untuk menjebak orang lain dan mampu dideteksi kandungan code-code berbahaya. Teknik pencarian heuristic (*heuristic searching*) merupakan suatu strategi untuk melakukan proses pencarian ruang keadaan (*state space*) suatu problema secara selektif, yang memandu proses pencarian yang kita lakukan di sepanjang jalur yang memiliki kemungkinan sukses paling besar, dan mengesampingkan usaha yang memboroskan waktu. Fungsi heuristik ini digunakan untuk mengevaluasi keadaan-keadaan problema individual dan menentukan seberapa jauh hal tersebut dapat digunakan untuk mendapatkan solusi yang diinginkan. Heuristik adalah sebuah teknik yang mengembangkan efisiensi dalam proses pencarian, namun dengan kemungkinan mengorbankan kelengkapan (*completeness*).

**Kata Kunci :** Antivirus, Virus, Metode Heuristic Antivirus, header file data size of code.

### PENDAHULUAN

Antivirus adalah sebuah jenis perangkat lunak yang digunakan untuk mengamankan, mendeteksi, dan menghapus virus komputer dari sistem komputer. Antivirus disebut juga Virus *Protection Software*. Aplikasi ini dapat menentukan apakah sebuah sistem komputer telah terinfeksi dengan sebuah virus atau tidak. Umumnya, perangkat lunak ini berjalan di latar belakang (*background*) dan melakukan pemindaian terhadap semua berkas yang diakses (dibuka, dimodifikasi, atau ketika disimpan). Pendeteksian dengan melihat cara bagaimana virus bekerja, Cara kerja antivirus seperti ini merupakan pendekatan yang baru yang dipinjam dari teknologi yang diterapkan dalam *Intrusion Detection System (IDS)*, Cara ini sering disebut juga sebagai *Behavior-blocking detection*. Cara ini menggunakan *policy* (kebijakan) yang harus diterapkan untuk mendeteksi keberadaan sebuah virus. Jika ada kelakuan perangkat lunak yang "tidak wajar" menurut *policy* yang diterapkan metode *heuristic* dalam mendeteksi virus. Namun apakah kita mengetahui bagaimana cara sebuah program antivirus melakukan pencarian file virus, maka jawabannya adalah melakukan pencarian Header File Data Size of, yang mana *Header File Data Size Of Code* adalah suatu Portable Execute (PE) yang terdapat dalam *Dos Header* suatu program dan berfungsi sebagai eksekutor (penggerak / penjalan) setiap program virus yang berektensi .exe.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek penelitian adalah *header file data size of code* menggunakan metode *heuristic* dalam proses pencarian.

#### Metode Heuristic

Teknik pencarian heuristic (*heuristic searching*) merupakan suatu strategi untuk melakukan proses pencarian ruang keadaan (*state space*) suatu problema secara selektif, yang memandu proses pencarian yang kita lakukan di sepanjang jalur yang memiliki kemungkinan sukses paling besar, dan mengesampingkan usaha yang memboroskan waktu. Fungsi heuristik ini digunakan untuk mengevaluasi keadaan-keadaan problema individual dan menentukan seberapa jauh hal tersebut dapat digunakan untuk mendapatkan solusi yang diinginkan. Heuristik adalah sebuah teknik yang

mengembangkan efisiensi dalam proses pencarian, namun dengan kemungkinan mengorbankan kelengkapan (*completeness*). Heuristic adalah teknik pendeteksian untuk mencurigai bahwa sebuah *file* adalah virus atau bukan. Bahkan dengan heuristic-heuristic canggih sebuah program visual sengaja dibuat untuk menjebak orang lain dan mampu dideteksi kandungan *code-code* berbahaya. Heuristic sendiri sangat bervariasi, sesuai dengan kecerdasan dan pengalaman pembuatnya. *Heuristic* Mengubah graph awal menjadi suatu pohon dengan cari sebagai berikut :

1. Pilih induk dari pohon (misal f) pilih yang terhubung dengan sirkuit
2. Pilih titik-titik yang mnghasilkan jalur terpanjang dengan mengabaikan adanya sirkuit 3. ( setelah mengambil f kita bisa beralih ke titik yang berada di kanannya dahulu atau di kirinya, missal hubungkan titik f-g-h-k-j)
3. Setelah mencapai ujung jalur, lakukan pengecekan dengan kembali ke titik sebelumnya. Mengecek apakah pada titik tersebut masih mempunyai cabang atau tidak, Jika ada cabang tuliskan titik tersebut sebagai cabang. Kemudian cek lagi cabang tersebut apakah bercabang lagi atau tidak.
4. (setelah mencapai ujung j, kembali lagi ke titik sebelumnya k, lakukan pengecekan, lakukan langkah ini hingga semua titik terdapat dalam satu pohon).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Pencarian header file data size of code.** *Heuristic* Mengubah graph awal menjadi suatu pohon dengan cari sebagai berikut :

1. Pilih induk dari pohon (misal f) pilih yang terhubung dengan sirkuit
  2. Pilih titik-titik yang mnghasilkan jalur terpanjang dengan mengabaikan adanya sirkuit 3. ( setelah mengambil f kita bisa beralih ke titik yang berada di kanannya dahulu atau di kirinya, missal hubungkan titik f-g-h-k-j).
  3. Setelah mencapai ujung jalur, lakukan pengecekan dengan kembali ke titik sebelumnya. Mengecek apakah pada titik tersebut masih mempunyai cabang atau tidak, Jika ada cabang tuliskan titik tersebut sebagai cabang. Kemudian cek lagi cabang tersebut apakah bercabang lagi atau tidak.
  4. (setelah mencapai ujung j, kembali lagi ke titik sebelumnya k, lakukan pengecekan, lakukan langkah ini hingga semua titik terdapat dalam satu pohon). Dan Algoritma dari Heuristic adalah sebagai berikut ini :
1. Algoritma
  2. Step 1: letakkan *root parent* di tempat yang paling atas
  3. Step 2: Lakukan *looping* hingga titik terakhir
  4. Step 3: letakkan titik yang terhubung dengan *root parent* pada satu garis lurus
  5. Step 4: lakukan pengecekan, jika titik tidak memiliki *child* letakkan pada garis, pindah ke titik selanjutnya
  6. Step 5: jika titik yang ditemui memiliki *child* hubungkan dengan titik sebelumnya.

Agar lebih jelas, akan digunakan contoh untuk menentukan Graf Ruang Solusinya, dibawah ini akan dijelaskan penereapan BFS yaitu bagian dari metode heuristik untuk menemukan *file header* dengan sederhana didalam sebuah folder dan tahap penyelesaian lompatan untuk mencari *file header* virus dengan menyaring satu persatu dari setiap *file* sehingga harus memberi simulasi agar pekerjaan metode dapat berjalan dengan baik dan mudah dipahami.

**Tabel 1.** Graf Ruang Solusi

| Contoh Posisi Binary di File | Contoh Posisi Binary di File |
|------------------------------|------------------------------|
| BRS1                         | - Bin-26                     |
| - Bin-1                      | - Bin-27                     |
| - Bin-2                      | BRS4                         |
| - Bin-3                      | - Bin-31                     |
| - Bin-4                      | - Bin-32                     |
| - Bin-5                      | - Bin-33                     |
| - Bin-6                      | - Bin-34                     |
| - Bin-7                      | - Bin-35                     |
| - Bin-8                      | - Bin-36                     |
| - Bin-9                      | - Bin-37                     |
| - Bin-10                     | BRS5                         |
| BRS2                         | - Bin-41                     |
| - Bin-11                     | - Bin-42                     |
| - Bin-12                     | - Bin-43                     |
| - Bin-13                     | - D8                         |
| - Bin-14                     | - Bin-45                     |
| - Bin-15                     | - Bin-46                     |

|          |          |
|----------|----------|
| - Bin-16 | - Bin-47 |
| - Bin-17 | BRS6     |
| BRS3     | - Bin-51 |
| - Bin-21 | - Bin-52 |
| - Bin-22 | - Bin-53 |
| - Bin-23 | - Bin-54 |
| - Bin-24 | - Bin-55 |
| - Bin-25 | - Bin-56 |
|          | - Bin-57 |
|          | BRS7     |
|          | - Bin-61 |
|          | - Bin-62 |
|          | - Bin-63 |
|          | - Bin-64 |
|          | - Bin-65 |
|          | Bin-66   |

Dalam prosedur ini kami mengambil asumsi bahwa setiap *node* telah merepresentasikan karakter yang diwakilinya, Perubahan dari status ke status (dari node ke anaknya) diasumsikan sebagai operasi string untuk membentuk kata. Kemudian kata tebakan harus lebih kecil dari kata awal.

1. Masukkan *node* awal ke *Queue*
2. Set Kedalaman dengan 0
3. Ambil kepala *Queue*
4. Bangkitkan semua anak
5. Jika anak memenuhi syarat *push* ke *Queue*
6. Jika memenuhi solusi *stop*, jika tidak ulangi langkah 3 sampai kedalaman *maks*
7. Cetak solusi dan perhitungan skor berdasarkan kedalaman

Fungsi pencarian :

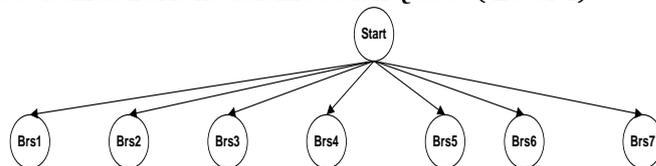
1. Bangkitkan anak Prosedur ini membangkitkan anak dari *Node* dengan elemen status yang tersisa
2. Fungsi Bagian (*input : String,String*) Fungsi ini memeriksa apakah *Node* tersebut memenuhi syarat atau merupakan bagian dari virus.

Contoh pencarian

File yang akan dicari Brontok dengan kode binary = "D8"

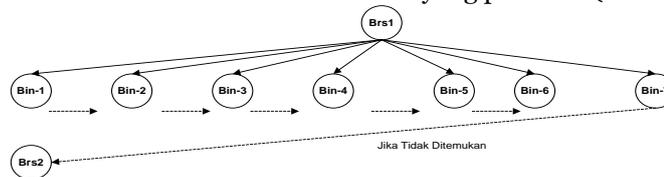
Maka tahap yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Men set Semua Baris ke dalam sebuah *Queue* ( Level-1)



**Gambar 1.** Set Semua Baris dalam *Queue*

- b. Cek file yang akan dicari mulai dari Baris Pertama yang pertama ( Level 2 )

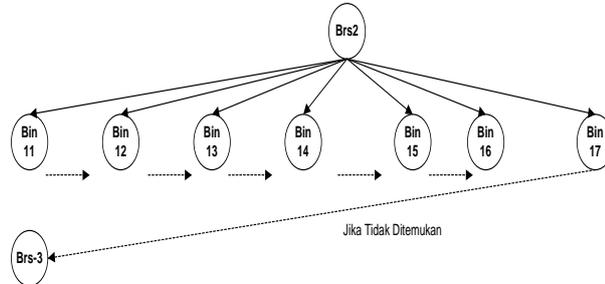


**Gambar 2.** Proses Pencarian Level 2

Pada tahap level-2 maka dilakukan pencarian pada Baris "BRS1" dengan cara membandingkan apa yang dicari dengan *file* yang ada didalam Baris tersebut, dan prosesnya dilakukan seperti langkah berikut ini :

- Cek apakah "Bin-1" = "Virus yang dicari" ?
  - o Jika "YA" maka "Bin-1" adalah "GOL" atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke Vi selanjutnya
- Cek apakah "Bin-2" = "Virus yang dicari" ?
  - o Jika "YA" maka "Bin-2" adalah "GOL" atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah "Bin-3" = "Virus yang dicari" ?
  - o Jika "YA" maka "Bin-3" adalah "GOL" atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah "Bin-4" = "Virus yang dicari" ?

- Jika “YA” maka “Bin-5” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
  - Cek apakah “Bin-6” = “Virus yang dicari” ?
    - Jika “YA” maka “Bin-6” adalah “GOL” atau data ditemukan
      - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
  - Cek apakah “Bin-7” = “Virus yang dicari” ?
    - Jika “YA” maka “Bin-7” adalah “GOL” atau data ditemukan
      - Jika Tidak maka Lanjutkan ke **Baris** yang lainnya karena
- c. Cek file yang akan dicari mulai dari Baris Level -3

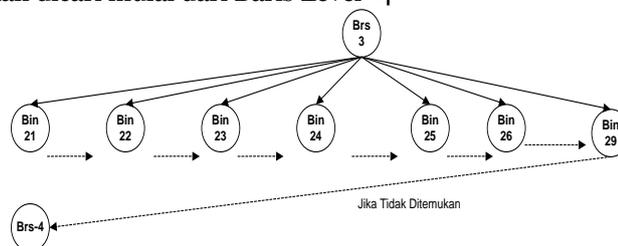


**Gambar 3.** Proses Pencarian Level 3

Pada tahap level-3 maka dilakukan pencarian pada Baris “BRS-2” dengan cara membandingkan apa yang dicari dengan *file* yang ada didalam Baris tersebut, sehingga dapat memproses setiap file yang terdapat pada setiap barisnya dan prosesnya dilakukan seperti langkah berikut ini :

- Cek apakah “Bin-11” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-11” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-12” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-12” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-13” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-13” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-14” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-4” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-15” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-15” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-16” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-16” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-17” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-17” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke **Baris** “BRS-3”

d. Cek file yang akan dicari mulai dari Baris Level -4

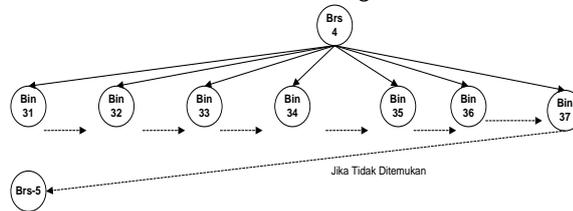


**Gambar 4.** Proses Pencarian Level 4

Pada tahap level-4 maka dilakukan pencarian pada Baris “BRS-3” dengan cara membandingkan apa yang dicari dengan file yang ada didalam Baris tersebut, dan prosesnya dilakukan seperti langkah berikut ini :

- Cek apakah “Bin-21” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-21” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-22” = “Virus yang dicari” ?

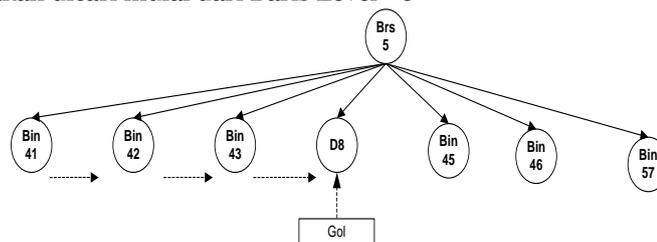
- Jika “YA” maka “Bin-22” adalah “GOL” atau data ditemukan
  - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-23” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-23” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-24” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-24” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-25” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-25” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-26” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-26” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-27” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-27” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke **Baris** “BRS-4”
- e. Cek file yang akan dicari mulai dari Baris Level - 5



**Gambar 5.** Proses Pencarian Level 5

Pada tahap level-5 maka dilakukan pencarian pada Baris “BRS-4” dengan cara membandingkan apa yang dicari dengan file yang ada didalam Baris tersebut, dan prosesnya dilakukan seperti langkah berikut ini :

- Cek apakah “Bin-31” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-31” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-32” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-32” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-33” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-33” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-34” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-34” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-35” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-35” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-36” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-36” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-37” = “Virus yang dicari” ?
  - Jika “YA” maka “Bin-37” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke **Baris** “BRS-5”
- f. Cek file yang akan dicari mulai dari Baris Level - 6



**Gambar 6.** Proses Pencarian Level 6

Pada tahap level-6 maka dilakukan pencarian pada Baris “BRS-5” dengan cara membandingkan apa yang dicari dengan file yang ada didalam Baris tersebut, dan prosesnya dilakukan seperti langkah berikut ini :

- Cek apakah “Bin-41” = “Virus yang dicari” ?
  - o Jika “YA” maka “Bin-41” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-42” = “Virus yang dicari” ?
  - o Jika “YA” maka “Bin-42” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-43” = “Virus yang dicari” ?
  - o Jika “YA” maka “Bin-43” adalah “GOL” atau data ditemukan
    - Jika Tidak maka Lanjutkan ke data selanjutnya
- Cek apakah “Bin-44” = “Virus yang dicari” ?

Jika “YA” maka “D8” adalah “GOL” → GOL (Virus ditemukan).

## KESIMPULAN

1. Implementasi yang dibuat pada metode *Heuristic* adalah dengan solusi pencarian *file* menggunakan metode pencarian melebar pertama (*Best-First Search*).
2. Teknik penggunaan *header file address Ofentrypoint* dan *size of code*, Sangat akurat dalam mengenal virus, walaupun virus telah merubah header filenya tapi datanya tetap sama
3. Metode *heuristic* yang digunakan oleh *software* antivirus ini adalah metode *heuristic statik* atau secara umum dinamakan metode *generate and test* dimana cara kerja metode *heuristic* ini adalah dengan membangkitkan/*generate* keseluruhan *string* yang ada pada *file* target terlebih dahulu, kemudian *software* antivirus akan membaca keseluruhan *string* dari *file* target dan mencocokkan dengan kumpulan *array* yang berisi *string-string* mencurigakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Oskar Dakhi. 2013, “*Aplikasi Pendeteksian Kerusakan File Akibat Virus Dengan Menggunakan Metode Heuristic*”. Jurnal Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IV, Nomor : 1, Agustus 2013.
- Pradana Deny, Komarudin. M, Arum. R S.P, 2012, “*Rancang Bangun Software Antivirus Dengan Menggunakan Metode Pendeteksian Heuristik*”. Electrician Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Volume:6, No.3. September 2012. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Pangera Abas Ali, Ariyus Dony, 2010, “*Sistem Operasi*”. Andi, Yogyakarta.
- Stefano, 2014, “*Cara Mudah Membangun Sistem Informasi Menggunakan VB.NET dan Komponen DXPRIENCE*”. Andi, Yogyakarta.
- Mesran. Diktat Perkuliahan Pemrograman Visual. 2011. Medan
- Fred Cohen, 1984, “*Computer Viruses-Theory and Experiments*”.
- Handayani Tutut, 2006, “*Virus Komputer dan Perkembangannya*”. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Jakarta STI&K. Jakarta.
- Suhandi Nazori, 2009, “*Pengembangan Antivirus Songket Untuk Virus H1N1 Dengan Metode Behavior Blocking Detection*”. Jurnal Generic, vol. 4 No. 2 Juli 2009. Universitas Indo Global Mandiri. Palembang.
- Arif M. Rudyanto, 2011, “*Pemrograman Web Dinamis Menggunakan PHP dan MySQL*”. Andi, Yogyakarta.
- Febrianto Andi, 2008, “*Komparasi Virus File yang Berkaitan Dengan Keamanan Komputer*”. Universitas Narotama Surabaya. Surabaya.

## PERANCANGAN APLIKASI STEGANOGRAFI PADA CITRA DIGITAL MENGUNAKAN METODE DYNAMIC CELL SPREADING (DCS) DAN SPREAD SPECTRUM METHOD

Adi Putra Sihombing

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
adiputrasahombing19@gmail.com

**Abstrak.** Pengamanan pesan rahasia dengan menggunakan teknik steganografi memerlukan beberapa algoritma yaitu algoritma *Dynamic Cell Spreading (DCS)* maupun *spread spectrum method*, dengan tujuan agar dapat meningkatkan keamanan pesan rahasia yang akan didistribusikan kepada orang lain serta dapat memperlihatkan algoritma mana yang lebih efektif dan efisien dalam mengamankan pesan rahasia. *Steganografi* adalah seni dan ilmu menulis informasi tersembunyi sedemikian rupa sehingga tak seorang pun selain pengirim dan penerima yang mengetahui informasi tersebut. Tujuan dari steganografi adalah menyembunyikan pesan atau informasi dalam komunikasi untuk mencegah pihak ketiga mengetahui tentang keberadaan pesan. Istilah steganografi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *steganos* yang berarti penyamaran atau penyembunyian dan *graphein* berarti tulisan. Jadi, steganografi bisa diartikan sebagai seni menyembunyikan pesan dalam data lain tanpa mengubah data yang ditumpanginya tersebut sehingga data yang ditumpanginya sebelum dan setelah proses penyembunyian hampir terlihat sama. Modifikasi dilakukan dengan penggantian biner nilai pixel dengan bit-bit pesan. Umumnya posisi bit pixel citra penampung yang modifikasi dapat dilakukan pada posisi bit akhir (*least significant bit*), posisi bit awal (*most significant bit*) atau posisi bit-bit acak.

**Kata Kunci :** Keamanan, Steganografi, *Dynamic Cell Spreading (DCS)*, *Spread Spectrum Method*

### PENDAHULUAN

Keamanan adalah sebuah keadaan yang ingin bebas dari segala bentuk serangan apapun dan bertujuan untuk melindungi data maupun informasi dari berbagai tindakan kejahatan *cyber* seperti yang dilakukan oleh para *hacker* dan *cracker*. *Steganografi (steganography)* adalah teknik menyembunyikan data rahasia di dalam wadah (media) digital sehingga keberadaan data rahasia tersebut tidak diketahui oleh orang lain (Rinaldi Munir, 2004). Namun seiring dengan berkembangnya teknologi komputerisasi, pengguna teknik keamanan steganografi mulai selektif dalam memilih metode yang lebih baik digunakan untuk menyembunyikan teks pada sebuah media penampung. Salah satu hal yang paling dipertimbangkan yaitu kualitas media penampung sebelum dan sesudah dilakukan penyisipan teks.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui prosedur pengamanan data teks dengan menerapkan algoritma *Dynamic Cell Spreading (DCS)* dalam mengamankan data teks serta untuk Merancang aplikasi penyembunyian teks tersandi pada sebuah citra berdasarkan teknik *kriptografi* dan *steganografi*.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan pada proses penyisipan pesan pada gambar adalah data teks sebagai objek yang disembunyikan citra digital sebagai media penampung pesan. algoritma *Dynamic Cell Spreading (DCS)* dalam melakukan proses *embedding* dan *extraction*.

#### Metode

##### **Dynamic Cell Spreading**

*Dynamic Cell Spreading (DCS)* merupakan steganografi dengan menggunakan model proteksi terhadap deteksi yang dikembangkan oleh Holger Ohmacht dengan konsep dasar yaitu menyembunyikan file pesan (semua data elektronik) ke dalam media gambar (*jpeg*). Penyembunyian pesan dilakukan dengan cara menyisipkan pada bit rendah *Least Significant Bit (LSB)* dari data *pixel* yang menyusun file tersebut menggunakan *buffer* memori sebagai media penyimpanan sementara. Dalam proses penggabungan (*stego*) antara file gambar dengan teks, untuk *file bitmap* 24 bit maka setiap *pixel* (titik) pada gambar tersebut akan terdiri dari susunan tiga warna, merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*) yang dikenal dengan RGB yang masing-masing disusun oleh bilangan 8 bit (*byte*) dari 0 sampai 255 atau dengan format biner 00000000 sampai 11111111.

### Spread Spectrum

*Spread Spectrum* adalah sebuah teknik pentransmisi dengan menggunakan *pseudo-noise code*, sebagai modulator bentuk gelombang untuk menyebarkan energi sinyal dalam sebuah jalur komunikasi (*bandwidth*) yang lebih besar dari pada sinyal jalur komunikasi informasi (Sri Hartati, 2014, 76). Oleh penerima, sinyal dikumpulkan kembali menggunakan replika *pseudo-noise code* tersinkronisasi. *Spread Spectrum* menggunakan pita lebar, *noise-like* sinyal. Karena sifatnya yang *noise-like*, *spread spectrum* sulit untuk terdeteksi, dipotong, atau ter-modulasi. Hal-hal inilah yang menyebabkan *spread spectrum* digunakan untuk komunikasi militer selama bertahun-tahun. Dalam penerapan *Spread Spectrum* ke dalam steganografi gambar, *Spread Spectrum* bekerja dengan cara menyimpan data yang ingin disembunyikan sebagai *gaussian noise* di dalam sebuah gambar. *Noise* tersebut merupakan *noise* yang melekat pada proses akuisisi gambar, dan jika kita menyimpannya pada tingkat frekuensi rendah, maka perubahan tersebut tidak akan terdeteksi oleh mata manusia ataupun oleh analisis komputer jika tidak disertai akses ke gambar asli (Sri Hartati, 2014, 76).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

**Proses Embedding Berdasarkan Dynamic Cell Spreading (DCS).** Proses yang dilakukan dalam penyisipan (*embedding*) pesan ke dalam sebuah citra *cover* berdasarkan algoritma *dynamic cell spreading* dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Siapkan pesan utama yang akan disembunyikan, kemudian setiap karakter pesan utama dikonversi menjadi biner, kemudian hitung total bit pesan utama.
2. Siapkan sebuah kunci steganografi yang digunakan untuk proses *embedding* maupun *ekstraksi* dan sebuah karakter penanda akhir bit-bit pesan.
3. Lakukan proses XOR terhadap masing-masing karakter kunci, hasil akhir proses XOR akan dijadikan sebagai kunci proses *embedding* dan *ekstraksi*.
4. Gabungkan biner kunci dengan biner penanda serta biner pesan utama.
5. Siapkan citra *cover* (sebagai media penampung)
6. Konversi nilai-nilai *pixel* citra *cover* menjadi biner
7. Kalkulasikan jumlah bit yang dapat ditampung oleh citra *cover*  
Proses kalkulasi jumlah bit yang dapat ditampung oleh citra *cover* sangat penting dilakukan sebelum proses penyembunyian. Apabila jumlah bit pesan lebih besar dari jumlah bit citra *cover* akan menyebabkan tidak semua bit pesan dapat tersimpan di dalam citra *cover*.
8. Tentukan nilai  $m$  untuk dijadikan sebagai nilai awal modulus pembangkit bilangan acak.
9. Lakukan pengacakan terhadap *pixel-pixel* citra *cover*  
Proses ini dilakukan dengan menentukan sebuah bilangan bulat positif yang digunakan sebagai nilai awal pembangkit bilangan-bilangan acak pengacak posisi-posisi *pixel* citra *cover*. Simpan *pixel* hasil pengacakan ke dalam memori sementara (*buffer memory*)
10. Lakukan proses penggantian bit-bit rendah (*least significant bit*) dari setiap elemen warna *pixel* citra *cover* hasil pengacakan yang telah disimpan di dalam *buffer memory*. Sebelum proses ini dilakukan, maka nilai-nilai *pixel* hasil pengacakan dirubah ke biner.
11. Susun kembali palet warna *pixel* citra *cover* teracak seperti susunan posisi-posisi *pixel* citra *cover* sebelum proses pengacakan dan petakan sebagai citra baru.
12. Simpan citra menjadi *steganoimage*.

Berikut ini contoh proses *embedding* berdasarkan *Dynamic Cell Spreading (DCS)*, dimana pada proses ini akan membutuhkan pesan dan citra *cover* sebagai media penampung pesan tersebut. Pesan yang digunakan pada proses ini adalah *ciphertext* yang telah dihasilkan dari proses enkripsi sebelumnya, yaitu  $\neg\# \gg \langle \tilde{\text{A}}^{-\text{TM}} \hat{\text{I}}$ . Pesan tersebut akan disembunyikan didalam citra *cover*. Citra *cover* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Citra Cover

Setelah melakukan proses *embedding* atau penyembunyian pesan teks pada citra *cover*, maka akan menghasilkan citra *stegano*. Citra *stegano* merupakan sebuah citra digital yang dimana citra tersebut

telah disisipi pesan. *Citra stegano* hampir sama tampilannya dengan *citra cover*. *Citra stegano* dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Citra *Stegano*

**Proses Extraction Berdasarkan Dynamic Cell Spreading.** Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses *extraction* adalah sebagai berikut :

1. Input *steganoimage* (citra yang telah menyimpan pesan)
2. Inputkan kunci ekstrasi, nilai biner karakter-karakter kunci di XOR. Hasil akhir proses XOR dijadikan sebagai nilai kunci pada proses ekstraksi.
3. Proses ekstraksi pesan
  - a. Input nilai pembangkit bilangan pengacak
  - b. Lakukan proses pengacakan posisi *pixel* berdasarkan nilai bilangan pengacakan yang dihasilkan (prosesnya sama seperti pada proses *embedding*)
  - c. Petakan posisi *pixel* hasil pengacakan (prosesnya sama seperti pada proses *embedding*)
  - d. Konversikan nilai-nilai *pixel* citra hasil pengacakan ke biner dengan menggunakan aplikasi matlab.
  - e. Ambil 8 bit dari setiap elemen warna *pixel-pixel* hasil pengacakan (delapan bit ini adalah kunci stegano yang telah disertakan pada proses penyembunyian pesan)
  - f. Cek apakah nilai 8 bit tersebut sesuai dengan nilai biner hasil akhir proses XOR karakter-karakter kunci atau tidak, apabila tidak maka proses ekstraksi ditolak, jika sama maka proses ekstraksi diteruskan.
  - g. Ambil bit-bit paling akhir yang dimulai dari posisi bit ke-9 sebanyak 8 bit kemudian konversi ke simbol atau karakter.
  - h. Lakukan proses pengambilan bit-bit paling akhir seperti pada langkah g di atas dengan kelipatan 8 (karena jumlah bit setiap karakter adalah 8 bit) hingga ditemukannya karakter penanda akhir pesan.
  - i. Apabila karakter penanda telah ditemukan, maka proses pengambilan bit-bit terakhir selesai yang menandakan bahwa pesan utama yang disembunyikan telah selesai diekstraksi dari *stegano image*.

Berikut ini contoh proses *extraction* berdasarkan *dynamic cell spreading*, dimana pada proses ini akan dilakukan pengungkapan data teks yang terdapat didalam *citra stegano*.

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil dan kinerja dari aplikasi yang telah dirancang. Adapun hasil pengujian dapat diliha pada tabel di bawah ini.

**Tabel 1.** Nilai Biner Warna Citra Stegano Hasil *Spread Spectrum*

| Citra Stegano Hasil Spread Spectrum Method |   |         |          |          |       |         |          |
|--------------------------------------------|---|---------|----------|----------|-------|---------|----------|
| Pixel                                      |   | Desimal | Biner    |          | Pixel | Desimal | Biner    |
| Pixel 1                                    | R | 210     | 11010010 | Pixel 10 | R     | 187     | 10111011 |
|                                            | G | 203     | 11001011 |          | G     | 178     | 10110010 |
|                                            | B | 198     | 11000110 |          | B     | 177     | 10110001 |
| Pixel 2                                    | R | 222     | 11011110 | Pixel 11 | R     | 186     | 10111010 |
|                                            | G | 212     | 11010100 |          | G     | 179     | 10110011 |
|                                            | B | 206     | 11001110 |          | B     | 176     | 10110000 |
| Pixel 3                                    | R | 221     | 11011101 | Pixel 12 | R     | 174     | 10101110 |
|                                            | G | 212     | 11010100 |          | G     | 166     | 10100110 |
|                                            | B | 208     | 11010000 |          | B     | 164     | 10100100 |
| Pixel 4                                    | R | 212     | 11010100 | Pixel 13 | R     | 156     | 10011100 |
|                                            | G | 204     | 11001100 |          | G     | 148     | 10010100 |
|                                            | B | 201     | 11001001 |          | B     | 144     | 10010000 |
| Pixel 5                                    | R | 206     | 11001110 | Pixel 14 | R     | 150     | 10010110 |
|                                            | G | 201     | 11001001 |          | G     | 146     | 10010010 |
|                                            | B | 196     | 11000100 |          | B     | 138     | 10001010 |

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Citra Stegano

| <b>Biner Citra Stegano</b> |   |                |                  |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------|---|----------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pixel</b>               |   | <b>Desimal</b> | <b>Biner</b>     | <b>Bit yang Dihasilkan Mulai dari Posisi Ke-9 Sejumlah 8 Bit</b>                                                                                                                                                                                      |
| Pixel 1                    | R | 210            | 1101001 <b>0</b> | <b>01000010</b><br>8 bit pertama ini merupakan biner-biner hasil XOR kunci <i>stegano</i>                                                                                                                                                             |
|                            | G | 203            | 1100101 <b>1</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | B | 198            | 1100011 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Pixel 2                    | R | 222            | 1101111 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | G | 212            | 1101010 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | B | 206            | 1100111 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Pixel 3                    | R | 221            | 1101110 <b>1</b> | <b>Hasil Tahap I :</b><br><b>0001010100110011</b><br>Bila diperiksa 8 bit pertama dari hasil tahap pertama ini (00010101), maka tidak sama dengan bit penanda akhir pesan (# dalam biner 00100011), oleh karenanya proses pengambilan bit dilanjutkan |
|                            | G | 213            | 1101010 <b>1</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | B | 208            | 1101000 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Pixel 4                    | R | 212            | 1101010 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | G | 204            | 1100110 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | B | 201            | 1100100 <b>1</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Pixel 5                    | R | 206            | 1100111 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | G | 201            | 1100100 <b>1</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | B | 196            | 1100010 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Pixel 6                    | R | 215            | 1101011 <b>1</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | G | 208            | 1101000 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | B | 202            | 1100101 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Pixel 7                    | R | 213            | 1101010 <b>1</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | G | 209            | 1101000 <b>1</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | B | 204            | 1100110 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Pixel 8                    | R | 206            | 1100111 <b>0</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | G | 201            | 1100100 <b>1</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                            | B | 197            | 1100010 <b>1</b> |                                                                                                                                                                                                                                                       |

**KESIMPULAN**

1. Prosedur pengamanan data teks pada media citra digital dapat dilakukan dengan teknik steganografi yaitu teknik yang melakukan penyembunyian bit-bit pesan ke dalam nilai-nilai *pixel* citra penampung (media penyembunyi pesan). Proses penyembunyian ini dilakukan dengan memanipulasi biner-biner *pixel* citra penampung. Modifikasi dilakukan dengan penggantian biner nilai *pixel* dengan bit-bit pesan. Umumnya posisi bit *pixel* citra penampung yang modifikasi dapat dilakukan pada posisi bit akhir (*least significant bit*), posisi bit awal (*most significant bit*) atau posisi bit-bit acak.
2. Penerapan metode *dynamic cell spreading* untuk menyembunyikan bit-bit pesan ke dalam citra digital, dilakukan beberapa langkah utama yaitu :
  - a. Melakukan proses pengacakan *pixel-pixel* citra *cover*, kemudian hasil pengacakan tersebut dipetakan menjadi *pixel* citra *cover* yang disimpan di dalam *buffer memory*.
  - b. Proses penyembunyian bit-bit pesan pada citra digital dilakukan dengan mengganti bit-bit paling akhir (*least significant bit*) setiap nilai *pixel* citra yang telah teracak dan tersimpan di dalam *buffer memory* dengan bit-bit pesan yang akan disembunyikan.
  - c. Nilai-nilai *pixel* hasil penggantian ini akan dipetakan menjadi citra baru (*stegano image*)

Penerapan metode *spread spectrum method* untuk menyembunyikan teks ke dalam citra digital dilakukan dengan beberapa langkah utama, yaitu :

  - a. Melakukan *spreading* (penyebaran bit-bit pesan) berdasarkan nilai skala yang ditentukan oleh pengguna. *Spreading* akan menyebabkan pembengkakan terhadap jumlah bit pesan.
  - b. Membangkitkan biner-biner *pseudonoise*
  - c. Melakukan proses modulasi antara hasil *spreading* biner pesan dengan biner hasil *pseudonoise*.
  - d. Hasil modulasi inilah yang akan dijadikan sebagai biner-biner pesan akhir yang akan disembunyikan ke dalam citra digital.
  - e. Proses penyembunyian pesan ke dalam citra dilakukan dengan menggantikan nilai bit paling akhir dari setiap *pixel* citra *cover* dengan bit-bit hasil modulasi, kemudian nilai-nilai *pixel* tersebut akan dipetakan menjadi *stegano image*.
3. Perancangan aplikasi *steganografi* berdasarkan metode DCS dan *Spread Spectrum Method* sangat membantu pada pengguna dalam meningkatkan pengamanan pesan yang sifatnya rahasia sehingga tidak mudah diketahui oleh orang lain selain penerima yang sah.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abdul Kadir, 2013, "*Pengenalan Algoritma Pendekatan Secara Visual Dan Interaktif Menggunakan Raptor*" Andi, Yogyakarta.
- Abdul Kadir, 2003, "*Pengenalan Sistem Informasi*", Andi, Yogyakarta.
- Abdul Kadir dan Terra Ch. Triwahyuni, 2013, "*Pengenalan Teknologi Informasi*", Andi, Yogyakarta.
- Aditya Ramadhani Gee, "*Aplikasi Pembelajaran Piano Dengan Metode Computer Based Learning (CBL)*", Pelita Informatika Budi Darma, Volume : VII, Nomor : 1, Juli 2014, ISSN : 2301-9425.
- Agus Wibowo dan Fachroni Akbar, "*Diagram Alir Perancangan*", Jurnal.KOM, Volume : 2, Nomor : 5, Juli 2009, ISSN : 2276-9812.
- Ahmad Afandi, "*Penerapan Aplikasi Pembelajaran Doa Agama Islam Pada Anak Menggunakan Augmented Reality (AR)*", Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IX, Nomor : 3, April 2015, ISSN : 2301-9825.
- Andy Prasetyo Utomo, "*Analisa Dan Perancangan Sistem Informasi Parkir Di Universitas Muria Kudus*", Jurnal Simetris, Volume : 3, Nomor : 1, April 2013, ISSN : 2252-4983.
- Antonius Rachmat C, 2010, "*Algoritma Dan Pemrograman Dengan Bahasa C*", Andi, Yogyakarta.
- Dayat Saputra, "*Perancangan Aplikasi Akademik Secara Online Pada Madrasah Aliyah Negeri 1 Pangkalan Balai*", 2013.
- Deni Mahdiana, "*Analisa Perancangan Sistem Informasi Pengadaan barang Dengan Metodologi Berorientasi Obyek*", Jurnal Telematika Mkom, Volume : 3, Nomor : 2, September 2011, ISSN : 2085-725X.
- Desi Lilyani, "*Implementasi Steganografi Pada Citra Digital Dengan Menggunakan Metode Dynamic Cell Spreading*", Pelita Informatika Budidarma, Volume : VI, Nomor : 1, Maret 2014.
- Doni Julianto, "*Perancangan Aplikasi Pembelajaran Meracik Jamu Sehat Dengan Menggunakan Metode Computer Based Instruction (CBI)*", Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IX, Nomor :2, Maret 2015, ISSN :2301-9425.
- Dony Ariyus, 2006, "*Computer Security*", Andi, Yogyakarta.
- Drs. Suarga, 2012, "*Algoritma Dan Pemrograman*", Andi, Yogyakarta.
- Ghazali Moenandar Male <sup>1)</sup>, Wirawan <sup>2)</sup>, Eko Setijadi <sup>3)</sup>, "*Analisan Kualitas Citra Pada Steganografi Untuk Aplikasi e-Government*", prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XV, Surabaya, 2012.
- Harvei Desmon Hutahean, "*Teknik Penajaman Citra Digital Dengan Menggunakan Metode Contrast Streching*", Pelita Informatika Budidarma, Volume III, Maret 2013, ISSN : 2301-9425.
- Kusumanto.RD, Alan Novi Tompunu, "*Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model normalisasi RGB*", Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi Terapan 2011 (semantik 2011), ISBN : 979-26-0255-0.
- Mariyani Julia Siregar, "*Perancangan Perangkat Lunak Pembelajaran The Degres Of Comparison Berbasis Multimedia Menggunakan Metode Computer Based Learning (CBL)*", Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IX, Nomor : 3, April 2015, ISSN : 2301-9425.
- Muhtadan dan Djiwo Harsono, "*Pengembangan Aplikasi Untuk Perbaikan Citra Digital Film Radiografi*", Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta, 25-26 Agustus 2008, ISSN : 1978-0176.
- Rahmat Priyanto, 2009, "*Langsung Bisa Visual Basic.NET 2008*", Andi, Yogyakarta.
- Rellita Sastrina Berutu, "*Aplikasi Pembelajaran IPA untuk Sekolah Dasar Kelas V SD Dengan Menggunakan Metode Computer Based Instruction (CBI)*", Pelita Informatika Budi Darma, Volume : VI, Nomor : 3, April 2014, ISSN : 2301- 9425.
- Rinaldi Munir, 2006, "*Kriptografi*", Informatika, Bandung.
- Sri Dharwiyanti, Romi Satria Wahono, 2003, "*Pengantar Unified Modeling Language (UML)*".
- Sri Hartati Monalisa, "*steganografi pada file citra untuk pengamanan data menggunakan metode spread spectrum*", pelita informatika budidarma, Volume VII, Nomor 3, Agustus 2014, ISSN : 2301-9425.
- Sulindawati dan Muhammad Fathoni, "*Pengantar Analisa Perancangan Sistem*", Jurnal Saintikom, Volume : 9, Nomor : 2, Agustus 2010.
- Yeni Agusti, "*Perancangan Aplikasi Pembelajaran Fisika Tingkat Sekolah Menengah Pertama Menggunakan Metode Computer Assited Instruction*", Pelita Informatika Budi Darma, Volume : V, Nomor : 1, November

## IMPLEMENTASI KINERJA ALGORITMA GENERATE AND TEST PADA SISTEM PAKAR DIAGNOSIS PENYAKIT MATA

Noviandi

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
Noviandi1193@gmail.com

**Abstrak.** Kemampuan sistem pakar tersebut diperoleh dengan implementasi suatu algoritma yang akan ditentukan oleh kinerja algoritma itu sendiri. Terdapat sejumlah algoritma yang dapat diimplementasikan pada suatu sistem pakar yang akan berpengaruh terhadap kemampuan sistem pakar tersebut dalam memberikan solusi yang terbaik, salah satunya adalah algoritma *Generate and Test*. *Generate and Test* adalah merupakan suatu teknik penyelesaian masalah dengan komputer dengan cara menyusun daftar penyelesaian yang mungkin dan menguji satu persatu untuk menentukan solusi yang tepat. Parameter atau ukuran dari kinerja algoritma *Generate and Test* yang akan diteliti adalah completeness, time complexity, space complexity, dan optimality. Jenis-jenis penyakit mata yang dilakukan pengujian yaitu : Konjungtiitis, Glukoma, Katarak, Rabun Jauh, Rabun Dekat, Rabun Senja, Dakriosistitis, Pterigium, Ablasio, Pseudotumor orbita, Selulitis orbita, Ulkus serpens, dan Kerato konjungtiitis sika.

**Kata Kunci :** Sistem pakar, Penyakit Mata, *Generate and Test*

### PENDAHULUAN

Ketika dihadapkan pada suatu permasalahan tertentu, seseorang tentu ingin solusi pemecahan masalah tersebut memiliki spesifikasi yang sesuai dengan keinginan dari orang tersebut. Biasanya seseorang berkonsultasi dengan seorang ahli atau *expert* di bidang permasalahan tersebut. Perkembangan penggunaan komputer sebagai alat bantu pada pekerjaan manusia saat ini amat meluas, bahkan sampai pada tahap pengadopsian cara berpikir manusia. Perkembangan tersebut secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi sistem kedokteran, perdagangan, bisnis, ilmu pengetahuan, teknik, dll. Sesuai dengan kemajuan teknologi komputasi, kini aplikasi komputer mampu memiliki kemampuan untuk berpikir sendiri dan memberikan solusi terbaik dalam domain permasalahan tertentu sesuai dengan spesifikasi yang diberikan oleh pengguna. Aplikasi tersebut dinamakan *expert system* atau sistem pakar.

Kemampuan sistem pakar tersebut diperoleh dengan implementasi suatu algoritma yang akan ditentukan oleh kinerja algoritma itu sendiri. Terdapat sejumlah algoritma yang dapat diimplementasikan pada suatu sistem pakar yang akan berpengaruh terhadap kemampuan sistem pakar tersebut dalam memberikan solusi yang terbaik. Salah satunya adalah algoritma *Generate and Test*. *Generate and Test* adalah sebuah metode dari beberapa konsep pencarian heuristik. Metode ini melakukan mekanisme kerja dengan cara membangkitkan atau *generate* kemungkinan solusi, kemudian melakukan pengujian atau *test*. Selama belum ditemukan solusi atau masih ada kemungkinan solusi maka akan terus dilakukan pencarian solusi. Jika ditemukan solusi maka berhasil, jika tidak maka gagal. Contoh kasus dari proses metode ini adalah penyakit mata. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis kinerja algoritma *Generate and Test* apakah algoritma tersebut cukup baik digunakan untuk menemukan solusi dari suatu permasalahan sistem pakar serta menerapkan algoritma *Generate and Test* untuk mendiagnosa penyakit mata.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan untuk objek pengujian adalah organ mata dan untuk pendeteksian penyakit yang ditimbulkan pada mata adalah algoritma *Generate and Test*.

#### Metode

##### Algoritma *Generate and Test*

*Generate and Test* adalah merupakan suatu teknik penyelesaian masalah dengan komputer dengan cara menyusun daftar penyelesaian yang mungkin dan menguji satu persatu untuk menentukan solusi yang tepat ( www.tatal.or.id). Pada prinsipnya metode ini merupakan penggabungan antara *depth-first search* dengan pelacakan mundur (*backtracking*), yaitu bergerak ke belakang menuju pada suatu keadaan awal. Nilai pengujiannya berupa jawaban “ya” atau “tidak”.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Diagnosa Penyakit Mata Berdasarkan Algoritma *Generate and Test*.** Proses pendiagnosaan penyakit mata dapat dilakukan dengan langkah-langkah berdasarkan algoritma *Generate and Test*. Adapun langkah-langkah penyelesaiannya adalah sebagai berikut :

1. Jika pembuatan-pembuatan solusi yang dimungkinkan dapat dilakukan secara sistematis maka prosedur ini dapat segera menemukan solusinya bila ada. Algoritma untuk *Generate and Test* tersebut adalah:
2. Bangkitkan suatu solusi yang mungkin. Untuk beberapa permasalahan, pembangkitan ini berarti membangkitkan suatu titik tertentu atau lintasan tertentu dari keadaan awal.
3. Uji untuk melihat apakah node tersebut benar-benar merupakan solusinya dengan cara membandingkan titik yang dipilih atau titik akhir suatu lintasan yang dipilih dengan kumpulan tujuan yang dapat diterima atau diharapkan.
4. Jika solusi telah diperoleh maka keluar. Jika tidak maka ulangi kembali langkah pertama.

Pada bagian ini diberikan contoh proses akuasisi dan representasi pengetahuan dari penyakit mata. Tabel keputusan penyakit mata dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 1.** Tabel Rule Penyakit Mata

| No | Gejala                                                           | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  | Bengkak                                                          | X | x |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  | Nyeri                                                            | X |   |   |   |   | x |   |   |   |   |
| 3  | Memproduksi Kotoran Mata                                         | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  | Bulu mata saling menempel                                        | x |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  | Mata sulit dibuka pada saat bangun tidur                         | x |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  | Pandangan menjadi kabur                                          | x |   |   |   |   |   |   |   |   | X |
| 7  | Tampak kemerahan                                                 |   | x |   |   |   | x |   |   |   |   |
| 8  | Muncul bisul kecil pada tepi kelopak mata                        |   | x |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | Muncul membran transparansi yang melapisi bagian putih bola mata |   |   | x |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | Mengeluarkan nanah                                               |   |   | x |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | Berwarna merah                                                   |   |   | x |   |   |   |   |   |   | X |
| 12 | Mata mempunyai tekanan intrakuler                                |   |   |   | x |   |   |   |   |   |   |
| 13 | Pandangan mulai kabur                                            |   |   |   | x | x |   |   |   |   |   |
| 14 | Berkurang pandangan kesamping                                    |   |   |   | x |   |   |   |   |   |   |
| 15 | Daya penglihatan berkurang secara progresif                      |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |
| 16 | Selaput tipis yang menghalangi pandangan                         |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |
| 17 | Sangat silau jika berada dibawah cahaya yang terang              |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |
| 18 | Mata tidak sakit                                                 |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |
| 19 | Mata tidak berwarna merah                                        |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |
| 20 | Pupil akan tampak berwarna putih                                 |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |
| 21 | Penglihatan pada malam hari lebih jelas                          |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |
| 22 | Dapat melihat dobel pada 1 mata                                  |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |
| 23 | Lensa mata berubah menjadi buram seperti susu                    |   |   |   |   | x |   |   |   |   |   |
| 24 | Pengeluaran air mata berlebihan                                  |   |   |   |   |   | x |   |   |   |   |
| 25 | Tidak dapat melihat jauh                                         |   |   |   |   |   |   | x |   |   |   |
| 26 | Tidak dapat melihat dekat                                        |   |   |   |   |   |   |   | x |   |   |
| 27 | Tidak dapat merespon cahaya pada saat malam                      |   |   |   |   |   |   |   |   | x |   |
| 28 | Iritasi                                                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |
| 29 | Inflamas                                                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |
| 30 | Kelopak mata menjadi bengkak                                     |   |   | x |   |   | x |   |   |   |   |
| 31 | Mata Merah                                                       | x |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Keterangan Penyakit

- A = Belean
- B = Bintilan
- C = Conjunctivitas
- D = Glukoma
- E = Katarak
- F = Dakriosistis
- G = Rabun Jauh
- H = Rabun Dekat
- I = Rabun Senja

J = Pterigium

Jika dijabarkan maka berikut rule sistem pakar mendeteksi penyakit mata pada manusia adalah sebagai berikut :

#### **Rule 1**

If Mata Merah

And Bengkak

And Nyeri

And Memproduksi kotoran mata

And Bulu mata saling menempel

And Mata sulit dibuka pada saat waktu bangun tidur

And Pandangan menjadi kabur

Then Belekan

Solusi adalah sebagai berikut :

- a. Hindari dari kontak langsung terhadap lingkungan berdebu.
- b. Hindari makanan yang dapat menyebabkan panas dalam seperti coklat dan gorengan.
- c. Jika tidak kunjung sembuh dalam 5 hari anda dapat membawanya ke dokter terkait.

#### **Rule 2**

If Muncul bisul kecil pada tepi kelopak mata

And Tampak kemerahan

And Bengkak

Then Bintilan

Solusinya adalah sebagai berikut :

- a. Kompres mata dengan air agak hangat
- b. Salep atau obat tetes sesuai rekomendasi dokter
- c. Obat obatan bersifat antibiotic

#### **Rule 3**

If Bengkak

And Muncul membran transparansi yang melapisi permukaan bagian bola

Mata

And Kelopak mata menjadi bengkak

And Mengeluarkan nanah

And Berwara merah

Then Conjunctivitas

Solusinya adalah sebagai berikut :

- a. Obat tetes mata antibiotik bisa digunakan untuk mengatasi infeksi bakteri pada konjungtivitis yang parah, namun kebanyakan konjungtivitis tidak memerlukan perawatan karena biasanya gejala akan hilang dalam dua pekan.
- b. Bersihkan kelopak dan bulu mata dengan menggunakan kapas dan air dari lapisan yang lengket atau berkerak. Sebelum gejala konjungtivitis hilang, jangan memakai lensa kontak terlebih dulu.
- c. Usahakan untuk menghindari pemicu alergi. Pengobatan dengan antihistamin biasanya digunakan untuk mengatasi konjungtivitis alergi.

#### **Rule 4**

If Mata mempunyai tekanan intrakuler

And Pandangan mulai kabur

And Berkurang pandangan ke samping

Then Glukoma

Solusinya sebagai berikut :

- a. Konsumsi berbagai jenis makanan yang sehat seperti makanan yang banyak mengandung vitamin A, makanan yang banyak mengandung vitamin E dan berbagai jenis mineral.
- b. Melakukan berbagai jenis olahraga yang tidak menyebabkan tekanan pada mata seperti jalan santai.
- c. Konsumsi kafein dalam jumlah yang terbatas untuk meningkatkan kesehatan mata (Bahaya kopi dan bahaya kafein).
- d. Sering minum air mineral untuk mencegah resiko kehilangan cairan karena tekanan pada mata.
- e. Selalu menggunakan pelindung mata untuk mencegah penekanan pada bagian mata seperti saat mengemudikan kendaraan dan memakai perlindungan mata dari cahaya.

**Rule 5**

If Pandangan mulai kabur

- And Daya penglihatan berkurang secara progresif
- And Ada selaput tipis yang menghalangi pandangan
- And Sangat silau jika berada dibawah cahaya yang terang
- And Mata tidak sakit
- And Mata tidak berwarna merah
- And Pupil akan tampak berwarna putih
- And Penglihatan pada malam hari lebih jelas
- And Dapa melihat dobel pada 1 mata
- And Lensa mata berubah menjadi buram seperti susu

Then Katarak

Solusinya adalah sebagai berikut :

- a. Memakai kacamata dengan kondisi sesuai dengan katarak
- b. Menggunakan kaca pembesar untuk melihat lebih jelas
- c. Menggunakan kacamata saat dibawah sinar matahari.
- d. Tidak mengemudi kendaraan saat malam hari

**Rule 6**

If Nyeri

- And Pembengkakan pada kelopak mata bawah
- And Mengeluarkan Air mata berlebihan

Then Dakriosistitis

Solusinya adalah sebagai berikut :

- a. Pemberian antibiotika oral atau melalui pembuluh darah.
- b. Lakukan pengompresan dengan air hangat di sekitar kantung air mata
- c. Jika terjadi kantung nanah maka harus dilakukan pembedahan

**Rule 7**

If Tidak dapat melihat objek jauh dengan jelas

Then Rabun jauh

Solusinya adalah sebagai berikut :

- a. Hindari kebiasaan membaca atau melihat televisi dari jarak dekat yang bisa menyebabkan kerusakan lengkungan kornea dan menyebabkan mata minus.
- b. Hindari kebiasaan menulis dengan jarak yang dekat yang bisa merusak jarak kemampuan pandangan normal mata.
- c. Berikan waktu istirahat untuk mata dengan tidak melihat semua benda dengan layar tajam seperti komputer, laptop, televisi dan gadget. Anda bisa keluar rumah dan melihat berbagai objek dengan jarak yang lebih jauh untuk melatih otot mata tetap normal.
- d. Biasakan untuk membaca atau melakukan pekerjaan lain dengan jumlah cahaya yang cukup sehingga mata menjadi lebih nyaman.

**Rule 8**

If Tidak dapat melihat objek dekat dengan jelas

Then Rabun dekat

Solusinya adalah sebagai berikut :

- a. Gunakan kontak lens
- b. Gunakan kaca mata
- c. Operasi

**Rule 9**

If tidak dapat merespon cahaya terutama disaat malam

Then Rabun Senja

Solusinya adalah sebagai berikut

Tidak berkendara pada malam hari atau melakukan aktivitas di tempat yang gelap.

**Rule 10**

If Mata merah

- And Iritasi
- And Inflamas
- And Penglihatan kabur

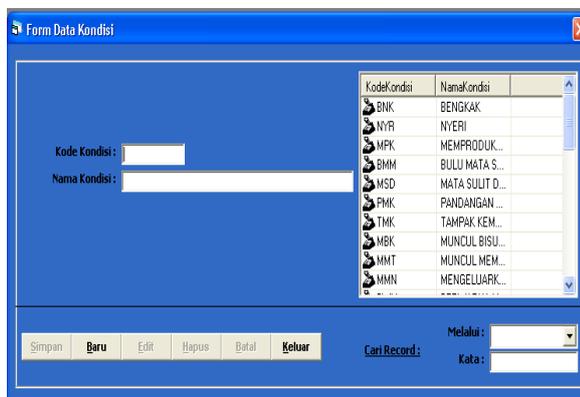
Then Pterigium

Solusinya adalah sebagai berikut:

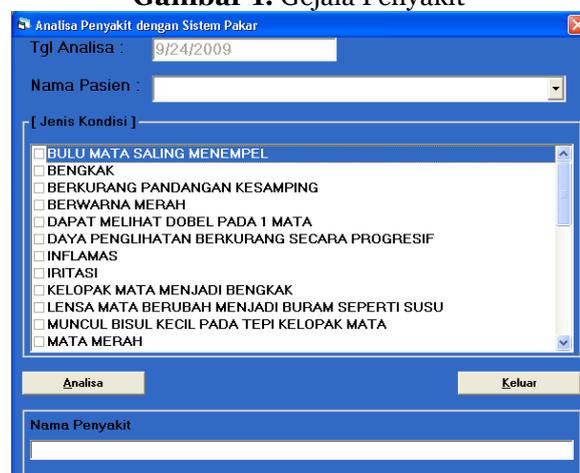
- a. Gunakan sun glasses atau topi lebar saat melakukan aktivitas di ruang terbuka.
- b. Menggunakan obat tetes mata khusus.

c. Memeriksa mata kita secara rutin ke dokter mata untuk mengetahui adanya gejala ataupun gangguan pada mata kita.

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui kinerja aplikasi yang telah dikerjakan. Adapun hasil pengujian menggunakan aplikasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Gejala Penyakit



**Gambar 2.** Proses Pertanyaan

## KESIMPULAN

1. Dengan menggunakan kaidah produksi aturan jika-maka (*if-then*) dalam pembuatan rule akan membantu didalam penyelesaian kasus pada sistem pakar.
2. Dengan menggunakan metode *Generate And Tes* mempermudah dalam perhitungan seberapa pasti para user atau pasien menderita penyakit yang diderita.
3. Metode *Generate and test* berfungsi mempermudah para programmer dalam membuat suatu aplikasi system pakar yang bertujuan mendiagnosa penyakit yang diderita pasien atau user.

## DAFTAR PUSTAKA

- Desiani, Anita dan Arhami, Muhammad. 2006. *Konsep Kecerdasan Buatan*. Andi. Yogyakarta.
- Kusrini. (2006), *Sistem Pakar "Teori dan Aplikasinya"*, Penerbit. Andi. Yogyakarta
- Nugroho, Adi. *Rekayasa Perangkat Lunak Menggunakan UML dan Java*, Andi Offset.2010 Yogyakarta.
- Priyanto, Rahmat. (2009), *Langsung Bisa Visual Basic.Net 2008*, Penerbit. ANDI, Yogyakarta
- Syatibi, Ahmad, 2012 *sistem pakar diagnosa awal penyakit kulit sapi berbasis web*, Universitas Diponegoro Semarang
- Rahayu, Sri. , 2013, *Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit Gagal Ginjal dengan Menggunakan Metode Bayes*, Medan
- T. Sutojo, S.Si., M.Kom., Edy Mulyanto, S.Si., M.Kom., Dr. Vincent Suhartono, 2011, *Kecerdasaan Buatan*, Andi, Yogyakarta.
- Turban, E. and Aronson, J. E. (2001). *Decision Support and Intelegent Systems*, (6 th ed.) Prentice-Hall Inc, New Jersey.

## PENERAPAN METODE SEQUENTIAL SEARCH DENGAN METODE BOYER MOORE UNTUK Pencarian Lagu Daerah BERBASIS ANDROID

Sarmauli Br. Silaban

Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma medan  
sarmaulisilaban11@gmail.com

**Abstrak.** Musik adalah seni menyusun nada atau suara yang diutarakan, kombinasi dan hubungan temporal untuk menghasilkan komposisi (suara) yang mempunyai keseimbangan dan kesatuan, nada atau suara yang disusun sedemikian rupa sehingga mengandung irama dan lagu keharmonisan. Penerapan merupakan sebuah tindakan yang dilakukan baik secara individu maupun secara kelompok dengan maksud untuk mencapai tujuan yang telah dirumuskan. Kata penerapan Dalam kamus bahasa Indonesia ialah "mempraktikkan" atau "penggunaan". Dengan demikian penerapan ialah pemanfaatan keterampilan dan pengetahuan baru terhadap sesuatu bidang untuk suatu kegunaan ataupun tujuan khusus. Android adalah sebuah sistem operasi yang dimodifikasi dari kernel linux dan ditargetkan berjalan di perangkat telepon pintar, netbooks dan computer tablet. Perangkat tersebut dikembangkan dengan library API. Penerapan metode Sequential Search dan Boyer Moore digunakan pada alternatif pencarian lagu, kedua metode tersebut mendukung seluruh tahap proses pencarian lagu. Masalah yang selama ini terjadi pada saat memilih metode-metode pencarian lagu adalah tidak diperhitungkan terlebih dahulu seberapa efisienkah metode yang dipakai dalam pencarian lagu. Pencarian lagu dengan menggunakan metode sequential search dan boyer moore dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan. Proses pencarian sesuai dengan judul lagu tidak ditemukan karena telah di aransementnya lagu dan berbeda penyanyinya kemudian pencarian dilakukan dengan menggunakan aplikasi Eclipse Juno menggunakan metode Sequential Search dan Boyer Moore.

**Kata Kunci :** Sequential Search, Boyer Moore, Ecilpse, Android

### PENDAHULUAN

Boyer-Moore adalah salah satu algoritma pencarian string, dipublikasikan oleh Robert S. Boyer, dan J. Strother Moore pada tahun 1977. Algoritma ini dianggap sebagai algoritma yang paling efisien pada aplikasi umum. Tidak seperti algoritma pencarian string yang ditemukan sebelumnya, algoritma Boyer-Moore mulai mencocokkan karakter dari sebelah kanan pattern. Ide dibalik algoritma ini adalah bahwa dengan memulai pencocokkan karakter dari kanan, dan bukan dari kiri, maka akan lebih banyak informasi yang didapat.(Irfan, ISSN : 2301-9425).

Penerapan metode Sequential Search dan Boyer Moore digunakan pada alternatif pencarian lagu, kedua metode tersebut mendukung seluruh tahap proses pencarian lagu. Masalah yang selama ini terjadi pada saat memilih metode-metode pencarian lagu adalah tidak diperhitungkan terlebih dahulu seberapa efisienkah metode yang dipakai dalam pencarian lagu. Pencarian lagu dengan menggunakan metode sequential search dan boyer moore dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek penelitian adalah lagu daerah batak toba. Dengan melakukan pencarian linier untuk data tidak terurut (data acak), pencarian linier untuk data terurut menaik (ascending) dan pencarian linier untuk data terurut menurun (descending).

#### Metode

##### Sequential Search

Pencarian Linear dapat dilakukan pada barisan bilangan yang terurut secara menaik (*ascending*) atau menurun (*descending*) ataupun tidak terurut. Pencarian Linear dilakukan dengan cara membandingkan data yang dicari (X) dengan data dalam barisan  $A[1] \dots A[n]$  dengan dimulai dari elemen pertama pada barisan A. Jika perbandingan bernilai sama, maka pencarian dihentikan dan dinyatakan sukses.

##### Boyer Moore

Algoritma *Boyer Moore* mulai mencocokkan karakter dari sebelah kanan *pattern*. Ide dibalik algoritma ini adalah bahwa dengan memulai pencocokkan karakter dari kanan, maka akan lebih banyak informasi yang didapat. Pencarian kata bertujuan untuk mencari sebuah kata yang terdiri dari beberapa karakter dalam sekumpulan kata. Kata yang akan dicari disebut sebagai kata kunci atau keywords. Prinsip dasar pencarian kata adalah pencocokkan karakter-karakter kata kunci dengan karakter-karakter kata yang tersedia. Misalnya suatu kata kunci yang panjangnya karakter akan dicari di dalam sekumpulan kata yang terdiridari n karakter dengan ketentuan  $n \_ m[2]$ . Ada sejumlah

algoritma yang dapat digunakan untuk pencarian kata, misalnya algoritma. *Boyer-Moore*, algoritma *Brute Force* dan algoritma *Knuth-Morris-Pratt* [3, 4].

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Cara Kerja Algoritma *Sequential Search*.** Secara garis besar, proses penyelesaian metode pencarian Metode *Sequential search* dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Metode pencarian Linear (*Linear / Sequential Search*), terdiri dari 3 macam yaitu :
  - a. Pencarian Linear untuk data tidak terurut (data acak)  
Data tidak terurut (data acak) adalah data yang sudah tersusun adalah data yang sudah tersusun atau dikelompokkan ke dalam kelas-kelas interval. Data kelompok disusun dalam bentuk distribusi frekuensi atau tabel frekuensi.
  - b. Pencarian Linear untuk data terurut menaik (*ascending*)  
Data terurut menaik (*ascending*) adalah data yang berada dalam suatu tempat penyimpanan, dengan urutan tertentu baik urut menaik (*ascending*) dari nilai terkecil sampai dengan nilai terbesar.
  - c. Pencarian Linear untuk data terurut menurun (*descending*)  
Data terurut menurun (*descending*) adalah data yang berada dalam suatu tempat penyimpanan, dengan urutan tertentu baik urut (*descending*) dari nilai terbesar sampai dengan nilai terkecil.

Perincian mengenai pembahasan metode-metode pencarian di atas dapat dilihat pada pembahasan dengan mengambil beberapa contoh seperti berikut ini.

Sebagai contoh, misalkan diketahui suatu barisan bilangan A sebagai berikut :

Data yang akan dicari ialah : **SULANGAN MANGAN**

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

Misalkan data yang dicari (X) = S maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data tidak terurut (data acak) adalah sebagai berikut :

1. Pencarian dimulai dari data elemen pertama pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

N = 14 : X = S  
 I = 1 : Ketemu = False  
 While (1 <= 14) And Not (False) → True  
 If (S = L) Then → False  
 I = 1 + 1 = 2

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (2 <= 14) And Not (False) → True  
 If (S = A) Then → False  
 I = 2 + 1 = 3

3. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen ketiga pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (3 <= 14) And Not (False) → True  
 If (S = N) Then → False  
 I = 3 + 1 = 4

4. Pencarian dimulai dari data elemen ke empat pada barisan bilangan A.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (4 <= 14) And Not (False) → True  
 If (S = U) Then → False  
 I = 4 + 1 = 5

5. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kelima pada barisan bilangan A.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (5 <= 14) And Not (False) → True  
 If (S = A) Then → False  
 I = 5 + 1 = 6

6. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen keenam pada barisan bilangan A.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (6 <= 14) And Not (False) → True  
 If (S = S) Then → True  
 Ketemu = True  
 While (6 <= 14) And Not (True) → False  
 If (True) Then

**Hasil Pengujian.** *Form* Pencarian Lagu merupakan *form* yang disediakan untuk menginput judul lagu. *Form* pencarian lagu juga menampilkan beberapa pilihan-pilihan judul lagu yang menyerupai awalan karakter judul lagu.

**Gambar 1** Pencarian Lagu

*Form* detail lagu merupakan *form* yang disediakan untuk menampilkan *list* detail lagu, dimana pada *list* detail lagu *user* dapat melihat judul lagu, nama penyanyi serta pencipta lagu tersebut .

Gambar 2 *List Detail Lagu***KESIMPULAN**

1. Proses pencarian sesuai dengan judul lagu tidak ditemukan karena telah di aransementnya lagu dan berbeda penyanyinya kemudian pencarian dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Eclipse Juno* menggunakan metode *Sequential Search* dan *Boyer Moore* .
2. Pencarian Lagu menggunakan dengan metode *Sequential Search* dilakukan dengan cara ascending dan descending atau tidak terurut (data acak). Sedangkan pencarian menggunakan metode *Boyer Moore* dilakukan dengan mencocokkan karakter dari kanan ke kiri.
3. Perancangan Pencarian Lagu dilakukan dengan menggunakan Aplikasi *Eclipse Juno* dengan bahasa pemrograman *Java*, dengan perancangan sistem yang menggunakan *Use Case* dan *Activity Diagram*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Irma Dewi, “Pembuatan Aplikasi Remote Desktop Management Menggunakan Metode Pencarian Linear (Linear Sequential Search)”, Pelita Informatika Budidarma, Vol VII, No.1 Juli 2014.
- Rahimi Fitri, 2006, “Semantic Search”, Andi, Yogyakarta.
- Adi Nugroho, 2006, “Pemograman Java Untuk Aplikasi Basis Data Dengan Teknik XP Menggunakan IDE Eclipse”, Andi, Yogyakarta.
- Irfan, “Perancangan Aplikasi Pencarian Kata Dalam Kamus Bahasa Batak Dengan Menggunakan Metode Boyer Moore”, Pelita Informatika Budidarma, Vol V, No.3 Desember 2013.
- Jhoni Pranata Sembiring, “Perancangan Aplikasi Kamus Bahasa Indonesia – Karo Online Berbasis Android Dengan Metode Sequential Search”, Pelita Informatika Budidarma, Vol IV, No.2 Agustus 2013.
- Natalia Damastuti dan Aulia Siti Aisiah, “Simulasi Penjadwalan Kapal Tambat Untuk Pencapaian ‘Zero Waiting Time’ Di Dermaga Jamrud Utara Dengan Optimasi Algoritma Sequential Search”, e-Jurnal.Narodroid, Vol 1, No.1 Januari 2015.
- Aulia Ramadhan, “Perancangan Aplikasi Pencarian Lirik Berbasis Android Dengan Algoritma Boyer Moore ”, Pelita Informatika Budidarma, Volume : V, Nomor : 3, Desember 2003.
- Riyanarto Sarno dan Yeni Anistyasari, 2006, “Ontologi Berbobot Untuk Pencarian Nama Mata Kuliah Berdasarkan Isi Dokumen Pada Sistem Pengelolaan Muatan Pembelajaran”, Andi, Yogyakarta.

## PENERAPAN METODE DYNAMIC CELL SPREADING (DCS) UNTUK MENYEMBUNYIKAN TEKS TERSANDI PADA CITRA

<sup>1</sup>Marthin Edy Purnawan Laoli, <sup>2</sup>Taronisokhi Zebua, M.Kom

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan

<sup>2</sup>Dosen STMIK Budi Darma Medan

[Marthin.2.laoli@gmail.com](mailto:Marthin.2.laoli@gmail.com)

**Abstrak.** Keamanan adalah sebuah keadaan yang ingin bebas dari segala bentuk serangan apapun dan bertujuan untuk melindungi data maupun informasi dari berbagai tindakan kejahatan cyber seperti yang dilakukan oleh para hacker dan cracker. Keamanan memiliki dua teknik yaitu kriptografi dan steganografi. Kombinasi kedua teknik tersebut dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan keamanan data maupun informasi yang bersifat rahasia, dimana teknik kriptografi digunakan untuk menyandikan pesan dan teknik steganografi digunakan untuk menyembunyikan pesan yang telah disandikan sebelumnya. Steganografi dapat dipandang sebagai kelanjutan kriptografi. Jika pada kriptografi, data yang telah disandikan (chipertext) tetap tersedia, maka dengan steganografi chipertext dapat disembunyikan sehingga pihak ketiga tidak mengetahui keberadaannya. Data rahasia yang disembunyikan dapat di ekstraksi kembali persis sama seperti keadaan aslinya. Kombinasi dari teknik kriptografi dan steganografi akan diterapkan dalam perancangan sebuah aplikasi keamanan data yang bisa digunakan untuk meningkatkan keamanan data atau informasi. Aplikasi yang telah siap dirancang, akan dapat dipergunakan untuk menyisipkan pesan rahasia ke dalam media penampung sehingga pesan rahasia yang telah dikirim akan sampai kepada penerima dengan utuh tanpa terjadi kerusakan pada pesan ataupun pada media penampungnya. Pada prakteknya, aplikasi yang telah dirancang harus dimiliki oleh kedua belah pihak. Baik pengirim maupun penerima.

**Kata Kunci :** Keamanan, Kriptografi, Steganografi, Citra, Pesan

### PENDAHULUAN

Keamanan adalah sebuah keadaan yang ingin bebas dari segala bentuk serangan apapun dan bertujuan untuk melindungi data maupun informasi dari berbagai tindakan kejahatan cyber seperti yang dilakukan oleh para hacker dan cracker. Keamanan memiliki dua teknik yaitu kriptografi dan steganografi. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Zulhadi Hasibuan, dengan judul penelitian “Perancangan Aplikasi Steganografi Dengan Metode Least Significant Bit (LSB) untuk data terenkripsi dari algoritma Hill Cipher”, Penerbit : Pelita Informatika Budidarma, Volume : VI, Nomor : 2, April 2014, menyatakan bahwa Kriptografi adalah suatu ilmu dan seni untuk menjaga kerahasiaan pesan dengan cara menyandikannya ke dalam bentuk yang tidak dapat dimengerti lagi maknanya. Teknik menjaga kerahasiaan data tidak hanya menggunakan kriptografi, teknik lain yang dapat digunakan yaitu steganografi. Steganografi adalah seni dan ilmu untuk menyembunyikan pesan rahasia didalam objek (Text, Audio, Video dan Image/Citra) lain sehingga keberadaan pesan rahasia tersebut tidak dapat diketahui.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui prosedur pengamanan data teks dengan kombinasi teknik kriptografi dan steganografi, Menerapkan algoritma Hill Cipher dan Dynamic Cell Spreading (DCS) dalam mengamankan data teks serta untuk Merancang aplikasi penyembunyian teks tersandi pada sebuah citra berdasarkan teknik kriptografi dan steganografi.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek penelian adalah data teks sebagai objek yang akan disembunyikan, citra digital sebagai media penampung pesan. Pada proses encoding dan decoding diperlukan algoritma pada setiap teknik keamanan yang digunakan, diantaranya yaitu menggunakan algoritma Hill Cipher dalam melakukan proses enkripsi dan dekripsi serta menggunakan algoritma Dynamic Cell Spreading (DCS) dalam melakukan proses embedding dan extraction.

#### Metode

##### Hill Cipher

Hill cipher merupakan penerapan aritmetika modulo pada kriptografi. Teknik kriptografi ini menggunakan sebuah matriks persegi sebagai kunci untuk melakukan enkripsi dan dekripsi. Hill cipher diciptakan oleh Lester S. Hill pada tahun 1929. Teknik kriptografi ini diciptakan dengan maksud membuat cipher yang tidak dapat dipecahkan dengan analisis frekuensi. Hill cipher menggunakan matriks untuk mentransformasikan string berupa blok huruf. Hill cipher berdasarkan pada aljabar linier dan seperti sandi vigenere, hill cipher merupakan



Berikut ini contoh proses *embedding* berdasarkan *Dynamic Cell Spreading* (DCS), dimana pada proses ini akan membutuhkan pesan dan *citra cover* sebagai media penampung pesan tersebut. Pesan yang digunakan pada proses ini adalah *ciphertext* yang telah dihasilkan dari proses enkripsi sebelumnya, yaitu  $\rightarrow\#»\langle\tilde{O}^{\sim}\{\tilde{A}^{-TM}\hat{I}$ . Pesan tersebut akan disembunyikan didalam *citra cover*. *Citra cover* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** *Citra Cover*

Setelah melakukan proses *embedding* atau penyembunyian pesan teks pada *citra cover*, maka akan menghasilkan *citra stegano*. *Citra stegano* merupakan sebuah *citra* digital yang dimana *citra* tersebut telah disisipi pesan. *Citra stegano* hampir sama tampilannya dengan *citra cover*. *Citra stegano* dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** *Citra Stegano*

**Proses Extraction Berdasarkan Dynamic Cell Spreading.** Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses *extraction* adalah sebagai berikut :

1. Input *steganoimage* (citra yang telah menyimpan pesan)
2. Inputkan kunci ekstrasi, nilai biner karakter-karakter kunci di XOR. Hasil akhir proses XOR dijadikan sebagai nilai kunci pada proses ekstraksi.
3. Proses ekstraksi pesan
  - a. Input nilai pembangkit bilangan pengacak
  - b. Lakukan proses pengacakan posisi *pixel* berdasarkan nilai bilangan pengacakan yang dihasilkan (prosesnya sama seperti pada proses *embedding*)
  - c. Petakan posisi *pixel* hasil pengacakan (prosesnya sama seperti pada proses *embedding*)
  - d. Konversikan nilai-nilai *pixel* citra hasil pengacakan ke biner dengan menggunakan aplikasi matlab.
  - e. Ambil 8 bit dari setiap elemen warna *pixel-pixel* hasil pengacakan (delapan bit ini adalah kunci stegano yang telah disertakan pada proses penyembunyian pesan)
  - f. Cek apakah nilai 8 bit tersebut sesuai dengan nilai biner hasil akhir proses XOR karakter-karakter kunci atau tidak, apabila tidak maka proses ekstraksi ditolak, jika sama maka proses ekstraksi diteruskan.
  - g. Ambil bit-bit paling akhir yang dimulai dari posisi bit ke-9 sebanyak 8 bit kemudian konversi ke simbol atau karakter.
  - h. Lakukan proses pengambilan bit-bit paling akhir seperti pada langkah g di atas dengan kelipatan 8 (karena jumlah bit setiap karakter adalah 8 bit) hingga ditemukannya karakter penanda akhir pesan.
  - i. Apabila karakter penanda telah ditemukan, maka proses pengambilan bit-bit terakhir selesai yang menandakan bahwa pesan utama yang disembunyikan telah selesai diekstraksi dari *stegano image*.

Berikut ini contoh proses *extraction* berdasarkan *dynamic cell spreading*, dimana pada proses ini akan dilakukan pengungkapan data teks yang terdapat didalam *citra stegano*. Proses ini akan memisahkan data teks dengan *citra stegano*, sehingga pada pada proses ini akan menghasilkan sebuah data teks yaitu  $\rightarrow\#»\langle\tilde{O}^{\sim}\{\tilde{A}^{-TM}\hat{I}$ . Data teks yang dihasilkan dari proses *extraction* masih berupa *ciphertext* yang tidak dimengerti maknanya, maka selanjutnya perlu dilakukan proses dekripsi untuk mengetahui pesan atau data teks yang sebetulnya.

**Proses Dekripsi Berdasarkan Hill Cipher.** Proses yang dilakukan dalam dekripsi pesan (pengubahan *ciphertext* menjadi *plaintext*) dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Siapkan teks (*ciphertext*) yang akan didekripsi yang mungkin berupa simbol, huruf ataupun teks
2. Siapkan kunci yang akan digunakan. Kunci yang digunakan sama seperti kunci yang digunakan pada saat melakukan proses enkripsi. Hanya saja dalam proses dekripsi, kunci yang digunakan adalah invers dari kunci itu sendiri.
3. Lakukan pengubahan teks (*ciphertext*) menjadi angka desimal berdasarkan tabel ASCII
4. Lakukan proses Dekripsi data teks (*ciphertext*) dengan menggunakan metode *hill cipher* dan modulus 256
5. Dari proses dekripsi tersebut akan menghasilkan suatu *output* yaitu *plaintext* atau teks sebetulnya (teks sebelum dilakukan penyandian).

Berikut ini contoh proses dekripsi berdasarkan *hill cipher*, dimana pada proses ini akan dilakukan pengubahan *ciphertext* menjadi *plaintext* atau teks yang asli. *Ciphertext* yang akan didekripsi yaitu "LGD+•ÇÃã#>€•LbfÀð?8â#6" dan setelah dilakukan proses dekripsi, maka akan menghasilkan *plaintext* atau pesan asli yaitu MARTHINLAOLI.

**Hasil Pengujian.** Proses pengujian dalam penelitian ini adalah menguji kinerja aplikasi pada proses *embedding*. Pengujian ini dilakukan pada beberapa citra *cover* dan beberapa pesan dan akan diuji apakah ada perubahan yang terjadi pada citra hasil (*stegano-image*). Perubahan ini diukur berdasarkan perhitungan nilai *Peak Signal to Noise Rasio* (PSNR) dan nilai *Mean Square Error* (MSE) antar citra *cover* dan citra *stegano*. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian *Embedding* Berdasarkan *Dynamic Cell Spreading* (DCS)

| No | Citra Cover                                                                                                            | Plaintext                                                                                       | Ciphertext                                                                              | Stegano Image                                                                                                           | Kemiripan Citra                                                                                 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <br>Ukuran 80x80<br>Size : 88,3 Kb   | Marthin Edy Punawan<br>Laoli                                                                    | LGD+•ÇÃã#>€<br>•LbfÀð?8â#6                                                              | <br>Ukuran 80x80<br>Size : 88,3 Kb  | MSE = 0,061<br>PSNR = 60,27 dB<br><br>Gambar asli dan gambar <i>stegano</i> masih sangat mirip  |
| 2  | <br>Ukuran 100x75<br>Size : 22,0 Kb | Indonesia merah darahku, putih tulangku, bersatu dalam semangatku...<br>Merdeka INDONESIA Ke-71 | „ÇŽÁĚ%06ŸĂĚk%0ĂĚWĭoμŪ+–Ç{1/2¼4ōtÑĤŃĤ&Ń□+ĔĚk%0¹òs•H«Âŭw°ék kYtpTS#>ĔaŸ• -• Á»œÇŪ}}x Ūž=' | <br>Ukuran 100x75<br>Size : 22,0 Kb | MSE = 0,056<br>PSNR = 60,649 dB<br><br>Gambar asli dan gambar <i>stegano</i> masih sangat mirip |

**Tabel 2.** Hasil Pengujian *Extraction* Berdasarkan *Dynamic Cell Spreading* (DCS)

| No | Stegano-Image                                                                                                          | Ciphertext                                                                              | Plaintext                                                                                       | Keterangan                                                                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <br>Ukuran 80x80<br>Size : 88,3 Kb  | LGD+•ÇÃã#>€•LbfÀð-<br>?8â#6                                                             | Marthin Edy<br>Punawan Laoli                                                                    | <i>Ciphertext</i> Berhasil di ekstraksi dan didekripsi menjadi <i>plaintext</i> |
| 2  | <br>Ukuran 100x75<br>Size : 22,0 Kb | „ÇŽÁĚ%06ŸĂĚk%0ĂĚWĭoμŪ+–Ç{1/2¼4ōtÑĤŃĤ&Ń□+ĔĚk%0¹òs•H«Âŭw°ék kYtpTS#>ĔaŸ• -• Á»œÇŪ}}x Ūž=' | Indonesia merah darahku, putih tulangku, bersatu dalam semangatku...<br>Merdeka INDONESIA Ke-71 | <i>Ciphertext</i> Berhasil di ekstraksi dan didekripsi menjadi <i>plaintext</i> |

**KESIMPULAN**

1. Prosedur pengamanan data pada media citra digital dapat dilakukan dengan menggunakan kombinasi teknik kriptografi dan steganografi, dimana akan terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu proses enkripsi, proses *embedding*, proses *extraction* dan proses dekripsi.
2. Penerapan algoritma *hill cipher* untuk melakukan proses enkripsi terhadap karakter-karakter pesan untuk menghasilkan *ciphertext*, dilakukan dengan beberapa langkah utama yaitu :
  - a. Melakukan proses pengelompokkan karakter-karakter pesan menjadi beberapa kolom, dimana setiap kolom akan berisi tiga karakter pesan.
  - b. Melakukan perkalian matriks antara karakter pesan dengan kunci kriptografi yang digunakan. Nilai-nilai yang dihasilkan dari proses perkalian matriks tersebut akan dimodulasikan, sehingga hasil akhir dari proses modulasi merupakan *ciphertext*.Penerapan metode *dynamic cell spreading* untuk menyembunyikan *bit-bit* pesan ke dalam citra *digital*, dilakukan beberapa langkah utama yaitu :
  - a. Melakukan proses pengacakan *pixel-pixel* citra *cover*, kemudian hasil pengacakan tersebut dipetakan menjadi *pixel* citra *cover* yang disimpan di dalam *buffer memory*.
  - b. Proses penyembunyian *bit-bit* pesan pada citra digital dilakukan dengan mengganti *bit-bit* paling akhir (*least significant bit*) setiap nilai *pixel* citra yang telah teracak dan tersimpan di dalam *buffer memory* dengan *bit-bit* pesan yang akan disembunyikan.
  - c. Nilai-nilai *pixel* hasil penggantian ini akan dipetakan menjadi citra baru (*stegano image*)
3. Perancangan aplikasi penyembunyian teks terenkripsi pada citra digital merupakan langkah yang memberikan dampak positif dalam mengamankan data teks, dimana dampak positif tersebut berupa kemudahan dan efektifitas waktu yang dipergunakan dalam melakukan proses penyandian dan penyembunyian data teks pada citra, kelemahannya adalah bila perubahan *bit-bit pixel* citra *cover* terlalu banyak, maka akan berdampak pada perubahan penurunan kualitas citra hasil (*stegano image*).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agus Wibowo dan Fachroni Akbar, Diagram Alir Perancangan Sistem, 2009. Jurnal.KOM, Vol 2, No.5.
- Deni Mahdiana, 2011. Analisa dan Perancangan Sistem Informasi Pengadaan Barang Dengan Metodologi Berorientasi Obyek”, Telematika MKOM, Vol.3 No.2.
- Desi Lilyani, 2014. Implementasi Steganografi Pada Citra Digital Dengan Menggunakan Metode Dynamic Cell Spreading, Pelita Informatika Budidarma, Volume : VI, Nomor : 1.
- Dian Riski Nugroho, 2009. Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe (Team Games Tournamen) TGT Terhadap Motivasi Siswa Mengikuti Pembelajaran Bola Voli Di Kelas X SMAN 1 Panggul Kabupaten Trenggalek, UNS JURNAL, Vol 3, No.2.
- Edy Prasetyo Utomo, 2013. Analisa dan Perancangan Sistem Informasi Parkir Di Universitas Maria Kudus, Jurnal SIMETRIS, Vol 3, No 1.
- Rahimah, 2014. Implementasi Penyembunyian dan Penyandian Pesan Pada Citra Menggunakan Algoritma Affine Cipher dan Metode Least Significant Bit, Pelita Informatika Budidarma, Volume : VI, Nomor : 1.
- Sri Dharwiyanti dan Romi Satria Wahono, “Pengantar Unified Modeling Language (UML)”, Ilmu Komputer.com.
- Sulindawati dan Muhammad Fathoni, 2010. Pengantar Analisa Perancangan Sistem”, Jurnal SAINTIKOM, Vol.9, No.2.
- Abdul Kadir, 2013. Pengenalan Algoritma Pendekatan Secara Visual dan Interaktif Menggunakan Raptor”, Andi, Yogyakarta.
- Dony Ariyus, 2006. Computer Security, Andi, Yogyakarta.
- Drs. Suarga, M.Sc., M.Math., Ph.D., 2006. Algoritma dan Pemrograman, Andi, Yogyakarta.
- Emy Setyaningsih, S.Si., M.kom, 2015. Kriptografi dan Implementasinya Menggunakan MATLAB, Andi, Yogyakarta.
- Rahmat Priyanto, 2009. Visual Basic.NET 2008, Andi, Yogyakarta.
- Rinaldi Munir, 2006. Kriptografi, Informatika, Bandung.

## PERANCANGAN APLIKASI KRIPTOGRAFI PLAYFAIR CIPHER DAN TEKNIK STEGANOGRAFI BEGIN OF FILE PADA PENGAMANAN PESAN TEKS

Fatimah Ayu

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
ayu.fatimah017@gmail.com

**Abstrak.** Penyisipan pesan kedalam suatu citra digital ini lebih dikenal dengan Steganografi. Kriptografi adalah suatu bidang ilmu tentang pengamanan pesan rahasia yang dienkripsi agar menjadi pesan yang tidak memiliki arti kemudian didekripsi agar dapat terbaca oleh penerima pesan. Steganografi adalah teknik menyembunyikan pesan rahasia yang disisipkan pada citra digital, sehingga secara kasat mata pesan tidak dapat terlihat karena hasil citra yang disisipi dan citra asli tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Kombinasi antara kriptografi dan steganografi dapat dilakukan untuk lebih meningkatkan keamanan pada pesan yang hendak disembunyikan. Pesan teks yang hendak disembunyikan, dienkripsi terlebih dahulu dengan teknik kriptografi, setelah ciphertext dihasilkan, kemudian ciphertext disisipkan pada file gambar dengan teknik steganografi. Hal ini dilakukan agar pesan teks yang telah dienkripsi tidak menimbulkan kecurigaan pada orang banyak saat melihat ciphertext dari pesan teks yang dihasilkan

**Kata Kunci :** Keamanan, Citra, Playfair Cipher, Begin Of File

### PENDAHULUAN

Data teks rahasia merupakan hal penting yang butuh untuk dilindungi dan dijaga kerahasiaannya. Data teks rahasia merupakan sebuah data yang penting dimana banyak orang yang ingin berusaha untuk mencari terlebih mengetahui isinya. Oleh karena itu maka tidak jarang muncul kejahatan-kejahatan yang dengan sengaja dilakukan oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Dengan semakin banyaknya orang yang melakukan tindakan kriminal yang dengan sengaja melakukan pencurian data rahasia dan merusak data teks rahasia sehingga bisa merugikan pihak tertentu. Terdapat beberapa usaha untuk menangani masalah keamanan data rahasia yang dikirimkan melalui internet, diantaranya adalah menggunakan teknik kriptografi dan steganografi. Kriptografi adalah suatu ilmu yang mempelajari bagaimana cara menjaga kerahasiaan data, menjaga agar data atau pesan tetap aman saat dikirimkan, dari pengirim ke penerima tanpa mengalami gangguan dari pihak ketiga. (Ahmad Ramadoni Sitorus, Volume: iv, Nomor: 3, Oktober 2014). Sedangkan steganografi (*steganography*) adalah ilmu dan seni menyembunyikan pesan rahasia di dalam pesan sehingga keberadaan pesan rahasia tersebut tidak dapat diketahui (Aminah Riski Lubis, volume: 1, No: 1, Tahun :2012).

Tujuan dari penelitian ini digunakan untuk membangun aplikasi pengamanan pesan teks dengan menggunakan kombinasi kriptografi Modifikasi *Playfair cipher* dan steganografi *Begin Of File* pada citra *bitmap* serta meningkatkan keamanan pesan dengan memodifikasi *Playfair cipher* dengan teknik pemutaran kunci dua arah. Sebuah pesan teks yang telah dienkripsi terlebih dahulu dengan kriptografi kedalam sebuah *file* gambar.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek adalah data teks yang disisipkan sepanjang 7 karakter. Citra penampung sebagai media penampung berformat \*.bmp. Metode yang digunakan untuk keamanan data teks menggunakan *Playfair Cipher* dan *egin Of File* digunakan sebagai penyisipan pesan.

#### Metode

##### *Playfair Cipher*

*Playfair cipher* ditemukan oleh Sir Charles Wheatstone dan Baron Lyon Playfair pada tahun 1854 dan digunakan pertama kali oleh tentara Inggris pada Perang Boer (Perang Dunia I) pada awal abad ke-20, untuk mengirimkan pesan antarmarkas yang ada di Inggris (Munir, 2006). Kunci kriptografinya merupakan 25 huruf abjad yang tersusun dalam matriks bujur sangkar 5x5 dengan menghilangkan huruf 'J' pada susunan abjadnya. Jumlah kemungkinan kunci yang terbentuk adalah sebanyak  $25! = 15.511.210.043.330.985.984.000.000$ . Matriks kunci akan diisi sesuai dengan urutan kemunculan huruf pada kunci. Huruf yang digunakan tidak boleh digunakan lagi, sedangkan huruf yang tidak digunakan kunci akan disusun

setelahnya sesuai dengan urutan alphabet. Misalkan contoh kunci adalah "FATIMAH". Apabila terdapat *bigram* yang memiliki huruf yang sama, sisipkan ditengahnya dengan 'X'. Dan apabila huruf terakhir tidak memiliki pasangan, tambahkan huruf 'X' agar huruf terakhir memiliki pasangan.

Contoh *Plaintext* : " fatimah" *Plaintext* kemudian disusun berdasarkan *bigram*, seperti dibawah ini :

" FA TI MA HX" Karena *bigram* terakhir tidak memiliki pasangan maka, ditambahkan huruf 'X' pada *bigram* terakhir menjadi: " FA TI MA HX" Setelah *plaintext* disusun sesuai dengan *bigram* dan aturan diatas, barulah dapat dienkripsi dengan menggunakan matriks kunci.

**Begin Of File**

Metode *Begin Of File* merupakan salah satu teknik pada steganografi yaitu dengan cara penyisipan data pesan pada awal *file* media penampung secara horizontal. Akibat dari penambahan data pesan di awal media penampung, maka terjadi pembesaran ukuran file pada media yang telah disisipi oleh data pesan (Henny, 2012). Dalam penelitian ini, media penampung yang digunakan adalah citra digital. Citra digital memiliki piksel yang membentuk sebuah matriks yang terdiri dari baris dan kolom. Pesan yang hendak disisipkan pada citra digital mengikuti bentuk matriks. Penyisipan pesan secara horizontal yang dimaksud adalah pesan hendak disisipkan pada baris matriks piksel citra gambar tersebut. Metode *Begin Of File* yang diterapkan pada penelitian ini adalah penyisipan suatu pesan pada awal baris matriks piksel citra digital yang digunakan sebagai media penampung. Cara penyisipan pesan pada *Begin Of File* adalah sebagai berikut: Misalkan terdapat sebuah citra *grayscale* (hanya memiliki satu *layer*) dengan derajat keabuan 8 Bit (0-255), berukuran 6 x6 piksel yang akan disisipkan pesan yang merupakan *ciphertext* dari proses enkripsi modifikasi *Playfair Cipher* "atimifcv".

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Enkripsi Pesan Berdasarkan Playfair Cipher.** Proses penyandian (enkripsi) pesan dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Jika dua huruf berada pada baris kunci yang sama, maka setiap huruf digantikan pada huruf yang berada disebalah kanannya.
2. Jika dua huruf berada pada kolom kunci yang sama, maka setiap huruf yang digantikan pada huruf yang berada dibawahnya.
3. Jika dua huruf tidak pada baris yang sama atau kolom yang sama, maka huruf pertama diganti dengan huruf pada perpotongan baris huruf pertama dengan kolom huruf kedua.

Untuk implementasi dari pengenkripsian pesan, maka dilakukan langkah berikut:

Kunci yang digunakan adalah 'fatimah', disusun kedalam sebuah matriks 5x5

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| F | A | T | I | M |
| H | B | C | D | E |
| G | K | L | N | O |
| P | Q | R | S | U |
| V | W | X | Y | Z |

*Plaintext* yang akan dienkripsi adalah "fatimah" . Susun *plaintext* kedalam bentuk bigram.

Tambahkan Huruf yang tidak memiliki pasangan bigram dengan huruf 'X'.

Sehingga bigram *plaintext* menjadi "FA TI MA HX"

Lakukan proses enkripsi :

- FA = AT
- TI = IM
- MA = IF
- HX = CV

Jadi hasil enkripsi mejadi atimifcv

**Proses Penyisipan Berdasarkan Begin Of File.** Proses penyisipan pesan pada citra dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah dari *begin of file*. Adapun langkah-langkahnya antara lain :

1. *Ciphertext* yang telah didapat pada proses enkripsi dari FATIMAH adalah ATIMIFCV
2. Konversikan gambar dibawah ini menjadi nilai decimal dengan cara menggunakan matlab 6,1 adalah sebagai berikut :



**Gambar 1.** Citra Penampung  
Setelah diketikkan perintah diatas maka akan muncul hasil seperti gambar dibawah ini.

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 153 | 154 | 155 | 152 | 150 | 134 | 123 |
| 127 | 137 | 152 | 158 | 117 | 134 | 102 |
| 136 | 144 | 143 | 135 | 139 | 154 | 134 |
| 156 | 159 | 140 | 124 | 163 | 162 | 112 |
| 153 | 149 | 139 | 144 | 179 | 193 | 109 |

3. Sisipkan kode ASCII dari *ciphertext* kedalam awal matriks piksel gambar

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 109 | 109 | 105 | 109 | 105 | 102 | 99  |
| 181 | 0   | 152 | 158 | 117 | 134 | 102 |
| 136 | 144 | 143 | 135 | 139 | 154 | 134 |
| 156 | 159 | 140 | 124 | 163 | 162 | 112 |
| 153 | 149 | 139 | 144 | 179 | 193 | 109 |
| 138 | 145 | 143 | 121 | 195 | 166 | 146 |

4. Setiap akhir pesan ditandai dengan nilai 0 untuk menandakan bahwa pesan telah berakhir.

**Proses Ekstraksi Berdasarkan *Begin Of File*.** Ekstraksi pesan bertujuan untuk mengeluarkan pesan tersembunyi yang terdapat pada gambar. Implementasi dari teknik ini adalah sebagai berikut :

1. Terdapat matriks gambar yang telah disisipi oleh pesan

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 109 | 109 | 105 | 109 | 105 | 102 | 99  |
| 181 | 0   | 152 | 158 | 117 | 134 | 102 |
| 136 | 144 | 143 | 135 | 139 | 154 | 134 |
| 156 | 159 | 140 | 124 | 163 | 162 | 112 |
| 153 | 149 | 139 | 144 | 179 | 193 | 109 |
| 138 | 145 | 143 | 121 | 195 | 166 | 146 |

Keluarkan nilai matriks pada baris 1 sampai kolom n dimana jika bertemu dengan matriks bernilai 0 maka pesan ditandai telah berakhir. nilai matriks yang berisi pesan adalah :

109 109 105 109 105 102 99 181 0

Hilangkan nilai 0 pada susunan kode ASCII yang berupa pesan, sehingga menghasilkan :

109 109 105 109 105 102 99 181.

2. Ubah kode ASCII menjadi huruf, 109 109 105 109 105 102 99 181 = ATIMIFCV

**Proses Dekripsi Berdasarkan *Playfair Cipher*.** Dekripsi pesan dengan modifikasi *Playfair Cipher* merupakan kebalikan dari proses enkripsi, yaitu dari pembacaan hasil pesan pada kunci untuk setiap bigram *ciphertext*, matriks kunci yang digunakan tidak berubah sesuai dengan tahapan pada saat enkripsi. Berikut adalah implementasi dekripsinya :

1. Kunci yang digunakan adalah 'fatimah', disusun kedalam sebuah matriks 5x5

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| F | A | T | I | M |
| H | B | C | D | E |
| G | K | L | N | O |
| P | Q | R | S | U |
| V | W | X | Y | Z |

2. *Ciphertext* yang akan dienkripsi adalah ATIMIFCV

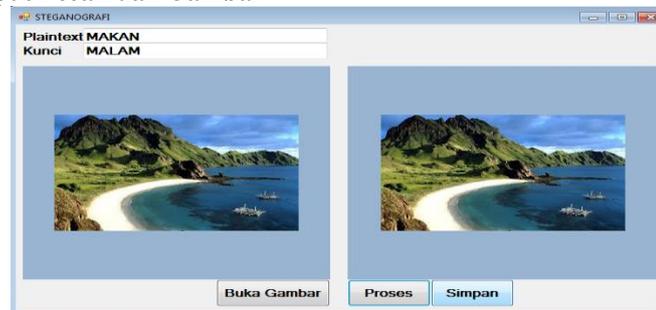
AT = FA  
 IM = TI  
 IF = MA  
 CV = HX

Maka hasil menjadi = fatimahx kemudian hilangkan huruf X sehingga menjadi FATIMAH

**Hasil Pengujian.** Hasil Pengujian dilakukan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan yang terdapat dari sistem yang telah dirancang untuk penyisipan pesan pada gambar. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.** Proses Input Pesan dan Gambar



**Gambar 2.** Proses Penyisipan Pesan



**Gambar 3.** Proses Ekstraksi

## KESIMPULAN

1. Aplikasi steganalisis dapat dirancang dengan menggunakan metode steganalisis BOF, yaitu suatu metode steganalisis untuk mendeteksi ada tidaknya pesan rahasia yang disisipkan secara BOF pada sebuah citra digital.
2. Cara kerja metode BOF adalah dengan mengubah nilai setiap bit pada suatu *byte pixel* data citra bitmap menjadi 0 atau 255 sesuai dengan nilai bit BOF yang telah diganti dengan bit pesan pada citra digital tersebut.
3. Citra yang telah disisipkan pesan rahasia hampir sama dengan citra asli sehingga sukar untuk dibedakan secara kasat mata oleh manusia.
4. Pesan rahasia yang dienkripsi dengan metode *Playfair Chiper* yang disisipkan dapat diekstraksi sehingga isi pesan tersebut dapat diketahui oleh pengguna.

## DAFTAR PUSTAKA

Abdul Kadir, Terra Ch. Triwahyuni. 2003. *Pengenalan Teknologi Informasi*. Andi. Yogyakarta.

- Adi Nugroho. 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak Berbasis Objek dengan Metode USDP*. Andi. Yogyakarta
- Arifin, Zainal. 2009. *Studi kasus penggunaan algoritma RSA sebagai algoritma kriptografi yang aman*. Informatika Mulawarman
- Ariyus, D. 2009. *Keamanan Multimedia*. Yogyakarta: Andi
- Azhar Susanto, 2004. *Sistem Informasi Manajemen*. Bandung, Linggar Jaya
- Indrajani, 2011. *Perancangan Basis Data dalam All in 1*, Jakarta: Penerbit PT Elexmedia Komputindo
- Jogiyanto HM, MBA, Akt. 2009. *Analisis dan Desain*. Andi. Yogyakarta
- Munir, Rinaldi, 2006, *Diktat Kuliah Kriptografi, Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika*, Institut Teknologi Bandung
- Nugroho, B. 2008, *Aplikasi Pemrograman Web Dinamis dengan PHP dan MySQL*, Gava Media, Yogyakarta
- Priyanto, Rahmat. (2009), *Langsung Bisa Visual Basic.Net 2008*, Penerbit. ANDI, Yogyakarta

## PENERAPAN ALGORITMA LUC DAN AES PADA APLIKASI CHAT

Awaluddin Hasibuan

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
[awaluddinhasibuan33@gmail.com](mailto:awaluddinhasibuan33@gmail.com)

**Abstrak.** *Chatting* (mengobrol), merupakan istilah yang digunakan untuk percakapan langsung antara dua orang atau lebih, baik hanya melalui tulisan, suara atau visual. Pengiriman dan penerimaan pesan teks yang dikirim melalui aplikasi *chatting* saat ini tidak dalam keadaan tersandi dalam arti pesan tersebut berbentuk pesan asli (*plaintext*) sehingga masih dapat mempermudah para penyerang untuk menyadap isi pesan dan merubah pesan tidak sesuai dengan aslinya. Oleh karena itu timbul suatu gagasan yang mengacu pada permasalahan tersebut, yakni membuat suatu aplikasi keamanan pesan *chatting* yang dapat melindungi pesan yang dianggap penting dengan cara menyandikan pesan tersebut sehingga sulit dimengerti oleh pihak yang tidak berhak atas pesan tersebut. Kriptografi merupakan seni atau ilmu untuk menjaga keamanan data dengan cara mengacak data atau pesan. Skripsi ini membahas bagaimana cara menyandikan pesan pada aplikasi *chat*. Proses penyandian dilakukan menginput pesan yang akan dikirim terlebih dahulu, pesan tersebut dienkripsi dengan algoritma kriptografi LUC, selanjutnya hasil enkripsi (*cipherteks*) akan dienkripsi dengan algoritma AES dan menghasilkan *cipherteks* akhir. Kemudian dilakukan proses dekripsi agar kembali menjadi pesan asli (*plainteks*). Penerapan algoritma kriptografi LUC dan AES menggunakan *Visual Studio.Net 2008* sebagai alat bantu pengujian. Perancangan pengujian sistem dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu pembuatan *use case diagram*, *activity diagram*, perancangan logika aplikasi dan perancangan form aplikasi.

**Kata Kunci :** Chatting, Algoritma LUC, Algoritma AES

### PENDAHULUAN

Masalah keamanan dan kerahasiaan merupakan salah satu aspek penting dari suatu data, pesan dan informasi. Pengiriman suatu pesan, data dan informasi yang sangat penting membutuhkan tingkat keamanan yang tinggi. Perkembangan teknologi informasi sekarang ini begitu pesat, dimana setiap orang akan mudah untuk mendapatkan suatu pesan, data informasi. Berbagai cara dilakukan orang untuk mendapatkan data dan informasi tersebut. Mulai dari tingkatan yang mudah sampai kepada cara-cara yang lebih rumit. Berbagai cara pula orang berusaha untuk mengamankan data tersebut agar tidak dapat diketahui oleh orang yang tidak memiliki hak atas pesan atau data tersebut.

*Chatting* (mengobrol), merupakan istilah yang digunakan untuk percakapan langsung antara dua orang atau lebih, baik hanya melalui tulisan, suara atau visual. Aplikasi *chatting* merupakan sebuah layanan berupa pesan yang disusun pengguna dengan format tertentu yang dikirim dan diterima melalui jaringan dengan aturan tertentu (Jarot S. & Sudarma S, 2012). Pengiriman dan penerimaan pesan teks yang dikirim melalui aplikasi *chatting* saat ini tidak dalam keadaan tersandi dalam arti pesan tersebut berbentuk pesan asli (*plaintext*) sehingga masih dapat mempermudah para penyerang untuk menyadap isi pesan dan merubah pesan tidak sesuai dengan aslinya. Oleh karena itu timbul suatu gagasan yang mengacu pada permasalahan tersebut, yakni membuat suatu aplikasi keamanan pesan *chatting* yang dapat melindungi pesan yang dianggap penting dengan cara menyandikan pesan tersebut sehingga sulit dimengerti oleh pihak yang tidak berhak atas pesan tersebut.

Tujuan dari penelitian ini digunakan untuk menguraikan cara pengamanan data teks pada aplikasi *chat* serta menerapkan algoritma LUC dan AES pada aplikasi *chat*

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan meliputi teori-teori pendukung mengenai penelitian ini seperti buku, majalah ataupun jurnal. Objek yang dijadikan penelitian ini adalah data teks serta menggunakan algoritma LUC dan AES sebagai teknik keamanan data.

#### Metode

##### Algoritma LUC

Algoritma LUC merupakan salah satu algoritma dalam kriptografi kunci umum, algoritma dibangun berdasarkan fungsi matematika yaitu barisan Lucas yang telah didefinisikan sebelumnya  $f_{Luc}(P) = V_n(P,1) \text{ mod } N$ . Algoritma LUC terdapat tiga bagian utama yaitu pembangkit kunci, proses enkripsi, dan proses dekripsi (Ragil Saputra, Bambang Yismianto, Suhartono, 2006, 3-4).

##### 1. Pembangkitan Kunci

Algoritma LUC pada saat membangkitkan sepasang kunci membutuhkan dua buah bilangan prima  $p$  dan  $q$ . Kemudian dikalikan menghasilkan nilai modulus  $N = p \cdot q$ .

Langkah-langkah membangkitkan kunci yaitu :

- a.  $N = p \times q$   
Dihitung nilai fungsi perluasan euler  $\Phi(N)$ .
  - b.  $\Phi(N) = (p-1) (p+1) (q) (q+1)$   
Sebuah bilangan bulat,  $e \in \mathbb{Z}, 1 \in e \in \Phi(N)$ , yang disebut kunci enkripsi, kemudian dicari semikian sehingga  $e$  dan  $\Phi(N)$  berelatif prima. Faktor Persekutuan Terbesar (FPB) dari  $e$  dan  $\Phi(N)$  adalah 1.
  - c.  $\text{FPB}(e, \Phi(N)) = 1$   
Nilai  $(e, N)$  kemudian dipublikasikan sebagai kunci publik algoritma LUC. Setelah kunci publik diperoleh, langkah selanjutnya menghitung kunci dekripsi (kunci *privat*)  $d$  diperoleh dengan terlebih dahulu menghitung nilai  $D$  (diskriminan) barisan Lucas.
  - d.  $D = m^2 - 4$ , dimana  $m$  adalah plainteks yang akan dienkrripsi.  
Kemudian dicari Kelipatan Persekutuan Terkecil (KPK) dari fungsi Lehmer Totient sehingga diperoleh.
  - e.  $S(N) = \text{KPK} =$   
Karena simbol  $\left[ \left( p - \left( \frac{D}{p} \right) \right), \left( q - \left( \frac{D}{q} \right) \right) \right]$  nyai nilai 1 dan -1 maka nilai  $S(N)$  mempunyai empat kemungkinan :  
 $S(N) = \text{KPK}[(p-1), (q-1)]$   
 $S(N) = \text{KPK}[(p-1), (q+1)]$   
 $S(N) = \text{KPK}[(p+1), (q-1)]$   
 $S(N) = \text{KPK}[(p+1), (q+1)]$   
 Sehingga nilai kunci dekripsi  $d$  mempunyai empat kemungkinan tergantung dari nilai  $S(N)$ , dan diperoleh dengan mencari invers perkalian modulo  $S(N)$ .
  - f.  $ed \in 1 \pmod{S(N)}$   
Nilai  $(d, N)$  merupakan kunci dekripsi (kunci *privat*) pasangan dari  $(e, N)$ .
2. Algoritma Enkripsi LUC  
Plainteks  $m$  akan dienkrripsi dengan kunci publik  $e$  yang diperoleh dari hasil pembangkit kunci. Fungsi enkripsi didefinisikan sebagai berikut:  
 $f_{enk}(M) = V_n(M, 1) \pmod{N}$   
 Fungsi enkripsi akan menghitung suku ke- $n$  dari barisan LUCas dengan indeks  $n$  adalah kunci publik  $e$  dan  $M$  adalah plainteks. Sehingga untuk mengenkripsi plainteks  $m \in M$  dan kunci publik LUC  $(e, N)$  dinyatakan sebagai :  
 $c = V_e(m, 1) \pmod{N}$ . Proses enkripsi menghasilkan ciperteks  $c \in C$ .
  3. Algoritma Dekripsi LUC  
Ciperteks  $c \in C$  diperoleh dari algoritma enkripsi LUC, langkah selanjutnya yaitu proses dekripsi ciperteks  $c \in C$  menjadi plainteks asli  $m \in M$  dengan kunci privat. Fungsi dekripsi didefinisikan sebagai :  
 $f_{dek}(C) = V_n(C, 1) \pmod{N}$   
 Proses mendekripsi  $c \in C$  dan kunci *privat* LUC  $(d, N)$  untuk mendapatkan plainteks  $m \in M$  dinyatakan sebagai :  
 $m = V_d(c, 1) \pmod{N}$ .

**Algoritma AES**

Algoritma AES disebut juga dengan algoritma rijndael. Algoritma rijndael menggunakan substitusi dan permutasi, dan sejumlah putaran (*cipher* berulang), setiap putaran menggunakan kunci internal yang berbeda (kunci setiap putaran disebut *round key*). Panjang kunci yang digunakan adalah 128 bit sampai 256 bit dengan langkah 32 bit, AES beroperasi dalam orientasi *byte* (untuk memangkuskan implementasi algoritma ke dalam *software* dan *hardware*) (Rinaldi Munir, 2006).

Algoritma AES mempunyai 3 parameter (Rinaldi Munir, 2006), yaitu :

1. *Plaintext, array* yang berukuran 16-byte, yang berisi data masukan.
  2. *Ciphertext, array* yang berukuran 16-byte, yang berisi hasil enkripsi.
  3. *Key, array* yang berukuran 16-byte, yang berisi kunci *ciphering* (disebut juga *cipher key*).
- Algoritma AES dengan 16-byte, maka baik blok data dan kunci yang berukuran 128-bit dapat disimpan di dalam ketiga *array* tersebut ( $128 = 16 \times 8$ ). Selama kalkulasi plainteks menjadi cipherteks, status sekarang dari data disimpan di dalam *array of bytes* dua dimensi, *state*, yang berukuran  $NROWS \times NCOLS$ . Untuk blok data 128-bit, ukuran *state* adalah  $4 \times 4$ . Elemen *array state* diacu sebagai  $S[r, c]$ , dengan  $0 \leq r < Nb$  ( $Nb$  adalah panjang blok dibagi 32. Pada AES-128 bit,  $Nb = 132/32 = 4$ ).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Enkripsi Berdasarkan Algoritma LUC.** Proses yang dilakukan dalam penyandian (enkripsi) pesan berdasarkan algoritma LUC dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Tentukan *plaintext*  $P$  dan ubah nilai  $P$  kedalam nilai ASCII

Contoh :

Misalkan *plaintext* ( $P$ ) = AWALUDDINHSBABCD

Nilai ASCII = 65,87,65,76,85,68,68,73,78,72,83,66,65,66,67,68

2. Hitung *ciphertext*  $C$  dengan menggunakan rumus:

$$C \equiv V_n \equiv (PV_{n-1} - V_{n-2}) \pmod N$$

dimana indeks  $n$  adalah kunci publik  $e$  dan  $P$  adalah *plaintext*.

Sesuai dengan ketentuan pada fungsi deret Lucas, maka nilai  $V_0 = 2$  dan  $N = 221$ .

Contoh :

Diketahui  $n = e = 61$

$$N = 221$$

- 1) Untuk  $P = 65$

$$V_0 = 2$$

$$V_1 = P = 65$$

$$V_2 = (P.V_1 - V_0) \pmod N$$

$$= (65.65 - 2) \pmod{221}$$

$$= 24$$

⋮

$$V_{97} = 143$$

- 2) Untuk  $P = 87$

$$V_0 = 2$$

$$V_1 = P = 87$$

$$V_2 = (P.V_1 - V_0) \pmod N$$

$$= (87.87 - 2) \pmod{221}$$

$$= 53$$

⋮

$$V_{97} = 99$$

- 3) Untuk  $P = 65$

$$V_0 = 2$$

$$V_1 = P = 65$$

$$V_2 = (P.V_1 - V_0) \pmod N$$

$$= (65.65 - 2) \pmod{221}$$

$$= 24$$

⋮

$$V_{97} = 143$$

- 4) Untuk  $P = 76$

$$V_0 = 2$$

$$V_1 = P = 76$$

$$V_2 = (P.V_1 - V_0) \pmod N$$

$$= (76.76 - 2) \pmod{221}$$

$$= 10$$

⋮

$$V_{97} = 14$$

- 5) Untuk  $P = 85$

$$V_0 = 2$$

$$V_1 = P = 85$$

$$V_2 = (P.V_1 - V_0) \pmod N$$

$$(85.85 - 2) \pmod{221}$$

$$= 151$$

⋮

$$V_{97} = 34$$

Proses diatas dilakukan sampai *plaintext* terakhir maka, *ciphertext* yang diperoleh adalah "143, 99, 143,14,34,23,56,78,126,32,54,19,82,21,54,65.

Jika dikonversi menjadi karakter adalah: 9q<w©¥!n l§<sup>-</sup>ÑHçR. *Ciphertext* hasil enkripsi LUC akan dienkripsi kembali menggunakan algoritma AES.

**Proses Enkripsi Berdasarkan Algoritma AES.** Proses yang dilakukan dalam penyandian (enkripsi) pesan berdasarkan algoritma AES dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

Plaintext (*Ciphertext* LUC) = 9q<w©¥!nl§ ÑHçR  
 Kunci = STMIKBUDIDARMAMD  
 Konversi ke dalam bilangan heksadesimal:  
 Cipherteks = 39 71 3c 77 a9 a5 21 6e 19 6c a7 af d1 48 e7 52  
 Kunci = 53 54 4d 49 4b 42 55 44 49 44 41 52 4d 41 4d 44  
 Langkah proses enkripsinya adalah:

1) Ekspansi kunci

Kunci dibagi menjadi beberapa blok, jika panjang kunci 128 bit, maka panjang kunci (Nk) dibagi 32.  $128/32 = 4$ , urutan pengisian baris dan kolom adalah berdasarkan kolom, maka:

$$W_0 = 53544d49 \quad W_2 = 49444152$$

$$W_1 = 4b425544 \quad W_3 = 4d414d44$$

Untuk mencari kolom pertama dalam setiap putaran kunci, akan menggunakan  $R_{con}$  yang merupakan ketetapan dari algoritma AES.

$R_{con}$  yang digunakan adalah sebagai berikut:

```
01 02 04 08 10 20 40 80 1B 36
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
```

Sebelum mencari *roundkey* yang pertama, dicari terlebih dahulu nilai  $W_3$  dengan rumus:

$$W_3 = \text{Subword}(\text{rootword}(W_3))$$

*Rootword* adalah menggeser posisi 1 byte ke kanan:

$$4d414d44 = 444d414d$$



Kemudian hasil *rootword* akan dilakukan transformasi *subbyte*, yaitu mengganti nilai *byte* dengan tabel *S-box*,

$$444d414d = 1be383e3$$

Kemudian mencari *roundkey* yang pertama kolom pertama ( $W_4$ ), dengan melakukan operasi XOR antara kolom pertama *cipherkey* ( $W_0$ ) dengan kolom keempat ( $W_3$ ) yang sudah ditransformasi dan  $R_{con}$  yang pertama ( $R_{con1}$ ):

$$W_4 = W_0 \oplus W_3 \oplus R_{con1}$$

$$= 53544d49 \oplus 1be383e3 \oplus 01000000$$

$$= 010100110101010001000110101001001$$

$$\underline{00011011111000111000001111100011} \oplus$$

$$01001000101101111100111010101010$$

$$\underline{00000001000000000000000000000000} \oplus$$

$$010010011011011110011101010101010$$

$$= 49b7ceaa$$

Untuk mencari kolom kedua pada *roundkey* yang pertama ( $W_5$ ), dengan melakukan operasi XOR antara hasil kolom pertama *roundkey* yang pertama ( $W_4$ ) dengan kolom kedua *cipherkey* ( $W_1$ ):

$$W_5 = W_4 \oplus W_1$$

$$= 49b7ceaa \oplus 4b425544$$

$$01001001101101111100111010101010$$

$$\underline{01001011010000100101010101000100} \oplus$$

$$0000001011110101100110111101110$$

$$= 02f59bee$$

Untuk mencari kolom ketiga pada *roundkey* yang pertama ( $W_6$ ), dengan melakukan operasi XOR antara hasil kolom kedua *roundkey* yang pertama ( $W_5$ ) dengan kolom ketiga *cipherkey* ( $W_2$ ):

$$W_6 = W_5 \oplus W_2$$

$$= 02f59bee \oplus 49444152$$

$$0000001011110100100110111101110$$

$$\underline{01001001010001000100000101010010}$$

$$01001011101100001101101010111100$$

$$= 4bb1dabc$$

Untuk mencari kolom keempat pada *roundkey* yang pertama ( $W_7$ ), dengan melakukan operasi XOR antara hasil kolom ketiga *roundkey* yang pertama ( $W_6$ ) dengan kolom keempat *cipherkey* ( $W_3$ ) yang tidak ditransformasi:

$$W_7 = W_6 \oplus W_3$$

$$= 4bb1dabc \oplus 4d414d44$$

$$01001011101100011101101010111100$$

$$\begin{array}{r} 01001101010000010100110101000100 \\ \hline 0000011011110000100101111111000 \\ \hline = 06f097f8 \end{array}$$

Sebelum mencari *roundkey* yang kedua, dicari terlebih dahulu nilai  $W_7$  dengan rumus:

$$W_7 = \text{Subword}(\text{rootword}(W_7))$$

*Rootword* adalah menggeser posisi 1 byte ke kanan:

$$06f097f8 = f806f097$$



Kemudian hasil *rootword* akan dilakukan transformasi *subbyte*, yaitu mengganti nilai *byte* dengan tabel *S-box*,

$$f806f097 = 416f8c88$$

Kemudian mencari *roundkey* yang kedua kolom pertama ( $W_8$ ), dengan melakukan operasi XOR antara kolom pertama *roundkey* yang pertama

( $W_4$ ) dengan kolom keempat ( $W_7$ ) yang sudah ditransformasi dan  $R_{con}$  yang kedua ( $R_{con2}$ ):

$$\begin{aligned} W_8 &= W_4 \oplus W_7 \oplus R_{con2} \\ &= 49b7ceaa \oplus 416f8c88 \oplus 02000000 \\ &= 01001001101101111100111010101010 \\ &\quad \underline{01000001011011111000110010001000 \oplus} \\ &\quad \underline{00001000110110000100001000100010} \\ &\quad \underline{00000010000000000000000000000000} \oplus \\ &\quad \underline{00001010110110000100001000100010} \\ &= 0ad84222 \end{aligned}$$

Untuk mencari kolom kedua pada *roundkey* yang kedua ( $W_9$ ), dengan melakukan operasi XOR antara hasil kolom pertama *roundkey* yang kedua ( $W_8$ ) dengan kolom kedua *roundkey* yang pertama ( $W_5$ ):

$$\begin{aligned} W_9 &= W_8 \oplus W_5 \\ &= 0ad84222 \oplus 02f59bee \\ &= 082dd9cc \end{aligned}$$

Untuk mencari kolom ketiga pada *roundkey* yang kedua ( $W_{10}$ ), dengan melakukan operasi XOR antara hasil kolom kedua *roundkey* yang kedua ( $W_9$ ) dengan kolom ketiga *roundkey* yang pertama ( $W_6$ ):

$$\begin{aligned} W_{10} &= W_9 \oplus W_6 \\ &= 082dd9cc \oplus 4bb1dabc \\ &= 439c0370 \end{aligned}$$

Untuk mencari kolom keempat pada *roundkey* yang kedua ( $W_{11}$ ), dengan melakukan operasi XOR antara hasil kolom ketiga *roundkey* yang kedua ( $W_{10}$ ) dengan kolom keempat *roundkey* yang kedua ( $W_7$ ) yang tidak ditransformasi:

$$\begin{aligned} W_{11} &= W_{10} \oplus W_7 \\ &= 439c0370 \oplus 06f097f8 \\ &= 456c9488 \end{aligned}$$

Keterangan:

$W$  = Kolom pada kunci.

Proses dilakukan sebanyak 10 putaran dengan mengikuti aturan rumusan sama dengan *roundkey* putaran pertama dan *roundkey* putaran kedua, sehingga menghasilkan *roundkey* yang akan digunakan pada transformasi *addroundkey* untuk setiap putaran.

**Tabel 1.** *Roundkey* Enkripsi AS

| <i>Cipherkey</i>    |    |    |    | <i>Roundkey I</i>   |    |    |    | <i>RoundKey II</i>   |    |    |    |
|---------------------|----|----|----|---------------------|----|----|----|----------------------|----|----|----|
| 53                  | 4b | 49 | 4d | 49                  | 02 | 4b | 06 | 0a                   | 08 | 43 | 45 |
| 54                  | 42 | 44 | 41 | b7                  | f5 | b1 | fo | d8                   | 2d | 9c | 6c |
| 4d                  | 55 | 41 | 4d | ce                  | 9b | da | 97 | 42                   | d9 | 03 | 94 |
| 49                  | 44 | 52 | 44 | aa                  | ee | bc | f8 | 22                   | Cc | 70 | 88 |
| <i>Roundkey III</i> |    |    |    | <i>Roundkey IV</i>  |    |    |    | <i>Roundkey V</i>    |    |    |    |
| 64                  | Dd | 2f | db | 71                  | ac | 83 | 58 | d4                   | 78 | Fb | a3 |
| 4b                  | 4e | fa | be | 62                  | 2c | d6 | 68 | 32                   | 1e | c8 | ao |
| 5f                  | b8 | 85 | 2f | 10                  | a8 | 2d | 02 | 2d                   | 85 | a8 | aa |
| 06                  | f7 | ba | of | 3a                  | cd | 77 | 78 | 75                   | b8 | Cf | cf |
| <i>Roundkey VI</i>  |    |    |    | <i>Roundkey VII</i> |    |    |    | <i>Roundkey VIII</i> |    |    |    |
| 3e                  | 46 | bd | 1e | 32                  | 74 | c9 | d7 | b8                   | Cc | 05 | d2 |

|                    |    |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |    |
|--------------------|----|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|----|
| a9                 | b7 | 7f | df | 60 | d7 | a8                | 77 | d9 | 0e | a6 | d1 |
| 80                 | c5 | 6d | c7 | 41 | 84 | e9                | 2e | 82 | 06 | Ef | c1 |
| 06                 | be | 71 | c6 | 01 | bf | ce                | 08 | 1f | a0 | 6e | 66 |
| <i>Roundkey IX</i> |    |    |    |    |    | <i>Roundkey X</i> |    |    |    |    |    |
| 4e                 | 82 | 87 | 55 | a5 | 27 | a0                | f5 |    |    |    |    |
| 67                 | 69 | cf | 1e | a9 | c0 | 0f                | 11 |    |    |    |    |
| Ef                 | e9 | 06 | c7 | 6c | 85 | 83                | 44 |    |    |    |    |
| b9                 | 19 | 77 | 11 | 01 | 18 | 6f                | 7e |    |    |    |    |

2) Melakukan *Xor* antara blok plainteks dengan kunci

| Plainteks   | <i>cipherkey</i> | hasil ( <i>keyaddition</i> ) |
|-------------|------------------|------------------------------|
| 39 a9 19 d1 | 53 4b 49 4d      | 6a e2 50 9c                  |
| 71 a5 6c 48 | ⊕ 54 42 44 41    | = 25 e7 28 09                |
| 3c 21 a7 e7 | ⊕ 4d 55 41 4d    | 71 74 e6 aa                  |
| 77 6e af 52 | 49 44 52 44      | 3e 2a fd 16                  |

3) Melakukan transformasi putaran sebanyak 10 putaran karena panjang kunci 128 bit.

Putaran I:

a) *SubByte*, mengganti hasil *Xor plaintext* dan kunci dengan tabel *S-box*.

| <i>Keyaddition</i> | Tabel <i>S-box</i> |
|--------------------|--------------------|
| 6a e2 50 9c        | 02 98 53 de        |
| 25 e7 28 09        | = 3f 94 34 01      |
| 71 74 e6 aa        | a3 92 8e ac        |
| 3e 2a fd 16        | b2 e5 54 47        |

b) *Shiftrow*, menggeser posisi baris

| Hasil <i>subbyte</i> | hasil <i>shiftrow</i> |
|----------------------|-----------------------|
| 02 98 53 de          | 02 98 53 de           |
| 3f 94 34 01          | = 94 34 01 3f         |
| a3 92 8e ac          | 8e ac a3 92           |
| b2 e5 54 47          | 47 b2 e5 54           |

c) *MixColumn*

Proses ini adalah meng *Xor* kan hasil dari *shiftrow* dengan matriks yang telah ditentukan, perkalian dilakukan dengan *irreductional polynomial* di dalam Medan Galois (GF) ( $2^8$ ), yaitu:

$$x^8 + x^4 + x^3 + x + 1$$

maka:

$$\begin{pmatrix} 02 \\ 94 \\ 8e \\ 47 \end{pmatrix} \bullet \begin{pmatrix} 02 & 03 & 01 & 01 \\ 01 & 02 & 03 & 01 \\ 01 & 01 & 02 & 03 \\ 03 & 01 & 01 & 02 \end{pmatrix}$$

$$= (02)(02) \oplus (94)(03) \oplus (8e)(01) \oplus (47)(01)$$

$$= (00000010)(00000010) \oplus (10010100)(00000011) \oplus (10001110)(00000001) \oplus (01000111)(00000001)$$

$$= (x)(x) \oplus (x^7 + x^4 + x^2)(x+1) \oplus (x^7 + x^3 + x^2 + x)(1) \oplus (x^6 + x^2 + x + 1)(1)$$

$$= 01101010$$

$$= 6a$$

Proses ini akan dilakukan tiap putaran yaitu dari putaran pertama hingga putaran kesembilan. Pada putaran kesepuluh, proses ini diabaikan.

| Hasil <i>shiftrow</i> | Hasil <i>mixcolumns</i> |
|-----------------------|-------------------------|
| 02 98 53 de           | 6a 44 e3 od             |
| 94 34 01 3f           | = ff 80 67 74           |
| 8e ac a3 92           | 58 22 3b of             |
| 47 b2 e5 54           | 92 54 ab 51             |

d) *Addroundkey*, hasil *mixcolumns* di *Xor* kan dengan kunci putaran

| Hasil <i>mixcolumnsroundkey I</i> | Hasil         |
|-----------------------------------|---------------|
| 64 44 e3 od                       | 49 02 4b 06   |
| ff 80 67 74                       | ⊕ b7 75 b1 fo |
| 58 22 3b of                       | = ce 9b da 97 |
| 92 54 ab 51                       | aa ee bc f8   |
|                                   | 2d 46 a8 ob   |
|                                   | 48 f5 d6 84   |
|                                   | 96 b9 e1 98   |
|                                   | 38 ba 17 a9   |

Keempat proses dilakukan secara berulang sampai putaran kesembilan, hasil dari sembilan putaran dapat dilihat dari tabel berikut:

**Tabel 2.** Hasil Round Enkripsi Algoritma AES 9 putaran.

| Putaran 1 |    |    |    | Putaran 2 |    |    |    | Putaran 3 |    |    |    |
|-----------|----|----|----|-----------|----|----|----|-----------|----|----|----|
| 2d        | 46 | a8 | 0b | 49        | 55 | da | 1f | Fa        | 25 | 40 | 57 |
| 48        | f5 | d6 | 84 | 15        | e5 | ca | 0a | 63        | b3 | 66 | 24 |
| 96        | b9 | e1 | 98 | 59        | d7 | 94 | 63 | 6a        | 39 | 8a | 4d |
| 38        | ba | 17 | a9 | 8f        | a0 | fa | ff | 28        | 09 | 31 | 17 |
| Putaran 4 |    |    |    | Putaran 5 |    |    |    | Putaran 6 |    |    |    |
| 24        | 69 | 6e | 88 | c8        | 9b | 25 | b0 | c6        | f7 | Cc | 84 |
| 72        | 66 | d2 | 42 | 16        | 7a | 02 | 26 | 2f        | 5e | 79 | f9 |
| 40        | b3 | 75 | 5b | 77        | c9 | 79 | 19 | e1        | ed | 39 | cf |
| 23        | Fa | 32 | 63 | bc        | 3b | 92 | 96 | 09        | c3 | 5d | 5d |
| Putaran 7 |    |    |    | Putaran 8 |    |    |    | Putaran 9 |    |    |    |
| b4        | d6 | fd | 05 | 35        | f1 | Bd | f2 | 0b        | Ab |    |    |
| 55        | 6f | 83 | e5 | 47        | fe | 6e | b5 | a1        | 10 |    |    |
| 94        | f4 | ba | d0 | 96        | 37 | 7c | 77 | 21        | b6 |    |    |
| ad        | 1f | d2 | d7 | 4e        | f1 | 3d | 9e | 6e        | 89 |    |    |

4) *Final Round*

Proses enkripsi pada putaran kesepuluh tidak menggunakan transformasi *mixcolumns*. maka:

a) *Subbyte*

Hasil *roundkey* 9 Tabel *S-box*

|               |             |
|---------------|-------------|
| bd f2 0b ab   | 7a 89 2b 62 |
| 6e b5 a1 10 ⊕ | 9f d5 f1 ca |
| 7c 77 21 b6   | 10 f5 fd 4e |
| 3d 9e 6e 89   | 27 0b 9f a7 |

b) *Shiftrow*

Hasil *Subbyte*

|               |                       |
|---------------|-----------------------|
| 7a 89 2b 62   | Hasil <i>Shiftrow</i> |
| 9f d5 f1 ca = | 7a 89 2b 62           |
| 10 f5 fd 4e   | d5 f1 ca 9f           |
| 27 0b 9f a7   | fd 4e 10 f5           |
|               | a7 27 0b 9f           |

c) *Addroundkey*

Hasil *Shiftrow*

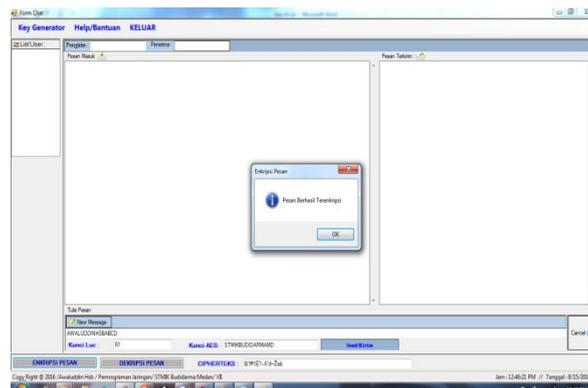
|               |                    |               |
|---------------|--------------------|---------------|
| 7a 89 2b 62   | <i>Roundkey</i> 10 |               |
| d5 f1 ca 9f ⊕ | a5 27 a0 f5        | = df ae 8b 97 |
| fd 4e 10 f5   | a9 c0 0f 11        | = 7c 31 c5 8e |
| a7 27 0b 9f   | 6c 85 83 44        | = 91 cb 93 b1 |
|               | 01 18 6f 7e        | = a6 3f 64 e1 |

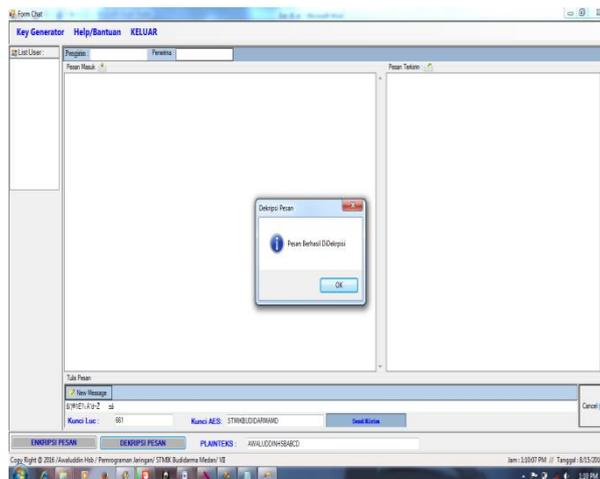
Maka *ciphertext* yang dihasilkan adalah:

df7c91a6ae31cb3f8bc59364978eb1e1

Jika dikonversi menjadi karakter adalah: β|'!@1Ë?<Å“d—Ž±á.

**Hasil Pengujian.** Hasil Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja aplikasi dalam penyandian (enkripsi) data teks. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Enkripsi Pesan**Gambar 2.** Dekripsi Pesan

## KESIMPULAN

1. Prosedur pengamanan data teks pada aplikasi *chat* dengan menerapkan teknik kriptografi adalah dengan cara menyandikan pesan teks, memakai kunci, sesuai langkah-langkah berdasarkan algoritma yang digunakan.
2. Hasil dengan mengkombinasikan algoritma LUC dan AES, banyak karakter yang *input* saat proses enkripsi sama dengan banyak karakter *output* Cipherteks.
3. Perancangan aplikasi enkripsi dan dekripsi data teks menggunakan *unifield modeling language* sebagai alat bantu perancangannya dan pembangunan aplikasi menggunakan *software Microsoft studio.Net 2008*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Edy Winarno, ST, M.Eng, Ali Zaky, SmitDev Community, "VB.NET untuk Skripsi", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 2015
- Hari Kurniadi, 2015, "Pengantar Ilmu Kriptography", Informatika Bandung, Bandung.
- Jarot S & Sudarma S, 2012, "Konsep Dasar Internet", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Ketut Darmayuda, 2008, "Pemrograman Aplikasi Database dengan Microsoft Visual Basic.Net 2010", Informatika Bandung, Bandung.
- Rachmad C, Antonius, 2010, "Algoritma dan Pemrograman dengan Bahasa C-Konsep, Teori dan Implementasi", Penerbit Andi, Yogyakarta, Edisi 2.
- Rahmat Priyanto, 2006, "Visual Basic.Net dan Database MySQL", Informatika Bandung, Bandung.
- Rifqi Sadikin, 2012, "Kriptografi untuk Keamanan Jaringan", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Rinaldi Munir, 2011, "Algoritma dan pemrograman Dalam Bahasa Pascal dan C", Informatika Bandung, Bandung, Edisi revisi 3.
- Rinaldi Munir, 2006, "Kriptografi", Informatika Bandung, Bandung, Edisi 1.
- Sentot Kromodimoeljo, 2010, "Teori dan Aplikasi Kriptografi", SPK IT Consulting, Bandung.

## IMPLEMENTASI METODE END OF FILE DAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM PADA CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK WATERMARKING

Donni Lumbansiantar

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
donnilumbansiantar@gmail.com

**Abstrak.** Semakin meningkatnya perkembangan komunikasi data membuat semakin pentingnya aspek keamanan dan kerahasiaan data. Kedua teknik tersebut dapat digabungkan dan akan menghasilkan suatu sistem keamanan data yang tinggi. Penerapan metode digital watermarking pada citra dalam sebuah metode Discrete Cosine Transform dan metode End Of File. Menyisipkan dan mendeteksi watermark dalam ranah frekuensi, menghasilkan robustness yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan ranah spasial. Selain itu watermarking dalam ranah frekuensi kompatibel dengan standard kompresi citra seperti JPEG. Watermarking dalam ranah frekuensi memiliki kinerja yang baik bila citra ber-watermark mengalami kompresi lossy, yang merupakan operasi pengolahan citra yang paling umum. Metode End Of File merupakan salah satu metode yang digunakan dalam steganografi. Teknik ini menggunakan cara dengan menyisipkan data pada akhir file. Sehingga, tidak akan mengganggu kualitas data awal yang akan disisipkan pesan. Namun ukuran file setelah disisipkan pesan rahasia akan bertambah. Sebab, ukuran file yang telah disisipkan pesan rahasia ditambah dengan ukuran pesan rahasia yang disisipkan. Untuk mengenal data yang disisipkan pada akhir file, diperlukan suatu tanda pengenal atau simbol pada awal dan akhir data yang akan disisipkan.

**Kata Kunci :** Digital Watermarking, End Of File, DCT, Visual Basic 2008.

### PENDAHULUAN

Watermarking merupakan suatu bentuk dari steganography (Ilmu yang mempelajari bagaimana menyembunyikan suatu data pada data yang lain), dalam mempelajari teknik-teknik bagaimana penyimpanan suatu data (digital) kedalam data host digital yang lain (Istilah host digunakan untuk data/sinyal digital yang ditumpang). Watermarking atau tanda air dapat diartikan sebagai suatu teknik penyembunyian data atau informasi "rahasia" kedalam suatu data lainnya untuk "ditumpang" (kadang disebut dengan host data), tetapi orang lain tidak menyadari kehadiran adanya data tambahan pada data host-nya. Metode End Of File merupakan salah satu teknik yang menyisipkan pesan pada akhir file dan pengembangan dari pada metode LSB, metode ini sangat mudah digunakan dikarenakan hanya mengakses bit terakhir dari suatu citra dan kemudian menyisipkan pesan didalam bit terakhir tersebut, metode ini berbeda dengan metode Discrete Cosine Transform yang menggunakan hitungan komputasi matematika untuk memberikan keamanan pada citra khususnya pemberian watermark visible.

Discrete Cosine Transform (DCT) biasa digunakan untuk mengubah sebuah sinyal menjadi komponen frekuensi dasarnya. DCT adalah sebuah transformasi yang mengubah sebuah kawasan spasial menjadi kawasan frekuensi dan sebaliknya kawasan frekuensi dapat dikembalikan ke kawasan spasial dengan menggunakan invers DCT.

Tujuan dari penelitian ini digunakan melakukan kombinasi antara metode Discrete Cosine Transform dan metode End Of File (EOF) yang bisa melakukan proses watermarking pada citra menggunakan metode Discrete Cosine Transform dan kemudian disisipkan pesan dengan menggunakan metode End Of File(EOF).

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan adalah buku, majalah dan jurnal sebagai teori-teori pendukung pada penelitian ini. Objek yang digunakan untuk pada penelitian ini adalah *citra* penampung tempat media penyisipan pesan teks. Untuk penyelesaian masalah dalam penyisipan pesan menggunakan algoritma DCT dan EOF file.

#### Metode

##### Discrete Cosine Transform (DCT)

Discrete Cosine Transform (DCT) biasa digunakan untuk mengubah sebuah sinyal menjadi komponen frekuensi dasarnya. DCT mempunyai dua sifat utama untuk kompresi citra dan video yaitu :

1. Mengkonsentrasikan energi citra ke dalam sejumlah kecil koefisien (energi compaction).
2. Meminimalkan saling ketergantungan diantara koefisien-koefisien (decorrelation).

*Discrete Cosine Transform* dari sederet  $n$  bilangan real  $s(x)$ ,  $x = 0, \dots, n-1$ , dirumuskan sebagai berikut:

$$S(u) = \sqrt{2/n} C(u) \sum_{x=0}^{n-1} s(x) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2n},$$

dengan  $u = 0, \dots, n-1$

$$\text{dimana } C(u) = \begin{cases} 2^{-1/2}, & \text{untuk } u = 0 \\ 1 & \text{, untuk lainnya} \end{cases}$$

Setiap element dari hasil transformasi  $S(u)$  merupakan hasil *dot product* atau *inner product* dari masukan  $s(x)$  dan basis vektor. Faktor konstanta dipilih sedemikian rupa sehingga basis vektornya orthogonal dan ternormalisasi. *DCT* juga dapat diperoleh dari produk vektor (masukan) dan  $n \times n$  matriks orthogonal yang setiap barisnya merupakan basis vektor. Delapan basis vektor untuk  $n = 8$  dapat dilihat pada gambar. Setiap basis vektor berkorespondensi dengan kurva sinusoid frekuensi tertentu.

Barisan  $s(x)$  dapat diperoleh lagi dari hasil transformasinya  $S(u)$  dengan menggunakan *invers discrete cosine transform (IDCT)*, yang dirumuskan sebagai berikut :

$$s(x) = \sqrt{2/n} \sum_{u=0}^{n-1} S(u) C(u) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2n},$$

dengan  $x = 0, \dots, n-1$

$$\text{dimana } C(u) = \begin{cases} 2^{-1/2}, & \text{untuk } u = 0 \\ 1 & \text{, untuk lainnya} \end{cases}$$

Persamaan diatas menyatakan  $s$  sebagai kombinasi linier dari basis vektor. Koefisien adalah elemen transformasi  $S$ , yang mencerminkan banyaknya setiap frekuensi yang ada didalam masukan. *Discrete Cosine Transform* merepresentasikan sebuah citra dari penjumlahan sinusoida dari magnitude dan frekuensi yang berubah-ubah. Sifat dari *DCT* adalah mengubah informasi citra yang signifikan dikonsentrasikan hanya pada beberapa koefisien *DCT*. Oleh karena itu *DCT* sering digunakan untuk kompresi citra seperti pada JPEG.

**End Of File (EOF)**

Metode *EOF (End Of File)* merupakan salah satu teknik yang menyisipkan data pada akhir file. Teknik ini dapat digunakan untuk menyisipkan data yang ukurannya sama dengan ukuran file sebelum disisipkan data ditambah dengan ukuran data yang disisipkan kedalam file tersebut. Dalam teknik *EOF*, data yang disisipkan diakhir file diberi tanda khusus sebagai pengenal start dari data tersebut dan pengenal akhir dari data tersebut. Metode *EOF (End Of File)* merupakan sebuah metode yang diadaptasi dari metode penanda akhir file (*End Of File*) yang digunakan oleh sistem operasi windows. Dalam sistem operasi windows, jika ditemukan penanda *EOF* pada sebuah akhir file, maka sistem akan berhenti melakukan pembacaan pada file tersebut. Prinsip kerja *EOF* menggunakan karakter / symbol khusus penanda yang diberikan pada setiap akhir file. *EOF* menggunakan karakter yang berbeda sebagai penanda awal penyisipan pesan dan penanda akhir penyisipan pesan. Metode *EOF* menggunakan kelemahan indera manusia yang tidak sensitif sehingga seakan-akan tidak ada perbedaan yang terlihat antara sebelum atau sesudah pesan disisipkan. Teknik *EOF* tidak mengubah isi awal dari file yang disisipi. Sebagai contoh, jika kita menyisipkan sebuah pesan kedalam sebuah dokumen, isi dari document tidak akan berubah. Ini yang menjadi salah satu keunggulan metode *EOF* dibandingkan dengan metode steganografi yang lain. Karena disisipkan pada akhir file, pesan yang disisipkan tidak akan bersinggungan dengan isi file, hal ini menyebabkan integrasi data dari file yang disisipi tetap terjaga. Namun, metode *EOF* tidak dapat menyisipkan pesan berukuran sangat besar karena dapat membuat citra berubah dan mencurigakan, baiknya pesan tidak terlalu besar agar tidak mencurigakan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Penyisipan Pesan Berdasarkan *Discrete Cosine Transform*.** Untuk proses *Discrete*

*Cossine Transform* menggunakan rumus  $T(i, j) = C_i \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N}$ , dimana  $C_i = \sqrt{\frac{1}{N}}$  ( $i = 0$ ),  $C_i = \sqrt{\frac{2}{N}}$  ( $i < 0$ )

Kemudian sebagai bentuk pengujain diasumsikan dengan sebuah gambar dengan pixel sebanyak 24 bit seperti pada gambar dibawah ini



**Gambar 1.** Citra Penampung  
Berikut adalah nilai konvolusi dari citra yang penulis ambil dari nilai RGB dengan menggunakan matlab, berikut adalah nilainya

| ROWS            | COLUMNS | VARIABLE | VIEW |
|-----------------|---------|----------|------|
| data            |         |          |      |
| 200x200x3 uint8 |         |          |      |
| 184             | 184     | 189      | 189  |
| 185             | 181     | 183      | 187  |
| 186             | 186     | 186      | 188  |
| 187             | 187     | 187      | 187  |
| 188             | 188     | 188      | 188  |
| 189             | 189     | 189      | 189  |
| 190             | 190     | 190      | 190  |
| 191             | 191     | 191      | 191  |
| 192             | 192     | 192      | 192  |
| 193             | 193     | 193      | 193  |
| 194             | 194     | 194      | 194  |
| 195             | 195     | 195      | 195  |
| 196             | 196     | 196      | 196  |
| 197             | 197     | 197      | 197  |
| 198             | 198     | 198      | 198  |
| 199             | 199     | 199      | 199  |
| 200             | 200     | 200      | 200  |
| 201             | 201     | 201      | 201  |
| 202             | 202     | 202      | 202  |
| 203             | 203     | 203      | 203  |
| 204             | 204     | 204      | 204  |
| 205             | 205     | 205      | 205  |
| 206             | 206     | 206      | 206  |
| 207             | 207     | 207      | 207  |
| 208             | 208     | 208      | 208  |
| 209             | 209     | 209      | 209  |
| 210             | 210     | 210      | 210  |
| 211             | 211     | 211      | 211  |
| 212             | 212     | 212      | 212  |
| 213             | 213     | 213      | 213  |
| 214             | 214     | 214      | 214  |
| 215             | 215     | 215      | 215  |
| 216             | 216     | 216      | 216  |
| 217             | 217     | 217      | 217  |
| 218             | 218     | 218      | 218  |
| 219             | 219     | 219      | 219  |
| 220             | 220     | 220      | 220  |
| 221             | 221     | 221      | 221  |
| 222             | 222     | 222      | 222  |
| 223             | 223     | 223      | 223  |
| 224             | 224     | 224      | 224  |
| 225             | 225     | 225      | 225  |
| 226             | 226     | 226      | 226  |
| 227             | 227     | 227      | 227  |
| 228             | 228     | 228      | 228  |
| 229             | 229     | 229      | 229  |
| 230             | 230     | 230      | 230  |
| 231             | 231     | 231      | 231  |
| 232             | 232     | 232      | 232  |
| 233             | 233     | 233      | 233  |
| 234             | 234     | 234      | 234  |
| 235             | 235     | 235      | 235  |
| 236             | 236     | 236      | 236  |
| 237             | 237     | 237      | 237  |
| 238             | 238     | 238      | 238  |
| 239             | 239     | 239      | 239  |
| 240             | 240     | 240      | 240  |
| 241             | 241     | 241      | 241  |
| 242             | 242     | 242      | 242  |
| 243             | 243     | 243      | 243  |
| 244             | 244     | 244      | 244  |
| 245             | 245     | 245      | 245  |
| 246             | 246     | 246      | 246  |
| 247             | 247     | 247      | 247  |
| 248             | 248     | 248      | 248  |
| 249             | 249     | 249      | 249  |
| 250             | 250     | 250      | 250  |
| 251             | 251     | 251      | 251  |
| 252             | 252     | 252      | 252  |
| 253             | 253     | 253      | 253  |
| 254             | 254     | 254      | 254  |
| 255             | 255     | 255      | 255  |

**Gambar 2.** Nilai Konvolusi

dari nilai decimal yang diatas penulis mengubah menjadi bentuk binary dan hasilnya sebagai berikut:

|          |          |          |          |          |          |     |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----|
| 1000100  | 00001010 | 01100000 | 10110110 | 01100101 | 00101000 | ... |
| 01000011 | 11001000 | 01100101 | 00110010 | 01011010 | 00110010 | ... |
| 00011000 | 10010110 | 00101101 | 11001000 | 01001011 | 00011101 | ... |
| 10110001 | 00111000 | 01001100 | 01100101 | 00011001 | 11001000 | ... |
| 01100101 | 00100010 | 11111011 | 00101001 | 01100100 | 00111100 | ... |
| 00101100 | 01000010 | 01100010 | 01111101 | 10111110 | 11001000 | ... |
| 11000100 | 00001010 | 01100010 | 10110110 | 01100101 | 00101001 | ... |
| 01000010 | 11001000 | 01100101 | 00110011 | 01011010 | 00110011 | ... |
| 00011000 | 10010110 | 00101101 | 11001000 | 01001011 | 00011100 | ... |
| 10110000 | 00111000 | 01001101 | 01100101 | 00011001 | 11001000 | ... |
| 01100101 | 00100010 | 11111010 | 00101000 | 01100100 | 00111100 | ... |
| 00101100 | 01000010 | 01100011 | 01111101 | 10111110 | 11001000 | ... |
| ...      | ...      | ...      | ...      | ...      | ...      | ... |

Gambar diatas menggunakan format pewarnaan RGB, artinya tiap pixel dari gambar ini direpresentasikan dengan nilai sepanjang 24 bit. Pesan Rahasia yang dicoba untuk dimasukkan adalah "DONNI", yang jika direpresentasikan ke dalam binary kata "DONNI" ini menjadi

**Tabel 1.** Ascii Binary

| No | Huruf | Ascii | Binary   |
|----|-------|-------|----------|
| 1  | D     | 68    | 01000100 |
| 2  | O     | 79    | 01001111 |
| 3  | N     | 78    | 01001110 |
| 4  | N     | 78    | 01001110 |
| 5  | I     | 73    | 01001001 |

Untuk nilai biner dari citra pada gambar 2 dapat dianalogikan seperti pada tabel dibawah ini, sebagai catatan bahwa biner gambar merupakan bagian dari nilai biner yang sudah penulis tampilkan sebelumnya dari gambar.

**Tabel 2.** Tabel Biner Gambar

|          |          |          |          |          |          |     |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----|
| 11000100 | 00001010 | 01100000 | 10110110 | 01100101 | 00101000 | ... |
| 01000011 | 11001000 | 01100101 | 00110010 | 01011010 | 00110010 | ... |
| 00011000 | 10010110 | 00101101 | 11001000 | 01001011 | 00011101 | ... |

|          |          |          |          |          |          |     |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----|
| 10110001 | 00111000 | 01001100 | 01100101 | 00011001 | 11001000 | ... |
| 01100101 | 00100010 | 11111011 | 00101001 | 01100100 | 00111100 | ... |
| 00101100 | 01000010 | 01100010 | 01111101 | 10111110 | 11001000 | ... |
| 11000100 | 00001010 | 01100001 | 10110110 | 01100101 | 00101001 | ... |
| 01000010 | 11001000 | 01100101 | 00110011 | 01011010 | 00110011 | ... |
| 00011000 | 10010110 | 00101101 | 11001000 | 01001011 | 00011100 | ... |
| 10110000 | 00111000 | 01001101 | 01100101 | 00011001 | 11001000 | ... |
| 01100101 | 00100010 | 11111010 | 00101000 | 01100100 | 00111100 | ... |
| 00101100 | 01000010 | 01100011 | 01111101 | 10111110 | 11001000 | ... |
| ...      | ...      | ...      | ...      | ...      | ...      | ... |

Langkah berikutnya adalah untuk tiap bit kode biner *text watermark* yang akan digunakan sebagai bit tambahan pada citra sehingga pada citra nantinya akan muncul watermark tulisan DONNI. Untuk rumus penyisipan Discreate Cossine Transform dapat dilakukan dengan rumus dibawah ini:

$$C_i = \sqrt{\frac{1}{N}} (i = 0), C_i = \sqrt{\frac{2}{N}} (i < 0)$$

dimana  $C_{i_{n < 1}}$ , adalah bilangan acak yang dihasilkan.

$C_i$  adalah jumlah pixel dikali 3 (tiga), dimana tiap pixel citra 24 bit memiliki tiga komponen warna yaitu red, green dan blue masing-masing 1 byte (8 bit).

$a$  adalah nilai karakter kata kunci kedua sebagai pengali (*multiplier*)

$i$  adalah nilai karakter kata kunci ketiga penambah (*increment*)

$z_0$  adalah nilai karakter kata kunci pertama nilai awal (*seed or start value*)

Maka:

$$X_1 = (65 \times 66 + 67) \text{ mod } 202554$$

$$X_1 = 4357$$

$$X_2 = (4357 \times 66 + 67) \text{ mod } 202554$$

$$X_2 = 85075$$

$$X_3 = (85075 \times 66 + 67) \text{ mod } 202554$$

$$X_3 = 146059$$

$$X_4 = (146059 \times 66 + 67) \text{ mod } 202554$$

$$X_4 = 119923$$

$$X_5 = (119923 \times 66 + 67) \text{ mod } 202554$$

$$X_5 = 15379$$

$$X_6 = (15379 \times 66 + 67) \text{ mod } 202554$$

$$X_6 = 2311$$

$$X_7 = (2311 \times 66 + 67) \text{ mod } 202554$$

$$X_7 = 152593$$

$$X_8 = (152593 \times 66 + 67) \text{ mod } 202554$$

$$X_8 = 146059$$

Setelah analisa penghitungan selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah memasukkan nilai tersebut kedalam bit citra, berikut adalah posisi bit dari citra yang akan disisipkan pesan watermark DONNI = 01000001 01000010 01000011

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui kelemahan yang terdapat pada aplikasi yang telah dirancang. Pada hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Proses Penyisipan Pesan

## KESIMPULAN

1. Metode *End Of File* dipakai untuk proses penyisipan pesan pada akhir file sehingga pesan yang disisipkan tidak akan diketahui keberadaannya, dan *Discrete Cosine Transform* dipakai untuk melakukan proses watermarking pada citra.
2. Kombinasi *End Of File* dan *Discrete Cosine Transform* digunakan terlebih dahulu menggunakan metode *Discrete Cosine Transform* kemudian dilanjutkan dengan metode *End Of File* untuk memasukkan pesan kedalam citra.
3. Aplikasi dirancang dengan *actifity* diagram, *flowchart*, *use case* dan *design interface*
4. Bahasa pemrograman visual basic 2008 untuk membangun suatu algoritma kombinasi metode *DCT* dan *EOF*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Rahima, 2014, "*Implementasi Penyembunyian dan Penyandian Pesan pada Citra menggunakan Algoritma After Chiper dan Metode Least Significant Bit*", Pelita Budidarma, Volume : VI, nomor : 1.
- Dini Hari Pertiwi, *Desain dan Implementasi Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web dengan MVC jurnal Teknologi Informatika*, volume 1, Nomor : 2, Mei 2011
- Sutoyo dan Kawan – kawan, *Teori Pengolahan Citra Digital*, 2009.
- F.X. Wisnu Yudo Untoro, 2010, *Algoritma dan Pemrograman dengan Bahasa Java*, Windu Gata, Grace Gata, 2013, "*Sukses Membangun Aplikasi Penjualan dengan Java*",
- Adi Nugroho, 2010, "*Rekayas Perangkat Lunak Berorientasi Objek dengan Metode USDP*".
- Hendrayudi, 2009, "*Visual Basic 2008 Untuk Berbagai Keperluan Pemrograman*".

## IMPLEMENTASI METODE ECONOMIC VALUE ADDED PADA APLIKASI PENILAIAN KINERJA KEUANGAN PERUSAHAAN (STUDI KASUS : KANTOR CABANG BANK BRI MEDAN)

Chandra Sihombing

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
chandrahombing8@gmail.com

**Abstrak.** Kinerja sebuah perusahaan lebih banyak diukur berdasarkan rasio-rasio keuangan selama satu periode tertentu. Pengukuran berdasarkan rasio keuangan ini sangatlah bergantung pada metode atau perlakuan akuntansi yang digunakan dalam menyusun laporan keuangan perusahaan. Sehingga seringkali kinerja perusahaan terlihat baik dan meningkat, yang mana sebenarnya kinerja tidak mengalami peningkatan dan bahkan menurun. Diperlukannya suatu alat ukur kinerja yang menunjukkan prestasi manajemen sebenarnya dengan tujuan untuk mendorong aktivitas atau strategi yang menambah nilai ekonomis (*value added activities*) dan menghapuskan aktivitas yang merusak nilai (*non-value added activities*). *Economic Value Added (EVA)* sangat relevan dalam hal ini karena *EVA* dapat mengukur kinerja (prestasi) manajemen berdasarkan besar kecilnya nilai tambah yang diciptakan selama periode tertentu. *EVA* juga dapat digunakan sebagai pedoman dalam hal *goal setting*, *capital budgeting*, *performance assessment*, dan *incentive compensation* suatu perusahaan. Pengaruh nilai tambah di dalam suatu perusahaan secara keseluruhan sangatlah penting sehingga hal ini jangan sampai terlewatkan dalam penyusunan strategi perusahaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *Economic Value Added (EVA)* pada perusahaan PT. Bank BRI selama periode 2012 – 2014. Jika nilai *EVA* > 0, berarti telah terjadi nilai tambah ekonomis (*economic value added*) dalam perusahaan. Jika nilai *EVA* < 0, perusahaan belum berhasil menciptakan nilai tambah ekonomis, dan jika nilai *EVA* = 0, menunjukkan posisi impas yang berarti perusahaan hanya mampu menghasilkan laba yang cukup untuk memenuhi kewajibannya pada penyedia dana, baik kreditur dan pemegang saham.

**Kata Kunci :** Laporan Keuangan, Kinerja Keuangan, Economic Value Added.

### PENDAHULUAN

Pentingnya aspek perilaku-perilaku kerja dalam menetapkan keputusan-keputusan dan kebijakan-kebijakan dalam bidang Manajemen Sumber Daya Manusia (MSDM) telah menjadi subjek penelitian dan perdebatan yang menarik minat para peneliti dan akademisi. Konstruksi perilaku kerja yang banyak mendapat perhatian para peneliti adalah keadilan organisasional, kepuasan kerja (*job satisfaction*) dan keinginan berpindah (*turnover intention*) (Pareke 2003).

Memahami hal-hal yang menjadi pendorong timbulnya keinginan berpindah dan bagaimana cara mengendalikannya, menghasilkan perdebatan panjang dari *perspektif teoritis*. Sementara pada *perspektif praktis*, keterampilan dan keahlian serta kebijakan-kebijakan yang dapat diterapkan untuk menekan keinginan berpindah di kalangan menjadi sangat dibutuhkan. Kemampuan para praktisi dalam hal mengendalikan perilaku keinginan berpindah di perusahaannya, berimplikasi sangat kuat terhadap kemampuan perusahaan tersebut untuk yang memiliki keterampilan dan keahlian, dan dapat menghemat biaya praktik-praktik Manajemen Sumber Daya Manusia (MSDM) seperti perekrutan, seleksi, penempatan kembali, pelatihan, pengembangan dan lain sebagainya.

Tujuan penelitian ini untuk Melakukan penilaian kinerja keuangan perusahaan dengan menggunakan komputer dan untuk Mengimplementasikan metode *Economic Value Added (EVA)* pada penilaian kinerja keuangan perusahaan.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan Penelitian yang digunakan meliputi buku, jurnal, makalah dan prosiding sebagai referensi. Objek penelitian yang digunakan adalah laporan keuangan perusahaan Bank BRI. Untuk penyelesaian masalah menggunakan metode *Economic Value Added (EVA)*.

#### Metode

##### **Economic Value Added (EVA)**

*Economic Value Added (EVA)* merupakan salah satu konsep ukuran kinerja keuangan yang dikemukakan pertama kali pada awal tahun 1989, akan tetapi pada saat itu kurang ditanggapi oleh analisis keuangan lainnya hingga sampai dengan September 1993 sebuah artikel pada majalah Fortune menjelaskan secara rinci tentang konsep *EVA* dan implementasi sukses yang dilakukan oleh Joel Stern dan Bennett Stewart pada perusahaan besar di Amerika Serikat. Perusahaan yang menerapkan *EVA* adalah perusahaan Coca Cola, perusahaan Toys R Us, perusahaan Allied Holdings dan perusahaan besar lainnya di Amerika Serikat. Metode *EVA* bertujuan untuk mengukur kinerja investasi suatu

perusahaan dan sekaligus memperhatikan kepentingan dan harapan penyandang dana yaitu kreditur dan pemegang saham. EVA merupakan ukuran keberhasilan manajemen perusahaan dalam meningkatkan nilai tambah (value added) perusahaan. Jika kinerja manajemen perusahaan baik atau efektif (diketahui dari hasil nilai tambah yang diperoleh), maka harga saham perusahaan akan mengalami peningkatan. Sehingga, jika manajer memfokuskan operasional perusahaan pada EVA sudah pasti akan membantu untuk beroperasi secara konsisten dalam memaksimalkan nilai pemegang saham.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Penilaian Keuangan Berdasarkan Metode EVA.** Dalam proses penilaian keuangan berdasarkan metode EVA dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut : Melakukan *review* laporan keuangan perusahaan

1. Mengidentifikasi modal perusahaan (*Company's Capital/C*)  
Struktur modal perusahaan terdiri dari 2 jenis yaitu hutang, dan ekuitas atau biasa dikenal dengan modal ekuitas dan modal hutang. Tiap-tiap modal pembiayaan ini menimbulkan biaya, yaitu biaya modal hutang (*cost of debt*) dan biaya modal saham (*cost of equity*). Besarnya ekuitas dan hutang Bank BRI Medan untuk tahun 2012 s/d 2014 dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Struktur Modal Bank BRI Medan

| Tahun | Ekuitas            | Hutang           | m1      | m2      |
|-------|--------------------|------------------|---------|---------|
| 2012  | Rp.76,934,548,246  | Rp.932,225,651   | 0,01197 | 0,98803 |
| 2013  | Rp.77,534,133,881  | Rp.645,296,389   | 0,01197 | 0,99175 |
| 2014  | Rp.127,931,320,903 | Rp.1,064,739,042 | 0,00825 | 0,99175 |

2. Menentukan tingkat biaya modal perusahaan (*Company's Cost of Capital*)  
Biaya modal perusahaan terdiri dari biaya modal ekuitas dan biaya modal saham. Dalam menghitung *Cost of Equity* digunakan prinsip bahwa tingkat kembalian yang diharapkan dari suatu investasi beresiko sama dengan tingkat kembalian investasi bebas resiko (*risk free*) di tambah suatu *risk premium* (menggunakan prinsip model CAPM). Pada perhitungan biaya modal ekuitas, untuk mendapatkan tingkat bunga investasi bebas resiko (*risk free*), digunakan rata-rata suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) berjangka 3 bulan. Rata-rata tingkat suku bunga SBI berjangka 3 bulan untuk tahun 2012 sampai 2014 dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data Suku Bunga SBI Rata-Rata

| Tahun | SBI  |
|-------|------|
| 2012  | 6.50 |
| 2013  | 6.58 |
| 2014  | 5.77 |

Untuk mengetahui besarnya resiko premium (*risk premium*), digunakan acuan menurut Roztocki (2000), sebagaimana dapat di lihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Jenis-Jenis Risk Premium

| Range RP       | Jenis Resiko Investasi                                                                        |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kurang dari 6% | Resiko sangat rendah, perusahaan berkembang dengan <i>cash flow</i> sangat Stabil             |
| 6%-12%         | Resiko rendah, perusahaan berkembang dengan <i>cash flow</i> berfluktuasi sedang.             |
| 12%-18%        | Resiko cukup tinggi, perusahaan berkembang dengan <i>cash flow</i> berfluktuasi cukup tinggi. |
| Lebih dari 18% | Perusahaan dengan tingkat resiko tinggi                                                       |

Disesuaikan dengan kondisi Bank BRI Medan dalam tahun 2012-2014, maka besarnya *risk premium* Bank BRI Medan diasumsikan sebesar 12%. Besarnya *cost of equity* di hitung dengan menggunakan rumus :

$$Cost\ of\ Equity = Risk\ Premium + Risk\ Free$$

Berdasarkan hal ini maka besarnya *Cost of Equity* Bank BRI Medan untuk tahun 2012-2014 dapat di lihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai *Cost of Equity*

| Tahun | RP   | RF     | Ke     |
|-------|------|--------|--------|
| 2012  | 0,12 | 0,0650 | 0,1850 |
| 2013  | 0,12 | 0,0658 | 0,1858 |
| 2014  | 0,12 | 0,0577 | 0,1777 |

Biaya hutang adalah tingkat bunga sebelum pajak yang dibayar perusahaan kepada pemberi pinjamannya. Langkah pertama dalam menghitung biaya modal hutang adalah menghitung biaya hutang sebelum pajak (*cost of debt/Kd*). Kd di hitung dari besarnya beban bunga yang dibayarkan oleh perusahaan tersebut dalam tahun 1 tahun dibagi dengan jumlah pinjaman yang

menghasilkan bunga tersebut. Selanjutnya, karena pembayaran utang ini mengurangi besar pendapatan kena pajak, maka ongkos utang itu harus dikalikan dengan faktor  $(1-t)$  untuk mendapatkan biaya bunga setelah pajak, di mana  $t$  adalah tingkat pajak yang harus dibayarkan. Besarnya *cost of debt* Bank BRI Medan untuk tahun 2012-2014 dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** *Cost of Debt* Bank BRI Medan

| Keterangan   | 2012           | 2013           | 2014             |
|--------------|----------------|----------------|------------------|
| Utang        | Rp.932,225,651 | Rp.645,296,389 | Rp.1,064,739,042 |
| Beban Bunga  | Rp.88,561,437  | Rp.62,916,398  | Rp.93,164,666    |
| Pajak (t)    | 0,25           | 0,25           | 0,25             |
| Kd           | 0,0950         | 0,0975         | 0,0875           |
| Kd After Tax | 0,0950         | 0,0975         | 0,0875           |

Setelah diperoleh tingkat biaya modal ekuitas (*Cost of Equity*) dan tingkat biaya modal hutang (*Cost of Debt*), maka dapat di hitung besarnya tingkat biaya modal dari Bank BRI Medan. Biaya modal di hitung dengan menggunakan WACC. Perhitungan WACC adalah dengan melihat proporsi struktur modal perusahaan yang terdiri dari modal hutang (*debt*) dan modal saham (*equity*). Besarnya WACC Bank BRI Medan untuk tahun 2011-2013 dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** *Weight Average Cost of Capital (WACC)*

| Keterangan   | 2012    | 2013    | 2014    |
|--------------|---------|---------|---------|
| m1           | 0,01197 | 0,00825 | 0,00825 |
| Kd After Tax | 0,0950  | 0,0975  | 0,0875  |
| m2           | 0,98803 | 0,99175 | 0,99175 |
| Ke           | 0,1850  | 0,1858  | 0,1777  |
| WACC         | 0,18392 | 0,18507 | 0,17696 |

#### 4. Menghitung *Net Operating Profit After Tax (NOPAT)*

*Net Operating Profit After Tax (NOPAT)* adalah laba usaha setelah pajak sebelum beban bunga. NOPAT merupakan laba yang didapatkan perusahaan dari kegiatan operasional. Penghitungan NOPAT tidak mengikutsertakan faktor non-operasional, misalnya laba/rugi atas penjualan aktiva tetap, penghentian usaha, dan penjualan investasi. Beberapa akun dalam rugi/laba lain-lain sama sekali tidak berhubungan dengan kegiatan operasional rutin perusahaan, dan tidak ada keterangan jelas dalam catatan atas laporan keuangan juga tidak diikutsertakan dalam penghitungan NOPAT. Jadi hanya akun-akun yang berkaitan dengan operasional perusahaan saja yang diperhitungkan. Akun-akun yang merupakan akun yang berkaitan dengan operasional perusahaan adalah laba usaha, penghasilan bunga, pendapatan imbal jasa, beban imbal jasa, penunjang dan lain-lain yang berkaitan dengan operasional perusahaan. Besarnya NOPAT Bank BRI Medan untuk tahun 2011-2013 dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** *Net Operating Profit After Tax (NOPAT)*

| Keterangan           | 2012          | 2013          | 2014          |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| Laba Usaha (EBIT)    | 2,292,241,947 | 1,221,348,514 | 2,004,577,658 |
| Tax (25%)            | 573,060,487   | 289,608,029   | 477,853,248   |
| NOPAT (EBIT * (1-T)) | 1,630,620,023 | 868,824,087   | 1,433,559,744 |

#### 5. Menghitung *Economic Value Added (EVA)*

Langkah terakhir adalah perhitungan EVA yang di hitung dengan mengurangi *capital charge (Cost of Capital)* dari NOPAT sebagai berikut :

$$EVA = EBIT (1-T) - \text{Biaya Modal Setelah Pajak (COC)}$$

$$EVA = NOPAT - (\text{Capital} \times WACC)$$

Maka nilai EVA untuk tahun 2012 dapat di hitung jika modal (*capital*) adalah sebesar Rp.76,934,548,246.

$$EVA = Rp.1,630,620,023 - (Rp.76,934,548,246 \times 0,18392)$$

$$EVA = Rp.1,630,620,023 - Rp.14,149,802,113$$

$$EVA = -Rp.12,519,182,090$$

Selengkapnya nilai EVA tahun 2012-2014 dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Nilai *Economic Value Added (EVA)*

| Keterangan | 2012               | 2013               | 2014               |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| NOPAT      | Rp.1,630,620,023   | Rp.868,824,087     | Rp.1,433,559,744   |
| COC        | Rp.14,149,802,113  | Rp.14,349,242,157  | Rp.22,638,726,547  |
| EVA        | -Rp.12,519,182,090 | -Rp.13,480,418,070 | -Rp.21,205,166,803 |

Berdasarkan hasil perhitungan nilai EVA pada tabel 4.12, maka pada tahun 2012 nilai EVA perusahaan sebesar -Rp.12,519,182,090, tahun 2013 nilai EVA perusahaan sebesar -Rp.13,480,418,070, dan tahun 2014 nilai EVA perusahaan sebesar -Rp.21,205,166,803. Jadi, perusahaan belum berhasil menciptakan nilai tambah ekonomis karena nilai  $EVA < 0$ .

**Hasil Pengujian.** Hasil Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja aplikasi dalam melakukan penilaian keuangan. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

**Gambar 1.** Hasil Pengujian Menggunakan Metode EVA

## KESIMPULAN

1. Laporan keuangan diperlukan untuk menganalisa kinerja keuangan suatu perusahaan, dimana laporan keuangan yang digunakan mencakup laporan neraca dan laporan laba rugi perusahaan dari tahun 2012, 2013, dan tahun 2014.
2. Metode yang digunakan untuk melakukan penilaian kinerja keuangan perusahaan menggunakan metode EVA (*Economic Value Added*), dimana output yang dihasilkan adalah nilai *economic value added* sebagai nilai tambah perusahaan. Dari hasil penelitian ini menunjukkan nilai EVA perusahaan pada tahun 2012 sebesar Rp. -12.519.182.090, tahun 2013 sebesar Rp. -13.480.418.070, dan tahun 2014 sebesar Rp. -21.205.166.803. Jadi perusahaan belum berhasil menciptakan nilai tambah ekonomis karena nilai EVA < 0.
3. Aplikasi yang dirancang dapat digunakan pihak manajemen perusahaan untuk menentukan strategi dalam meningkatkan nilai tambah ekonomi, dan pihak investor bisa mengetahui kondisi perusahaan apakah menguntungkan atau tidak dalam berinvestasi pada perusahaan tersebut

## DAFTAR PUSTAKA

- Thomas Sumarsan. 2013. *Sistem Pengendalian Manajemen*. Jakarta. Penerbit PT. Indeks.
- Hendrayudi. 2010. *Dasar-Dasar Pemrograman Microsoft Visual Basic 2008*. Bandung. Penerbit PT. Sarana Tutorial Nurani Sejahtera.
- Martin Fowler. 2004. *Panduan Singkat Bahasa Pemodelan Objek Standar*. Andi. Yogyakarta.
- Harsono, Hanif. 2002. *Implementasi dan kebijakan dan Politik*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Amstrong, Mischael, 1999. *Manajemen Sumber Daya Manusia. Terjemahan Sofyan dan Haryanto*. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Dini Hariyanti. 1999. *Analisa Variabel yang Mempengaruhi Jumlah Uang Beredar*, Media Ekonomi, Vol. 7, No. 2, Agustus 1999.
- Brian Wisda. 2009. *Analisis Rasio Keuangan Pada Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah Sebagai Evaluasi Kinerja Pada Pemerintah Daerah*. Skripsi. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nurdin Usman. 2005. *Economic Value Added Sebagai Ukuran Keberhasilan Kinerja Manajemen Perusahaan*.
- Prayudi. 2010. *Analisa Kinerja Keuangan Dengan Metode Economic Value Added dan Market Value Added Perusahaan Rokok*.

## ANALISIS KUALITAS CITRA HASIL KOMPRESI METODE SHANNON FANO DENGAN MENGGUNAKAN MEAN SQUARE ERROR DAN PEAK SIGNAL TO NOISE RATIO

Dinil Haq Gustia

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
chandrahombing8@gmail.com

**Abstrak.** Perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat saat ini memberikan kemudahan bagi siapa saja dalam melakukan komunikasi ataupun pertukaran informasi. Di sisi lain, dengan kemudahan tersebut timbul juga permasalahan lain dalam hal besarnya kapasitas ukuran citra sehingga solusi untuk masalah tersebut dengan memperkecil ukuran kapasitas citra. Teknik kompresi algoritma Shannon Fano dapat menjadi solusi untuk memperkecil ukuran kapasitas citra tersebut. Namun apakah hasil kompresi citra akan menghasilkan kualitas yang baik sama seperti aslinya, untuk menguji apakah hasil dari kompresi citra sempurna atau ada kerusakan pada citra yang telah dikompresi maka akan digunakan Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). Kompresi atau *compression* adalah proses pemampatan ukuran sebuah data tertentu menjadi ukuran data yang lebih kecil. Skripsi ini membahas tentang pengujian kualitas citra hasil kompresi dan bagaimana cara menguji hasil kompresi Shannon Fano. Proses pengujian dilakukan menginput citra hasil kompresi yang akan diuji terlebih dahulu, citra tersebut diuji dengan MSE dan PSNR dan setelah proses nya selesai akan menampilkan nilai hasil pengujian tersebut. Pengujian kualitas citra dengan MSE dan PSNR menggunakan Matlab sebagai alat bantu pengujian. Perancangan pengujian sistem dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu pembuatan use case diagram, activity diagram, perancangan logika aplikasi dan perancangan form aplikasi.

**Kata Kunci :** Kompresi, Algoritma Shannon fano, MSE, PSNR, Citra

### PENDAHULUAN

Citra merupakan media informasi yang sudah sangat populer digunakan saat ini. Melalui citra informasi bias menjadi lebih jelas dan lebih mudah dimengerti. Ada banyak bentuk analisis citra yang digunakan dalam membantu manusia atau alat dalam menyampaikan informasi. Misalnya hasil citra dari organ tubuh manusia akan memiliki banyak informasi. Oleh ahli medis akan memanfaatkan hal tersebut untuk diagnosa dan menemukan solusi dari masalah dan informasi yang tercakup dalam citra tersebut. Kompresi atau *compression* adalah proses pemampatan ukuran sebuah data tertentu menjadi ukuran data yang lebih kecil. Sedangkan definisi dari kompresi citra adalah proses untuk mengubah *stream* data citra masukan dengan ukuran tertentu menjadi *stream* data citra keluaran dengan ukuran yang lebih kecil (Mueller, 2004). Adapun tujuan kompresi citra adalah untuk mengurangi redundansi (pengulangan) dari data-data yang terdapat dalam citra sehingga dapat disimpan atau ditransmisikan secara efisien. Menurut Baxes (1994), ukuran kemampuan kompresi data dapat dilakukan dengan mudah. Besar kompresi data citra diperoleh dengan membagi ukuran citra asli (*Uasli*) dengan ukuran citra yang dikompresi (*Upemampatan*).

Masalah yang terjadi ukuran data yang begitu besar sehingga banyak ruang yang terisi, maka untuk mempertahankan dan menghemat media penyimpanan dilakukan kompresi citra, permasalahannya apakah hasil kompresi citra akan menghasilkan kualitas yang baik sama seperti aslinya, untuk menguji apakah hasil dari kompresi citra sempurna atau ada kerusakan pada citra yang telah dikompresi maka akan digunakan Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR).

Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan proses kompresi dengan algoritma Shannon Fano serta menerapkan Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) dalam pengujian kualitas citra.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan meliputi buku, majalah, prosiding atau jurnal sebagai bahan referensi. Objek penelitian yang digunakan adalah citra digital. Untuk melakukan kompresi citra menggunakan Shannon Fano.

#### Metode

##### Shannon Fano

Algoritma Shannon-Fano merupakan Suatu metode yang dikenal pertama kali mampu melakukan pengkodean terhadap simbol secara efektif adalah metode Shannon-fano. Metode ini dikembangkan secara bersamaan oleh Claude Shannon dari Bell Labs dan RM Fano dari MIT. Metode ini tergantung

pada probabilitas dari setiap symbol yang hadir pada suatu data (pesan). Berdasarkan Probabilitas tersebut kemudian dibentuk daftar kode untuk setiap simbol dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Setiap simbol berbeda memiliki kode berbeda.
2. Simbol dengan probabilitas kehadiran yang lebih rendah memiliki kode jumlah bit yang lebih panjang dan simbol dengan probabilitas yang lebih tinggi memiliki jumlah bit yang lebih pendek.

Meskipun memiliki panjang kode yang berbeda, simbol tetap dapat didekode secara unik.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Kompresi Berdasarkan Shannon Fano.** Proses kompresi berdasarkan shannon fano menggunakan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Input citra  
Citra yang di inputkan adalah berukuran 5 x 5 pixel. Citra input yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Citra Input RGB (a) Dinil.Jpg (b) Pixel Citra 5x5  
**Tabel 1.** Nilai Intensitas Pixel Citra 5 x 5

| Pixel | Red | Green | Blue |
|-------|-----|-------|------|
| 1     | 4   | 1     | 0    |
| 2     | 1   | 7     | 2    |
| 3     | 3   | 0     | 0    |
| 4     | 3   | 0     | 0    |
| 5     | 6   | 5     | 1    |
| 6     | 6   | 3     | 0    |
| 7     | 3   | 0     | 0    |
| 8     | 12  | 9     | 4    |
| 9     | 34  | 31    | 26   |
| 10    | 1   | 0     | 0    |
| 11    | 6   | 3     | 0    |
| 12    | 7   | 4     | 0    |
| 13    | 77  | 74    | 69   |
| 14    | 54  | 51    | 46   |
| 15    | 1   | 0     | 0    |
| 16    | 13  | 10    | 5    |
| 17    | 24  | 21    | 16   |
| 18    | 149 | 146   | 141  |
| 19    | 32  | 29    | 24   |
| 20    | 7   | 6     | 2    |
| 21    | 17  | 14    | 7    |
| 22    | 14  | 11    | 4    |
| 23    | 57  | 54    | 49   |
| 24    | 19  | 16    | 11   |
| 25    | 13  | 12    | 8    |

Nilai intensitas di atas akan mewakili sebuah citra berwarna yang berukuran 5 x 5 piksel, di mana nilai setiap RGB menyatakan tiap warna pada piksel, kemudian hitung jumlah frekuensi kemunculan pada setiap simbol warna pada citra. Setelah itu akan dilakukan pengurutan pada nilai frekuensi secara menurun (*descending order*). Hal ini dapat dilihat pada tabel 2 seperti berikut.

2. Hitung frekuensi kemunculan masing-masing simbol pada citra dan urutkan secara menurun.

**Tabel 2.** Frekuensi Kemunculan

| Frekuensi | Kemunculan |
|-----------|------------|
| 0         | 14         |
| 3         | 5          |
| 7         | 4          |
| 1         | 4          |
| 4         | 4          |
| 6         | 4          |
| 5         | 2          |
| 2         | 2          |
| 24        | 2          |
| 16        | 2          |
| 10        | 2          |
| 11        | 2          |
| 12        | 2          |
| 13        | 2          |
| 14        | 2          |
| 54        | 2          |
| 17        | 1          |
| 19        | 1          |
| 21        | 1          |
| 8         | 1          |
| 26        | 1          |
| 29        | 1          |
| 31        | 1          |
| 32        | 1          |
| 34        | 1          |
| 46        | 1          |
| 49        | 1          |
| 51        | 1          |
| 9         | 1          |
| 57        | 1          |
| 69        | 1          |
| 74        | 1          |
| 77        | 1          |
| 141       | 1          |
| 146       | 1          |
| 149       | 1          |

Selanjutnya tabel 2 di atas kemudian dibagi menjadi 2 didasari pada total frekuensi bagian atas sedekat mungkin dengan total frekuensi bagian bawah. Pembagian tersebut menghasilkan simbol 0, 3, 7, 1, 4, 6, 5, dan 2 menjadi bagian atas dengan total frekuensi 39. Sedangkan 24, 16, 10, 11, 12, 13, 14, 54, 17, 19, 21, 8, 26, 29, 31, 32, 34, 46, 49, 51, 9, 57, 69, 74, 77, 141, 146, dan 149 menjadi bagian bawah dengan total frekuensi 36, sehingga simbol 0, 3, 7, 1, 4, 6, 5, dan 2 akan dimulai dengan kode 0, sedangkan 24, 16, 10, 11, 12, 13, 14, 54, 17, 19, 21, 8, 26, 29, 31, 32, 34, 46, 49, 51, 9, 57, 69, 74, 77, 141, 146, dan 149 dimulai dengan kode 1.

3. Bagi daftar menjadi dua bagian dengan frekuensi yang sama atau hampir sama yang di sebut bagian atas dan bagian bawah.

Dari tabel 2 di atas buat tabel baru dan bagi menjadi dua bagian, bagian bawah dan bagian atas dengan frekuensi yang sama atau selisih sedekat mungkin.

**Tabel 3.** Bagian Atas

| Simbol | Frekuensi |
|--------|-----------|
| 0      | 14        |
| 3      | 5         |
| 7      | 4         |
| 1      | 4         |
| 4      | 4         |
| 6      | 4         |
| 5      | 2         |
| 2      | 2         |

**Tabel 4.** Bagian Bawah

| Simbol | Frekuensi |
|--------|-----------|
| 24     | 2         |
| 16     | 2         |
| 10     | 2         |
| 11     | 2         |
| 12     | 2         |
| 13     | 2         |
| 14     | 2         |

4. Proses pembuatan kode untuk simbol-simbol bagian atas akan dimulai dengan 0 dan kode untuk simbol-simbol pada bagian bawah akan dimulai dengan 1.

**Tabel 5.** Proses Pengkodean

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| 0      | 14        | 0    |
| 3      | 5         | 0    |
| 7      | 4         | 0    |
| 1      | 4         | 0    |
| 4      | 4         | 0    |
| 6      | 4         | 0    |
| 5      | 2         | 0    |
| 2      | 2         | 0    |
| 24     | 2         | 1    |
| 16     | 2         | 1    |
| 10     | 2         | 1    |
| 11     | 2         | 1    |
| 12     | 2         | 1    |
| 13     | 2         | 1    |
| 14     | 2         | 1    |
| 54     | 2         | 1    |
| 17     | 1         | 1    |
| 19     | 1         | 1    |
| 21     | 1         | 1    |
| 8      | 1         | 1    |
| 26     | 1         | 1    |
| 29     | 1         | 1    |
| 31     | 1         | 1    |
| 32     | 1         | 1    |
| 34     | 1         | 1    |
| 46     | 1         | 1    |
| 49     | 1         | 1    |
| 51     | 1         | 1    |
| 9      | 1         | 1    |
| 57     | 1         | 1    |
| 69     | 1         | 1    |
| 74     | 1         | 1    |
| 77     | 1         | 1    |
| 141    | 1         | 1    |
| 146    | 1         | 1    |
| 149    | 1         | 1    |

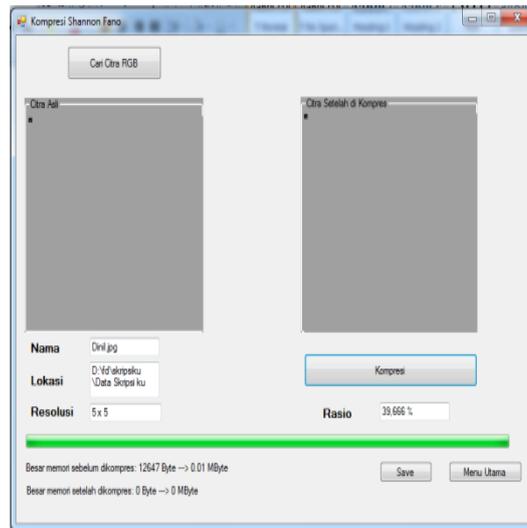
Lakukan proses pembuatan kode berulang kali sampai setiap simbol mempunyai kode yang bersesuaian pada pohon dan sampai mendapatkan rangkaian bit. Proses di atas dilakukan secara *rekursif* terhadap bagian atas dan bagian bawah sehingga diperoleh pembagian sebagai berikut. Hasil perkalian kode dan panjang kode maka dihasilkan nilai intensitas *pixel* hasil kompresi *Shannon Fano* sebagai berikut.

**Tabel 6.** Nilai Intensitas *Pixel* Hasil Kompresi

| Pixel | Red | Green | Blue |
|-------|-----|-------|------|
| 1     | 20  | 16    | 42   |
| 2     | 16  | 16    | 10   |

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 3  | 20 | 42 | 42 |
| 4  | 20 | 42 | 42 |
| 5  | 20 | 10 | 16 |
| 6  | 20 | 20 | 42 |
| 7  | 20 | 42 | 42 |
| 8  | 10 | 6  | 20 |
| 9  | 6  | 7  | 6  |
| 10 | 16 | 42 | 42 |
| 11 | 20 | 20 | 42 |
| 12 | 16 | 20 | 42 |
| 13 | 7  | 7  | 6  |
| 14 | 10 | 7  | 6  |
| 15 | 20 | 42 | 42 |
| 16 | 10 | 10 | 20 |
| 17 | 10 | 6  | 10 |
| 18 | 6  | 6  | 6  |
| 19 | 6  | 7  | 10 |
| 20 | 16 | 20 | 10 |
| 21 | 7  | 10 | 16 |
| 22 | 10 | 10 | 20 |
| 23 | 6  | 10 | 7  |
| 24 | 7  | 10 | 10 |
| 25 | 10 | 10 | 6  |

**Proses Pengujian.** Proses pengujian dilakukan untuk mengetahui kelemahan yang terdapat di dalam sistem dalam kompresi citra. Hasil dari pengujian dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Proses Kompresi

**KESIMPULAN**

1. Laporan Kompresi Shannon fano dapat dilakukan melalui proses input citra, hitung kemenculan frekuensi, bagi menjadi dua bagian, dan bentuk pohon Shannon fano.
2. Kualitas citra hasil kompresi Shannon fano dapat diketahui dengan menggunakan parameter Mean Squared Error (MSE) dan Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). Di mana semakin kecil nilai MSE, maka citra keluaran memiliki kualitas yang lebih baik. Sebaliknya, pada PSNR semakin besar nilai PSNR yang dihasilkan, maka citra keluaran semakin baik kualitasnya (reduksi semakin optimal).
3. Berdasarkan pada pengujian yang telah dilakukan, metode yang memiliki nilai rata-rata MSE terkecil dan PSNR terbesar, adalah Shannon fano, yang berarti Shannon fano merupakan metode kompresi yang cukup baik / efektif dalam mengkompresi citra digital.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abdul Khair, Adhi Susanto, 2013, *“Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra”*, Andi, Yogyakarta.
- T. Sutoyo S.Si dkk, 2009, *“Teori Pengolahan Citra Digital”*, Andi, Yogyakarta..
- Janner Simarmata, Tintin Chandra, 2007, *“Grafika Komputer”*, Andi, Yogyakarta.
- Darma Putra, 2010, *“Pengolahan Citra Digital”*, Andi, Yogyakarta.
- Rinaldi Munir, 2006, *“Kriptografi”*, Informatika Bandung, Bandung, Edisi 1.
- Edy Winarno, ST, M.Eng, Ali Zaky, SmitDev Community, 2015, *“VB.NET untuk Skripsi”*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Ketut Darmayuda, 2008, *“Pemrograman Aplikasi Database dengan Microsoft Visual Basic.Net 2010”*, Informatika Bandung, Bandung

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN IKAN BERKUALITAS EKSPOR MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIRARCHY PROSES (AHP) PADA KANTOR PERIKANAN PANIPAHAN LAUT**

**Firdaus**

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
[firdausyazid1@gmail.com](mailto:firdausyazid1@gmail.com)

**Abstrak.** Kantor Depertemen Perikanan Panipahan Laut merupakan salah satu terletak di Rohil bagian Riau yang bertujuan untuk membantu keluhan masyarakat Panipahan bagian Nelayan untuk memilih Ikan yang akan di Ekspor diluar melalui Kantor Perikanan Panipahan laut. Dengan terjadinya pemilihan Ikan tersebut Kantor Depertemen Perikanan masih kurang efisien dalam memilih Ikan yang akan di Ekspor, dari beberapa staf Kantor Depertemen Perikanan masih belum bisa memilih Ikan Ekspor, dan masih belum bisa memilih Ikan terbaik dan Kriteria ikan yang bagus. Didalam penelitian ini pemilihan ikan yang akan di Ekspor di luar, menggunakan metode Analytical Hierarchy Proses (AHP), untuk mempermudah melakukan perhitungan Kriteria Pemilihan Ikan Ekspor. Dengan semakin meningkatnya Teknologi, aplikasi saat sekarang ini membantu kantor depertemen perikanan untuk memilih ikan ekspor didalam aplikasi tersebut berbentuk tabel dan kriteria ikan, dan kriteria kualitas. Aplikasi yang telah dibagun menggunakan VS.2008.

**Kata Kunci :** Pemilihan Ikan Berkualitas Ekspor.VB.2008 dan AHP.

### **PENDAHULUAN**

Sistem Pendukung Keputusan yang seperti itu disebut aplikasi DDS. Aplikasi ini digunakan dalam pengambilan keputusan. Aplikasi DDS menggunakan CBIS (*Computer Based Information System*) yang fleksibel, interaktif, dan dapat diadaptasi, yang dikembangkan untuk mendukung solusi atas masalah manajemen spesifik yang tidak terstruktur. Aplikasi DDS menggunakan data, memberikan antar muka pengguna yang mudah, dan dapat menggabungkan pemikiran pengambilan keputusan. DDS lebih ditujukan untuk mendukung manajemen dalam melakukan pekerjaan yang bersifat analitis dalam situasi yang kurang tersrtuktur dengan kriteria yang kurang jelas.

Dalam kehidupan manusia selalu dihadapkan pada permasalahan dalam menentukan suatu keputusan terjadi pada pemilihan Ikan yang Berkualitas Ekspor yang dilakukan pihak- pihak Perikanan Panipahan Laut masih standar, belum dapat menentukan pemilihan ikan yang berkualitas ekspor yang sebenarnya. Kantor Perikanan Panipahan Laut merupakan kantor yang berfungsi untuk mengatasi permasalahan Ikan yang Berkualitas Ekspor untuk meningkatkan produksi Ikan Ekspor dikantor Perikanan panipahan laut, pada saat ini Kantor Perikanan panipahan laut, menentukan pemilihan Ikan yang akan di ekspor, dengan cara menentukan kriteria- kriteria besar dan kecilnya Ikan yang akan di Ekspor.

Tujuan penelitian dilakukan untuk menentukan kriteria- kriteria pemilihan ikan berkualitas ekspor pada kantor perikanan Panipahan Laut serta menerapkan metode *Analytical Hirarchy Proses* dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan oleh kantor Perikanan Panipahan Laut.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan penelitian yang digunakan meliputi buku, majalah dan jurnal sebagai referensi sebagai teori-teori pendukung. Objek penelitian yang digunakan adalah ikan berkualitas dan sebagai pendukung keputusan digunakan metode *Analytical Hirarchy Proses (AHP)* untuk penyelesaian masalah.

#### **Metode**

##### **Analytical Hirarchy Proses (AHP)**

Pada dasarnya, proses pengambilan keputusan adalah memilih suatu alternatif. Peralatan utama AHP adalah sebuah *hierarki* fungsional dengan input utamanya persepsi manusia. Keberadaan *hierarki* memungkinkan dipecahkan masalah kompleks atau tidak terstruktur dalam sub- sub masalah, lalu menyusunnya menjadi suatu bentuk *hierarki*. AHP memiliki banyak keunggulan dalam menjelaskan proses pengambilan keputusan. Salah satunya dapat digambarkan secara grafis sehingga mudah dipahami oleh semua pihak yang terlibat dalam pengambilan keputusan.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Pemilihan Ikan Berkualitas Berdasarkan AHP.** Proses pemilihan ikan berkualitas ekspor dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan prioritas kriteria

Langkah yang harus dilakukan untuk menentukan prioritas kriteria adalah sebagai berikut :

a. Membuat matriks perbandingan berpasangan

Pada tahap ini dilakukan penilaian atau pembobotan perbandingan antara satu kriteria dengan kriteria yang lain. Hasil penilaian atau pembobotan bisa dilihat dalam tabel 1.

**Tabel 1.** Matriks Perbandingan berpasangan

| Kriteria           | Warna kulit | Mata jernih | Sisik ikan melekat | Insang merah |
|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------|
| Warna kulit        | 1           | 2           | 2                  | 3            |
| Mata jernih        | 0,5         | 1           | 2                  | 2            |
| Sisik ikan melekat | 0,5         | 0,5         | 1                  | 2            |
| Insang merah       | 0,33        | 0,5         | 0,5                | 1            |
| Jumlah             | 2,33        | 4           | 5,5                | 8            |

Angka 1 pada kolom warna kulit baris warna kulit menggambarkan tingkat kepentingan yang sama antara warna kulit dengan warna kulit, sedangkan angka 2 pada kolom mata jernih baris warna kulit menunjukkan mata jernih sedikit lebih penting dibandingkan dengan warna kulit. Angka 0,5 pada kolom warna kulit baris mata jernih merupakan hasil perhitungan  $1/\text{nilai}$  pada kolom mata jernih baris warna kulit (2). Angka-angka yang lain diperoleh dengan cara yang sama.

b. Membuat matriks nilai kriteria

Matriks ini diperoleh dengan rumus berikut :

Nilai baris kolom = Nilai baris-kolom lama atau jumlah masing kolom lama. Hasil perhitungan bisa dilihat dalam tabel 2.

**Tabel 2.** Matriks Nilai Kriteria

| Kriteria           | Warna kulit | Mata jernih | Sisik ikan melekat | Insang merah | Jumlah | Bobot Prioritas |
|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------|--------|-----------------|
| Warna kulit        | 0,43        | 0,50        | 0,36               | 0,38         | 1,67   | 0,42            |
| Mata jernih        | 0,21        | 0,25        | 0,36               | 0,25         | 1,08   | 0,27            |
| Sisik ikan melekat | 0,21        | 0,13        | 0,18               | 0,25         | 0,77   | 0,19            |
| Insang merah       | 0,14        | 0,13        | 0,09               | 0,13         | 0,48   | 0,12            |

Nilai 0,43 pada kolom warna kulit baris warna kulit Tabel 4.3 diperoleh dari nilai kolom warna kulit baris warna kulit Tabel 4.2 dibagi jumlah kolom warna kulit Tabel 4.2. Nilai kolom jumlah pada tabel 4.3 diperoleh dari penjumlahan pada setiap barisnya. Untuk baris pertama, 1,67 merupakan hasil penjumlahan dari  $0,43 + 0,50 + 0,36 + 0,38$ . Nilai pada kolom prioritas diperoleh dari nilai kolom jumlah dibagi dengan jumlah kriteria.

c. Membuat matriks penjumlahan setiap baris

Matriks ini dibuat dengan mengalikan nilai prioritas pada Tabel 2 dengan matriks perbandingan berpasangan (Tabel 2) hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Matriks Penjumlahan Setiap Baris

| Kriteria           | Warna kulit | Mata jernih | Sisik ikan melekat | Insang merah | Jumlah Alternatif |
|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------|-------------------|
| Warna kulit        | 0,42        | 0,54        | 0,38               | 0,36         | 1,70              |
| Mata jernih        | 0,21        | 0,27        | 0,38               | 0,24         | 1,10              |
| Sisik ikan melekat | 0,21        | 0,14        | 0,19               | 0,24         | 0,78              |
| Insang merah       | 0,14        | 0,14        | 0,10               | 0,12         | 0,49              |

Nilai 0,42 pada baris warna kulit kolom warna kulit Tabel 3 diperoleh dari prioritas baris warna kulit pada tabel 2 (0,27) dikalikan dengan nilai baris warna kulit kolom warna kulit pada Tabel 1.

Nilai 0,21 pada baris mata jernih kolom warna kulit Tabel 3 diperoleh dari prioritas baris mata jernih pada tabel 4.3 (0,27) dikalikan nilai baris mata jernih kolom warna kulit pada tabel 1 (0,5).

Kolom jumlah pada tabel 4.4 diperoleh dengan menjumlahkan nilai pada masing-masing baris pada tabel tersebut. Misalnya, nilai 1.7 pada kolom jumlah merupakan hasil penjumlahan dari  $0,42 + 0,54 + 0,38 + 0,36$ .

d. Penghitungan rasio konsistensi

Penghitungan ini digunakan untuk memastikan bahwa nilai rasio konsistensi (CR)  $\leq 0.1$ . Jika ternyata nilai CR lebih besar dari 0.1, maka matriks perbandingan berpasangan harus diperbaiki. Untuk menghitung rasio konsistensi, dibuat tabel seperti terlihat dalam tabel 4.

**Tabel 4.** Perhitungan Rasio Konsistensi

| Kriteria           | Jmlh per baris | Bobot Prioritas | Hasil Alternatif |
|--------------------|----------------|-----------------|------------------|
| Warna kulit        | 1,70           | 0,42            | 2,12             |
| Mata jernih        | 1,10           | 0,27            | 1,37             |
| Sisik ikan melekat | 0,78           | 0,19            | 0,97             |
| Insang merah       | 0,49           | 0,12            | 0,61             |

Kolom jumlah per baris diperoleh dari kolom jumlah pada Tabel 3, sedangkan kolom prioritas diperoleh dari kolom prioritas pada Tabel 3. Dari Tabel 4, diperoleh nilai-nilai sebagai berikut :

- n (jumlah Kriteria) : 4
- $\lambda$  maks (jumlah/n) : 1.27
- CI ( $\lambda$  maks-n)/n) : -0,68
- CR ((CI/IR(lihat Tabel 4.3)) : -0,78

Oleh karena itu CR < 0.1, maka rasio konsistensi dari perhitungan tersebut bisa diterima.

2. Menentukan prioritas subkriteria. Penghitungan subkriteria dilakukan terhadap sub-sub dari semua kriteria. Dalam hal ini, terdapat 4 kriteria yang berarti akan ada 4 perhitungan prioritas subkriteria.
  - a. Menghitung prioritas subkriteria dari kriteria warna kulit  
Langkah-langkah yang dilakukan untuk menghitung prioritas subkriteria dari kriteria warna kulit adalah sebagai berikut.

1. Membuat matriks perbandingan berpasangan  
langkah ini seperti yang dilakukan pada langkah 1.a. Hasilnya dilakukan dalam Tabel 5.

**Tabel 5.** matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Warna Kulit.

| Kriteria | Baik | Cukup | Kurang |
|----------|------|-------|--------|
| Baik     | 1    |       | 5      |
| Cukup    | 0,33 | 1     | 3      |
| Kurang   | 0,2  | 0,33  | 1      |
| Jumlah   | 1,53 | 4,33  | 9      |

2. Membuat matriks nilai kriteria  
Langkah ini seperti yang dilakukan pada langkah 1.b perbedaannya adalah adanya tambahan kolom prioritas subkriteria pada langkah ini. Hasilnya ditunjukkan dalam tabel 6.

**Tabel 6.** Matriks Nilai Kriteria warna Kulit.

| Kriteria | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah | Bobot Prioritas | Prioritas Subkriteria |
|----------|------|-------|--------|--------|-----------------|-----------------------|
| Baik     | 0,65 | 0,69  | 0,56   | 1,90   | 0,63            | 1                     |
| Cukup    | 0,22 | 0,23  | 0,33   | 0,78   | 0,26            | 0,41                  |
| Kurang   | 0,13 | 0,08  | 0,11   | 0,32   | 0,11            | 0,17                  |

Nilai pada kolom prioritas subkriteria diperoleh dari nilai prioritas pada baris tersebut dengan nilai tertinggi pada kolom prioritas.

3. Menentukan matriks penjumlahan setiap baris  
Langkah ini sama dengan yang dilakukan pada langkah 1.c dan ditunjukkan dalam Tabel 7. Setiap elemen dalam tabel ini dihitung dengan mengalikan matriks perbandingan berpasangan dengan nilai prioritas.

**Tabel 7.** Matriks Penjumlahan Setiap Baris Kriteria Warna kulit.

| Kriteria | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah |
|----------|------|-------|--------|--------|
| Baik     | 0,63 | 0,78  | 0,53   | 1,94   |
| Cukup    | 0,21 | 0,26  | 0,32   | 0,79   |
| Kurang   | 0,13 | 0,09  | 0,11   | 0,32   |

4. Penghitungan rasio konsistensi  
Seperti langkah 1.d penghitungan ini digunakan untuk memastikan bahwa nilai rasio konsistensi (CR) < = 0,1. Untuk menghitung rasio konsistensi, dibuat tabel seperti yang terlihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Perhitungan rasio konsistensi.

| Kriteria | Jlh per baris | Bobot Prioritas | Hasil Alternatif |
|----------|---------------|-----------------|------------------|
| Baik     | 1,94          | 0,36            | 2,58             |
| Cukup    | 0,79          | 0,26            | 1,05             |
| Kurang   | 0,32          | 0,11            | 0,42             |

Kolom jumlah perbaris diperoleh dari kolom jumlah pada Tabel 7, sedangkan kolom prioritas diperoleh dari kolom prioritas pada Tabel 6. Dari Tabel 8, diperoleh nilai-nilai sebagai berikut.

Jumlah (jumlahan dari nilai-nilai hasil) : 4,05

n (Jumlah Kriteria) : 3  
 $\lambda$  maks (jumlah/n) :1.35.  
 CI (( $\lambda$  maks-n)/(n-1)) : -0,55  
 CR ((CI/IR(lihat Tabel 4.2)) : -0,95

Oleh karena itu CR < 0.1, maka rasio konsistensi dari perhitungan tersebut bisa diterima.

- b. Menghitung prioritas subkriteria dari kriteria mata jernih  
 Langkah-langkah yang dilakukan untuk menghitung prioritas subkriteria dalam kriteria mata jernih sama yang dilakukan dalam perhitungan prioritas subkriteria dari kriteria warna kulit langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Membuat matriks perbandingan berpasangan.

**Tabel 9.** Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria mata Jernih.

| Kriteria | Baik | Cukup | Kurang |
|----------|------|-------|--------|
| Baik     | 1    | 2     | 6      |
| Cukup    | 0,5  | 1     | 2      |
| Kurang   | 0,17 | 0,5   | 1      |
| Jumlah   | 1,67 | 3,5   | 9      |

2. Membuat matriks nilai cerita  
 Hasilnya tampak pada Tabel 10

**Tabel 10.** Matriks Nilai Kriteria Mata jernih.

| Kriteria | Baik | Cukup | Kurang | Eboris | Bobot Prioritas | Prioritas subkriteria |
|----------|------|-------|--------|--------|-----------------|-----------------------|
| Baik     | 0,60 | 0,57  | 0,67   | 1,84   | 0,61            | 1                     |
| Cukup    | 0,30 | 0,29  | 0,22   | 0,81   | 0,27            | 0,44                  |
| Kurang   | 0,10 | 0,14  | 0,11   | 0,36   | 0,12            | 0,19                  |

3. Matriks penjumlahan tiap-tiap baris  
 Hasilnya tampak pada Tabel 11

**Tabel 11.** Matriks Penjumlahan Setiap Baris Kriteria Mata jernih.

|        | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah |
|--------|------|-------|--------|--------|
| Baik   | 0,60 | 0,54  | 0,71   | 1,86   |
| Cukup  | 0,30 | 0,27  | 0,24   | 0,81   |
| Kurang | 0,10 | 0,13  | 0,12   | 0,19   |

4. Perhitungan rasio konsistensi  
 Hasilnya tampak pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Perhitungan Rasio Konsistensi Kriteria Mata Jernih

| Kriteria | Jlh Per Baris | Bobot Prioritas | Hasil |
|----------|---------------|-----------------|-------|
| Baik     | 1,86          | 0,61            | 2,47  |
| Cukup    | 0,81          | 0,27            | 1,08  |
| Kurang   | 0,36          | 0,12            | 0,48  |

Jumlah (Jumlah dari nilai-nilai hasil) : 4.03

n (Jumlah Kriteria) : 3  
 $\lambda$  maks (jumlah/n) :1.34  
 CI (( $\lambda$  maks-n)/(n-1)) : -0,55  
 CR ((CI/IR(lihat Tabel 4.2)) : -0,95

- c. Menghitung prioritas subkriteria dari kriteria sisik melekat  
 Langkah-langkah yang dilakukan untuk menghitung prioritas subkriteria dari kriteria sisik ikan melekat sama dengan yang dilakukan dalam perhitungan prioritas subkriteria dari kriteria warna kulit langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Membuat matriks perbandingan berpasangan  
 Hanya terlihat dalam Tabel 13.

**Tabel 13.** Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Sisik Ikan melekat.

| Kriteria | Baik | Cukup | Kurang |
|----------|------|-------|--------|
| Baik     | 1    | 3     | 4      |
| Cukup    | 0,33 | 1     | 3      |
| Kurang   | 0,25 | 0,33  | 1      |
| Jumlah   | 1,58 | 4,33  | 8      |

2. Menentukan matriks nilai kriteria  
 Hasilnya terlihat dalam Tabel 4.15.

**Tabel 14.** Matriks Nilai Kriteria Sisik Ikan melekat

| Kriteria | Baik | Cuku | Kurang | Eboris | Bobot Prioritas | Prioritas Subkriteria |
|----------|------|------|--------|--------|-----------------|-----------------------|
| Baik     | 0,63 | 0,69 | 0,50   | 1,83   | 0,61            | 1                     |
| Cukup    | 0,21 | 0,23 | 0,38   | 0,81   | 0,27            | 0,45                  |
| Kurang   | 0,16 | 0,08 | 0,13   | 0,36   | 0,12            | 0,20                  |

3. Menentukan matriks penjumlahan tiap baris  
Hasilnya tampak dalam Tabel 15.

**Tabel 15.** Matriks Penjumlahan Tiap Baris Kriteria Sisik ikan melekat

| Kriteria | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah |
|----------|------|-------|--------|--------|
| Baik     | 0,61 | 0,81  | 0,48   | 1,90   |
| Cukup    | 0,20 | 0,27  | 0,36   | 0,83   |
| Kurang   | 0,15 | 0,09  | 0,12   | 0,36   |

4. Perhitungan rasio konsistensi  
Hasilnya tampak dalam Tabel 16.

**Tabel 16.** Perhitungan Rasio Konsistensi Kriteria Sisik Ikan melekat

| Kriteria | Jlh Per Baris | Bobot Prioritas | Hasil |
|----------|---------------|-----------------|-------|
| Baik     | 1,90          | 0,61            | 2,51  |
| Cukup    | 0,83          | 0,27            | 1,10  |
| Kurang   | 0,36          | 0,12            | 0,48  |

Jumlah (Jumlah dari nilai-nilai hasil) : 4.10

n (Jumlah Kriteria) : 3

$\lambda$  maks (jumlah/n) : 1.37

CI (( $\lambda$  maks-n)/(n-1)) : -0,54

CR ((CI/IR(lihat Tabel 4.2)) : -0,94

- d. Menghitung prioritas subkriteria dari insang merah  
Langkah-langkah yang dilakukan untu adak menghitung prioritas subkriteria dari kriteria insang merah sama dengan yang dilakukan dalam perhitungan prioritas subkriteria dari kriteria warna kulit langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Menghitung matriks perbandingan berpasangan  
Hasilnya tampak dalam Tabel 17.

**Tabel 17.** Matriks Perbandingan Bepasangan Kriteria Insang Merah

| Kriteria | Baik | Cukup | Kurang |
|----------|------|-------|--------|
| Baik     | 1    | 2     | 5      |
| Cukup    | 0,5  | 1     | 4      |
| Kurang   | 0,2  | 0,25  | 1      |
| Jumlah   | 1,7  | 3,25  | 10     |

2. Menghitung matrisk nilai kriteria  
Hasilnya terlihat dalam Tabel 18.

**Tabel 18.** Matriks Nilai Kriteria Insang Merah

| Kriteria | Baik | Cukup | Kurang | Eboris | Bobot Prioritas | Prioritas Subkriteria |
|----------|------|-------|--------|--------|-----------------|-----------------------|
| Baik     | 0,59 | 0,62  | 0,50   | 1,70   | 0,57            | 1                     |
| Cukup    | 0,29 | 0,31  | 0,40   | 1,00   | 0,33            | 0,59                  |
| Kurang   | 0,12 | 0,08  | 0,10   | 0,29   | 0,10            | 0,17                  |

3. Menghitung matriks penjumlahan tiap baris  
Hasilnya terlihat dalam Tabel 19.

**Tabel 19.** Matriks Penjumlahan Tiap Baris Kriteria Insang Merah.

| Kriteria | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah |
|----------|------|-------|--------|--------|
| Baik     | 0,57 | 0,67  | 0,49   | 1,73   |
| Cukup    | 0,28 | 0,33  | 0,39   | 1,01   |
| Kurang   | 0,11 | 0,08  | 0,10   | 0,30   |

4. Perhitungan rasio konsistensi  
Hasilnya tampak dalam Tabel 20

**Tabel 20.** Perhitungan Rasio Konsistensi Kriteria Insang Merah.

| Kriteria | Jlh Per Baris | Bobot Prioritas | Hasil |
|----------|---------------|-----------------|-------|
| Baik     | 1,73          | 0,57            | 2,29  |
| Cukup    | 1,01          | 0,33            | 1,34  |
| Kurang   | 0,30          | 0,10            | 0,39  |

Jumlah (Jumlahan dari nilai-nilai hasil) : 4.03

n (Jumlah Kriteria) : 3

$\lambda$  maks (jumlah/n) : 1.34

CI (( $\lambda$  maks-n)/(n-1)) : -0,55

CR ((CI/IR(lihat Tabel 4.2)) : -0,9

3. Menghitung Hasil

Prioritas hasil perhitungan pada langkah 1 dan 2 kemudian dituangkan dalam matriks hasil yang terlihat dalam bentuk Tabel 21.

**Tabel 21.** Matriks Hasil

| Warna Kulit | Mata Jernih | Sisik Ikan melekat | Insang Merah |
|-------------|-------------|--------------------|--------------|
| 0,42        | 0,27        | 0,19               | 0,12         |
| Baik        | Baik        | Baik               | Baik         |
| 1           | 1           | 1                  | 1            |
| Cukup       | Cukup       | Cukup              | Cukup        |
| 0,41        | 0,44        | 0,45               | 0,59         |
| Kurang      | Kurang      | Kurang             | Kurang       |
| 0,17        | 0,19        | 0,2                | 0,17         |

Seandainya diberikan data nilai dari 3 pemilihan ikan ekspor seperti yang terlihat dalam Tabel 22, maka hasil akhirnya akan tampak dalam Tabel 22.

**Tabel 22.** Nilai Pemilihan Ikan ekspor

|   | Warna Kulit | Mata Merah | Sisik Ikan melekat | Insang Merah |
|---|-------------|------------|--------------------|--------------|
| A | Cukup       | Cukup      | Baik               | Baik         |
| B | Baik        | Kurang     | Cukup              | Cukup        |
| C | Cukup       | Baik       | Baik               | Baik         |

**Tabel 23.** Hasil Akhir

| Kriteria | Warna Kulit | Mata Merah | Sisik Ikan melekat | Insang Merah | Total |
|----------|-------------|------------|--------------------|--------------|-------|
| A        | 0,17        | 0,12       | 0,19               | 0,12         | 0,60  |
| B        | 0,42        | 0,05       | 0,08               | 0,07         | 0,63  |
| C        | 0,17        | 0,27       | 0,19               | 0,12         | 0,75  |

**Proses Pengujian.** Proses pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja aplikasi dalam pemilihan ikan berkualitas ekspor. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Proses Pemilihan Ikan Berkualitas.

**KESIMPULAN**

1. Kriteria-kriteria ikan telah ditentukan dengan mengetahui berbagai macam kriteria warna kulit, mata jernih, sisik ikan melekat, dan insang berwarna merah.
2. Metode AHP (*Analytical Hierarchy Proses*) sangatlah membantu dalam memecahkan suatu masalah yang dihadapi Kantor Perikanan Panipahan Laut Dalam Pemilihan Ikan Berkualitas Ekspor, dan mengetahui kriteria-kriteria ikan.
3. Sistem Pendukung Keputusan telah dirancang dengan menentukan berbagai macam *form*, *form login*, *form SPK*, *form ikan*, dan *form kualitas*.

**DAFTAR PUSTAKA**

Kusrini, mukhsin, A. 2006. *Sistem pendukung keputusan evaluasi karyawan untuk promosi jabatan*. Prosiding Kopwil IV Volume II No. 3. Kopertis Wilayah IV Jawa Barat dan Banten.

Turban, E., dkk. 2005. *Decision Support System and Intelligent System*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

Kadir, abdul. 2009. *Membuat Aplikasi Web dengan PHP + Database MySQL*. Yogyakarta: Andi.

Primananda Arif Aditya, S.Si, M.M. 2013. *Memunculkan komponen OleDb dalam Visual Studio.Net Versi 2005 atau 2008*. Jakarta. Penerbit. Kelompok gramedia.

A.S. Rosa dan M. Shalahuddin, *Rekayasa Perangkat Lunak, Modula*, Yogyakarta, 2011.

Jurnal Sylvia Hartati Saragih (0911383), *Pelita Informatika Budi Darma*, Volume : IV. Nomor : 2, Agustus 2013. ISSN : 2301-9425.

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENENTUKAN OPERATOR TERBAIK MENGGUNAKAN METODE TOPSIS (STUDI KASUS PT.TELKOM)**

**Halima Sihombing**

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
halimasihombing93@gmail.com

**Abstrak.** Perusahaan Perseroan (Persero) PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk. merupakan BUMN yang bergerak di bidang jasa layanan telekomunikasi dan jaringan di wilayah Indonesia dan karenanya tunduk pada hukum dan peraturan yang berlaku di negara ini. Operator yang dibahas pada penelitian ini adalah operator yang berhubungan langsung dengan teknisi/ petugas lapangan. Operator berkoordinasi dengan teknisi dalam memonitoring/ mengawal gangguan melalui aplikasi yang telah ada. Proses pemilihan karyawan terbaik (dalam hal ini operator) tersebut bukan merupakan hal yang mudah. Selama ini pemilihan memiliki banyak kekurangan terutama dari segi objektivitas serta belum adanya kriteria yang terukur yang digunakan untuk menentukan siapa yang menjadi operator terbaik. Oleh karena itu perlu dirancang dan dibangun sebuah sistem yang dapat mengatasi permasalahan diatas, yaitu dengan menerapkan metode TOPSIS pada sistem yang dapat memberikan solusi yang tepat dalam menentukan pemilihan operator terbaik.

**Kata Kunci :** TOPSIS, Operator, PT. TELKOM, Sistem Pendukung Keputusan

### **PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi membuat orang ingin dipermudah dalam melakukan segala macam aktivitasnya. Proses penghitungan matematis dapat diterjemahkan ke dalam komputer yang dapat memprosesnya hanya dalam hitungan detik saja. Manfaat teknologi sendiri adalah membantu manusia dalam mempermudah segala kegiatan sehingga menjadi efektif dan efisien dalam pengerjaannya. Saat ini perkembangan dunia teknologi informasi sangat cepat dikarenakan dorongan kebutuhan data dan informasi. Data dan informasi dibutuhkan untuk kelangsungan produksi perusahaan, lembaga maupun kemajuan sebuah instansi atau perusahaan. Perusahaan Perseroan (Persero) PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk. merupakan BUMN yang bergerak di bidang jasa layanan telekomunikasi dan jaringan di wilayah Indonesia dan karenanya tunduk pada hukum dan peraturan yang berlaku di negara ini. Dengan statusnya sebagai perusahaan milik negara yang sahamnya diperdagangkan di bursa saham, pemegang saham mayoritas perusahaan adalah Pemerintah Republik Indonesia sedangkan sisanya dikuasai oleh publik. Adalah obsesi perusahaan untuk secara berkelanjutan membantu mengembangkan usaha kecil dan menengah menjadi perusahaan dengan skala besar, dengan tetap mengutamakan peningkatan kesejahteraan masyarakat luas. Untuk itu diperlukan peningkatan kualitas karyawan. Kualitas karyawan pada sebagian besar perusahaan merupakan suatu permasalahan yang sangat penting. Dengan adanya karyawan-karyawan yang berkualitas membuat suatu perusahaan dapat berdiridengan kokoh, bertumbuh dan berkembang dengan pesat dan menjadi besar. Oleh karena itu diperlukan kerjasama yang baik antara semua karyawan dan pemimpin perusahaan.

Tujuan penelitian ini digunakan untuk menerapkan metode Topsis dalam sistem pendukung keputusan menentukan operator terbaik serta untuk menghasilkan suatu aplikasi yang mampu membantu para pengambil keputusan dalam menentukan operator terbaik.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan Penelitian yang digunakan meliputi buku, majalah serta jurnal sebagai bahan pendukung untuk teori-teori sebagai referensi. Objek penelitian yang digunakan adalah operator pada PT. Telkom.

#### **Metode**

##### **Tehnique For Order Preferency By Similarity To Ideal Solution (TOPSIS)**

TOPSIS adalah salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang pertama kali diperkenalkan oleh Yoon dan Hwang (1981).TOPSIS menggunakan prinsip bahwa alternatif yang terpilih harus mempunyai jarak terdekat dari solusi ideal positif dan jarak terpanjang (terjauh) dari solusi ideal negatif dari sudut pandang geometris dengan menggunakan jarak Euclidean (jarak antara dua titik) untuk menentukan kedekatan relatif dari suatu alternatif dengan solusi optimal. Solusi ideal positif didefinisikan sebagai jumlah dari seluruh nilai terbaik yang dapat dicapai untuk setiap atribut, sedangkan solusi negatif-ideal terdiri dari seluruh nilai terburuk yang dicapai untuk setiap

atribut.TOPSIS mempertimbangkan keduanya, jarak terhadap solusi ideal positif dan jarak terhadap solusi ideal negatif dengan mengambil kedekatan relatif terhadap solusi ideal positif. Berdasarkan perbandingan terhadap jarak relatifnya, susunan prioritas alternatif bisa dicapai. Metode ini banyak digunakan untuk menyelesaikan pengambilan keputusan secara praktis. Hal ini disebabkan konsepnya sederhana dan mudah dipahami, komputasinya efisien, dan memiliki kemampuan mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Pemilihan Operator Pada PT. Telkom.** Proses pemilihan operator pada PT. Telkom dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Langkah awal dari metode perhitungan TOPSIS adalah dengan melakukan penilaian atas kecocokan setiap alternatif (operator gangguan) terhadap masing-masing kriteria. Nilai yang diberikan kepada setiap alternatif terhadap kriteria berkisar dari nilai 1 sampai 5. Adapun sistem pemberian nilai ranking kecocokan kriteria diperlihatkan pada Tabel 1

**Tabel 1.** Nilai Kecocokan Kriteria

| Nilai | K1        | K2            | K3                       |
|-------|-----------|---------------|--------------------------|
| 1     | K1>K2     | 0%            | Sangat Memprihatinkan    |
| 2     | 10<K1<=20 | 0% K2<= 10%   | Memprihatinkan           |
| 3     | 3<K1<=10  | 10< K2<= 40   | Cukup                    |
| 4     | 1<=K1<=3  | 40< K2<= 80   | Baik                     |
| 5     | 0         | 80%< K2< 100% | Sangat Bertanggung Jawab |

Berikut diberikan tiga contoh alternatif yang akan digunakan untuk melakukan proses penilaian kecocokan, yaitu:

1. Seorang operator gangguan bernama Muhammad Ayub pada bulan Desember tahun 2015 mempunyai jumlah telat datang ke kantor sebanyak 6 kali, persentase pekerjaannya adalah sebesar 60%, dan nilai tanggung jawab yang didapatkan oleh operator gangguan tersebut adalah “ Baik”. Operator gangguan tersebut diberikan dengan nama A1.
2. Seorang operator gangguan bernama Brando Handoko pada bulan Desember tahun 2015 selalu datang tepat waktu, persentase pekerjaannya adalah sebesar 10%, dan nilai tanggung jawab yang didapatkan oleh operator gangguan tersebut adalah “Cukup”. Operator gangguan tersebut diberikan nama A2.
3. Seorang operator gangguan bernama Nedia Utami pada bulan Desember tahun 2015 mempunyai jumlah telat datang ke kantor sebanyak 2 kali, persentase pekerjaannya adalah sebesar 50%, dan nilai tanggung jawab yang didapatkan oleh operator gangguan tersebut adalah “ Baik”. Operator gangguan tersebut diberikan dengan nama A3.

Proses penilaian kecocokan alternatif terhadap kriteria jumlah keterlambatan adalah sebagai berikut:

- a. Muhammad Ayub mempunyai jumlah telat datang ke kantor sebanyak 6 kali pada bulan Desember tahun 2015 sehingga nilai kecocokannya terhadap kriteria jumlah keterlambatan adalah bernilai 3.
- b. Brando Handoko selalu datang tepat pada waktunya pada bulan Desember tahun 2015 sehingga nilai kecocokannya terhadap kriteria jumlah keterlambatan adalah bernilai 5.
- c. Nedia Utami mempunyai jumlah telat datang ke kantor sebanyak 2 kali pada bulan Desember tahun 2015 sehingga nilai kecocokannya terhadap kriteria jumlah keterlambatan adalah bernilai 4.

Tabel berikut menunjukkan nilai kecocokan setiap alternatif terhadap masing-masing kriteria, yaitu:

**Tabel 2.** Tabel Kecocokan Alternatif Terhadap Kriteria

| Alternatif | Kriteria |    |    |    |    |
|------------|----------|----|----|----|----|
|            | K1       | K2 | K3 | K4 | K5 |
| A1         | 3        | 4  | 4  | 5  | 4  |
| A2         | 5        | 2  | 3  | 6  | 4  |
| A3         | 4        | 4  | 4  | 4  | 6  |

Matriks keputusan normalisasi diperoleh dengan menggunakan persamaan dari *Euclidean Length of a Vector*, yakni sebagai berikut:

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}}$$

perhitungan :

$$|X_1| = \sqrt{3^2 + 5^2 + 4^2} = 7,0711$$

$$R_{11} = \frac{X_{11}}{|X_1|} = \frac{3}{7,0711} = 0,4243$$

$$R_{21} = \frac{X_{21}}{|X_1|} = \frac{5}{7,0711} = 0,7071$$

$$R_{31} = \frac{X_{31}}{|X_1|} = \frac{4}{7,0711} = 0,5657$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan matriks keputusan ternormalisasi sebagai berikut:

$$R = \begin{pmatrix} 0,4243 & 0,6667 & 0,6247 \\ 0,7071 & 0,3333 & 0,4685 \\ 0,5657 & 0,6667 & 0,6247 \end{pmatrix}$$

Matriks keputusan normalisasi bobot dapat diperoleh dengan mengalikan matriks keputusan normalisasi dengan masing-masing bobot kriteria yang telah terlebih dahulu ditentukan nilai bobotnya.

$$Y_{ij} = W_i * R_{ij}$$

Sebagai contoh, nilai bobot untuk kriteria jumlah keterlambatan adalah sebesar 3, nilai bobot untuk kriteria *work rate* adalah sebesar 3, dan nilai bobot untuk kriteria tanggung jawab adalah sebesar 5. Nilai dari masing-masing bobot tersebut akan dikonversikan sebelum dikali dengan matriks keputusan normalisasi. Hasil konversi didapatkan dengan membagi nilai bobot masing-masing kriteria dengan total nilai bobot ketiga kriteria tersebut. Hasil konversi dari nilai bobot kriteria jumlah keterlambatan adalah 0,2727. Hasil konversi dari nilai bobot kriteria *work rate* adalah 0,2727. Hasil konversidari nilai bobot kriteria tanggung jawab adalah 0,4545.

$$Y = \begin{pmatrix} 0,4243 & 0,6667 & 0,6247 \\ 0,7071 & 0,3333 & 0,4685 \\ 0,5657 & 0,6667 & 0,6247 \end{pmatrix} * (0,2727; 0,2727; 0,4545)$$

Dari hasil perhitungan di atas, matriks keputusan normalisasi bobot didapatkan seperti berikut :

$$Y = \begin{pmatrix} 0,1157 & 0,1818 & 0,2839 \\ 0,1928 & 0,0909 & 0,2129 \\ 0,1543 & 0,1818 & 0,2839 \end{pmatrix}$$

Penentuan solusi ideal positif dengan mencari nilai maksimum dari matriks keputusan normalisasi bobot masing-masing kriteria.

$$A1^+ = \max\{0,1157; 0,1928; 0,1543\} = 0,1928$$

$$A1^+ = \max\{0,1818; 0,0909; 0,1818\} = 0,1818$$

$$A1^+ = \max\{0,2839; 0,2129; 0,2839\} = 0,2839$$

Penentuan solusi ideal negatif dengan mencari nilai minimum dari matriks keputusan normalisasi bobot masing-masing kriteria.

$$A1^- = \min\{0,1157; 0,1928; 0,1543\} = 0,1157$$

$$A1^- = \min\{0,1818; 0,0909; 0,1818\} = 0,0909$$

$A1^- = \min\{0,2839; 0,2129; 0,2839\} = 0,2129$  Perhitungan untuk memperoleh jarak setiap alternatif terhadap solusi ideal positif dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (A_i^+ - y_{ij})^2}, i = 1, 2, \dots, m$$

Dari persamaan di atas didapatkan jarak antara nilai terbobot setiap alternatif terhadap solusi ideal positif sebagai berikut:

$$D1^+ = \sqrt{(0,1928 - 0,1157)^2 + (0,1818 - 0,1818)^2 + (0,2839 - 0,2839)^2} = 0,0771$$

$$D2^+ = \sqrt{(0,1928 - 0,1928)^2 + (0,1818 - 0,0909)^2 + (0,2839 - 0,2129)^2} = 0,1153$$

$$D3^+ = \sqrt{(0,1928 - 0,1543)^2 + (0,1818 - 0,1818)^2 + (0,2839 - 0,2839)^2} = 0,0385$$

Perhitungan untuk memperoleh jarak setiap alternatif terhadap solusi ideal positif dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (A_i^- - y_{ij})^2}, i = 1, 2, \dots, m$$

Dari persamaan di atas didapatkan jarak antara nilai terbobot setiap alternatif terhadap solusi ideal positif sebagai berikut:

$$D1^- = \sqrt{(0,1157 - 0,1157)^2 + (0,0909 - 0,0909)^2 + (0,2129 - 0,2839)^2} = 0,1153$$

$$D2^- = \sqrt{(0,1157 - 0,1928)^2 + (0,0909 - 0,0909)^2 + (0,2129 - 0,2129)^2} = 0,0771$$

$$D3^- = \sqrt{(0,1157 - 0,1543)^2 + (0,0909 - 0,1818)^2 + (0,2129 - 0,22839)^2} = 0,1216$$

Perhitungan untuk memperoleh kedekatan setiap alternatif (C) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}$$

Dari persamaan di atas diperoleh hasil kedekatan setiap alternative,yaitu:

$$C_1 = \frac{0,1153}{0,1153+0,0771} = 0,5993 \qquad C_2 = \frac{0,0771}{0,0771+0,1153} = 0,4007$$

$$C_3 = \frac{0,1216}{0,1216 + 0,0385} = 0,7595$$

Dari perhitungan yang ada di atas, maka hasil keputusan diperoleh dengan mengurutkan nilai C yang terbesar hingga yang terkecil. Berdasarkan pada perhitungan TOPSIS di atas, maka operator terbaik adalah Nedia Utami dengan nilai kedekatan yang terbesar yaitu sebesar 0,7595.

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan yang terdapat pada sistem yang telah dirancang. Adapun hasil pengujian yang dilakukan pada sistem dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

| KodeKand... | Nama          | Kategori1   | Kategori2   | Kategori3   | Kategori4   | Kategori5   | Total     | Keterangan  |
|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| P0001       | Dinda Ayywan  | Sangat Baik | Sangat Baik | Cukup       | Cukup       | Cukup       | 0,759574  | LAYAK       |
| P0002       | Rangga Kusuma | Cukup       | Cukup       | Sangat Baik | Baik        | Sangat Baik | 0,3292812 | TEKAK LAYAK |
| P0003       | Randi Amara   | Baik        | Kurang      | Cukup       | Sangat Baik | Cukup       | 0,3290282 | TEKAK LAYAK |

Gambar 1. Proses Penilaian

| KodeKandara... | Kategori1 | Kategori2 | Kategori3 | Kategori4 | Kategori5 | Nilai Preferensi |      |     |     |      |      |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|------|-----|-----|------|------|
|                |           |           |           |           |           | ID               | C1   | C2  | C3  | C4   | C5   |
| P0001          | 0,4       | 0,4       | 0,2       | 0,2       | 0,2       | 1                | 0... | 0,2 | 0,2 | 0... | 0... |
| P0002          | 0,2       | 0,2       | 0,4       | 0,3       | 0,4       |                  |      |     |     |      |      |
| P0003          | 0,3       | 0,1       | 0,2       | 0,4       | 0,2       |                  |      |     |     |      |      |

Gambar 2. Proses Penilaian Secara Detail.

**KESIMPULAN**

1. Dengan Menggunakan Metode Topsis dapat memberikan penentuan operator terbaik dari beberapa operator yang ada berdasarkan kriteria yang ada.
2. Dengan menerapkan sistem komputerisasi pada data penentuan operator terbaik kepada karyawan ini maka prosesnya akan semakin cepat dan akurat.

**DAFTAR PUSTAKA**

Antonius, Rachmat C, 2010, "Algoritma dan Pemrograman dengan Bahasa C", Penerbit Andi, Yogyakarta.  
 Kadir, Abdul,2014, "Pengenalan Sistem Informasi Edisi Revisi", Penerbit Andi, Yogyakarta.  
 Ramadhani dan Suriadi, " Pengembangan Sistem", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2014  
 Rosa A.S – M. Salahuddin, 2011, "Rekayasa Perangkat Lunak", Penerbit Andi, Yogyakarta  
 Sadeli, Muhammad, "Visual Basic. Net 2008", Maxicom  
 Sugiarti, Yuni , 2013, "Unified Modeling Language", Penerbit Andi, Yogyakarta.

## PERANCANGAN ADD ON PADA MOZILLA FIREFOX SEBAGAI KEAMANAN DATA MENGGUNAKAN ALGORITMA SIMETRI TEA (TINYENCRYPTION ALGORITHM)

Jan Cimra Simanjorang

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
halimasihombing93@gmail.com

**Abstrak.** Mozilla Fire fox adalah salah satu web browser yang banyak digunakan. Mozilla Firefox (aslinya bernama Phoenix dan kemudian untuk sesaat dikenal sebagai Mozilla Firebird) adalah web browser gratis yang dikembangkan oleh Yayasan Mozilla dan ratusan sukarelawan. Ketenaran mozzila firefox ternyata menjadi ancaman bagi para pengguna nya. Kehadiran para pelaku kejahatan dunia cyber mulai melirik web browser ini sebagai target serangan. Salah satu sasaran nya adalah keberadaan cookie. Cookie adalah sebuah file berisi informasi yang di catat sebuah browser dan di simpan pada direktori khusus dalam computer. Fungsi Cookie adalah untuk mengenali pengguna ketika masuk ke sebuah situs web. Saat mengunjungi sebuah halaman internet, situs tersebut akan menggunakan informasi yang telah disimpan dalam Cookie komputer untuk menjalankan sebuah perintah. Jumlah informasi yang disimpan dalam Cookie tersebut sangat banyak dan beragam termasuk informasi account pengguna berupa username dan password. TEA adalah sebuah algoritma penyandian yang sederhana, tapi kuat yang berbasis interasi feistel dan menggunakan banyak ronde untuk mendapatkan keamanan. TEA beroperasi pada bok yang berukuran tetap yang merupakan keipatan 32 bits dengan ukuran minima 64 bits. Jumlah dari putaran lengkap bergantung pada ukuran blok, tetapi terdapat minimal 6 putaran. Algoritma ini menggunakan lebih banyak fungsi pengacakan yang menggunakan yang menggunakan kedua blok tentangnya dalam pemerosesan setiap kata dalam blok. TEA dirancang berupa program kecil yang dapat berjalan pada banyak mesin dan mengenkripsi dengan aman. Algoritma ini menggunakan banyak interasi dibandingkan program yang rumit sehingga algoritma ini dapat di terjemahkan dalam bahasa pemograman dengan mudah. TEA juga merupakan sebuah algoritma enkripsi efektif yang dapat di gunakan untuk aplikasi web yang membutuhkan keamanan.

**Kata Kunci :** : Keamanan, Kriptografi, Mozilla Firefox, Simteri TEA

### PENDAHULUAN

Mozilla Firefox (aslinya bernama Phoenix dan kemudian untuk sesaat dikenal sebagai Mozilla Firebird) adalah web browser gratis yang dikembangkan oleh Yayasan Mozilla dan ratusan sukarelawan. Sebelum rilis versi 1.0-nya pada 9 November 2004, Firefox telah mendapatkan sambutan yang sangat bagus dari pihak media, termasuk dari Forbes dan Wall Street Journal. Dengan lebih dari 5 juta download dalam 12 hari pertama rilisnya dan 6 juta hingga 24 November 2004, Firefox 1.0 adalah salah satu perangkat lunak gratis, sumber-terbuka (opensource) yang paling banyak digunakan di antara pengguna rumahan dan mozzila serta para pengembangnya terus melakukan pengembang dan menciptakan add on suntuk kesempurnaan web browser ini sehingga membuat jumlah pengguna aktif mozzila firefox bertambah terus menjadi 365 juta pengguna pada tahun 2010. Ketenaran mozzila firefox ternyata menjadi ancaman bagi para penggunanya. Kehadiran para pelaku kejahatan dunia cyber mulai melirik web browser ini sebagai target serangan. Salah satu sasarnya adalah keberadaan cookie. Cookie adalah sebuah file berisi informasi yang di catat sebuah browser dan di simpan pada direktori khusus dalam computer. Fungsi Cookie adalah untuk mengenali pengguna ketika masuk ke sebuah situs web. Saat mengunjungi sebuah halaman internet, situs tersebut akan menggunakan informasi yang telah disimpan dalam Cookie komputer untuk menjalankan sebuah perintah. Jumlah informasi yang disimpan dalam Cookie tersebut sangat banyak dan beragam termasuk informasi account pengguna berupa *username dan password*. Tujuan dari penelitian ini digunakan untuk mengamankan data teks berupa *user dan password* serta merancang aplikasi untuk pengamanan data teks.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek adalah *user dan password*. Teori-teori yang digunakan sebagai referensi yang digunakan diambil dari buku, majalah dan jurnal. Untuk mengamankan *user dan password* digunakan teknik kriptografi adalah *Tiny Encryption Algorithm (TEA)*.

**Metode*****Tiny Encryption Algorithm (TEA)***

TEA adalah sebuah algoritma penyandian yang sederhana, tapi kuat yang berbasis interaksi feistel dan menggunakan banyak ronde untuk mendapatkan keamanan. TEA beroperasi pada blok yang berukuran tetap yang merupakan keipatan 32 *bits* dengan ukuran minima 64 *bits*. Jumlah dari putaran lengkap bergantung pada ukuran blok, tetapi terdapat minimal 6 putaran. Algoritma ini menggunakan lebih banyak fungsi pengacakan yang menggunakan kedua blok tentangnya dalam pemrosesan setiap kata dalam blok. TEA dirancang berupa program kecil yang dapat berjalan pada banyak mesin dan mengenkripsi dengan aman. Algoritma ini menggunakan banyak interaksi dibandingkan program yang rumit sehingga algoritma ini dapat di terjemahkan dalam bahasa pemrograman dengan mudah. TEA juga merupakan sebuah algoritma enkripsi efektif yang dapat digunakan untuk aplikasi web yang membutuhkan keamanan. Ketika menggunakan algoritma ini, sebuah perubahan dari teks awal yang akan merubah sekitar dari setengah dari teks hasil tanpa meninggalkan jejak dimana perubahan asal. ( Ricky Gilbert Fernando – 13505077).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Enkripsi Berdasarkan Simetri TEA.** Proses keamanan data berdasarkan Simetri TEA dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Start
  2. Input blok *plaintext* 64 bit
  3. Partisi blok *plaintext* menjadi 2 sub blok 32 bit,  $L_0(y)=32$  bit dan  $R_0(z)=32$  bit
  4. Input blok kunci enkripsi 128 bit
  5. Partisi blok kunci enkripsi menjadi 4 sub blok kunci  $k_0=32$  bit,  $k_1=32$  bit,  $k_2=32$  bit,  $k_3=32$  bit.
  6.  $I=1$
  7. Tahap I enkripsi  $L_0=L_0+f(R_0,K[0],K[1],sum)$
  8. Tahap II enkripsi  $R_0=R_0+f(L_0,K[2],K[3],sum)$
  9.  $I=I-1$
  10. Periksa apakah  $I \leq 32$
  11. Jika tidak kembali ke langkah (7)
  12. Jika ya, gabung *ciphertext*
  13. Stop
- Plainteks : YUDIKAQU  
Kunci : TIKA S BUDIDARMA

Bagi *plaintext* menjadi 2 blok ke dalam blok R dan blok L:

$L_0=YUDI$

$R_0=KAQU$

Begitu juga dengan kunci, menjadi 4 blok  $k[0]$ ,  $k[1]$ ,  $k[2]$ ,  $k[3]$ :

$k[0]=TIKA$

$k[1]=spcSspcB$

$k[2]=UDID$

$k[3]=ARMA$

Ubah *plaintext* serta kunci dalam kode ASCII kemudian ke biner dengan proses sebagai berikut :

- a. *Plaintext* (YUDIKAQU)

$Y=89=01011001$

$U=85=01010101$

$D=68=01000100$

$I=73=01001001$

$K=75=01001011$

$A=65=01000001$

$Q=81=01010001$

$U=85=01010101$

Sehingga di dapat :

Cipher  $L_0(z)= 01011001 01010101 01000100 01001001$

Cipher  $R_0(y)= 01001011 01000001 01010001 01010101$

- b. Kunci (TIKA S BUDIDARMA)

$T=84=01010100$

$I=73=01001001$

$K=75=01001011$

A =65=01000001  
 Spc=32=00100000  
 S=83=01010011  
 Spc=32=00100000  
 B=66=01000010  
 U=85=01010101  
 D=68=01000100  
 I=73=01001001  
 D=68=01000100  
 A=65=01000001  
 R=82=01010010  
 M=77=01001101  
 A=65=01000001

Sehingga di dapat :

k[0]= 01010100 01001001 01001011 01000001  
 k[1]= 00100000 01010011 00100000 01000010  
 k[2]= 01010101 01000100 01001001 01000100  
 k[3]= 01000001 01010010 01001101 01000001

Cipher R<sub>0</sub>(z) akan mengalami pergeseran bit ke kiri sebanyak 4 bit dan pergeseran ke kanan sebanyak 5 bit.

Cipher R<sub>0</sub> : 01001011 01000001 01010001 01010101

Menjadi :

Zsl (Z shift left) : 10110100 00010101 00010101 01010100  
 Zsr (R shift right) : 10101010 01011010 00001010 10001010

Zsl ditambahkan dengan kunci k[0]:

Zsl : 10110100 00010101 00010101 01010100  
 K[0] : 01010100 01001001 01001011 01000001  
 -----+  
 00001000 01011110 01100000 10010101

Sedangkan Zsr ditambahkan dengan kunci k[1] :

Zsr : 10101010 01011010 00001010 10001010  
 K[1] : 00100000 01010011 00100000 01000010  
 -----+  
 11001010 10101101 00101010 11001100

Kemudian cipher R<sub>0</sub>(Z) yang tidak mengalami pergeseran bit ditambahkan dengan bilangan delta, dimana bilangan delta yang digunakan secara konstanta yaitu : 9E3779B9 atau dalam biner 10011110 00110111 01111001 10111001

R(Z) : 01001011 01000001 01010001 01010101  
 Delta : 10011110 00110111 01111001 10111001

-----+  
 11101001 01111000 11001011 00001110  
 Kemudian di xor kan dengan cipher Zsl yang ditambah K[0] :  
 11101001 01111000 11001011 00001110  
 00001000 01011110 01100000 10010101  
 -----XOR  
 11100001 00100110 10101011 10011011

Kemudian di xor kan dengan cipher Zsr yang ditambah K[1] :

11100001 00100110 10101011 10011011  
 11001010 10101101 00101010 11001100  
 -----XOR  
 00101011 10001011 10000001 01010111

Untuk cipher L<sub>0</sub>(Y) proses yang terjadi pada dasarnya sama seperti pada cipher R(z), yaitu cipher L(y) juga yang mengalami pergeseran bit ke kiri sebanyak 4 bit dan ke kanan sebanyak 5 bit.

Cipher L<sub>0</sub>(y) : 01011001 01010101 01000100 01001001  
 Menjadi

Ysl : 10010101 01010100 01000100 10010101  
 Ysr : 01001010 11001010 10101010 00100010

Lsl ditambahkan dengan k[2] :

Ysl : 10010101 01010100 01000100 10010101  
 K[2] : 01010101 01000100 01001001 01000100

11101010 10011000 10001101 11011001  
 Lsr ditambahkan dengan k[3] :  
 Ysr : 01001010 11001010 10101010 00100010  
 K[3] : 01000001 01010010 01001101 01000001

---

10001100 00011100 11110111 01100011  
 Cipher L (y) yang tidak mengalami pergeseran ditambah dengan delta  
 L(y) : 01011001 01010101 01000100 01001001  
 Delta : 10011110 00110111 01111001 10111001

11110111 10001100 10111110 00000010  
 Kemudian di xor kan dengan Ysl yang ditambah k[2] :  
 11110111 10001100 10111110 00000010  
 11101010 10011000 10001101 11011001

---

00011101 00010100 00110011 11011011  
 Kemudian di xor kan dengan Ysr yang ditambah k[3] :  
 00011101 00010100 00110011 11011011  
 10001100 00011100 11110111 01100011

10010001 00001000 11000100 10111000  
 Hasil akhir cipher R(Z) ditambahkan dengan cipher L(Y) yang tidak mengalami pergeseran, yang mana hasilnya akan dijadikan cipher L1(Y1) untuk round berikutnya. Demikian juga halnya hasil akhir pada cipher L(Y) akan ditambahkan dengan cipher R(Z) yang tidak mengalami pergeseran yang akan dijadikan cipher R1(Z1) pada round berikutnya.

R<sub>0</sub>(Z): 00101011 10001011 10000001 01010111  
 L<sub>0</sub>(Y): 01011001 01010101 01000100 01001001

---

10000100 11100000 11000101 10100000 = L<sub>1</sub>(Y<sub>1</sub>)

L<sub>0</sub>(Y): 10010001 00001000 11000100 10111000  
 R<sub>0</sub>(Z): 01001011 01000001 01010001 01010101

---

11011100 01001010 00010110 00001101 = R<sub>1</sub>(Z<sub>1</sub>)

Round 1 :  
 $Y_1 = y + (((z < 4) + k[0])^z + \text{sum}^((z > 5) + k[1]))$   
 $Y_1 = 10000100 \ 11100000 \ 11000101 \ 10100000 + (10110100 \ 00010101 \ 00010101 \ 01010100) + (01010100 \ 01001001 \ 01001011 \ 01000001) \wedge 11101001 \ 01111000 \ 11001011 \ 00001110 \wedge (10101010 \ 01011010 \ 00001010 \ 10001010) + (00100000 \ 01010011 \ 00100000 \ 01000010)$   
 $Y_1 = 10101110 \ 11101010 \ 11000111 \ 11110111$   
 $Y_1 = \quad 174 \quad \quad 234 \quad \quad 199 \quad \quad 247$

$Z_1 = Z + (((y < 4) + k[2])^y + \text{sum}^((y > 5) + k[3]))$   
 $Z_1 = 11011100 \ 01001010 \ 00010110 \ 00001101 + (10010101 \ 01010100 \ 01000100 \ 10010101) + (01010101 \ 01000100 \ 01001001 \ 01000100) \wedge 11110111 \ 10001100 \ 10111110 \ 00000010 \wedge (01001010 \ 11001010 \ 10101010 \ 00100010) + (01000001 \ 01010010 \ 01001101 \ 01000001)$   
 $Z_1 = 10111101 \ 01110010 \ 11101010 \ 10000111$   
 $Z_1 = \quad 189 \quad \quad 114 \quad \quad 234 \quad \quad 135$

Round 2 :  
 $Y_2 = Y_1 + (((z < 4) + k[0])^z + \text{sum}^((z > 5) + k[1]))$   
 $Y_2 = 10101110 \ 11101010 \ 11000111 \ 11110111 + (10110100 \ 00010101 \ 00010101 \ 01010100) + (01010100 \ 01001001 \ 01001011 \ 01000001) \wedge 11101001 \ 01111000 \ 11001011 \ 00001110 \wedge (10101010 \ 01011010 \ 00001010 \ 10001010) + (00100000 \ 01010011 \ 00100000 \ 01000010)$   
 $Y_2 = 10010100 \ 10011100 \ 11001001 \ 01001110$   
 $Y_2 = \quad 148 \quad \quad 156 \quad \quad 201 \quad \quad 78$

$Z_2 = Z_1 + (((y < 4) + k[2])^y + \text{sum}^((y > 5) + k[3]))$   
 $Z_2 = 10111101 \ 01110010 \ 11101010 \ 10000111 + (10010101 \ 01010100 \ 01000100 \ 10010101) + (01010101 \ 01000100 \ 01001001 \ 01000100) \wedge 11110111 \ 10001100 \ 10111110 \ 00000010 \wedge (01001010 \ 11001010 \ 10101010 \ 00100010) + (01000001 \ 01010010 \ 01001101 \ 01000001)$   
 $Z_2 = 11010011 \ 10011011 \ 00110001 \ 00000001$

Z<sub>2</sub>= 211 155 49 1

Perhitungan sampai round 32, akan diperoleh *Ciphertext* sebagai berikut :  
*Ciphertext* = t á @ ð ð · ä (116-160-177-64-178-168-249-132).

**Proses Dekripsi Berdasarkan Smiteri TEA :**

*Ciphertext* : t á @ ð ð · ä

Kunci : TIKA S BUDIDARMA

Bagi *plaintext* menjadi 2 blok ke dalam blok R dan blok L:

L<sub>0</sub>= t á @

R<sub>0</sub>= ð ð · ä

Begitu juga dengan kunci, menjadi 4 blok k[0], k[1], k[2], k[3]:

k[0]=TIKA

k[1]=spcSpcB

k[2]=UDID

k[3]=ARMA

Ubah *ciphertext* serta kunci dalam kode ASCII kemudian ke biner dengan proses sebagai berikut:

a. *Ciphertext* ( t á @ ð ð · ä )

t = 116 = 01110100

á = 160 = 10100000

@ = 177 = 10110001

ð = 64 = 01000000

ð = 178 = 10110010

· = 168 = 10101000

ä = 249 = 11111001

Ä = 132 = 10000100

Sehingga di dapat :

Cipher L<sub>0</sub>(y)= 01110100 10100000 10110001 01000000

Cipher R<sub>0</sub>(z)= 10110010 10101000 11111001 10000100

b. Kunci (TIKA S BUDIDARMA)

T = 84 = 01010100

I = 73 = 01001001

K = 75 = 01001011

A = 65 = 01000001

Spc=32=00100000

S = 83 =01010011

Spc=32=00100000

B = 66 =01000010

U = 85 =01010101

D = 68 =01000100

I = 73 =01001001

D = 68 =01000100

A = 65 =01000001

R = 82 = 01010010

M = 77 = 01001101

A = 65 = 01000001

Sehingga di dapat :

k[0]= 01010100 01001001 01001011 01000001

k[1]= 00100000 01010011 00100000 01000010

k[2]= 01010101 01000100 01001001 01000100

k[3]= 01000001 01010010 01001101 01000001

Cipher R<sub>0</sub>(z) akan mengalami pergeseran bit ke kiri sebanyak 4 bit dan pergeseran ke kanan sebanyak 5 bit.

Cipher R<sub>0</sub> : 10110010 10101000 11111001 10000100

Menjadi :

Zsl (Z shift left) : 00101010 10001111 10011000 01001011

Zsr (R shift right) : 00100101 10010101 01000111 11001100

Zsl ditambahkan dengan kunci k[1]:

Zsl : 00101010 10001111 10011000 01001011

K[1] : 00100000 01010011 00100000 01000010

+

01001010 11100010 10111000 10001101

Sedangkan Zsr ditambahkan dengan kunci k[0] :

Zsr : 00100101 10010101 01000111 11001100  
K[0] : 01010100 01001001 01001011 01000001

\_\_\_\_\_+  
01111001 11011110 10010011 00001101

Kemudian cipher R<sub>0</sub>(Z) yang tidak mengalami pergeseran bit ditambahkan dengan bilangan delta, dimana bilangan delta yang digunakan secara konstanta yaitu : 9E3779B9 atau dalam biner 10011110 00110111 01111001 10111001

R(Z) : 10110010 10101000 11111001 10000100  
Delta : 10011110 00110111 01111001 10111001

\_\_\_\_\_+  
01010000 11100000 01110011 00111101

Kemudian di xor kan dengan cipher Zsl yang ditambah K[1] :

01010000 11100000 01110011 00111101  
01001010 11100010 10111000 10001101  
\_\_\_\_\_XOR

00011010 00000010 11001011 10110000  
Kemudian di xor kan dengan cipher Zsr yang ditambah K[0] :

00011010 00000010 11001011 10110000  
01111001 11011110 10010011 00001101  
\_\_\_\_\_XOR

01100011 11011100 01011000 10111101

Untuk cipher L<sub>0</sub>(Y) proses yang terjadi pada dasarnya sama seperti pada cipher R(z), yaitu cipher L(y) juga yang mengalami pergeseran bit ke kiri sebanyak 4 bit dan ke kanan sebanyak 5 bit.

Cipher L<sub>0</sub>(y) : 01110100 10100000 10110001 01000000  
Menjadi

Ysl : 01001010 00001011 00010100 00000111  
Ysr : 00000011 10100101 00000101 10001010

Lsl ditambahkan dengan k[3] :

Ysl : 01001010 00001011 00010100 00000111  
K[3] : 01000001 01010010 01001101 01000001  
\_\_\_\_\_+  
10001011 01011101 01100001 01001000

Lsr ditambahkan dengan k[2] :

Ysr : 00000011 10100101 00000101 10001010  
K[2] : 01010101 01000100 01001001 01000100  
\_\_\_\_\_+  
01011000 11101001 01001110 11001110

Cipher L (y) yang tidak mengalami pergeseran ditambah dengan delta

L(y) : 01110100 10100000 10110001 01000000  
Delta : 10011110 00110111 01111001 10111001  
\_\_\_\_\_+  
00010010 11011000 00101010 11111001

Kemudian di xor kan dengan Ysl yang ditambah k[3] :

00010010 11011000 00101010 11111001  
10001011 01011101 01100001 01001000  
\_\_\_\_\_XOR

10011001 10000101 01001011 10110001

Kemudian di xor kan dengan Ysr yang ditambah k[2] :

10011001 10000101 01001011 10110001  
01011000 11101001 01001110 11001110  
\_\_\_\_\_XOR

11000001 01101100 00000101 01111111

Hasil akhir cipher R(Z) ditambahkan dengan cipher L(Y) yang tidak mengalami pergeseran, yang mana hasilnya akan dijadikan cipher L<sub>1</sub>(Y<sub>1</sub>) untuk round berikutnya. Demikian juga halnya hasil akhir pada cipher L(Y) akan ditambahkan dengan cipher R(Z) yang tidak mengalami pergeseran yang akan dijadikan cipher R<sub>1</sub>(Z<sub>1</sub>) pada round berikutnya.

R<sub>0</sub>(Z): 01100011 11011100 01011000 10111101  
L<sub>0</sub>(Y): 01110100 10100000 10110001 01000000

$$\begin{array}{r} \hline 11011000 \ 01111101 \ 00001001 \ 11111101=L_1(Y_1) \\ L_0(Y): 11000001 \ 01101100 \ 00000101 \ 01111111 \\ R_0(Z): 10110010 \ 10101000 \ 11111001 \ 10000100 \\ \hline \end{array} +$$

$$\begin{array}{r} \hline 01110100 \ 00010100 \ 11111111 \ 00000011=(R_1(Z_1)) \\ \hline \end{array} +$$

Round 1 :

$$Y_1 = y + (((z < 4) + k[1])^z + \text{sum}^((z > 5) + k[0]))$$

$$Y_1 = 11011000 \ 01111101 \ 00001001 \ 11111101 + (00101010 \ 10001111 \ 10011000 \ 01001011) + (00100000 \ 01010011 \ 00100000 \ 01000010) \wedge 01010000 \ 11100000 \ 01110011 \ 00111101 \wedge (00100101 \ 10010101 \ 01000111 \ 11001100) + (01010100 \ 01001001 \ 01001011 \ 01000001)$$

$$Y_1 = 00001010 \ 01100001 \ 00100010 \ 10111010$$

$$Y_1 = 10 \quad 97 \quad 34 \quad 186$$

$$Z_1 = Z + (((y < 4) + k[3])^y + \text{sum}^((y > 5) + k[2]))$$

$$Z_1 = 01110100 \ 00010100 \ 11111111 \ 00000011 + (01001010 \ 00001011 \ 00010100 \ 00000111) + (01000001 \ 01010010 \ 01001101 \ 01000001) \wedge 00010010 \ 11011000 \ 00101010 \ 11111001 \wedge (00000011 \ 10100101 \ 00000101 \ 10001010) + (01010101 \ 01000100 \ 01001001 \ 01000100)$$

$$Z_1 = 10110101 \ 01000011 \ 00000100 \ 01111100$$

$$Z_1 = 181 \quad 67 \quad 4 \quad 124$$

Round 2:

$$Y_2 = Y_1 + (((z < 4) + k[1])^z + \text{sum}^((z > 5) + k[0]))$$

$$Y_2 = 00001010 \ 01100001 \ 00100010 \ 10111010 + (00101010 \ 10001111 \ 10011000 \ 01001011) + (00100000 \ 01010011 \ 00100000 \ 01000010) \wedge 01010000 \ 11100000 \ 01110011 \ 00111101 \wedge (00100101 \ 10010101 \ 01000111 \ 11001100) + (01010100 \ 01001001 \ 01001011 \ 01000001)$$

$$Y_2 = 01111100 \ 01111101 \ 00111011 \ 01110111$$

$$Y_2 = 124 \quad 125 \quad 59 \quad 119$$

$$Z_2 = Z_1 + (((y < 4) + k[3])^y + \text{sum}^((y > 5) + k[2]))$$

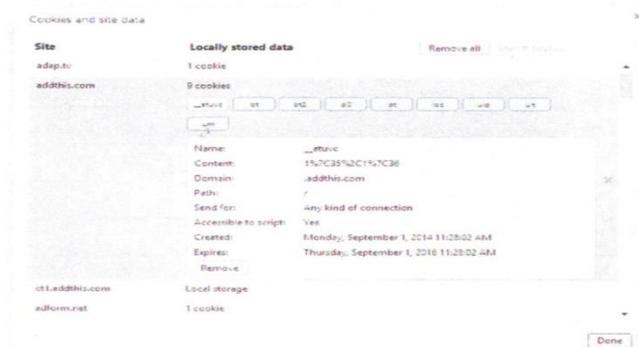
$$Z_2 = 10110101 \ 01000011 \ 00000100 \ 01111100 + (01001010 \ 00001011 \ 00010100 \ 00000111) + (01000001 \ 01010010 \ 01001101 \ 01000001) \wedge 00010010 \ 11011000 \ 00101010 \ 11111001 \wedge (00000011 \ 10100101 \ 00000101 \ 10001010) + (01010101 \ 01000100 \ 01001001 \ 01000100)$$

$$Z_2 = 00001010 \ 10010001 \ 00000001 \ 11110011$$

$$Z_2 = 10 \quad 145 \quad 1 \quad 243$$

Pada akhir perhitungan dekripsi TEA sebanyak 32 round ini diperoleh *plaintext* sebagai berikut :  
"YUDIKAQU"

**Hasil Pengujian.** Hasil penelitian dilakukan untuk mengetahui kinerja aplikasi dalam melakukan pengamanan data. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Hasil Enkripsi

**KESIMPULAN**

1. Dalam menerapkan algoritma Tiny Encryption Algorithm (TEA) dilakukan cars enkripsi sebanyak 64-bit dibagi menjadi dua bagian dan setiap bagian teks akan dioperasikan digeser kekiri sebanyak empat (4) kali dan ditambahkan konstanta.
2. Dalam perancangan perangkat lunak (add on) yang dapat mengenkripsi data (username dan password) dapat digunakan Microsoft Visual Basic 6.0 sehingga dapat disimpan di cookie web browser menggunakan algoritma Tiny Encryption Algorithm (TEA).

**DAFTAR PUSTAKA**

- Deni Mahdiana, 2011. *Analisa dan Perancangan Sistem Informasi Pengadaan Barang Dengan Metodologi Berorientasi Obyek*, Telematika MKOM, Vol.3 No.2.
- Sri Dharwiyanti dan Romi Satria Wahono, "Pengantar Unified Modeling Language (UML)", Ilmu Komputer.com.
- Sulindawati dan Muhammad Fathoni, 2010. Pengantar Analisa Perancangan Sistem", Jurnal SAINTIKOM, Vol.9, No.2.
- Dony Ariyus, 2006. *Computer Security*, Andi, Yogyakarta.
- Drs. Suarga, M.Sc., M.Math., Ph.D., 2006. *Algoritma dan Pemrograman*, Andi, Yogyakarta.
- Emy Setyaningsih, S.Si., M.kom, 2015. *Kriptografi dan Implementasinya Menggunakan MATLAB*, Andi, Yogyakarta.
- Rahmat Priyanto, 2009. *Visual Basic.NET 2008*, Andi, Yogyakarta.
- Rinaldi Munir, 2006. *Kriptografi*, Informatika, Bandung.

## **APLIKASI BIAYA PENGIRIMAN BARANG MENGGUNAKAN METODE TRANSPORTASI LEAST COST DAN MODIFIED DISTRIBUTION PADA PT.SUNDENGGAN BINONG SAMUDRA MEDAN**

**Natalia Marbun**

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
natalia109marbun@gmail.com

**Abstrak.** *Transportasi mempunyai peranan penting bagi industri karena produsen mempunyai kepentingan agar barangnya diangkut sampai kepada konsumen tepat waktu, tepat pada tempat yang ditentukan, dan barang dalam kondisi baik. Banyak model riset operasi yang sudah dikembangkan yang berhubungan dengan komputer salah satunya adalah program linier. Program linier merupakan model dari riset operasi yang paling banyak digunakan dalam bidang industri, transportasi, perdagangan, ekonomi dan berbagai bidang lainnya. Tujuan dari model transportasi adalah memindahkan barang dari satu titik ke titik lain dengan biaya yang sangat minimum tanpa ada pengulangan (delay) untuk pengangkutan. Biaya merupakan kas atau nilai ekuivalen kas yang dikeluarkan atau yang belum dikeluarkan oleh perusahaan untuk mendapatkan barang atau jasa yang diharapkan guna untuk memberikan suatu manfaat yaitu peningkatan laba Prinsip kerja metode Least cost adalah pemberian prioritas pengalokasian yang mempunyai ongkos satuan terkecil (biaya per unit terkecil). Metode MODI (Modified Distribution) merupakan metode penyelesaian kasus transportasi yang dikembangkan dari metode Stepping Stone. Tujuan penelitian ini, menerapkan biaya transportasi distribusi pengiriman barang pada PT. Sun Deggan Binong Samudra Medan. dengan menggunakan metode Least Cost dan Modified Distribution supaya perusahaan dapat mengetahui biaya pengiriman barang yang optimal. Biaya pengiriman barang yang sudah terhitung dapat tersimpan dengan aman karena data biaya pengiriman barangnya tersebut tersimpan di komputer.*

**Kata Kunci :** Pengiriman, Least Cost, Modified Distribution, Transportasi

### **PENDAHULUAN**

Transportasi mempunyai peranan penting bagi industri karena produsen mempunyai kepentingan agar barangnya diangkut sampai kepada konsumen tepat waktu, tepat pada tempat yang ditentukan, dan barang dalam kondisi baik. Banyak model riset operasi yang sudah dikembangkan yang berhubungan dengan komputer salah satunya adalah program linier. Program linier merupakan model dari riset operasi yang paling banyak digunakan dalam bidang industri, transportasi, perdagangan, ekonomi dan berbagai bidang lainnya. Tujuan dari model transportasi adalah memindahkan barang dari satu titik ke titik lain dengan biaya yang sangat minimum tanpa ada pengulangan (*delay*) untuk pengangkutan. Biaya merupakan kas atau nilai ekuivalen kas yang dikeluarkan atau yang belum dikeluarkan oleh perusahaan untuk mendapatkan barang atau jasa yang diharapkan guna untuk memberikan suatu manfaat yaitu peningkatan laba.

Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa proses biaya pengiriman barang pada PT. Sun Dengan Binong Samudra Medan sampai ketujuan serta menerapkan metode *Least Cost* (Biaya Terkecil) dan *Modified Distribution* dalam biaya pengiriman barang pada PT. Sun Dengan Binong Samudra Medan.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek adalah biaya pengiriman barang pada PT. Sun Dengan Binong Samudra Medan. Untuk menghitung biaya pengiriman barang menggunakan metode *Transportasi Least Cost* dan *Modified Distribution*.

#### **Metode**

##### **Least Cost**

Prosedur pemecahan awal persoalan transportasi bila menggunakan metode biaya terkecil atau terendah adalah alokasikan setinggi mungkin sejumlah komoditas pada sel yang mempunyai biaya unit terkecil dalam keseluruhan tabel. Jika ada beberapa sel yang memiliki biaya unit terkecil yang sama maka pilih salah satunya secara seimbang. Silang kolom atau baris yang telah terpenuhi, jika baik kolom maupun baris dipenuhi secara bersamaan hanya satu yang disilang. Setelah menyesuaikan penawaran dan permintaan untuk semua baris dan kolom yang belum disilang, ulangi proses dengan memberikan nilai setinggi mungkin pada sel yang memiliki biaya unit terkecil berikutnya yang belum disilang. Prosedur ini diselesaikan ketika tepat satu baris atau kolom yang belum disilang. Untuk mendapatkan solusi awal yang diperbaiki jika digunakan metode *Least Cost*. Metode *Least Cost* merupakan metode pemecahan yang lebih baik dibandingkan metode Sudut Barat Laut.

**Modified Distribution**

Bila pemecahan awal sudah didapat, maka langkah berikutnya adalah menentukan apakah pemecahan itu sudah merupakan yang terbaik (biayanya termurah) atau belum. Prosedur penilaian ini melibatkan pemeriksaan tiap segi empat tak terpakai dalam tabel untuk menjajagi kemungkinan pemindahan pengiriman pengiriman ke dalam salah satu darinya. Tujuan evaluasi ini adalah menentukan ada tidaknya rencana pengiriman dari tambang ke proyek yang lebih baik. Ada dua metode untuk menilai segi empat tak terpakai, yakni metode *Stepping Stone* dan *Modifikasi Distribusi*. Metode *Modifikasi Distribusi* atau disingkat metode MODI, sangat mirip dengan metode *Stepping Stone* kecuali bahwa *Modifikasi Distribusi* lebih efisien dalam menghitung indeks perbaikan sel kosong. Perbedaan utama antara dua metode ini adalah pada langkah pemakaian jalur terpendek dalam pemecahan persoalan. Untuk menghitung indeks perbaikan bagi pemecahan tertentu, dalam metode *Stepping Stone* kita harus mencari jalur terpendek untuk tiap sel kosong. Sel kosong dengan potensi perbaikan terbesar (nilai negatif terbesar) kemudian dipilih untuk masuk dalam pemecahan selanjutnya. Tetapi dalam metode *Modifikasi Distribusi* indeks perbaikan dapat dihitung tanpa harus mencari jalur-jalur terpendek. Metode *Modifikasi Distribusi* hanya membutuhkan satu jalur terpendek. Jalur ini dipilih sesudah sel kosong dengan indeks perbaikan tertinggi setelah ditemukan. R dan K sebagai nilai baris dan kolom. Dibubuhkan *Subscript* untuk menunjukkan nilai baris dan kolom. Dalam kasus  $R_1, R_2$ , dan  $R_3$  untuk menyatakan baris dan  $K_1, K_2$ , dan  $K_3$  untuk menyatakan kolom.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Biaya Pengiriman Barang Berdasarkan Metode Least Cost.** Pada proses penghitungan biaya pengiriman barang digunakan langkah-langkah procedural, antara lain :

1. Pilih variabel  $X_{ij}$  (kotak) dengan biaya transport ( $C_{ij}$ ) terkecil dan alokasikan sebanyak mungkin. Untuk  $C_{ij}$  terkecil,  $X_{ij} = \text{minimum} [S_i, D_j]$ . Ini akan menghabiskan baris  $i$  atau kolom  $j$ .
2. Dari kotak-kotak sisanya yang layak (yaitu yang tidak terisi atau tidak dihilangkan). Pilih nilai  $C_{ij}$  terkecil dan alokasikan sebanyak mungkin.
3. Lanjutkan proses ini sampai semua penawaran dan permintaan terpenuhi.

Pada PT. Sundenggan Binonggan melakukan pengiriman 3 barang dan 3 lokasi. Dengan lokasi pengiriman barang dari Berastagi, Siborong-borong, dan Binjai. Bagaimana cara pengiriman barang tersebut sampai lokasi yang dituju dan berapakan jumlah biaya angkut barang untuk keseluruhan transportasi.

Berikut langkah-langkah penerapan metode *Least Cost*:

Adapun penyelesaiannya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 1.** Langkah Penyelesaian Pertama

| <b>Lokasi<br/>Kendaraan</b> | <b>Berastagi</b> | <b>Siborong<br/>borong</b> | <b>Binjai</b> | <b>Muatan ke<br/>lokasi</b> |
|-----------------------------|------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|
| Mobil Coltdiesel            | 500<br>4000      | 1000<br>0                  | 500<br>0      | 8000                        |
| Truk Fuso                   | 700<br>0         | 1000<br>0                  | 600<br>0      | 5000                        |
| Truk Tronton                | 700<br>0         | 1000<br>0                  | 600<br>0      | 10000                       |
| <b>Muatan mobil</b>         | <b>4000</b>      | <b>7000</b>                | <b>12000</b>  | <b>23000</b>                |

Pada penyelesaian pertama menyarankan alokasi pada  $X_{11}$ , karena  $C_{11}=500$  adalah kotak dengan biaya minimum. Penawaran dan permintaan yang bersangkutan memberikan  $X_{11}= 4000$ , sehingga kolom mobil 1 habis dan baris Berastagitersisa 4000.

**Tabel 2.** Langkah Penyelesaian Kedua

| <b>Lokasi<br/>Kendaraan</b> | <b>Berastagi</b> | <b>Siborong<br/>borong</b> | <b>Binjai</b> | <b>Muatan ke<br/>lokasi</b> |
|-----------------------------|------------------|----------------------------|---------------|-----------------------------|
| Mobil Coltdiesel            | 500<br>4000      | 1000<br>0                  | 500<br>0      | 8000                        |
| Truk Fuso                   | 700<br>0         | 1000<br>5000               | 600<br>0      | 5000                        |
| Truk Tronton                | 700<br>0         | 1000<br>0                  | 600<br>0      | 10000                       |
| <b>Muatan mobil</b>         | <b>4000</b>      | <b>7000</b>                | <b>12000</b>  | <b>23000</b>                |

Pada penyelesaian kedua menyarankan alokasi pada X22, karena C22=1000 adalah kotak dengan biaya minimum. Penawaran dan permintaan yang bersangkutan memberikan X22= 5000, sehingga baris Siborong-boronghabis dan kolom mobil 2 tersisa 2000.

Dengan demikian tinggal 1 Kolom dan baris yang belum terpenuhi. Secara otomatis baris Berastagi penawarannya diberikan ke kolom Mobil 3 yang masih kurang 2000, sehingga X13= 2000 dan prosedur telah selesai. Solusi awal dengan metode *Least Cost* pada tabel adalah X11= 4000, X12= 2000, X13= 2000, X22= 5000, dan X33= 10000

$$\text{Biaya Total} = (500) 4000 + (1000) 2000 + (500) 2000 + (1000) 5000 + (600) 10000 = 10.000.000$$

**Tabel 3.** Langkah Penyelesaian Ketiga

| <b>Kendaraan \ Lokasi</b> | <b>Berastagi</b> | <b>Siborong borong</b> | <b>Binjai</b> | <b>Muatan ke lokasi</b> |
|---------------------------|------------------|------------------------|---------------|-------------------------|
| Mobil Coltdiesel          | 4000   500       | 0   1000               | 0   500       | 8000                    |
| Truk Fuso                 | 0   700          | 5000   1000            | 0   600       | 5000                    |
| Truk Tronton              | 0   700          | 0   1000               | 10000   600   | 10000                   |
| <b>Muatan mobil</b>       | 4000             | 7000                   | 12000         | 23000                   |

Pada penyelesaian ketiga menyarankan alokasi pada X33, karena C33=700 adalah kotak dengan biaya minimum. Penawaran dan permintaan yang bersangkutan memberikan X33= 10000, sehingga baris Binjai habis dan kolom mobil 3 tersisa 2000.

**Proses Penghitungan Biaya Pengiriman Barang Berdasarkan MODI.** Proses penghitungan biaya pengiriman biaya berdasarkan MODI dapat ditunjukkan dengan teknik *Modified Distribution*, dapat dilihat solusi awal masalah transportasi dengan metode *Least Cost*, yang disajikan kembali tabel 4.10, tabel ini memberikan  $R_i$  dan  $K_j$  yang dirancang untuk setiap baris dan kolom.

**Tabel 4.** Transportasi Dengan Menggunakan Metode *Modified Distribution*

| <b><math>R_i \backslash K_j</math></b> | <b>Kendaraan/Lokasi</b> | <b>K1</b>        | <b>K2</b>             | <b>K3</b>     | <b>Muatan ke lokasi</b> |
|----------------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------|---------------|-------------------------|
|                                        |                         | <b>Berastagi</b> | <b>Siborongborong</b> | <b>Binjai</b> |                         |
| <b>R1</b>                              | Mobil Coltdiesel        | 4000   500       | 2000   1000           | 2000   500    | 8000                    |
| <b>R2</b>                              | Truk Fuso               | 0   700          | 5000   1000           | 0   600       | 5000                    |
| <b>R3</b>                              | Truk Tronton            | 0   700          | 0   1000              | 10000   600   | 10000                   |
|                                        | <b>Muatan mobil</b>     | 4000             | 7000                  | 12000         | 23000                   |

$$\begin{aligned} K1 + R1 &= C11 = 500 \\ K1 + R2 &= C21 = 700 \\ K1 + R3 &= C31 = 700 \\ K2 + R2 &= C22 = 1000 \\ K3 + R3 &= C33 = 600 \end{aligned}$$

Untuk memecahkan kelima persamaan, harus menempuh langkah berikut:

Bila  $K1 = 0$ , maka

$$\begin{aligned} K1 + R1 &= 500 \\ 0 + R1 &= 500 \Rightarrow R1 = 500 \\ K1 + R2 &= 1000 \\ 0 + R2 &= 1000 \Rightarrow R2 = 1000 \\ K1 + R3 &= 600 \\ 0 + R3 &= 600 \Rightarrow R3 = 600 \end{aligned}$$

Karena  $R2 = 1000$ , Maka

$$K2 + R2 = 1000$$

$$K2 + 1000 = 1000 \Rightarrow K2 = 0$$

Karena  $R2 = 1000$ , Maka

$$K1 + R2 = 1000$$

$$K1 + 1000 = 500 \Rightarrow K2 = 500$$

Karena  $R3 = 600$ , Maka

$$K3 + R3 = 600$$

$K_3 + 600 = 500K_3 = 100$

**Tabel 5.** Pemecahan Awal Nilai R dan K

| K <sub>j</sub> \ R <sub>i</sub> | Kendaraan/Lokasi    | K1        |                | K2     |      | K3    |     | Muatan ke lokasi |
|---------------------------------|---------------------|-----------|----------------|--------|------|-------|-----|------------------|
|                                 |                     | Berastagi | Siborongborong | Binjai |      |       |     |                  |
| <b>R1</b>                       | Mobil Coltdiesel    | 4000      | 500            | 2000   | 1000 | 2000  | 500 | 8000             |
| <b>R2</b>                       | Truk Fuso           | 0         | 700            | 5000   | 1000 | 0     | 600 | 5000             |
| <b>R3</b>                       | Truk Tronton        | 0         | 700            | 0      | 1000 | 10000 | 600 | 10000            |
|                                 | <b>Muatan mobil</b> | 4000      |                | 7000   |      | 12000 |     | 23000            |

Rumus yang digunakan dalam menghitung indeks perbaikan

Indeks Perbaikan = Cij + Ki+ Rj

Evaluasi sel kosong dalam pemecahan kedua dihitung sebagai berikut :

$IP_{21} = C_{21} - R_1 - K_2$

$= 700 - 500 - 0$

$= 200$

$IP_{31} = C_{31} - R_2 - K_1$

$= 700 - 0 - 0$

$= 700$

$IP_{23} = C_{23} - K_2 - R_3$

$= 600 - 0 - 600$

$= 0$

$IP_{32} = C_{32} - K_3 - R_2$

$= 1000 - 100 - 0$

$= 900$

Terlihat perhitungan indeks perbaikan tak ada lagi yang bernilai negatif sehingga pemecahan sudah optimal.

**Tabel 6.** Pemecahan Optimal Persoalan

| K <sub>j</sub> \ R <sub>i</sub> | Kendaraan/Lokasi    | K1        |                | K2     |      | K3    |     | Muatan ke lokasi |
|---------------------------------|---------------------|-----------|----------------|--------|------|-------|-----|------------------|
|                                 |                     | Berastagi | Siborongborong | Binjai |      |       |     |                  |
| <b>R1</b>                       | Mobil Coltdiesel    | 4000      | 500            | 2000   | 1000 | 2000  | 500 | 8000             |
| <b>R2</b>                       | Truk Fuso           | 0         | 700            | 5000   | 1000 | 10000 | 600 | 5000             |
| <b>R3</b>                       | Truk Tronton        | 0         | 700            | 0      | 1000 | 10000 | 700 | 10000            |
|                                 | <b>Muatan mobil</b> | 4000      |                | 7000   |      | 12000 |     | 23000            |

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian digunakan untuk mengetahui kinerja aplikasi yang digunakan. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Biaya Transportasi**KESIMPULAN**

1. Proses biaya pengiriman barang pada PT.Sun dengan binong samudra medan kurang memadai dikarenakan fasilitas pengiriman barang masih dilakukan dengan sistem manual dan melakukan tahapan yang rumit. Namun akan diganti dengan penggunaan aplikasi biaya pengiriman barang berbasis komputer sehingga pengiriman barang dapat dilakukan dengan cepat dan tepat.
2. Biaya pengiriman barang dapat disesuaikan dengan menerapkan metode Least cost dan Modified distribution pada PT. Sundenggan binong samudra dengan perhitungan yang lebih sederhana sehingga dapat mempermudah dalam menentukan biaya pengiriman.
3. Sistem informasi biaya pengiriman barang menggunakan metode least cost memang sangat rumit dan dibutuhkan ketelitian yang sangat tinggi dalam penyelesaiannya, Untuk menyelesaikan perancangan penulis menggunakan sisitem pemrograman Visual basic.net.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Kadir, Abdul. Triwahyuni, Terra.CH, 2012, *"Pengertian Aplikasi"*; Yogyakarta : Penerbit andi.
- Darsono, 2005, *"Pengertian Biaya"*, Penerbit Soekartawi, Yogyakarta.
- Aminudin, *"Prinsip-Prinsip Riset Operasi"*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Djon Irwanto, 2007, *"Perancangan Object Oriented Software dengan UML"*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Jogiyanto H.M, 2001, *"Analisa dan Desain"* Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Jogiyanto H.M, 1999, *"Analisa dan Sistem Informasi"*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kenneth E. Kendall dan Julie E.Kendall, 2010, *"Analisa dan Perancangan Sistem"* Penerbit Indeks, Edisi 1.
- Ketut Darmayuda, 2010, *".Net Framework"* Penerbit Indeks, Edisi 1.
- Achmad Solichin, 2010, 8 *"MySQL"* Penerbit Indeks, Edisi 1.

## IMPLEMENTASI PERBAIKAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE TRANSFORMASI FOURIER DAN TRANSFORMASI WAVELET

Ramayana Simbolon

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
ramayana\_simbolon@gmail.com

**Abstrak.** Masalah yang umum terjadi pada citra digital adanya derau, muncul bintik-bintik, pengambilan gambar yang tidak focus atau objek yang bergerak, sehingga menyebabkan hasil citra yang kabur. Pada citra yang kabur, akan diperbaiki melalui proses denoise menggunakan algoritma Transformasi Fourier dan Transformasi Wavelet. Transformasi Fourier dan Transformasi Wavelet bergantung dari jumlah pixel yang digunakan. Proses akhir dari perbaikan citra akan dibersihkan dari derau melalui proses denoising. Proses perbaikan citra dibuat menggunakan perangkat lunak Borland Delphi. Algoritma Transformasi Fourier dan Transformasi Wavelet mampu memperbaiki kualitas citra yang terdegradasi. Untuk perbaikan citra digital yang optimal dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai hubungan antara jumlah iterasi dengan proses perbaikan citra.

**Kata Kunci :** perbaikan citra, Transformasi Fourier dan Transformasi Wavelet, denoising

### PENDAHULUAN

Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra (*image preprocessing*). Perbaikan kualitas citra diperlukan karena citra yang dijadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau (*noise*), citra terlalu gelap /terang, citra kurang tajam, dan kabur. Melalui operasi pemrosesan awal inilah kualitas citra diperbaiki sehingga citra dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut, misalnya untuk aplikasi pengenalan (*recognition*) objek di dalam citra. Perbaikan kualitas citra adalah proses mendapatkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia. Tujuan perbaikan citra adalah lebih menonjolkan ciri citra tertentu untuk kepentingan analisis atau menampilkan citra. Pengolahan citra adalah suatu metode atau teknik yang dapat digunakan untuk memproses citra atau gambar dengan jalan memanipulasinya menjadi data gambar yang diinginkan untuk mendapat informasi tertentu. Permasalahan yang terjadi pada saat pengolahan citra adalah *noise*. *Noise* sendiri bias ditimbulkan oleh beberapa akibat diantaranya: foto yang di *scan* adalah foto yang sudah lama, debu yang menempel pada *scanner* atau foto yang terlipat. Disini penulis akan mencoba menganalisa citra yang akan diuji dengan suatu dengan Metode Transformasi *Fourier* Dan Transformasi *Wavelet*

Proses *denoising* (pengurangan *noise*) didasarkan pada penghapusan atau pengurangan data citra yang dianggap *noise*. Pada sejumlah penelitian, terdapat persamaan dalam menghilangkan *noise*, yaitu pada *pre-processing* citra dan video. Hal yang membedakan dari berbagai penelitian mengenai proses *denoising* adalah berdasarkan metode yang digunakan. Proses *denoising* memberi pengaruh yang besar pada pengolahan citra digital. Hasil akhir dari *denoising* yang diharapkan adalah citra hasil mendekati citra asli. Menurut Wikaria Ghazali, 2010 dalam Perancangan Program Aplikasi Pengurangan Noise Pada Citra Digital Menggunakan Metode Berbasis Wavelet yaitu gambar atau piksel yang mengganggu kualitas citra yang disebabkan oleh gangguan fisis (optik) pada alat atau isi maupun secara disengaja akibat proses pengolahan yang tidak sesuai. Contohnya adalah bintik hitam atau putih yang muncul secara acak yang tidak diinginkan di dalam citra. Bintik acak ini disebut dengan derau *salt* dan *pepper*.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui proses perbaikan citra digital dengan metode transformasi *fourier* dan transformasi *wavelet* serta untuk menerapkan metode transformasi *fourier* dan transformasi *wavelet* dalam perbaikan citra digital.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan sebagai objek adalah *citra grayscale* dan citra RGB yang berukuran 512 x 512. Untuk memperbaiki citra menggunakan metode Transformasi Fourier dan Transformasi Wavelet. Sebagai bahan referensi diambil dari buku, majalah, prosiding ataupun jurnal.

#### Metode

##### Transformasi *Fourier*

Transformasi *Fourier* adalah transformasi yang dapat merubah suatu sinyal dari domain waktu  $s(t)$

kedalam domain frekuensi  $S(f)$ . Fungsi dilakukannya transformasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi apakah suatu sinyal memiliki frekuensi tertentu atau tidak. Transformasi *fourier* menggabungkan sinyal kebentuk fungsi eksponensial dari frekuensi yang berbeda-beda. Transformasi *Fourier* dari  $f(x)$ , didefinisikan sebagai berikut:

$$F(u, v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \cdot \exp[-j2\pi \cdot (u \cdot x + v \cdot y)] dx dy$$

Dimana :  $J = \sqrt{-1}$

Sebaliknya, jika diketahui  $F(u)$ , maka  $f(x)$  dapat diperoleh dengan Inverse Transformasi *Fourier* berikut:

$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(u) \exp[-j2\pi ux] du$$

Kedua persamaan di atas disebut dengan pasangan transformasi *Fourier*. Jika  $f(x)$  adalah bilangan real, biasanya  $F(u)$  merupakan bilangan kompleks yang bisa diuraikan menjadi:

$$F(u) = R(u) + jI(u)$$

Dimana  $R(u)$  dan  $I(u)$  adalah komponen real dan imajiner dari  $F(u)$ . Persamaan di atas juga sering dituliskan sebagai:

$$F(u) = |F(u)| e^{j\phi_u}$$

Dimana  $|F(u)|$  adalah magnitude dari  $F(u)$ , yang diperoleh dari :

$$|F(u)| = [R^2(u) + I^2(u)]^{1/2}$$

$$\phi(u) = \tan^{-1}[I(u) / R(u)]$$

Fungsi magnitude  $|F(u)|$  disebut juga spektrum *Fourier* dari  $f(x)$ , dan  $\phi(u)$  disebut dengan sudut fase dari  $f(u)$ . Jika  $f(x)$  dijadikan diskrit maka persamaan transformasi *Fourier* diskrit adalah :

$$F(x) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} f(x) \exp[-2j\pi ux/N]$$

Dan

$$F(x) = \sum_{u=0}^{N-1} F(u) \exp[-j2\pi ux/N]$$

Karena pada pengolahan citra digital, data yang digunakan berbentuk digital/diskrit maka dapat digunakan kedua persamaan diatas untuk melakukan transformasi dan inverse transformasi *Fourier*. Untuk menganalisa citra pada frequency domain, hasil transformasi *Fourier* dapat ditampilkan sebagai citra, dimana intensitasnya proporsional dengan besarnya  $|F(u)|$  atau spektrum *Fourier*. Namun karena *dynamic range* dari spektrum *Fourier* biasanya sangat besar, maka sebelum ditampilkan sebagai citra harus diubah menjadi:

$$D(u, v) = c \log(1 + |F(u, v)|)$$

dimana  $c$  adalah konstanta. Selanjutnya yang ditampilkan sebagai citra adalah nilai dari  $D(u, v)$ . Nilai  $D(u, v)$  ini akan memiliki *dynamic range* yang lebih kecil daripada  $|F(u, v)|$ .

### Transformasi Wavelet

Transformasi *wavelet* merupakan suatu transformasi linear yang hampir mirip dengan transformasi *fourier*, dengan satu perbedaan penting transformasi *wavelet* membolehkan penempatan waktu dalam komponen-komponen frekuensi yang berbeda dari sinyal yang diberikan. Untuk menganalisa sinyal yang frekuensinya bervariasi pada satuan waktu, diperlukan suatu transformasi yang dapat memberikan resolusi frekuensi dan waktu disaat yang bersamaan, biasa disebut analisis multi resolusi (AMR). AMR dirancang untuk memberikan resolusi waktu yang kurang baik pada frekuensi tinggi suatu sinyal, serta resolusi frekuensi yang baik dan resolusi waktu yang kurang baik pada frekuensi rendah suatu sinyal.

Transformasi *wavelet* memiliki beberapa keistimewaan unik yang membuatnya sangat cocok untuk aplikasi khusus ini, *wavelet* tidak hanya dibatasi pada frekuensi tapi juga pada waktu dari kejadian gangguan-gangguan yang terjadi secara tiba-tiba, seperti gangguan transien aturan dari multi resolusi ini sangat berguna untuk menganalisa gangguan transien yang mengandung komponen-komponen frekuensi tinggi yang dilokalisasi pada sinyal - sinyal frekuensi daya. Analisis *wavelet* adalah sebuah teknik penjendelaan variable (variable windowing technique) dan mengijinkan penggunaan interval waktu yang panjang dimana kita menginginkan informasi frekuensi rendah yang lebih tepat, dan daerah/wilayah yang lebih pendek dimana kita menginginkan komponen-komponen frekuensi yang lebih tinggi.

Secara garis besar transformasi *wavelet* terbagi 2 yaitu :

#### 1. Transformasi *wavelet* kontinyu

Cara kerja transformasi *wavelet* kontinyu (TWK) adalah dengan menghitung konvolusi sebuah sinyal dengan sebuah jendela modulasi pada setiap waktu dengan setiap skala yang di inginkan. Jendela modulasi yang mempunyai skala fleksibel yang biasa disebut induk *wavelet* atau fungsi dasar *wavelet*.

#### 2. Transformasi *wavelet* diskrit

Dibandingkan dengan TWK, transformasi *wavelet* diskrit (TWD) dianggap relatif lebih mudah pengimplementasiannya. Prinsip dasar dari TWD adalah bagaimana cara mendapat representasi

waktu dan skala dari sebuah sinyal menggunakan teknik pemfilteran digital dan operasi sub-sampling.

Untuk bentuk TWD atau persamaan yang diberikan adalah :

$$TWD = (m, n) = \sum (a_0^{m-0.5}) f(x) \psi((n - ka_0^m) / (a_0^m))$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Perbaikan Citra Berdasarkan Transofrmasi Fourier.** Proses perbaikan citra berdasarkan transformasi fourier dilakukan secara bertahap mulai dari pixel awal dari suatu matriks hingga ke pixel akhir dari suatu matriks.



**Gambar 1.** Citra Noise

Citra yang memiliki noise di hampir keseluruhan citra sehingga pixel citra yang bagus juga tidak tampak karena tertutupi *noise*, citra ini akan dicoba untuk diperbaiki dengan menggunakan metode transformasi *fourier*. Noise pada citra akan dihilangkan dengan *Transformasi Fourier* menggunakan aturan kedua deteksi noise, dengan cara mengevaluasi setiap titik pada citra dengan membentuk spasial window 3x3 menggunakan aturan untuk deteksi noise dengan membandingkan rata-rata piksel yang sebaris dengan piksel pusat, berikut adalah nilai titik pada citra yang terdapat pada hasil konvolusi

**Tabel 1.** Nilai Titik Pada Citra

|   |   |   |     |     |   |   |
|---|---|---|-----|-----|---|---|
| 2 | 4 | 5 | 6   | 6   | 5 | 7 |
| 3 | 5 | 6 | 160 | 4   | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 5 | 6   | 6   | 7 | 8 |
| 6 | 6 | 5 | 5   | 200 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 6   | 5   | 6 | 6 |
| 3 | 4 | 5 | 5   | 5   | 6 | 7 |

Dari tabel 1 diatas dibuat tabel matrik 3x3 untuk dihitung noisenya berdasarkan titik pusat *noise* selain itu juga penggunaan transformasi fourier harus menentukan nilai tertinggi dari suatu matrik citra dalam hal ini adalah 160 dan 200, hasilnya sebagai berikut:

**Tabel 2.** Matrik 3x3 Posisi (1,1)

|   |   |   |     |     |   |   |
|---|---|---|-----|-----|---|---|
| 2 | 4 | 5 | 6   | 6   | 5 | 7 |
| 3 | 5 | 6 | 160 | 4   | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 5 | 6   | 6   | 7 | 8 |
| 6 | 6 | 5 | 5   | 200 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 6   | 5   | 6 | 6 |
| 3 | 4 | 5 | 5   | 5   | 6 | 7 |

Dari tabel matrik 3x3 tersebut dilakukan rumus sebagai berikut untuk memeriksa *noise*

$$F(0) = \sum_{x=0}^7 f(x) \cdot \exp[0]$$

$$F(0) = \sum_{x=0}^7 f(x)$$

$$F(0) = f(0) + f(1) + f(2) + f(3) + f(4) + f(5) + f(6) + f(7) / x$$

$$F(0) = (2 + 4 + 5 + 3 + 1 + 1 + 5 + 6) / 5$$

$$F(0) = 4.2 = 4$$

Hitungan diatas merupakan proses fourier, tampak sekilas mirip dengan *median filtering* ataupun *mean filtering*, sementara pada transformasi fourier menggunakan PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) untuk menghitung peak error. Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,2). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

**Tabel 3.** Matrik 3x3 Posisi (1,2)

|   |   |   |     |     |   |   |
|---|---|---|-----|-----|---|---|
| 2 | 4 | 5 | 6   | 6   | 5 | 7 |
| 3 | 5 | 6 | 160 | 4   | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 5 | 6   | 6   | 7 | 8 |
| 6 | 6 | 5 | 5   | 200 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 6   | 5   | 6 | 6 |
| 3 | 4 | 5 | 5   | 5   | 6 | 7 |

Berikut adalah proses transformasi fourier dengan PSNR yang sudah ditetapkan.

$$F(0) = \sum_{x=0}^7 f(x).exp[0]$$

$$F(0) = \sum_{x=0}^7 f(x)$$

$$F(0) = f(0) + f(1) + f(2) + f(3) + f(4) + f(5) + f(6) + f(7) / x$$

$$F(0) = (4 + 5 + 6 + 5 + 1 + 5 + 6 + 160) / 6$$

$$F(0) = 32$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,3). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

**Tabel 4.** Matrik 3x3 Posisi (1,3)

|   |   |    |     |     |   |   |
|---|---|----|-----|-----|---|---|
| 2 | 4 | 5  | 6   | 6   | 5 | 7 |
| 3 | 5 | 32 | 160 | 4   | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 5  | 6   | 6   | 7 | 8 |
| 6 | 6 | 5  | 5   | 200 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 7  | 6   | 5   | 6 | 6 |
| 3 | 4 | 5  | 5   | 5   | 6 | 7 |

Tampak pada tabel 4 nilai piksel sudah diganti menjadi 5 yang sebelumnya adalah 6, berikut adalah proses untuk posisi (1,3)

$$F(0) = \sum_{x=0}^7 f(x).exp[0]$$

$$F(0) = \sum_{x=0}^7 f(x)$$

$$F(0) = f(0) + f(1) + f(2) + f(3) + f(4) + f(5) + f(6) + f(7) / x$$

$$F(0) = (5 + 6 + 6 + 32 + 5 + 6 + 6 + 4) / 160$$

$$F(0) = 0$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,4). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

**Tabel 5.** Matrik 3x3 Posisi (1,4)

|   |   |   |   |     |   |   |
|---|---|---|---|-----|---|---|
| 2 | 4 | 5 | 6 | 6   | 5 | 7 |
| 3 | 5 | 5 | 6 | 0   | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 5 | 6 | 6   | 7 | 8 |
| 6 | 6 | 5 | 5 | 200 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 6 | 5   | 6 | 6 |
| 3 | 4 | 5 | 5 | 5   | 6 | 7 |

Tampak pada tabel 5 nilai piksel sudah diganti menjadi 6 yang sebelumnya adalah 160, berikut adalah proses untuk posisi (1,4)

$$F(0) = \sum_{x=0}^7 f(x).exp[0]$$

$$F(0) = \sum_{x=0}^7 f(x)$$

$$F(0) = f(0) + f(1) + f(2) + f(3) + f(4) + f(5) + f(6) + f(7) / x$$

$$F(0) = (6 + 6 + 5 + 6 + 6 + 6 + 7 + 6) / 0$$

$$F(0) = 48$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,5). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

**Tabel 6.** Matrik 3x3 Posisi (1,5)

|   |   |   |   |     |   |   |
|---|---|---|---|-----|---|---|
| 2 | 4 | 5 | 6 | 6   | 5 | 7 |
| 3 | 5 | 5 | 6 | 48  | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 5 | 6 | 6   | 7 | 8 |
| 6 | 6 | 5 | 5 | 200 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 6 | 5   | 6 | 6 |
| 3 | 4 | 5 | 5 | 5   | 6 | 7 |

Berikut adalah proses untuk posisi (1,5)

$$F(0) = \sum_{x=0}^7 f(x).exp[0]$$

$$F(0) = \sum_{x=0}^7 f(x)$$

$$F(0) = f(0) + f(1) + f(2) + f(3) + f(4) + f(5) + f(6) + f(7) / x$$

$$F(0) = (6 + 5 + 7 + 48 + 6 + 7 + 8 + 7) / 6$$

$$F(0) = 15.66 = 16$$

Proses perbaikan citra sudah dilakukan untuk langkah hingga menghasilkan tabel matrik sebagai berikut :

**Tabel 7.** Hasil Proses Awal

|   |   |   |   |     |    |   |
|---|---|---|---|-----|----|---|
| 2 | 4 | 5 | 6 | 6   | 5  | 7 |
| 3 | 5 | 5 | 6 | 48  | 16 | 7 |
| 1 | 1 | 5 | 6 | 6   | 7  | 8 |
| 6 | 6 | 5 | 5 | 200 | 6  | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 6 | 5   | 6  | 6 |
| 3 | 4 | 5 | 5 | 5   | 6  | 7 |

Proses diatas masih pada matrik 3x3 pada baris 1,3 dan untuk langkah yang sama proses dilakukan hingga akhir bit terakhir hingga semua bit diperiksa.

**Proses Perbaikan Citra Berdasarkan Transformasi Wavelet.** Padat teknik wavelete Perbaikan citra digital (*noise*) yang menggunakan transformasi wavelet menggunakan rumus:

$$TWD = (m, n) = \sum (a_0^{m-0.5}) f(x) \psi((n - ka_0^m) / (a_0^m))$$

Adapun penjelasannya sebagai berikut:

1.  $(m, n) = \sum (a_0^{m-0.5})$  = rumus ini menjelaskan fungsi pengambilan nilai dari piksel citra
2.  $f(x) \psi((n - ka_0^m))$  = rumus ini menjelaskan perhitungan citra dimulai dari nilai paling awal hingga nilai paling akhir dari citra
3.  $((a_0^m))$  fungsi ini digunakan untuk membagi nilai citra menjadi 2 piksel.

Noise pada citra akan dihilangkan dengan transformasi wavelet menggunakan aturan deteksi noise, dengan cara mengevaluasi setiap titik pada citra dengan membentuk spasial window 3x3 menggunakan aturan untuk deteksi noise dengan membandingkan rata-rata piksel tetangga yang dipilih 2 titik menurut arah mata angin dengan piksel pusat, berikut adalah proses hitungannya

**Tabel 8.** Nilai Titik Pada Citra Wavelet

|   |   |   |     |     |   |   |
|---|---|---|-----|-----|---|---|
| 2 | 4 | 5 | 6   | 6   | 5 | 7 |
| 3 | 5 | 6 | 160 | 4   | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 5 | 6   | 6   | 7 | 8 |
| 6 | 6 | 5 | 5   | 200 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 6   | 5   | 6 | 6 |
| 3 | 4 | 5 | 5   | 5   | 6 | 7 |

Proses berikutnya adalah melakukan pemeriksaan noise dengan syarat membandingkan rata-rata piksel tetangga yang dipilih 2 titik menurut arah mata angin dengan piksel pusat, berikut adalah hasilnya

$$\text{IF } F(1,1) = \frac{4+3}{2} - 5 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$\text{IF } F(1,3) = \frac{4+6}{2} - 5 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$\text{IF } F(3,1) = \frac{3+1}{2} - 5 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$\text{IF } F(3,3) = \frac{6+1}{2} - 5 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$F(2,2) = F(2,2) = 5$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,2). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

**Tabel 9.** Matrik 3x3 Posisi (1,2) Wavelet

|   |   |   |     |     |   |   |
|---|---|---|-----|-----|---|---|
| 2 | 4 | 5 | 6   | 6   | 5 | 7 |
| 3 | 5 | 6 | 160 | 4   | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 5 | 6   | 6   | 7 | 8 |
| 6 | 6 | 5 | 5   | 200 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 6   | 5   | 6 | 6 |
| 3 | 4 | 5 | 5   | 5   | 6 | 7 |

Berikut adalah proses untuk posisi (1,2)

$$\text{IF } F(1,2) = \frac{4+5}{2} - 6 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$\text{IF } F(2,2) = \frac{5+160}{2} - 6 \leq 10 \text{ Then False}$$

$$\text{IF } F(3,3) = \frac{5+5}{2} - 6 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$\text{IF } F(2,3) = \frac{160+5}{2} - 6 \leq 10 \text{ Then False}$$

$$F(2,3) = F(2,3) = 6$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,3). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

**Tabel 10.** Matrik 3x3 Posisi (1,3) Wavelet

|   |   |   |     |     |   |   |
|---|---|---|-----|-----|---|---|
| 2 | 4 | 5 | 6   | 6   | 5 | 7 |
| 3 | 5 | 6 | 160 | 4   | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 5 | 6   | 6   | 7 | 8 |
| 6 | 6 | 5 | 5   | 200 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 6   | 5   | 6 | 6 |
| 3 | 4 | 5 | 5   | 5   | 6 | 7 |

$$\text{IF } F(1,3) = \frac{6+6}{2} - 160 \leq 10 \text{ Then False}$$

$$\text{IF } F(1,5) = \frac{6+4}{2} - 160 \leq 10 \text{ Then False}$$

$$\text{IF } F(3,3) = \frac{6+6}{2} - 160 \leq 10 \text{ Then False}$$

$$\text{IF } F(5,5) = \frac{4+6}{2} - 160 \leq 10 \text{ Then False}$$

$$\text{IF ALL Flase Then } F(2,4) = (F(1,3):F(3,5)) = 6$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,4). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

**Tabel 11.** Matrik 3x3 Posisi (1,4)

|   |   |   |   |     |   |   |
|---|---|---|---|-----|---|---|
| 2 | 4 | 5 | 6 | 6   | 5 | 7 |
| 3 | 5 | 6 | 6 | 4   | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 5 | 6 | 6   | 7 | 8 |
| 6 | 6 | 5 | 5 | 200 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 6 | 5   | 6 | 6 |
| 3 | 4 | 5 | 5 | 5   | 6 | 7 |

$$\text{IF } F(1,4) = \frac{6+6}{2} - 4 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$\text{IF } F(1,6) = \frac{6+6}{2} - 4 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$\text{IF } F(3,4) = \frac{6+6}{2} - 4 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$\text{IF } F(3,6) = \frac{6+6}{2} - 4 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$F(2,5) = F(2,5) = 4$$

Selanjutnya titik pusat window bergeser ke posisi (1,5). Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai rata-rata dari titik pusat window.

**Tabel 12.** Matrik 3x3 Posisi (1,5) Wavelet

|   |   |   |   |     |   |   |
|---|---|---|---|-----|---|---|
| 2 | 4 | 5 | 6 | 6   | 5 | 7 |
| 3 | 5 | 5 | 6 | 4   | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 5 | 6 | 6   | 7 | 8 |
| 6 | 6 | 5 | 5 | 200 | 6 | 7 |
| 7 | 7 | 7 | 6 | 5   | 6 | 6 |
| 3 | 4 | 5 | 5 | 5   | 6 | 7 |

Berikut adalah proses untuk posisi (1,5)

$$\text{IF } F(1,5) = \frac{5+4}{2} - 6 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$\text{IF } F(1,7) = \frac{5+7}{2} - 6 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$\text{IF } F(3,5) = \frac{4+7}{2} - 6 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$\text{IF } F(3,7) = \frac{7+7}{2} - 6 \leq 10 \text{ Then True}$$

$$F(2,6) = F(2,6) = 6$$

Proses diatas masih pada matrik 3x3 pada baris 1,3 dan untuk langkah yang sama proses dilakukan hingga akhir bit terakhir hingga semua bit diperiksa, perlu diperhatikan bahwa penggunaan transformasi fourier berbeda dengan wavelet walaupun sebenarnya wavelet lebih mengikuti proses *fourier* tetapi prosesnya jauh berbeda, hasil dari perbaikan citra diatas baik menggunakan algoritma *fourier* dan *wavelet* adalah sebagai berikut:



**Gambar 2.** Citra Hasil Perbaikan Noise

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui proses yang dikerjakan oleh sistem yang telah dirancang. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.** Hasil Perbaikan Menggunakan Transformasi Fourier



**Gambar 3.** Hasil Perbaikan Noise Wavelet

## KESIMPULAN

1. Proses perbaikan *noise* pada citra digital menggunakan metode transformasi *fourier* dan transformasi *wavelet* dapat dilakukan dengan baik dan *noise* pada gambar hilang
2. Penerapan metode transformasi *fourier* dan transformasi *wavelet* pada aplikasi yang dirancang menggunakan Borland Delphi 7 bisa berjalan dengan baik dan maksimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andi . *Referensi Visual Basic.Net 2008*. Yogyakarta. Penerbit Andi  
 Haviluddin. 2011. *Memahami Penggunaan UML*. Samarinda. Teknik Informatika  
 Jogiyanto H. M, 2005. *Analisis dan Design*. Andi Offset.Yogyakarta  
 Kurniawan Joko, 2011. *Implementasi Discrete Wavelet Transform*. Medan : Informatika.  
 Kusriani. 2007. *Strategi Perancangan dan Pengelolaan Basis Data*. Yogyakarta ANDI  
 Munir, 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung : Informatika  
 Putra Jaka, 2014. *Teori Perbaikan Citra Digital*. Yogyakarta : Teknik Informatika  
 Rahmat Priyanto, 2009, *Mengenal Visual Basic.Net 2008*. Yogyakarta Penerbit Andi  
 Santi, 2010. *Pengolahan Citra*. Yogyakarta: Teknik Infomatika  
 T. Sutoyo dkk, 2009. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Penerbit Andi.

## IMPLEMENTASI ALGORITMA *ADVANCED ENCRYPTION STANDARD* (AES) DALAM MENGAMANKAN *FILE* CITRA DOKUMEN

<sup>1</sup>Riski Nurli Sihombin, <sup>2</sup>Yasir Hasan, M.Kom

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
Dosen Tetap STMIK Budi Darma Medan  
[noerlirisky@gmail.com](mailto:noerlirisky@gmail.com)

**Abstrak.** Berkas-berkas dokumen yang sengaja dibuat berformat citra digital seperti surat-surat digital pribadi yaitu KTP dan SIM sampai dokumen perusahaan atau milik Negara yang bersifat rahasia yang di-scan melalui perangkat Scanner dan biasanya citra dari dokumen ini memiliki otentikasi Watermark atau juga Steganografi. Watermark dan Steganografi memang sering digunakan tetapi citra digital yang tersebut masih dapat dilihat bahkan diubah, sehingga otentikasi kerahasiaannya tidak tepat. Agar citra dokumen tidak dapat dimanipulasi dengan perangkat lunak pengolah gambar yang mana bentuk pemalsuan tersebut tetap bisa dilakukan jika gambar masih bisa dilihat, maka diperlukan keamanan yang diharapkan dapat mengunci gambar tersebut agar tidak dapat dilihat atau diedit. Pengamanan data citra digital dokumen yang berasal dari hasil scan dengan algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES). Hal ini dilakukan agar citra tersebut tidak dapat dilihat walaupun format file citra tersebut berformat umumnya citra digital.

**Kata Kunci :** Citra, Dokumen, Kriptografi, AES.

### PENDAHULUAN

Citra digital (*image*) adalah gambar dua dimensi yang dapat ditampilkan pada layar monitor komputer. Gambar dua dimensi ini memiliki beberapa tipe format *file* seperti BMP, JPEG, PNG, GIF dan banyak lainnya. Citra digital saat ini digunakan bukan saja berisi gambar yang artistik tapi juga berkas-berkas dokumen yang sengaja dibuat berformat citra digital seperti surat-surat digital pribadi yaitu KTP dan SIM sampai dokumen perusahaan atau milik Negara yang bersifat rahasia yang di-scan melalui perangkat *Scanner* dan biasanya citra dari dokumen ini memiliki otentikasi *Watermark* atau juga Steganografi. *Watermark* dan Steganografi memang sering digunakan tetapi citra digital yang tersebut masih dapat dilihat bahkan diubah, sehingga otentikasi kerahasiaannya tidak tepat. Agar citra dokumen tidak dapat dimanipulasi dengan perangkat lunak pengolah gambar yang mana bentuk pemalsuan tersebut tetap bisa dilakukan jika gambar masih bisa dilihat, maka diperlukan keamanan yang diharapkan dapat mengunci gambar tersebut agar tidak dapat dilihat atau diedit.

Banyak sekali jenis algoritma kriptografi, diantaranya adalah algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES). AES dipublikasikan oleh NIST (*National Institute of Standard and Technology*) pada tahun 2001 yang digunakan untuk menggantikan algoritma DES yang semakin lama semakin mudah untuk dibobol. AES diperoleh dari hasil kompetisi yang diadakan NIST tahun 1997 (Rifkie Primartha, 2013). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui proses enkripsi dan dekripsi algoritma AES serta menerapkan algoritma AES untuk enkripsi dan dekripsi *file* citra dokumen.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan meliputi buku, majalah, prosiding ataupun jurnal sebagai bahan referensi dari penelitian. Objek penelitian yang digunakan adalah citra. Untuk mengamankan citra menggunakan metode *Advanced Encryption Standard* (AES)

#### Metode

##### ***Advanced Encryption Standard* (AES)**

*Advanced Encryption Standard* (AES) dikatakan sebagai pengganti *Data Encryption Standard* (DES) dalam buku Rinaldi Munir dikatakan DES mungkin akan berakhir masa penggunaannya sebagai standard enkripsi kriptografi simetri. DES dianggap sudah tidak aman lagi karena dengan perangkat keras khusus kuncinya bisa ditemukan dalam beberapa hari. *National Institute of Standards and Technology* (NIST), sebagai agensi Departemen Perdagangan AS mengusulkan kepada Pemerintah Federal AS untuk sebuah standard kriptografi kriptografi yang baru. Untuk menghindari kontroversi mengenai standard yang baru tersebut, sebagaimana pada pembuatan DES (NSA sering dicurigai mempunyai “pintu belakang” untuk mengungkap cipherteks yang dihasilkan oleh DES tanpa mengetahui kunci), maka NIST mengadakan sayembara terbuka untuk membuat standard algoritma kriptografi yang baru sebagai pengganti DES. Standard tersebut kelak diberi nama *Advanced Encryption Standard* (AES).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Enkripsi Berdasarkan Metode *Advanced Encryption Standard* (AES).** Proses enkripsi berdasarkan *Advanced Encryption Standard* (AES) memiliki tiga tahapan antara lain :

1. *AddRoundKey*
2. Putaran sebanyak Nr – 1 kali : 9 Round  
*SubBytes, ShiftRows, MixColumns, AddRoundKey*
3. *Final round* : 1 Round  
*SubBytes, ShiftRows, AddRoundKey*

*AddRoundKey* ke 0

Sebelum melakukan XOR antara state awal (plainteks) dengan Kunci untuk *initial round*: Berikutnya pembuatan bujursangkar/matrik 4x4 plainteks dan kunci. Matrik plainteks disiapkan untuk proses enkripsi sedangkan matrik kunci untuk *schedule key*.

Plainteks : FF D8 FF E0 00 10 4A 46 49 46 00 01 01 01 00 60

Kunci : 31 32 32 33 30 33 32 34 30 35 39 32 30 30 30 32

**Tabel. 1** Bujursangkar 4x4 Plainteks dan 4x4 Kunci

|                           |    |    |    |    |
|---------------------------|----|----|----|----|
| Plainteks<br>(State Awal) | FF | 00 | 49 | 01 |
|                           | D8 | 10 | 46 | 46 |
|                           | FF | 4A | 00 | 00 |
|                           | E0 | 46 | 00 | 60 |
| Kunci                     | 31 | 30 | 30 | 30 |
|                           | 32 | 33 | 35 | 30 |
|                           | 32 | 32 | 39 | 30 |
|                           | 33 | 34 | 32 | 32 |

**Tabel 2.** Tabel x Xor y Hexadecimal

|   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
| 1 | 1 | 0 | 3 | 2 | 5 | 4 | 7 | 6 | 9 | 8 | B | A | D | C | F | E |
| 2 | 2 | 3 | 0 | 1 | 6 | 7 | 4 | 5 | A | B | 8 | 9 | E | F | C | D |
| 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 7 | 6 | 5 | 4 | B | A | 9 | 8 | F | E | D | C |
| 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 0 | 1 | 2 | 3 | C | D | E | F | 8 | 9 | A | B |
| 5 | 5 | 4 | 7 | 6 | 1 | 0 | 3 | 2 | D | C | F | E | 9 | 8 | B | A |
| 6 | 6 | 7 | 4 | 5 | 2 | 3 | 0 | 1 | E | F | C | D | A | B | 8 | 9 |
| 7 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | F | E | D | C | B | A | 9 | 8 |
| 8 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 9 | 9 | 8 | B | A | D | C | F | E | 1 | 0 | 3 | 2 | 5 | 4 | 7 | 6 |
| A | A | B | 8 | 9 | E | F | C | D | 2 | 3 | 0 | 1 | 6 | 7 | 4 | 5 |
| B | B | A | 9 | 8 | F | E | D | C | 3 | 2 | 1 | 0 | 7 | 6 | 5 | 4 |
| C | C | D | E | F | 8 | 9 | A | B | 4 | 5 | 6 | 7 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| D | D | C | F | E | 9 | 8 | B | A | 5 | 4 | 7 | 6 | 1 | 0 | 3 | 2 |
| E | E | F | C | D | A | B | 8 | 9 | 6 | 7 | 4 | 5 | 2 | 3 | 0 | 1 |
| F | F | E | D | C | B | A | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |

Menggunakan tabel XOR untuk plainteks/state awal 0,0 yaitu FF di-XOR dengan kunci 31.

FF

31

---- XOR

CE

Untuk hasil XOR plainteks dengan kunci dapat dilihat pada tabel 3.4 di bawah ini.

**Tabel 3.** Hasil XOR tabel *InitialRound/AddRoundKey*

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| CE | 30 | 79 | 31 |
| EA | 23 | 73 | 76 |
| CD | 78 | 39 | 30 |

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| D3 | 72 | 32 | 52 |
|----|----|----|----|

**SubBytes Round Ke 1**

Tahapan SubBytes adalah mentransformasikan pemetaan setiap byte dari matrik *array state* dengan menggunakan *Substitution Box* (S-Box) AES. Di bawah ini bentuk tabel S-Box yang merupakan standar AES.

**Tabel 4.** *Substitution Box* (S-Box) AES

| S-BOX AES |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| (XY)      | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | A  | B  | C  | D  | E  | F  |
| 00        | 63 | 7C | 77 | 7B | F2 | 6B | 6F | C5 | 30 | 01 | 67 | 2B | FE | D7 | AB | 76 |
| 10        | CA | 82 | C9 | 7D | FA | 59 | 47 | F0 | AD | D4 | A2 | AF | 9C | A4 | 72 | C0 |
| 20        | B7 | FD | 93 | 26 | 36 | 3F | F7 | CC | 34 | A5 | E5 | F1 | 71 | D8 | 31 | 15 |
| 30        | 04 | C7 | 23 | C3 | 18 | 96 | 05 | 9A | 07 | 12 | 80 | E2 | EB | 27 | B2 | 75 |
| 40        | 09 | 83 | 2C | 1A | 1B | 6E | 5A | A0 | 52 | 3B | D6 | B3 | 29 | E3 | 2F | 84 |
| 50        | 53 | D1 | 00 | ED | 20 | FC | B1 | 5B | 6A | CB | BE | 39 | 4A | 4C | 58 | CF |
| 60        | D0 | EF | AA | FB | 43 | 4D | 33 | 85 | 45 | F6 | 02 | 7F | 50 | 3C | 9F | A8 |
| 70        | 51 | A3 | 40 | 8F | 92 | 9D | 38 | F5 | BC | B6 | DA | 21 | 10 | FF | F3 | D2 |
| 80        | CD | 0C | 13 | EC | 5F | 97 | 44 | 17 | C4 | A7 | 7E | 3D | 64 | 5D | 19 | 73 |
| 90        | 60 | 81 | 4F | DC | 22 | 2A | 90 | 88 | 46 | EE | B8 | 14 | DE | 5E | 0B | DB |
| A0        | E0 | 32 | 3A | 0A | 49 | 06 | 24 | 5C | C2 | D3 | AC | 62 | 91 | 95 | E4 | 79 |
| B0        | E7 | C8 | 37 | 6D | 8D | D5 | 4E | A9 | 6C | 56 | F4 | EA | 65 | 7A | AE | 08 |
| C0        | BA | 78 | 25 | 2E | 1C | A6 | B4 | C6 | E8 | DD | 74 | 1F | 4B | BD | 8B | 8A |
| D0        | 70 | 3E | B5 | 66 | 48 | 03 | F6 | 0E | 61 | 35 | 57 | B9 | 86 | C1 | 1D | 9E |
| E0        | E1 | F8 | 98 | 11 | 69 | D9 | 8E | 94 | 9B | 1E | 87 | E9 | CE | 55 | 28 | DF |
| F0        | 8C | A1 | 89 | 0D | BF | E6 | 42 | 68 | 41 | 99 | 2D | 0F | B0 | 54 | BB | 16 |

Cara substitusi State dengan S-Box, pada data heksa *state* AddRoundkey yaitu CE maka dikatakan  $S[0,0] = xy$ , yaitu  $S[C,E]=xy$ .  $xy$  adalah sel dari baris dan kolom dari C,E. menggunakan tabel S-Box didapatkan heksa 16, maka :  $S[C,E]=8B$ . Untuk hasil substitusi *state* dengan S-Box dapat dilihat pada tabel 5 di bawah.

**Tabel 5.** Matrik Hasil Substitusi State Dengan S-Box AES

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 8B | 04 | B6 | C7 |
| 87 | 26 | 8F | 38 |
| BD | BC | 12 | 04 |
| 66 | 40 | 23 | 00 |

**ShiftRows Round Ke 1**

Tahapan *ShiftRows* adalah merotasi setiap baris pada state dengan ketentuan baris ke 1 dirotasi 0 byte, baris ke 2 dirotasi 1 byte, baris ke 3 dirotasi 2 byte, dan baris ke 4 dirotasi 3 byte.

|    |    |    |    |                   |    |    |    |    |
|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|
| 8B | 04 | B6 | C7 | < Rotasi 0 byte > | 8B | 04 | B6 | C7 |
| 87 | 26 | 8F | 38 | < Rotasi 1 byte > | 26 | 8F | 38 | 87 |
| BD | BC | 12 | 04 | < Rotasi 2 byte > | 12 | 04 | BD | BC |
| 66 | 40 | 23 | 00 | < Rotasi 3 byte > | 00 | 66 | 40 | 23 |

**MixColumns Round Ke 1**

Tahapan *MixColumns* adalah mengalikan setiap kolom dari *array state* dengan polinom  $a(x) \text{ mod } (x^4 + 1)$ . Setiap kolom diperlakukan sebagai polinom 4-suku pada  $GF(2^8)$  dalam Galois Field.  $a(x)$  yang ditetapkan adalah:  $a(x) = \{03\}x^3 + \{01\}x^2 + \{01\}x + \{02\}$  dengan operasi yang dilakukan dengan perkalian matrik  $s'(x) = a(x) \sim s(x)$

$$\begin{bmatrix} s'_{0,c} \\ s'_{1,c} \\ s'_{2,c} \\ s'_{3,c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 02 & 03 & 01 & 01 \\ 01 & 02 & 03 & 01 \\ 01 & 01 & 02 & 03 \\ 03 & 01 & 01 & 02 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_{0,c} \\ s_{1,c} \\ s_{2,c} \\ s_{3,c} \end{bmatrix}$$

Dengan demikian semua bilangan dikonversi ke biner dan setiap bilangan dikalikan dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Setiap dikali 01 tidak mengalami perubahan
2. Setiap dikali 02 bilangan biner yang dikali disisip 0 pada bit biner paling kanan dan jika melebihi 256 atau 8 bit, maka bit tersebut di-XOR dengan 11B atau 100011011.

3. Setiap dikali 03 maka deret bit awal digeser ke kiri atau disisip 0, hasil penggeseran di-XOR dengan bit awal, dan jika melebihi 256 atau 8 bit, maka bit tersebut di-XOR dengan 11B atau 100011011.

Bentuk pengerjaan MixColoumns seperti Berikut :

$$\begin{bmatrix} 8B \\ 26 \\ 12 \\ 00 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 02 & 03 & 01 & 01 \\ 01 & 02 & 03 & 01 \\ 01 & 01 & 02 & 03 \\ 03 & 01 & 01 & 02 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S'0, C \\ S'1, C \\ S'2, C \\ S'3, C \end{bmatrix}$$

**Tabel 6.** Hasil Konversi Heksadesimal kolom State ke Biner

| Heksa | Biner    |
|-------|----------|
| 8B    | 10001011 |
| 26    | 00100110 |
| 12    | 00010010 |
| 00    | 00000000 |

$$S'_{0,C} = (8B*02) \oplus (26*03) \oplus (12*01) \oplus (00*01)$$

$$S'_{0,C} = (10001011*02) \oplus (00100110*03) \oplus (00010010*01) \oplus (00000000*01)$$

$$\begin{aligned} \rightarrow (10001011*02) \rightarrow & 100010110 && \text{'nilai ini di-XOR dengan 11B} \\ 11B = & 100011011 && \\ \text{XOR} & \text{-----} && \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (10001011*02) = & 000001101 && \text{atau ditulis 1101} \\ \rightarrow (00100110*03) \rightarrow & 01001100 && \text{'nilai ini di-XOR dengan} \\ \text{Nilai State awal} = & 00100110 && \\ \text{XOR} & \text{-----} && \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 01101010 \\ (10000111*03) = & 01101010 && \text{atau ditulis 1101010} \\ \rightarrow (00010010*01) = & 00010010 && \text{atau ditulis 10010} \\ \rightarrow (00000000*01) = & 00000000 && \text{atau ditulis 0} \end{aligned}$$

$$S'_{0,C} = 1101 \oplus 1101010 \oplus 10010 \oplus 0$$

$$\begin{aligned} S'_{0,C} = & 1101 \\ & 1101010 \\ \text{-----} & \oplus \\ & 1100111 \\ & 10010 \\ \text{-----} & \oplus \\ & 1110101 \\ & 0 \\ \text{-----} & \oplus \\ & 1110101 \end{aligned}$$

$$S'_{0,C} = 75 \text{ Heksadesimal}$$

$$S'_{1,C} = (8B*01) \oplus (26*02) \oplus (12*03) \oplus (00*01)$$

$$S'_{1,C} = (10001011*01) \oplus (00100110*02) \oplus (00010010*03) \oplus (00000000*01)$$

$$\begin{aligned} \rightarrow (10001011*01) = & 10001011 \\ \rightarrow (00100110*02) \rightarrow & 01001100 && \text{atau ditulis 1001100} \\ \rightarrow (00010010*03) \rightarrow & 00100100 && \text{'nilai ini di-XOR dengan} \\ \text{Nilai State awal} = & 00010010 && \\ \text{XOR} & \text{-----} && \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (00010010*03) = & 00110110 && \text{atau ditulis 110110} \\ \rightarrow (00000000*01) = & 00000000 && \text{atau ditulis 0} \end{aligned}$$

$$S'_{1,C} = 10001011 \oplus 1001100 \oplus 110110 \oplus 0$$

$$\begin{aligned} S'_{1,C} = & 10001011 \\ & 1001100 \\ \text{-----} & \oplus \\ & 11000111 \\ & 110110 \\ \text{-----} & \oplus \\ & 11110001 \\ & 0 \\ \text{-----} & \oplus \\ & 11110001 \end{aligned}$$

$$S'_{1,C} = F1 \text{ Heksadesimal}$$

$$S'_{2,C} = (8B*01) \oplus (26*01) \oplus (12*02) \oplus (00*03)$$

$$S'_{2,C} = (10001011 * 01) \oplus (00100110 * 01) \oplus (00010010 * 02) \oplus (00000000 * 03)$$

$\rightarrow (10001011 * 01) = 10001011$   
 $\rightarrow (00100110 * 01) \rightarrow 00100110$  atau ditulis 100110  
 $\rightarrow (00010010 * 02) \rightarrow 00100100$  atau ditulis 100100  
 $\rightarrow (00000000 * 03) = 00000000$  tetap 0 dan ditulis 0

$$S'_{2,C} = 10001011 \oplus 100110 \oplus 100100 \oplus 0$$

$$S'_{2,C} = \begin{array}{r} 10001011 \\ 100110 \\ \hline 10101101 \\ 100100 \\ \hline 10001001 \\ 0 \\ \hline 10001001 \end{array}$$

$S'_{2,C} = 89$  Heksadesimal

$$S'_{3,C} = (8B * 03) \oplus (26 * 01) \oplus (12 * 01) \oplus (00 * 02)$$

$$S'_{3,C} = (10001011 * 03) \oplus (00100110 * 01) \oplus (00010010 * 01) \oplus (00000000 * 02)$$

$\rightarrow (10001011 * 03) = 100010110$  nilai ini di-XOR dengan  
 Nilai State awal =  $10001011$   
 XOR -----  
 $(00010010 * 03) = 11001101$  nilai ini di-XOR dengan  
 $11B = 10001101$   
 XOR -----  
 $(00010010 * 03) = 010000110$  atau ditulis 10000110  
 $\rightarrow (00100110 * 01) = 00100110$  atau ditulis 100110  
  
 $\rightarrow (00010010 * 01) \rightarrow 0010010$  atau ditulis 10010  
 $\rightarrow (00000000 * 02) = 00000000$  tetap 0 dan ditulis 0

$$S'_{3,C} = 10000110 \oplus 100110 \oplus 10010 \oplus 0$$

$$S'_{3,C} = \begin{array}{r} 10000110 \\ 100110 \\ \hline 10100000 \\ 10010 \\ \hline 10110010 \\ 0 \\ \hline 10110010 \end{array}$$

$S'_{3,C} = B2$  Heksadesimal

Sehingga didapat hasilnya seperti di bawah ini

$$\begin{bmatrix} 8B \\ 26 \\ 12 \\ 00 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 02 & 03 & 01 & 01 \\ 01 & 02 & 03 & 01 \\ 01 & 01 & 02 & 03 \\ 03 & 01 & 01 & 02 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 75 \\ F1 \\ 89 \\ B2 \end{bmatrix}$$

Dan untuk hasil keseluruhan matrik 4 x 4 *MixColoumns* seperti di bawah ini :

**Tabel 7.** MixColoumns

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 75 | E0 | C2 | 98 |
| F1 | 6B | 5A | 2E |
| 89 | 29 | 2F | 46 |
| B2 | 4B | C4 | 2F |

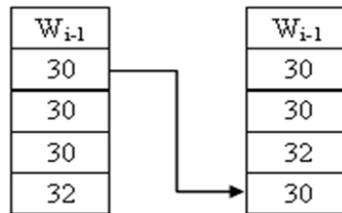
**Pembuatan Key Schedule**

Tahapan Pembuatan *Key Schedule* berguna untuk XOR *AddRoundKey* setiap *round* hingga *round* ke 16. Setiap setelah melakukan *MixColoumns* untuk setiap *Round* harus menggunakan kunci yang diolah untuk mengerjakan *AddRoundKey*. Maka sebelum mengerjakan *AddRoundKey Round* ke 1 penulis melakukan pengolahan Kunci terlebih dahulu. Pada tabel 3.8 matrik urutan kunci pembacaan dimulai dari urutan kolom paling kanan.

**Tabel 8.** Urutan Kunci

|           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $W_{i-4}$ | $W_{i-3}$ | $W_{i-2}$ | $W_{i-1}$ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 31 | 30 | 30 | 30 |
| 32 | 33 | 35 | 30 |
| 32 | 32 | 39 | 30 |
| 33 | 34 | 32 | 32 |



Pada gambar di atas posisi pada baris 1 dari  $W_{i-1}$  bernilai 30 di rotasi 1 ke atas atau dipindahkan ke paling bawah. Berikutnya hasil rotasi disubstitusi menggunakan tabel S-BOX dan hasil substitusi dapat dilihat pada tabel 3.9.

**Tabel 3.9** Substitusi  $W_{i-1}$

| $W_{i-1}$ | Sel S-Box |
|-----------|-----------|
| 30        | 04        |
| 30        | 04        |
| 30        | 04        |
| 32        | 23        |

Setelah mendapatkan hasil substitusi maka berikut mendapatkan nilai matrik  $W_1$  dengan cara melakukan XOR Substitusi  $W_{i-1}$ ,  $W_{i-4}$ , dengan Rcon. Untuk tersebut penulis mempersiapkan tabel Rcon adalah *Round Constant*. Tabel Rcon dapat dilihat pada tabel 3.10.

**Tabel 9.** Round Constant (Rcon) AES

| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 01 | 02 | 04 | 08 | 10 | 20 | 40 | 80 | 1B | 36 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |

Dari tabel Rcon dapat dilakukan XOR Substitusi  $W_{i-1}$ ,  $W_{i-4}$ , dengan Rcon. Seperti dilihat pada gambar di bawah ini.

**Tabel 10.** Hasil XOR  $W_1$

| $W_{i-4}$ | Sel S-Box $W_{i-1}$ | Rcon 1 | Hasil $W_1$ |
|-----------|---------------------|--------|-------------|
| 31        | 04                  | 01     | 34          |
| 32        | 04                  | 00     | 36          |
| 32        | 04                  | 00     | 11          |
| 33        | 23                  | 00     | 37          |

Hasil  $W_1$  pada tabel 10 akan digunakan untuk pembuatan urutan kunci berikutnya. Pembuatan kolom kunci akan melakukan pergeseran dari setiap hasil untuk mendapatkan  $W_1$ .

**Tabel 11.** Penempatan Hasil Kunci  $W_1$

| $W_{i-4}$ | $W_{i-3}$ | $W_{i-2}$ | $W_{i-1}$ | Hasil $W_1$ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| 31        | 30        | 30        | 30        | 34          |
| 32        | 33        | 35        | 30        | 36          |
| 32        | 32        | 39        | 30        | 11          |
| 33        | 34        | 32        | 32        | 37          |

**Tabel 12.** Pergeseran Kunci  $W_{i-1}$ ,  $W_{i-2}$ ,  $W_{i-3}$ , dan  $W_{i-4}$

|    | $W_{i-4}$ | $W_{i-3}$ | $W_{i-2}$ | $W_{i-1}$ | $W_1$            |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| 31 | 30        | 30        | 30        | 34        | Nilai $W_{1(1)}$ |
| 32 | 33        | 35        | 30        | 36        | Nilai $W_{1(2)}$ |
| 32 | 32        | 39        | 30        | 11        | Nilai $W_{1(3)}$ |
| 33 | 34        | 32        | 32        | 37        | Nilai $W_{1(4)}$ |

Pergeseran pada tabel 12  $W_{i-1}$ ,  $W_{i-2}$ ,  $W_{i-3}$ , dan  $W_{i-4}$  untuk mencari  $W_1$  yang mana XOR dilakukan hanya  $W_{i-1}$  dengan  $W_{i-4}$  setiap pergeseran hingga *round* ke 10. Untuk setiap awal *round* lakukan rotasi baris pertama  $W_{i-1}$  dan XOR Substitusi  $W_{i-1}$ ,  $W_{i-4}$  dengan kolom setiap kolom Rcon . Disini hasil pergeseran kunci langsung penulis buat dan akan digunakan untuk *AddRoundkey* setiap *round* hingga *round* ke 10.

**Tabel 13.** Pergeseran Kunci Round ke 1 hingga ke 4

| Key Schedule R1 | Key Schedule R2 | Key Schedule R3 | Key Schedule R4 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 34 | 04 | 34 | 04 | 55 | 51 | 65 | 61 | DF | 8E | EB | 8A | BA | 34 | DF | 55 |
| 36 | 05 | 30 | 00 | D3 | D6 | E6 | E6 | 65 | B3 | 55 | B3 | 2B | 98 | CD | 7E |
| 11 | 23 | 1A | 2A | 6A | 49 | 53 | 79 | D5 | 9C | CF | B6 | 0A | 96 | 59 | EF |
| 37 | 03 | 31 | 03 | C5 | C6 | F7 | F4 | 2A | EC | 1B | EF | 54 | B8 | A3 | 4C |

**Tabel 14.** Sambungan Pergeseran Kunci Round ke 5 hingga ke 8

| Key Schedule R5 |    |    |    | Key Schedule R6 |    |    |    | Key Schedule R7 |    |    |    | Key Schedule R8 |    |    |    |
|-----------------|----|----|----|-----------------|----|----|----|-----------------|----|----|----|-----------------|----|----|----|
| 59              | 6D | B2 | E7 | E7              | 8A | 38 | DF | F9              | 73 | 4B | 94 | D6              | A5 | EE | 7A |
| F4              | 6C | A1 | DF | 8F              | E3 | 42 | 9D | 27              | C4 | 86 | 1B | 14              | Do | 56 | 4D |
| 23              | B5 | EC | 03 | 35              | 80 | 6C | 6F | E5              | 65 | 09 | 66 | 46              | 23 | 2A | 4C |
| A8              | 10 | B3 | FF | 3C              | 2C | 9F | 60 | A2              | 8E | 11 | 71 | 80              | 0E | 1F | 6E |

**Tabel 15.** Sambungan Pergeseran Kunci Round ke 9 hingga ke 10

| Key Schedule R9 |    |    |    | Key Schedule R10 |    |    |    |
|-----------------|----|----|----|------------------|----|----|----|
| 2E              | 8B | 65 | 1F | 5A               | D1 | B4 | AB |
| 3D              | ED | BB | F6 | E3               | 0E | B5 | 43 |
| D9              | FA | Do | 9C | E6               | 1C | CC | 50 |
| 5A              | 54 | 4B | 25 | 9A               | CE | 85 | A0 |

*AddRoundKey Round Ke 1*

Setelah *Key Schedule* didapatkan, maka tahapan berikutnya adalah melanjutkan *AddRoundKey* pada *round* ke 1. Hasil *MixColumns* kolom 1 (MC11) pada *round* ke 1 di-XOR dengan *Key Schedule* kolom 1 *round* ke 1 (KS11). Sedangkan hasil XOR keseluruhan *AddRoundKey Round Ke 1* dapat dilihat pada tabel 3.18.

**Tabel 16.** Hasil XOR MC11 dengan KS11

| MC1 | KS1 | Hasil |
|-----|-----|-------|
| 75  | 34  | 41    |
| F1  | 36  | C7    |
| 89  | 11  | 98    |
| B2  | 37  | 85    |

**Tabel 16.** *AddRoundKey Round Ke 1*

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 41 | E4 | F6 | 9C |
| C7 | 6E | 6A | 2E |
| 98 | 0A | 35 | 6C |
| 85 | 48 | F5 | 2C |

*Hasil Round Ke 1 Hingga Round 9*

Penulis menggunakan alat bantu perangkat lunak Microsoft Excel dalam mengerjakan tahapan *SubBytes*, *ShiftRows*, *MixColumns*, dan *AddRoundKey* untuk setiap *round*. Berikut hasil *SubBytes*, *ShiftRows*, *MixColumns*, dan *AddRoundKey* setiap *round* pada tabel-tabel di bawah ini.

**Tabel 17.** Hasil Round Ke 1

| SubBytes |    |    |    | ShiftRows |    |    |    | MixColumns |    |    |    | AddRoundKey |    |    |    |
|----------|----|----|----|-----------|----|----|----|------------|----|----|----|-------------|----|----|----|
| 8B       | 04 | B6 | C7 | 8B        | 04 | B6 | C7 | 75         | E0 | C2 | 98 | 41          | E4 | F6 | 9C |
| 87       | 26 | 8F | 38 | 26        | 8F | 38 | 87 | F1         | 6B | 5A | 2E | C7          | 6E | 6A | 2E |
| BD       | BC | 12 | 04 | 12        | 04 | BD | BC | 89         | 29 | 2F | 46 | 98          | 0A | 35 | 6C |
| 66       | 40 | 23 | 00 | 00        | 66 | 40 | 23 | B2         | 4B | C4 | 2F | 85          | 48 | F5 | 2C |

**Tabel 18.** Hasil Round Ke 2

| SubBytes |    |    |    | ShiftRows |    |    |    | MixColumns |    |    |    | AddRoundKey |    |    |    |
|----------|----|----|----|-----------|----|----|----|------------|----|----|----|-------------|----|----|----|
| 83       | 69 | 42 | DE | 83        | 69 | 42 | DE | 40         | 13 | C3 | 77 | 15          | 42 | A6 | 16 |
| C6       | 9F | 02 | 31 | 9F        | 02 | 31 | C6 | 76         | 0A | B8 | 06 | A5          | DC | 5E | E0 |
| 46       | 67 | 96 | 50 | 96        | 50 | 46 | 67 | B8         | 69 | 09 | E7 | D2          | 20 | 5A | 9E |
| 97       | 52 | E6 | 71 | 71        | 97 | 52 | E6 | 75         | DC | 15 | 0F | B0          | 1A | E2 | FB |

**Tabel 19.** Hasil Round Ke 3

| SubBytes |    |    |    | ShiftRows |    |    |    | MixColumns |    |    |    | AddRoundKey |    |    |    |
|----------|----|----|----|-----------|----|----|----|------------|----|----|----|-------------|----|----|----|
| 59       | 2C | 24 | 47 | 59        | 2C | 24 | 47 | 92         | 5C | 67 | AB | 4D          | D2 | 8C | 21 |
| 06       | 86 | 58 | E1 | 86        | 58 | E1 | 06 | 98         | 66 | 9B | 11 | FD          | D5 | CE | A2 |
| B5       | B7 | BE | 0B | BE        | 0B | B5 | B7 | A9         | 50 | 49 | 87 | 7C          | CC | 86 | 31 |
| E7       | A2 | 98 | 0F | 0F        | E7 | A2 | 98 | CD         | F2 | 67 | 53 | E7          | 1E | 7C | BC |

**Tabel 20.** Hasil Round Ke 4

| SubBytes |    |    |    | ShiftRows |    |    |    | MixColumns |    |    |    | AddRoundKey |    |    |    |
|----------|----|----|----|-----------|----|----|----|------------|----|----|----|-------------|----|----|----|
| E3       | B5 | 64 | FD | E3        | B5 | 64 | FD | F9         | A4 | E4 | 46 | 43          | 90 | 3B | 13 |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 54 | 03 | 8B | 3A | 03 | 8B | 3A | 54 | 4C | 7E | 52 | 98 | 67 | E6 | 9F | E6 |
| 10 | 4B | 44 | C7 | 44 | C7 | 10 | 4B | C7 | 0C | E8 | 0F | CD | 9A | B1 | E0 |
| 94 | 72 | 10 | 65 | 65 | 94 | 72 | 10 | B3 | BB | 62 | 23 | E7 | 03 | C1 | 6F |

**Tabel 21.** Hasil Round Ke 5

| SubBytes |    |    |    | ShiftRows |    |    |    | MixColumns |    |    |    | AddRoundKey |    |    |    |
|----------|----|----|----|-----------|----|----|----|------------|----|----|----|-------------|----|----|----|
| 1A       | 60 | E2 | 7D | 1A        | 60 | E2 | 7D | DD         | C3 | 90 | AE | 84          | AE | 22 | 49 |
| 85       | 8E | DB | 8E | 8E        | DB | 8E | 85 | F6         | 61 | 42 | C7 | 02          | 0D | E3 | 18 |
| BD       | B8 | C8 | E1 | C8        | E1 | BD | B8 | FC         | C5 | 80 | 1B | DF          | 70 | 6C | 18 |
| 94       | 7B | 78 | A8 | A8        | 94 | 7B | 78 | 23         | A9 | F8 | 4A | 8B          | B9 | 4B | B5 |

**Tabel 22.** Hasil Round Ke 6

| SubBytes |    |    |    | ShiftRows |    |    |    | MixColumns |    |    |    | AddRoundKey |    |    |    |
|----------|----|----|----|-----------|----|----|----|------------|----|----|----|-------------|----|----|----|
| 5F       | E4 | 93 | 3B | 5F        | E4 | 93 | 3B | 59         | 70 | 19 | 0D | BE          | FA | 21 | D2 |
| 77       | D7 | 11 | AD | D7        | 11 | AD | 77 | CF         | 17 | 3D | 95 | 40          | F4 | 7F | 08 |
| 9E       | 51 | 50 | AD | 50        | AD | 9E | 51 | 4C         | F3 | E3 | 20 | 79          | 73 | 8F | 4F |
| 3D       | 56 | B3 | D5 | D5        | 3D | 56 | B3 | D7         | F1 | 31 | 16 | EB          | DD | AE | 76 |

**Tabel 23.** Hasil Round Ke 7

| SubBytes |    |    |    | ShiftRows |    |    |    | MixColumns |    |    |    | AddRoundKey |    |    |    |
|----------|----|----|----|-----------|----|----|----|------------|----|----|----|-------------|----|----|----|
| AE       | 2D | FD | B5 | AE        | 2D | FD | B5 | D6         | 5A | C6 | 01 | 2F          | 29 | 8D | 95 |
| 09       | BF | D2 | 30 | BF        | D2 | 30 | 09 | 66         | EC | 9D | C9 | 41          | 28 | 1B | D2 |
| B6       | 8F | 73 | 84 | 73        | 84 | B6 | 8F | BF         | CC | E2 | 8E | 5A          | A9 | EB | E8 |
| E9       | C1 | E4 | 38 | 38        | E9 | C1 | E4 | 55         | E8 | 03 | 91 | F7          | 66 | 12 | E0 |

**Tabel 24.** Hasil Round Ke 8

| SubBytes |    |    |    | ShiftRows |    |    |    | MixColumns |    |    |    | AddRoundKey |    |    |    |
|----------|----|----|----|-----------|----|----|----|------------|----|----|----|-------------|----|----|----|
| 15       | A5 | 5D | 2A | 15        | A5 | 5D | 2A | 7E         | 48 | F3 | Do | A8          | ED | 1D | AA |
| 83       | 34 | AF | B5 | 34        | AF | B5 | 83 | BC         | 3E | C6 | 90 | A8          | EE | 90 | DD |
| BE       | D3 | E9 | 9B | E9        | 9B | BE | D3 | Do         | 9F | DA | 54 | 96          | BC | Fo | 18 |
| 68       | 33 | C9 | E1 | E1        | 68 | 33 | C9 | 3B         | 10 | 8A | A7 | BB          | 1E | 95 | C9 |

**Tabel 25.** Hasil Round Ke 9

| SubBytes |    |    |    | ShiftRows |    |    |    | MixColumns |    |    |    | AddRoundKey |    |    |    |
|----------|----|----|----|-----------|----|----|----|------------|----|----|----|-------------|----|----|----|
| C2       | 55 | A4 | AC | C2        | 55 | A4 | AC | B6         | 4D | E9 | 51 | 98          | C6 | 8C | 4E |
| C2       | 28 | 60 | C1 | 28        | 60 | C1 | C2 | Co         | 93 | E4 | B6 | FD          | 7E | 5F | 40 |
| 90       | 65 | 8C | AD | 8C        | AD | 90 | 65 | 95         | 51 | C8 | DA | 4C          | AB | 18 | 46 |
| EA       | 72 | 2A | DD | DD        | EA | 72 | 2A | 58         | FD | 42 | 1C | 02          | A9 | 09 | 39 |

**Final Round**

Tahapan pada final round hampir sama dengan tahapan round sebelumnya. Hanya saja pada Final Round tidak melakukan MixColoumns. Jadi setelah melakukan SubBytes, ShiftRows, langsung membentuk AddRoundKey. AddRoundKey pada final round ini yang dijadikan cipherteks pada algoritma AES.

**Tabel 26.** Hasil Final Round

| SubBytes |    |    |    | ShiftRows |    |    |    | AddRoundKey |    |    |    |
|----------|----|----|----|-----------|----|----|----|-------------|----|----|----|
| 46       | B4 | 64 | 2F | 46        | B4 | 64 | 2F | 1C          | 65 | Do | 84 |
| 54       | F3 | CF | 09 | F3        | CF | 09 | 54 | 10          | C1 | BC | 17 |
| 29       | 62 | AD | 5A | AD        | 5A | 29 | 62 | 4B          | 46 | E5 | 32 |
| 77       | D3 | 01 | 12 | 12        | 77 | D3 | 01 | 88          | B9 | 56 | A1 |

Pada tabel 26 di atas hasil untuk AddRoundKey adalah cipherteks yang ditulis untuk urutannya perkolom dari kolom ke 1 hingga ke 4. Demikian enkripsi dengan AES untuk :

Plainteks : FF D8 FF E0 00 10 4A 46 49 46 00 01 01 01 00 60

Kunci : 31 32 32 33 30 33 32 34 30 35 39 32 30 30 30 32

Cipherteks : 1C 10 46 88 65 C1 46 B9 Do BC E5 56 84 17 32 A1

**Tabel 27.** Hasil Enkripsi AES (Cipherteks)

| Plainteks |    |    |    | Kunci |    |    |    | Cipherteks |    |    |    |
|-----------|----|----|----|-------|----|----|----|------------|----|----|----|
| FF        | 00 | 49 | 01 | 31    | 30 | 30 | 30 | 1C         | 65 | Do | 84 |
| D8        | 10 | 46 | 46 | 32    | 33 | 35 | 30 | 10         | C1 | BC | 17 |
| FF        | 4A | 00 | 00 | 32    | 32 | 39 | 30 | 4B         | 46 | E5 | 32 |
| E0        | 46 | 00 | 60 | 33    | 34 | 32 | 32 | 88         | B9 | 56 | A1 |

**Proses Dekripsi Berdasarkan AES.** Tahapan Proses dekripsi sama dengan enkripsi. Pada dekripsi menggunakan *AddRoundKey*, *SubBytes*, *ShiftRows*, dan *MixColumns*. Proses pembentukan kunci untuk dekripsi yang digunakan sama untuk setiap round pada kunci enkripsi. Tiga tahapan yang sama dekripsi dengan enkripsi, yaitu :

1. *AddRoundKey*
2. Putaran sebanyak Nr – 1 kali : 9 Round  
*SubBytes, ShiftRows, MixColumns, AddRoundKey*
3. *Final round* : 1 Round  
*SubBytes, ShiftRows, AddRoundKey*

Proses dekripsi dapat juga dibuat dalam bentuk invers dari *AddRoundKey*, *SubBytes*, *ShiftRows*, dan *MixColumns*. Pernyataan ini memiliki arti cipherteks akan diolah dengan *AddRoundKey* Round 10 pada enkripsi yang mana *AddRoundKey* dekripsi round ke 1 tersebut inver dari *ShiftRows* pada enkripsi round ke 10.

Modal awal untuk melakukan dekripsi sama dengan enkripsi yaitu Pembentukan kunci. Tetapi penggunaan kunci pertama kali dilakukan dari *key schedule* ke 10. Berikut penulis sertakan tabel pergeseran kunci *key schedule* ke 1 hingga ke *key schedule* ke 10. Cara pembentukan kunci sama dengan cara sebelumnya.

Kunci : 31 32 32 33 30 33 32 34 30 35 39 32 30 30 30 32

Cipherteks : 1C 10 46 88 65 C1 46 B9 D0 BC E5 56 84 17 32 A1

**Tabel 28.** Kunci dan Pergeseran Kunci Round ke 1 hingga ke 3

| Kunci |    |    |    | Key Schedule R1 |    |    |    | Key Schedule R2 |    |    |    | Key Schedule R3 |    |    |    |
|-------|----|----|----|-----------------|----|----|----|-----------------|----|----|----|-----------------|----|----|----|
| 31    | 30 | 30 | 30 | 34              | 04 | 34 | 04 | 55              | 51 | 65 | 61 | DF              | 8E | EB | 8A |
| 32    | 33 | 35 | 30 | 36              | 05 | 30 | 00 | D3              | D6 | E6 | E6 | 65              | B3 | 55 | B3 |
| 32    | 32 | 39 | 30 | 11              | 23 | 1A | 2A | 6A              | 49 | 53 | 79 | D5              | 9C | CF | B6 |
| 33    | 34 | 32 | 32 | 37              | 03 | 31 | 03 | C5              | C6 | F7 | F4 | 2A              | EC | 1B | EF |

**Tabel 29.** Sambungan Pergeseran Kunci Round ke 4 hingga ke 7

| Key Schedule R4 |    |    |    | Key Schedule R5 |    |    |    | Key Schedule R6 |    |    |    | Key Schedule R7 |    |    |    |
|-----------------|----|----|----|-----------------|----|----|----|-----------------|----|----|----|-----------------|----|----|----|
| BA              | 34 | DF | 55 | 59              | 6D | B2 | E7 | E7              | 8A | 38 | DF | F9              | 73 | 4B | 94 |
| 2B              | 98 | CD | 7E | F4              | 6C | A1 | DF | 8F              | E3 | 42 | 9D | 27              | C4 | 86 | 1B |
| 0A              | 96 | 59 | EF | 23              | B5 | EC | 03 | 35              | 80 | 6C | 6F | E5              | 65 | 09 | 66 |
| 54              | B8 | A3 | 4C | A8              | 10 | B3 | FF | 3C              | 2C | 9F | 60 | A2              | 8E | 11 | 71 |

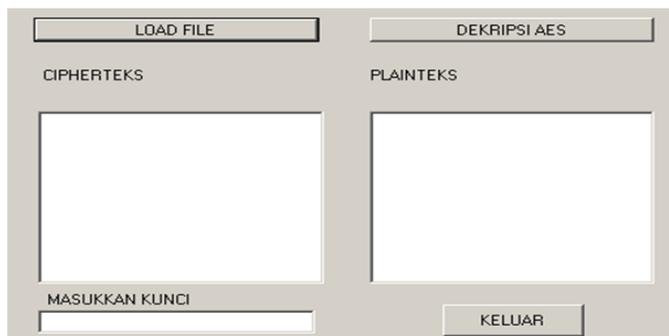
**Tabel 30.** Sambungan Pergeseran Kunci Round ke 8 hingga ke 10

| Key Schedule R8 |    |    |    | Key Schedule R9 |    |    |    | Key Schedule R10 |    |    |    |
|-----------------|----|----|----|-----------------|----|----|----|------------------|----|----|----|
| D6              | A5 | EE | 7A | 2E              | 8B | 65 | 1F | 5A               | D1 | B4 | AB |
| 14              | D0 | 56 | 4D | 3D              | ED | BB | F6 | E3               | 0E | B5 | 43 |
| 46              | 23 | 2A | 4C | D9              | FA | D0 | 9C | E6               | 1C | CC | 50 |
| 80              | 0E | 1F | 6E | 5A              | 54 | 4B | 25 | 9A               | CE | 85 | A0 |

**Hasil Pengujian.** Hasil Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja aplikasi yang telah dirancang. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Hasil Enkripsi Menggunakan AES



**Gambar 2.** Hasil Dekripsi Menggunakan AES

## KESIMPULAN

1. Enkripsi algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) dilakukan dengan mendapatkan nilai byte file plainteks dan kunci yang dibangkitkan yang memiliki 9 *round* dengan *AddRoundKey*, *SubBytes*, *ShiftRows*, *MixColumns* dan 1 *round* tanpa *mixcolumn*. Dalam proses setiap round terdapat penggunaan operator XOR ( $\oplus$ ). Sedangkan untuk dekripsi setiap round adalah kebalikan dari enkripsi yaitu *InvSubBytes*, *InvShiftRows*, *InvMixColumns*, *AddRoundKey*. Enkripsi dan dekripsi *Advanced Encryption Standard* (AES) menggunakan 1 *substitution box* (S-BOX).
2. Penerapan enkripsi dan dekripsi algoritma AES pada citra dokumen dengan cara mengambil nilai heksadesimal file citra dokumen sebagai plainteks ataupun cipherteks.
3. Perancangan aplikasi pengamanan File citra Dokumen Algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic 2008* karena ketersediaan *service AES provider* membantu dalam pengkodean program. Untuk perancangan antarmuka yang dibuat terdiri dari form menu utama, form enkripsi, form dekripsi, dan form about.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dony Ariyus, 2006. *Computer Security*, Andi, Yogyakarta.
- Drs. Suarga, M.Sc., M.Math., Ph.D., 2006. *Algoritma dan Pemrograman*, Andi, Yogyakarta.
- Emy Setyaningsih, S.Si., M.kom, 2015. *Kriptografi dan Implementasinya Menggunakan MATLAB*, Andi, Yogyakarta.
- Rahmat Priyanto, 2009. *Visual Basic.NET 2008*, Andi, Yogyakarta.
- Rinaldi Munir, 2006. *Kriptografi*, Informatika, Bandung.

## PENERAPAN ALGORITMA ARITHMETIC CODING DAN DMC PADA KOMPRESI FILE CITRA DIGITAL

Devi Dalna Yuzar

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
devidalnayuzar@gmail.com

**Abstrak.** Perkembangan teknologi informasi yang pesat telah menjadi peran yang sangat penting untuk pertukaran informasi yang cepat. Kecepatan pengiriman informasi dalam bentuk perpaduan teks, audio maupun pun citra secara nyata akan menjadi bagian utama dalam pertukaran informasi. Pada umumnya file citra digital memiliki ukuran (size) yang lebih besar dibandingkan dengan file teks, namun jika yang disimpan adalah hasil kompresinya maka memori yang dibutuhkan lebih sedikit. Cara ini melahirkan gagasan pengkodean file digital dengan rasio kompresi tinggi. Kompresi bertujuan meminimalkan kebutuhan memori untuk merepresentasikan sebuah file digital. Metode kompresi dapat diklasifikasikan kedalam dua kelompok besar yaitu metode *lossless* dan *lossy*. Metode *lossless* menghasilkan file kompresi dengan ukuran yang lebih kecil dari file aslinya. Kelemahan metode ini adalah file hasil kompresinya tidak dapat langsung dibuka tetapi harus dilakukan proses dekompresi terlebih dahulu. *Arithmetic coding* adalah suatu bagian dari *entropy encoding* yang mengkonversikan suatu data ke dalam bentuk data yang lain dengan lebih banyak bit karakter. Algoritma DMC (*Dynamic Markov Compression*) adalah algoritma kompresi *lossless* dikembangkan oleh Gordon Cormack dan Nigel Horspool. Algoritma ini menggunakan pengkodean aritmetika mirip dengan prediksi oleh pencocokan sebagian (*PPM*), kecuali bahwa input diperkirakan satu bit pada satu waktu (bukan dari satu byte pada suatu waktu).

**Kata Kunci :** Citra, Arithmetic coding, Algoritma DMC (*Dynamic Markov Compression*)

### PENDAHULUAN

Metode kompresi dapat di klasifikasikan ke dalam dua kelompok besar yaitu metode *lossless* dan *lossy*. Metode *lossless* menghasilkan file kompresi dengan ukuran yang lebih kecil dari file aslinya. Kelemahan metode ini adalah file hasil kompresinya tidak dapat langsung dibuka tetapi harus dilakukan proses dekompresi terlebih dahulu. Hasil dekompresi dengan metode ini menghasilkan file yang sama besar dengan file semula, di mana tidak ada data yang hilang akibat kompresi. Metode ini cocok untuk mengkompresi file yang mengandung informasi penting yang tidak boleh rusak akibat kompresi. Metode *lossy* menghasilkan file hasil kompresi lebih kecil dari file semula dan rasio kompresinya lebih tinggi dari pada metode *lossless*. Kelemahan metode ini adanya informasi yang hilang akibat kompresi, tetapi masih dapat ditolerir oleh penglihatan manusia. Metode ini cocok untuk mengkompresi file yang tidak mengharuskan adanya data yang hilang akibat kompresi. Prinsip umum yang digunakan pada proses kompresi *lossless* adalah mengurangi duplikasi data didalamnya sehingga memori yang dibutuhkan untuk merepresentasikannya menjadi lebih sedikit dari pada representasi semula. Metode *lossy* adalah dengan menghilangkan atau memodifikasi data sehingga ukuran *file* menjadi lebih kecil tanpa merubah representasi *file* secara visual.

Tujuan penelitian ini untuk menerapkan algoritma *arithmetic coding* dan DMC pada kompresi citra serta merancang aplikasi kompresi citra menggunakan *arithmetic coding* dan DMC.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan meliputi teori-teori yang diambil dari buku, makalah ataupun jurnal yang dapat digunakan sebagai referensi. Objek penelitian yang digunakan adalah citra berformat *bitmap* dan *png*. File yang dikompresi antara 1 sampai dengan 2 MB.

#### Metode

##### Arithmetic Coding

*Arithmetic coding* memiliki sejarah yang sangat penting karena pada saat itu algoritma ini sukses menggantikan *Huffman coding* selama 25 tahun. *Arithmetic coding* adalah suatu bagian dari *entropy encoding* yang mengkonversi suatu data ke dalam bentuk data yang lain dengan lebih sering menggunakan sedikit bit dan jarang menggunakan lebih banyak bit karakter. Teknik pengkodean ini memisahkan pesan masukan ke dalam simbol dan menukar masing-masing simbol dengan suatu *floating-point*. *arithmetic coding* mengkodekan seluruh pesan ke dalam suatu bilangan pecahan  $n$  di mana ( $0.0 = n < 1.0$ ).

Algoritma *arithmetic coding* melakukan penggantian satu deretan simbol input dengan sebuah bilangan *floating point*. Semakin panjang dan semakin kompleks pesan yang dikodekan, akan

semakin banyak bit yang diperlukan untuk keperluan tersebut. suatu urutan simbol ke dalam sebuah bilangan yang unik dengan interval (0,1) notasi (0,1) memiliki arti bahwa semua bilangan real dari 0 sampai 1, termasuk tetapi tidak termasuk 1 atau ditulis dengan  $0 = x < 1$ . Angka ini secara unik dapat dapat didekoding sehingga menghasilkan deretan simbol yang dipakai untuk menghasilkan angka tersebut. Satu hal yang perlu dicatat dari tabel ini adalah tiap karakter melingkupi *range* yang disebutkan, kecuali bilangan yang tinggi. Jadi, simbol “3e”, sesungguhnya mempunyai *range* mulai dari 0,8 sampai dengan 0,9999. Selanjutnya untuk melakukan proses encoding algoritma berikut dipakai.

1. Set low = 0,0 (kondisi awal)
2. Set high = 1.0 (kondisi awal)
3. While (simbol input masih ada) do
4. Ambil simbol input
5. CR = high – low
6. High = low + CR\*high\_range(simbol)
7. Low = low + CR\*low\_range(simbol)
8. End while
9. Cetak low

**Algoritma DMC**

Algoritma DMC merupakan teknik pemodelan yang didasarkan pada model *finite-state* (model Markov). DMC membuat probabilitas dari karakter biner berikutnya dengan menggunakan pemodelan finite-state, dengan model awal berupa mesin FSA dengan transisi 0/1 dan 1/1. DMC merupakan teknik kompresi yang adaptif, karena struktur mesin *finite-state* berubah seiring dengan pemrosesan file. Kemampuan kompresinya tergolong amat baik, meskipun waktu komputasi yang dibutuhkan lebih besar dibandingkan metode lain.

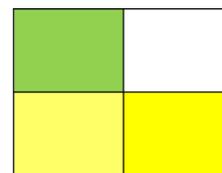
Pada DMC, simbol alfabet input diproses per bit, bukan per byte. Setiap output transisi menandakan berapa banyak simbol tersebut muncul. Penghitungan tersebut dipakai untuk memperkirakan probabilitas dari transisi. Pada Gambar 2.3, transisi yang keluar dari state 1 diberi label 0/5, artinya bit 0 di state 1 terjadi sebanyak 5 kali.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Kompresi Berdasarkan Arithmetic Coding.** Proses kompresi yang dilakukan berdasarkan algoritma *Arithmetic Coding* pada citra adalah misalkan pada citra berwarna dengan ukuran 2 x 2 piksel dapat dilihat pada gambar 3.3 akan di-encode maka diperoleh probabilitas untuk setiap piksel. Setelah probabilitas tiap piksel telah diketahui, tiap piksel akan diberikan range tertentu yang nilainya antara 0 dan 1, sesuai dengan probabilitas yang ada. Dalam hal ini tidak ada ketentuan pengurutan nilai frekuensi, asalkan antara encoder dan decoder melakukan hal yang sama.



Citra Awal Dengan Ukuran 2 MB



Nilai Pixel Dengan Ukuran 2 x 2

Diproses dalam bentuk matriks :

|          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0        | 255      | 0        | 255      | 255      | 255      |
| <b>R</b> | <b>G</b> | <b>B</b> | <b>R</b> | <b>G</b> | <b>B</b> |

Matriks di atas akan mewakili sebuah citra berwarna yang berukuran 2 x 2 piksel, di mana nilai setiap RGB menyatakan tiap warna pada piksel, kemudian hitung jumlah frekuensi kemunculan pada setiap simbol warna pada citra. Setelah itu akan diperoleh probabilitas untuk setiap simbol, kemudian tiap simbol akan diberikan range tertentu yang nilainya 0 dan 1, sesuai dengan probabilitas yang ada. Hal ini dapat dilihat pada tabel 1 seperti berikut.

**Tabel 1.** Tabel Probabilitas dan Range

| No    | Simbol | Frekuensi | Probabilitas  | Range                  |
|-------|--------|-----------|---------------|------------------------|
| 1     | 0      | 2         | $2/12 = 0,17$ | $0,0 \leq 0 < 0,17$    |
| 2     | 255    | 6         | $6/12 = 0,5$  | $0,17 \leq 255 < 0,67$ |
| 3     | 239    | 3         | $3/12 = 0,25$ | $0,67 \leq 239 < 0,92$ |
| 4     | 213    | 1         | $1/12 = 0,08$ | $0,92 \leq 213 < 1,00$ |
| Total |        | 12        |               |                        |

Keterangan :

$0,0 \leq 0 < 0,17$  : Nilai “0” memiliki *range* dari 0,0 sampai dengan 0,17

$0,17 \leq 255 < 0,67$  : Nilai “255” memiliki *range* dari 0,17 sampai dengan 0,67

$0,67 \leq 239 < 0,92$  : Nilai “239” memiliki *range* dari 0,67 sampai dengan 0,92

$0,92 \leq 213 < 1,00$  : Nilai “213” memiliki *range* dari 0,92 sampai dengan 1

Selanjutnya dilakukan proses *Arithmetic Coding* yaitu sebagai berikut :

1. Perhitungan Simbol 0

*Low* : 0,0

*High* : 1,0

*CR* : *High-Low*

*High\_range* :  $1,0 - 0,0$

*Low\_range* : 1,0

Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :

*High* =  $low + CR * high\_range (0)$

$$= 0 + 1 * 0,17 = 0,17$$

*Low* =  $low + CR * low\_range (0)$

$$= 0 + 1 * 0,0 = 0,0$$

$$= 0,085$$

*High\_range (0)* = 0,17

*Low\_range (0)* = 0,0

Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :

*High* =  $low + CR * high\_range (0)$

$$= 0,0289 + 0,085 * 0,17$$

$$= 0,04335$$

*Low* =  $low + CR * low\_range (0)$

$$= 0,0289 + 0,085 * 0,0$$

$$= 0,0289$$

2. Perhitungan Simbol 255

*Low* : 0,0

*High* : 0,17

*CR* : *High-Low*

:  $0,17 - 0,0$

: 0,17

*High\_range(255)* = 0,67

*Low\_range(255)* = 0,17

Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :

*High* =  $low + CR * high\_range (255)$

$$= 0,0 + 0,17 * 0,67$$

$$= 0,1139$$

*Low* =  $low + CR * low\_range (255)$

$$= 0,0 + 0,17 * 0,17$$

$$= 0,0289$$

3. Perhitungan Simbol 0

*Low* : 0,0289

*High* : 0,1139

*CR* : *High-Low*

:  $0,1139 - 0,0289$

: 0,085

*High\_range (0)* = 0,17

*Low\_range (0)* = 0,0

Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :

*High* =  $low + CR * high\_range (0)$

$$= 0,0289 + 0,085 * 0,17 = 0,04335$$

*Low* =  $low + CR * low\_range (0)$

$$= 0,0289 + 0,085 * 0,0 = 0,0289$$

4. Perhitungan Simbol 255  
*Low* : 0,0289  
*High* : 0,04335  
*CR* : *High-Low*  
: 0,04335-0,0289  
: 0,01445  
*High\_range* (255) = 0,67  
*Low\_range* (255) = 0,17  
Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :  
*High* = low + CR\**high\_range* (255)  
= 0,0289+0,01445\*0,67 = 0,0385815  
*Low* = low + CR\**low\_range* (255)  
= 0,0289+0,01445\*0,17 = 0,0313565
5. Perhitungan Simbol 255  
*Low* : 0,0313565  
*High* : 0,0385815  
*CR* : *High-Low*  
: 0,0385815-0,0313565  
: 0,007225  
*High\_range* (255) = 0,67  
*Low\_range* (255) = 0,17  
Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :  
*High* = low + CR\**high\_range* (255)  
= 0,0313565+0,007225\*0,67 = 0,03619725  
*Low* = low + CR\**low\_range* (255)  
= 0,03258475 +0,007225\*0,17 = 0,03258475
6. Perhitungan Simbol 255  
*Low* : 0,03258475  
*High* : 0,03619725  
*CR* : *High-Low*  
: 0,03619725-0,03258475  
: 0,0036125  
*High\_range* (255) = 0,67  
*Low\_range* (255) = 0,17  
Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :  
*High* = low + CR\**high\_range* (255)  
= 0,03258475+0,0036125\*0,67 = 0,035005125  
*Low* = low + CR\**low\_range* (255)  
= 0,03258475+0,0036125\*0,17 = 0,033198875
7. Perhitungan Simbol 255  
*Low* : 0,033198875  
*High* : 0,035005125  
*CR* : *High-Low*  
: 0,035005125 -0,033198875  
: 0,00180625  
*High\_range* (255) = 0,67  
*Low\_range* (255) = 0,17  
Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :  
*High* = low + CR\**high\_range* (255)  
= 0,033198875 +0,00180625 \*0,67 = 0,0344090625  
*Low* = low + CR\**low\_range* (255)  
= 0,033198875+0,0018062 \*0,17 = 0, 0335059375
8. Perhitungan Simbol 239  
*Low* : 0,0335059375  
*High* : 0,0344090625  
*CR* : *High-Low*  
: 0,0344090625 -0,0335059375  
: 0,000903125  
*High\_range* (255) = 0,92  
*Low\_range* (255) = 0,67  
Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :  
*High* = low + CR\**high\_range* (239)

- $$= 0,0335059375 + 0,000903 * 0,92 = 0,0343368125$$

$$= \text{low} + \text{CR} * \text{low\_range (239)}$$

$$= 0,0335059375 + 0,000903125 * 0,67$$

$$= 0,03411103125$$
9. Perhitungan Simbol 239
- $$\text{Low} : 0,03411103125$$

$$\text{High} : 0,0343368125$$

$$\text{CR} : \text{High-Low}$$

$$: 0,03411103125 - 0,0343368125$$

$$: 0,00022578125$$

$$\text{High\_range (255)} = 0,92$$

$$\text{Low\_range (255)} = 0,67$$
 Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :
 
$$\text{High} = \text{low} + \text{CR} * \text{high\_range (239)}$$

$$= 0,03411103125 + 0,00022578125 * 0,92$$

$$= 0,03431875$$

$$\text{Low} = \text{low} + \text{CR} * \text{low\_range (239)}$$

$$= 0,03411103125 + 0,00022578125 * 0,67$$

$$= 0,0342623046875$$
10. Perhitungan Simbol 255
- $$\text{Low} : 0,0342623046875$$

$$\text{High} : 0,03431875$$

$$\text{CR} : \text{High-Low}$$

$$: 0,03431875 - 0,0342623046875$$

$$: 0,0000564453125$$

$$\text{High\_range (255)} = 0,67$$

$$\text{Low\_range (255)} = 0,17$$
 Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :
 
$$\text{High} = \text{low} + \text{CR} * \text{high\_range (255)}$$

$$= 0,0342623046875 + 0,0000564453125 * 0,67$$

$$= 0,034300123046875$$

$$\text{Low} = \text{low} + \text{CR} * \text{low\_range (255)}$$

$$= 0,0342623046875 + 0,0000564453125 * 0,17$$

$$= 0,034271900390625$$
11. Perhitungan Simbol 239
- $$\text{Low} : 0,034271900390625$$

$$\text{High} : 0,034300123046875$$

$$\text{CR} : \text{High-Low}$$

$$: 0,034300123046875 - 0,034271900390625$$

$$: 0,00002822265625$$

$$\text{High\_range (239)} = 0,92$$

$$\text{Low\_range (239)} = 0,67$$
 Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :
 
$$\text{High} = \text{low} + \text{CR} * \text{high\_range (239)}$$

$$= 0,034271900390625 + 0,00002822265625 * 0,92$$

$$= 0,034297865234375$$

$$\text{Low} = \text{low} + \text{CR} * \text{low\_range (239)}$$

$$= 0,034271900390625 + 0,00002822265625 * 0,67$$

$$= 0,0342908095703125$$
12. Perhitungan Simbol 213
- $$\text{Low} : 0,0342908095703125$$

$$\text{High} : 0,034297865234375$$

$$\text{CR} : \text{High-Low}$$

$$: 0,034297865234375 - 0,0342908095703125$$

$$: 0,0000070556640625$$

$$\text{High\_range (213)} = 1$$

$$\text{Low\_range (213)} = 0,92$$
 Kemudian didapatkan nilai-nilai berikut :
 
$$\text{High} = \text{low} + \text{CR} * \text{high\_range (213)}$$

$$= 0,0342908095703125 + 0,0000070556640625 * 1$$

$$= 0,034297865234375$$

$$\text{Low} = \text{low} + \text{CR} * \text{low\_range (213)}$$

$$=0,0342908095703125+0,0000070556640625*0,92$$

$$=0,03429730078125$$

Maka dapat dilihat hasil *encoding* pada tabel dibawah ini

**Tabel 2.** Proses *Encoding*

| No   | Simbol | Low                | High              | CR                 |
|------|--------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Awal |        | 0,0                | 1,0               | 1,0                |
| 1    | 0      | 0,0                | 0,17              | 1,0                |
| 2    | 255    | 0,0289             | 0,1139            | 0,17               |
| 3    | 0      | 0,0289             | 0,04335           | 0,085              |
| 4    | 255    | 0,0313565          | 0,0385815         | 0,01445            |
| 5    | 255    | 0,03258475         | 0,03619725        | 0,007225           |
| 6    | 255    | 0,033198875        | 0,035005125       | 0,0036125          |
| 7    | 255    | 0,0335059375       | 0,0344090625      | 0,00180625         |
| 8    | 239    | 0,03411103125      | 0,0343368125      | 0,000903125        |
| 9    | 239    | 0,0342623046875    | 0,03431875        | 0,00022578125      |
| 10   | 255    | 0,034271900390625  | 0,034300123046875 | 0,0000564453125    |
| 11   | 239    | 0,0342908095703125 | 0,034297865234375 | 0,00002822265625   |
| 12   | 213    | 0,03429730078125   | 0,034297865234375 | 0,0000070556640625 |

Dari proses tersebut didapat nilai low = 0,03429730078125. Nilai inilah yang direpresentasikan untuk mewakili citra pada gambar 3.1. dalam hal ini simbol akhir sebuah pesan dapat menggunakan simbol khusus misalnya EOM (*End Of Message*) atau dengan menyertakan panjang pesan pada waktu *encoding*.

**Proses Dekompresi Berdasarkan Arithmetic Coding.** Selanjutnya akan dilakukan dekompresi dengan menggunakan *Arithmetic Coding*. Dalam hal ini untuk data yang telah di - *encode*, proses *decoding* dapat dilakukan. Adapun data yang telah di - *encode* ES = 0,03429730078125. Dibandingkan dengan nilai *range* sebagai berikut.

**Tabel 3.** Tabel *Range* Probabilitas

| No | Nilai | Frekuensi | Probabilitas | Range             |
|----|-------|-----------|--------------|-------------------|
| 1  | 0     | 2         | 2/12 = 0,17  | 0,0 ≤ 0 < 0,17    |
| 2  | 255   | 6         | 6/12 = 0,5   | 0,17 ≤ 255 < 0,67 |
| 3  | 239   | 3         | 3/12 = 0,25  | 0,67 ≤ 239 < 0,92 |
| 4  | 213   | 1         | 1/12 = 0,08  | 0,92 ≤ 213 < 1,00 |

- Perhitungan simbol 0 dengan nilai ES = 0,03429730078125  
*Low\_range* (0) = 0,0  
*High\_range* (0) = 0,17  
 CR = *high\_range* (0) - *low\_range* (0)  
 = 0,17-0,0  
 = 0,17  
 ES = ES-*low\_range* (0)  
 = 0,03429730078125 - 0,0  
 = 0,03429730078125  
 ES = ES / CR  
 = 0,03429730078125 / 0,17  
 = 0,201748828125
- Perhitungan simbol 255 dengan nilai ES = 0,201748828125  
*Low\_range* (255) = 0,17  
*High\_range* (255) = 0,67  
 CR = *high\_range* (255) - *low\_range* (255)  
 = 0,67-0,17  
 = 0,5  
 ES = ES-*low\_range* (0)  
 = 0,201748828125 - 0,17  
 = 0,031748828125  
 ES = ES / CR  
 = 0,031748828125 / 0,5  
 = 0,06349765625
- Perhitungan simbol 0 dengan nilai ES = 0,06349765625  
*Low\_range* (0) = 0,0  
*High\_range* (0) = 0,17  
 CR = *high\_range* (0) - *low\_range* (0)  
 = 0,17-0,0

- ES = 0,17  
 = ES-low\_range (0)  
 = 0,06349765625- 0,0  
 = 0,06349765625
- ES = ES / CR  
 = 0,06349765625 / 0,17  
 = 0,373515625
4. Perhitungan simbol 255 dengan nilai ES = 0,373515625  
 Low\_range (255) = 0,17  
 High\_range (255) = 0,67  
 CR = high\_range (255) - low\_range (255)  
 = 0,67-0,17  
 = 0,5  
 ES = ES-low\_range (255)  
 = 0,373515625- 0,17  
 = 0,203515625  
 ES = ES / CR  
 = 0,203515625 / 0,5  
 = 0,40703125
5. Perhitungan simbol 255 dengan nilai ES = 0,40703125  
 Low\_range (255) = 0,17  
 High\_range (255) = 0,67  
 CR = high\_range (255) - low\_range (255)  
 = 0,67-0,17  
 = 0,5  
 ES = ES-low\_range (255)  
 = 0,40703125- 0,17  
 = 0,23703125  
 ES = ES / CR  
 = 0,23703125 / 0,5  
 = 0,4740625
6. Perhitungan simbol 255 dengan nilai ES = 0,4740625  
 Low\_range (255) = 0,17  
 High\_range (255) = 0,67  
 CR = high\_range (255) - low\_range (255)  
 = 0,67-0,17  
 = 0,5  
 ES = ES-low\_range (255)  
 = 0,4740625- 0,17  
 = 0,3040625  
 ES = ES / CR  
 = 0,3040625 / 0,5  
 = 0,608125
7. Perhitungan simbol 255 dengan nilai ES = 0,608125  
 Low\_range (255) = 0,17  
 High\_range (255) = 0,67  
 CR = high\_range (255) - low\_range (255)  
 = 0,67-0,17  
 = 0,5  
 ES = ES-low\_range (255)  
 = 0,608125- 0,17  
 = 0,438125  
 ES = ES / CR  
 = 0,438125 / 0,5  
 = 0,87625
8. Perhitungan simbol 239 dengan nilai ES = 0,87625  
 Low\_range (239) = 0,67  
 High\_range (239) = 0,92  
 CR = high\_range (239) - low\_range (239)  
 = 0,92-0,67  
 = 0,25  
 ES = ES-low\_range (239)

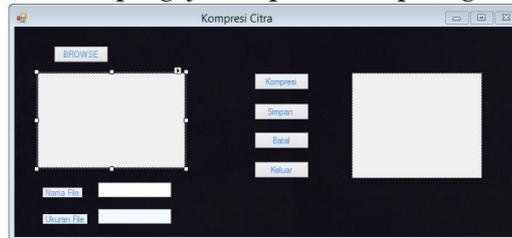
- = 0,87625- 0,67  
= 0,20625
- ES = ES / CR  
= 0,20625 / 0,25  
= 0,825
9. Perhitungan simbol 239 dengan nilai ES = 0,825  
*Low\_range* (239) = 0,67  
*High\_range* (239) = 0,92  
 CR = *high\_range* (239) - *low\_range* (239)  
 = 0,92-0,67  
 = 0,25
- ES = ES-*low\_range* (239)  
 = 0,825- 0,67  
 = 0,155
- ES = ES / CR  
 = 0,155 / 0,25  
 = 0,62
10. Perhitungan simbol 255 dengan nilai ES = 0,62  
*Low\_range* (255) = 0,17  
*High\_range* (255) = 0,67  
 CR = *high\_range* (255) - *low\_range* (255)  
 = 0,67-0,17  
 = 0,5
- ES = ES-*low\_range* (255)  
 = 0,62- 0,17  
 = 0,45
- ES = ES / CR  
 = 0,45/ 0,5  
 = 0,9
11. Perhitungan simbol 239 dengan nilai ES = 0,9  
*Low\_range* (239) = 0,67  
*High\_range* (239) = 0,92  
 CR = *high\_range* (239) - *low\_range* (239)  
 = 0,92-0,67  
 = 0,25
- ES = ES-*low\_range* (239)  
 = 0,9- 0,67  
 = 0,23
- ES = ES / CR  
 = 0,23 / 0,25  
 = 0,92
- Proses perhitungan dihentikan karena diperoleh nilai ES = 0. Hasil perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.
12. Perhitungan simbol 213 dengan nilai ES = 0,92  
*Low\_range* (213) = 0,92  
*High\_range* (213) = 1  
 CR = *high\_range* (239) - *low\_range* (239)  
 =1-0,92  
 = 0,08
- ES = ES-*low\_range* (239)  
 = 0,92- 0,92  
 = 0,0
- ES = ES / CR  
 = 0,0 / 0,08  
 = 0,0

**Tabel 4.** Proses Decoding

| No | ES               | Simbol | Low  | High | CR   |
|----|------------------|--------|------|------|------|
| 1  | 0,03429730078125 | 0      | 0,0  | 0,17 | 0,17 |
| 2  | 0,201748828125   | 255    | 0,17 | 0,67 | 0,5  |
| 3  | 0,06349765625    | 0      | 0,0  | 0,17 | 0,17 |
| 4  | 0,373515625      | 255    | 0,17 | 0,67 | 0,5  |
| 5  | 0,40703125       | 255    | 0,17 | 0,67 | 0,5  |

|    |               |     |      |      |      |
|----|---------------|-----|------|------|------|
| 6  | 0,4740625     | 255 | 0,17 | 0,67 | 0,5  |
| 7  | 0,608125      | 255 | 0,17 | 0,67 | 0,5  |
| 8  | 0,87625       | 239 | 0,67 | 0,92 | 0,25 |
| 9  | 0,825         | 239 | 0,67 | 0,92 | 0,25 |
| 10 | 0,62          | 255 | 0,17 | 0,67 | 0,5  |
| 11 | 0,9           | 239 | 0,67 | 0,92 | 0,25 |
| 12 | 0,92          | 213 | 0,92 | 1,00 | 0,08 |
| 13 | 0,0 (selesai) | -   | -    | -    | -    |

**Proses Pengujian.** Proses pengujian dilakukan untuk mengetahui kelemahan dari sistem yang telah dirancang dalam kompresi citra. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Kompresi Citra



**Gambar 2.** Dekompresi

**KESIMPULAN**

1. Rasio kompresi untuk format BMP pada kedua algoritma lebih rendah, yang berarti hasil kompresinya lebih besar dari citra asli, hal ini disebabkan oleh tidak ditemukannya nilai piksel redundansi yang tinggi (nilai piksel yang sama).
2. Waktu kompresi yang terbaik adalah Algoritma *Arithmetic Coding* dan Metode DMC untuk citra berformat BMP.
3. Dengan adanya sistem yang dibuat dapat membantu menganalisis teknik kompresi pada citra.

**DAFTAR PUSTAKA**

T.Sutoyo, Edy Mulyanto, Vincent Suhartono, 2009, “*Pengolahan Citra Digital*”, Andi, Yogyakarta.  
 Putra Darma, 2010, “*Pengolahan Citra*”, Penerbit Andi, Yogyakarta  
 Djon Irwanto, 2006, “*Perancangan Object Oriented Software dengan UML*”, Andi, Yogyakarta.  
 Azhari Akmal Tarigan, Mustafa Kamal Rohan, 2012, “*Proses Kreatif Dalam Menulis*”, Wal Ashri Publishing, Medan.  
 Muhammad Sadeli, 2008, “*Aplikasi Penjualan Dengan Visual Basic 2009*”, halaman 3, Penerbit Informatika, Bandung.  
 Darma, 2010, “*Pengolahan Citra Digital*”, Penerbit Andi, Yogyakarta.  
 Merdiyan, 2007, “*Perancangan Warna Digital*”, Penerbit Andi, Yogyakarta.  
*Visual Basic* 2008, 2009, “*Wahana Komputer*”, Penerbit ANDI, Yogyakarta.

## IMPLEMENTASI EDGE DETECTION FILTERING PADA CITRA DIGITAL DENGAN METODE PREWITT OPERATOR DAN INTERPOLASI

Kristina Nancy Lumban Gaol

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
devidalnayuzar@gmail.com

**Abstrak.** Pengolahan citra saat ini telah banyak digunakan hampir segala bidang antara lain adalah dalam bidang kedokteran, industri, pertanian, geologi, kelautan dan lain sebagainya. Salah satu hal utama dalam pengolahan citra tersebut adalah proses pendeteksian tepi citra, dimana dengan proses ini tepi batas suatu objek dengan latar belakangnya dapat ditentukan dengan baik. Pendeteksian tepi adalah suatu cara yang dapat digunakan untuk mendeteksi tepi citra yang bertujuan untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek yang ada didalam citra tersebut lebih mudah dikenali oleh manusia maupun mesin. Edge Detection Filtering (Deteksi tepi) pada citra digital bertujuan untuk mengenali suatu pola yang terdapat pada citra itu sendiri. Dengan dikenalnya pola pada sebuah citra akan mudah diperoleh informasi – informasi pada sebuah citra. Menentukan letak tepi suatu citra adalah mudah. Jika kondisi citra jelas dan tajam (sharp), namun ketepatan keberadaan tepi menjadi sulit ditentukan apabila dalam citra tersebut terdapat gangguan, seperti adanya noise. Namun sering juga menghasilkan batas tepi citra yang tidak berlanjut dimana hasilnya dipengaruhi oleh jenis metode yang digunakan. Maka penulis ingin menganalisa tentang pendeteksian tepi citra pada gambar dengan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan tepi pada citra. Dasar dari teknik edge detection (pendeteksian tepi) ialah dengan melakukan penelusuran citra secara vertical maupun horizontal sambil melihat apakah ada terjadi perubahan warna yang melebihi suatu sensitifitas antara dua titik yang berdekatan. Jika terjadi perubahan maka antara kedua titik tersebut dianggap pinggiran (edge) sebuah citra. Pendeteksian tepi pada citra dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain yaitu Prewitt operator dan Interpolasi.

**Kata Kunci :** Edge Detection Filtering, Citra Digital, Prewitt Operator, Interpolasi.

### PENDAHULUAN

Edge Detection Filtering (Deteksi tepi) merupakan salah satu metode yang digunakan dalam Pengolahan Citra Digital. Metode ini berfungsi untuk mengidentifikasi garis/tepi pada obyek citra untuk menonjolkan informasi garis batas dari citra. Tepi adalah sekumpulan piksel yang terhubung yang membatasi objek-objek yang terdapat didalam citra. Ada tiga macam tepi yang terdapat didalam citra digital, yaitu: tepi curam, tepi landau dan tepi yang mengandung derau (noise). Deteksi Tepi menjadi sesuatu yang penting karena manusia dalam mengenali objek dalam suatu citra akan memperhatikan tepi dan objek tersebut yang membatasi objek—objek yang terdapat dalam citra. Dengan adanya tepi dan objek, mata manusia akan dengan mudah mengenali objek apa yang ditampilkan dalam citra tersebut. Hal ini diperkuat dengan adanya teori yang dikemukakan oleh McCane(2001) yang menyatakan bahwa sistem penglihatan manusia (Human Visual System/HVS) menunjukkan beberapa urutan dan deteksi tepi terlebih dahulu sebelum pengenalan warna atau intensitas citra.

Tujuan deteksi tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek didalam citra. Karena tepi termasuk kedalam komponen berfrekuensi tinggi, maka pendeteksian tepi dapat dilakukan dengan tapis lolos-tinggi. Ada beberapa metode pendeteksian tepi dalam pengolahan citra antara lain Prewitt Operator dan Interpolasi. Pendeteksian tepi dengan Prewitt Operator dengan menemukan tepi dengan mencari *local maximal* dari *Gradient I*. Gradien dihitung menggunakan turunan dari filter *Gaussian*. Perlu pengetahuan yang tepat untuk menentukan operator yang sesuai dengan kondisi citra yang akan dideteksi. Dengan demikian tepi yang dihasilkan merupakan tepi yang optimal dan tepat. Apabila penggunaan operator deteksi tepi tidak tepat. Akan menghasilkan pendeteksian yang gagal. Berdasarkan keadaan inilah maka diperlukan pengetahuan atau informasi mengenai kinerja dan setiap operator. sehingga kesalahan atau ketidaksesuaian dalam pemilihan operator untuk pendeteksian tepi citra dapat dihindari. Pendeteksian tepi merupakan tahapan untuk melingkupi informasi di dalam citra. Tepi mencirikan batas objek dan karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi objek di dalam citra.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan meliputi buku, makalah, jurnal atau pun prosiding sebagai bahan referensi. Objek penelitian yang digunakan meliputi citra yang berformat *Joint Photographic Expert's Group* (.jpg) dengan memiliki lebar dan panjang 200 x 250 piksel. Dalam melakukan pendeteksian pada tepi citra menggunakan metode Prewitt Operator dan Interpolasi.

**Metode**

**Prewitt Operator**

Operator prewitt adalah operator yang berbasis Gradient. Besar gradient dihitung dengan persamaan ;

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

Dimana M = besar gradient dititik tengah kernel

Dalam hal ini turunan parsial dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$S_x = (a_2 + Ca_3 + a_4) - (a_0 + Ca_7 + a_6)$$

$$S_y = (a_0 + Ca_1 + a_2) - (a_6 + Ca_5 + a_4)$$

Operator Prewitt merupakan pengembangan metode Robert dengan menggunakan filter HPF (*High Pass Filter*) yang diberi satu angka nol penyangga. Metode ini mengambil prinsip dari fungsi laplacian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF (*High Pass Filter*). Kelebihan dari metode prewitt adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi.

Operator prewitt memiliki convolution mask 3x3 dengan nilai konstanta (c) = 1. Berbeda dengan operator sobel, operator prewitt tidak menekankan pembobotan pada piksel – piksel yang lebih dekat dengan titik pusat kernel.

**Interpolasi**

Interpolasi adalah proses yang dikerjakan oleh perangkat lunak untuk melakukan pembuatan ulang (*resample*) dari contoh data citra untuk menentukan nilai-nilai antara pixel-pixel yang ditetapkan. Ketelitian hasil perhitungan interpolasi dan lama waktu yang diperlukan untuk perhitungan dari suatu algoritma interpolasi sangat tergantung pada metode interpolasi yang digunakan.

Interpolasi *bilinier*, nilai keabuan dari keempat titik yang bertetangga memberi sumbangan terhadap nilai keabuan hasil, dengan bobot masing-masing yang *linier* dengan jaraknya terhadap koordinat yang dimaksud. Makin dekat titik tetangga tersebut, makin besar bobotnya, dan sebaliknya makin jauh akan makin kecil bobotnya. Metode interpolasi *bilinier*, digunakan pada proses registrasi dan menggunakan dua persamaan linier, pendekatannya juga lebih halus dibandingkan dengan metode tetangga terdekat, di mana proses interpolasi dilakukan dengan memperhitungkan pengaruh distribusi tingkat keabuan pixel-pixel tetangga yang digunakan pada proses interpolasi berbanding terbalik dengan jaraknya ke pixel yang diinterpolasi. Interpolasi *bilinier*, adalah perluasan dari interpolasi *linier* untuk menginterpolasi dengan dua buah variable. Inti dari interpolasi *bilinier* adalah pertama melakukan interpolasi *linier* ke satu arah lalu ke arah lainnya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Pendeteksian Tepi Berdasarkan Prewitt Operator.** Proses pendeteksian tepi dilakukan dalam objek jpg dan akan menghasilkan nilai piksel yang baru. Proses pendeteksian tepi ini dilakukan dengan mencari nilai titik tepi diantara titik-titik yang harganya telah tetap yang dipetakan langsung dari citra asli.

1. Mencari nilai piksel baru.

Operator Prewitt adalah magnitude dari gradient yang dihitung dengan

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

Dimana : M = besar gradient dititik tengah kernel

Karna menghitung akar adalah persoalan rumit dan menghasilkan nilai real, maka dalam mencari kekuatan tepi (magnitude) dapat disederhanakan perhitungannya. Besarnya *magnitude* gradient dapat dihitung lebih cepat lagi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$M = |S_x| + |S_y|$$

Dalam hal ini, turunan parsial dihitung menggunakan persamaan berikut .

$$S_x = (a_2 + Ca_3 + a_4) - (a_0 + Ca_7 + a_6)$$

$$S_y = (a_0 + Ca_1 + a_2) - (a_6 + Ca_5 + a_4)$$

Dengan konstanta c = 1 sehingga bentuk kernel dari operator prewitt adalah :

|       |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |   |   |     |   |   |     |   |   |
|-------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|---|-----|---|---|-----|---|---|
| $S_x$ | = | <table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">- 1</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">- 1</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">- 1</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td></tr> </table> | - 1 | 0 | 1 | - 1 | 0 | 1 | - 1 | 0 | 1 |
| - 1   | 0 | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |   |   |     |   |   |     |   |   |
| - 1   | 0 | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |   |   |     |   |   |     |   |   |
| - 1   | 0 | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |   |   |     |   |   |     |   |   |

|       |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |   |     |     |     |
|-------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|
| $S_y$ | =   | <table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">- 1</td><td style="padding: 2px 10px;">- 1</td><td style="padding: 2px 10px;">- 1</td></tr> </table> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 1     | 1   | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |   |   |   |   |   |     |     |     |
| 0     | 0   | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |   |   |   |   |   |     |     |     |
| - 1   | - 1 | - 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |   |   |   |   |     |     |     |

2. Penyelesaian

|  |            |            |            |     |     |
|--|------------|------------|------------|-----|-----|
|  | <b>206</b> | <b>199</b> | <b>192</b> | 196 | 191 |
|  | <b>202</b> | <b>200</b> | <b>195</b> | 198 | 193 |
|  | <b>190</b> | <b>193</b> | <b>193</b> | 197 | 192 |
|  | 190        | 195        | 196        | 203 | 199 |
|  | 190        | 195        | 197        | 204 | 204 |

1).

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 206 | 199 | 192 |
| 202 | 200 | 195 |
| 190 | 193 | 193 |

|    |   |   |
|----|---|---|
| -1 | 0 | 1 |
| -1 | 0 | 1 |
| -1 | 0 | 1 |

|    |    |    |
|----|----|----|
| 1  | 1  | 1  |
| 0  | 0  | 0  |
| -1 | -1 | -1 |

(A)

(B)

(C)

$$S_x = (206)(-1) + (202)(-1) + (190)(-1) + (192)(1) + (195)(1) + (193)(1) = -18$$

$$S_y = (206)(1) + (199)(1) + (192)(1) + (190)(-1) + (193)(-1) + (193)(-1) = 21$$

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{(-18)^2 + (21)^2} \cong |S_x| + |S_y| = |-18| + |21| = 39$$

2).

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 199 | 192 | 196 |
| 200 | 195 | 198 |
| 193 | 193 | 197 |

$$S_x = (199)(-1) + (200)(-1) + (193)(-1) + (196)(1) + (198)(1) + (197)(1) = -1$$

$$S_y = (199)(1) + (192)(1) + (196)(1) + (193)(-1) + (193)(-1) + (197)(-1) = 4$$

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{(-1)^2 + (4)^2} \cong |S_x| + |S_y| = |-1| + |4| = 5$$

3).

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 192 | 196 | 191 |
| 195 | 198 | 193 |
| 193 | 197 | 192 |

$$S_x = (192)(-1) + (195)(-1) + (193)(-1) + (191)(1) + (193)(1) + (192)(1) = -4$$

$$S_y = (192)(1) + (196)(1) + (191)(1) + (193)(-1) + (197)(-1) + (192)(-1) = -3$$

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{(-4)^2 + (-3)^2} \cong |S_x| + |S_y| = |-4| + |-3| = 7$$

4).

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 202 | 200 | 195 |
| 190 | 193 | 193 |
| 190 | 195 | 196 |

$$S_x = (202)(-1) + (190)(-1) + (190)(-1) + (195)(1) + (193)(1) + (196)(1) = 2$$

$$S_y = (202)(1) + (200)(1) + (195)(1) + (190)(-1) + (195)(-1) + (196)(-1) = 16$$

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{(2)^2 + (16)^2} \cong |S_x| + |S_y| = |2| + |16| = 18$$

5).

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 200 | 195 | 198 |
| 193 | 193 | 197 |
| 195 | 196 | 203 |

$$S_x = (200)(-1) + (193)(-1) + (195)(-1) + (198)(1) + (197)(1) + (203)(1) = 10$$

$$S_y = (200)(1) + (196)(1) + (198)(1) + (195)(-1) + (196)(-1) + (203)(-1) = -1$$

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{(10)^2 + (-1)^2} \cong |S_x| + |S_y| = |10| + |-1| = 11$$

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 195 | 198 | 193 |
|-----|-----|-----|

6).

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 193 | 197 | 192 |
| 196 | 203 | 199 |

$$S_x = (195)(-1) + (193)(-1) + (196)(-1) + (193)(1) + (192)(1) + (199)(1) = 0$$

$$S_y = (195)(1) + (198)(1) + (193)(1) + (196)(-1) + (203)(-1) + (199)(-1) = -12$$

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{(0)^2 + (-12)^2} \cong |S_x| + |S_y| = |0| + |-12| = 12$$

7).

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 190 | 193 | 193 |
| 190 | 195 | 196 |
| 190 | 195 | 197 |

$$S_x = (190)(-1) + (190)(-1) + (190)(-1) + (193)(1) + (196)(1) + (197)(1) = 16$$

$$S_y = (190)(1) + (193)(1) + (193)(1) + (190)(-1) + (195)(-1) + (197)(-1) = -6$$

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{(16)^2 + (-6)^2} \cong |S_x| + |S_y| = |16| + |6| = 22$$

8).

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 193 | 193 | 197 |
| 195 | 196 | 203 |
| 195 | 197 | 204 |

$$S_x = (193)(-1) + (195)(-1) + (195)(-1) + (197)(1) + (203)(1) + (204)(1) = 21$$

$$S_y = (193)(1) + (193)(1) + (197)(1) + (195)(-1) + (197)(-1) + (204)(-1) = -13$$

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{(21)^2 + (-13)^2} \cong |S_x| + |S_y| = |21| + |-13| = 34$$

9).

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 193 | 197 | 192 |
| 196 | 203 | 199 |
| 197 | 204 | 204 |

$$S_x = (193)(-1) + (196)(-1) + (197)(-1) + (192)(1) + (199)(1) + (204)(1) = 9$$

$$S_y = (193)(1) + (197)(1) + (192)(1) + (197)(-1) + (204)(-1) + (204)(-1) = -23$$

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2} = \sqrt{(9)^2 + (-23)^2} \cong |S_x| + |S_y| = |9| + |-23| = 32$$

|     |           |           |           |     |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----|
| 206 | 199       | 192       | 196       | 191 |
| 202 | <b>39</b> | <b>5</b>  | <b>7</b>  | 193 |
| 190 | <b>18</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | 192 |
| 190 | <b>22</b> | <b>34</b> | <b>32</b> | 199 |
| 190 | 195       | 197       | 204       | 204 |

Berdasarkan hasil matrik diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai piksel tepi yang baru memiliki ukuran yang lebih kecil dari ukuran aslinya dan citra hasil proses deteksi tepi prewitt operator sebagai berikut :



(a)



(b)

Gambar 1. Hasil (a) citra grayscale (b) Citra setelah proses prewitt

**Proses Pendeteksian Tepi Berdasarkan Interpolasi.** Proses interpolasi bilinear akan melakukan proses pada salah satu sisi dahulu ( vertical atau horizontal ) kemudian baru mengerjakan proses pada sisi yang lain. Harga interpolasi yang diberikan pada suatu titik diperhitungkan dengan memperhatikan distribusi 4 nilai pixel tetangga. Persamaan bilinear dapat diperoleh dari dua titik data. Dimana dua data tersebut dihubungkan melalui suatu garis lurus (linear) . Nilai piksel antara x dihitung terlebih dahulu dengan melakukan perhitungan numerik pada piksel A(i,j) dan B(I,j +1), kemudian piksel antara y dihitung dengan melakukan perhitungan numerik pada piksel C(i+1,j) dan D(i+1,j+1). Proses interpolasi bilinear akan melakukan proses pada salah satu sisi dahulu (vertikal atau horizontal) kemudian baru mengerjakan proses pada sisi yang lain. Semakin banyak piksel yang berdekatan maka akan lebih akurat, tapi ini memerlukan waktu pemrosesan yang lebih lama lagi. Algoritma ini dapat digunakan untuk mendistorsi dan merubah ukuran citra.

1. Citra 3x3pixel dengan menggunakan metode interpolasi *bilinear* yang akan diterapkan kedalam pendeteksian tepi.

Untuk interpolasi bilinear , blok menggunakan rata-rata seimbang dari dua nilai pixel untuk setiap nilai output pixel .

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 206 | 199 | 192 |
| 202 | 200 | 195 |
| 190 | 193 | 193 |

2. Pada matrik diatas mewakili citra untuk deteksi tepi . Terjemahkan matriks diatas sebanyak0,5 pixel pada arah horisontal piksel menggunakan interpolasi bilinear.
3. Lapisin piksel interpolasi dengan piksel tetangga dengan  $W =$  jaraksebanyak 0,5 piksel kearah kanan matrik.

|   |            |     |            |     |            |     |          |   |
|---|------------|-----|------------|-----|------------|-----|----------|---|
| 0 | <b>206</b> | 206 | <b>199</b> | 199 | <b>192</b> | 192 | <b>0</b> | 0 |
| 0 | <b>202</b> | 202 | <b>200</b> | 200 | <b>195</b> | 195 | <b>0</b> | 0 |
| 0 | <b>190</b> | 190 | <b>193</b> | 193 | <b>193</b> | 193 | <b>0</b> | 0 |

Piksel Tetangga ( $x_b$ )

4. Proses mencari nilai hasil *pixel*baru dengan menerapkan metode interpolasi *bilinear*.

$$f(x) = f(X_a) + f(X_b) * W$$

$$f(x) = 0 + 206 * 0.5$$

$$= 103$$

$$f(x) = f(X_a) + f(X_b) * W$$

$$f(x) = 0 + 202 * 0.5$$

$$= 101$$

$$f(x) = f(X_a) + f(X_b) * W$$

$$f(x) = 0 + 190 * 0.5$$

$$= 95$$

$$f(x) = f(X_a) + f(X_b) * W$$

$$f(x) = 206 + 199 * 0.5$$

$$= 202,5$$

$$f(x) = f(X_a) + f(X_b) * W$$

$$f(x) = 202 + 200 * 0.5$$

$$= 201$$

$$= 191,5$$

$$= 195,5$$

$$f(x) = f(X_a) + f(X_b) * W$$

$$f(x) = 200 + 195 * 0.5$$

$$= 197,5$$

$$f(x) = f(X_a) + f(X_b) * W$$

$$f(x) = 193 + 193 * 0.5$$

$$= 193$$

$$f(x) = f(X_a) + f(X_b) * W$$

$$f(x) = 0 + 192 * 0.5$$

$$= 96$$

$$f(x) = f(X_a) + f(X_b) * W$$

$$f(x) = 0 + 195 * 0.5$$

$$= 97,5$$

$$f(x) = f(X_a) + f(X_b) * W$$

$$f(x) = 0 + 193 * 0.5$$

$$= 96,5$$

$$f(x) = f(X_a) + f(X_b) * W$$

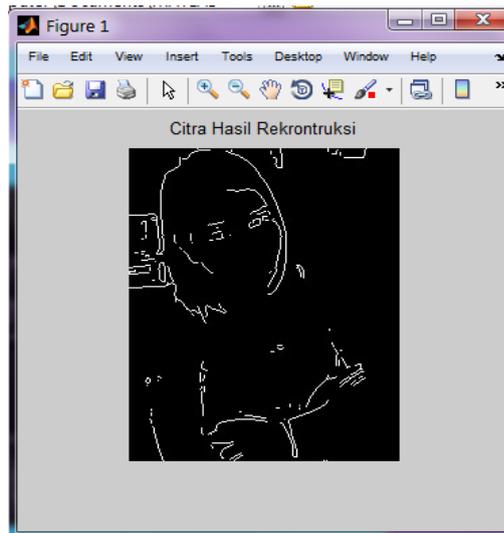
$$f(x) = 190 + 193 * 0.5$$

$$f(x) = f(X_a) + f(X_b) * W$$

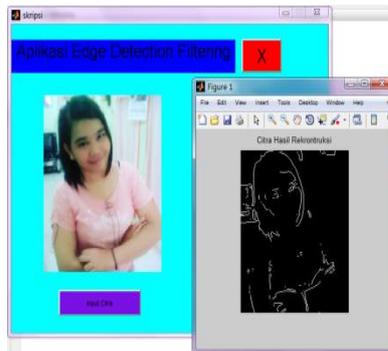
$$f(x) = 199 + 192 * 0.5$$

5. Matrik hasil interpolasi bilinear  
Interpolasi bilinear menghasilkan citra dengan piksel yang lebih kecil dari piksel asli dan menghasilkan citra yang halus.

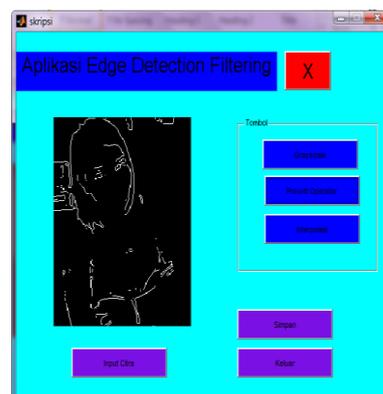
|     |       |       |      |
|-----|-------|-------|------|
| 103 | 202,5 | 195,5 | 96   |
| 101 | 201   | 197,5 | 97,5 |
| 95  | 191,5 | 193   | 96,5 |



**Gambar 2.** Hasil Citra setelah proses interpolasi  
**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari aplikasi yang telah dibangun dalam melakukan pendeteksian tepi citra. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 2.** Proses Interpolasi Bilinier



**Gambar 2.** Proses Prewitt Operator

**KESIMPULAN**

1. Deteksi tepi pada citra digital dapat dibentuk melalui proses input citra, mengubah citra tersebut kedalam bentuk *grayscale* dan menerapkan metode *Prewitt Operator* dan *Interpolasi*.
2. Penerapan metode *Prewitt Operator* dan *Interpolasi* pada deteksi tepi citra yaitu dengan menghaluskan citra yang berbentuk *grayscale* dan melakukan deteksi tepi dengan *Prewitt Operator* dan *Interpolasi*.
3. Merancang aplikasi deteksi tepi citra dengan Matlab 7.1 yaitu dengan menerapkan algoritma *Prewitt Operator* dan *Interpolasi* pada aplikasi yang akan dirancang.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Darma Putra, Ed.I, 2010, "*Pengolahan Citra Digital*", Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Eko Prasetyo, Ed.I, Gersik, 2011, "*Pengolahan Citra Digital Dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*", Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- T. Sutoyo dkk, 2009, "*Teori Pengolahan Citra Digital*", penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Fajar Astuti Hermawati, 2013, "*Pengolahan Citra Digital*", Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Wijaya, M. C. dan A.Prijono. 2007. "*Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab Image Processing Toolbox*". Bandung : Informatika
- Achmad, B. dan K.Firdausy. 2005. "*Teknik Pengolahan Citra Menggunakan Delphi*". Yogyakarta : Ardi Publishing
- Murni, A. 1992. "*Pengantar Pengolahan Citra*". Jakarta: Gramedia kerjasama dengan UI Press
- Djon Irwanto, S.Kom, M.Kom, 2007, "*Perancangan Object Oriented Software dengan UML*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Drs. Sahid, M.Sc, 2007. "*Panduan Praktis Matlab*", Andi Publisher, Yogyakarta.

## ALGORITMA RIVEST CODE 4 UNTUK KEAMANAN DATA TEKS DALAM DATABASE

Muhammad Hidayat

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
hidayatn561@gmail.com

**Abstrak.** Database adalah tempat untuk menyimpan data. Pada umumnya, suatu sistem mempunyai database yang di lengkapi dengan keamanan, yaitu berupa password bagi administrator. Untuk tujuan keamanan tersebut maka perlu dilakukan enkripsi pada database. Keamanan data adalah usaha mengamankan data dari perubahan maupun akses yang tidak sah. Keamanan data difokuskan untuk memastikan kerahasiaan data. Salah satu usaha penjagaan keamanan data adalah kriptografi. Pada dasarnya, kriptografi adalah ilmu dan seni untuk menjaga keamanan data, namun seiring perkembangan jaman, kriptografi juga digunakan untuk mempelajari teknik-teknik matematika yang berhubungan dengan aspek keamanan informasi seperti kerahasiaan, integritas data, serta otentifikasi. Keamanan data merupakan salah satu tantangan yang selalu dihadapi dalam industri dan penelitian basis data. Data yang tersimpan di dalam basis data harus dapat terjamin keamanannya sehingga tidak menimbulkan informasi yang tidak benar, ambigu maupun membingungkan. Pengamanan data dapat dilakukan melalui dua cara. Cara pertama ialah pengaturan hak akses setiap pengguna oleh administrator basis data. Cara kedua ialah pengamanan data dari sisi kandungan data yang tersimpan pada basis data. Penelitian ini mengimplementasi pengamanan data pada basis data dengan cara pengamanan data dari sisi kandungan data yang tersimpan pada basis data. Teknik pengamanan data dilakukan dengan menggunakan teknik kriptografi RC4. Dengan mengimplementasikan Algoritma RC4 untuk keamanan data teks dalam database maka dapat menghasilkan sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk enkripsi dan dekripsi teks menggunakan algoritma RC4 bagi pihak-pihak yang membutuhkannya.

**Kata Kunci :** Database MySQL, Algoritma Kriptografi RC4, Visual Basic 2008.

### PENDAHULUAN

Keamanan data adalah usaha mengamankan data dari perubahan maupun akses yang tidak sah. Keamanan data difokuskan untuk memastikan kerahasiaan data. Salah satunya yang harus diamankan data *record* pada data base yaitu data mahasiswa dimana admin harus mengimputkan terlebih dahulu dengan cara memasukkan npm, nama, alamat dan jurusan pada *form* daftar mahasiswa yang tersedia, maka pada saat memasukkan npm, nama, alamat dan jurusan tersebut didalam *database* akan melakukan *enkripsi* dan *dekripsi* pada npm, nama, alamat dan jurusan. Salah satu usaha penjagaan keamanan data adalah kriptografi. Pada dasarnya, kriptografi adalah ilmu dan seni untuk menjaga keamanan data, namun seiring perkembangan jaman, kriptografi juga digunakan untuk mempelajari teknik-teknik matematika yang berhubungan dengan aspek keamanan informasi seperti kerahasiaan, integritas data, serta otentifikasi (Meneges, 1996). Keamanan data merupakan salah satu tantangan yang selalu dihadapi dalam industri dan penelitian *database*. Data yang tersimpan di dalam *database* harus dapat terjamin keamanannya sehingga tidak menimbulkan informasi yang tidak benar, *ambigu* maupun membingungkan. Pengamanan data dapat dilakukan melalui dua cara. Cara pertama ialah pengaturan hak akses setiap pengguna oleh administrator basis data. Cara kedua ialah pengamanan data dari sisi kandungan data yang tersimpan pada basis data. Teknik pengamanan data dilakukan dengan menggunakan teknik kriptografi RC4. Studi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk mencari cara agar RC4 dapat dimanfaatkan untuk mengamankan data serta memberi kemudahan bagi pemilik data untuk mengamankan datanya tanpa perlu mengetahui *query – querynya*.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan Penelitian yang digunakan meliputi buku, makalah, jurnal ataupun prosiding yang dijadikan sebagai referensi. Objek penelitian yang digunakan adalah *database* dengan teknik keamanan menggunakan metode RC4.

#### Metode

##### Algoritma Rivest Code 4 (RC4)

Algoritma kriptografi Rivest Code 4 (RC4) merupakan salah satu algoritma kunci simestris dibuat oleh RSA *security Inc* (RSADSI) yang berbentuk *stream chiper*. algoritma ini ditentukan pada tahun 1987 oleh ronald rivest dan menjadi simbol keamanan RSA (merupakan singkatan dari tiga nama penemu: Riverst Shamir). RC4 menggunakan panjang kunci dari 1 sampai 256 *byte* yang digunakan untuk menginisialisasikan tabel sepanjang 256 byte. Tabel ini digunakan untuk generasi yang berikut

dari *pseudo random* yang XOR dengan *plainteks* untuk menghasilkan *chiperteks*. Masing-masing elemen dalam tabel saling di tukarkan minimal sekali. RC4 merupakan salah satu jenis *stream chiper*, yaitu memproses unit atau input data pada satu saat. Dengan cara ini *enkripsi* atau *dekripsi* dapat dilaksanakan pada panjang variabel. Algoritma ini tidak menunggu sejumlah input data tertentu sebelum diproses, atau menambahkan *byte* tambahan untuk mengenkripsi. Metode *enkripsi* RC4 sangat cepat kurang lebih 10 kali lebih cepat dari DES. RC4 menggunakan panjang variabel kunci dari 1 s.d 256 *byte* untuk menginialisasi state tabel. State tabel digunakan untuk pengurutan menghasilkan *byte pseudo-random* yang kemudian menjadi *stream pseudo-random*. Setelah di XOR dengan *plaintext* sehingga didapatkan *ciphertext*. Tiap elemen pada state tabel diswap sedikitnya sekali . Kunci RC4 sering dibatasi sampai 40 bit, tetapi dimungkinkan untuk menggunakan kunci 128 bit. RC4 memiliki kemampuan pengguna kunci antara 1 sampai 2048 bit. Panjang kunci merupakan faktor utama dalam skuritas data. Protokol keamanan SSL (*Scure Socket Layer*) pada netscape. Navigator menggunkan algoritma RC4 40-bit 1 untuk smentrinya. Algoritma RC4 memiliki dua fase, setup kunci dan pengenkripsinya. Setup untuk kunci adalah fae pertama dan yang paling dalam algoritma ini.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Keamanan Database Berdasarkan Algoritma RC4.** Dalam melakukan proses keamanan *database* berdasarkan algoritma RC4. Algoritma RC4 untuk melakukan enkripsi-dekripsi, proses diawali dengan inialisasi *Sbox* pertama, S [0], S [1],..., S [255], dengan bilangan 0 sampai 255. Pertama isi secara berurutan S [0] = 0, S [1] = 1,....S [255] = [255]. Kemudian inialisasi *array* lain (*s-box* lain), misal *array* K dengan panjang 256. Isi *array* K dengan kunci yang akan diulangi sampai seluruh *array* K [0], K [1],....K [255] terisi seluruhnya.

1. Proses inialisasi *S-Box* (*array S*)
  - For i = 0 to 255
  - S [i] = i
2. Proses inialisasi *S-Box* (*array K*)
  - Array kunci // array dengan panjang kunci"Leght"
  - For i = 0 to 255
  - S [i] = i
3. Kemudian lakukan langkah pengacakan *S-Box*
  - I = 0 ; j = 0
  - For i = 0 to 255
  - { J = (j + S [i] + [k] mod 256)
  - Sawap S [i] dan S [j] }
4. Membuat *Pseudorandom Byte*
  - I = (i + 1) mod 256
  - J =(j + S [i]) mod 256
  - Swap S [i] dan S [j]
  - T =(S [i] + S [j]) mod 256
  - K =S [t]
5. Byte K di-XOR-kan dengan *plainteks* untuk menghasilkan *cipherteks* atau diXOR-kan dengan *cipherteks* untuk menghasilkan *plainteks*.

Berikut ini implementasi Algoritma RC4 dengan mode 256 *byte*.

1. Inialisasi *S-Box* dngan panjang 256 *byte*, dengan S [0] =0, S [1] = 1, S [2] = 2 dan S [3] =3,.....S [255] sehingga *array S* menjadi:

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0   | 1   | 2   | 3   | 3   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  |
| 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  |
| 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  |
| 48  | 49  | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  | 58  | 59  | 60  | 61  | 62  | 63  |
| 64  | 65  | 66  | 67  | 68  | 69  | 70  | 71  | 72  | 73  | 74  | 75  | 76  | 77  | 78  | 79  |
| 80  | 81  | 82  | 83  | 84  | 85  | 86  | 87  | 88  | 89  | 90  | 91  | 92  | 93  | 94  | 95  |
| 96  | 97  | 98  | 99  | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 |
| 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 |
| 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 |
| 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 |
| 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 |
| 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 |
| 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 |
| 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 | 223 |
| 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 |

- |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 240 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
2. Inisialisasi array kunci (S-Box lain), misalnya array kunci k dengan panjang 256. Jika panjang kunci  $k < 256$ , dilakukan pending, yaitu penambahan byte sehingga panjang kunci menjadi 255 byte. Kunci = "teknik informatika", lakukan padding dengan penambahan semua huruf misalnya abcd..... sampai panjang K mencapai 256 byte sehingga S-Box array kunci berbentuk  $K[0], K[1], \dots, K[256]$ . Proses inisialisasi S-Box (array K):
  3. pencampuran adalah pengulangan rumusan  $(i + S[i] + K[j]) \bmod 256$  yang diikuti dengan penukaran  $S[i]$  dengan  $[j]$ . Untuk contoh ini, Karena kita menggunakan *array* dengan panjang 256 *byte* maka algoritma menjadi :
    - For  $i = 0$  to 256
    - $J = (j + S[i] + K[i]) \bmod 256$
    - Swap  $S[i]$  dan  $S[j]$
  4. Dengan algoritma seperti diatas maka dengan nilai awal  $i = 0$  sampai  $i = 256$  akan menghasilkan *array* S seperti dibawah ini:  
 Iterasi Ke 1 :
    - $i = 0$ , maka
    - $j = (j + S[i] + K[i]) \bmod 256$
    - $= (j + S[0] + K[0]) \bmod 256$
    - $(0 + 0 + 116) \bmod 256$
    - $= 116$
    - Swap  $S[0]$  dan  $S[116]$
 Iterasi ke 2 :
    - $i = 0$ , maka
    - $j = (j + S[i] + K[i]) \bmod 256$
    - $= (j + S[1] + K[1]) \bmod 256$
    - $(116 + 1 + 101) \bmod 256$
    - $= 219$
    - Swap  $S[1]$  dan  $S[219]$
 Iterasi Ke 3:
    - $i = 1$ , maka
    - $j = (j + S[i] + K[i]) \bmod 256$
    - $= (j + S[2] + K[2]) \bmod 256$
    - $(219 + 2 + 107) \bmod 256$
    - $= 73$
    - Swap  $S[2]$  dan  $S[73]$
 Iterasi Ke 4:
    - $i = 3$ , maka
    - $j = (j + S[i] + K[i]) \bmod 256$
    - $= (j + S[3] + K[3]) \bmod 256$
    - $(73 + 3 + 110) \bmod 256$
    - $= 187$
    - Swap  $S[3]$  dan  $S[187]$
 Iterasi Ke 5:
    - $i = 4$ , maka
    - $j = (j + S[i] + K[i]) \bmod 256$
    - $= (j + S[4] + K[4]) \bmod 256$
    - $= (187 + 4 + 105) \bmod 256$
    - $= 41$
    - Swap  $S[4]$  dan  $S[41]$
 Iterasi Ke 6:
    - $i = 5$ , maka
    - $j = (j + S[i] + K[i]) \bmod 256$
    - $= (j + S[5] + K[5]) \bmod 256$
    - $= (41 + 5 + 107) \bmod 256$
    - $= 154$
    - Swap  $S[5]$  dan  $S[154]$
 Iterasi Ke 7:
    - $i = 6$ , maka
    - $j = (j + S[i] + K[i]) \bmod 256$
    - $= (j + S[6] + K[6]) \bmod 256$
    - $= (154 + 6 + 160) \bmod 256$
    - $= 65$

Swap S [6] dan S [65]

Iterasi Ke 8:

$i = 7$ , maka

$$\begin{aligned} j &= (j + S [i] + K [i] \bmod 256 \\ &= (j + S [7] + K [7] \bmod 256 \\ &= (65 + 7 + 105) \bmod 256 \\ &= 178 \end{aligned}$$

Swap S [7] dan S [178]

Iterasi Ke 9 :

$i = 8$ , maka

$$\begin{aligned} j &= (j + S [i] + K [i] \bmod 256 \\ &= (j + S [8] + K [8] \bmod 256 \\ &= (178+8+ 110) \bmod 256 \\ &= 41 \end{aligned}$$

Swap S [8] dan S [41]

Iterasi Ke 10

$i = 9$ , maka

$$\begin{aligned} j &= (j + S [i] + K [i] \bmod 256 \\ &= (j + S [9] + K [8] \bmod 256 \\ &= (41+9+102) \bmod 256 \\ &= 153 \end{aligned}$$

Swap S [9] dan S [153]

Iterasi Ke 254:

$i = 253$ , maka

$$\begin{aligned} j &= (j + S [i] + K [i] \bmod 256 \\ &= (j + S [253] + K [253] \bmod 256 \\ &= (87+ 67+97) \bmod 256 \\ &= 181 \end{aligned}$$

Swap S [5] dan S [181]

Iterasi ke 255:

$i = 254$  maka

$$\begin{aligned} j &= (j + S [i] + K [i] \bmod 256 \\ &= (j + S [254] + K [254] \bmod 256 \\ &= (181 + 99 + 98 ) \bmod 256 \\ &= 21 \end{aligned}$$

Swap S [5] dan S 21]

Iterasi ke 256 :

$i = 255$ , maka

$$\begin{aligned} j &= (j + S [i] + K [i] \bmod 2 \\ &= (j + S [255] + K [255] \bmod 256 \\ &= (21 + 94 + 99) \bmod 256 \\ &= 119 \end{aligned}$$

Swap S [255] dan S [119]

Hasil yang didapat setelah melakukan seluruh iterasi dari 0 s/d 256 kali iterasi dan melakukan pertukaran *S-Box* (*swap*) adalah sebagai berikut :

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 66  | 44  | 229 | 160 | 106 | 185 | 56  | 48  | 243 | 103 | 13  | 62  | 141 | 121 | 80  | 256 |
| 58  | 117 | 7   | 239 | 221 | 23  | 210 | 241 | 134 | 96  | 3   | 51  | 34  | 168 | 16  | 10  |
| 211 | 159 | 99  | 179 | 139 | 198 | 200 | 88  | 194 | 27  | 143 | 114 | 71  | 223 | 130 | 119 |
| 20  | 9   | 98  | 112 | 186 | 61  | 104 | 214 | 148 | 24  | 59  | 107 | 64  | 108 | 54  | 212 |
| 209 | 125 | 242 | 26  | 74  | 68  | 15  | 152 | 127 | 225 | 166 | 156 | 161 | 123 | 233 | 31  |
| 138 | 82  | 146 | 2   | 151 | 176 | 157 | 217 | 234 | 240 | 8   | 171 | 227 | 187 | 101 | 201 |
| 158 | 215 | 191 | 154 | 164 | 255 | 131 | 183 | 65  | 182 | 237 | 93  | 46  | 207 | 81  | 204 |
| 39  | 22  | 28  | 14  | 177 | 213 | 162 | 36  | 249 | 210 | 37  | 52  | 246 | 226 | 100 | 18  |
| 165 | 110 | 78  | 203 | 90  | 251 | 25  | 21  | 137 | 49  | 244 | 232 | 6   | 83  | 167 | 252 |
| 40  | 144 | 79  | 5   | 218 | 77  | 220 | 38  | 224 | 92  | 199 | 216 | 43  | 75  | 85  | 67  |
| 41  | 57  | 174 | 150 | 248 | 124 | 60  | 205 | 118 | 84  | 126 | 170 | 202 | 136 | 235 | 178 |
| 140 | 12  | 97  | 120 | 108 | 197 | 109 | 115 | 33  | 189 | 170 | 238 | 180 | 196 | 147 | 195 |
| 45  | 184 | 181 | 192 | 193 | 42  | 222 | 35  | 89  | 30  | 142 | 128 | 87  | 70  | 29  | 150 |
| 122 | 86  | 69  | 231 | 116 | 245 | 47  | 105 | 155 | 230 | 76  | 55  | 53  | 1   | 63  | 206 |
| 50  | 247 | 173 | 145 | 91  | 0   | 169 | 190 | 172 | 32  | 72  | 94  | 102 | 146 | 129 | 4   |

|    |     |     |    |    |    |     |    |     |     |     |     |     |    |     |     |
|----|-----|-----|----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| 19 | 132 | 111 | 95 | 17 | 17 | 188 | 11 | 153 | 113 | 253 | 228 | 163 | 73 | 133 | 175 |
|----|-----|-----|----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|

5. Berikutnya adalah proses enkripsi yaitu men- XOR-kan *pseudorandom byteI* dengan *plainteks*, misalnya *plainteks* "ITU [SPASI] DIA". Plainteks terdiri dari 7 karakter maka terjadi 7 iterasi. Sebelum di-iterasi, ubah karakter menjadi bentuk bilangan biner.

| Character | Decimal | Biner    |
|-----------|---------|----------|
| I         | 73      | 01001001 |
| T         | 84      | 01010100 |
| U         | 85      | 01010101 |
| Spasi     | 32      | 00100000 |
| D         | 68      | 01000100 |
| I         | 73      | 01001001 |
| A         | 65      | 01000001 |

Berikut iterasi ke 1 : inialisasi i dan j dengan  $i = 0 ; j = 0 ;$

$$i = (i + 1) \text{ mod } 256$$

$$= (0 + 1)$$

$$= 1$$

Dan

$$j = (j + S [i] \text{ mod } 256)$$

$$= (j + S [i] \text{ mod } 256)$$

$$= (0 + 44) \text{ mod } 256$$

$$= 44$$

Swap S [i] dan [44]

$$t = (S [i] + [j]) \text{ mod } 256$$

$$= (S [1] + [44]) \text{ mod } 256$$

$$= (71 + 44) \text{ mod } 256$$

$$= 115$$

$$K = S[t] = S [15] = 14 = 00001110$$

Byte K di-XOR-kan dengan plainteks "I"

|            |          |
|------------|----------|
| Plainteks  | I        |
|            | 73       |
|            | 01001001 |
| Key        | 00001110 |
| XOR        | 01000111 |
| Cipherteks | 71       |
|            | G        |

Iterasi 2 :

$$i = (i + 1) \text{ mod } 256$$

$$= (1 + 1)$$

$$= 2$$

Dan

$$j = (j + S [i] \text{ mod } 256)$$

$$= (44 + S [2]) \text{ mod } 256$$

$$= (44 + 229) \text{ MOD } 256$$

$$= 12$$

Swap S [2] dan S [7]

$$t = (S [i] + S [j]) \text{ mod } 256$$

$$= (S [2] + S [17]) \text{ mod } 256$$

$$= (117 + 229) \text{ mod } 256$$

$$= 90$$

$$K = S [t] = S [90] = 202 = 1000 1000$$

Byte K di-XOR-kan dengan plainteks "T"

|            |          |
|------------|----------|
| Plainteks  | T        |
|            | 84       |
|            | 01000100 |
| Key (K)    | 00000010 |
| XOR        | 01011100 |
| Cipherteks | 92       |
|            | \        |

Iterasi 3 :

$$i = (i + 1) \text{ mod } 256$$

$$= (2 + 1)$$

$$= 3$$

Dan

$$j = (j + S [i] \text{ mod } 256)$$

$$= (j + S [3]) \text{ mod } 256$$

$$= (17 + 160) \text{ mod } 256$$

$$= 177$$

Swap S [3] dan S [177]

$$t = (S [i] + S [j]) \text{ mod } 256$$

$$= (S [3] + S [15]) \text{ mod } 256$$

$$= (12 + 160) \text{ mod } 256$$

$$= 172$$

$$K = S [t] = S [172] = 202 = 1100 1010$$

Byte K di-XOR-kan dengan plainteks "U"

|            |          |
|------------|----------|
| Plainteks  | U        |
|            | 85       |
|            | 01010101 |
| Key (K)    | 11001010 |
| XOR        | 10011111 |
| Cipherteks | 159      |
|            | Y        |

Iterasi 4 :

$$i = (i + 1) \text{ mod } 256$$

$$= (3 + 1) = 4$$

Dan

$$j = (j + S [i] \text{ mod } 256)$$

$$= (j + S [4]) \text{ mod } 256$$

$$= (177 + 106) \text{ mod } 256 = 27$$

Swap S [4] dan S [27]

$$t = (S [i] + S [j]) \text{ mod } 256$$

$$= (S [4] + S [27]) \text{ mod } 256$$

$$= (51 + 106) \text{ mod } 256 = 157$$

$$K = S [t] = S [157] = 75 = 0100 1010$$

Byte K di-XOR-kan dengan plainteks "Spasi"

|            |           |
|------------|-----------|
| Plainteks  | [Spasi]   |
|            | 32        |
|            | 0010 0000 |
| Key (K)    | 0100 1011 |
| XOR        | 0110 1011 |
| Cipherteks | 107       |
|            | K         |

Iterasi 5 :

$$i = (i + 1) \text{ mod } 256$$

$$= (4 + 1) = 5$$

Dan

$$j = (j + S [i] \text{ mod } 256)$$

$$= (j + S [5]) \text{ mod } 256$$

$$= (27 + 185) \text{ mod } 256 = 212$$

Swap S [5] dan S [212]

$$t = (S [i] + S [j]) \text{ mod } 256$$

$$= (S [5] + S [212]) \text{ mod } 256$$

$$= (116 + 185) \text{ mod } 256 = 45$$

$$K = S [t] = S [45] = 223 = 1101 1111$$

Byte K di-XOR-kan dengan plainteks "D"

|            |           |
|------------|-----------|
| Plainteks  | D         |
|            | 68        |
|            | 0100 0100 |
| Key (K)    | 1101 1111 |
| XOR        | 1001 1011 |
| Cipherteks | 155       |
|            | >         |

Iterasi 6 :

$$i = (i + 1) \text{ mod } 256$$

$$= (5 + 1)$$

$$= 6$$

Dan

$$j = (j + S [i] \text{ mod } 256)$$

$$= (j + S [6]) \text{ mod } 256$$

$$= (212 + 56) \text{ mod } 256$$

$$= 12$$

Swap S [6] dan S [12]

$$t = (S [i] + S [j]) \text{ mod } 256$$

$$= (S [6] + S [56]) \text{ mod } 256$$

$$= (141 + 56) \text{ mod } 256$$

$$= 197$$

$$K = S [t] = S [197] = 42 = 0010 1010$$

Byte K di-XOR-kan dengan plainteks "I"

|            |           |
|------------|-----------|
| Plainteks  | I         |
|            | 73        |
|            | 0100 1001 |
| Key (K)    | 0010 1010 |
| XOR        | 0110 0011 |
| Cipherteks | 99        |
|            | C         |

Iterasi 7 :

$$i = (i + 1) \text{ mod } 256$$

$$= (6 + 1)$$

$$= 7$$

Dan

$$j = (j + S [i] \text{ mod } 256)$$

$$= (j + S [7]) \text{ mod } 256$$

$$= (12 + 48) \text{ mod } 256$$

$$= 60$$

Swap S [7] dan S [60]

$$t = (S [i] + S [j]) \text{ mod } 256$$

$$= (S [6] + S [56]) \text{ mod } 256$$

$$= (64 + 48) \text{ mod } 256$$

$$= 112$$

$$K = S [t] = S [112] = 42 = 0010 0111$$

Byte K di-XOR-kan dengan plainteks "A"

|            |           |
|------------|-----------|
| Plainteks  | A         |
|            | 65        |
|            | 0100 0001 |
| Key (K)    | 0010 0111 |
| XOR        | 0110 0110 |
| Cipherteks | 102       |
|            | F         |

Jadi hasil enkripsi yang didapat setelah melalui beberapa iterasi adalah sebagai berikut :

| Len_tekt | Iter-I | Iter-J | Sbox-[i] | Sbox [j] | Key | Plainteks | Asci_Code | Cipher | Ascii_Char |
|----------|--------|--------|----------|----------|-----|-----------|-----------|--------|------------|
| 1        | 1      | 66     | 44       | 44       | 66  | I         | 73        | 71     | G          |
| 2        | 2      | 152    | 229      | 17       | 85  | T         | 84        | 92     | \          |
| 3        | 3      | 229    | 160      | 177      | 75  | U         | 85        | 159    | Y          |
| 4        | 4      | 77     | 185      | 27       | 65  | [spasi]   | 32        | 107    | K          |
| 5        | 5      | 189    | 56       | 212      | 32  | D         | 68        | 155    | >          |
| 6        | 6      | 56     | 48       | 12       | 107 | I         | 73        | 99     | C          |
| 7        | 7      | 173    | 243      | 60       | 117 | A         | 65        | 102    | F          |

6. Berikutnya adalah proses dekripsi yaitu meng-XOR-kan *Pseudorandom byte* dengan *cipherteks*, dan *cipherteks* nya adalah "G \ Ÿ k > c f". *Cipherteks* terdiri dari 7 karakter maka terjadi 7 iterasi. Sebelum di-iterasi, ubah karakter menjadi bentuk bilangan biner.

| Character | Decimal | Biner     |
|-----------|---------|-----------|
| G         | 71      | 0100 0111 |
| \         | 92      | 0101 1100 |
| Ÿ         | 159     | 1001 1100 |
| K         | 107     | 0110 1011 |
| >         | 155     | 1001 1011 |
| C         | 99      | 0110 0011 |
| F         | 102     | 0110 0110 |

Data yang dikirim dalam bentuk *cipherteks* sehingga setelah sampai di penerima pesan dapat kembali diubah menjadi *plainteks* dengan meng- XOR-kan dengan kunci yang sama.

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Cipherteks | G \ Ÿ k > c f   |
| Kunci      | Informatika     |
| Plainteks  | ITU [spasi] DIA |

Berikut iterasi 1 :

|            |           |
|------------|-----------|
| Plainteks  | G         |
|            | 71        |
|            | 0100 0111 |
| Key (K)    | 0000 1110 |
| XOR        | 0100m1001 |
| Cipherteks | 73        |
|            | I         |

Berikut iterasi 2 :

|            |           |
|------------|-----------|
| Plainteks  | \         |
|            | 92        |
|            | 0101 1100 |
| Key (K)    | 0000 1000 |
| XOR        | 0101 0100 |
| Cipherteks | 84        |
|            | T         |

Berikut iterasi 3 :

|            |           |
|------------|-----------|
| Plainteks  | Ÿ         |
|            | 159       |
|            | 1001 1111 |
| Key (K)    | 1100 1010 |
| XOR        | 0010 0101 |
| Cipherteks | 85        |
|            | U         |

Berikut iterasi 4 :

|            |           |
|------------|-----------|
| Plainteks  | K         |
|            | 107       |
|            | 0110 1011 |
| Key (K)    | 0100 1011 |
| XOR        | 0010 0000 |
| Cipherteks | 32        |
|            | [Spasi]   |

Berikut iterasi 5 :

|           |           |
|-----------|-----------|
| Plainteks | >         |
|           | 155       |
|           | 1001 1011 |
| Key (K)   | 1101 1111 |
| XOR       | 0100 0100 |
|           | 68        |

|            |   |
|------------|---|
| Cipherteks | D |
|------------|---|

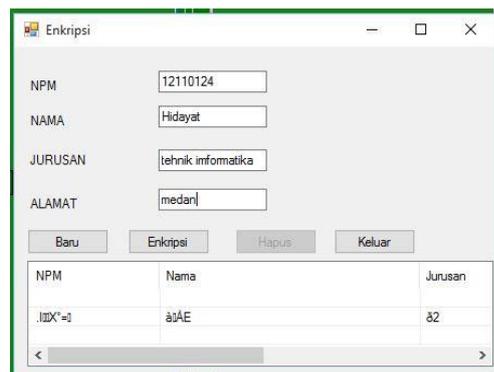
Berikut iterasi 6 :

|            |           |
|------------|-----------|
| Plainteks  | C         |
|            | 99        |
|            | 0110 0011 |
| Key (K)    | 0010 1010 |
| XOR        | 0100 1001 |
| Cipherteks | 73        |
|            | I         |

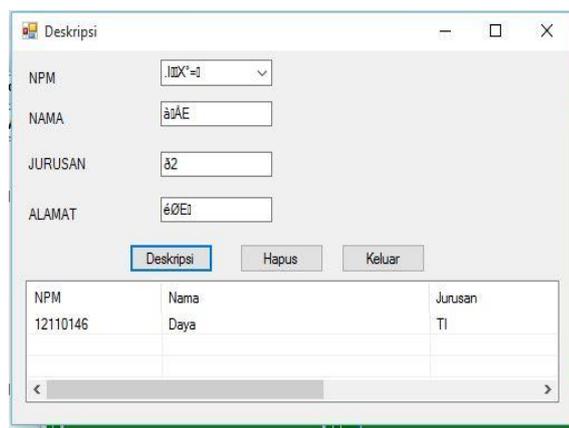
Berikut iterasi 7 :

|            |           |
|------------|-----------|
| Plainteks  | F         |
|            | 102       |
|            | 0110 0110 |
| Key (K)    | 0010 0111 |
| XOR        | 0100 0001 |
| Cipherteks | 65        |
|            | A         |

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui kelemahan pada aplikasi yang telah dirancang. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Hasil Enkripsi



**Gambar 2.** Hasil Dekripsi

**KESIMPULAN**

1. Data yang di input akan disimpan pada *database* dalam keadaan terenkripsi sehingga keamanan dan kerahsiaan datanya dapat terjaga.
2. Untuk memproses kriptografi menggunakan algoritma RC4 (*Rivest Code 4*) dalam keamanan *database* dari hasil proses enkripsi dan dekripsi menunjukkan *data record* yang telah di enkripsi, dan kembali seperti semula *database* aslinya.

3. Dengan adanya aplikasi ini , dapat memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mengenkripsi *data record* yang ada pada *database* tanpa harus melakukan perhitungan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdul Kadir, 2003, "*Pengenalan Sistem Informasi*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Emy Setyaningsi 2015, "*Kriptografi & Implemntasinya Menggunakan MATLAB*" Yogyakarta.
- Rinaldi Munir, 2006, "*Kriptografi*", Penerbit Informatika, Bandung.
- Djon Irwanto, 2007, "*Perancangan Object Oriented Software dengan UML*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Andi, 2008, "*Visual Basic*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Jurnal Wahyu Adi Priyatno 2006, "*Implementasi Algoritma Kriptografi RC4 pada DSP TMS320C6715 Sebagai Pendukung keputusan Sekuaritas Jaringan komunikasi*" (VoIP), Bandung.
- Jogianto HM, 2007, "*Analisa dan desain sistem Informasi*" Andi Offset, Yogyakarta.

## **SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT PROGERIA PADA ANAK DENGAN TEOREMA BAYES**

**Wanti P.S Manalu**

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
*wanti.manalu325@gmail.com*

**Abstrak.** *Progeria atau penyakit penuaan dini adalah merupakan suatu penyakit genetik yang disebabkan oleh mutasi (perubahan) gen. Progeria bukan penyakit turunan dan tidak menular. Penyakit ini berasal dari kata Yunani “proeros”, yang berarti tua sebelum waktunya. Penderita mengalami penuaan dini dengan kecepatan yang berkisar 4 - 7 kali lipat dari proses penuaan normal. contoh konkretnya, bila anak yang mengalami progeria berumur 10 tahun maka penampilannya akan tampak seperti orang berusia 40 - 70 tahun artinya, semua organ tubuh anak, termasuk organ pernapasan, jantung, maupun sendi - sendinya sudah mengalami kerentanan. Metode Bayes juga merupakan suatu metode untuk menghasilkan estimasi parameter dengan menggabungkan informasi dari sampel dan informasi lain yang telah tersedia sebelumnya. Sulitnya masyarakat umum mengetahui terjadinya penyakit progeria pada anak disebabkan gejala – gejala penyakit progeria pada anak susah diketahui karena penyakit progeria terjadi karena faktor perubahan gen saat masih didalam kandungan sehingga sulit mengetahui adanya gejala penyakit progeria pada anak. Untuk itu, dibutuhkan sistem pakar yang memudahkan masyarakat umum untuk mengetahui gejala penyakit progeria pada anak dan dapat mencegah / penanganan dini. Keunggulan utama dalam penggunaan Metode Bayes adalah penyederhanaan dari cara klasik yang penuh dengan integral untuk memperoleh model marginal. Metode Bayes memberikan hasil pendugaan yang lebih baik daripada pendugaan dalam metode klasik. Karena dalam didalam metode klasik dalam pendugaan parameternya hanya berdasarkan informasi dari data sampel, dimana ukuran sampel sangat berpengaruh terhadap hasil pendugaan.*

**Kata Kunci :** Progeria, Metode Bayes

### **PENDAHULUAN**

*Progeria atau penyakit penuaan dini adalah merupakan suatu penyakit genetik yang disebabkan oleh mutasi (perubahan) gen. Progeria bukan penyakit turunan dan tidak menular. Penyakit ini berasal dari kata Yunani “proeros”, yang berarti tua sebelum waktunya. Dilansir dari Mayo Clinic, progeria atau juga dikenal dengan sindrom Hutchinson-Gilford, merupakan kelainan genetik langka yang menyebabkan anak – anak mengalami percepatan usia yang dimulai pada dua tahun pertama kehidupan. Penderita mengalami penuaan dini dengan kecepatan yang berkisar 4 - 7 kali lipat dari proses penuaan normal. contoh konkretnya, bila anak yang mengalami progeria berumur 10 tahun maka penampilannya akan tampak seperti orang berusia 40 - 70 tahun artinya, semua organ tubuh anak, termasuk organ pernapasan, jantung, maupun sendi - sendinya sudah mengalami kerentanan. Sulitnya masyarakat umum mengetahui terjadinya penyakit progeria pada anak disebabkan gejala – gejala penyakit progeria pada anak susah diketahui karena penyakit progeria terjadi karena faktor perubahan gen saat masih didalam kandungan sehingga sulit mengetahui adanya gejala penyakit progeria pada anak. Untuk itu, dibutuhkan sistem pakar yang memudahkan masyarakat umum untuk mengetahui gejala penyakit progeria pada anak dan dapat mencegah / penanganan dini. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk menguraikan gejala – gejala penyakit progeria pada anak dan menjelaskan langkah – langkah penerapan teorema bayes dalam mendiagnosa penyakit progeria pada anak.*

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan penelitian yang digunakan adalah buku, majalah atau jurnal sebagai referensi daripada judul. Objek yang diteliti adalah penyakit *progeria*. Untuk penyelesaian masalah maka digunakan metode Bayes.

#### **Metode**

##### **Teorema Bayes**

Teorema Bayes merupakan metode yang baik didalam mesin pembelajaran berdasarkan data training, dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya. *Teorema bayes* juga merupakan suatu metode untuk menghasilkan estimasi parameter dengan menggabungkan informasi daari sampel dan informasi lain yang telah tersedia sebelumnya. Keunggulan utama pada penggunaan *Teorema Bayes* adalah penyederhanaan dari cara klasik yang penuh dengan integral untuk memperoleh model marginal. Dalam teori probabilitas klasik probabilitas bersyarat A dengan syarat B dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \text{ untuk } P(B) \neq 0$$

Jadi peluang bersyarat didefinisikan dengan istilah kejadian bersama (*Jont event*) yang perbandingan antara probabilitas dari kejadian bersama A dan B adalah probabilitas B dari persamaan diatas diperoleh:

$$P(A \cap B) = P(B|A)P(A)$$

Dan jika kedua sisi dibagi dengan P(S) dan disubstitusikan kepersamaan 2.1 maka dapat diturunkan bentuk Bayes yang sederhana yang kadang disebut sebagai rumus kebalikan karena mendefinisikan P(A|B) ke P(B|A), yaitu:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A).P(A)}{P(B)}$$

P(A) adalah *prior probability* dari A, yaitu probabilitas prior untuk mendapatkan B. P(A|B) merupakan *posterior probability*.

Disini (A|B) diubah menjadi (H|E) menjadi probabilitas *bayes* untuk mengatasi ketidakpastian data dengan menggunakan formula *bayes* yang dinyatakan dengan rumus:

$$P(H|E) = \frac{P(E|H).P(H)}{P(E)} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana

- P(H|E) : probabilitas hipotesis H jika diberikan *evidence* E
- P(E|H) : probabilitas munculnya *evidence* E jika diketahui hipotesis H
- P(H) : probabilitas hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun
- P(E) : probabilitas *evindence* E

Dalam bidang kedokteran toerema bayes sudah dikenal tetapi toerema ini lebih banyak diterapkan dalam ligika kedokteran modern(Cutler: 1991). Toerema ini lebih banyak diterapkan pada hal-hal yang berkenen dengan diagnosis secara statistic yang berhubungan dengan probabilitas serta kemungkinan dari penyakit dan gejala-gejala yang berkaitan.

Langkah – langkah dalam perhitungan *Bayes* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan gejala-gejala atau hipotesa yang akan dihitung
2. Mencari Nilai semesta dengan cara menjumlahkan nilai hipotesa dengan rumus

$$\sum_{k=1}^n = P(H_i) * P(E \setminus H_i - n)$$

3. Setelah hasil penjumlahan diketahui maka didapat rumus untuk menghitung nilai semesta dengan rumus

$$P(H1) = \frac{P(H1)}{\sum_{k=1}^1}$$

4. Setelah nilai semesta P(Hi) diketahui, probabilitas hipotesa tanpa memandang *evidence* apapun maka rumusnya

$$\sum_{k=1}^n = P(H_i) * P(E \setminus H_i - n)$$

5. Langkah selanjutnya mencari nilai probabilitas hipotesis benar jika diberikan *evidence* maka rumusnya

$$P(H_i) = \frac{P(E \setminus H_i) * P(H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E \setminus H_i) * P(H_i)}$$

6. Setelah seluruh nilai probabilitas hipotesis diketahui maka jumlahkan seluruh nilai *bayes* dengan rumus

$$\sum_{k=1}^n \text{ Bayes} = \text{Bayes1} + \text{Bayes2} + \text{Bayes 3}$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Proses Diagnosa Penyakit Progeria Berdasarkan Teorema Bayes.** Dari sumber-sumber yang dapat dipercaya maka diperoleh beberapa gejala-gejala terjadinya penyakit *progeria* pada anak adalah :

**Tabel 1.** Gejala Penyakit *Progeria* Pada anak

| Kode | Gejala                 |
|------|------------------------|
| G1   | Kegagalan pertumbuhan  |
| G2   | Kehilangan lemak tubuh |
| G3   | Kehilangan rambut      |

|     |                        |
|-----|------------------------|
| G4  | Kulit terlihat berusia |
| G5  | Kekakuan pada sendi    |
| G6  | Diskolasi pinggul      |
| G7  | Hipertensi             |
| G8  | Angina                 |
| G9  | Ateroskleorosis        |
| G10 | Stroke                 |
| G11 | Gagal jantung          |

Dari tabel diatas dapat dilihat gejala-gejala dari penyakit *progeria* pada anak, maka setelah itu penulis memasukan bobot atau terminologi kepastian dari gejala yang ada, tabel terminologi dapat dilihat pada table 2 dibawah ini.

**Tabel 2.** Nilai Bayes

| Terminologi Kepastian | A/B |
|-----------------------|-----|
| Tidak Pasti           | 0   |
| Tidak Tahu            | 0,2 |
| Kurang Pasti          | 0,4 |
| Cukup Pasti           | 0,6 |
| Hampir pasti          | 0,8 |
| Pasti                 | 1,0 |

Dari hasil wawancara penulis dengan pakar maka didapat data kondisi fisik anak yang kemungkinan mengalami penyakit *progeria* yang dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah ini.

**Tabel 3.** Data Kondisi Fisik Anak

| Kode | Kondisi Fisik                              |
|------|--------------------------------------------|
| P1   | Rambut Rontok                              |
| P2   | Kulit keriput, muncul bintik – bintik      |
| P3   | Pertumbuhan gigi menjadi lambat            |
| P4   | Bentuk bola mata besar dan menonjol keluar |
| P5   | Daun telinga melebar                       |
| P6   | Ukuran kepala tidak proporsional           |
| P7   | Suara nyaring dan bernada tinggi           |
| P8   | Ukuran wajah menyempit                     |
| P9   | Tulang rapuh                               |

**Tabel 4.** Data Analisis Gejala Penyakit Progeria Pada Anak

| Kode | Gejala                 | Bobot |
|------|------------------------|-------|
| G1   | Kegagalan pertumbuhan  | 0,4   |
| G2   | Kehilangan lemak tubuh | 0,4   |
| G3   | Kehilangan rambut      | 0,6   |
| G4   | Kulit terlihat berusia | 0,6   |
| G5   | Kekakuan pada sendi    | 0,2   |
| G6   | Diskolasi pinggul      | 0,4   |
| G7   | Hipertensi             | 0,6   |
| G8   | Angina                 | 0,4   |
| G9   | Ateroskleorosis        | 0,8   |
| G10  | Stroke                 | 0,8   |
| G11  | Gagal jantung          | 0,8   |

Dari tabel diatas maka dipresentasikan seperti *rule* dibawah ini. *Refresentasi* ini digunakan untuk memperoleh pencarian dan menentukan kesimpulan diagnosa berikut ini adalah pembahasannya:

**Rule 1 : IF P1 AND P2 THEN G1**

**Rule 2 : IF P1 AND P4 AND P5 THEN G2**

**Rule 3 : IF P1 AND P2 AND P3 THEN G3**

**Rule 4 : IF P2 AND P8 THEN G4**

**Rule 5 : IF P8 AND P9 THEN G5**

**Rule 6 : IF P7 AND P9 THEN G6**

**Rule 7 : IF P6 AND P7 AND P9 THEN G7**

**Rule 8 : IF P6 AND P9 THEN G8**

**Rule 9 : IF P5 AND P8 THEN G9**

**Rule 10: IF P1 AND P2 AND P3 AND P4 AND P5 AND P6 AND P7 AND P8 AND P9 THEN Penyakit Progeria**

**Tabel 5.** Nilai Bayes

| Terminologi Kepastian | A/B |
|-----------------------|-----|
| Tidak Pasti           | 0   |
| Tidak Tahu            | 0,2 |
| Kurang Pasti          | 0,4 |
| Cukup Pasti           | 0,6 |
| Hampir pasti          | 0,8 |
| Pasti                 | 1,0 |

**Tabel 6.** Persentasi Kesimpulan

| TINGKAT PRESENTASI | NILAI KEMUNGKINAN                          |
|--------------------|--------------------------------------------|
| 0-50 %             | Sedikit Kemungkinan atau Kemungkinan Kecil |
| 51- 79 %           | Kemungkinan                                |
| 80- 99 %           | Kemungkinan Besar                          |
| 100 %              | Sangat Yakin                               |

**Tabel 7.** Solusi Persentasi Kemungkinan

| TINGKAT PRESENTASI | SOLUSI                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0-50 %             | Pemberian Obat Kolestrol dan <i>Antikoagulan</i>                                                                                                                                                                   |
| 51-79 %            | Pemberian Hormon Pertumbuhan yang menghambat Produksi protein <i>prelamin A</i> yang abnormal                                                                                                                      |
| 80-99 %            | mengonsumsi aspirin dosis rendah setiap hari bisa mencegah serangan jantung dan <i>stroke</i> pada penderita <i>progeria</i>                                                                                       |
| 100 %              | Pemberian obat <i>Inhibitor Farnesytranferase</i> jenis obat untuk kanker, yang mungkin bisa dikonsumsi penderita <i>progeria</i> untuk memperbaiki kerusakan sel-sel tubuh dan melakukan rawat inap/ rawat jalan. |

Pada contoh dibawah ini akan dicari persentase kemungkinan dari penyebab penyakit *progeria* pada anak dengan menggunakan perhitungan teorema bayes.

Merri melakukan diagnosa dengan menjawab pertanyaan sesuai dengan gejala sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 G_1 &= 0,4 = P(E|H_1) \\
 G_2 &= 0,4 = P(E|H_2) \\
 G_3 &= 0,6 = P(E|H_3) \\
 G_4 &= 0,6 = P(E|H_4) \\
 G_5 &= 0,2 = P(E|H_5) \\
 G_6 &= 0,4 = P(E|H_6) \\
 G_7 &= 0,6 = P(E|H_7) \\
 G_8 &= 0,4 = P(E|H_8) \\
 G_9 &= 0,8 = P(E|H_9) \\
 G_{10} &= 0,8 = P(E|H_{10}) \\
 G_{11} &= 0,8 = P(E|H_{11})
 \end{aligned}$$

Kemudian mencari semesta dengan menjumlahkan dari hipotesa diatas:

$$\begin{aligned}
 \sum_{k=1}^n &= G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 + G_6 + G_7 + G_8 + G_9 + G_{10} + G_{11} \\
 &= 0,4 + 0,4 + 0,6 + 0,6 + 0,2 + 0,4 + 0,6 + 0,4 + 0,8 + 0,8 + 0,8 \\
 &= 6
 \end{aligned}$$

Setelah hasil penjumlahan diatas diketahui, maka didapatkan rumus yang akan menghitung nilai semesta sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P(H1) &= \frac{P(H1)}{\sum_{k=1}^1} = \frac{0,4}{6} = 0,0667 \\
 P(H2) &= \frac{P(H2)}{\sum_{k=1}^2} = \frac{0,4}{6} = 0,0667 \\
 P(H3) &= \frac{P(H3)}{\sum_{k=1}^3} = \frac{0,6}{6} = 0,1 \\
 P(H4) &= \frac{P(H4)}{\sum_{k=1}^4} = \frac{0,6}{6} = 0,1 \\
 P(H5) &= \frac{P(H5)}{\sum_{k=1}^5} = \frac{0,2}{6} = 0,0033
 \end{aligned}$$

$$P(H6) = \frac{P(H6)}{\sum_{k=1}^6} = \frac{0,4}{6} = 0,0667$$

$$P(H7) = \frac{P(H7)}{\sum_{k=1}^7} = \frac{0,6}{6} = 0,1$$

$$P(H8) = \frac{P(H7)}{\sum_{k=1}^7} = \frac{0,4}{6} = 0,0667$$

$$P(H9) = \frac{P(H7)}{\sum_{k=1}^7} = \frac{0,8}{6} = 0,1333$$

$$P(H10) = \frac{P(H7)}{\sum_{k=1}^7} = \frac{0,8}{6} = 0,1333$$

$$P(H11) = \frac{P(H7)}{\sum_{k=1}^7} = \frac{0,8}{6} = 0,1333$$

Setelah nilai P(Hi) diketahui, probabilitas hipotesis H tanpa memandang *Evidence* apapun, maka langkah selanjutnya adalah:

$$\sum_{k=1}^n = P(Hi) * P(E \setminus Hi - n)$$

$$= P(H1) * P(E|H1) + P(H2) * P(E|H2) + P(H3) * P(E|H3) + P(H4) * P(E|H4) + P(H5) * P(E|H5) + P(H6) * P(E|H6) + P(H7) * P(E|H7) + P(H8) * P(E|H8) + P(H9) * P(E|H9) + P(H10) * P(E|H10) + P(H11) * P(E|H11)$$

$$= (0,0667 * 0,4) + (0,0667 * 0,4) + (0,1 * 0,6) + (0,1 * 0,6) + (0,0033 * 0,2) + (0,0667 * 0,4) + (0,1 * 0,6) + (0,0667 * 0,4) + (0,1333 * 0,8) + (0,1333 * 0,8) + (0,1333 * 0,8)$$

$$= 0,2668 + 0,2668 + 0,06 + 0,06 + 0,0006 + 0,2668 + 0,06 + 0,2668 + 0,1066 + 0,1066 + 0,1066$$

$$= 1,0872$$

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai P(Hi \ E) atau probabilitas hipotesis Hi benar jika diberikan *evidence* E.

$$P(Hi) = \frac{P(E \setminus Hi) * P(Hi)}{\sum_{k=1}^n P(E \setminus Hi) * P(Hi)}$$

$$P(H1 \setminus E) = \frac{0,0667 * 0,4}{1,0872} = 0,0245$$

$$P(H2 \setminus E) = \frac{0,0667 * 0,4}{1,0872} = 0,0245$$

$$P(H3 \setminus E) = \frac{0,1 * 0,6}{1,0872} = 0,0551$$

$$P(H4 \setminus E) = \frac{0,1 * 0,6}{1,0872} = 0,0551$$

$$P(H5 \setminus E) = \frac{0,0033 * 0,2}{1,0872} = 0,0006$$

$$P(H6 \setminus E) = \frac{0,0667 * 0,2}{1,0872} = 0,0122$$

$$P(H7 \setminus E) = \frac{0,1 * 0,6}{1,0872} = 0,0551$$

$$P(H8 \setminus E) = \frac{0,0667 * 0,4}{1,0872} = 0,0245$$

$$P(H9 \setminus E) = \frac{0,1333 * 0,8}{1,0872} = 0,0980$$

$$P(H10 \setminus E) = \frac{0,1333 * 0,8}{1,0872} = 0,0980$$

$$P(H11 \setminus E) = \frac{0,1333 * 0,8}{1,0872} = 0,0980$$

Setelah seluruh nilai P(Hi \ E) diketahui, maka jumlahkan seluruh nilai bayesnya dengan rumus sebagai berikut:

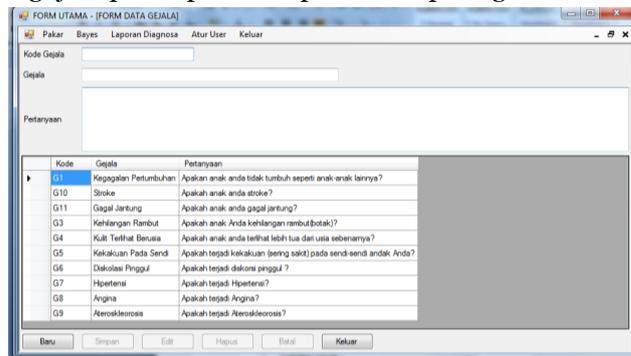
$$\sum_{k=1}^n \text{Bayes} = \text{Bayes1} + \text{Bayes2} + \text{Bayes 3} + \text{Bayes 4} + \text{Bayes 5} + \text{Bayes 6} + \text{Bayes 7} + \text{Bayes 8} + \text{Bayes 9} + \text{Bayes 10} + \text{Bayes 11}$$

$$= 0,0245 + 0,0245 + 0,0551 + 0,0551 + 0,0006 + 0,0122 + 0,0551 + 0,0245 + 0,0980 + 0,0980 + 0,0980$$

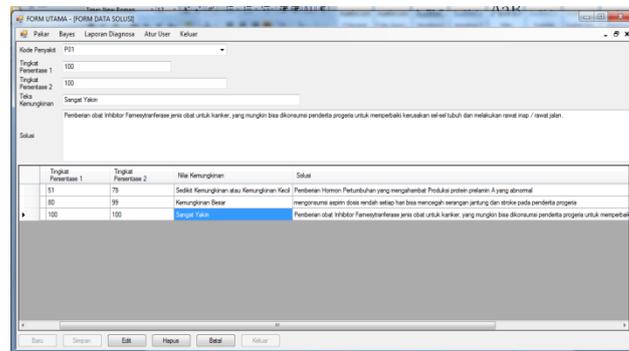
$$= 0,6614$$

Dari kesimpulan perhitungan diatas maka dapat dipastikan kandungan Merri diprediksi mengalami progeria dengan nilai 66, 14% maka solusinya adalah Pemberian Hormon Pertumbuhan yang menghambat Produksi protein *prelamin A* yang abnormal.

**Hasil Pengujian.** Hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui kekurangan pada aplikasi yang telah dibangun. Hasil pengujian pada aplikasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Gejala



**Gambar 2.** Solusi

**KESIMPULAN**

1. Mendiagnosa penyakit *progeria* pada anak dengan sistem pakar melihat dari gejala-gejala yang dialami oleh anak berusia 2 – 10 tahun dapat dilakukan untuk membantu masyarakat khususnya bagi orangtua untuk mengetahui penyakit *progeria* pada anak.
2. Dengan menerapkan *teorema bayes* dalam meniagnosa penyakit *progeria* pada anak dapat menghasilkan perhitungan valid yang sama dengan perhitungan manual sehingga proses diagnosa dapat dilakukan dengan cepat dan akurat.
3. Dalam perancangan aplikasi ini menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic 2008* dan dengan *MySQL* sebagai pengolah data.

**DAFTAR PUSTAKA**

Prabowo Pudjo Widodo, Herlawati, 2011, “*Analisis Dan Perancangan*”, Penerbit Informatika, Bandung.

T. Sutojo, S.si., M.Kom, Edy Mulyanto., S.si, M.Kom, Dr. Vincent Suhartono, 2011, “*Kecerdasan Buatan*”, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Rama, Jones, 2008, “*Sistem Informasi Akuntansi*”, Penerbit Salemba Empat, Jakarta.

Primanda Arif Aditya, 2013, “*Dasar-Dasar Pemrograman Database Desktop dengan Visual Basic.Net 2008*”, Penerbit PT. Alex Media Komputindo, Jakarta.

Yuswanto, 2006, “*Pemrograman Dasar Visual Basic. Net 2008*”, Penerbit Prestasi Pustaka, Jakarta.

Jogiyanto, Hartono, 2005, “*Analisis dan Desain Sistem Informasi*”, Penerbit Andi, Yogyakarta.

## DIAGNOSA PENYAKIT PARONYCHIA (KUKU BERNANAH) MENGUNAKAN TEOREMA BAYES

Yayuk Sulistiawati

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan  
yayuksulistiawati32@gmail.com

**Abstrak.** *Paronychia merupakan infeksi yang terjadi di sekitar tepi kuku bahkan seluruh bagian kuku, yang paling sering menyebabkan paronychia adalah bakteri kulit, biasanya memasuki kuku yang telah rusak oleh trauma seperti menggigit kuku, menghisap jari, cuci piring atau iritasi kimia. Seorang dokter memerlukan rekam medis untuk mendiagnosa penyakit kuku pada seseorang. Hilangnya rekaman tersebut dapat menghambat pekerjaan seorang dokter, sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat menggabungkan rekaman-rekaman medis tentang penyakit paronychia agar mendapatkan hasil yang akurat. Metode bayes dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyakit paronychia dengan menerapkannya pada suatu program aplikasi. Aplikasi yang dibuat hanya dapat mengidentifikasi gejala yang tampak secara umum, belum dapat digunakan untuk mengidentifikasi gejala penyakit yang tampak secara khusus. Aplikasi sistem pakar yang dirancang mengharuskan user menjawab pertanyaan-pertanyaan sistem mengenai gejala-gejala yang dialami. Proses yang dilakukan sistem adalah menghitung kemungkinan-kemungkinan dari gejala-gejala yang sudah dijawab oleh user menggunakan metode bayes. Hasil akhir yang diberikan oleh sistem adalah persentasi tingkat kepastian penyakit yang diderita oleh pasien atau pengguna sistem.*

**Kata Kunci :** Pakar, bayes, paronychia

### PENDAHULUAN

*Paronychia* merupakan infeksi yang terjadi di sekitar tepi kuku bahkan seluruh bagian kuku, yang paling sering menyebabkan *paronychia* adalah bakteri kulit, biasanya memasuki kuku yang telah rusak oleh trauma seperti menggigit kuku, menghisap jari, cuci piring atau iritasi kimia. Seorang dokter memerlukan rekam medis untuk mendiagnosa penyakit kuku pada seseorang. Hilangnya rekaman tersebut dapat menghambat pekerjaan seorang dokter, sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat menggabungkan rekaman-rekaman medis tentang penyakit *paronychia* agar mendapatkan hasil yang akurat. Masyarakat selama ini harus konsultasi ke dokter kulit untuk mengetahui *paronychia*, sementara konsultasi ke dokter kulit membutuhkan biaya yang sangat mahal. Salah satu metode yang digunakan untuk menggabungkan rekaman medis yang digunakan untuk bisa mendiagnosa penyakit *paronychia* juga dapat mengefisiensi waktu dan menghemat biaya adalah sistem pakar.

Teorema *bayes* dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyakit *paronychia* dengan menerapkannya pada suatu program aplikasi. Aplikasi yang dibuat hanya dapat mengidentifikasi gejala yang tampak secara umum, belum dapat digunakan untuk mengidentifikasi gejala penyakit yang tampak secara khusus seperti penampakan gejala bersifat ringan, sedang, atau berat.

Tujuan dari penelitian ini digunakan untuk menganalisa dan mendiagnosa penyakit *paronychia* serta bagaimana teorema *bayes* mencari solusi dari penyakit *paronychia*.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan meliputi buku, majalah dan jurnal untuk melengkapi teori-teori sebagai pendukung dari judul. Objek yang digunakan sebagai bahan penelitian penyakit *paronychia* dan untuk solusi dari diagnosa menggunakan metode teorema bayes.

#### Metode

##### Teorema Bayes

Teorema *Bayes* merupakan metode yang baik di dalam mesin pembelajaran berdasarkan data *training*, dengan menggunakan *probabilitas* bersyarat sebagai dasarnya. Teorema *Bayes* juga merupakan suatu metode untuk menghasilkan estimasi parameter dengan menggabungkan informasi dari sampel dan informasi lain yang telah tersedia sebelumnya. Keunggulan utama dalam penggunaan teorema *Bayes* adalah penyederhanaan dari cara klasik yang penuh dengan *integral* untuk memperoleh model *marginal*. *Probabilitas Bayes* merupakan salah satu cara untuk mengatasi ketidakpastian data dengan cara menggunakan formula *Bayes* yang dinyatakan dengan

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) * P(H)}{P(E)}$$

Dimana:

$P(H | E)$  = *probabilitas* hipotesis H jika diberikan *evidence* E

$P(E| H)$  = *probabilitas* munculnya *evidence* E, jika diketahui hipotesis H benar

$P(H)$  = *probabilitas* hipotesis H (menurut hasil sebelumnya) tanpa memandang *evidence* apapun.

$P(E)$  = *probabilitas evidence* E.

Secara umum teorema Bayes dengan E kejadian dan hipotesis H dapat dituliskan dalam bentuk:

$$P(H_i|E) = \frac{P(E \cap H_i)}{\sum p(E \cap H_i)}$$

$$= \frac{p(E|H_i)P(H_i)}{\sum P(E|H_i)P(H_i)}$$

$$= \frac{P(E|H_i)P(H_i)}{P(E)}$$

Jika setelah dilakukan pengujian terhadap hipotesis kemudian muncul lebih dari satu *evidence*. Maka persamaannya akan menjadi:

$$P(H|E,e) = P(H|E) \frac{P(e|E,H)}{P(e|E)}$$

Dimana:

e = *evidence* lama.

E = *evidence* baru.

$P(H|E,e)$  = *probabilitas* hipotesis H benar jika muncul *evidence* baru E dari *evidence* lama e.

$P(H|E)$  = *probabilitas* hipotesis H benar jika diberikan *evidence* E.

$P(e|E,H)$  = kaitan antara e dan E jika hipotesis H benar.

$P(e|E)$  = kaitan antara e dan E tanpa memandang hipotesis apapun.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Proses Diagnosa Penyakit Paronychia Berdasarkan Teorema Bayes.** Teorema Bayes merupakan metode yang menggunakan *probabilitas* bersyarat sebagai dasarnya. Untuk mendiagnosa suatu penyakit, diperlukan pertanyaan-pertanyaan yang sesuai dengan *rule* yang telah ditetapkan. Pertanyaan tersebut mengandung nilai-nilai *probabilitas* mengenai penyakit *paronychia*, sehingga dapat dinilai apakah seorang penyakit dapat terkena penyakit tersebut atau tidak berdasarkan gejala-gejala yang dialaminya. Proses diagnosa penyakit *paronychia* menggunakan teorema bayes adalah sebagai berikut :

1. Mencari nilai *probabilitas* berdasarkan *rule* yang telah diberikan.
2. Mencari nilai semesta dari hipotesis yang sudah diberikan dengan rumus:

$$P(H_i) = \frac{H_i}{P(E|H_i)}$$

Dimana:

$H_i$  = Hipotesis dari *probabilitas* berdasarkan *rule*.

$P(E|H)$  = *Probabilitas evidence* hipotesis (H).

$P(H_i)$  = *Probabilitas* hipotesis (H).

3. Mencari nilai *probabilitas* hipotesis H tanpa memandang *evidence* apapun dengan rumus:

$$P(H_i|E) = P(H_i) * (P(E|H_i))$$

4. Mencari nilai  $P(H_i|E)$  atau *probabilitas* hipotesis  $H_i$  benar jika diberikan nilai *evidence* E dengan rumus:

$$P(H_i|E) = \frac{P(E|H_i) * P(H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E|H_k) * P(H_k)}$$

5. Setelah mendapatkan seluruh nilai  $P(H_i|E)$ , maka jumlahkan seluruh nilai bayesnya dengan rumus sebagai berikut:

$$Bayes = Bayes1 + Bayes2 + ..... Bayes_n$$

Contoh kasus:

Seorang pasien melakukan diagnosa dengan menjawab pertanyaan sesuai penyebab yang dialaminya, kemudian sistem akan memberikan nilai *probabilitas* berdasarkan *rule* yang telah diberikan. Pertanyaannya adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.** Pertanyaan yang Dijawab Pasien

| No | Pertanyaan                                                                        | Jawaban | Bobot |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 1. | Apakah pasien merasakan nyeri pada kuku?                                          | Ya      | 0,4   |
| 2. | Apakah pasien mengalami pembengkakan disekitar kuku?                              | Ya      | 0,8   |
| 3. | Apakah warna disekitar kuku mengalami kemerahan?                                  | Ya      | 0,6   |
| 4. | Apakah peradangan dan nyeri terjadi sudah berlangsung selama 6 minggu atau lebih? | Tidak   | 0     |
| 5. | Apakah kuku mengeluarkan nanah?                                                   | Tidak   | 0     |

Langkah-langkah untuk mendiagnosa penyakit *paronychia* berdasarkan contoh tersebut adalah:

1. Mencari nilai probabilitas berdasarkan *rule* yang sudah ditetapkan.

$$\begin{aligned}
 H_1 &= 0,4 \\
 H_2 &= 0,8 \\
 H_3 &= 0,6 \\
 P(E|H_i) &= H_1 + H_2 + H_3 \\
 &= 0,4 + 0,8 + 0,6 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

2. Setelah didapat penjumlahan di atas, maka didapatkan rumus untuk menghitung semesta adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P(H_1) &= 0,4/2 = 0,2 \\
 P(H_2) &= 0,8/2 = 0,4 \\
 P(H_4) &= 0,6/2 = 0,3
 \end{aligned}$$

3. Setelah medapatkan nilai  $P(H_i)$  *probabilitas* hipotesis H tanpa memandang *evidence* apa pun, maka langkah selanjutnya adalah seperti yang dijelaskan di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 &= P(H_1) * P(E|H_1) + P(H_2) * P(E|H_2) + P(H_4) * P(E|H_4) \\
 &= 0,4 * 0,2 + 0,8 * 0,4 + 0,6 * 0,3 \\
 &= 0,08 + 0,32 + 0,28 = 0,68
 \end{aligned}$$

4. Setelah mendapatkan nilainya, maka langkah selanjutnya mencari nilai  $P(H_i|E)$  atau *probabilitas* hipotesis  $H_i$  benar jika diberikan nilai *evidence* E.

$$P(H_i|E) = \frac{P(E|H_i) * P(H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E|H_k) * P(H_k)}$$

$$P(H_1|E) = \frac{0,4 * 0,2}{0,68} = 0,1176$$

$$P(H_2|E) = \frac{0,8 * 0,4}{0,68} = 0,4705$$

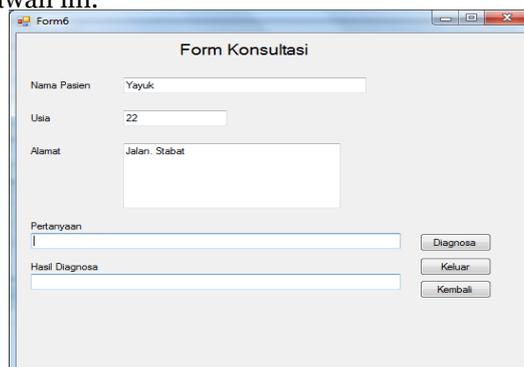
$$P(H_3|E) = \frac{0,6 * 0,3}{0,68} = 0,2647$$

5. Setelah mendapatkan seluruh nilai  $P(H_i|E)$ , maka jumlahkan seluruh nilai *bayesnya* dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Bayes &= Bayes1 + Bayes2 + Bayes4 \\
 &= 0,4 * 0,1176 + 0,8 * 0,4705 + 0,6 * 0,2647 \\
 &= 0,047404 + 0,3764 + 0,15882 \\
 &= 0,58226 = 0,6
 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai *probabilitas* yang didapat, maka keterangan yang diberikan sistem adalah pasien hampir pasti terena penyakit *paronychia akut*.

**Hasil Pengujian.** Hasil Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari analisa dan untuk mengetahui kelemahan yang terdapat pada aplikasi yang telah dirancang. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 1.** Proses Konsultasi

## KESIMPULAN

1. Penyakit *paronychia* didiagnosa berdasarkan gejala-gejala yang terjadi, sehingga diketahui jenis penyakit *paronychia* apa yang diderita oleh pasien. Jenis penyakit *paronychia* ada dua, yaitu *paronychia* akut dan *paronychia* kronis.
2. Sistem pakar yang dibuat dapat melakukan diagnosis penyakit dengan nilai kepastiannya berdasarkan gejala-gejala yang di-*input*-kan, serta dapat memberikan solusi pengobatan yang ditunjukkan kepada pengguna agar bisa mengobati dan mencegah penyakit *paronychia*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Leon Andretti. (2006). *Perancangan Basis Data Sistem Informasi Penggajian*. Palembang: Universitas Bina Darma, 137.
- Adelia. (2011). *Implementasi Customer Relationship Management (CRM) Pada Sistem Reservasi Hotel Berbasis Website Dan Dekstop*. Bandung: Universitas Kristen Maranatha, 115.
- Ahmad, Haryanda. (2014). *Perancangan Sistem Pakar Deteksi Penyakit Aeromonas Hydrophila Pada Ikan Gurami Dengan Metode Dempster-Shafer*. Medan: Pelita Informatika Budi Darma, 7, 2301-9425.
- Al-Fatta, Hanif. (2007). *Analisis & Perancangan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Ardhana, Wayan. (2010). *Diagnosis Ortodontik*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada, 45.
- Ariesanto Akhmad, Ekka Pujo. (2010). *Pengembangan Sistem Pakar Untuk Diagnosis Kerusakan Mesin Diesel*. Surabaya: Universitas Hang Tuah, 1.
- Arif, Saiful Nur. (2011). *Implementasi Rule-Based Expert Systems dalam Mendeteksi Kerusakan Sistem Jaringan Komputer dengan Metode Backward Chaining*. Medan : STMIK Triguna Darma, 10.
- Azminingrum, Ardsari. (2012). *Paronikia*. Surabaya: Kedokteran Universitas Airlangga, 205.
- Chandra, Andhika. (2012). *Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Microsoft Access Pada Sekolah Tinggi Kejuruan Al-AMNANIYAH*. Surabaya: Sekolah Tinggi Teknologi Dharma Iswara Madiun, 4.

## PENERAPAN ALGORITMA STRING MATCHING DAN ALGORITMA HEURISTIK PADA PENCARIAN KITAB UNDANG-UNDANG HUKUM PIDANA (KUHP) BERBASIS ANDROID

<sup>1</sup>Abdul Rahim, <sup>2</sup>Riswan Limbong, SH, MH

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan

<sup>2</sup>Dosen Tetap STMIK Budi Darma Medan

[rahimcungil93@gmail.com](mailto:rahimcungil93@gmail.com)

**Abstrak.** Kitab Undang-Undang Hukum Pidana (KUHP) dibentuk sebagai suatu aturan yang digunakan oleh negara untuk menyelenggarakan ketertiban umum. Induk peraturan hukum pidana di Indonesia mengacu kepada kitab tersebut, Banyak sekali yang tidak memahami pengertian pidana dan penyebab terjadinya pidana serta hukuman yang dijatuhkan atas tindakan pidana tersebut. Pengertian dan fungsi hukum tersebut akan lebih mudah dipahami apabila kita membaca dan memahami tindakan apa saja yang menyebabkan hukum pidana dijatuhkan dan konsekuensi hukuman yang di dapat. Dengan adanya perancangan program aplikasi seperti ini diharapkan dapat berguna dikalangan masyarakat luas terutama bagi pengguna smartphone berbasis android. Dalam penelitian ini ada beberapa metode penelitian yang diambil oleh beberapa Wawancara, Pengamatan dan Studi Pustaka Aplikasi ini menggunakan Algoritma Brute Force yang merupakan Metode String Matching yaitu pencocokan kata dengan pattern yang ada, dan hill climbing yang merupakan Metode Heuristik yaitu sebuah teknik yang mengembangkan efisiensi dalam proses pencarian

**Kata Kunci :** KUHP, Android, String Matching, Heuristik

### PENDAHULUAN

Pencarian adalah proses menemukan data tertentu dari sekumpulan data yang bertipe sama (tipe dasar maupun tipe bentukan). Dengan kata lain pencarian adalah yang mengambil input berupa persoalan dari mengembalikan penyelesaian berupa penemuan data yang dicari dalam persoalan inputan. Proses pencarian sering kali diperlukan pada saat program perlu mengubah atau menghapus data tertentu (sebelum bisa mengubah atau menghapus, perlu mencari dulu apakah data tersebut ada dalam kumpulan data tersebut). Hukum pidana adalah suatu hukum yang mengontrol perbuatan-perbuatan yang dilarang oleh undang-undang. Didalam hubungan suatu masyarakat ada berbagai macam hubungan antara setiap anggota masyarakat. Dengan berbagai macamnya hubungan tersebut maka para anggota masyarakat membutuhkan segala aturan yang bisa menjamin adanya keseimbangan agar didalam hubungan tersebut tidak terjadi kekacauan yang ada dalam masyarakat. Untuk dapat menjamin adanya kelangsungan terhadap keseimbangan didalam perhubungan antara setiap anggota masyarakat maka dibutuhkan suatu aturan hukum yang di adakan atas keinginan dan keinsyafan dari setiap anggota masyarakat tersebut.

*Android* adalah sistem operasi *mobile phone* berbasiskan *linux*. *Android* merupakan *platform* terobosan terbaru pada *mobile device* yang sangat digemari para pengguna *mobile device*, hal ini di karenakan kinerja sistem pada *Android* mudah untuk di operasikan dengan tampilan yang menarik dan dapat melakukan *update* aplikasi secara otomatis, selain itu *Android* bersifat *open source*, dimana *source code* aplikasinya diberikan secara gratis bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi yang dapat berjalan pada sistem operasi *Android*. Dengan adanya teknologi komunikasi yang mempunyai banyak fungsi, hal ini bisa dijadikan sebagai sarana untuk belajar memahami istilah-istilah yang ada dalam ilmu pengetahuan, khususnya dalam Kitab Undang-Undang Hukum Pidana (KUHP).

KUHP dibentuk sebagai suatu aturan yang digunakan oleh negara untuk menyelenggarakan ketertiban umum. Induk peraturan hukum pidana di Indonesia mengacu kepada kitab tersebut, sehingga banyak sekali yang tidak memahami pengertian pidana dan penyebab terjadinya pidana serta hukuman yang dijatuhkan atas tindakan pidana tersebut. Itulah sebabnya sebuah aplikasi kitab undang-undang hukum pidana merupakan langkah praktis dalam menanggulangi ketidaktahuan masyarakat terhadap hukum pidana tersebut. Pengertian dan fungsi hukum tersebut akan lebih mudah di pahami apabila kita membaca dan memahami tindakan apa saja yang menyebabkan hukum pidana dijatuhkan dan konsekuensi hukuman yang di dapat. Kitab undang-undang hukum pidana berbasis *android* ini sangat *flexibel* yaitu dari *handphone android* yang setiap saat ada dalam genggam, untuk sebab itu aplikasi ini dibuat untuk mempermudah user memahami hukum dengan tepat. Perumusan masalah sebagai berikut Bagaimana proses pencarian Kitab Undang-Undang Hukum Pidana dengan Algoritma *String Matching* dan algoritma *Heuristik*, Bagaimana merancang aplikasi pencarian kitab undang-undang hukum pidana berbasis *android*. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah : Memproses pencarian Kitab Undang-Undang Hukum Pidana dengan Algoritma *String Matching* dan algoritma

*Heuristik*. Merancang aplikasi pencarian Kitab Undang-Undang Hukum Pidana berbasis *android*. Manfaat sebagai berikut : Mengetahui proses pencarian Kitab Undang-Undang Hukum Pidana berbasis *android*. Mempermudah pencarian Kitab Undang-Undang Hukum Pidana pada *mobile devcie*. Agar masyarakat dapat mengetahui pidana pembunuhan dengan mudah saat di manapun tanpa membeli Kitab Undang-undang Hukum Pidana hanya dengan menggunakan *mobile device* berbasis *android* yang sudah mempunyai aplikasi pencarian Kitab Undang-Undang Hukum Pidana. Hukum Pidana yang di maksud dalam bab ini adalah hukum pidana material, bukan hokum pidan formal (hukum acara pidana). Hukum pidana material adalah peraturan atau norma hukum yang mengatur tentang perbuatan-perbuatan apa yang dapat di pidana, siapa yang dapat di pidana, dan apa macam sanksi pidana yang di jatuhkan. Dengan kata lain, hukum pidana (material) adalah keseluruhan peraturan atau hokum yang mengatur perbuatan seseorang atau badan yang di lakukan dengna salah dan melanggar hukum pidana serta di ancam dengan sanksi pidana. (Umar Said Sugiarto, S.H., M.S., 2013, 234)

Tujuan hukum pidana ialah mengatur masyarakat sedemikia rupa seingga hak dan kepentingan masyarakat itu terlindungi. Dengan menjatuhkan sanksi pada orang-orang atau badan yang perbuatannya membahayakan kepentingan orang lain atau masyarakat, hukum pidana dapat menjaga ketertiban dan keteraturan dalam masyarakat. Apabilan masyarakat tertib dan teratur, maka segala aktivias kehidupan masyarakat menjadi tentram dan aman. Apabila masyrakat aman dan tentram, masyarakat bisa bekerja dengan tenang sehingga dapat tercapainya tujuan hukum dan tujuan Negara, yakni menjadikan masyarkat yang adil dan makmur. Hukum pidana adalah hukum bersanksi. Sifat hokum pidana yang istimewa bukan hanya norma-normanya, melainkan juga hukuman (sanksi pidanyanya). (Umar Said Sugiarto, S.H., M.S., 2013, 236)

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan meliputi hp android, kitab perundang-undangan, aplikasi SQLite.

### Metode

#### **String Matching**

Proses pencarian semua kemunculan *query* yang selanjutnya disebut *pattern* ke dalam *string* yang lebih panjang. *Pattern* di lambangkan dengan  $x^m [0...m-1]$  dan panjangnya adalah  $m$ . teks di lambangkan dengan  $y^n [0...n-1]$  dan panjangnya adalah  $n$ . kedua *string* terdiri dari kumpulan karakter yang disebut alphabet yang dilambangkan dengan  $\Sigma$  dan mempunyai ukuran  $o$ . *String Matching* di bagi dua, yaitu *Heuristic Matching* dan *Exact Matching*. (Riyanto sarno, 2012. 11)

#### **Algoritma Brute Force**

Algoritma yang digunakan untuk mencocokkan *pattern* dengan semua teks antara  $0$  dan  $m-n$  untuk menemukan keberadaan *pattern* teks (Riyanto sarno, 2012, 12). Algoritma brute force memecahkan masalah dengan sangat sederhana, langsung, dan dengan cara yang jelas. Algoritma brute force adalah algoritma yang lempang atau apa adanya.

#### **Heuristik**

*Heuristik* berasal dari sebuah kata kerja bahasa yunani, *heuriskein*, yang berarti mencari atau menemukan. Dalam dunia pemograman, sebagian orang menggunakan kata *heuristik* sebagai lawan kata dari *algoritmik*, dimana kata *heuristik* ini diartikan sebagai suatu proses yang mungkin dapat menyelesaikan suatu masalah tetapi tidak ada jaminan bahwa solusi yang di cari selalu dapat ditemukan. Didalam mempelajari metode-metode pencarian ini, kata *heuristik* diartikan sebagai suatu fungsi yang memberikan suatu nilai berupa biaya perkiraan (*estimasi*) dari suatu solusi.

#### **Hill Climbing**

Pada umpan balik dari prosedur Tes untuk membantu pembangkit menentukan solusi yang bisa langsung di hilangkan dalam ruang pencarian. Dalam Generte and Test. Respon dari fungsi pengujian hanya berupa 'ya' atau 'tidak'. Tetapi pengujiannya di tambahkan dengan fungsi yang menghitung biaya estimasi antara *state* sekarang dengan *state* tujuan, maka prosedur pembangkit dapat memanfaatkan nilai ini. Hill Climbing sering di gunakan jika terdapat suatu fungsi heuristik yang baik untuk mengevaluasi *state*, sebagai contoh, anda berada di sebuah kota yang tidak di kenal, tanpa peta dan anda ingin menuju ke pusat kota. Cara sederhana adalah dengan berpatokan bahwa gedung yang tinggi selalu berada di pusat

kota. Jadi, fungsi *heuristic* nya adalah jarak antara lokasi anda sekarang dengan gedung yang tinggi

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kitab *mobile* yang akan dirancang akan menggunakan algoritma *brute force* sebagai solusi dalam penyelesaian masalah pencarian kata, seperti halnya dalam penggunaan kitab berbentuk buku para pengguna memanfaatkan cara penyajian kata yang sesuai dengan urutan abjadnya, sehingga para pengguna sangat terbantu dalam mencari kata yang ingin diterjemahkan. Pada kitab *mobile* penyajian kata yang sesuai dengan urutan abjadnya sangat sulit untuk direalisasikan karena terbatasnya ukuran layar dari perangkat *mobile* seperti *Handphone*. Oleh karena itu pada perancangan kitab *mobile* ini algoritma *brute force* diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. Proses pencarian kata dengan menerapkan algoritma yang digunakan, merupakan hal penting dalam pembuatan kitab *mobile* ini karena proses tersebut merupakan bagian inti dari penggunaan kitab *mobile* tersebut.

Dalam algoritma pencarian *string* termasuk algoritma *brute force* terdapat bagian yang akan digunakan untuk proses pencarian dimana bagian tersebut di istilahkan dengan teks dan *pattern*. Teks dalam pencarian *string* dilambangkan dengan “y” dan *pattern* dilambangkan dengan “x”. Pada perancangan kitab undang-undang hukum pidana dengan algoritma *brute force*, yang digunakan sebagai *pattern* adalah kata yang diketikkan pada *form* pengetikan kata, dan yang digunakan sebagai teks adalah istilah yang telah diinputkan dalam *database*.

Contoh kasus :

*Pattern* (X) = BUNUH

Teks (Y) = PEMBUNUHAN

Langkah ke-1

|                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Pattern</i> | B | U | N | U | H |   |   |   |   |   |
| Teks           | P | E | M | B | U | N | U | H | A | N |

Pada langkah pertama tidak ditemukan kecocokan anatara karakter pertama pada *pattern* dengan karakter pertama yang ada pada teks, maka dilakukan pergeseran *pattern* satu kali ke arah kanan.

Langkah ke-2

|                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Pattern</i> |   | B | U | N | U | H |   |   |   |   |
| Teks           | P | E | M | B | U | N | U | H | A | N |

Pada langkah ke-2, pencarian belum selesai karena semua karakter pada *pattern* belum cocok dengan karakter pada teks maka pencarian dilanjutkan dengan menggeser karakter *pattern* ke kanan sebanyak satu kali.

Langkah ke-3

|                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Pattern</i> |   |   | B | U | N | U | H |   |   |   |
| Teks           | P | E | M | B | U | N | U | H | A | N |

Pada langkah ketiga sama dengan langkah kedua, maka dilakukan pergeseran *pattern* sebanyak satu kali kearah kanan. Langkah ke-4

|                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Pattern</i> |   |   |   | B | U | N | U | H |   |   |
| Teks           | P | E | M | B | U | N | U | H | A | N |

Pada langkah ini sama dengan langkah sebelumnya, maka lakukan pergeseran *pattern* sebanyak satu kali ke kanan.

Langkah ke-5

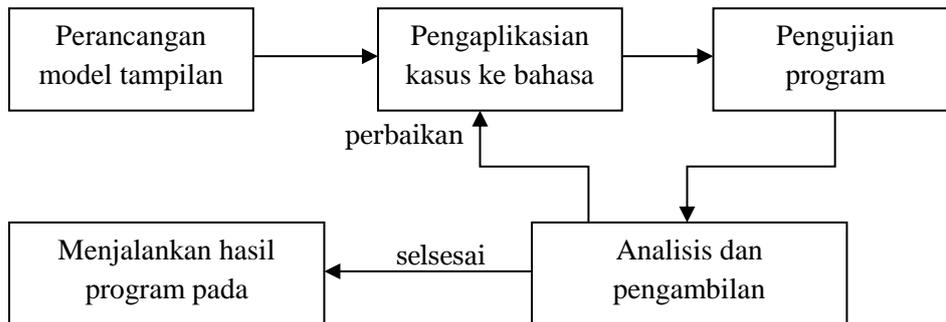
|                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Pattern</i> |   |   |   |   | B | U | N | U | H |   |
| Teks           | P | E | M | B | U | N | U | H | A | N |

Tidak ditemukan kecocokan, lakukan pergeseran pada *pattern* sebanyak satu kali kearah kanan.

Langkah ke-6

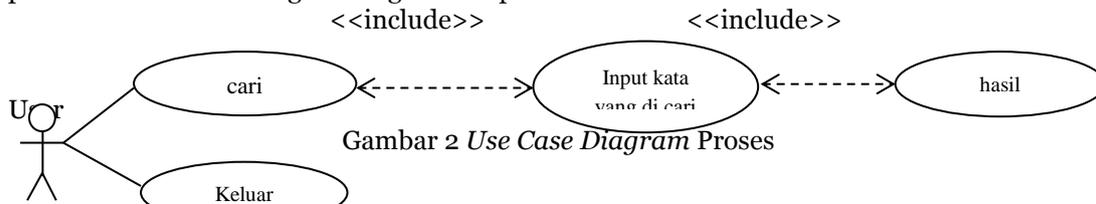
|                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Pattern</i> |   |   |   |   |   | B | U | N | U | H |
| Teks           | P | E | M | B | U | N | U | H | A | N |

tahapan perancangan dalam pembuatan aplikasi *mobile* pencarian kitab undang-undang hukum pidana:



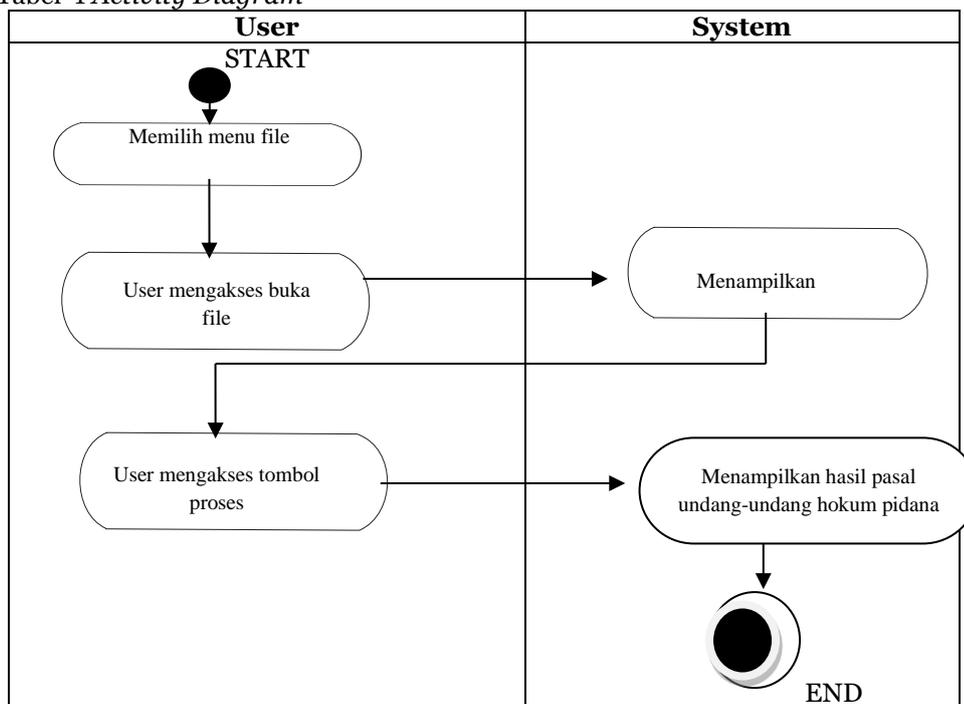
**Gambar 1** tahapan perancangan aplikasi mobile pencarian kitab Undang-undang hukum pidana Perancangan system dapat di defenisikan sebagai pengambaran, perancangan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen terpisah menjadi kesatuan yang utuh dan berfungsi. Pemodelan *Aplikasi* ini di susun menggunakan 2 diagram, sebagai berikut:

*Use Case diagram* digunakan untuk menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem. Sebuah *use case* merepresentasikan sebuah interaksi antara aktor dengan sistem. *Use case diagram* pada gambar 2 yang menggambarkan bagaimana proses yang terjadi pada aplikasi pencarian kitab undang-undang hukum pidana.



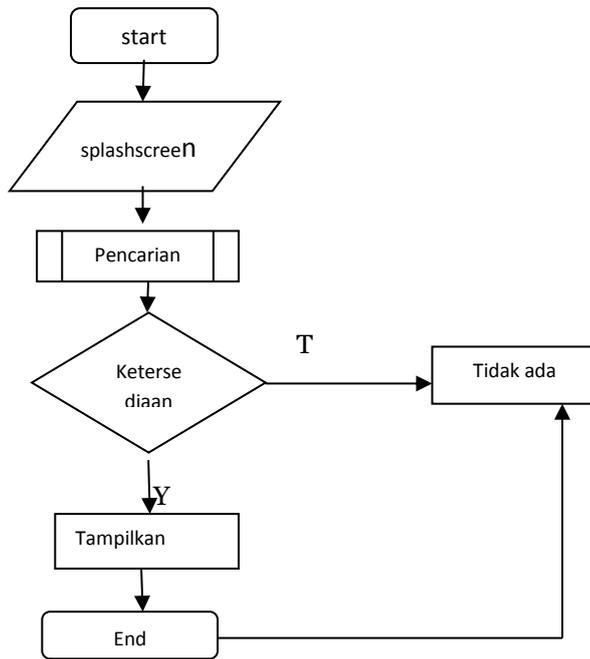
Gambar 2 Use Case Diagram Proses

*Activity Diagram* adalah teknik untuk menggambarkan logika *procedural* atau jalur kerja sistem. Diagram ini menggambarkan berbagai alur kerja dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alur kerja berawal, *decision* yang mungkin terjadi, dan bagaimana aktifitas atau alur kerja berakhir. *Activity Diagram* juga dapat menggambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi. Tabel 1 berikut ini merupakan *Activity Diagram* dari sistem yang akan dibangun. Tabel 1 *Activity Diagram*

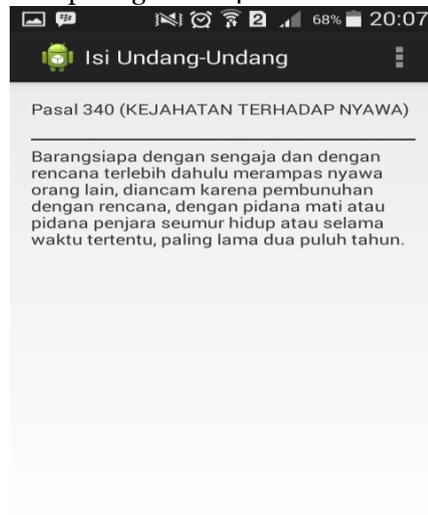


*Flowchart* merupakan alat bantu untuk menggambarkan system secara pisikal. Adapun tujuan dari penggunaan *flowchart* adalah untuk menggambarkan suatu tahapan penyelesaian masalah secara

sederhana, terurai, rapi dan jelas dengan menggunakan simbol-simbol standar. Berikut tampilan flowchart aplikasi yang dapat di lihat pada gambar 3.8



**Gambar 3** Flowchart Aplikasi Pencarian Kitab undang-Undang Hukum Pidana Berbasis *Android* *Form* Hasil Pencarian (isi undang-undang) merupakan *form* yang akan menampilkan hasil pasal yang ada dalam kitab undang-undang hukum pidana tentang pembunuhan. *Form* hasil pencarian (isi undang-undang) dapat di lihat pada gambar 4



**Gambar 4** layout Menu hasil pencarian (isi undang-undang)

**KESIMPULAN**

1. Berdasarkan penelitian yang di lakukan, penerapan algoritma *Brute Force* dan *hill climbing* dapat bekerja di dalam aplikasi pencarian kitab undag-undang hukum pidana mampu memberikan kemudahan kepada pengguna smartphone android dalam melakukan pencari pasal yang memiliki kesamaan dengan kata yang dimput dan dengan kata yang telah di simpan sebelumnya di dalam *database* pencarian kitab undang-undang hukum pidana.
2. Perancangan aplikasi pencarian kitab undang-undang hukum pidana menggunakan *software Eclipse Juno* sebagai *editor*, *Software Development Kit (SDK)* sebagai *platform*, *ADT plugin* sebagai *emulator* dan *JDK 6.0.2* sebagai proses atau mesin dari pembuatan aplikasi, serta *SQLite* sebagai wadah perancangan *database*. Berdasarkan penelitian, *software-software* pendukung

pembuatan aplikasi pencarian kita undang undang hukum pidana di atas telah bekerja dengan baik sehingga tercipta suatu aplikasi pencarian kitab undang-undang hukum pidana.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Umar Said Sugiarto,S.H.,M.S, 2013, *Pengantar Hukum Indonesia* cetakan pertama, diterbitkan sinar Grafika.
- Suyanto, 2014, artificial intelligence, *searching-reasoning-planing-learning*, penerit: informatika bandung.
- T. Sutojo S.SI., M.Kom, dkk, 2011, kecerdasan buatan penerbit : CV.Andi Offset.
- Sheriff Salbino.S.Kom, 2014, *Buku Pintar Gadget Android Untuk Pemula*, Cetakan : 1- , Penerbit: Kunci Ilmu, Jakarta.
- Sri. Kusumadewi, Pengantar Kecerdasan Buatan (AKO45218): *Teknik Pencarian Heuristik*
- Anis Ramadhani, 2013, *jurus rahasia menguasai android untuk pemula*, penerbit Kir Direction, Jakarta.

## KEAMANAN *FILE TEKS* DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA SUBSTITUSI RANTAI SEGITIGA

<sup>1</sup>Agustiman zega, <sup>2</sup>Noferianto Sitompul

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Teknik Informatika Komputer STMIK Budi Darma Medan

<sup>2</sup>Dosen Tetap STMIK Budi Darma Medan  
agustimanzega@gmail.com

**Abstrak.** Sekarang ini banyak kejahatan yang memanfaatkan celah keamanan yang ada untuk melakukan manipulasi, mencuri, merusak, dan menyalahgunakan data rahasia, keamanan data yang efektif dari suatu sistem sangat diperlukan untuk kegiatan sehari-hari. Pada saat ini banyak sekali cara-cara yang ditempuh untuk memperkuat pengamanan, seperti password pada email, nomor PIN pada ATM, keamanan data rahasia. Algoritma kriptografi merupakan algoritma yang dibuat guna memperbaiki algoritma kriptografi klasik khususnya algoritma substitusi abjad tunggal, yaitu algoritma kriptografi rantai segitiga pembangkitan kunci-kunci tersebut secara otomatis dengan teknik berantai dengan prinsip membingungkan (*confussion*) dan menyebar (*diffussion*). Kunci yang dibangkitkan secara teratur dan panjang kunci sepanjang *plainteks* dalam melakukan enkripsi dan dekripsi dengan proses penyandian dengan mensubstitusi karakter-karakter yang ada pada *plainteks*. Sistem yang aman bisa memberikan tingkat kepercayaan yang tinggi kepada pengguna sehingga bisa memberi nilai tambah dan daya guna bagi sistem itu sendiri. Aplikasi ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 2008. Hasil aplikasi ini menunjukkan bahwa metode Rantai Segitiga mampu melakukan pengamanan data.

**Kata Kunci :** kriptografi, keamanan data, rantai segitiga, Visual Basic 2008

### PENDAHULUAN

*File* teks merupakan *file* yang berisi informasi-informasi dalam bentuk teks. Data yang berasal dari dokumen pengolah kata, angka yang digunakan dalam perhitungan, nama dan alamat dalam basis data merupakan contoh masukan data teks yang terdiri dari karakter, angka dan tanda baca. *File text* (data) masih belum memiliki suatu keamanan yang dapat menjamin keamanannya karena data dapat dibajak dengan adanya koneksi jaringan komputer. Salah satu solusi yang dapat mengamankan *file text* (data) yang sifatnya rahasia adalah pemanfaatan teknik kriptografi.

Kriptografi merupakan ilmu yang mempelajari mengenai cara mengamankan suatu informasi. Kriptografi memiliki 2 tahap yaitu proses enkripsi dan dekripsi. Enkripsi adalah suatu proses yang dilakukan untuk mengubah *plaintext* menjadi *ciphertext*. Sedangkan proses yang dilakukan untuk mengubah *ciphertext* menjadi *plaintext* disebut dengan dekripsi. Metode kriptografi untuk membuat *file text* tersandi antara lain dengan algoritma rantai segitiga. Algoritma kriptografi *triangle chain* atau umumnya dikenal dengan sebutan rantai segitiga merupakan *cipher* yang ide awalnya dari algoritma kriptografi *One Time Pad*, yaitu kunci yang dibangkitkan secara random dan panjang kunci sepanjang *plainteks* yang akan dienkripsi. Tetapi pada algoritma kriptografi rantai segitiga pembangkitan kunci-kunci tersebut secara otomatis dengan teknik berantai (Taronisoki Zebua, 2013, 3).

Penerapan algoritma rantai segitiga sangat berpengaruh dalam keamanan suatu *file text* (data). Proses penyandian yang dilakukan dalam algoritma rantai segitiga adalah *cipher* segitiga ganda yaitu *cipher* rantai segitiga yang melakukan enkripsi ganda, yaitu dengan membuat pola enkripsi pertama dengan mengerucut ke arah kanan dan enkripsi kedua mengerucut ke arah kiri. Adanya rancangan aplikasi dalam penyediaan *file text* dengan algoritma rantai segitiga dapat meningkatkan keamanan pada *file text* (data).

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Pada pandangan yang berorientasi pada data, maka data teks dapat diartikan sebagai sekumpulan kata yang berisi karakter - karakter alfabet, angka dan simbol-simbol tertentu yang karanternya tergabung dalam 255 kode ASCII. Data Teks memiliki arti yang digunakan oleh sebuah *text editor* program, seperti notepad (Rossa dan Shalahuddin, 2011). *File* teks merupakan *file* yang berisi informasi-informasi dalam bentuk teks. Data yang berasal dari dokumen pengolah kata, angka yang digunakan dalam perhitungan, nama dan alamat dalam basis data merupakan contoh masukan data teks yang terdiri dari karakter, angka dan tanda baca. *File text* (data) masih belum memiliki suatu keamanan yang dapat menjamin keamanannya karena data dapat dibajak dengan adanya koneksi jaringan komputer. Salah satu solusi yang dapat mengamankan *file text* (data) yang sifatnya rahasia adalah pemanfaatan teknik kriptografi.

**Metode**

**Algoritma kriptografi**

Algoritma kriptografi rantai segitiga merupakan algoritma yang dibuat guna memperbaiki algoritma kriptografi klasik khususnya algoritma substitusi abjad tunggal yang sangat mudah diserang dengan teknik analisis frekuensi. Algoritma kriptografi rantai segitiga merupakan cipher yang ide awalnya dari algoritma kriptografi *One Time Pad*, yaitu kunci yang dibangkitkan secara random dan panjang kunci sepanjang plainteks yang akan dienkrpsi. Tetapi pada algoritma kriptografi rantai segitiga pembangkitan kunci-kunci tersebut secara otomatis dengan teknik berantai.

Algoritma rantai segitiga ini memiliki aturan substitusi berdasar pada caesar cipher yaitu dengan pergeseran huruf-huruf. Kekuatan cipher ini terletak pada kunci yaitu nilai integer yang menunjukkan pergeseran karakter-karakter sesuai dengan operasi pada caesar cipher. Kekuatan kedua terletak pada barisan bilangan-bilangan yang berfungsi sebagai pengali dengan kunci. Barisan bilangan tersebut dapat berupa bilangan tertentu seperti deret bilangan ganjil, deret bilangan genap, deret fibonaci, deret bilangan prima, serta deret bilangan yang dapat dibuat sendiri.

Adapun rumus dekripsi dari Rantai Segitiga adalah sebagai berikut ini :

$$C(i) = \text{decimal}(P(i) - (i \times \text{Kunci}))$$

Keterangan :

C = Chiper

i = Indeks /Itrasi/Urutan

P = Plainteks

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses enkripsi dan dekripsi merupakan teknik penyandian pada kriptografi, teknik penyandian kriptografi ini dapat menjamin keamanan data berupa *file text*. Tahapan yang dilakukan adalah dengan melakukan proses enkripsi pada *file teks*, proses ini mengubah *file teks* asli (*plainteks*) menjadi *file teks* rahasia (*ciphertext*) sehingga tidak dapat dibaca, selanjutnya proses dekripsi yaitu dengan mengubah *file text* rahasia (*ciphertext*) menjadi *file text* asli (*plaintext*) sehingga dapat dibaca. Algoritma rantai segitiga merupakan cipher yang ide awalnya dari algoritma kriptografi *One Time Pad*, itu kunci yang di bangkitkan secara *rondom* dan panjang kunci sepanjang *plaintext* yang akan dienkrpsi. Tetapi pada algoritma kriptografi Rantai segitiga pembangkitan kunci-kunci tersebut secara otomatis dengan teknik berantai.

Sebagai ilustrasi dari aplikasi yang akan dibangun algoritma Rantai Segitiga, algoritma tersebut diaplikasikan pada sebuah kasus. Misal kasus tersebut : si A ingin saling berkomunikasi dengan si B. Suatu hari si A ingin mengirimkan sebuah pesan rahasia untuk B agar tidak diketahui orang lain atau orang yang tidak berhak. A menggunakan algoritma Rantai Segitiga untuk menyamarkan pesan yang akan disampaikan. Contoh Pesan tersebut **AGUST**, dengan kunci 3 dan deret bilangan pengali adalah bilangan asli.

Plain Teks : AGUST

Kunci : 3

**Proses Enkripsi**

Matriks 1 Kolom 1 dari plainteks

$$\begin{aligned} A &= 65 + (1 \times 3) \\ &= 68 (D) \\ G &= 71 + (1 \times 3) \\ &= 74 (J) \\ U &= 85 + (1 \times 3) \\ &= 88 (X) \\ S &= 83 + (1 \times 3) \\ &= 86 (V) \\ T &= 84 + (1 \times 3) \\ &= 87 (W) \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut ini :

|              |   |   |   |   |   |
|--------------|---|---|---|---|---|
|              | A | G | U | S | T |
| <i>1 x 3</i> | D | J | X | V | W |

Tahap 2 ( dimulai dari Kolom ke 2 dari cipherteks yang sudah didapat)

$$\begin{aligned} J &= 74 + (2 \times 3) \\ &= 80 (P) \\ X &= 88 + (2 \times 3) \\ &= 94 (^) \\ V &= 86 + (2 \times 3) \\ &= 92 (\backslash) \end{aligned}$$

$$W = 87 + (2 \times 3)$$

$$= 93 ( ] )$$

Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut ini :

|            |   |   |   |   |   |   |
|------------|---|---|---|---|---|---|
| Plain Teks | = | A | G | U | S | T |
| 1 x 3      | = | D | J | X | V | W |
| 2 x 3      | = |   | P | ^ | \ | ] |

Tahap 3 ( dimulai dari Kolom ke 3 dari cipherteks yang sudah didapat)

$$^ = 94 + (3 \times 3)$$

$$= 103 ( g )$$

$$\ = 92 + (3 \times 3)$$

$$= 101 ( e )$$

$$] = 93 + (3 \times 3)$$

$$= 102 ( f )$$

Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut ini :

|            |   |   |   |   |   |   |
|------------|---|---|---|---|---|---|
| Plain Teks | = | A | G | U | S | T |
| 1 x 3      | = | D | J | X | V | W |
| 2 x 3      | = |   | P | ^ | \ | ] |
| 3 x 3      | = |   |   | g | e | f |

Tahap 4 ( dimulai dari Kolom ke 4 dari cipherteks yang sudah didapat)

$$e = 101 + (4 \times 3)$$

$$= 113 ( q )$$

$$f = 102 + (4 \times 3)$$

$$= 114 ( r )$$

Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut ini :

|            |   |   |   |   |   |   |
|------------|---|---|---|---|---|---|
| Plain Teks | = | A | G | U | S | T |
| 1 x 3      | = | D | J | X | V | W |
| 2 x 3      | = |   | P | ^ | \ | ] |
| 3 x 3      | = |   |   | g | e | f |
| 4 x 3      | = |   |   |   | q | r |

Tahap 5 ( dimulai dari Kolom ke 5 dari cipherteks yang sudah didapat)

$$r = 114 + (5 \times 3)$$

$$= \underline{129}$$

Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut ini :

|            |   |   |   |   |   |            |
|------------|---|---|---|---|---|------------|
| Plain Teks | = | A | G | U | S | T          |
| 1 x 3      | = | D | J | X | V | W          |
| 2 x 3      | = |   | P | ^ | \ | ]          |
| 3 x 3      | = |   |   | g | e | f          |
| 4 x 3      | = |   |   |   | q | r          |
| 5 x 3      | = |   |   |   |   | <u>129</u> |

Jadi Chiper Teks yang diperoleh adalah : D P g q 129

**Proses Dekripsi**

Matriks 1 Kolom 1 dari chiperteks yang didapat

$$D = 68 - (1 \times 3)$$

$$= 65 ( A )$$

$$P = 80 - (1 \times 3)$$

$$= 77 ( M )$$

$$g = 103 - (1 \times 3)$$

$$= 100 ( d )$$

$$q = 113 - (1 \times 3)$$

$$= 110 ( n )$$

$$\underline{129} = 129 - (1 \times 3)$$

$$= 126 ( \sim )$$

Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut ini :

|       |  |   |   |   |   |            |
|-------|--|---|---|---|---|------------|
|       |  | D | P | g | q | <u>129</u> |
| 1 x 3 |  | A | M | d | n | ~          |

Tahap 2 ( dimulai dari Kolom 2 dari cipherteks yang sudah didapat )

$$M = 77 - (2 \times 3)$$

$$= 71 ( G )$$

$$d = 100 - (2 \times 3)$$

$$= 94 ( ^ )$$

$$\begin{aligned} n &= 110 - (2 \times 3) \\ &= 104 (h) \\ \sim &= 126 - (2 \times 3) \\ &= 120 (x) \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut ini :

|       |   |   |   |   |            |
|-------|---|---|---|---|------------|
|       | D | P | g | q | <u>129</u> |
| 1 x 3 | A | M | d | n | ~          |
| 2 x 3 |   | G | ^ | h | x          |

Tahap 3 ( dimulai dari Kolom 3 dari cipherteks yang sudah didapat )

$$\begin{aligned} \wedge &= 94 - (3 \times 3) \\ &= 85 (U) \\ h &= 104 - (3 \times 3) \\ &= 95 ( \_ ) \\ x &= 120 - (3 \times 3) \\ &= 111 (o) \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut ini :

|       |   |   |   |   |            |
|-------|---|---|---|---|------------|
|       | D | P | g | q | <u>129</u> |
| 1 x 3 | A | M | d | n | ~          |
| 2 x 3 |   | G | ^ | h | x          |
| 3 x 3 |   |   | U | _ | o          |

Tahap 4 ( dimulai dari Kolom 4 dari cipherteks yang sudah didapat )

$$\begin{aligned} \_ &= 95 - (4 \times 3) \\ &= 83 ( S ) \\ o &= 111 - (4 \times 3) \\ &= 99 (c) \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut ini :

|       |   |   |   |   |            |
|-------|---|---|---|---|------------|
|       | D | G | g | q | <u>129</u> |
| 1 x 3 | A | M | d | n | ~          |
| 2 x 3 |   | G | ^ | h | x          |
| 3 x 3 |   |   | U | _ | o          |
| 4 x 3 |   |   |   | S | c          |

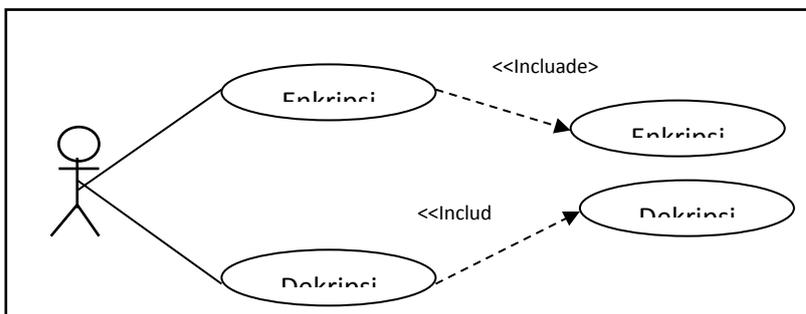
Tahap 5 ( dimulai dari Kolom 5 dari cipherteks yang sudah didapat )

$$\begin{aligned} c &= 99 - (5 \times 3) \\ &= 84 ( T ) \end{aligned}$$

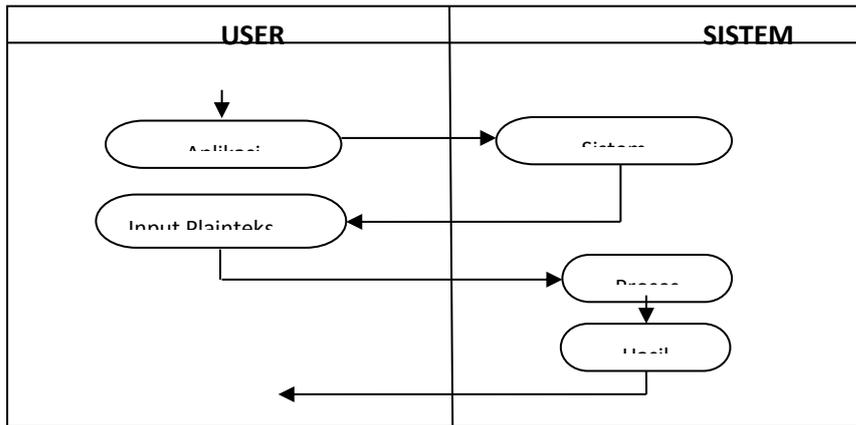
Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut ini :

|       |   |   |   |   |            |
|-------|---|---|---|---|------------|
|       | D | P | g | q | <u>129</u> |
| 1 x 3 | A | M | d | n | ~          |
| 2 x 3 |   | G | ^ | h | x          |
| 3 x 3 |   |   | U | _ | o          |
| 4 x 3 |   |   |   | S | c          |
| 5 x 3 |   |   |   |   | T          |

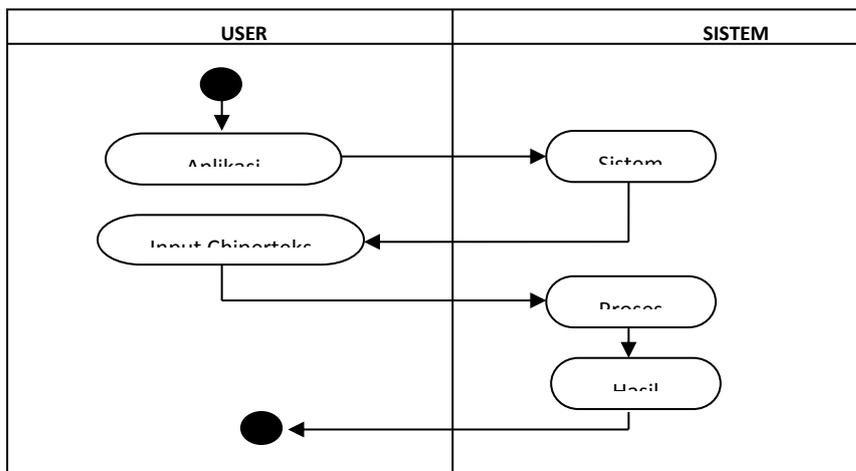
Sehingga diperoleh hasil dekripsi : A G U S T



Activity Diagram merupakan state diagram khusus dimana sebagian besar state adalah action dan sebagian besar transisi di trigger oleh selesainya state sebelumnya (internal processing). Diagram aktivitas lebih memfokuskan diri pada eksekusi dan alur sistem dari pada bagaimana sistem itu dirakit. Diagram aktivitas menunjukkan aktivitas sistem dalam bentuk kumpulan aksi-aksi. Decision digunakan untuk menggambarkan behavior dalam kondisi tertentu.

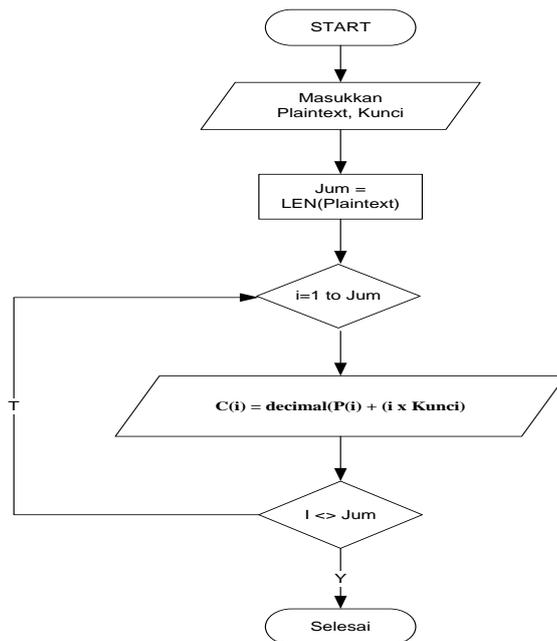


Gambar1. Activity Diagram Proses Enkripsi

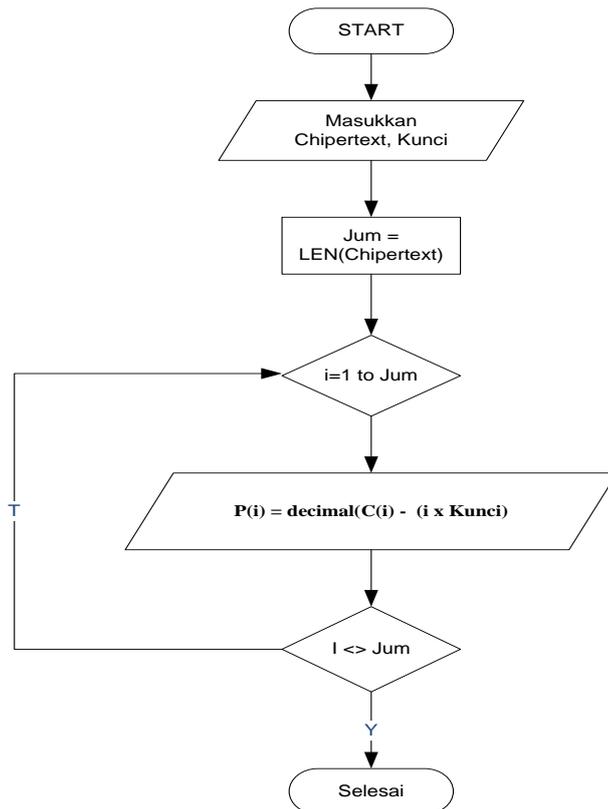


Gambar 2 Activity Diagram Proses Dekripsi

Flowchart merupakan alat bantu untuk menggambarkan system secara pisikal. Adapun tujuan dari penggunaan flowchart adalah untuk menggambarkan suatu tahapan penyelesaian masalah secara sederhana, terurai, rapi dan jelas dengan menggunakan simbol-simbol standar. Berikut tampilan flowchart aplikasi yang dapat di lihat pada gambar 3

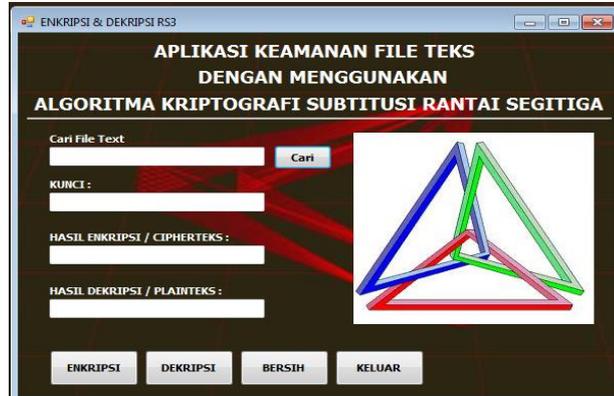


Gambar 3 Proses Enkripsi Rantai Segitiga



**Gambar 4** Proses Dekripsi Rantai Segitiga

Form utama ini digunakan untuk melakukan proses pilihan enkripsi atau dekripsi, seperti terlihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 5** Form Enkripsi dan Dekripsi

**KESIMPULAN**

1. Dengan adanya Aplikasi Algoritma Kriptografi Substitusi Rantai segitiga maka pengamanan data teks rahasia yang dilakukan secara manual diarahkan kepada pemanfaatan teknologi komputer.
2. Aplikasi kriptografi ini memiliki rancangan format yang mudah dimengerti sehingga akan memberikan kemudahan dalam proses penyandian pesan atau data rahasia oleh pengguna.
3. Algoritma kriptografi Substitusi Rantai Segitiga ini digunakan untuk memberikan keamanan dan kualitas data teks yang bersifat rahasia.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ariyus Dony, 2006, *Keamanan Data dan Komunikasi*, Jakarta, Penerbit Graha Ilmu.
- Sadikin Rifki, 2007, *Kriptografi untuk Keamanan Jaringan*, Jakarta, Penerbit Andi.
- Santoni, 2011, *Algoritma Chiper Subtitusi Rantai Segitiga*, Jurnal Teknologi dan Informatika, Vol.4, No.2.
- Sibero Alexander F.K, 2010, *Dasar Dasar Visual Basic.Net*, Yogyakarta, Penerbit MediaKom.
- Widyartono Agustinus, 2011, *Algoritma Elgamal Untuk Enkripsi Data Menggunakan GNUPG*, Jurnal Teknologi dan Informatika, Vol.1, No.1.
- Zelvina Anandia, et..al, 2012, *Perancangan Aplikasi Pembelajaran Kriptografi Kunci Publik Elgamal Untuk Mahasiswa*, Jurnal Dunia Teknologi Informasi, Vol.1, No.1, 56-62.

## PENERAPAN METODE *FOURIER* UNTUK MEMPERTAJAM CITRA 3 DIMENSI

Ahmad Afandi Sipahutar

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
Afandioo28@gmail.com

**Abstrak.** Citra merupakan sebuah proses pengolahan dan analisis yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra dimana secara umum sebagai pemrosesan citra dengan komputer dan pengolahan citra digital juga mencakup seluruh data. Penajaman citra berhubungan dengan kejelasan *ridge structure* pada sisi citra. Dengan berkembangnya pengolahan citra (*Image processing*), manusia berlomba-lomba untuk menghasilkan sebuah gambar yang menarik dari gambar-gambar sederhana yang ada. Selain itu, pengolahan citra menjadi kebutuhan oleh banyak orang terutama dibidang seni atau pembuatan film sebagai *special effectt* pada citra 3D dengan melakukan proses *morphing (field morphing)* penambahan *grey level* pada suatu citra, dimana suatu objek akan diubah perlahan-lahan menjadi objek tujuan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *fourier* karena hasil yang diperoleh sangat efisien dan mendukung berbagai bentuk seperti kurva, sudut tangen, jarak koordinat kompleks, jarak sentroid. Dengan metode *fourier* citra dapat di filter melalui sinyal yang kompleks atau pada pola pinggiran citra..

**Kata Kunci :** Citra, Metode *fourier*.

### PENDAHULUAN

Citra merupakan sebuah proses pengolahan dan analisis yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra dimana secara umum sebagai pemrosesan citra dengan komputer dan pengolahan citra digital juga mencakup seluruh data. Meskipun sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra yang kita miliki terjadi penurunan intensitas mutu dan sulit di representasikan sehingga informasi yang ada menjadi berkurang. Agar citra yang mengalami gangguan mudah di representasikan maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra yang lain yang kualitasnya lebih baik. Penajaman citra berhubungan dengan kejelasan *ridge structure* pada sisi citra. Citra yang baik akan memiliki kontras yang baik dan akan dengan baik menggambarkan *ridges* dan *valleys*, jika suatu citra memiliki kualitas yang kurang baik maka akan memiliki kontras yang kurang sehingga akan kurang jelas menggambarkan batasan-batasan *ridges* (bukit). Dengan melakukan perbaikan kualitas citra yang buruk dapat di lihat dari garis-garis yang akan membentuk objek citra dan akan diperjelas kembali pada bagian-bagian tersebut dengan tujuan agar objek sisi dari sebuah citra dapat disederhanakan bentuknya dari bentuk sebelumnya dengan melihat *ridge structure* pada sisi citra. Dengan berkembangnya pengolahan citra (*Image processing*), manusia berlomba-lomba untuk menghasilkan sebuah gambar yang menarik dari gambar-gambar sederhana yang ada. Selain itu, pengolahan citra menjadi kebutuhan oleh banyak orang terutama dibidang seni atau pembuatan film sebagai *special effectt* pada citra 3D dengan melakukan proses *morphing (field morphing)* penambahan *grey level* pada suatu citra, dimana suatu objek akan di ubah perlahan-lahan menjadi objek tujuan.

Transformasi *fourier* pertama kali diusulkan untuk menyelesaikan PDEs seperti *laplace*, persamaan *heat wave*, aplikasi untuk fisika, teknik dan kimia. Analisis *fourier* menyatakan signal direpresentasikan oleh trigonometri transformasi *fourier* yang mana merupakan salah satu *tool* yang paling luas dalam sinyal dan pengolahan gambar. Transformasi secara matematis digunakan untuk mengetahui informasi sinyal didalamnya. Pada prakteknya sinyal berada dalam domain waktu, sehingga sinyal selalu dinyatakan dalam fungsi waktu yang menunjukkan macam-macam frekuensi yang terdapat dalam sinyal. Transformasi *fourier* mempunyai peranan penting dalam aplikasi pengolahan citra yang memberikan kontribusi untuk peningkatan mutu citra, analisis data citra seperti menganalisis kelakuan fungsi gelombang, mengestimasi regresi non parametric, restorasi citra dan kompresi data citra. Transformasi *Fourier* merupakan metode pilihan, karena biasanya hasil yang diperoleh berasal dari komputasi yang minimal, bersifat efisien karena mendukung berbagai bentuk seperti (kurva, sudut tangen, jarak koordinat kompleks, jarak sentroid) dengan transformasi *fourier*, citra dapat di filter melalui sinyal yang kompleks (atau pada pola pinggiran citra). (Marleni anike, Konferensi Nasional Sistem & Informatika 2015 STMIK STIKOM Bali).

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui proses penajaman sisi citra 3 dimensi dengan menggunakan metode *Fourier* serta untuk menerapkan metode *Fourier* dalam penajaman sisi citra 3 dimensi dan untuk merancang suatu aplikasi penajaman sisi citra 3 dimensi dengan menggunakan metode *Fourier*

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan**

Citra berangka (*digital image*) seringkali diuraikan dalam bentuk berkas binary untuk penerapan tempat penyimpanan dan transmisi. Diantara bentuk penyediaan berangka adalah BMP (*Windows Bitmap*), JPEG (*Join potographic Experts Group File Interchange Format*), TIFF (*Taggad Image File Format*) Citra berangka (*digital image*) seringkali diuraikan dalam bentuk berkas binary untuk penerapan tempat penyimpanan dan transmisi.

**Metode**

Metode *Phase Only Synthetis* adalah metode yang digunakan untuk mengubah suatu objek ke objek lainnya. Terdapat dua proses yang umumnya terjadi dalam metode *morphing (field morphing)*, yaitu *deformasi* dan *cross dissolve*. Pada proses *deformasi*, gambar asal akan diubah bentuknya sehingga menjadi memiliki bentuk yang sama. Selanjutnya dilakukan proses *cross dissolve* yang berfungsi untuk menggabungkan warna antara gambar asal dan tujuan. Teknik *Cross dissolve* adalah metode *Phase Only Synthetis* yang paling sederhana dan merupakan dasar metode *Phase Only Synthetis* yang lain. Pada metode *cross dissolve*, cara yang dilakukan adalah menampilkan kedua gambar (gambar asal dan gambar tujuan) sehingga menjadi lebih bagus dan menjadi objek citra tujuan yang halus. Adapun *level* transparansi dari setiap gambar dapat diatur. Pada awal image atau animasi, *level* transparansi dari gambar asal di set maksimum (100%) sedangkan gambarkan tujuan diset minimum (0%). *Level* transparansi 100% menyebabkan gambar hasil penggabungan antara kedua gambar menjadi hanya gambar asal. Kemudian selama proses animasi, perlahan-lahan *level* transparansi dari gambar asal semakin lama semakin dikurangi, sedangkan *level* transparansi dari gambar tujuan semakin ditambah, dengan syarat *level* transparansi gambar asal dan *level* transparansi gambar tujuan jika dijumlah hasilnya 100%. Dengan demikian akan terlihat gambar asal perlahan-lahan akan berubah menjadi citra tujuan. (Ranjani, 2006:41).

Untuk memudahkan dua buah warna, maka dihitung rata-rata bobot dari masing-masing warna primer.

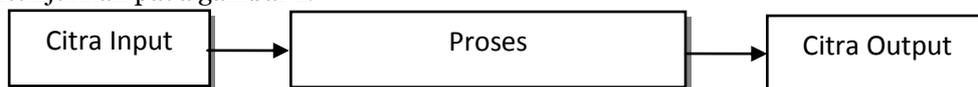
$$r = \frac{w_1 \cdot r_1 + w_2 \cdot r_2}{w_1 + w_2} \qquad g = \frac{w_1 \cdot g_1 + w_2 \cdot g_2}{w_1 + w_2} \qquad b = \frac{w_1 \cdot b_1 + w_2 \cdot b_2}{w_1 + w_2}$$

Dengan  $r_1 g_1 b_1$  dan  $r_2 g_2 b_2$  adalah warna primer (merah, hijau, biru) untuk *pixel* pertama dan kedua  $w_1$  dan  $w_2$  adalah untuk masing – masing *pixel*. Jika bobot *pixel* pertama bernilai nol, warna yang dihasilkan sama dengan *pixel* kedua. Begitu pula sebaliknya, jika bobot *pixel* kedua bernilai nol, warna *pixel* pertamalah yang akan dihasilkan.

- Dimana:     r = Menentukan warna *pixel* merah
- g = Menentukan warna *pixel* hijau
- b = Menentukan warna *pixel* biru
- w = Warping Menentukan Hasil dari proses RGB

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

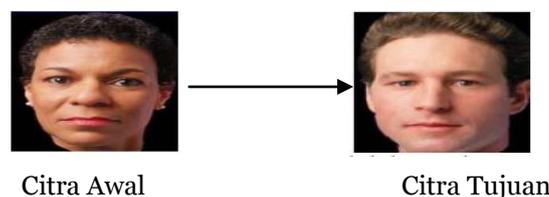
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa citra wajah untuk pengujian, dimana citra yang digunakan merupakan citra grayscale dengan image size 256 x 256 *pixel*, selanjutnya citra tersebut akan mengalami proses untuk mendapatkan kemiripan yang merupakan citra hasil (Citra Output). Adapun *flow process* diagram pengolahan data citra yang akan digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1** *Flow Process* Pengolahan Citra *Fourier*

Citra masukan (*input*) merupakan citra yang memiliki intensitas warna berkisar antara 0 sebagai nilai minimum sampai 255 yang merupakan nilai maksimum. Citra input yang memiliki ukuran 5x5 *pixel* kemudian dikonversi ke dalam bentuk matriks 5x5 = 25, untuk masing-masing citra. Untuk mendapatkan nilai *grey level* merupakan hasil penjumlahan nilai R+G+B dari masing-masing *pixel* dibagi 3. Rumus yang digunakan adalah :

$$Greylevel = \frac{R + G + B}{3}$$



**Gambar 3** Citra berukuran 5 x 5 pixel

Berikut ini nilai RGB dari masing-masing *pixel* citra pada gambar 3 diatas :

**Tabel 1** Nilai RGB

| Pixel | R   | G   | B   |
|-------|-----|-----|-----|
| 0     | 222 | 220 | 204 |
| 1     | 220 | 220 | 212 |
| 2     | 237 | 207 | 192 |
| 3     | 220 | 220 | 212 |
| 4     | 220 | 228 | 220 |
| 5     | 220 | 220 | 212 |
| 6     | 220 | 228 | 220 |
| 7     | 228 | 228 | 218 |
| 8     | 220 | 228 | 220 |
| 9     | 228 | 230 | 228 |
| 10    | 212 | 220 | 212 |
| 11    | 220 | 220 | 212 |
| 12    | 220 | 220 | 212 |
| 13    | 212 | 212 | 196 |
| 14    | 220 | 220 | 212 |
| 15    | 204 | 204 | 188 |
| 16    | 152 | 157 | 152 |
| 17    | 190 | 187 | 190 |
| 18    | 179 | 181 | 168 |
| 19    | 187 | 202 | 197 |
| 20    | 187 | 202 | 197 |
| 21    | 204 | 204 | 188 |
| 22    | 212 | 220 | 212 |
| 23    | 212 | 212 | 204 |

Berdasarkan nilai RGB pada tabel diatas maka dihitung nilai warna greylevel-nya, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 2** Nilai Greylevel

| Pixel | R   | G   | B   | Greylevel |
|-------|-----|-----|-----|-----------|
| 0     | 222 | 220 | 204 | 215       |
| 1     | 220 | 220 | 212 | 217       |
| 2     | 237 | 207 | 192 | 212       |
| 3     | 220 | 220 | 212 | 217       |
| 4     | 220 | 228 | 220 | 223       |
| 5     | 220 | 220 | 212 | 217       |
| 6     | 220 | 228 | 220 | 220       |
| 7     | 228 | 228 | 218 | 225       |
| 8     | 220 | 228 | 220 | 223       |
| 9     | 228 | 230 | 228 | 229       |
| 10    | 212 | 220 | 212 | 215       |
| 11    | 220 | 220 | 212 | 217       |
| 12    | 220 | 220 | 212 | 217       |
| 13    | 212 | 212 | 196 | 207       |
| 14    | 220 | 220 | 212 | 217       |
| 15    | 204 | 204 | 188 | 199       |
| 16    | 152 | 157 | 152 | 154       |
| 17    | 190 | 187 | 190 | 189       |
| 18    | 179 | 181 | 168 | 176       |
| 19    | 187 | 202 | 197 | 195       |
| 20    | 187 | 202 | 197 | 195       |
| 21    | 204 | 204 | 188 | 199       |
| 22    | 212 | 220 | 212 | 215       |
| 23    | 212 | 212 | 204 | 209       |
| 24    | 221 | 212 | 212 | 215       |

Nilai greylevel pada Tabel 2 dikonversi ke dalam bentuk matrik sebagai berikut:



$$\begin{bmatrix} 215 & 217 & 215 & 199 & 195 \\ 217 & 220 & 217 & 154 & 199 \\ 212 & 225 & 217 & 189 & 215 \\ 217 & 223 & 207 & 176 & 209 \\ 223 & 229 & 217 & 195 & 215 \end{bmatrix}$$

**Gambar 3** Matrik Citra Input

Adapun Langkah-langkah Pengubahan Citra 3D adalah sebagai berikut:

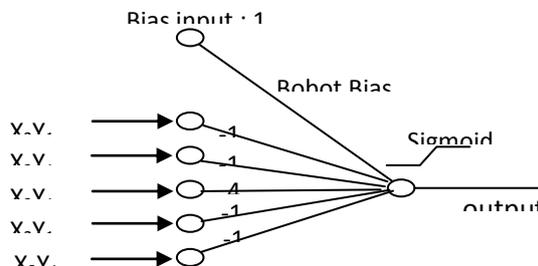
1. Lakukan konvolusi terhadap citra dengan menggunakan operator Laplace.

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} 215 & 217 & 215 & 199 & 195 \\ 217 & 220 & 217 & 154 & 199 \\ 212 & 225 & 217 & 189 & 215 \\ 217 & 223 & 207 & 176 & 209 \\ 223 & 229 & 217 & 195 & 215 \end{bmatrix} \quad \text{Mask Laplace}$$

$$g(x, y) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{Mask Laplace}$$

Langkah-langkah konvolusi digambarkan sebagai berikut:

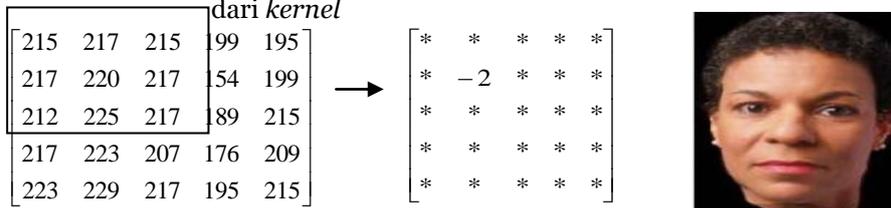
|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| $X_1Y_1$ | $X_2Y_1$ | $X_3Y_1$ |
| $X_1Y_2$ | $X_2Y_2$ | $X_3Y_2$ |
| $X_1Y_3$ | $X_2Y_3$ | $X_3Y_3$ |



Dengan fungsi Sigmoid

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

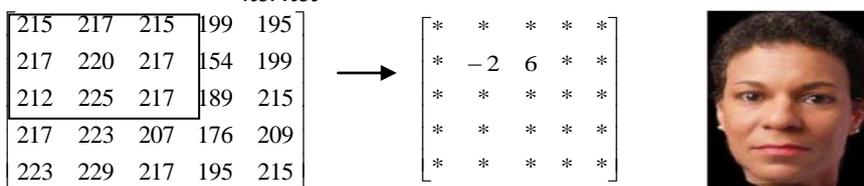
- Langkah I** : Tempatkan *kernel* pada sudut kiri atas, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Proses perkalian konvolusi = -2; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

$$(0x215) + (-1x217) + (0x215) + (-1x217) + (4x220) + (-1x217) + (0x212) + (-1x225) + (0x217) = -2$$

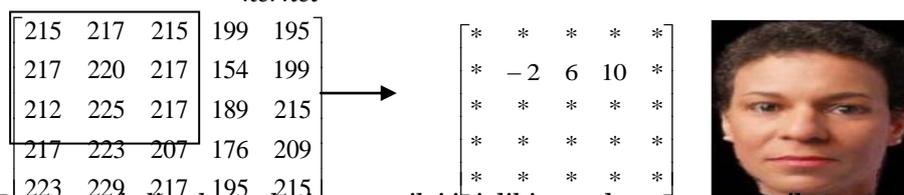
- Langkah II** : Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Proses perkalian konvolusi = 6; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

$$(0x217) + (-1x215) + (0x199) + (-1x220) + (4x217) + (1x154) + (0x225) + (-1x217) + (0x189) = 6$$

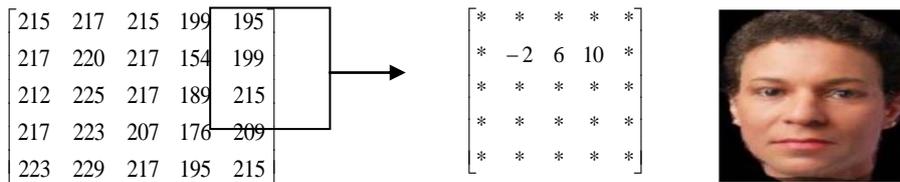
- Langkah III** : Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Proses perkalian konvolusi = 10; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

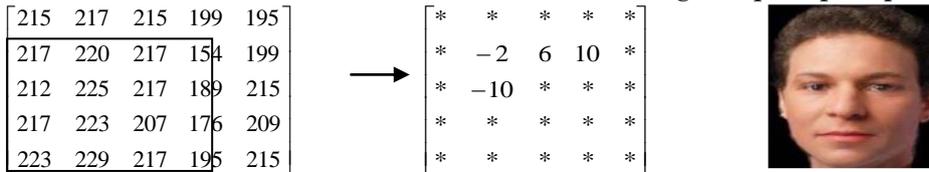
$$(0x215) + (-1x199) + (0x195) + (-1x217) + (4x154) + (-1x199) + (0x217) + (-1x189) + (0x215) = 10$$

- Langkah IV** : Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Konvolusi diabaikan karena *pixel-pixel* pada sudut kiri menggantung, maka *pixel-pixel* sudut kiri nilainya tetap sama seperti citra asal

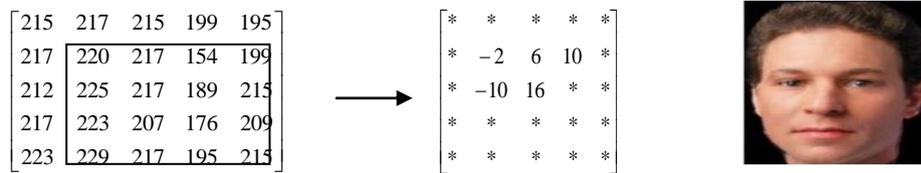
**Langkah V** : Selanjutnya geser *kernel* satu *pixel* ke bawah, lalu mulai lagi melakukan konvolusi dari sisi kiri citra. Kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Proses perkalian konvolusi = -10 ; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

$$(0 \times 217) + (-1 \times 220) + (0 \times 217) + (-1 \times 212) + (4 \times 225) + (-1 \times 217) + (0 \times 217) + (-1 \times 223) + (0 \times 207) = -10$$

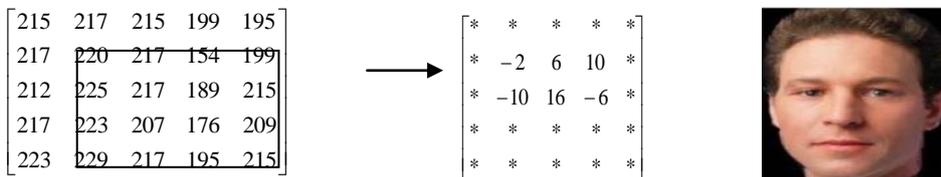
**Langkah VI** : Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Proses perkalian konvolusi = 16 ; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

$$(0 \times 220) + (-1 \times 217) + (0 \times 154) + (-1 \times 225) + (4 \times 217) + (-1 \times 189) + (0 \times 223) + (-1 \times 207) + (0 \times 176) = 16$$

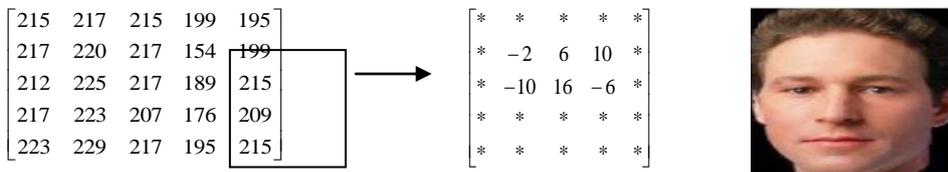
**Langkah VII** : Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Proses perkalian konvolusi = -6 ; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

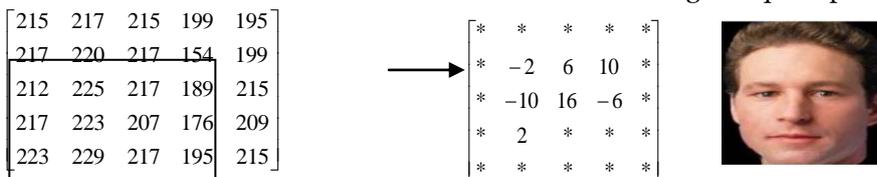
$$(0 \times 217) + (-1 \times 154) + (0 \times 199) + (-1 \times 217) + (4 \times 189) + (-1 \times 215) + (0 \times 207) + (-1 \times 176) + (0 \times 209) = -6$$

**Langkah VIII**: Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Konvolusi diabaikan karena *pixel-pixel* pada sudut kiri menggantung, maka *pixel-pixel* pinggir kiri nilainya tetap sama seperti citra asal

**Langkah IX** : Selanjutnya geser *kernel* satu *pixel* ke bawah, lalu mulai lagi melakukan konvolusi dari sisi kiri citra. Kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Proses perkalian konvolusi = 2 ; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

$$(0 \times 212) + (-1 \times 225) + (0 \times 217) + (-1 \times 217) + (4 \times 223) + (-1 \times 207) + (0 \times 223) + (-1 \times 229) + (0 \times 217) = 2$$

Sehingga menjadi citra atau objek tujuan.

**Langkah X** : Selanjutnya geser *kernel* satu *pixel* ke bawah, lalu mulai lagi melakukan konvolusi dari sisi kiri citra. Kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*

|     |     |     |     |     |   |     |    |     |   |
|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|----|-----|---|
| 215 | 217 | 215 | 199 | 195 | * | *   | *  | *   | * |
| 217 | 220 | 217 | 154 | 199 | * | -5  | 24 | -21 | * |
| 212 | 225 | 217 | 189 | 215 | * | 2   | 4  | -25 | * |
| 217 | 223 | 207 | 176 | 209 | * | -18 | 14 | -8  | * |
| 223 | 229 | 217 | 195 | 215 | * | *   | *  | *   | * |

Konvolusi diabaikan karena *pixel-pixel* pada sudut bawah menggantung, maka *pixel-pixel* sudut bawah, nilainya tetap sama seperti citra asal dan menjadi suatu citra tujuan.

Citra output merupakan citra yang memiliki intensitas warna berkisar antara 0 dan 1 (citra biner) yang merupakan hasil konvolusi proses perubahan Citra 3D . Dan Citra output yang memiliki *image size maximum* 256x256 pixel dengan Citra input yang memiliki ukuran-ukuran yang sama dan format juga sama yaituhanya dilakukan untuk citra dengan jenis yang sama yaitu citra bitmap (\*.bmp, \*jpeg) ke citra bitmap (\*.bmp, \*jpeg). Untuk mendapatkan hasil citra yang lebih baik.



**KESIMPULAN**

1. Dengan sistem yang dirancang pada aplikasi Dalam melakukan proses penajaman pada gambardan menjadi tujuan untuk penggunaan sisi objek yang diproses menggunakan metode *Fourier Phase Only Synthetis*.
2. Aplikasi ini dapat menghasilkan sebuah sistem atau perubahan yang merubah objek seperti citra bitmap (\*.bmp) ke citra bitmap (\*.bmp,).
3. Hasil penentuan sebuah gambar diproses lagi ke dalam sebuah citra gambar dengan metode *Fourier Phase Only Synthetis*, sehingga tingkat proses penajaman pada sisi gambar tersebut menjadi lebih baik.

**DAFTAR PUSTAKA**

Umar Said Sugiarto, S.H., M.S., 2013, *Pengantar Hukum Indonesia* cetakan pertama, sinar Grafika.  
 Suyanto, 2014, artificial intelligence “*searching-reasoning-planing-learning*”, informatika, Bndung.  
 T. Sutojo S.SI., M.Kom, dkk, 2011, kecerdasan buatan, CV.Andi Offset, yogyakarta.  
 Sheriff Salbino.S.Kom, 2014, *Buku Pintar Gadget Android Untuk Pemula*, Penerbit: Kunci Ilmu, Jakarta.  
 Sri. Kusumadewi, Pengantar Kecerdasan Buatan (AKO45218): *Teknik Pencarian Heuristik*  
 Anis Ramadhani, 2013, *jurus rahasia menguasai android untuk pemula*, penerbit Kir Direction, Jakarta.

## **PREDIKSI KERUSAKAN MOTOR INDUKSI PADA STATOR MENGUNAKAN METODE JARINGAN SARAF TIRUAN BACKPROPAGATION DAN LVQ**

**Ahmad Shafwan**

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
ahmad@gmail.com

**Abstrak.** Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini khususnya di bidang sistem informasi dan telekomunikasi, memperbanyak dampak perkembangan kebutuhan hidup manusia, khususnya teknologi komputer. Teknologi informasi merupakan kombinasi teknologi komputer (perangkat keras dan perangkat lunak) dengan teknologi komunikasi (jaringan data, gambar dan suara) yang berperan penting dalam perkembangan suatu lembaga pendidikan. Sistem informasi adalah suatu sistem yang dirancang untuk memudahkan pengguna dalam menyelesaikan tugasnya untuk menghasilkan suatu informasi. Motor Induksi banyak dipakaisebagai penggerak untuk mengerjakan banyak proses di industri seperti menggerakkan blower(penghasil angin) yang berkapasitas besar dipakai untuk pembakaran didalam tungku peleburan. Meski pun Motor Induksi cukup handal tetapi pada kenyataannya dapat saja mengalami banyak masalah pada saat beroperasi yang menyebabkan kerusakan total pada motor induksi. Berdasarkan berbagai masalah yang dihadapi diatas, penulis mencoba merancang suatu alat prediksi kerusakan motor induksi dengan menggunakan sistim jaringan saraf tiruan backpropagation dan menggunakan bahasa pemograman Matlab dengan adanya alat prediksi ini semoga dapat membantu ketahan motor induksi tersebut.

**Kata Kunci :** Prediksi Jaringan syaraf tiruan Backpropogation Matlab

### **PENDAHULUAN**

Motor induksi (MI) adalah alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar. Motor induksi banyak dipakai sebagai penggerak untuk mengerjakan banyak proses di industri seperti menggerakkan *blower* (penghasil angin) berkapasitas besar yang dipakai untuk pembakaran di dalam tungku peleburan, menggerakkan *conveyor* (pengangkut bahan), menggerakkan pompa air untuk sirkulasi air pendingin dan lain-lain. Meskipun MI cukup handal tetapi pada kenyataannya dapat saja mengalami banyak masalah pada saat beroperasi yang menyebabkan kerusakan total pada motor induksi tersebut, Kerusakan total motor induksi pada saat berlangsungnya proses produksi dapat mengakibatkan rendahnya mutu barang jadi yang dihasilkan hingga sampai berhentinya proses produksi itu sendiri. Untuk mengatasi hal ini telah dilakukan teknik monitoring terhadap MI, baik secara konvensional maupun digital. Teknik monitoring konvensional untuk motor induksi pada umumnya merupakan kombinasi dari beberapa peralatan mekanik dan listrik. Di mana penginderaan terhadap variabel-variabel motor induksi dilakukan dengan peralatan mekanik yang memiliki banyak keterbatasan dalam mendeteksi kerusakan pada MI seperti kerusakan pada isolasi *stator*. Sedangkan pada teknik monitoring digital untuk melakukan penginderaan terhadap variabel-variabel MI telah menggunakan sensor untuk selanjutnya diubah menjadi bentuk digital oleh *Analog to Digital Converter* (ADC) lalu dimasukkan ke dalam komputer atau mikrokontroler.

Teknik monitoring konvensional dan digital di dalam melakukan pendeteksian kerusakan pada motor induksi menggunakan metode *rule based* sehingga hanya dapat mendeteksi kerusakan MI pada kondisi yang telah ditentukan. Selanjutnya teknik monitoring MI dikembangkan dengan menggunakan *Artificial Intelegent* (AI), sehingga teknik monitoring MI tidak hanya dapat mendeteksi tetapi dapat juga memprediksi kerusakan MI, di mana salah satu metode yang dapat digunakan adalah jaringan saraf tiruan (JST). Tetapi pada teknik monitoring MI menggunakan JST, variabel yang dimonitoring arus, kecepatan dan metode JST digunakan untuk mendeteksi kerusakan *bearing* dan *stator* pada MI belum memprediksi.

Berdasarkan penjelasan telah diuraikan, maka penelitian ini bertujuan menerapkan jaringan saraf tiruan dengan metode backpropagation untuk memprediksi kerusakan motor induksi khususnya pada *stator*. Mengetahui dari ke 2 metode yang digunakan yang memiliki akurasi yang lebih baik dalam memprediksi. Untuk menerapkan aplikasi jaringan saraf tiruan dengan metode backpropagation dalam memprediksi kerusakan *stator* pada MI. Meneliti pengaruh jumlah *neuron hidden layer* terhadap *error* prediksi.

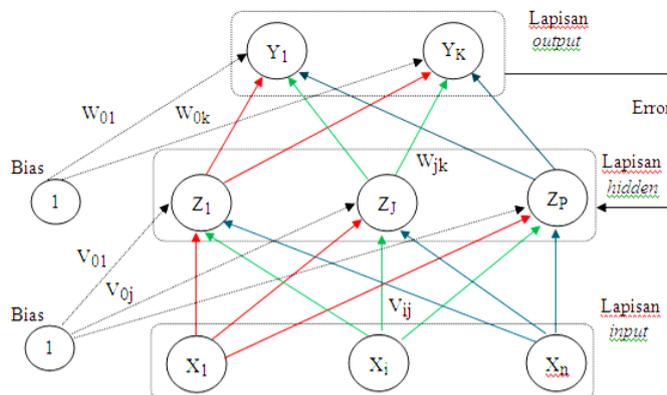
### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Konstruksi motor induksi pada umumnya terdiri dari dua bagian yaitu: *stator* dan *rotor*. *Rotor* adalah bagian motor yang berputar seperti inti *rotor* dan poros *rotor*. Sedangkan *stator* adalah bagian motor yang tidak bergerak seperti inti *stator*, belitan *stator*.

**Metode**

*Backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan metode yang sangat baik dalam menangani pengenalan pola-pola kompleks (Sri Kusuma Dewi, Pengantar Jaringan Saraf Tiruan.:2006). Untuk lebih jelasnya arsitektur *JST backpropagation* dapat dilihat pada Gambar 2



**Gambar 1** Arsitektur *JST Backpropagation*

*JST* dengan algoritma pembelajaran *backpropagation* terdiri dari banyak lapisan (*multilayer neural network*)

1. Lapisan *input* hanya 1 buah. Pada lapisan *input* dapat berisi *neuron*  $X_1 - X_n$ .
2. Lapisan tersembunyi (minimal 1). Seperti halnya lapisan *input* pada lapisan tersembunyi juga berisi *neuron* mulai dari  $Z_1 - Z_p$  dan pada lapisan tersembunyi (*hidden layer*) ini dapat berisi beberapa lapisan tersembunyi.
3. Lapisan *output* hanya 1 buah. Lapisan ini terdiri dari *neuronoutput* mulai dari  $Y_1 - Y_k$ .  $n, p, k$  adalah bilangan asli tergantung pada arsitektur *JST* yang dirancang.  $V_{0j}$  adalah bias untuk *neuron* pada lapisan tersembunyi ke  $-1, j, p$  dan  $W_{0k}$  adalah bobot untuk *neuron* pada lapisan *output* ke  $-1, k$ . Bias  $V_{0j}$  dan  $W_{0k}$  sama seperti bobot di mana *output* bias ini selalu bernilai 1.  $V_{ij}$  adalah bobot yang menghubungkan antara *neuron*  $X_1 - X_n$  pada lapisan *input* dengan *neuron*  $Z_1 - Z_p$  pada lapisan tersembunyi, sedangkan  $W_{jk}$  adalah bobot yang menghubungkan antara *neuron*  $Z_1 - Z_p$  pada lapisan tersembunyi dengan *neuron*  $Y_1 - Y_k$  lapisan *output*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Langkah pertama jaringan saraf tiruan dibentuk dengan 96 *node* input, 1 *hidden layer* 4 *node* dan 1 *node* output dengan parameter pelatihan *learning rate* 0,5, momentum 0,45 toleransi error 0,0001 dan jumlah *epoch* 3000. Selanjutnya dilakukan proses pelatihan dan dilakukan pengulangan sebanyak 10 kali setiap penambahan *node* pada *hidden layer* ke-1. Tabel 4.1 menunjukkan MSE hasil pelatihan yang dilakukan setiap penambahan 2 *node* pada 1 *hidden layer* dengan jumlah *node* 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 dan 18.

**Tabel 1** MSE hasil pelatihan *time delay* 2 hari dengan 1 *hidden layer*

| No | Jumlah input | Jumlah hidden layer 1 | Jumlah epoch | Nilai learning rate | Nilai momen tum | Toleransi Pelatihan | MSE pelatihan | Lama pelatihan |
|----|--------------|-----------------------|--------------|---------------------|-----------------|---------------------|---------------|----------------|
| 1  | 96           | 4                     | 3000         | 0,5                 | 0,45            | 0,0001              | 0,00303       | 49             |
| 2  | 96           | 6                     | 3000         | 0,5                 | 0,45            | 0,0001              | 0,00121       | 49             |
| 3  | 96           | 8                     | 3000         | 0,5                 | 0,45            | 0,0001              | 0,00289       | 49             |
| 4  | 96           | 10                    | 3000         | 0,5                 | 0,45            | 0,0001              | 0,00127       | 49             |
| 5  | 96           | 12                    | 3000         | 0,5                 | 0,45            | 0,0001              | 0,00215       | 49             |
| 6  | 96           | 14                    | 3000         | 0,5                 | 0,45            | 0,0001              | 0,00214       | 49             |
| 7  | 96           | 16                    | 3000         | 0,5                 | 0,45            | 0,0001              | 0,00153       | 49             |
| 8  | 96           | 18                    | 3000         | 0,5                 | 0,45            | 0,0001              | 0,00163       | 49             |

Setelah struktur jaringan saraf tiruan yang optimal diperoleh maka penelitian dilanjutkan pada pencarian nilai *learning rate* yang optimal. Di mana metode yang digunakan untuk mencari nilai *learning rate* adalah *trial and error*. Adapun langkah-langkah metode *trial and error* yang diterapkan pada penelitian adalah sebagai berikut :

a. Menetapkan nilai *learning rate*

Nilai *learning rate* yang akan diuji dari 0,1 – 0,9

b. Melakukan proses pelatihan

Setelah nilai *learning rate* ditetapkan maka langkah selanjutnya dilakukan proses pelatihan. Dari proses pelatihan ini akan dilihat pengaruh nilai *learning rate* terhadap nilai MSE pelatihan, waktu dan hasil prediksi.

c. Dilakukan proses pengulangan dari langkah a – b

Pada langkah ini dilakukan pengujian terhadap nilai *learning rate* yang diuji. Tabel 4.48 menunjukkan MSE hasil pelatihan dari *learning rate* 0,1 – 0,9.

**Tabel 2** MSE hasil pelatihan dari *learning rate* 0,1 – 0,9

| No | Susunan struktur JST     | Jumlah epoch | Nilai <i>learning rate</i> | Nilai momentum | Toleransi pelatihan | MSE Pelatihan | Lama pelatihan (detik) |
|----|--------------------------|--------------|----------------------------|----------------|---------------------|---------------|------------------------|
| 1  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,1                        | 0,8            | 0,0001              | 0,00135       | 28                     |
| 2  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,2                        | 0,8            | 0,0001              | 0,000194      | 21                     |
| 3  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,3                        | 0,8            | 0,0001              | 0,0001        | 20                     |
| 4  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,4                        | 0,8            | 0,0001              | 0,0001        | 15                     |
| 5  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,5                        | 0,8            | 0,0001              | 9,99e-05      | 11                     |
| 6  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,6                        | 0,8            | 0,0001              | 9,98e-05      | 10                     |
| 7  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,7                        | 0,8            | 0,0001              | 9,99e-05      | 8                      |
| 8  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,8                        | 0,8            | 0,0001              | 9,98e-05      | 7                      |
| 9  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,9                        | 0,8            | 0,0001              | 9,95e-05      | 9                      |

Setelah struktur jaringan saraf tiruan dan nilai *learning rate* yang optimal diperoleh maka penelitian dilanjutkan pada pencarian nilai momentum yang optimal. Di mana metode yang digunakan untuk mencari nilai momentum adalah *trial and error*. Adapun langkah-langkah metode *trial and error* yang diterapkan pada penelitian adalah sebagai berikut :

a. Menetapkan nilai momentum

Nilai momentum yang akan diuji dari 0,1 – 0,9

b. Melakukan proses pelatihan

Setelah nilai momentum ditetapkan maka langkah selanjutnya dilakukan proses pelatihan. Dari proses pelatihan ini akan dilihat pengaruh nilai momentum terhadap nilai MSE pelatihan, waktu dan hasil prediksi.

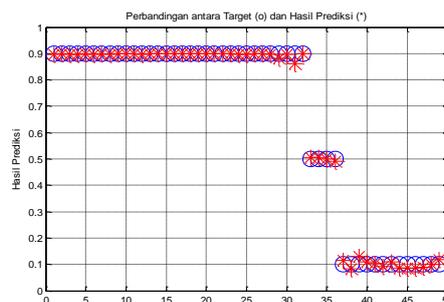
c. Dilakukan proses pengulangan dari langkah a – b

Pada langkah ini dilakukan pengujian terhadap nilai momentum yang diuji. Tabel 4.9 menunjukkan MSE hasil pelatihan dari momentum 0,1 – 0,9.

**Tabel 3** MSE hasil pelatihan dari momentum 0,1 – 0,9

| No | Susunan struktur JST     | Jumlah epoch | Nilai <i>learning rate</i> | Nilai momentum | Toleransi pelatihan | MSE pelatihan | Lama pelatihan (detik) |
|----|--------------------------|--------------|----------------------------|----------------|---------------------|---------------|------------------------|
| 1  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,9                        | 0,1            | 0,0001              | 0,000142      | 23                     |
| 2  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,9                        | 0,2            | 0,0001              | 0,0001        | 8                      |
| 3  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,9                        | 0,3            | 0,0001              | 9,97e-05      | 7                      |
| 4  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,9                        | 0,4            | 0,0001              | 0,0001        | 7                      |
| 5  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,9                        | 0,5            | 0,0001              | 9,99e-05      | 7                      |
| 6  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,9                        | 0,6            | 0,0001              | 9,97e-05      | 7                      |
| 7  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,9                        | 0,7            | 0,0001              | 9,97e-05      | 7                      |
| 8  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,9                        | 0,8            | 0,0001              | 9,95e-05      | 7                      |
| 9  | 192 – 14 – 6 – 4 – 2 – 1 | 1000         | 0,9                        | 0,9            | 0,0001              | 9,95e-05      | 8                      |

Selanjutnya untuk memastikan jaringan saraf tiruan telah layak atau tidak untuk digunakan maka jaringan saraf tiruan diuji dengan pola yang pernah dimasukkan ke dalam jaringan. Perbandingan keberdekatan antara target (o) berwarna biru dengan hasil prediksi (\*) berwarna merah dapat dilihat pada Gambar 1. Dari 49 pola yang pernah dilatihkan ke jaringan saraf tiruan tidak ada pola yang keluar dari targetnya.



**Gambar 2** Keberdekatan hasil prediksi dengan target pada pola pelatihan

**Tabel 4** Perbandingan antara target dengan hasil prediksi pada pola pelatihan

| No | Target | Prediksi |
|----|--------|----------|
| 1  | 0,9    | 0,8963   |
| 2  | 0,9    | 0,8983   |
| 3  | 0,9    | 0,8963   |
| 4  | 0,9    | 0,8960   |
| 5  | 0,9    | 0,8991   |
| 6  | 0,9    | 0,8960   |
| 7  | 0,9    | 0,8981   |
| 8  | 0,9    | 0,8976   |
| 9  | 0,9    | 0,8988   |
| 10 | 0,9    | 0,8988   |
| 11 | 0,9    | 0,8989   |
| 12 | 0,9    | 0,8978   |
| 13 | 0,9    | 0,8997   |
| 14 | 0,9    | 0,8992   |
| 15 | 0,9    | 0,9007   |
| 16 | 0,9    | 0,8998   |
| 17 | 0,9    | 0,8997   |
| 18 | 0,9    | 0,8996   |
| 19 | 0,9    | 0,8997   |
| 20 | 0,9    | 0,9002   |
| 21 | 0,9    | 0,8996   |
| 22 | 0,9    | 0,9000   |
| 23 | 0,9    | 0,8995   |
| 24 | 0,9    | 0,8978   |
| 25 | 0,9    | 0,8969   |
| 26 | 0,9    | 0,9004   |
| 27 | 0,9    | 0,8995   |
| 28 | 0,9    | 0,8976   |
| 29 | 0,9    | 0,8823   |
| 30 | 0,9    | 0,8977   |
| 31 | 0,9    | 0,8619   |
| 32 | 0,9    | 0,8980   |
| 33 | 0,5    | 0,5068   |
| 34 | 0,5    | 0,5064   |
| 35 | 0,5    | 0,4996   |
| 36 | 0,5    | 0,4915   |
| 37 | 0,1    | 0,1155   |
| 38 | 0,1    | 0,0830   |
| 39 | 0,1    | 0,1312   |
| 40 | 0,1    | 0,1097   |
| 41 | 0,1    | 0,1026   |
| 42 | 0,1    | 0,0932   |
| 43 | 0,1    | 0,1096   |
| 44 | 0,1    | 0,0846   |
| 45 | 0,1    | 0,0850   |
| 46 | 0,1    | 0,0869   |
| 47 | 0,1    | 0,0883   |
| 48 | 0,1    | 0,1020   |
| 49 | 0,1    | 0,1181   |

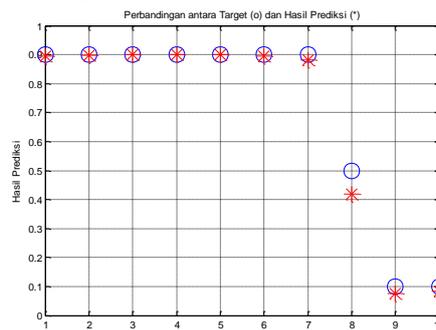
Dari Tabel 3 dapat diketahui dari 49 pola yang pernah dilatihkan ke jaringan saraf tiruan tidak ada pola yang keluar dari target yang diharapkan. Sehingga akurasi prediksi jaringan saraf tiruan untuk pola yang pernah dilatihkan mencapai 100%.

$$\text{Hasil prediksi} = \frac{49}{49} * 100 \%$$

$$\text{Hasil prediksi} = 100 \%$$

Setelah dilakukan pengujian dengan pola yang pernah dilatihkan tahap selanjutnya jaringan saraf tiruan diuji dengan pola yang tidak pernah dikenali. Perbandingan keberdekatan antara target (o) berwarna biru dengan hasil prediksi (\*) berwarna merah dapat dilihat pada Gambar 4.2. Setelah diuji

dengan 10 pola yang tidak pernah dimasukkan ke dalam jaringan saraf tiruan ternyata jaringan masih memberikan hasil yang baik, hal ini tampak dari keberdekatan antara target ke hasil prediksi.



**Gambar 3** Keberdekatan hasil prediksi dengan target pada pola uji  
Tabel 4 Perbandingan antara target dengan hasil prediksi pada pola uji

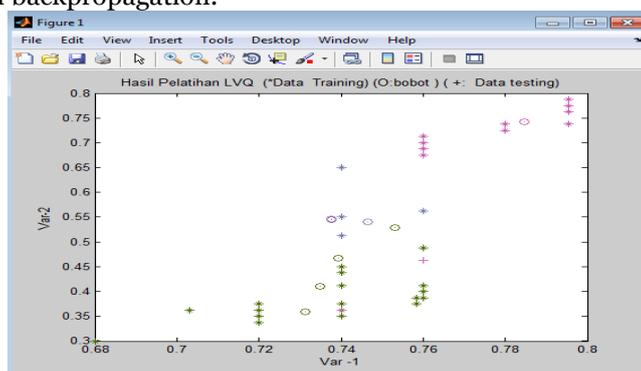
| No | Target | Prediksi |
|----|--------|----------|
| 1  | 0,9    | 0,8959   |
| 2  | 0,9    | 0,8981   |
| 3  | 0,9    | 0,9000   |
| 4  | 0,9    | 0,8994   |
| 5  | 0,9    | 0,9007   |
| 6  | 0,9    | 0,8940   |
| 7  | 0,9    | 0,8821   |
| 8  | 0,5    | 0,4180   |
| 9  | 0,1    | 0,0769   |
| 10 | 0,1    | 0,0836   |

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwasannya dari 10 pola yang telah diuji tidak ada pola yang keluar dari target yang diharapkan. Sehingga akurasi prediksi jaringan saraf tiruan untuk pola yang tidak pernah dilatihkan ke dalam jaringan saraf tiruan mencapai 100%.

$$\text{Hasil prediksi} = \frac{10}{10} * 100 \%$$

$$\text{Hasil prediksi} = 100 \% \text{ Form}$$

Hasil prediksi jaringan saraf tiruan backpropagation dengan jumlah pola data yang di training 49 dimana 32 pola dengan target prediksi 0,9 (bagus), 4 pola dengan target 0,5 (sedang), dan sisahnya 13 pola dalam kondisi buruk. Dari gambar 4.4 semua kondisi pola data yang di training dapat di prediksi dengan baik oleh jaringan saraf tiruan backpropagation.



Gambar 4 Hasil Prediksi LVQ

**KESIMPULAN**

1. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan bahwasanya jaringan saraf tiruan dengan metode backpropagation lebih cocok untuk digunakan dalam memprediksi dengan pola data kompleks dan besar.
2. Dibandingkan jaringan saraf tiruan dengan metode LVQ tidak dapat bekerja dengan baik untuk membaca pola data yang cukup besar.
3. Cara menerapkan jaringan saraf tiruan untuk memprediksi kerusakan motor induksi dan melakukan pelatihan terlebih dahulu terhadap pola data motor induksi. Setelah dilakukan pelatihan tersebut dan hasil prediksinya dalam keadaan baik barulah dapat diterapkan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Yon Rijono, Dasar Teknik Tenaga Listrik. Yogyakarta, Indonesia: Andi, 1997
- Ibrahim Sefa, Ilhami Colak, Askin Bektas, Ramazan Bayindir, "Fault Detection and Protection of Induction Motors Using Sensors," *IEEE Transaction On Energy Conversion*, vol. 3, no. 3, pp. 734-741, 2008
- H.Celik, I.Sefa, S. Dermibas, I.Colak, "On Line Protection System For Induction Motor
- R.Bayindir, I.Sefa, "Novel Approach Based On Microcontroller to Online Protection of Induction Motors," *Energy Conversion and Management*, vol. 48, no. 3, pp. 850-856, 2007
- Siddique Arfat, G.S Yadava, and Singh Bhim, "A Review of Stator Fault Monitoring Techniques of Induction Motors ," *IEEE Transactions on Energy Conversion*, vol. 20, no. 1, pp. 106-114, March 2005.
- Desi Indra Jaya, " Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak Berbasis Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Harga Saham Dengan Menggunakan Backpropagation". (2006).
- (2013, April) electrical-knowhow. [Online]. <http://www.electrical-knowhow.com/2012/05/classification-of-electric-motors.html>
- Wendy Tambun, "Perbandingan Pengaruh Tahanan Rotor Tidak Seimbang Dan Satu Fasa Rotor Terbuka : Suatu Analisis Terhadap Efisiensi Motor Induksi Tiga Fasa," USU, Medan, Skripsi 2012.
- Wahyudinata, "Analisa Performansi Motor Induksi Kapasitor Permanen Satu Fasa Dengan Belitan Bantu Dan Belitan Utama," USU, Medan, Skripsi 2010.
- S.Shyam Sunder, K.Satya Krishna, S.A.Sharma Suri Sathya Prashant, "Computer Aided Online Fault Diagnosis of Induction Motor," in *Electrical Power Quality and Utilisation*, Barcelona, 2007.
- W.L. Soong, N. Ertugrul, M.L. Sin, "Induction Machine Online Condition Monitoring And Fault Diagnosis ," University Adelaide, Survey 2003.
- Bin Lu, Thomas G.Habetler, Pinjia Zhang, "Active Stator Winding Thermal Protection For AC Motors," in *IEEE IAS Pulp and Paper Industry*, Birmingham, 2009.
- Tonny Siahaan, Suhardi, Wagiman Saut Maruli Tua, "Penambahan Pengaman Motor Listrik Dengan Sensor Suhu IC LM 35," di *EBN*, 2006, pp. 291-304.
- Fausat L, "Fundamental of Neural Network Architecture," in *Fundamental of Neural Network Architecture*. Englewood Cliff: Prentice Hall, 1994.
- Sri Hartati dan Sri Kusumadewi, *Neuro Fuzzy*. Yogyakarta, Indonesia: Andi, 2006.
- Diyah Puspitaningrum, *Pengantar Jaringan Saraf Tiruan*. Yogyakarta, Indonesia: Andi, 2006.
- Valluru B. Rao, *C++ Neural Network and Fuzzy Logic*.: IDG Books Worldwide. Inc, 1995.
- Eliyani, "Peramalan Harga Saham Perusahaan Menggunakan Artificial Neural Network Dan Akaike Information Criterion," di *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, Yogyakarta, 2007, pp. D15-D19.
- "Aplikasi Elman Neural Network Dengan LMA Training Pada Prediksi Data Times Series Beban Jawa-Bali" Teddy Lesmana. (2013, Januari) Petra Christian University. [Online].
- Yan Permana Agung Putra Eko Subiyantoro, "Penentuan Kualitas Daun Tembakau Dengan Perangkat Mobile Berdasarkan Ekstrasi Rata-Rata RGB Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor," , pp. 1-6.
- Sugiyono, *Statistika Untuk Penelitian*, edisi ke-4. Bandung, Indonesia: Elfabeta, 2009.
- R,Rizal Isnanto, Imam Santoso dan Ardianto Eskaprianda, "Deteksi Kondisi Organ Pankreas Melalui Iris Mata Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Perambatan Balik dengan Pencirian Matriks Ko-Okurensi Aras Keabuan," *Transmisi*, vol. 13, no. 1, pp. 33-38, 2011.

## **PENERAPAN METODE *BIT-PLANE COMPLEXITY SEGMENTATION* (BPCS) PADA CITRA UNTUK TRANSFORMASI PENGAMANAN DATA**

**Aisah Harahap**

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
[aisahharahap331@gmail.com](mailto:aisahharahap331@gmail.com)

**Abstrak.** *Bit-Plane Complexity Segmentation (BPCS)* merupakan teknik steganografi yang diperkenalkan oleh Eiji Kawaguchi dan Richard O. Eason pada tahun 1998. Teknik ini merupakan teknik steganografi yang memiliki kapasitas besar. Karena dapat menampung data rahasia dengan kapasitas yang relatif besar jika dibandingkan dengan metode steganografi lain seperti *LSB (Least Significant Bit)*. Teknik *BPCS* ini adalah teknik steganografi yang tidak berdasarkan teknik pemrograman. Proses penyisipan dilakukan pada bit plane dengan sistem *CGC (Canonical Gray Code)* karena proses bit slicing pada *CGC* cenderung lebih baik dibandingkan pada *PBC*. Sehingga pada proses penyisipan, bit plane dengan representasi *PBC* diubah menjadi bit plane dengan representasi *CGC*. Metode *BPCS* threshold yang digunakan adalah  $\alpha = 0,3$ . Sehingga dapat disimpulkan, semua plane yang memiliki nilai kompleksitas di bawah  $0,3$  adalah "informative region" dan yang memiliki kompleksitas di atas  $0,3$  adalah "noise-like region" yang dapat digunakan untuk penyembunyian data.

**Kata Kunci :** Citra, *Bit Plane Complexity Segmentation (BPCS)*

### **PENDAHULUAN**

Keamanan merupakan suatu proteksi terhadap pengrusakan data dan pemakaian data oleh pemakai yang tidak punya kewenangan. Keamanan data menjadi penting karena adanya kepentingan pihak-pihak yang berhak untuk mendapatkan informasi yang terkandung di dalamnya. Saat ini, keamanan informasi menjadi isu penting dalam penyimpanan dan transmisi data. Penggunaan data citra semakin luas dalam berbagai bidang. Kerahasiaan dan keamanan suatu informasi pada jaman globalisasi sekarang ini semakin menjadi sebuah kebutuhan vital dalam berbagai aspek kehidupan. Suatu informasi akan memiliki nilai lebih tinggi apabila menyangkut aspek-aspek keputusan bisnis, keamanan, ataupun kepentingan umum. Dimana informasi-informasi tersebut tentunya akan banyak diminati oleh berbagai pihak yang juga memiliki kepentingan di dalamnya.

Selain dukungan Teknologi Informasi, dibutuhkan juga suatu sistem yang dapat memberikan keamanan dalam merahasiakan data ataupun informasi, untuk meminimalisir terjadinya manipulasi terhadap data ataupun informasi tersebut. Agar pesan rahasia tersebut hanya dapat dibaca dan dimengerti oleh orang tertentu saja, maka diperlukan cara untuk menyembunyikannya, yaitu dengan menggunakan teknik steganografi. Kata steganografi (*steganography*) berasal dari bahasa Yunani, yaitu dari kata *Steganos* yang artinya tersembunyi dan *Graphein* yang artinya tulisan. Steganografi adalah teknik menyembunyikan data rahasia di dalam wadah (media) digital sehingga keberadaan data rahasia tersebut tidak diketahui orang. Steganografi membutuhkan dua property atau wadah penampung dan data rahasia yang akan disembunyikan. Media penampung yang umum digunakan pada teknik steganografi adalah citra, suara (audio), video dan teks. Data rahasia yang disembunyikan juga dapat berupa citra, suara, video atau teks. Selain itu juga Steganografi adalah penyembunyian pesan rahasia pada media lain, seperti image, audio atau video sehingga secara kasat mata media yang telah disisipi pesan tampak seperti biasa.

Salah satu teknik Steganografi adalah *Bit-plane complexity segmentation (BPCS)*. *Bit-plane complexity segmentation (BPCS)* merupakan teknik steganografi yang diperkenalkan oleh Eiji Kawaguchi dan Richard O. Eason pada tahun 1998. Teknik ini merupakan teknik steganografi yang memiliki kapasitas besar, karena dapat menampung data rahasia dengan kapasitas yang relatif besar jika dibandingkan dengan metode steganografi lain seperti *LSB (Least Significant Bit)*. Teknik *BPCS* ini adalah teknik steganografi yang tidak berdasarkan teknik pemrograman, tetapi teknik yang menggunakan sifat penglihatan manusia. Sifat penglihatan manusia yang dimanfaatkan yaitu ketidakmampuan manusia menginterpretasi pola biner yang sangat rumit. Eiji Kawaguchi dan R. O. Eason memperkenalkan teknik *BPCS* ini untuk digunakan pada dokumen citra berwarna yang tidak terkompresi dengan format *BMP*. Dokumen citra tersebut dibagi menjadi beberapa segmen dengan ukuran  $8 \times 8$  piksel setiap segmennya. Pada dokumen citra 8-bit, setiap satu segmen akan memiliki 8 buah bit plane yang merepresentasikan piksel-piksel dari setiap bit tersebut. Proses pembagian segmen  $8 \times 8$  piksel menjadi 8 buah bit plane disebut proses bit slicing. Representasi kedelapan bit plane ini merupakan *PBC system (Pure Binary Code)*. Pada *BPCS*, proses penyisipan dilakukan pada bit plane dengan sistem *CGC (Canonical Gray Code)* karena proses bit slicing pada *CGC* cenderung lebih baik dibandingkan pada *PBC*. Sehingga pada proses penyisipan, bit plane dengan representasi *PBC* diubah menjadi bit plane dengan representasi *CGC*. Pada teknik *BPCS*, kapasitas data yang disisipkan dapat mencapai 30-50% dari ukuran cover imagenya.

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah, Menguraikan cara kerja algoritma *Bit-Plane Complexity Segmentation* dalam pengamanan data pada pesan yg disisipkan pada citra, menerapkan metode *Bit-Plane Complexity Segmentation* dalam pengamanan data dan mengimplementasikan aplikasi *Microsoft visual basic 2008* pada penerapan metode *Bit-Plane Complexity Segmentation* untuk pengamanan data.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Tujuan dari steganografi adalah merahasiakan atau menyembunyikan keberadaan dari sebuah pesan tersembunyi atau sebuah informasi. Dalam prakteknya, kebanyakan pesan disembunyikan dengan membuat perubahan tipis terhadap data digital lain yang isinya tidak akan menarik perhatian dari penyerang potensial, sebagai contoh sebuah gambar yang terlihat tidak berbahaya. Perubahan ini bergantung pada kunci (sama pada kriptografi) dan pesan untuk disembunyikan. Orang yang menerima gambar kemudian dapat menyimpulkan informasi terselubung dengan cara mengganti kunci yang benar ke dalam algoritma yang digunakan. Pada metode steganografi cara ini sangat berguna jika digunakan pada cara steganografi komputer karena banyak format berkas digital yang dapat dijadikan media untuk menyembunyikan pesan. Format yang biasadigunakan di antaranya:

1. Format *image* : *bitmap* (bmp), gif, pcx, jpeg, dll.
2. Format *audio* : wav, voc, mp3, dll.
3. Format lain : teks *file*, html, pdf, dll.

### Metode

*Informative image* berarti gambar yang simpel, sedangkan *noiselike region* berarti gambar yang kompleks. Hal ini hanya berlaku padakasus dimana sebuah gambar biner merupakan bagian dari sebuah gambar yang natural [2]. Kompleksitas sebuah area *bit-plane* adalah parameter yang digunakan dalam menentukan sebuah *bit-plane* merupakan *informative* atau *noise-like region*. Setelah menghitung kompleksitas masing-masing *plane*, kita dapat menentukan plane mana saja yang "*informative*" dan "*noise-like*". Kita dapat menentukan nilai *threshold* (*ao*) sebagai batas penentuan nilai kompleksitas. Umumnya nilai *threshold* yang digunakan adalah  $ao = 0,3$ . Sehingga dapat disimpulkan, semua *plane* yang memiliki nilai kompleksitas di bawah 0,3 adalah "*informative region*" dan yang memiliki kompleksitas di atas 0,3 adalah "*noise-like region*" yang dapat digunakan untuk penyembunyian data.

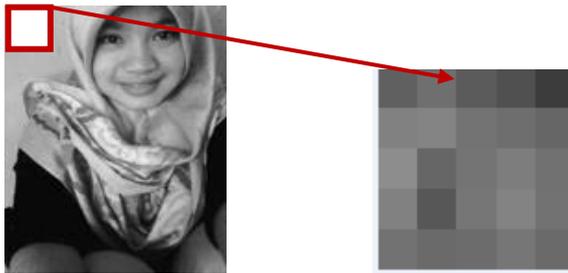
Untuk *threshold*, semakin memiliki nilai maksimum 1 (kompleksitas maksimum) dan nilai minimum 0 (tidak ada kompleksitas). Semakin besar nilai *threshold* yang digunakan, maka semakin tinggi batasan noise yang diambil, sehingga jumlah noise yang bisa dimanfaatkan juga semakin sedikit. Namun pengaruhnya terhadap kualitas gambar stego adalah, gambar stego yang dihasilkan akan semakin baik kualitasnya, karena semakin sedikit noise yang diganti dengan pesan. Pada gambar 2.10, diperoleh bahwa gambar kiri adalah "*noise-like region*" sedangkan yang kanan adalah "*informative region*"

Proses ekstraksi data rahasia dapat dilakukan dengan menerapkan langkah-langkah penyisipan secara terbalik. Berikut algoritmanya :

1. Ubah gambar stego dari sistem PBC menjadi sistem CGC. Sebelumnya, gambar tersebut dipotong terlebih dahulu menjadi *bit-plane*. Setiap *bitplane* mewakili *bit* dari setiap piksel.
2. Segmentasi setiap *bit-plane* pada gambar penampung menjadi *informative* dan *noise like region* dengan menggunakan nilai batas/*threshold* (*ao*). Dimana *bit-plane* berisi pesan adalah *noise region* dari gambar stego.
3. Terjemahkan peta konjugasi pada noise pertama. Hitung banyak noise yang harus diterjemahkan kembali menjadi pesan.
4. Ubah *bit-plane* menjadi *bit-bit* per barisnya, kemudian terjemahkan menjadi *string* huruf pesan rahasia. Untuk noise terakhir berisi pesan, 30 jika perlu dikonjugasi, maka lakukan konjugasi terlebih dahulu sebelum diterjemahkan menjadi pesan.
5. Kumpulkan string-string pesan secara keseluruhan, kemudian susun kembali menjadi pesan rahasia.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah citra diinputkan maka sistem akan melakukan proses pengambilan nilai piksel masing-masing dari citra grayscale). Namun dalam bab ini yang akan dijelaskan hanya perhitungan untuk satu kali proses yaitu pengambilan 25 piksel. Pengambilan 25 piksel ini dikarenakan ukuran kernel/*filter* yang akan digunakan berukuran 5 x 5, sehingga piksel yang akan diproses berjumlah 25 buah piksel. Untuk pengambilan 25 piksel tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 1.** Citra Input (a) Citra asli, (b) piksel citra ukuran 5x5

Untuk penjelasan dari citra diatas resolusi diperkecil menjadi resolusi 5x5 hanya untuk memudahkan dalam proses penerapan metode *bit plane complexity segmentation* (BPCS). Nilai *pixel* dari citra di atas di cari dengan menggunakan ablikasi matlab

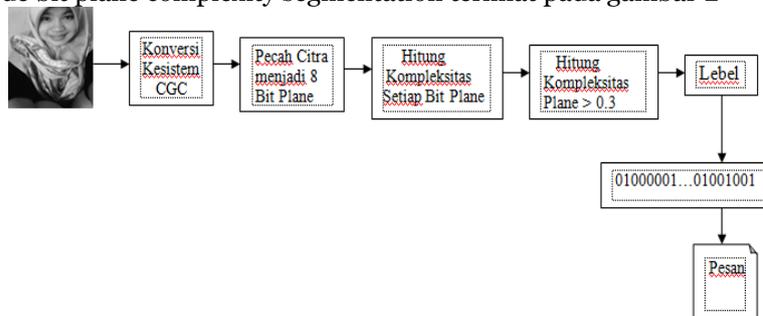
Tabel 1 Nilai piksel resolusi 5x5

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 189 | 170 | 112 | 98  | 110 |
| 184 | 160 | 158 | 125 | 104 |
| 160 | 170 | 153 | 131 | 132 |
| 149 | 158 | 161 | 154 | 92  |
| 66  | 126 | 174 | 139 | 53  |



Ekstraksi pesan menggunakan metode *Bit plane complexity segmentation* BPCS. Ekstraksi dilakukan untuk untuk memisahkan pesan yang tertanam dalam citra-stego. Tahap-tahap yang untuk melakukan proses ekstraksi yaitu analisis enkrtaksi pesan dan analisis dekripsi pesan.

Proses Ekstraksi yaitu proses pengambilan informasi yang tersembunyi pada citra digital. Proses ini akan menghasilkan file informasi yang disembunyikan, dengan masukkan berupa citra *stego-object*. Proses ekstraksi pada metode *bit plane complexity segmentation* terlihat pada gambar 2



**Gambar 2** Proses Ekstraksi Metode BPCS

Tahap awal pada proses ekstraksi pesan yaitu mengambil citra *stego-object*. Jika diketahui citra stego yang digunakan adalah bmp maka ubah citra tersebut dari sistem PBC menjadi sistem CGC.

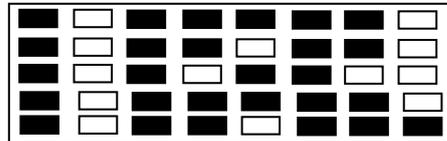
1. Ubah citra dari sistem *Pure Binary Code* (PBC) menjadi sistem *Cononical Gray Code* (CGC), sistem CGC dimaksudkan untuk menghindari perubahan piksel yang tidak terlalu mencolok, sehingga ketika pesan rahasia yang disisipkan kedalam citra tidak akan terlihat perbedaannya dengan citra asli oleh mata manusia. Perubahan sistem PBC menjadi CGC yaitu dengan menggunakan persamaan  $g_i = b_{i-1} \oplus b_i$ , contoh piksel [0][0] pada sistem PBC yaitu 189.
2. Tentukan segmen informatif dan *noise-like* dengan nilai batas/*threshold* yang sama dengan nilai batas/*threshold* ketika proses penyisipan yaitu 0.3.

Nilai *plane* pada citra penampung adalah sebagai berikut :  
plane 7 sampai plane 0, yaitu :

- Plane 7 memiliki nilai  $\alpha = 0.08 < 0.3 \rightarrow \square$  *informative*
- Plane 6 memiliki nilai  $\alpha = 0.01 < 0.3 \rightarrow \square$  *informative*
- Plane 5 memiliki nilai  $\alpha = 0.12 < 0.3 \rightarrow \square$  *informative*
- Plane 4 memiliki nilai  $\alpha = 0.16 < 0.3 \rightarrow \square$  *informative*
- Plane 3 memiliki nilai  $\alpha = 0.16 < 0.3 \rightarrow \square$  *informative*

Plane 2 memiliki nilai  $\alpha = 0.21 \geq 0.3 \rightarrow \square$  noise-like  
 Plane 1 memiliki nilai  $\alpha = 0.19 \geq 0.3 \rightarrow \square$  noise-like  
 Plane 0 memiliki nilai  $\alpha = 0.21 \geq 0.3 \rightarrow \square$  noise-like

3. Ambil segmen data dari segmen bit-plane yang dianggap noise-like yang sudah diberi tanda label angka ketika proses penyisipan. Segmen yang diambil adalah segmen pada plane 0 yang merupakan blok data pesan yang sudah disisipkan.



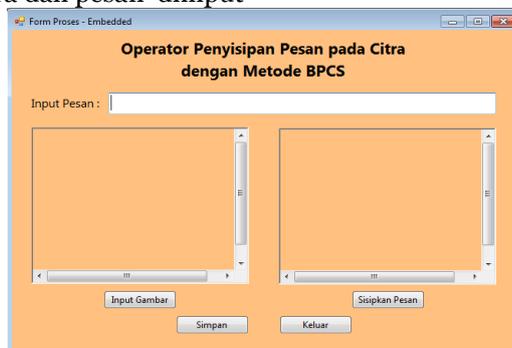
4. Terjemahkan setiap segmen tersebut menjadi Blok data pada plane 0 adalah :

01000001  
 01001001  
 01010011  
 01000001  
 01001000

5. Ubah nilai blok data biner menjani nilai biner pesan yang mau disisipkan.

| A        | I        | S        | A        | H        |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 01000001 | 01001001 | 01010011 | 01000001 | 01001000 |

Proses penyisipan sebelum citra dan pesan diinput



**Gambar 3** Tampilan Form Proses  
Proses penyisipan setelah citra dan pesan diinput



**Gambar 4** Tampilan message box setelah pesan disisipkan  
Hasil citra setelah citra disisipkan



**Gambar 5** Tampilan citra seteah disisipkan pesan

**KESIMPULAN**

1. Aplikasi transformasi Data yang dikembangkan dapat meminimalisasikan permasalahan dalam pengamanan data. Hal tersebut terbukti ketika tampilan gambar sebelum dan sesudah penyisipan teks tidak berubah tergantung dari kualitas *cover object* jika dilihat dengan indera mata karena steganografi menggunakan gambar berdasarkan persepsi manusia.
2. Penggunaan metode steganografi, khususnya dengan teknik BPCS dapat menjaga kerahasiaan data saat dilakukan transformasi data. Hal ini ditunjukkan dengan pemanfaatan gambar sebagai media yang digunakan dalam penyisipan data sangat kecil kemungkinannya untuk disadap.
3. Hasil ahir dari penelitian ini berupa aplikasi Pengamanan data yang menerapkan metode Bit Plane Complexity Segmentation Pada Citra .

**DAFTAR PUSTAKA**

- Munir, Rinaldi. 2004. Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, Informatika, Bandung.
- Jahne, Bernd. 2002. *Digital Image Processing*. Germany; Springer Turban, 2010
- Darma Putra. 2010. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta: Andi)
- Jurnal “ Steganography Bit Plane Complexity Segmentation “. Srikant S. DR. Sanjay L. Nalbalwar, 2010”.

## **PENERAPAN IDENTIFIKASI EDGE PADA AREA IMAGE DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA SOBEL EDGE DETECTION DAN CRACK EDGE RELAXATION**

**Anna Feronika Manurung**

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
anamanurung14@gmail.com

**Abstrak.** Deteksi tepi adalah operasi penting dalam bidang biologi vision dan komputer vision. Dalam biologi vision, ada kenaikan yang signifikan hal tersebut menyatakan bahwa lapisan luar visual utama berfungsi sebagai spesial untuk mengatur rangsangan visual ke dalam peta dari tepian yang berorientasi. Tepi yang berorientasi tersebut merupakan bukti yang lemah untuk dijadikan alasan terhadap tepian didalam mendeteksi retina. Edge Detection merupakan salah satu proses yang fundamental dalam Pengolahan Citra yang bertujuan mengidentifikasi titik-titik pada citra digital dimana tingkat kecerahan (*brightness*) berubah drastis atau terjadi diskontinuitas. Edge Detection bertujuan membentuk sejumlah kurva yang saling terhubung yang mengindikasikan batas-batas objek, tanda-tanda permukaan, serta kurva-kurva yang mengindikasikan diskontinuitas pada orientasi permukaan. Algoritma sobel edge detection merupakan metode edge detection yang termasuk dalam gradient, edge detector. Pendeteksian batas (*edge*) dari sebuah gambar dilakukan dengan melakukan operasi matrik sobel terhadap gambar yang akan dilakukan pendeteksian gambar.

**Kata Kunci :** Edge Detection, Algoritma sobel.

### **PENDAHULUAN**

Deteksi tepi adalah operasi penting dalam bidang biologi vision dan komputer vision. Dalam biologi vision, ada kenaikan yang signifikan hal tersebut menyatakan bahwa lapisan luar visual utama berfungsi sebagai spesial untuk mengatur rangsangan visual ke dalam peta dari tepian yang berorientasi. Tepi yang berorientasi tersebut merupakan bukti yang lemah untuk dijadikan alasan terhadap tepian didalam mendeteksi retina. Dalam komputer vision, deteksi tepi berperan didalam pra- processing dan segmentasi. Asumsi dasar yang digunakan dalam komputer vision adalah bahwa bagian tepi ditandai dengan nilai yang besar didalam intensitas. Oleh karena itu dilokasi tepi, turunan pertama dari fungsi intensitas harus maksimal atau turunan kedua harus memiliki persimpangan yang bernilai nol.

*Edge Detection* merupakan salah satu proses yang fundamental dalam Pengolahan Citra yang bertujuan mengidentifikasi titik-titik pada citra digital dimana tingkat kecerahan (*brightness*) berubah drastis atau terjadi diskontinuitas. *Edge Detection* bertujuan membentuk sejumlah kurva yang saling terhubung yang mengindikasikan batas-batas objek, tanda-tanda permukaan, serta kurva-kurva yang mengindikasikan diskontinuitas pada orientasi permukaan. Penerapan *Edge Detection* secara signifikan dapat mengurangi jumlah data yang diproses dan menyaring informasi yang mungkin dianggap kurang relevan, sambil menjaga sifat struktural penting dari suatu gambar. *Edge Detection* banyak digunakan dalam aplikasi Algoritma *sobel edge detection* merupakan metode *edge detection* yang termasuk dalam *gradient, edge detector*. Piksel dari sebuah gambar yang dilakukan pendeteksian batas (*edge*) akan menjadi sebuah *edge* jika piksel tersebut melewati batas (*threshold*) tertentu. Pendeteksian batas (*edge*) dari sebuah gambar dilakukan dengan melakukan operasi matrik sobel terhadap gambar yang akan dilakukan pendeteksian gambar. (Murdiyanto, 2007).

Adapun tujuan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan diantaranya adalah Untuk menerapkan Identifikasi *Edge* dalam *Area Image* dan untuk menerapkan *Algoritma Sobel Edge Detection* dalam proses Identifikasi *Edge* Pada *Area Image*

### **BAHAN DAN METODE**

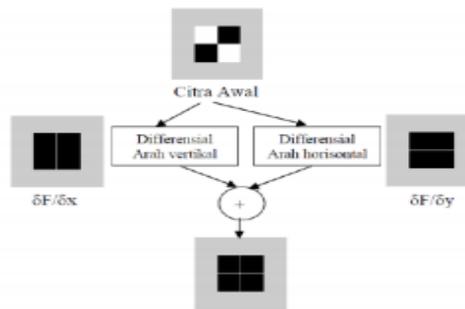
#### **Bahan**

*Resolusi* citra merupakan tingkat detail suatu citra. Semakin tinggi suatu resolusi citra maka akan semakin tinggi pula tingkat detail dari citra tersebut. Satuan dalam pengukuran resolusi citra dapat berupa ukuran fisik (jumlahgaris per mm/jumlah garis per inchi) ataupun dapat juga berupa ukuran citra menyeluruh (jumlah garis per tinngi citra).

#### **Metode**

Tepi (*edge*) adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang cepat dan besar dalam jarak yang singkat. Sedangkan deteksi tepi (*Edge Detection*) pada suatu citra adalah suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari obyek-obyek citra, tujuannya adalah untuk menandai bagian yang menjadi detail citra dan memperbaiki detail dari citra yang kabur, yang terjadi karena error atau adanya efek dari proses akuisisi citra.(Jurnal Teknologi Informasi Vol. 3 No. 2). Suatu titik (x,y) dikatakan sebagai tepi (*edge*) dari suatu

citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan tetangganya. Pada gambar 2.3 berikut dapat dilihat proses yang dilakukan untuk memperoleh tepi gambar dari suatu citra yang ada.



**Gambar 1** Proses Deteksi Tepi Citra Digital

Metode *sobel* sering disebut juga dengan operator *sobel* adalah operator yang banyak digunakan sebagai pendeteksi tepi karena kesederhanaan dan keampuhannya. Metode *sobel* merupakan pengembangan dari metode *robert* dengan menggunakan filter HPF (*High Pass Filter*) yang diberi satu angka nol penyangga. Kelebihan dari metode *sobel* ini adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan pendeteksi tepi. (Jurnal Komputer dan Informatika (KOMPUTA) Edisi. I Volume. 1, Maret 2012). Pengaturan piksel di sekitar piksel

$$\begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 \\ a_7 & (x, y) & a_3 \\ a_6 & a_5 & a_4 \end{bmatrix}$$

Operator *sobel* adalah magnitude dari gradien yang dihitung dengan

$$M = \sqrt{S_x^2 + S_y^2}$$

Keterangan

M = Besar gradien operator *sobel*

S<sub>x</sub> = Gradien *sobel* arah *horizontal*

S<sub>y</sub> = Gradien *sobel* arah *Vertikal*

Turunan parsial dihitung dengan

$$S_x = (a_2 + ca_3 + a_4) - (a_0 + ca_7 + a_6)$$

$$S_y = (a_0 + ca_1 + a_2) - (a_6 + ca_5 + a_4)$$

*Edge Relaxation* deteksi tepi adalah alat dasar yang digunakan di sebagian besar aplikasi pengolahan citra untuk memperoleh informasi dari frame sebagai langkah prekursor untuk fitur ekstraksi dan segmentasi objek. Proses ini mendeteksi garis dari sebuah objek dan batas-batas antara obyek dan latar belakang dalam gambar. Filter tepi-deteksi juga dapat digunakan untuk memperbaiki penampilan kabur atau anti-alias video stream. Tepi adalah batas antara obyek dan latar belakang, dan menunjukkan batas antara objek yang tumpang tindih. Biasanya orang mengatakan proses pencarian kontras tajam dalam intensitas dari suatu gambar. Tepi menunjukkan batas-batas objek dan digunakan untuk pengolahan identifikasi dan segmentasi objek. Tujuan dari deteksi tepi adalah menunjukkan jalur yang mengelilingi objek

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pendeteksi tepi Sobel adalah metode pendeteksi tepi terbaik dibandingkan dgn metode pendeteksi tepi lainnya seperti metode Prewitt dan metode Robert. Jika pada metode Robert atau Prewitt hanya menggunakan jendela 10x0 pada maskingnya, maka pada metode Sobel menggunakan jendela 3x3 pada maskingnya sehingga hasil yang di dapat menjadi lebih sempurna dari metode-metode pendeteksi tepi yang lainnya. Pada umumnya analisa suatu citra dalam domain frekuensi didasarkan pada teknik *Crack Edge Relaxation*. Keluaran dari sebuah sistem linear dapat diperoleh dari operasi *Relaxation*. antara respon impuls sistem dengan sinyal masukan. Operasi *Relaxation*. dilakukan dengan menggeser *Crack Edge Relaxation* piksel per piksel, menghitung piksel keluaran  $f(i,j)$ , lalu menyimpannya dalam matriks baru. *Relaxation*. sangat berguna untuk melakukan operasi penapisan (*filtering*) pada citra. Pada pengolahan citra digital, *Relaxation*. dilakukan secara dua dimensi pada sebuah citra

$$h(x) = f(x,y) * g(x,y) = \sum_{-\infty}^{\infty} + (a)g(x-a)da$$

Dimana :

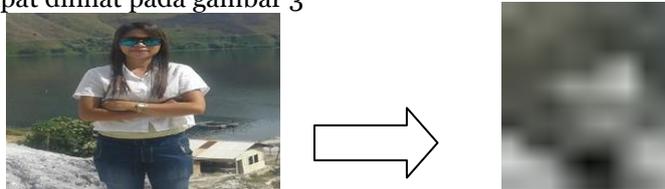
$h(x,y)$  adalah matrik *Relaxation*.

$f(x,y)$  adalah citra asal

$g(x,y)$  adalah citra hasil *Relaxation*.

1.  $f_0 = \frac{82+33+45}{3} = 54$
2.  $f_0 = \frac{87+41+54}{3} = 61$
3.  $f_0 = \frac{102+60+72}{3} = 234$
4.  $f_0 = \frac{129+93+105}{3} = 109$
5.  $f_0 = \frac{248+222+235}{3} = 235$
6.  $f_0 = \frac{222+181+195}{3} = 199$
7.  $f_0 = \frac{234+198+210}{3} = 214$
8.  $f_0 = \frac{246+214+225}{3} = 238$
9.  $f_0 = \frac{252+222+234}{3} = 236$
10.  $f_0 = \frac{224+204+216}{3} = 215$
11.  $f_0 = \frac{247+215+230}{3} = 231$
12.  $f_0 = \frac{234+206+220}{3} = 220$
13.  $f_0 = \frac{228+204+217}{3} = 216$
14.  $f_0 = \frac{227+205+217}{3} = 216$
15.  $f_0 = \frac{224+204+215}{3} = 215$
16.  $f_0 = \frac{227+207+219}{3} = 218$
17.  $f_0 = \frac{227+207+219}{3} = 218$
18.  $f_0 = \frac{224+206+218}{3} = 216$
19.  $f_0 = \frac{221+205+216}{3} = 214$
20.  $f_0 = \frac{219+205+218}{3} = 213$
21.  $f_0 = \frac{212+198+213}{3} = 208$
22.  $f_0 = \frac{212+198+213}{3} = 208$
23.  $f_0 = \frac{207+195+207}{3} = 203$

Di dalam masalah ini, telah disiapkan sebuah cita digital yang mempunyai citra dimensi 250x300 dan telah ditransformasikan menjadi 5x5 dengan format \*.jpg. adapun tampilan yang dijadikan sampel pengujian ini dapat dilihat pada gambar 3



**Gambar 2** Tranformasi citra 250 x 300 menjadi 5x5

**Tabel 1** Matriks 3x3 Operator *Sobel*

|       |    |  |   |   |     |       |    |    |    |
|-------|----|--|---|---|-----|-------|----|----|----|
| $S_x$ | -1 |  | 0 | 1 | dan | $S_y$ | 1  | 2  | 1  |
|       | -2 |  | 0 | 2 |     |       | 0  | 0  | 0  |
|       | -1 |  | 0 | 1 |     |       | -1 | -2 | -1 |

Sehingga besar gradient dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$|S| = |S_x| + |S_y|$  dengan menggunakan perhitungan perkalian matrik 5x5 dan melakukan konvolusi terhadap piksel yang bernilai 1 (titik pusat maks). Adapun persyaratan konvolusi citra terhadap nilai-nilai piksel diantaranya :

1. Jika hasil konvolusi nilai piksel negatif maka nilai dijadikan nol
  2. Jika hasil konvolusi nilai piksel > nilai keabuan maksimum maka nilai dijadikan nilai keabuan maksimum
  3. Mengkonvolusi piksel pinggir border diabaikan sehingga nilai piksel pinggir = nilai pada citra semula.
- Adapun tahapan-tahapan untuk mengkonvolusi citra terhadap piksel yaitu
1. Konvolusi pertama dilakukan terhadap piksel bernilai 214 (titik pusat maks)

**Tabel 2** Konvolusi Piksel 214

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | 0 | -1 |
| 1 | 0 | -1 |
| 1 | 0 | -1 |

Matrik  $S_x$  X

|    |    |    |
|----|----|----|
| -1 | -1 | -1 |
| 0  | 0  | 0  |
| 1  | 1  | 1  |

Matrik  $S_y$

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 54  | 61  | 234 | 109 | 235 |
| 199 | 214 | 238 | 236 | 215 |
| 231 | 220 | 216 | 216 | 215 |
| 218 | 218 | 216 | 214 | 213 |
| 208 | 208 | 203 | 205 | 210 |

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 S_x &= 54x(-1) + 199x(-2) + 231x(-1) &= -683 \\
 61x0 + 214x0 + 220x0 &= 0 \\
 234x1 + 238x2 + 216x1 &= 926 \\
 S_x &= -683 + 0 + 926 = 243 \\
 S_y &= 54x1 + 61x2 + 234x1 = 410 \\
 199x0 + 214x0 + 238x0 &= 0 \\
 231x(-1) + 220x(-2) + 216x(-1) &= -887 \\
 S_y &= 410 + 0 + (-887) = -477 \\
 \text{Nilai gradien} &= S_x + S_y \\
 &= 243 + (-477)
 \end{aligned}$$

= -234

**Tabel 3** Nilai Gradien Konvolusi 214

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| *   | *   | *   | 109 | 235 |
| *   | 0   | *   | 236 | 215 |
| *   | *   | *   | 216 | 215 |
| 218 | 218 | 216 | 214 | 213 |
| 208 | 208 | 203 | 205 | 210 |

Dari hasil konvolusi tabel 3 didapatkan nilai piksel 214 menjadi 0 sebagai titik pusat maks.

2. Konvolusi kedua dilakukan terhadap piksel yang bernilai 238 (titik pusat maks)

$$Sx = 61x(-1) + 214x(-2) + 220x(-1) = -709$$

$$234x0 + 238x0 + 216x0 = 0$$

$$109x1 + 236x2 + 216x1 = 797$$

$$Sx = -709 + 0 + 797 = 88$$

$$Sy = 61x1 + 234x2 + 109x1 = 638$$

$$214x0 + 238x0 + 236x0 = 0$$

$$220x(-1) + 216x(-2) + 216x(-1) = -868$$

$$Sy = 638 + 0 + (-868) = -230$$

$$\text{Nilai gradien} = Sx + Sy$$

$$= 88 + (-230)$$

$$= -142$$

**Tabel 4** Nilai Gradien Konvolusi 238

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 54  | *   | *   | *   | 235 |
| 199 | *   | 0   | *   | 215 |
| 231 | *   | *   | *   | 215 |
| 218 | 218 | 216 | 214 | 213 |
| 208 | 208 | 203 | 205 | 210 |

Dari hasil konvolusi tabel 4 didapatkan nilai piksel 238 menjadi 0 sebagai titik pusat maks.

3. Konvolusi ketiga dilakukan terhadap piksel yang bernilai 236 (titik pusat maks)

$$Sx = 234x(-1) + 238x(-2) + 216x(-1) = -926$$

$$109x0 + 236x0 + 215x0 = 0$$

$$235x1 + 215x2 + 215x1 = 880$$

$$Sx = -926 + 0 + 880 = -46$$

$$Sy = 234x1 + 109x2 + 235x1 = 687$$

$$238x0 + 236x0 + 215x0 = 0$$

$$216x(-1) + 216x(-2) + 215x(-1) = -863$$

$$Sy = 687 + 0 + (-863) = -176$$

$$\text{Nilai gradien} = Sx + Sy$$

$$= (-46) + (-176) = -22$$

**Tabel 5** Nilai Gradien Konvolusi 236

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 54  | 61  | *   | *   | *   |
| 199 | 214 | *   | 0   | *   |
| 231 | 220 | *   | *   | *   |
| 218 | 218 | 216 | 214 | 213 |
| 208 | 208 | 203 | 205 | 210 |

Dari hasil konvolusi tabel 5 didapatkan nilai piksel 238 menjadi 0 sebagai titik pusat maks.

4. Konvolusi keempat dilakukan terhadap piksel yang bernilai 220 (titik pusat maks)

$$Sx = 199x(-1) + 231x(-2) + 218x(-1) = -879$$

$$214x0 + 220x0 + 218x0 = 0$$

$$238x1 + 216x2 + 216x1 = 886$$

$$Sx = -879 + 0 + 886 = 7$$

$$Sy = 199x1 + 214x2 + 238x1 = 86$$

$$231x0 + 220x0 + 216x0 = 0$$

$$218x(-1) + 218x(-2) + 216x(-1) = -870$$

$$Sy = 86 + 0 + (-870) = -5$$

$$\text{Nilai gradien} = Sx + Sy$$

$$= 7 + (-5) = 2$$

**Tabel 6** Nilai Gradien Konvolusi 220

|    |    |     |     |     |
|----|----|-----|-----|-----|
| 54 | 61 | 234 | 109 | 235 |
| *  | *  | *   | 236 | 215 |
| *  | 2  | *   | 216 | 215 |
| *  | *  | *   | 214 | 213 |

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 208 | 208 | 203 | 205 | 210 |
|-----|-----|-----|-----|-----|

Dari hasil konvolusi tabel 6 didapatkan nilai piksel 220 menjadi 2 sebagai titik pusat maks.

5. Konvolusi kelima dilakukan terhadap piksel yang bernilai 216 (titik pusat maks)

$$\begin{aligned}
 S_x &= 214x(-1) + 220x(-2) + 218x(-1) = -872 \\
 238x_0 + 216x_0 + 216x_0 &= 0 \\
 236x_1 + 216x_2 + 214x_1 &= 882 \\
 S_x &= -872 + 0 + 882 = 10 \\
 S_y &= 214x_1 + 238x_2 + 236x_1 = 926 \\
 220x_0 + 216x_0 + 216x_0 &= 0 \\
 218x(-1) + 216x(-2) + 214x(-1) &= -864 \\
 S_y &= 926 + 0 + (-864) = 62 \\
 \text{Nilai gradien} &= S_x + S_y \\
 &= 10 + 62 \\
 &= 72
 \end{aligned}$$

**Tabel 7** Nilai Gradien Konvolusi 216

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 54  | 61  | 234 | 109 | 235 |
| 199 | *   | *   | *   | 215 |
| 231 | *   | 72  | *   | 215 |
| 218 | *   | *   | *   | 213 |
| 208 | 208 | 203 | 205 | 210 |

Dari hasil konvolusi tabel 7 didapatkan nilai piksel 216 menjadi 72 sebagai titik pusat maks.

6. Konvolusi keenam dilakukan terhadap piksel yang bernilai 216 (titik pusat maks)

$$\begin{aligned}
 S_x &= 238x(-1) + 216x(-2) + 216x(-1) = -886 \\
 236x_0 + 216x_0 + 214x_0 &= 0 \\
 215x_1 + 215x_2 + 213x_1 &= 858 \\
 S_x &= -886 + 0 + 858 = -28 \\
 S_y &= 238x_1 + 236x_2 + 215x_1 = 925 \\
 216x_0 + 216x_0 + 215x_0 &= 0 \\
 216x(-1) + 214x(-2) + 213x(-1) &= -857 \\
 S_y &= 925 + 0 + (-857) = 68 \\
 \text{Nilai gradien} &= S_x + S_y \\
 &= (-28) + 68 = 40
 \end{aligned}$$

**Tabel 8** Nilai Gradien Konvolusi 216

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 54  | 61  | 234 | 109 | 235 |
| 199 | 214 | *   | *   | *   |
| 231 | 220 | *   | 40  | *   |
| 218 | 218 | *   | *   | *   |
| 208 | 208 | 203 | 205 | 210 |

Dari hasil konvolusi tabel 8 didapatkan nilai piksel 216 menjadi 40 sebagai titik pusat maks.

7. Konvolusi ketujuh dilakukan terhadap piksel yang bernilai 218 (titik pusat maks)

$$\begin{aligned}
 S_x &= 231x(-1) + 218x(-2) + 208x(-1) = -875 \\
 220x_0 + 218x_0 + 208x_0 &= 0 \\
 216x_1 + 216x_2 + 203x_1 &= 851 \\
 S_x &= -875 + 0 + 851 = -24 \\
 S_y &= 231x_1 + 220x_2 + 216x_1 = 887 \\
 218x_0 + 218x_0 + 216x_0 &= 0 \\
 208x(-1) + 208x(-2) + 203x(-1) &= -827 \\
 S_y &= 925 + 0 + (-857) = 60 \\
 \text{Nilai gradien} &= S_x + S_y \\
 &= (-24) + 60 \\
 &= 36
 \end{aligned}$$

**Tabel 9** Nilai Gradien Konvolusi 218

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 54  | 61  | 234 | 109 | 235 |
| 199 | 214 | 238 | 236 | 215 |
| *   | *   | *   | 216 | 215 |
| *   | 36  | *   | 214 | 213 |
| *   | *   | *   | 205 | 210 |

Dari hasil konvolusi tabel 9 didapatkan nilai piksel 218 menjadi 36 sebagai titik pusat maks.

8. Konvolusi kedelapan dilakukan terhadap piksel yang bernilai 216 (titik pusat maks)

$$\begin{aligned}
 Sx &= 220x(-1) + 218x(-2) + 208x(-1) = -864 \\
 &216x0 + 216x0 + 203x0 &&= 0 \\
 &216x1 + 214x2 + 205x1 &&= 849 \\
 Sx &= -864 + 0 + 849 = -25 \\
 Sy &= 220x1 + 216x2 + 216x1 &&= 868 \\
 &218x0 + 216x0 + 214x0 &&= 0 \\
 &208x(-1) + 203x(-2) + 205x(-1) &&= -819 \\
 Sy &= 868 + 0 + (-819) = 49 \\
 \text{Nilai gradien} &= Sx + Sy \\
 &= (-24) + 60 = 24
 \end{aligned}$$

Tabel 10 Nilai Gradien Konvolusi 216

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 54  | 61  | 234 | 109 | 235 |
| 199 | 214 | 238 | 236 | 215 |
| 231 | *   | *   | *   | 215 |
| 218 | *   | 24  | *   | 213 |
| 208 | *   | *   | *   | 210 |

Dari konvolusi tabel 10 mendapat nilai piksel 216 menjadi 24 sebagai titik pusat maks.

9. Konvolusi kesembilan dilakukan terhadap piksel yang bernilai 214 (titik pusat maks)

$$\begin{aligned}
 Sx &= 216x(-1) + 216x(-2) + 203x(-1) = -851 \\
 &216x0 + 214x0 + 205x0 &&= 0 \\
 &215x1 + 213x2 + 210x1 &&= 851 \\
 Sx &= -851 + 0 + 851 = 0 \\
 Sy &= 216x1 + 216x2 + 215x1 &&= 863 \\
 &216x0 + 214x0 + 213x0 &&= 0 \\
 &203x(-1) + 205x(-2) + 210x(-1) &&= -823 \\
 Sy &= 868 + 0 + (-819) = 40 \\
 \text{Nilai gradien} &= Sx + Sy \\
 &= 0 + 40 \\
 &= 40
 \end{aligned}$$

Tabel 11 Nilai Gradien Konvolusi 214

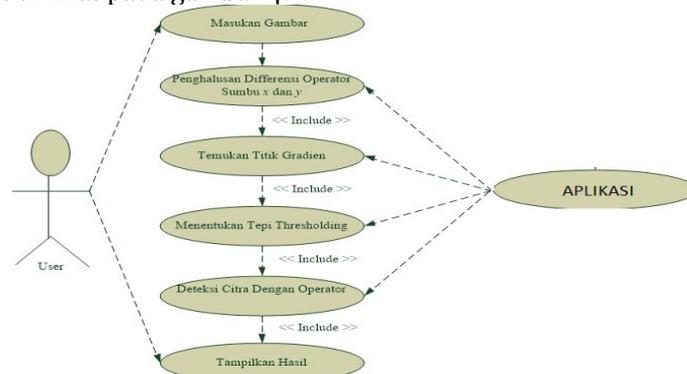
|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 54  | 61  | 234 | 109 | 235 |
| 199 | 214 | 238 | 236 | 215 |
| 231 | 220 | *   | *   | *   |
| 218 | 218 | *   | 40  | *   |
| 208 | 208 | *   | *   | *   |

Dari hasil konvolusi tabel 11 didapatkan nilai piksel 214 menjadi 40 sebagai titik pusat maks dan hasil akhir keseluruhan didapatkan dari perhitungan matrik 3x3 dengan matrik 5x5 dengan menggunakan operator *sobel* dapat di lihat pada tabel 3.14

Tabel 12 Nilai Akhir Gradien Konvolusi

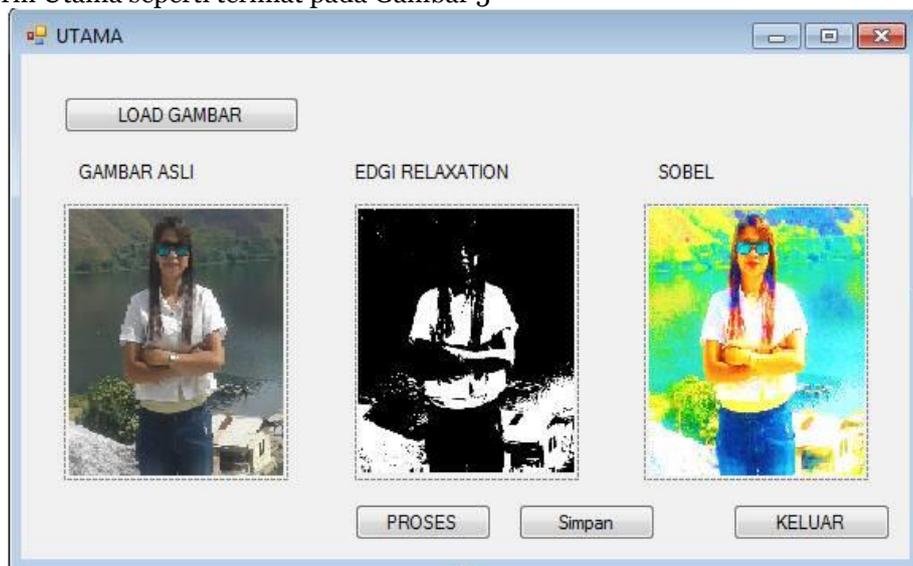
|   |    |    |    |   |
|---|----|----|----|---|
| * | *  | *  | *  | * |
| * | 0  | 0  | 0  | * |
| * | 20 | 72 | 40 | * |
| * | 36 | 24 | 40 | * |
| * | *  | *  | *  | * |

Untuk menganalisa kinerja *Sobel* dalam mendeteksi tepi citra digunakan empat jenis citra dengan tingkat kualitas yang berbedadan terhadap satu buah parameter yang dianggap mampu mengukur kinerja metode ini dimana dapt di lihat pada gambar 4.



Gambar 3 Diagram Use Case Deteksi Tepi

Form Utama merupakan form yang berfungsi untuk menampilkan menu-menu dan tampilan gambar yang dapat dipilih *user*. Form utama ini merupakan form induk dari form-form yang lain. Adapun bentuk rancangan form Utama seperti terlihat pada Gambar 5



**Gambar 4** Hasi pendeteksi tepi Citra

## KESIMPULAN

1. Sebuah citra digital terdiri dari pixel-pixel yang membentuk warna-warna pada citra digital tersebut.
2. Untuk mengetahui warna-warna apa saja yang membentuk sebuah citra digital, dapat dilakukan proses segmentasi citra pada citra digital tersebut.
3. Hasil segmentasi dari sebuah citra digital, dapat digunakan untuk aplikasi pengolahan citra digital lain yang membutuhkan informasi mengenai komposisi pixel dari sebuah citra digital.
4. Perancangan aplikasi dapat dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *visual basic 2008* dengan form hasil citra algoritma *sobel* dan *crack edge relaxation*

## DAFTAR PUSTAKA

- Darma Putra, 2010, "*Pengolahan Citra*", Yogyakarta, ANDI
- Febriani, 2008, ISSN : 1411 – 6286, 464, Jrnal, "*Analisis Penelusuran Tepi Menggunakan Detektor Tepi Sobel Dan Canny* "
- Komputa, 2012, "*Jurnal Komputer Dan Informatika*", Komputa, Edisi I Volume I
- Murni Aniati, 2013 "*Pengantar Pengolahan Citra* ", Yogyakarta, ANDI
- Nugroho, Adi, 2010, "*Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek*" Yogyakarta.
- Ketut Darmayuda, "*Microsoft Visual Basic Net. 2008*

## ANALISA BIAYA PROYEK PEMBANGUNAN PERUMAHAN PADA PT.CITRA LAND BAGYA CITY MEDAN DENGAN MENGUNAKAN METODE CPM- PERT

Anton Syahputra

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
Antonputra@gmail.com

**Abstrak.** PT. Citra Land Bagya City Medan merupakan perusahaan yang mengembangkan sebuah kota baru di Medan, Sumatera Utara. Pengembang ini akan menjadikan proyek tersebut sebagai kota baru bertaraf internasional dengan berbagai fasilitas perkotaan yang integratif, kawasan ini juga akan berbasis ekonomi kreatif serta membentuk komunitas masyarakat yang berbudaya. Metode CPM (Critical Path Method) dan PERT (Program Evaluation and Review Technique) adalah suatu metode yang mengintegrasikan antara aspek biaya dan aspek waktu, yang bertujuan untuk mengetahui keterhubungan tiap pekerjaan dalam suatu proyek, dapat mengetahui implikasi dan waktu jika terjadi keterlambatan pada suatu pekerjaan, dapat mengetahui kemungkinan untuk mencari jalur alternatif lain yang lebih baik untuk kelancaran proyek, dapat mengetahui kemungkinan percepatan dari salah satu atau beberapa kegiatan, dan dapat mengetahui batas waktu penyelesaian proyek. Agar penganalisaan biaya proyek pembangunan perumahan dapat terlaksana dengan tepat dan efektif, maka diperlukan adanya metode, metode yang dimaksud oleh disini adalah dengan menggunakan metode CPM dan, penganalisaan yang efektif adalah mengawasi setiap kegiatan pekerjaan proyek dengan tepat.

**Kata Kunci :** Analisa, biaya proyek, Perumahan, CPM dan PERT.

### PENDAHULUAN

Dalam suatu proyek konstruksi, biaya proyek merupakan salah satu aspek penting yang harus diperhatikan, biaya proyek sangat perlu dikendalikan agar sesuai dengan *budget* yang telah dianggarkan sehingga dapat menghasilkan keuntungan proyek yang maksimal, dalam proses menganalisa biaya proyek biasanya pihak PT. Citra Land Bagya City memperkirakan anggaran biaya proyek yang dihitung sendiri oleh perusahaan, biasa disebut dengan Harga Perkiraan Sendiri (HPS) atau *Owner Estimate*, pihak perusahaan merasa hasil dari penganalisaan biaya proyek tersebut tidak sesuai dengan keinginan perusahaan, salah satu hal yang mendasari ketidak sesuaiannya adalah *schedule* dan perencanaan anggaran yang kurang mencerminkan *realitas* atau fakta yang sesuai dengan dilapangan, pihak perusahaan membandingkan hasil perhitungan anggaran biayanya sendiri dengan penyedia jasa konstruksi atau kontraktor, maka perusahaan mengadakan proses pelelangan atau tender.

Kontraktor selaku pelaksana proyek harus dapat memenuhi beberapa persyaratan agar proyek yang dikerjakan dapat selesai dengan hasil yang memuaskan, seperti sesuai dengan jadwal, kualitas dan mutu sesuai dengan spesifikasi, dan tidak terjadi hal-hal yang menyimpang selama proyek berjalan, ini semua dapat tercapai apabila proses penganalisaan biaya proyek dapat dilaksanakan dengan baik dan benar, maka dilakukan perhitungan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*).

Metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) adalah suatu metode yang mengintegrasikan antara aspek biaya dan aspek waktu, yang bertujuan untuk mengetahui keterhubungan tiap pekerjaan dalam suatu proyek, dapat mengetahui implikasi dan waktu jika terjadi keterlambatan pada suatu pekerjaan, dapat mengetahui kemungkinan untuk mencari jalur alternatif lain yang lebih baik untuk kelancaran proyek, dapat mengetahui kemungkinan percepatan dari salah satu atau beberapa kegiatan, dan dapat mengetahui batas waktu penyelesaian proyek. Agar penganalisaan biaya proyek pembangunan perumahan dapat terlaksana dengan tepat dan efektif, maka diperlukan adanya metode, metode yang dimaksud oleh penulis disini adalah dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*), penganalisaan yang efektif adalah mengawasi setiap kegiatan pekerjaan proyek dengan tepat, efisien dan efektif. Metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) telah banyak digunakan seperti pada penelitian Anggara Hayun A 2005, yang berjudul Perencanaan dan pengendalian proyek dengan menggunakan metode PERT dan CPM Study kasus *Fly Over* Ahmad Yani, Karawang. Untuk melaksanakan pembangunan proyek ini memberikan masukan cara mengatur waktu untuk menyelesaikan proyek lebih efisien dan efektif dengan menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*).

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah Dapat mengetahui pembiayaan proyek pembangunan perumahan pada PT. Citra Land Bagya City Medan. Dapat mengetahui penerapan biaya proyek pembangunan perumahan pada PT. Citra Land Bagya City Medan menggunakan metode

CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) serta dapat mengetahui analisa biaya proyek pembangunan perumahan pada PT. Citra Land Bagya City Medan menggunakan aplikasi *Microsoft Excell 2007*.

**BAHAN DAN METODE**

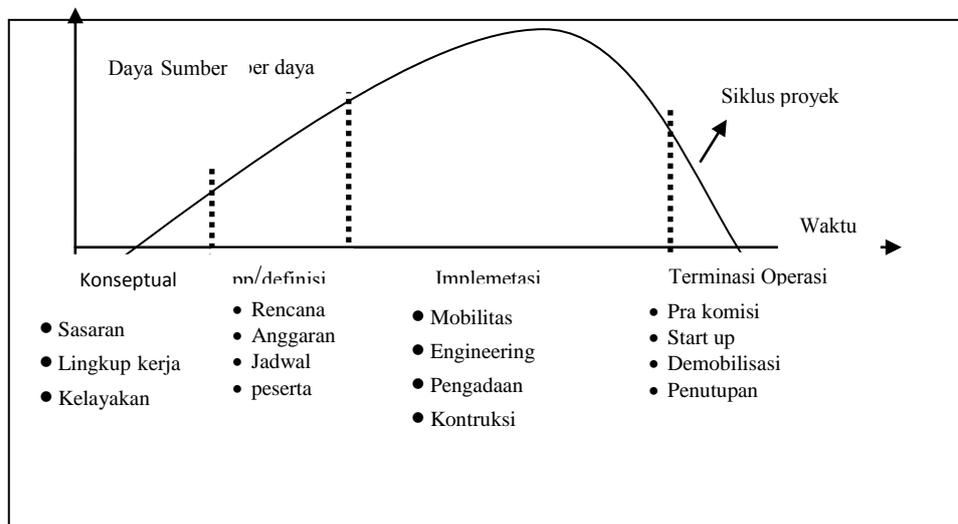
**Bahan**

penentuan waktu penyelesaian kegiatan ini merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting dalam proses perencanaan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi perencanaan yang lain, yaitu:

- a. Penyusunan jadwal (*scheduling*), anggaran (*budgeting*), kebutuhan sumber daya manusia (*manpower planning*), dan sumber organisasi yang lain.
- b. Proses pengendalian (*controlling*).
- c. Pengendalian perusahaan mengawasi sumber daya, biaya, kualitas, dana anggaran perusahaan juga merevisi atau mengubah rencana dan menggeser atau mengelola kembali sumber daya agar dapat memenuhi kebutuhan waktu dan biaya.

**Metode**

Biaya atau *Cost* adalah nilai sesuatu yang dikorbankan yang diukur dalam satuan uang untuk memperoleh aktiva yang diimbangi dengan pengurangan aktiva atau penambahan utang atau modal. Menurut Purba, dan radiks (2006:209), *Tentative Set Of Broad Accounting Principles Enterprise*, biaya dinyatakan sebagai harga penukaran atau pengorbanan yang dilakukan untuk memperoleh manfaat, bila istilah biaya digunakan secara spesifik, istilah ini dilengkapi menunjukkan objek yang bersangkutan, misalnya biaya langsung, biaya konversi, biaya tetap, biaya variabel, biaya standar, biaya diffrensial, biaya kesempatan dan sebagainya, setiap perlengkapan mempunyai arti dalam menghitung dan mengukur biaya yang akan berguna bagi pimpinan dalam mencapai sasaran perencanaan dan pengawasan. Kegiatan-kegiatan dalam sebuah proyek berlangsung dari titik awal, kemudian jenis dan intensitas kegiatannya meningkat hingga ketitik puncak, turun, dan berakhir, kegiatan-kegiatan tersebut memerlukan sumber daya yang berupa jam-orang (*man-hour*), dana, material atau peralatan (Soeharto, 1999).

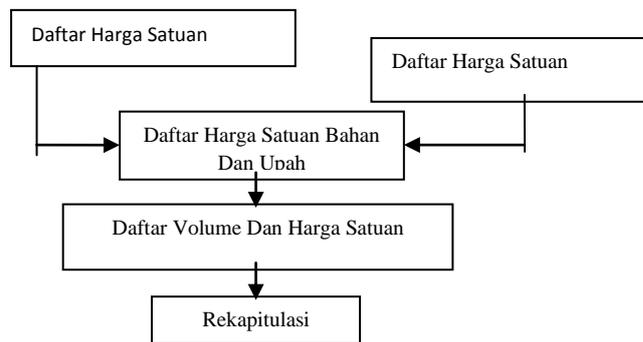


**Gambar: 1** Hubungan Keperluan Sumber Daya Terhadap Waktu Dalam Siklus Proyek CPM (*Critical Path Method*) yaitu teknik manajemen proyek yang menggunakan hanya satu faktor waktu perkegiatan. CPM dikembangkan tahun 1957 oleh J.E. Kelly dari Remington Rand dan M.R. Walker dari Dupont untuk membantu pembangunan dan pemeliharaan pabrik kimia di Dupont.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam penyusunan RAB proyek terdiri atas beberapa tahapan, yaitu :

- a. Bill Of Quantity (BQ)
- b. Analisis Biaya Kontruksi (SNI)
- c. Harga Satuan Pekerjaan (HSP)
- d. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
- e. Rekapitulasi



**Gambar 2** Tahapan Penyusunan RAB

Yang dimaksud dengan jalur kritis pada langkah ini adalah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan dalam lingkup proyek, yang bila terlambat akan mengakibatkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kegiatan yang berada dalam jalur ini disebut kegiatan kritis. Sedangkan float adalah tenggang waktu suatu kegiatan tertentu yang non kritis dari proyek.

**Tabel 1** Total Float

| NO  | SIMBOL | Waktu (Hari) | Perhitungan Maju |    | Perhitungan Mundur |    | Total Float |
|-----|--------|--------------|------------------|----|--------------------|----|-------------|
|     |        |              | ES               | EF | LS                 | LF |             |
| 1.  | A      | 2            | 0                | 2  | 0                  | 2  | 0           |
| 2.  | B      | 2            | 2                | 4  | 2                  | 4  | 0           |
| 3.  | C      | 4            | 2                | 6  | 4                  | 8  | 2           |
| 4.  | D      | 6            | 2                | 8  | 6                  | 12 | 4           |
| 5.  | E      | 4            | 14               | 18 | 4                  | 8  | 10          |
| 6.  | F      | 4            | 18               | 22 | 4                  | 8  | 4           |
| 7.  | G      | 7            | 22               | 29 | 7                  | 14 | 15          |
| 8.  | H      | 28           | 22               | 40 | 18                 | 46 | 4           |
| 9.  | I      | 20           | 22               | 42 | 20                 | 40 | 2           |
| 10. | J      | 5            | 22               | 27 | 5                  | 10 | 18          |
| 11. | K      | 2            | 30               | 32 | 2                  | 4  | 28          |
| 12. | L      | 14           | 30               | 44 | 14                 | 28 | 6           |
| 13. | M      | 6            | 31               | 36 | 5                  | 11 | 0           |
| 14. | N      | 1            | 39               | 40 | 1                  | 2  | 1           |
| 15. | O      | 7            | 39               | 46 | 7                  | 14 | 0           |
| 16. | P      | 12           | 52               | 64 | 12                 | 24 | 12          |
| 17. | Q      | 2            | 52               | 54 | 2                  | 4  | 2           |
| 18. | R      | 6            | 52               | 58 | 6                  | 12 | 4           |
| 19. | S      | 23           | 52               | 75 | 23                 | 46 | 23          |
| 20. | T      | 10           | 57               | 67 | 57                 | 67 | 10          |

**Tabel 2** Perhitungan Kedeapan

| NO. KEJADIAN | SIMBOL | EETi | DURASI (hari) | EETj | KETERANGAN            |
|--------------|--------|------|---------------|------|-----------------------|
| 1            | A      | 0    | 2             | 2    |                       |
| 2            | B      | 2    | 2             | 4    |                       |
| 3            | C      | 2    | 4             | 6    |                       |
| 4            | D      | 2    | 6             | 8    |                       |
| 5            | E      | 14   | 4             | 18   |                       |
| 6            | F      | 18   | 4             | 22   |                       |
| 7            | G      | 22   | 7             | 29   |                       |
| 8            | H      | 22   | 28            | 48   |                       |
| 9            | I      | 22   | 20            | 42   |                       |
| 10           | J      | 22   | 5             | 27   |                       |
| 11           | K      | 30   | 2             | 32   | Diambil yang terbesar |
|              | L      | 30   | 14            | 44   |                       |
|              | M      | 31   | 6             | 37   |                       |

|    |   |    |    |    |                       |
|----|---|----|----|----|-----------------------|
| 12 | O | 39 | 1  | 40 | Diambil yang terbesar |
|    | P | 39 | 7  | 46 |                       |
|    | Q | 52 | 12 | 64 |                       |
|    | R | 52 | 6  | 58 |                       |
|    | S | 52 | 23 | 75 |                       |
| 13 | T | 57 | 10 | 67 | Diambil yang terbesar |

**Tabel 3** Perhitungan Kebelakang

| NO. KEJADIAN | SIMBOL | EETi | DURASI (hari) | EETj | KETERANGAN            |
|--------------|--------|------|---------------|------|-----------------------|
| 12           | T      | 57   | 10            | 67   |                       |
| 11           | S      | 52   | 23            | 78   |                       |
| 10           | R      | 52   | 6             | 58   |                       |
| 9            | Q      | 52   | 12            | 54   |                       |
| 8            | P      | 39   | 7             | 46   |                       |
| 7            | O      | 39   | 1             | 40   |                       |
| 6            | N      | 31   | 6             | 37   | Diambil yang terbesar |
|              | M      | 30   | 14            | 44   |                       |
| 5            | L      | 30   | 2             | 32   |                       |
| 4            | K      | 22   | 5             | 27   |                       |
| 3            | J      | 22   | 20            | 44   | Diambil yang terbesar |
|              | I      | 22   | 28            | 48   |                       |
|              | H      | 22   | 7             | 29   |                       |
| 2            | G      | 18   | 4             | 22   | Diambil yang terbesar |
|              | F      | 14   | 4             | 18   |                       |
|              | E      | 2    | 6             | 8    |                       |
|              | D      | 2    | 4             | 6    |                       |
| 1            | C      | 2    | 4             | 6    | Diambil yang terbesar |
|              | B      | 2    | 2             | 4    |                       |
| 0            | A      | 0    | 2             | 2    |                       |

**Tabel 4** Analisa Keseluruhan Proyek

| ITEM PEKERJAAN                                | SIMBOL | DURASI OPTIMIS (a) (HARI) | DURASI YANG PALING MUNGKIN (m)(HARI) | DURASI PESIMIS (b) (HARI) |
|-----------------------------------------------|--------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| <b>A. Pekerjaan Awal</b>                      |        |                           |                                      |                           |
| 1. Pengukuran                                 | A      | 2                         | 3                                    | 4                         |
| 2. Bowplank                                   | B      | 2                         | 3                                    | 5                         |
| <b>B. Pekerjaan Galian dan Urugan</b>         |        |                           |                                      |                           |
| 1. Galian                                     | C      | 2                         | 4                                    | 6                         |
| 2. urugan                                     | D      | 2                         | 6                                    | 8                         |
| <b>C. Pekerjaan Fondasi</b>                   |        |                           |                                      |                           |
| 1. Lantai kerja                               | E      | 2                         | 4                                    | 8                         |
| 2. Pasangan Fondasi                           | F      | 4                         | 4                                    | 8                         |
| <b>D. Pekerjaan Beton</b>                     |        |                           |                                      |                           |
| 1. Sloof                                      | G      | 4                         | 7                                    | 11                        |
| <b>E. Pekerjaan Dinding</b>                   |        |                           |                                      |                           |
| 1. Pasangan Bata                              | H      | 4                         | 28                                   | 32                        |
| 2. Plesteran                                  | I      | 4                         | 20                                   | 24                        |
| <b>F. Pekerjaan kusen, pintu, dan jendela</b> |        |                           |                                      |                           |
|                                               | J      | 4                         | 5                                    | 9                         |
| <b>G. Pekerjaan Rangka Atap</b>               |        |                           |                                      |                           |
| 1. Pembuatan Kuda-kuda                        | K      | 2                         | 2                                    | 4                         |
| 2. Pembuatan rangka                           | L      | 2                         | 14                                   | 16                        |
| 3. pembuatan Atap                             | M      | 2                         | 6                                    | 8                         |
| 4. List Plank                                 | N      | 2                         | 1                                    | 3                         |
| <b>H. Pekerjaan Listrik</b>                   |        |                           |                                      |                           |
|                                               | O      | 1                         | 7                                    | 8                         |
| <b>I. Pekerjaan Pengantung dan Pengunci</b>   |        |                           |                                      |                           |
| 1. Plafon                                     | P      | 2                         | 12                                   | 14                        |

|                             |   |   |    |    |
|-----------------------------|---|---|----|----|
| 2. Pengunci                 | Q | 1 | 2  | 4  |
| J. Pekerjaan Keramik dan WC | R | 2 | 6  | 8  |
| K. Pekerjaan Sanitasi       | S | 2 | 23 | 25 |
| L. Pengecatan               | T | 2 | 10 | 12 |

**Tabel 5** Estimasi Waktu te

| ITEM PEKERJAAN                         | Te    |
|----------------------------------------|-------|
| A. Pekerjaan Awal                      |       |
| 1. Pengukuran                          | 1,5   |
| 2. Bowplank                            | 1,66  |
| B. Pekerjaan Galian dan Urugan         |       |
| 1. Galian                              | 2     |
| 2. urugan                              | 2,66  |
| C. Pekerjaan Fondasi                   |       |
| 1. Lantai kerja                        | 2,33  |
| 2. Pasangan Fondasi                    | 2,66  |
| D. Pekerjaan Beton                     |       |
| 1. Sloof                               | 3,66  |
| E. Pekerjaan Dinding                   |       |
| 1. Pasangan Bata                       | 10,66 |
| 2. Plesteran                           | 8     |
| F. Pekerjaan kusen, pintu, dan jendela | 1,5   |
| G. Pekerjaan Rangka Atap               |       |
| 1. Pembuatan Kuda-kuda                 | 3     |
| 2. Pembuatan rangka                    | 1,33  |
| 3. pembuatan Atap                      | 1     |
| 4. List Plank                          | 2,66  |
| H. Pekerjaan Listrik                   | 4,66  |
| I. Pekerjaan Pengantung dan Pengunci   |       |
| 1. Plafon                              | 1,66  |
| 2. Pengunci                            | 1,16  |
| J. Pekerjaan Keramik dan WC            | 2,66  |
| K. Pekerjaan Sanitasi                  | 7,8   |
| L. Pengecatan                          | 4     |

**Tabel 6** Nilai Standard Deviasi dan Varians Kegiatan pada metode PERT

| ITEM PEKERJAAN              | SIMBOL | A (hari) | B (hari) | S   | V(te) |
|-----------------------------|--------|----------|----------|-----|-------|
| PEKERJAAN AWAL              | A      | 10       | 17       | 1.2 | 1.36  |
| PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN | B      | 31       | 43       | 2.0 | 4.00  |
| PEMBUATAN RANGKA ATAP       | M      | 19       | 23       | 0.7 | 0.44  |
| PEKERJAAN LISTRIK           | O      | 17       | 25       | 1.3 | 1.78  |
| $\sum V(te)$                | 9.83   |          |          |     |       |
| Standard Deviasi            | 3.14   |          |          |     |       |

**Tabel 7** Perhitungan biaya normal ongkos pekerja perjam

| No | ITEM PEKERJAAN        | VOLUME | UNIT | UPAH HARGA SATUAN | PROD. PERJAM | NORMAL ONGKOS PEKERJA PER HARI |
|----|-----------------------|--------|------|-------------------|--------------|--------------------------------|
| A  | PEKERJAAN PENDAHULUAN |        |      | 1.200.000,00      |              |                                |
| 1  | Pagar Sementara       | 45.00  | Ls   |                   | 6.429        | -                              |
| 2  | Pembersihan Lokasi    | 252.00 | M2   | 430.500,00        | 36.000       | 306.000.0                      |

|     |                               |        |    |              |        |            |
|-----|-------------------------------|--------|----|--------------|--------|------------|
|     |                               |        |    |              |        | 0          |
| 3   | Pengukuran Bowplank           | 72.00  | M  | 769.500,00   | 10.286 | 135,102.00 |
| 4   | Gudang dan Los Kerja          | 21.00  | Ls |              | 0.429  | -          |
| 5   | Pengadaan Air Kerja           | 1.00   | Ls |              | 0.036  | -          |
| B   | PEKERJAAN GALIAN DAN TIMBUNAN |        |    | 8.408.215,50 |        |            |
|     | Galian Tanah Pondasi          | 64.49  | M3 | 19.250,00    | 1.316  | 51,657.81  |
|     | Timbunan Tanah Kembali        | 16.12  | M3 | 554.115,50   | 0.576  | 16,410.40  |
|     | Urugan Tanah                  | 136.39 | M3 | 5.472.350,00 | 2.783  | 43,700.47  |
|     | Urugan Pasir                  | 36.12  | M3 | 2.362.500,00 | 1.720  | 27,004.00  |
| VII | PEKERJAAN PENGECETAN          |        |    | 2.011.482,00 |        |            |
| 1   | Cat Tembok Dinding            | 986.60 |    | 2.000.000,00 |        | 147,118.00 |
| 2   | Cat Tembok Plafond            | 3.00   | M2 | 11.482,00    | 0.071  | 175,346.54 |
| 3   | Cat Melamine                  | 52.58  | M2 |              | 7.511  | -          |
| I   | PEKERJAAN BETON               |        |    | 3.211.242,00 |        |            |
|     | Balok Beton                   | 19.28  | M3 | 598.650,50   | 0.276  | 164,885.45 |
|     | Plat Lantai                   | 26.58  | M3 | 488.102.50   | 0.760  | 370,678,98 |
|     | Kolom Beton                   | 6.21   | M3 | 488.102,50   | 0.177  | 86,603.33  |
|     | Kolom Praktis                 | 2.64   | M1 | 14.301,00    | 0.126  | 1,797.84   |
|     | Balok Latei                   | 43.40  | M1 | 23.615,00    | 2.067  | 48,804.33  |
|     | Balok Beton                   | 0.80   | M3 | 598.650,50   | 0.057  | 34,208.60  |
|     | Plat Beton                    | 3.75   | M3 | 488.102,50   | 0.269  | 130,741.74 |
|     | Ring Balok Beton              | 134.70 | M1 | 23.615,00    | 9.621  | 227,210.04 |
|     | Talang Beton                  | 6.97   | M3 | 488.102,50   | 0.331  |            |

## KESIMPULAN

1. Cara menganalisa biaya proyek menggunakan aplikasi Ms, Excell dengan menyusun Rancangan Anggaran Biaya proyek (ARB), serta hasil analisa biaya proyek.
2. Dalam menerapkan Metode CPM-PERT dilakukan perhitungan yang berguna untuk menentukan jalur kritis dalam proses penganalisaan biaya proyek pembangunan perumahan pada PT.Citra Land Bagya City Medan.
3. Menampilkan hasil analisa biaya proyek menggunakan aplikasi Ms, Excell 2007 dan hasil yang ditampilkan merupakan hasil perhitungan dengan menggunakan metode CPM-PERT.

## DAFTAR PUSTAKA

- Komaruddin , 2007, “Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak”,Modula. Bandung.
- Fadli M Sarrif ,2010, Konseptual Konsep Sampai Operasional.
- Julius Hermawan, 2010, “Analisa Desain & Pemograman Berorientasi Objek dengan UML dan Visual Basic.net”,Andy.Yogyakarta.
- Kurniawan, Erick, 2011,“Cepat Mahir Manajemen Proyek”,Andy, Yogyakarta.
- Adi nugroho, 2007,“Tuntunan Membangun Sistem Informasi & Microsoft SQL Server”, Andy, Yogyakarta.
- Widodo, Heri, 2013,“Aplikasi Bantu Untuk Pengajuan Sertifikasi Guru”. Jurnal Sarjana Teknik Informatika, Volume 1.
- Widodo, 2011, Prabowo Pudjo dan Herlawati,“Menggunakan UML”. Informatika, Bandung.
- Anggara Hayun A 2005, yang berjudul Perencanaan dan pengendalian proyek dengan menggunakan metode PERT dan CPM Study kasus *Fly Over* Ahmad Yani, Karawang.

## PENERAPAN ALGORITMA LEMPLE ZIV MARKOV CHAIN ALGORITHM (LZMA) DAN METODE DEFLATE DALAM KOMPRESI CITRA DIGITAL

Apriyanti Savitri

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
[pipitpitsasavitri@gmail.com](mailto:pipitpitsasavitri@gmail.com)

**Abstrak.** Citra (*image*) atau sering disebut dengan gambar adalah salah satu komponen dari multimedia yang memegang peranan penting sebagai bentuk informasi visual. Dimana citra dapat diabadikan dan disimpan sebagai kenangan. Semakin besar ukuran dari suatu citra maka semakin besar pula media penyimpanan yang dibutuhkan. Melihat kebutuhan akan pemampatan data maka perlu dilakukan kompresi atau pemampatan data yang mampu memperkecil data, sehingga memperoleh keuntungan mengurangi pemakaian ruang media penyimpanan eksternal, mempercepat proses transfer data antar media penyimpanan, memampatkan data dengan tingkat rasio lebih tinggi dari data aslinya. Proses kompresi dilakukan dengan menggunakan beberapa metode untuk mengatasi masalah dalam media penyimpanan dimana metode untuk kompresi tersebut menggunakan Algoritma LZMA dan Metode Deflate. Dimana Metode Deflate merupakan kombinasi dari Algoritma LZ77 dengan Algoritma Huffman.

**Kata Kunci :** Citra, Kompresi, Algoritma LZMA, Metode Deflate.

### PENDAHULUAN

Citra (*image*) atau sering disebut dengan gambar adalah salah satu komponen dari multimedia yang memegang peranan penting sebagai bentuk informasi visual. Citra digital adalah gambar dua dimensi yang bisa ditampilkan pada layar komputer sebagai nilai digital yang disebut *pixel*. Dalam tinjauan matematis, citra merupakan fungsi *kontinu* dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Pemampatan data atau kompresi data adalah sebuah cara untuk memadatkan data sehingga hanya memerlukan ruangan penyimpanan lebih kecil sehingga lebih efisien dalam menyimpannya atau mempersingkat waktu pertukaran data tersebut. Dalam proses pengolahan dan penyimpanan data, peran proses kompresi bahkan relatif lebih signifikan dari itu. Tanpa proses kompres, hampir membutuhkan ratusan MB untuk menyimpan sebuah foto saja, sedang dengan proses kompresi, ukuran gambar tersebut dapat menjadi 100 kali lipat lebih kecil.

Seiring dengan munculnya algoritma-algoritma kompresi, muncul suatu masalah, yaitu beberapa proses kompresi tidak memungkinkan detail informasi pada suatu file untuk kembali sepenuhnya setelah proses *encoding* dan *decoding*. Untuk menjawab masalah ini, dirancang algoritma kompresi yang memungkinkan *output encoding* yang sama persis dengan *input decoding*, algoritma ini dinamakan *lossless compression algorithms*. Salah satu dari algoritma-algoritma ini ialah algoritma LZMA dan algoritma Deflate. Menurut jurnal penelitian sebelumnya, Jefri Saragih, "Implementasi Algoritma LZMA (*Lempel-Ziv-Markov chain-Algorithm*) Dalam Pemampatan File, 2014", sebagai pendukung metode yang digunakan dalam permasalahan ini adalah LZMA (*Lempel-Ziv-Markov chain-Algorithm*). LZMA (*Lempel-Ziv-Markov chain-Algorithm*) adalah teknik pemampatan data yang merupakan pembaruan dari LZ77. LZMA termasuk metode *lossless* yang memampatkan data tanpa menghilangkan bagian apapun ketika dikembalikan ke data aslinya.

Menurut jurnal penelitian sebelumnya, Angel Louren Paat, Eko Sedyono dan Adi Setiawan, "Kompresi Data Untuk Menghemat Bandwidth Dengan menggunakan Algoritma Deflate, 2013", sebagai pendukung metode yang digunakan dalam permasalahan ini adalah Metode Deflate. Algoritma kompresi Deflate merupakan algoritma kompresi yang bersifat *lossless*, yang berarti ketika *file* didekompresi, isi *file* sama dengan isi *file* semula, tidak ada bagian yang dihilangkan dari *file* tersebut. Melihat kebutuhan akan pemampatan data maka diperlukan sebuah aplikasi pemampatan data yang mampu memperkecil data, sehingga memperoleh keuntungan mengurangi pemakaian ruang media penyimpanan eksternal, mempercepat proses transfer data antar media penyimpanan, memampatkan data dengan tingkat rasio lebih tinggi dari data aslinya. Teknik pemampatan yang digunakan adalah LZMA dan Metode Deflate.

Adapun tujuan dalam penelitian ini yakni : menguraikan cara pemampatan atau kompresi citra digital, menerapkan Algoritma LZMA dan Metode Deflate dalam kompresi citra digital.

Dan mengimplementasikan penerapan Algoritma LZMA dan Metode Deflate dalam kompresi citra digital pada aplikasi *Visual Basic Net*. 2008.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Sebuah citra digital dapat mewakili oleh sebuah matriks yang terdiri dari M kolom N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (*piksel = picture element*), yaitu elemen terkecil dari

sebuah citra. Piksel mempunyai dua parameter, yaitu koordinat dan intensitas atau warna. Nilai yang terdapat pada koordinat (x,y) adalah f(x,y), yaitu besar intensitas atau warna dari piksel di titik itu.

**Metode**

LZMA adalah algoritma yang digunakan untuk kompresi data dengan menggunakan sebuah skema *dictionary compression*, yang hampir sama dengan LZ77, dan mampu menghasilkan rasio kompresi yang sangat baik. Pada kompresi LZMA, *stream* kompresi yang dihasilkan adalah stream dari bit yang di-*encode* menggunakan *adaptive* binary range encode. *Stream* dibagi kedalam paket. Setiap paket menjelaskan sebuah *byte* tunggal, atau sebuah urutan LZ77 dimana *length* dan *distance*-nya secara implisit atau eksplisit dikodekan.

Deflate adalah software PKZIP. Metode kompresi Deflate merupakan kombinasi dari varian LZ77 dan metode Huffman (Salomon, D. 2007). Algoritma kompresi Deflate ini bersifat *loseless* sama seperti algoritma kompresi LZ77 dan algoritma kompresi *Static Huffman*. Metode *encoding* pada Deflate telah dimuat dalam dokumen *Request For Comments* 1951. Metode deflate merupakan algoritma persilangan antara algoritma Huffman dan LZ77. Dalam proses kompresinya, metode deflate ini terlebih dahulu melakukan proses pengelompokan karakter dengan menggunakan algoritma LZ77. Kemudian hasil dari pengelompokan tersebut dikompresi lagi dengan menggunakan algoritma *Huffman (Huffman Tree)*. Metode deflate ini bersifat *lossless compression*. Hal ini karena algoritma deflate ini menggabungkan dua algoritma kompresi yang bersifat *lossless*.

Ada 4 mode kompresi yang digunakan di dalam Deflate, namun mode keempat tidak digunakan. Adapun mode kompresi pada *compressor* Deflate yaitu:

1. Tidak dikompresi sama sekali. Kompresi dengan metode ini merupakan kompresi yang inputan langsung diberikan kepada output.
2. Kompresi dimulai dengan metode LZ77 dan diteruskan dengan pengkodean pohon Huffman. Pohon Huffman dalam mode ini merupakan pohon *Static Huffman*, jadi tidak memerlukan ruang ekstra untuk menyimpan pohon tersebut.
3. Kompresi dimulai dengan metode LZ77 dan diteruskan dengan pengkodean pohon Huffman. Pada mode ini terdapat perbedaan karena dirancang oleh kompresor dan disimpan bersama data-data yang dikompresi. Pohon Huffman ini disebut juga sebagai pohon Huffman dinamik.
4. *Reserved*.

Metode Huffman adalah metode pengkodean yang telah banyak diterapkan aplikasi kompresi citra. Seperti metode Shannon-Fano, metode Huffman juga membentuk pohon atas dasar probabilitas setiap simbol, namun teknik pembentukan pohonnya berbeda.

Berikut ini adalah langkah-langkah algoritma Huffman.

1. Data dianalisis dahulu dengan cara membuat table frekuensi kemunculan setiap simbol ASCII, tabel frekuensi tersebut memiliki atribut berupa simbol ASCII dan frekuensi.
2. Dua data yang memiliki frekuensi kemunculan paling kecil dipilih sebagai simpul pertama pada pohon Huffman.
3. Dari dua simpul ini dibuat simpul induk yang mencatat jumlah frekuensi dua simpul pertama.
4. Kemudian dua simpul tersebut dihapus dari tabel digantikan oleh simpul induk tadi. Simpul ini kemudian dijadikan acuan untuk membentuk pohon.
5. Langkah 3-5 dilakukan dengan berulang-ulang hingga isi tabel tinggal satu saja. Data inilah yang akan menjadi simpul bebas atau simpul akar.
6. Setiap simpul yang terletak pada cabang kiri (simpul dengan frekuensi lebih besar) diberi nilai 0 dan simpul yang terletak pada cabang kanan (simpul dengan frekuensi lebih kecil) diberi nilai 1.
7. Pembacaan dilakukan dari simpul akar ke arah simpul daun dengan memperlihatkan nilai setiap cabang.

Berikut adalah contoh implementasi algoritma Huffman yang telah dipaparkan diatas.

Kata yang ingin dikompresi: biaaabaatnnnbkis Table 1 menunjukkan frekuensi kemunculan setiap simbol.

**Tabel 1** Frekuensi Simbol

| Simbol | Frekuensi |
|--------|-----------|
| A      | 4         |
| B      | 3         |
| N      | 3         |
| I      | 2         |
| K      | 1         |
| S      | 1         |
| T      | 1         |
| U      | 1         |

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Prinsip dari algoritma LZMA dan metode Deflate adalah menggunakan sebagian *input* karakter yang dikodekan sebelum sebagai *dictionary* (kamus). Bagian *input* ini seolah-olah diibaratkan dengan sebuah jendela (*windows*) yang dapat bergeser dari kiri ke kanan. Dimana jendela berupa *dictionary* yang akan secara dinamis mencari *input* dengan pola tertentu

Tahap pertama yang dilakukan dalam kompresi citra di atas adalah dengan menggunakan algoritma LZMA langkah-langkah Penyelesaian Algoritma LZMA. Proses kompresi dimulai dengan membaca nilai *pixel matriks* dari sebuah gambar. Berikut penjelasan proses kerja kompresi sebagai berikut: Setiap angka diwakili dengan 1 *byte*.

11 113 185 143 15 23 117 178 142 31 31 137 184 143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Pengerjaannya dimulai dari kiri karakter yang belum pernah ditemukan, biasanya untuk yang pertama adalah satu karakter, dalam kasus ini adalah 11. Sehingga output yang dihasilkan (0,0,11).

11|113 185 143 15 23 117 178 142 31 31 137 184 143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Selanjutnya melihat karakter yang belum ditemukan sebelumnya karakter 11. Maka selanjutnya adalah 113. Sehingga output yang dihasilkan (0,0,113).

11|113|185 143 15 23 117 178 142 31 31 137 184 143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 185 maka karakter menjadi:

11|113|185|143 15 23 117 178 142 31 31 137 184 143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,185).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 143 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15 23 117 178 142 31 31 137 184 143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,143).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 15 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23 117 178 142 31 31 137 184 143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,15).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 23 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117 178 142 31 31 137 184 143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,23).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 117 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178 142 31 31 137 184 143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,117).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 178 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142 31 31 137 184 143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,178).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 142 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31 31 137 184 143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,142).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 31 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137 184 143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,31).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 31 137 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137| 184 143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (1,1,137).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 184 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137|184|143 63 69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,184).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 143 63 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137|184|143 63|69 147 150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (10,1,63).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 69 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137|184|143 63|69|147 150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,69).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 147 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137|184|143 63|69|147|150 95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,147).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 150 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137|184|143 63|69|147|150|95 40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,150).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 95 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137|184|143 63|69|147|150|95|40 104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,95).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 40 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137|184|143 63|69|147|150|95|40|104 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,40).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 104 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137|184|143 63|69|147|150|95|40|104| 137 109 55 1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,104).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 137 109 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137|184|143 63|69|147|150|95|40|104| 137 109|55 1

Sehingga output yang dihasilkan (10,1,109).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 55 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137|184|143 63|69|147|150|95|40|104| 137 109|55|1

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,55).

Karakter selanjutnya yang belum ditemukan adalah 1 maka karakter menjadi:

11|113|185|143|15|23|117|178|142|31|31 137|184|143 63|69|147|150|95|40|104| 137 109|55|1|

Sehingga output yang dihasilkan (0,0,1).

Ukuran citra setelah dikompresi = 23 *byte*

Setelah hasil/output dari algoritma LZMA didapat, Tahap kedua yang dilakukan adalah dengan menggunakan algoritma LZ77.

Adapun tahap-tahap kompresi citra menggunakan metode deflate adalah melakukan kompresi dengan algoritma LZ77 terlebih dahulu kemudian mengkompresi menggunakan *huffman*. Langkah-langkah Penyelesaian Algoritma LZ77 Komponen yang dibutuhkan dalam algoritma kompresi ini adalah:

1. *Input Stream* : Kumpulan karakter yang akan dikompresi
2. *Character* : Elemen dasar pada *input stream*.
3. *Look-ahaed buffer* : Kumpulan karakter yang belum dikompresi, setelah token.
4. *Search buffer* : Kumpulan karakter yang telah dikompresi, sebelum token.
5. *Token* : Berisi kumpulan dari (*offset*, *length*, dan *next symbol*).

**Tabel 2** Penyelesaian Algoritma LZ77

| <b>Search Buffer</b>                                    | <b>Look-Ahead Buffer</b>                                                              | <b>Output</b> |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|                                                         | 11 113 185 143 15 23 117 178 142 31 31<br>137 184 63 69 147 150 95 40 104 109<br>55 1 | (0,0,11)      |
| 11                                                      | 113 185 143 15 23 117 178 142 31 31<br>137 184 63 69 147 150 95 40 104 109<br>55 1    | (0,0,113)     |
| 11 113                                                  | 185 143 15 23 117 178 142 31 31 137<br>184 63 69 147 150 95 40 104 109 55 1           | (0,0,185)     |
| 11 113 185                                              | 143 15 23 117 178 142 31 31 137 184<br>63 69 147 150 95 40 104 109 55 1               | (0,0,143)     |
| 11 113 185 143                                          | 15 23 117 178 142 31 31 137 184 63 69<br>147 150 95 40 104 109 55 1                   | (0,0,15)      |
| 11 113 185 143 15                                       | 23 117 178 142 31 31 137 184 63 69<br>147 150 95 40 104 109 55 1                      | (0,0,23)      |
| 11 113 185 143 15 23                                    | 117 178 142 31 31 137 184 63 69 147<br>150 95 40 104 109 55 1                         | (0,0,117)     |
| 11 113 185 143 15 23 117                                | 178 142 31 31 137 184 63 69 147 150<br>95 40 104 109 55 1                             | (0,0,178)     |
| 11 113 185 143 15 23 117 178                            | 142 31 31 137 184 63 69 147 150 95 40<br>104 109 55 1                                 | (0,0,142)     |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142                     | 31 31 137 184 63 69 147 150 95 40 104<br>109 55 1                                     | (0,0,31)      |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31                  | 31 137 184 143 63 69 147 150 95 40 104<br>137 109 55 1                                | (1,1,137)     |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137           | 184 63 69 147 150 95 40 104 109 55 1                                                  | (0,0,184)     |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137 184       | 63 69 147 150 95 40 104 109 55 1                                                      | (0,0,63)      |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137 184 63    | 69 147 150 95 40 104 109 55 1                                                         | (0,0,69)      |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137 184 63 69 | 147 150 95 40 104 109 55 1                                                            | (0,0,147)     |

|                                                                                     |                        |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------|
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137 184 63 69 147                         | 150 95 40 104 109 55 1 | (0,0,150) |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137 184 63 69 147<br>150                  | 95 40 104 109 55 1     | (0,0,95)  |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137 184 63 69 147<br>150 95               | 40 104 109 55 1        | (0,0,40)  |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137 184 63 69 147<br>150 95 40            | 104 109 55 1           | (0,0,104) |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137 184 63 69 147<br>150 95 40 104        | 109 55 1               | (0,0,137) |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137 184 63 69 147<br>150 95 40 104        | 109 55 1               | (0,0,109) |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137 184 63 69 147<br>150 95 40 104 109    | 55 1                   | (0,0,55)  |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137 184 63 69 147<br>150 95 40 104 109 55 | 1                      | (0,0,1)   |
| 11 113 185 143 15 23 117 178<br>142 31 31 137 184 63 69 147<br>150 95 40 104 109 55 | Null                   | Null      |

Gambar 4 layout Menu hasil pencarian (isi undang-undang)

Rasio yang di kompresi metode Deflate

Diketahui : Ukuran citra sebelum dikompresi = 184 bit

Ukuran citra setelah dikompresi = 173 bit

Adapun nilai rasio atau ukuran persentasi dari citra sebelum dikompresi adalah sebagai berikut :

$$\text{Rasio} = 100 - \left( \frac{\text{ukuran citra hasil kompresi}}{\text{ukuran citra semula}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rasio} = 100 - \left( \frac{173}{184} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rasio} = 100 - (0,94) \times 100\%$$

$$\text{Rasio} = 100 - 94\%$$

$$\text{Rasio} = 6\%$$

Ukuran citra setelah dikompresi menggunakan algoritma LZMA = 23 byte dimana dalam satuan bit menjadi 23 x 8 bit menjadi 184 bit. Tetapi setelah dilakukan kompresi menjadi 173 bit sehingga rasio sebesar 6% yang artinya 6% dari citra semula telah berhasil dimampatkan oleh algoritma LZMA.



Gambar 4 Hasil Kompresi Citra Digital



**Gambar 5** Hasil Dekompresi Citra Digital

## KESIMPULAN

1. Proses kompresi dan dekompresi pada citra dilakukan dengan proses *encoding* dan *decoding* yang terdapat pada algoritma LZMA dan metode deflate.
2. Penerapan metode deflate untuk melakukan kompresi citra digital dengan mengambil hasil akhir dari proses kompresi citra digital dengan algoritma LZMA.
3. Hasil akhir dari penelitian ini berupa aplikasi kompresi citra digital menggunakan *Visual Studio Net.2008* dengan menerapkan algoritma LZMA dan metode deflate.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, 2013, *“Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra”*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Darma Putra, 2010, *“Pengolahan Citra Digital”*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Angel Louren Paat, Eko Sedyono, Adi Setiawan, 2013 *“Kompresi Data Untuk Menghemat Bandwidth Dengan Menggunakan Algoritma Deflate”*.
- Christian Puji Nugraha, R. Gunawan Santosa, Lukas Chrisantyo A.A, 2014 *“Perbandingan Metode Lz77, Metode Huffman Dan Metode Deflate Terhadap Kompresi Data Teks”*.
- Jefri Saragih, 2014 *“Implementasi Algoritma LZMA (Lemple Ziv Markov Chain Algorithm) Dalam Pemampatan File”*.

## PERANCANGAN APLIKASI WATERMAKING PADA AUDIO DENGAN MENGGUNAKAN METODE DCT

Astri widia sari

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
[Astrievidya.sari@yahoo.com](mailto:Astrievidya.sari@yahoo.com)

**Abstrak.** Perkembangan dan pertumbuhan teknologi berkembang sangat pesat dan membawa dampak yang positif salah satunya adalah kemudahan dalam memberi pelabelan pada audio. Banyak sekali terjadi pelanggaran terhadap hak cipta baik individu maupun perusahaan pada sebuah karya khususnya dibidang audio. . penggunaan tehnik watermarking merupakan salah satu cara yang dapat digunakan dalam mengamankan hak kepemilikan dari sebuah file digital seperti audio dengan cara menambahkan informasi penting yang berkaitan dengan pemilik audio tersebut kedalam sebuah media digital audio sehingga ketika file digital ini diperbanyak maka informasi yang telah ditambahkan kedalam file audio tersebut tidak akan menghilangkan informasi dari pemilik asli audio tersebut. Pembahasan mengenai teknik watermarking akan tertuju pada algoritma atau teknik yang digunakan untuk membuat watermarking yaitu dengan menggunakan metode Discrete Cosine Transform (DCT) untuk menghasilkan file digital audio yang bersifat robustness sehingga tahan terhadap serangan-serangan manipulasi audio digital yang akan menghilangkan tanda watermark yang terdapat didalam file audio.

**Kata Kunci :** Watermaking, Label Hak Cipta, DCT.

### PENDAHULUAN

Keamanan merupakan salah satu aspek penting dari suatu sistem informasi. Keamanan harus menjadi prioritas yang harus diperhatikan, baik dari keamanan data maupun keamanan informasi yang dimiliki. Keamanan terbagi atas beberapa aspek diantaranya adalah keamanan hak cipta produk digital. Hak cipta merupakan bukti dari kepemilikan suatu produk digital. Teknik *watermarking* adalah teknik keamanan yang menjaga hak cipta suatu produk digital dari berbagai pelanggaran seperti masalah kepemilikan (*ownership*), pelanggaran (*copyright*) dan masalah keaslian. Penggunaan *watermarking* dapat dilakukan dengan menyisipkan informasi tertentu ke dalam data digital yang disebut *watermark*. *Watermark* dapat berupa teks seperti informasi *copyright*, gambar berupa logo, data audio dan lain-lain (Rinaldi Munir, 2006). Audio digital adalah harmonisasi bunyi yang dibuat melalui perekaman konvensional maupun suara sintetis yang disimpan dalam media berbasis teknologi komputer. Format digital dapat menyimpan data dalam jumlah besar, jangka panjang dan jaringan luas. Selama ini, pelanggaran terhadap hak cipta dari sebuah produk digital telah banyak terjadi dikalangan masyarakat luas seperti penggandaan yang dilakukan secara bebas dan leluasa tanpa mencantumkan informasi kepemilikan (*copyright*). Salah satu produk digital yang sering digandakan dan disebarluaskan tanpa persetujuan dari pemilik yang sebenarnya adalah produk digital audio. Pelanggaran tersebut sangat merugikan bagi pemilik produk digital yang sebenarnya karena pemegang hak cipta atas produk digital tersebut tidak mendapatkan *royalti* dari usaha penggandaan tersebut (Rinaldi Munir, 2004). *Discrete Cosine Transform* (DCT) merupakan salah satu metode dari *watermarking* yang biasa digunakan untuk mengubah sebuah sinyal menjadi komponen frekuensi dasarnya. *Discrete Cosine Transform* (DCT) adalah sebuah transformasi yang mengubah sebuah kawasan spasial menjadi kawasan fekuensi dan sebaliknya kawasan frekuensi dapat dikembalikan ke kawasan spasial dengan menggunakan Invers *Discrete Cosine Transform* (IDCT) (Wahidun Sipayung, 2014, 104).

Penerapan *watermarking* dalam mengamankan data ataupun informasi, dapat dilakukan berdasarkan menggunakan algoritma *Discrete Cosine Transform* (DCT). *Discrete Cosine Transform* (DCT) dapat diterapkan dalam perancangan sebuah aplikasi pengamanan data, dimana aplikasi tersebut dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan dari sebuah data maupun informasi. Penerapan *Discrete Cosine Transform* (DCT) pada sebuah aplikasi membutuhkan sebuah *input* berupa data digital yang akan diamankan yaitu audio berformat mp3. Seterusnya data digital tersebut akan diproses untuk melakukan penyisipan informasi penting seperti label hak cipta (*copyright*) sehingga akan menghasilkan *output watermarking*.

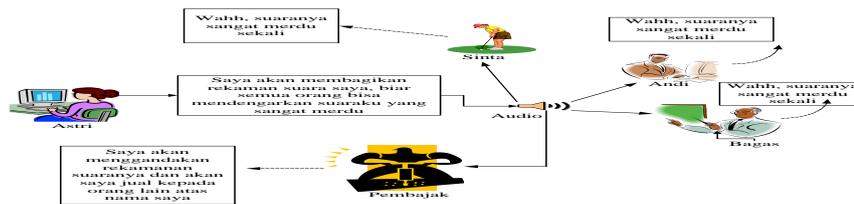
Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah menguraikan proses *watermarking* pada audio, menerapkan metode *Discrete Consine Transform* (DCT) dalam *watermarking* pada audio berformat mp3 serta merancang aplikasi *watermarking* pada audio berdasarkan metode *Discrete Consine Transform* (DCT).

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

*Watermarking* merupakan salah satu bidang dalam komputasi yang memerlukan metode untuk prosesnya, pada panelitian ini penulis menggunakan metode *Discreate Cossine Transform* (DCT) sebagai

proses *watermarking*, berikut ada lah beberapa langkah proses *watermarking* menggunakan metode DCT.



Gambar 1 Ilustrasi Pembajakan Data digital

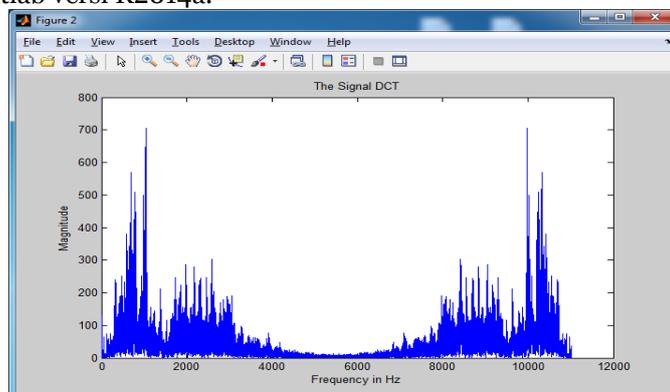
**Metode**

Penerapan metode *Discrete Cosine Transform* (DCT) untuk *watermarking* pada audio akan melewati beberapa tahapan yaitu proses *watermark* atau *embedding* (proses melakukan pemberian label pada audio) dan *extraction* (proses pemisahan label dengan file audio). Transformasi audio dilakukan dengan menggunakan DCT, dapat dikatakan bahwa penyisipan dilakukan pada ranah DCT, penyisipan dilakukan terhadap audio berformat mp3, DCT dilakukan untuk mentranformasikan nilai intensitas blok menjadi koefisien DCT kedalam frekuensi dasarnya, diubah koefisien-koefisiennya dan kemudian ditranformasikan kembali dengan *Invers Discrete Cosine Transform* (DCT).

Langkah pertama yang dilakukan sebelum melakukan penyisipan teks pada file MP3 adalah membaca frekuensi signal dari file MP3 sebagai kondisi awal apakah setelah penyisipan signal frekuensi berbeda, penulis menggunakan sebuah file dengan nama file Noah.MP3. Untuk membaca frekuensi signal dalam bentuk gelombang cossinus penulis menggunakan perintah versi R2014a.

```
[wave,fs]=audioread('noah.mp3');
sound(wave,fs);
t=0:1/fs:(length(wave)-1)/fs;
plot(t,wave);
figure(1);
    plot(t,wave);
    title('MP3 File Signal');
    ylabel('Amplitude');
    xlabel('Length (in seconds)');
n=length(wave)-1;
f=0:fs/n:fs;
wavedct=abs(dct (wave));
figure(2);
    plot(f,wavedct);
    xlabel('Frequency in Hz');
    ylabel('Magnitude');
    title('The Signal DCT');
```

pada proses diatas ditampilkan hasil frekuensi signal seperti gambar di bawah ini yang merupakan hasil dari proses perintah matlab versi R2014a.

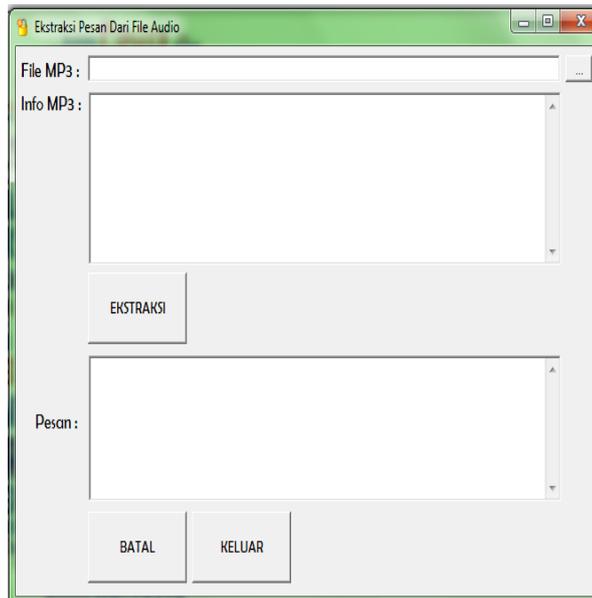


Gambar 2 Hasil Signal Awal Frekuensi File MP3 Sebelum Disisipi Teks

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Perancangan *interface* dalam konteks aplikasi komputer adalah suatu desain dari aplikasi atau *software* yang menitikberatkan pada interaksi antara komputer dengan *user*. Tujuan dari perancangan *interface* adalah untuk mempermudah *user* dalam menggunakan aplikasi dalam komputer dengan efisien dan

sederhana. Pada tingkat yang lebih rinci, *interface* bermakna *pemilihan* layar-layar tampilan yang disampaikan kepada pengguna, konsep interaktif suatu aplikasi, transisi dari satu bagian ke bagian yang lain dan pemasukan data dari *user*. Adapun perancangan *interface* dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :



**Gambar 3** Tampilan Menu *Extraction*

Adapun yang daftar audio yang menjadi pengujian sistem dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

**Tabel 1** Pengujian Proses *Watermark*

| No | Audio                                                                 | Label                        | Audio Watermark                                                       | Ket                                                                                             |
|----|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Judul : Seluruh Nafas ini<br>Size : 4750699 Bytes<br>Durasi : 04 : 53 | Astriewidya Sari             | Judul : Seluruh Nafas ini<br>Size : 4750736 Bytes<br>Durasi : 04 : 53 | Perubahan Size : Bertambah 37 Bytes.<br>Kualitas Audio : Masih sama dengan audio aslinya (baik) |
| 2  | Judul : Lorde Royals<br>Size : 4839048 Bytes<br>Durasi : 03 : 20      | Royals                       | Judul : Lorde Royals<br>Size : 4839076 Bytes<br>Durasi : 03:20        | Perubahan Size : Bertambah 28 Bytes<br>Kualitas Audio : Masih sama dengan audio aslinya (baik)  |
| 3  | Judul : Wrecking Ball<br>Size : 4465795 Bytes<br>Durasi : 03 : 43     | Persahabatan Bagai Kepompong | Judul : Wrecking Ball<br>Size : 4465843 Bytes<br>Durasi : 03 : 43     | Perubahan Size : Bertambah 48 Bytes<br>Kualitas Audio : Masih sama dengan audio aslinya (baik)  |
| 4  | Judul : Fall For You<br>Size : 3852775 Bytes<br>Durasi : 03 :08       | All Is Well                  | Judul : Fall For You<br>Size : 3852808 Bytes<br>Durasi : 03 :08       | Perubahan Size : Bertambah 33 Bytes<br>Kualitas Audio : Masih sama dengan audio aslinya (baik)  |
| 5  | Judul : Tercipta Untuk Mu<br>Size : 4236656 Bytes<br>Durasi : 04 : 24 | Astriewidya Sari             | Judul : Tercipta Untuk Mu<br>Size : 4236693 Bytes<br>Durasi : 04 : 24 | Perubahan Size : Bertambah 37 Bytes<br>Kualitas Audio : Masih sama dengan audio aslinya (baik)  |

**Tabel 3** Pengujian Proses Ekstraksi

| No | Audio Watermark                                                       | Label                        | Audio                                                                 | Ket                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1  | Judul : Seluruh Nafas ini<br>Size : 4750736 Bytes<br>Durasi : 04 : 53 | Astriewidya Sari             | Judul : Seluruh Nafas ini<br>Size : 4750699 Bytes<br>Durasi : 04 : 53 | Sukses di ekstraksi |
| 2  | Judul : Lorde Royals<br>Size : 4839076 Bytes<br>Durasi : 03 : 20      | Royals                       | Judul : Lorde Royals<br>Size : 4839048 Bytes<br>Durasi : 03:20        | Sukses di ekstraksi |
| 3  | Judul : Wrecking Ball<br>Size : 4465843Bytes<br>Durasi : 03 : 43      | Persahabatan Bagai Kepompong | Judul : Wrecking Ball<br>Size : 4465795 Bytes<br>Durasi : 03 : 43     | Sukses di ekstraksi |
| 4  | Judul : Fall For You<br>Size : 3852808 Bytes<br>Durasi : 03 :08       | All Is Well                  | Judul : Fall For You<br>Size : 3852775 Bytes<br>Durasi : 03 :08       | Sukses di ekstraksi |
| 5  | Judul : Tercipta Untuk Mu<br>Size : 4236693 Bytes<br>Durasi : 04 : 24 | Astriewidya Sari             | Judul : Tercipta Untuk Mu<br>Size : 4236656 Bytes<br>Durasi : 04 : 24 | Sukses di ekstraksi |

**KESIMPULAN**

1. Proses penyisipan *watermark* pada audio memerlukan data audio asli dan data yang akan disisipkan ke dalam audio asli dengan algoritma *watermaking*. Label atau kode yang disisipkan ke dalam audio mengidentifikasi pemegang hak cipta dan label tersebut sulit untuk dihapus bahkan setelah beberapa kali dilakukan transformasi data. Penyisipan tanda *watermark* pada ranah frekuensi akan menghasilkan *watermark* yang lebih *robust* dibandingkan *watermark* dalam ranah spasial.
2. Perancangan aplikasi *watermaking* pada audio memerlukan data audio asli, serta teks yang akan menjadi pelabelan audio yang di *watermark*. Dengan adanya aplikasi *watermaking* pada audio ini maka akan memudahkan pengguna dalam memberikan pelabelan pada audio yang dimiliki.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abdul Kadir, 2013, "*Pengenalan Algoritma Pendekatan Secara Visual Dan Interaktif Menggunakan Raptor*" Andi, Yogyakarta.
- Aditya Ramadhani Gee, "*Aplikasi Pembelajaran Piano Dengan Metode Computer Based Learning (CBL)*", Pelita Informatika Budi Darma, Volume : VII, Nomor : 1, Juli 2014, ISSN : 2301-9425.
- Agus Wibowo dan Fachroni Akbar, "*Diagram Alir Perancangan*", Jurnal.KOM, Volume : 2, Nomor : 5, Juli 2009, ISSN : 2276-9812.
- Ahmad Afandi, "*Penerapan Aplikasi Pembelajaran Doa Agama Islam Pada Anak Menggunakan Augmented Reality (AR)*", Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IX, Nomor : 3, April 2015, ISSN : 2301-9825.
- Achmad Solichin, "*Digital Watermaking Untuk Melindungi Informasi Multimedia*", Jurnal Teknologi Informasi, Volume : 8, Nomor : 2010, September 2010, ISSN : 1211-7880.
- Andy Prasetyo Utomo, "*Analisa Dan Perancangan Sistem Informasi Parkir Di Universitas Muria Kudus*", Jurnal Simetris, Volume : 3, Nomor : 1, April 2013, ISSN : 2252-4983.
- Antonius Rachmat C, "*Algoritma Dan Pemrograman Dengan Bahasa C*", Andi, 2010, Yogyakarta.
- Dayat Saputra, 2013, "*Perancangan Aplikasi Akademik Secara Online Pada Madrasah Aliyah Negeri 1 Pangkalan Balai*".
- Deni Mahdiana, "*Analisa Perancangan Sistem Informasi Pengadaan barang Dengan Metodologi Berorientasi Obyek*", Jurnal Telematika Mkom, Volume : 3, Nomor : 2, September 2011, ISSN : 2085-725X.

- Doni Julianto, “*Perancangan Aplikasi Pembelajaran Meracik Jamu Sehat Dengan Menggunakan Metode Computer Based Instruction (CBI)*”, Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IX, Nomor :2, Maret 2015, ISSN :2301-9425.
- Dony Ariyus, 2006, “*Computer Security*”, Andi, Yogyakarta.
- Drs. Suarga, 2012, “*Algoritma Dan Pemrograman*”, Andi, Yogyakarta.
- Iriansyah B.M Sangadji, Rini Rezeki, “*Pengukuran Kualitas Citra Terwatermaking Model DCT (Descrete Cosine Transform) menggunakan PSNR*”, Jurnal Pengkajian Dan Penerapan, Volume : 2, Nomor: 1, Januari 2009, ISSN :1978-9262.
- Mariyani Julia Siregar, “*Perancangan Perangkat Lunak Pembelajaran The Degres Of Comparison Berbasis Multimedia Menggunakan Metode Computer Based Learning (CBL)*”, Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IX, Nomor : 3, April 2015, ISSN : 2301-9425
- Marlina Septiani, “*Aplikasi Watermaking Citra Digital Pada Mobile Device Menggunakan J2ME*”, Jurnal Sistematika, Volume : 2, Nomor : 4, September 2013, ISSN : 1243-1012.
- Rahmat Priyanto, 2009, “*Langsung Bisa Visual Basic.NET 2008*”, Andi, Yogyakarta.
- Rellita Sastrina Berutu, “*Aplikasi Pembelajaran IPA untuk Sekolah Dasar Kelas V SD Dengan Menggunakan Metode Computer Based Instruction (CBI)*”, Pelita Informatika Budi Darma, Volume : VI, Nomor : 3, April 2014, ISSN : 2301-9425.
- Rinaldi Munir, 2006, “*Kriptografi*”, Informatika, Bandung.
- Siska Armaya, “*Kompresi File Windows Media Audio (WMA) Dengan Algoritma Huffman*”, Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IX, Nomor : 2, Maret 2015, ISSN : 2301-9425.
- Sulindawati dan Muhammad Fathoni, “*Pengantar Analisa Perancangan Sistem*”, Jurnal Saindikom, Volume : 9, Nomor : 2, Agustus 2010.
- Wahidun Sipayung, “*Perancangan Citra Watermaking Pada Citra Digital Menggunakan Metode Descrete Cosine Transform (DCT)*”, Pelita Informatika Budi Darma, Volume : VII, Nomor : 3, Agustus 2014, ISSN : 2301-9425.
- Yus Gias Vebrina, “*Spread Spectrum Steganography*”, Jurnal Teknik Informatika, Vol.2, No.3, September 2009, ISSN : 1321-1021.

## ANALISA CUSTOMER COUNT UNTUK MENENTUKAN ITEM FAST MOVING DAN SLOW MOVING DENGAN MENERAPKAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING

Mutia Rizky Ananda

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
[mutiarananda19@gmail.com](mailto:mutiarananda19@gmail.com)

**Abstrak.** Analisa customer count merupakan suatu nilai penting yang harus ditingkatkan kemajuannya untuk sebuah usaha dari sebuah perusahaan terutama yang bergerak pada dunia retail. Dalam penelitian dari customer count ini muncul istilah item fast moving dan slow moving yang berarti pergerakan cepat dan pergerakan lambat. Untuk menentukan item-item tersebut maka dipilihlah metode Exponential Smoothing dengan Tiga Parameter dari Winter untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian ini. Exponential Smoothing merupakan metode Pemulusan yang mana menjelaskan tentang peramalan suatu objek atau prediksi dimasa yang akan datang. Dengan memilih metode Exponential dengan Tiga Parameter ini, menjelaskan bahwa proses prediksi dilakukan berdasarkan musiman atau seasonal yang menentukan objek atau item tersebut dapat dimasukkan dalam kategori fast moving atau kategori slow moving. Item-item yang tergolong dalam kategori fast moving dan slow moving nantinya akan menjadikan acuan bagi perusahaan untuk lebih mempersiapkan dalam stock ketersediaan barang ataupun menghindarkan dari penumpukan barang-barang yang tidak perlu.

**Kata Kunci :** Customer Count, Item, Fast Moving, Slow Moving, dan Exponential Smoothing.

### PENDAHULUAN

Item fast moving merupakan item yang bergerak cepat atau item dengan tingkat penjualan tinggi, dimana barang akan laku lebih cepat dan memiliki daya jual tinggi sehingga barang tersebut memungkinkan terjadinya kehabisan stok karena pergerakannya yang terlalu cepat. Sedangkan item slow moving merupakan item yang pergerakannya lambat atau tingkat penjualan rendah, dimana daya jual yang rendah karena dinilai kurang menarik sehingga kurang diminati para customer. Pada waktu tertentu, ada kalanya item-item tersebut berubah seperti item fast moving menjadi item slow moving atau sebaliknya karena terpengaruh oleh musiman yang terjadi pada event-event tertentu. Musiman atau seasonal memiliki dampak penjualan yang mempengaruhi tingkat penjualan sehingga menyebabkan terjadinya kelebihan sisa stok barang ataupun kekurangan stok untuk item tertentu. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem yang akan melihat pergerakan dari item yang bergerak cepat atau lambat dari musiman yang berlangsung seperti dapat dilihat dari hasil customer count. Customer count yaitu jumlah customer yang melakukan transaksi di kasir. Peningkatan customer count akan lebih tinggi saat datangnya musim tertentu seperti pada saat liburan sekolah, lebaran, natal dan tahun baru serta imlek. Oleh karena itu, customer count dapat diperkirakan atau diprediksi sesuai dengan musiman atau seasonal pada event-event tersebut.

Prediksi merupakan teknik perkiraan suatu objek yang ditujukan untuk masa yang akan datang. Prediksi umumnya dilakukan dengan melihat data-data yang telah ada sebelumnya atau riwayat dari objek tersebut. Prediksi dapat diselesaikan dengan menggunakan metode tertentu sesuai dengan objek yang akan diprediksi. Prediksi diklasifikasikan berdasarkan tingkat kenaikan ataupun penurunan nilainya seperti kenaikan atau penurunan yang bersifat konstan atau kenaikan dan penurunan yang terpengaruh oleh musiman. Prediksi customer count merupakan prediksi yang termasuk dalam pengklasifikasian prediksi dengan tingkat kenaikan dan penurunan yang terpengaruh oleh musiman. Salah satu metode untuk prediksi yang terpengaruh oleh musiman adalah Exponential Smoothing. Exponential Smoothing adalah salah satu metode yang dapat meramalkan prediksi suatu masalah yang berpengaruh pada faktor musiman atau seasonal.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Sebagai bahan sampel prediksi yang akan dilakukan hanya pada divisi children World untuk bagian pakaian brand Nevada dengan 5 jenis item yaitu: item t-shirt, wangky, denim pants, denim long, dan kemeja.

#### Metode

Item Fast Moving keadaan dimana sebuah item atau barang pada brand-brand tertentu mengalami pergerakan yang begitu cepat, seperti contoh barang yang memiliki daya jual tinggi dan laku lebih cepat setelah pasang masuknya barang dan diedarkan secara retail. Item fast moving merupakan klasifikasi dari pengembangan jenis-jenis item yang memiliki angka kemunculan paling tinggi pada masa periode transaksi penjualan dalam bisnis retail.

Item Slow Moving merupakan *item* yang pergerakannya jauh lebih lambat dibandingkan dengan *item fast moving*, karena daya jual yang dimiliki kurang menarik dan mungkin kurang menggugah daya minat *customer* dalam memilih dan membeli barang dari koleksi-koleksi yang *slow moving*. Ada kalanya pula, *item slow moving* ini dapat berubah menjadi *item* yang tergolong *fast moving* pada saat-saat musiman atau *seasonal*.

Forecasting (peramalan) adalah seni dan ilmu memprediksi peristiwa-peristiwa masa depan. Peramalan harus mengambil data historis dan memproyeksikannya ke masa depan dengan beberapa model matematis. Peramalan atau prediksi bisa jadi juga merupakan kombinasi antara penilaian subjektif seorang manajer dan model matematis yang membantu (Ahmad Subagyo, 2007, 74). *Forecasting* merupakan alat yang sangat penting dalam membuat estimasi berapa besarnya permintaan (*demand*). Ada dua pendekatan yang dapat dipahami dalam membuat peramalan (*forecasting*) suatu bisnis, yaitu analisis kuantitatif dan analisis kualitatif. Analisis kuantitatif banyak menggunakan pendekatan model matematik dengan menggunakan data yang bersifat historis dan kausal.

Exponential Smoothing adalah suatu tipe teknik peramalan rata-rata bergerak yang melakukan penimbangan terhadap data masa lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling akhir mempunyai bobot atau timbangan lebih besar dalam rata-rata bergerak (Hery Prasetya, Fitri Lukiastuti, 2009, 54). Metode *exponential smoothing* atau dalam bahasa Indonesia berarti metode pemulusan eksponensial berdasarkan tipe peramalan diklasifikasikan menjadi 2 (dua) bagian yaitu :

1. *Single Exponential Smoothing*

*Single Exponential Smoothing* atau sering disebut dengan *Exponential Smoothing* sederhana atau tunggal, melakukan *forecast* dengan cara ramalan periode terakhir ditambah porsi perbedaan (disebut  $\alpha$ ) antara permintaan nyata periode terakhir dan ramalan periode terakhir, persamaan peramalan *Single Exponential Smoothing* ini, yaitu:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1})$$

Keterangan :

- $F_t$  = ramalan untuk periode sekarang (t)
- $F_{t-1}$  = ramalan yang dibuat untuk periode terakhir (t-1)
- $\alpha$  = *smoothing* konstan ( $0 < \alpha < 1$ )
- $A_{t-1}$  = permintaan nyata periode terakhir

Sumber: Hery Prasetya, Fitri Lukiastuti, 2009, 54.

2. *Double Exponential Smoothing*

Metode ini dikembangkan oleh Brown's untuk mengatasi adanya perbedaan yang muncul antara data aktual dan nilai peramalan apabila ada trend pada plot datanya, untuk itu Brown's memanfaatkan nilai peramalan dari hasil *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential smoothing* (Eddy Herjanto, 2008, 86). Perbedaan antara kedua ditambahkan pada harga dari *Single Exponential Smoothing* dengan demikian harga peramalan telah disesuaikan terhadap trend pada plot datanya, berikut adalah parameter dari *Double Exponential Smoothing* yaitu:

a. *Single Exponential Smoothing* Satu Parameter dari Brown

Digunakan dalam peramalan data runtut waktu yang mengikuti suatu trend linier. Bentuk umum yang digunakan untuk menghitung ramalan adalah:

1.  $A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) A_{t-1}$
2.  $A'_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) A'_{t-1}$
3.  $a_t = 2A_t - A'_t$
4.  $b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (A_t - A'_t)$

5. Persamaan yang digunakan untuk membuat peramalan pada periode p yang akan datang adalah:

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p$$

Dimana :

- $A_t$  = nilai pemulusan eksponensial
- $A'_t$  = nilai pemulusan eksponensial ganda
- $\alpha$  = konstanta pemulusan
- $a_t$  = perbedaan antara nilai-nilai pemulusan eksponensial
- $b_t$  = faktor penyesuai tambahan = pengukuran slope suatu kurva
- $Y_t$  = nilai aktual pada periode t
- p = jumlah periode ke depan yang akan diramalkan

b. *Double Exponential Smoothing* Dua Parameter dari Holt

Digunakan dalam peramalan data runtut waktu yang mengikuti suatu trend linier. Bentuk umum yang digunakan untuk menghitung ramalan adalah:

1.  $A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$

2.  $T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$
3. Persamaan yang digunakan untuk membuat peramalan pada periode p yang akan datang adalah:

$$\hat{Y}_{t+p} = A_t + T_t p$$

Dimana :

- $A_t$  = nilai pemulusan eksponensial
- $\alpha$  = konstanta pemulusan untuk data ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )
- $\beta$  = konstanta pemulusan untuk estimasi trend ( $0 \leq \beta \leq 1$ )
- $Y_t$  = nilai aktual pada periode t
- $T_t$  = estimasi trend
- p = jumlah periode ke depan yang akan diramalkan

c. *Triple Exponential Smoothing* Tiga Parameter dari Winter

Digunakan dalam peramalan data runtut waktu yang mengikuti suatu pola musiman. Didasarkan pada 3 (tiga) persamaan pemulusan, yaitu: untuk unsur stasioner, untuk trend, dan untuk musiman. Bentuk umum yang digunakan untuk menghitung ramalan adalah:

1. Menentukan *smoothing* pertama  $S'_t$

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}$$

$S'_t$  = *Smoothing* pertama periode ke t

$X_t$  = nilai data pada periode ke t

$S'_{t-1}$  = *Smoothing* pertama periode ke t-1

Untuk pertama  $S'_t$  belum bisa dicari dengan rumus diatas. Maka boleh ditentukan periode secara bebas seperti nilai yang terjadi pada periode pertama.

2. Menentukan *Smoothing* kedua  $S''_t$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}$$

Pada periode pertama biasanya nilai  $S''_t$  ditentukan seperti nilai yang terjadi pada periode pertama.

3. Menentukan *Smoothing* ketiga  $S'''_t$

$$S'''_t = \alpha S''_t + (1 - \alpha)S'''_{t-1}$$

Pada periode pertama biasanya nilai  $S'''_t$  ditentukan seperti nilai yang terjadi pada periode pertama.

4. Menentukan besarnya nilai at (konstanta)

$$a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t$$

5. Menentukan besarnya nilai bt (slope)

$$b_t = \frac{a}{2(1 - a)^2} [(6 - 5a)S'_t - (10 - 8a)S''_t + (4 - 3a)S'''_t]$$

6. Mencari ct dengan menggunakan rumus:

$$c_t = \frac{a^2}{(1 - a)^2} (S'_t - 2S''_t + S'''_t)$$

7. Menentukan besarnya peramalan dengan rumus :

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) + \frac{1}{2} c_t(m)^2$$

Dimana :

$S'_t$  = *Smoothing* pertama

$S''_t$  = *Smoothing* kedua

$S'''_t$  = *Smoothing* ketiga

$X_t + (1-\alpha)$  = Nilai aktual *time series*

$\alpha$  = konstanta perataan antara 0 dan 1

$F_{t+m}$  = peramalan pada waktu t + 1

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan mengetahui kategori pergerakan suatu *item* tersebut, maka akan membantu kebijakan penentuan *stock* pengaman, pengawasan persediaan yang intensif, serta prioritas pemesanan *item*. Sehingga, dapat menghindarkan perusahaan dari pemesanan *item* produk yang tidak perlu, ataupun *item*

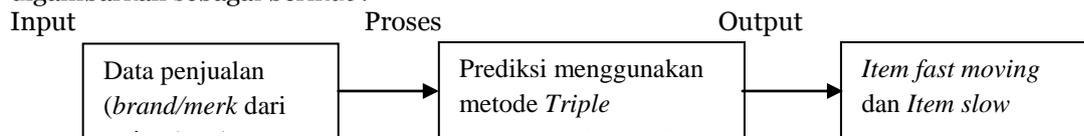
yang tidak terjual dalam periode yang lama. Berikut ini adalah lampiran data penjualan *brand* Nevada dengan masing-masing *item* periode 2011 sampai 2015 :

**Tabel 1** Data Penjualan *Brand* Nevada Periode 2011-2015

| Brand dan Item |                | Penjualan Periode 2011-2015 |      |      |      |      |
|----------------|----------------|-----------------------------|------|------|------|------|
|                |                | 2011                        | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| Nevada         | a. T-Shirt     | 325                         | 412  | 517  | 473  | 536  |
|                | b. Denim Pants | 98                          | 123  | 178  | 191  | 208  |
|                | c. Denim Long  | 323                         | 375  | 353  | 373  | 403  |
|                | d. Wangky      | 424                         | 391  | 460  | 437  | 472  |
|                | e. Kemeja      | 237                         | 256  | 307  | 395  | 369  |

Sumber: PT. Matahari Departement Store Thamrin Plaza Medan

Dari data yang telah diperoleh, dapat disimpulkan melalui proses skema ilustrasi untuk analisa prediksi *item fast moving* dan *item slow moving*. Skema penentuan *item fast moving* dan *slow moving* digambarkan sebagai berikut :



**Gambar 1** Skema Penentuan *Item Fast Moving* dan *Item Slow Moving*

Untuk menentukan *item-item* mana yang tergolong *slow moving* dan *fast moving* ini, maka digunakan metode *Exponential Smoothing* dengan Tiga Parameter dari Winter yaitu *Triple Exponential Smoothing*. Data penjualan yang digunakan dapat dilihat pada table 4.1. Berikut adalah proses penyelesaian metode *Triple Eksponential Smoothing* untuk *Brand* Nevada (*T-Shirt*, *Denim Pants*, *Denim Long*, *Wangky*, *Kemeja*). Dalam proses perhitungan ini untuk perhitungan pertama menggunakan nilai pada periode 2011, yang mana periode pertama merupakan data awal yang digunakan untuk perhitungan di periode berikutnya. Untuk menyelesaikannya, maka ditentukanlah nilai :

$\alpha = 0,1$  (nilai  $\alpha$  adalah konstanta dari perataan antara 0 dan 1) ;

$L = 4$  (nilai  $L$  adalah panjang dari musiman) ;

Langkah penyelesaian prediksi untuk *item T-Shirt*

a. Perhitungan periode kedua

1. Menentukan *Smoothing* Pertama  $S'_t$

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} = 0.1(412) + (1 - 0.1)325 = 333,7$$

2. Menentukan *Smoothing* Kedua  $S''_t$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} = 0.1(333,7) + (1 - 0.1)325 = 325,87$$

3. Menentukan *Smoothing* Ketiga  $S'''_t$

$$S'''_t = \alpha S''_t + (1 - \alpha)S'''_{t-1} = 0.1(325,87) + (1 - 0.1)325 = 325,087$$

4. Menentukan besarnya nilai at (konstanta)

$$a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t = 3(333,7) - 3(325,87) + 325,087 = 348,577$$

5. Menentukan besarnya nilai bt (slope)

$$b_t = \frac{\alpha}{2(1 - \alpha)^2} [(6 - 5\alpha)S'_t - (10 - 8\alpha)S''_t + (4 - 3\alpha)S'''_t]$$

$$b_t = \frac{0.1}{2(1 - 0.1)^2} [(6 - 5(0.1))333,7 - (10 - 8(0.1))325,87 + (4 - 3(0.1))325,087] = 0,043$$

6. Menentukan nilai  $c_t$  dengan menggunakan rumus :

$$c_t = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)^2} (S'_t - 2S''_t + S'''_t) = \frac{0.1^2}{(1 - 0.1)^2} (333,7 - 2(325,87) + 325,087) = 0.087$$

7. Menentukan besarnya peramalan dengan rumus :

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) + \frac{1}{2} c_t(m)^2 = 348,577 + 0,043(1) + \frac{1}{2} 0,087(1)^2 = 348,663$$

b. Perhitungan periode ketiga

1. Menentukan *Smoothing* Pertama  $S'_t$

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} = 0.1(517) + (1 - 0.1)412 = 422,5$$

2. Menentukan *Smoothing* Kedua  $S''_t$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} = 0.1(422,5) + (1 - 0.1)412 = 413,05$$

3. Menentukan *Smoothing* Ketiga  $S'''_t$

$$S'''_t = \alpha S''_t + (1 - \alpha) S'''_{t-1} = 0.1(413,05) + (1 - 0.1)412 = 412,105$$

4. Menentukan besarnya nilai at (konstanta)

$$a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t = 3(422,5) - 3(413,5) + 412,105 = 439,105$$

5. Menentukan besarnya nilai bt (slope)

$$b_t = \frac{a}{2(1 - a)^2} [(6 - 5a)S'_t - (10 - 8a)S''_t + (4 - 3a)S'''_t]$$

$$b_t = \frac{0.1}{2(1 - 0.1)^2} [(6 - 5(0.1))422,5 - (10 - 8(0.1))413,5 + (4 - 3(0.1))412,105] = 0,046$$

6. Menentukan nilai  $c_t$  dengan menggunakan rumus :

$$c_t = \frac{a^2}{(1 - a)^2} (S'_t - 2S''_t + S'''_t) = \frac{0.1^2}{(1 - 0.1)^2} (422,5 - 2(413,5) + 412,105) = 0,093$$

7. Menentukan besarnya peramalan dengan rumus :

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) + \frac{1}{2} c_t(m)^2 = 439,105 + 0,046(1) + \frac{1}{2} 0,093(1)^2 = 439,197$$

c. Perhitungan periode keempat

1. Menentukan *Smoothing* Pertama  $S'_t$

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} = 0.1(473) + (1 - 0.1)517 = 512,6$$

2. Menentukan *Smoothing* Kedua  $S''_t$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} = 0.1(512,6) + (1 - 0.1)517 = 516,56$$

3. Menentukan *Smoothing* Ketiga  $S'''_t$

$$S'''_t = \alpha S''_t + (1 - \alpha) S'''_{t-1} = 0.1(516,56) + (1 - 0.1)517 = 516,956$$

4. Menentukan besarnya nilai at (konstanta)

$$a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t = 3(512,6) - 3(516,56) + 516,956 = 505,076$$

5. Menentukan besarnya nilai bt (slope)

$$b_t = \frac{a}{2(1 - a)^2} [(6 - 5a)S'_t - (10 - 8a)S''_t + (4 - 3a)S'''_t]$$

$$b_t = \frac{0.1}{2(1 - 0.1)^2} [(6 - 5(0.1))512,6 - (10 - 8(0.1))516,56 + (4 - 3(0.1))516,956] = -0,021$$

6. Menentukan nilai  $c_t$  dengan menggunakan rumus :

$$c_t = \frac{a^2}{(1 - a)^2} (S'_t - 2S''_t + S'''_t) = \frac{0.1^2}{(1 - 0.1)^2} (512,6 - 2(516,56) + 516,956) = -0,044$$

7. Menentukan besarnya peramalan dengan rumus :

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) + \frac{1}{2} c_t(m)^2 = 505,076 + -0,021(1) + \frac{1}{2} - 0,044(1)^2 = -505,077$$

d. Perhitungan periode kelima

1. Menentukan *Smoothing* Pertama  $S'_t$

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1} = 0.1(536) + (1 - 0.1)473 = 479,3$$

2. Menentukan *Smoothing* Kedua  $S''_t$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1} = 0.1(479,3) + (1 - 0.1)473 = 473,63$$

3. Menentukan *Smoothing* Ketiga  $S'''_t$

$$S'''_t = \alpha S''_t + (1 - \alpha) S'''_{t-1} = 0.1(473,63) + (1 - 0.1)473 = 473,063$$

4. Menentukan besarnya nilai at (konstanta)

$$a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t = 3(479,3) - 3(473,63) + 473,063 = 490,073$$

5. Menentukan besarnya nilai bt (slope)

$$b_t = \frac{a}{2(1 - a)^2} [(6 - 5a)S'_t - (10 - 8a)S''_t + (4 - 3a)S'''_t]$$

$$b_t = \frac{0.1}{2(1 - 0.1)^2} [(6 - 5(0.1))479,3 - (10 - 8(0.1))473,63 + (4 - 3(0.1))473,063] = 0,031$$

6. Menentukan nilai  $c_t$  dengan menggunakan rumus :

$$c_t = \frac{a^2}{(1-a)^2} (S'_t - 2S''_t + S'''_t) = \frac{0.1^2}{(1-0.1)^2} (479,3 - 2(473,63) + 473,063) = 0,063$$

7. Menentukan besarnya peramalan dengan rumus :

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) + \frac{1}{2} c_t(m)^2 = 490,073 + 0,031(1) + \frac{1}{2} 0,063(1)^2 = 490,133$$

**Tabel 2** Hasil Prediksi untuk *item* T-Shirt

| No | Brand Nevada | P |     | S'(t) | S''(t) | S'''(t) | a      | b      | c      | F      |
|----|--------------|---|-----|-------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|
| 1  | T-Shirt      | 1 | 325 | 325   | 325    | 325     | 325    |        |        |        |
|    |              | 2 | 412 | 333,7 | 325,87 | 325,08  | 348,57 | 0,043  | 0,087  | 325    |
|    |              | 3 | 517 | 422,5 | 413,05 | 412,10  | 439,10 | 0,046  | 0,093  | 348,66 |
|    |              | 4 | 473 | 512,6 | 516,56 | 516,95  | 505,07 | -0,021 | -0,044 | 439,19 |
|    |              | 5 | 536 | 479,3 | 473,63 | 473,06  | 490,07 | 0,031  | 0,063  | 505,07 |
|    |              | 6 |     |       |        |         |        |        |        |        |

Langkah penyelesaian prediksi untuk *item* Denim Pants

a. Perhitungan periode kedua

1. Menentukan *Smoothing* Pertama  $S'_t$

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1} = 0.1(123) + (1-0.1)98 = 100,5$$

2. Menentukan *Smoothing* Kedua  $S''_t$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha)S''_{t-1} = 0.1(100,5) + (1-0.1)98 = 98,25$$

3. Menentukan *Smoothing* Ketiga  $S'''_t$

$$S'''_t = \alpha S''_t + (1-\alpha)S'''_{t-1} = 0.1(98,25) + (1-0.1)98 = 98,025$$

4. Menentukan besarnya nilai at (konstanta)

$$a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t = 3(100,5) - 3(98,25) + 98,025 = 104,775$$

5. Menentukan besarnya nilai bt (slope)

$$b_t = \frac{a}{2(1-a)^2} [(6-5a)S'_t - (10-8a)S''_t + (4-3a)S'''_t]$$

$$b_t = \frac{0.1}{2(1-0.1)^2} [(6-5(0.1))100,5 - (10-8(0.1))98,25 + (4-3(0.1))98,025] = 0,012$$

6. Menentukan nilai  $c_t$  dengan menggunakan rumus :

$$c_t = \frac{a^2}{(1-a)^2} (S'_t - 2S''_t + S'''_t) = \frac{0.1^2}{(1-0.1)^2} (100,5 - 2(98,25) + 98,025) = 0,025$$

7. Menentukan besarnya peramalan dengan rumus :

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) + \frac{1}{2} c_t(m)^2 = 104,775 + 0,012(1) + \frac{1}{2} 0,025(1)^2 = 104,812$$

b. Perhitungan periode ketiga

1. Menentukan *Smoothing* Pertama  $S'_t$

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1} = 0.1(178) + (1-0.1)123 = 128,5$$

2. Menentukan *Smoothing* Kedua  $S''_t$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha)S''_{t-1} = 0.1(128,5) + (1-0.1)123 = 123,55$$

3. Menentukan *Smoothing* Ketiga  $S'''_t$

$$S'''_t = \alpha S''_t + (1-\alpha)S'''_{t-1} = 0.1(123,55) + (1-0.1)123 = 123,055$$

4. Menentukan besarnya nilai at (konstanta)

$$a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t = 3(128,5) - 3(123,55) + 123,055 = 137,905$$

5. Menentukan besarnya nilai bt (slope)

$$b_t = \frac{a}{2(1-a)^2} [(6-5a)S'_t - (10-8a)S''_t + (4-3a)S'''_t]$$

$$b_t = \frac{0.1}{2(1-0.1)^2} [(6-5(0.1))128,5 - (10-8(0.1))123,55 + (4-3(0.1))123,055] = 0,027$$

6. Menentukan nilai  $c_t$  dengan menggunakan rumus :

$$c_t = \frac{a^2}{(1-a)^2} (S'_t - 2S''_t + S'''_t) = \frac{0.1^2}{(1-0.1)^2} (128,5 - 2(123,55) + 123,055) = 0,055$$

7. Menentukan besarnya peramalan dengan rumus :

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) + \frac{1}{2} c_t(m)^2 = 137,905 + 0,027(1) + \frac{1}{2} 0,055(1)^2 = 137,959$$

c. Perhitungan periode keempat

1. Menentukan *Smoothing* Pertama  $S'_t$

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1} = 0.1(191) + (1-0.1)178 = 179,3$$

2. Menentukan *Smoothing* Kedua  $S''_t$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha)S''_{t-1} = 0.1(179,3) + (1-0.1)178 = 178,13$$

3. Menentukan *Smoothing* Ketiga  $S'''_t$

$$S'''_t = \alpha S''_t + (1-\alpha)S'''_{t-1} = 0.1(178,13) + (1-0.1)178 = 178,013$$

4. Menentukan besarnya nilai at (konstanta)

$$a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t = 3(179,3) - 3(178,13) + 178,013 = 181,523$$

5. Menentukan besarnya nilai bt (slope)

$$b_t = \frac{a}{2(1-a)^2} [(6-5a)S'_t - (10-8a)S''_t + (4-3a)S'''_t]$$

$$b_t = \frac{0.1}{2(1-0.1)^2} [(6-5(0.1))179,3 - (10-8(0.1))178,13 + (4-3(0.1))178,013] = 0,006$$

6. Menentukan nilai  $c_t$  dengan menggunakan rumus :

$$c_t = \frac{a^2}{(1-a)^2} (S'_t - 2S''_t + S'''_t) = \frac{0.1^2}{(1-0.1)^2} (179,3 - 2(178,13) + 178,013) = 0,013$$

7. Menentukan besarnya peramalan dengan rumus :

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) + \frac{1}{2} c_t(m)^2 = 181,523 + 0,006(1) + \frac{1}{2} 0,013(1)^2 = 181,535$$

d. Perhitungan periode kelima

1. Menentukan *Smoothing* Pertama  $S'_t$

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1} = 0.1(208) + (1-0.1)191 = 192,7$$

2. Menentukan *Smoothing* Kedua  $S''_t$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha)S''_{t-1} = 0.1(192,7) + (1-0.1)191 = 191,17$$

3. Menentukan *Smoothing* Ketiga  $S'''_t$

$$S'''_t = \alpha S''_t + (1-\alpha)S'''_{t-1} = 0.1(191,17) + (1-0.1)191 = 191,017$$

4. Menentukan besarnya nilai at (konstanta)

$$a_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_t = 3(192,7) - 3(191,17) + 191,017 = 195,607$$

5. Menentukan besarnya nilai bt (slope)

$$b_t = \frac{a}{2(1-a)^2} [(6-5a)S'_t - (10-8a)S''_t + (4-3a)S'''_t]$$

$$b_t = \frac{0.1}{2(1-0.1)^2} [(6-5(0.1))192,7 - (10-8(0.1))191,17 + (4-3(0.1))191,017] = 0,008$$

6. Menentukan nilai  $c_t$  dengan menggunakan rumus :

$$c_t = \frac{a^2}{(1-a)^2} (S'_t - 2S''_t + S'''_t) = \frac{0.1^2}{(1-0.1)^2} (192,7 - 2(191,17) + 191,017) = 0,017$$

7. Menentukan besarnya peramalan dengan rumus :

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) + \frac{1}{2} c_t(m)^2 = 195,607 + 0,008(1) + \frac{1}{2} 0,017(1)^2 = 195,623$$

**Tabel 3** Hasil Prediksi untuk *item* Denim Pants

| No | Brand Nevada | P |     | S'(t) | S''(t) | S'''(t) | a      | b     | c     | F      |
|----|--------------|---|-----|-------|--------|---------|--------|-------|-------|--------|
| 1  | Denim Pants  | 1 | 98  | 98    | 98     | 98      | 98     |       |       |        |
|    |              | 2 | 123 | 100,5 | 98,25  | 98,025  | 104,77 | 0,012 | 0,025 | 98     |
|    |              | 3 | 178 | 128,5 | 123,55 | 123,055 | 137,90 | 0,027 | 0,055 | 104,81 |
|    |              | 4 | 191 | 179,3 | 178,13 | 178,013 | 181,52 | 0,006 | 0,013 | 137,95 |
|    |              | 5 | 208 | 192,7 | 191,17 | 191,107 | 195,60 | 0,008 | 0,017 | 181,53 |
|    |              | 6 |     |       |        |         |        |       |       |        |

Untuk proses item yang lain, sama seperti perhitungan prediksi pada item t-shirt dan denim pants. Berikut hasil dari item-item yang lain.

**Tabel 4** Hasil Prediksi untuk *item* Denim Long

| No | Brand Nevada | P |     | S'(t) | S''(t) | S'''(t) | a       | b      | c     | F       |
|----|--------------|---|-----|-------|--------|---------|---------|--------|-------|---------|
| 3  | Denim Long   | 1 | 323 | 323   | 323    | 323     | 323     |        |       |         |
|    |              | 2 | 375 | 328,2 | 323,52 | 323,05  | 337,09  | 0,025  | 0,052 | 323     |
|    |              | 3 | 353 | 372,8 | 374,78 | 374,97  | -630,96 | -0,010 | -0,02 | 337,14  |
|    |              | 4 | 373 | 355   | 353,2  | 353,02  | 358,42  | 0,009  | 0,02  | -630,96 |
|    |              | 5 | 403 | 376   | 373,3  | 393,03  | 401,13  | 0,136  | 0,276 | 358,43  |
|    |              | 6 |     |       |        |         |         |        |       |         |

**Tabel 5** Hasil Prediksi untuk *item* Wangky

| No | Brand Nevada | P |     | S'(t) | S''(t) | S'''(t) | a      | B      | c     | F      |
|----|--------------|---|-----|-------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|
| 4  | Wangky       | 1 | 424 | 424   | 424    | 424     | 424    |        |       |        |
|    |              | 2 | 391 | 420,7 | 423,67 | 466,36  | 457,45 | 0,24   | 0,490 | 424    |
|    |              | 3 | 460 | 379,9 | 391,69 | 391,06  | 355,69 | -0,07  | 0,151 | 457,94 |
|    |              | 4 | 437 | 457,7 | 459,77 | 459,97  | 453,76 | -0,04  | 0,147 | 355,54 |
|    |              | 5 | 472 | 436   | 436,9  | 436,99  | 434,29 | -0,004 | -0,01 | 453,79 |
|    |              | 6 |     |       |        |         |        |        |       |        |

**Tabel 6** Hasil Prediksi untuk *item* Kemeja

| No | Brand Nevada | P |     | S'(t) | S''(t) | S'''(t) | a      | B      | c     | F      |
|----|--------------|---|-----|-------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|
| 5  | Kemeja       | 1 | 237 | 237   | 237    | 237     | 237    |        |       |        |
|    |              | 2 | 256 | 238,9 | 237,19 | 237,01  | 242,14 | 0,009  | 0,01  | 237    |
|    |              | 3 | 307 | 261,1 | 256,51 | 281,65  | 295,42 | 0,181  | 0,36  | 242,16 |
|    |              | 4 | 395 | 315,8 | 307,88 | 307,08  | 330,84 | 0,043  | 0,08  | 295,78 |
|    |              | 5 | 369 | 392,4 | 394,74 | 394,97  | 387,95 | -0,012 | -0,02 | 330,93 |
|    |              | 6 |     |       |        |         |        |        |       |        |

Maka hasil tabel peramalan tahun 2016 untuk *Brand* Nevada pada divisi *Children World* PT. Matahari Departement Store Thamrin Plaza adalah sebagai berikut :

**Tabel 7** Hasil Prediksi Dari Semua *Item* Pada *Brand* Nevada

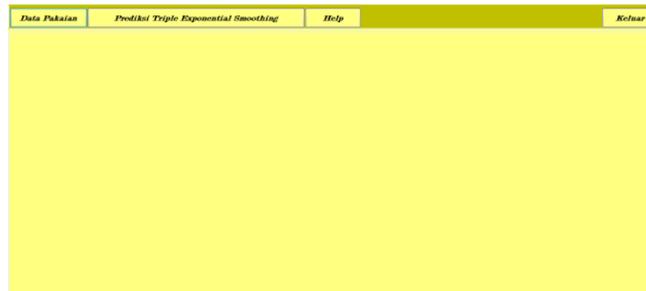
| No | Brand dan Item Nevada | Hasil Peramalan 2016 |
|----|-----------------------|----------------------|
| 1  | T-Shirt               | 490,135              |
| 2  | Denim Pants           | 195,623              |
| 3  | Denim Long            | 401,404              |
| 4  | Wangky                | 434,281              |
| 5  | Kemeja                | 387,928              |

Dari hasil perhitungan yang telah peneliti lakukan, dapat dilihat bahwa *item fast moving* tertinggi adalah T-Shirt dengan nilai peramalan 490,135 dan untuk *item slow moving* terendah adalah Denim Pants dengan nilai peramalan 195,623.

Berdasarkan hasil penelitian dan proses metode prediksi yang digunakan, maka implementasi yang menggunakan aplikasi Microsoft Visual Studio.Net 2008 ini dapat dilihat seperti gambar dibawah ini :

1. Tampilan Menu Utama

*Form* ini merupakan tampilan menu utama pada aplikasi prediksi untuk penentuan *item fast moving* dan *slow moving* pada PT. Matahari Departement Store. *Form* ini terdiri dari menu *strip* untuk sajian dalam penggunaan aplikasi prediksi *Triple Exponential Smoothing*.



**Gambar 2** Tampilan Menu Utama Aplikasi Prediksi

2. *Form Data Pakaian*

*Form Data Pakaian* ini terdiri dari beberapa *text box* yang berfungsi untuk memasukkan kode, jumlah, hingga tahun yang akan diprediksi untuk barang ataupun *item-item* yang terdapat dari masing-masing *brand* di PT. Matahari Departement Store Thamrin Plaza Medan. Dapat dilihat pula dari gambar tampilan *form* data pakaian ini mengenai kategori-kategori masing-masing jumlah *item* yang terdapat dalam suatu *brand* pada PT. Matahari Departement Store Thamrin Plaza Medan.



**Gambar 3** Tampilan *Form Pakaian* Aplikasi Prediksi

3. *Form Triple Exponential Smoothing*

Pada *form* ini akan diselesaikan dan diperhitungkan jumlah dari prediksi untuk kategori *item-item* yang mana tegolong ke dalam *fast moving* ataupun *slow moving*. Di dalam *form Triple Exponential Smoothing* terdapat beberapa *textbox* yang akan memperlihatkan hasil dank ode masing-masing barang untuk kategori penjualan pada masing-masing *brand* disetiap *item-item* tersebut.



**Gambar 4** Tampilan *Form Triple Exponential Smoothing* Untuk Aplikasi Prediksi

**KESIMPULAN**

1. Penentuan item fast moving dan slow moving dapat dilakukan dengan menganalisa customer count berdasarkan data 4 periode terakhir untuk prediksi periode berikutnya.
2. Prediksi item fast moving dan slow moving dapat dilakukan dengan menerapkan metode Exponential Smoothing dengan Tiga Paramater yaitu Triple Exponential Smoothing.
3. Aplikasi prediksi item fast moving dan slow moving telah selesai dirancang dengan menggunakan Microsoft Visual Studio 2008.Net sesuai dengan perancangan yang terdapat pada bab analisa dan perancangan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- A. S Rossa-M. Salahuddin, 2011. *Rekayasa Perangkat Lunak*, Penerbit Informatika, Bandung.
- Ahmad Subagyo, 2007. *Studi Kelayakan*, Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Ahman Sutardi, Endang Budiasih, 2007. *Sediakan dan Hitung Stock Agar Tak Kehilangan Konsumen*, Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Albertus Ong, 2004. *Menggunakan MYOB Premier 8 dan MYOB Accounting 14*, Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- David M. Kroenke, 2005. *Database Processing Fundamental, Design, dan Implementation*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Eddy Herjanto, 2008. *Manajemen Operasi Edisi Ketiga*, Penerbit Grasindo, Depok.
- Freddy Rangkuti, 2009. *Strategi Promosi yang Kreatif dan Analisis Kasus Integrated Marketing Communication*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hermawan Kartajaya, 2002. *Hermawan Kartajaya On Marketing*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hery Prasetya, Fitri Lukiastruti, 2009. *Manajemen Operasi*, Penerbit MedPress (Anggota IKAPI), Yogyakarta.
- Mark Plus, Co, 2005. *Mark Plus On Strategy*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

## IMPLEMENTASI ALGORITMA NSA (NATIONAL SECURITY OF AMERICA) SECURE ERASURE DALAM PEMROSESAN SHEREDDING DATA FILE

Siska Vetriani Zega<sup>1</sup>, Abdul Sani Sembiring<sup>2</sup>

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
Dosen Tetap STMIK Budi Darma Medan  
siskazega1@gmail.com

**Abstrak.** *Shredding File* merupakan cara menghapus file, tapi file yang dihapus benar-benar hilang dari komputer tidak seperti fungsi delete pada windows. File yang dihapus menggunakan fungsi ini tidak dapat dikembalikan lagi menggunakan aplikasi manapun. Dan *Shredding File* ada kecocokan dengan metode atau algoritma NSA Secure Erasure, metode ini yaitu melakukan penghapusan dengan cara pemutihan data sebanyak tujuh kali, metode ini sangat cocok untuk melakukan penghapusan data secara aman dengan kemungkinan dapat dikembalikan sangat kecil. Untuk mengatasi masalah ini, dapat digunakan shredding file atau penghapusan data secara secure pada cluster media penyimpanan data tersebut. Agar program aplikasi yang dapat mengembalikan file tersebut tidak dapat membaca lokasi file itu. Secara umum prinsip kerja file shredder ini adalah dengan menimpa alamat register suatu file kemudian menghapus alamat register dari file tersebut. Hal ini yang menyebabkan mengapa penulis mengambil metode atau algoritma National Security of America Secure Erasure karena algoritma National Security of America Secure Erasure juga hampir sama prinsip kerjanya dengan file shredder, jadi ada kecocokan antara metode dengan perangkat lunak yang akan penulis buat. Dengan melakukan pemecahan terhadap file yang akan dihapus, walaupun seandainya file hasil penghapusan dapat di-recovery kembali, file tidak dapat kembali secara utuh karena telah terpecah menjadi beberapa bagian yang lebih kecil. Untuk itu, terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap cara kerja metode National Security of America Secure Erasure dalam melakukan penghapusan file. Berdasarkan hasil analisa yang diperoleh, metode ini melakukan penghapusan file dengan cara mengubah nama file secara acak.

**Kata Kunci :** Penghapusan File, Algoritma National Security Of America.

### PENDAHULUAN

Shredding File merupakan cara menghapus file, tapi file yang dihapus benar-benar hilang dari komputer tidak seperti fungsi delete pada windows. File yang dihapus menggunakan fungsi ini tidak dapat dikembalikan lagi menggunakan aplikasi manapun. Dan *Shredding File* ada kecocokan dengan metode atau algoritma NSA (National Security Of America) Secure Erasure, metode ini yaitu melakukan penghapusan dengan cara pemutihan data sebanyak tujuh kali, metode ini sangat cocok untuk melakukan penghapusan data secara aman dengan kemungkinan dapat dikembalikan sangat kecil.

Hal ini dapat merugikan pengguna komputer tersebut. Ketika data yang dihapus merupakan data yang bersifat pribadi, penting, juga tidak boleh diketahui orang lain, maka pengguna harus berhati-hati dalam menghapus dan data tersebut harus benar-benar hilang dari media penyimpanan data. Untuk mengatasi masalah ini, dapat digunakan shredding file atau penghapusan data secara secure pada cluster media penyimpanan data tersebut. Agar program aplikasi yang dapat mengembalikan file tersebut tidak dapat membaca lokasi file itu. Secara umum prinsip kerja file shredder ini adalah dengan menimpa alamat register suatu file kemudian menghapus alamat register dari file tersebut. Hal ini yang menyebabkan mengapa penulis mengambil metode atau algoritma National Security of America Secure Erasure karena algoritma National Security of America Secure Erasure juga hampir sama prinsip kerjanya dengan file shredder, jadi ada kecocokan antara metode dengan perangkat lunak yang akan penulis buat.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Data yang digunakan dalam proses metode NSA Secure Erasure untuk menghapus data file, dengan file yang digunakan berekstensi doc dan txt.

#### Metode

Algoritma Nsa Secure Erasure National Security of America Secure Erasure merupakan sebuah algoritma yang dikembangkan oleh departemen pertahanan Amerika Serikat yang pertama kali diprakarsai oleh Peter Gutman. Peter Gutman memiliki ide untuk mengembangkan algoritma ini dari cara departemen pertahanan Amerika Serikat dalam memusnahkan dokumen-dokumen rahasia yang sudah tidak

diperlukan lagi. Dokumen-dokumen ini dimusnahkan dengan cara dicacah menjadi beberapa bagian sebelum dibakar. Dari proses pencacahan ini, Peter Gutman memiliki ide untuk mengembangkan pemusnahan data pada sebuah media penyimpanan data dengan cara mencacah dan memutihkan file tersebut. (L. C. Martel, Data Recovery Service Providers, DriverSaver Data Recovery, Inc., 2013).

Dengan melakukan pemecahan terhadap file yang akan dihapus, walaupun seandainya file hasil penghapusan dapat di-recovery kembali, file tidak dapat kembali secara utuh karena telah terpecah menjadi beberapa bagian yang lebih kecil. Untuk itu, terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap cara kerja metode National Security of America Secure Erasure dalam melakukan penghapusan file. Berdasarkan hasil analisa yang diperoleh, metode ini melakukan penghapusan file dengan cara mengubah nama file secara acak. Setelah itu, file ini “diputihkan” dengan cara menghapus data registry dari nama file sebelumnya. Proses ini diulangi sesuai dengan level keamanan yang diinginkan. Semakin tinggi nilai perulangan yang ditentukan, semakin tinggi pula tingkat keamanan penghapusan file tersebut.

Algoritma *National Security of America Secure Erasure* yang mana dalam tahapan-tahapan proses kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Buka file dokumen yang akan dihapus
2. Pecah file dokumen menjadi “n” bagian.
3. Catat alamat register hasil pemecahan ke dalam register sistem.
4. Catat alamat index file hasil pemecahan pada media penyimpanan data.
5. Timpakan layer data kosong pada setiap alamat index file.
6. Timpakan alamat index file bagian pemecahan paling akhir ke alamat index file paling awal.
7. Ulangi langkah enam hingga seluruh alamat index file berisi alamat index file yang berbeda
8. Ulangi langkah empat sampai langkah tujuh sebanyak tujuh kali.

Karena menggunakan sistem pemecahan dan pemutihan sebanyak tujuh kali, algoritma *National Security of America Secure Erasure* ini benar-benar aman dalam melakukan penghapusan terhadap sebuah file.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dengan melakukan pemecahan terhadap file yang akan dihapus, walaupun seandainya file hasil penghapusan dapat di-recovery kembali, file tidak dapat kembali secara utuh karena telah terpecah menjadi beberapa bagian yang lebih kecil. Untuk itu, terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap cara kerja metode National Security of America Secure Erasure dalam melakukan penghapusan file. Berdasarkan hasil analisa yang diperoleh, metode ini melakukan penghapusan file dengan cara mengubah nama file secara acak. Setelah itu, file ini “diputihkan” dengan cara menghapus data registry dari nama file sebelumnya. Proses ini diulangi sesuai dengan level keamanan yang diinginkan. Semakin tinggi nilai perulangan yang ditentukan, semakin tinggi pula tingkat keamanan penghapusan file tersebut.

Salah satu metode yang digunakan untuk melakukan sanitasi data ialah melakukan penulisan ulang pada blok yang berisi data agar data tersebut tidak dapat dilakukan proses pemulihan kembali. Dua buah metode *block overwriting* untuk melakukan penghapusan ialah DoD 5220.22M dan Gutmann. DoD 5220.22M merupakan standar Departemen of Defense yang melakukan *overwriting* sebanyak 3 *passes* yaitu *bit 0*, *bit 1*, dan *random bit*. Sedangkan Gutmann melakukan proses *overwriting* sebanyak 35 *passes*.

**Tabel 1.** Pola bit untuk overwriting pada DoD 5220.22

| Data Destruction Algorithm | Overwriting Pass                                      | Verification Pass |
|----------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|
| US Standard DoD 5220.22    | Pass 1: 0x00<br>Pass 2: 0x01<br>Pass 3: <i>Random</i> | 3                 |

**Tabel 2.** Pola bit untuk overwriting pada Gutmann

| Pass  | Overwritten bit pattern                                                                   |                                  |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|       | Binary notation                                                                           | Random                           |
| 1-4   | Random                                                                                    | Random                           |
| 5     | 0101010101010101010101010101                                                              | 55 55 55                         |
| 6     | 1010101010101010101010101010                                                              | AA AA AA                         |
| 7-9   | 100100100100100100100100100<br>010010010010010010010010010<br>001001001001001001001001001 | 92 49 24<br>49 24 92<br>24 92 49 |
| 10    | 0000000000000000000000000000                                                              | 00 00 00                         |
| 11    | 0001000100010001000100010001                                                              | 11 11 11                         |
| 12    | 0010001000100010001000100010                                                              | 22 22 22                         |
| 13-25 | <i>Bitpattern from 10 to 25</i>                                                           | 33 33 33 – FF FF FF              |

|       |                                                                                  |                                  |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|       | <i>increase by 0x01 (00 00 00 – FF FF FF)</i>                                    |                                  |
| 26-28 | <i>same as 7-9</i>                                                               | 92 49 24<br>49 24 92<br>24 92 49 |
| 29-31 | 011011011011011011011011<br>101101101101101101101101<br>110110110110110110110110 | 6D B6 DB<br>B6 DB 6D<br>DB 6D B6 |
| 32-35 | Random                                                                           | Random                           |

Penghapusan data pada hardisk secara normal hanya akan menghilangkan nama pada struktur direktori. Data masih terdapat pada hardisk dimana akan dapat dipulihkan sampai dengan lokasi data itu disimpan dilakukan proses *overwriting*. Hanya yang sama berlaku untuk kasus hardisk yang diformat. Penghancuran secara fisik maupun melakukan magnetisasi pada hardisk akan menjamin penghapusan data, namun akan sangat disayangkan karena hardisk tersebut tidak dapat digunakan kembali. Proses *overwriting* merupakan salah satu pilihan untuk dapat melakukan penghapusan data tanpa merusak hardisk agar dapat digunakan kembali. Data yang diujikan untuk melakukan penghapusan data adalah sebanyak 4280 buah file dengan berbagai macam kategori file yaitu terkompresi, dokumen, gambar, music, pdf, teks, video. Total ukuran data yang akan dihapus adalah 20 GB dengan jumlah partisi ≥ 20 GB. Berikut adalah perbandingan dari masing-masing teknik penghapusan.

**Tabel 3.** Perbandingan performansi teknik penghapusan

| NO | Deletion Teknik | Waktu           | Rata-rata CPU Usage | Rara-rata Disk I/O |
|----|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| 1  | Norma (OS)      | 1 menit 29 det  | 1,506 %             | 7,731 %            |
| 2  | DoD 5220.22     | 50 menit 34 det | 2,643 %             | 92,357 %           |
| 3  | Gutmann         | 8 jam 51m 3 det | 2,236 %             | 98,112 %           |

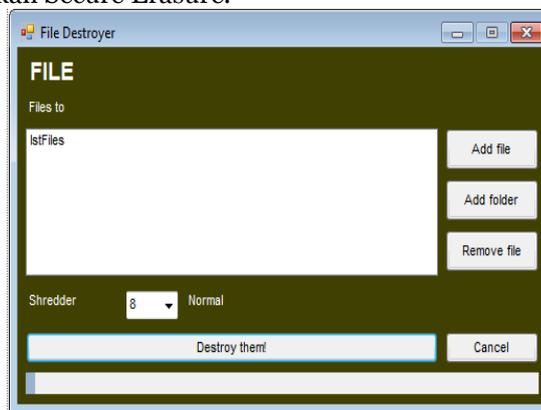
Pada skenario uji pemulihan data akan dilakukan proses *recovery* untuk mendapatkan kembali data yang telah dihapus dengan masing-masing teknik penghapusan yang telah diujikan sebelumnya. Skenario ini melibatkan lima buah perangkat lunak untuk pemulihan data. Berikut ini adalah banyaknya jumlah file berhasil dipulihkan kembali.

**Tabel 4** Jumlah file yang dapat dipulihkan dan total ukurannya

| NO | Recovery Tools  | Disc 1   |         | Disc 2   |         | Disc 3   |         |
|----|-----------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|    |                 | Loadable | Size    | Loadable | Size    | Loadable | Size    |
| 1  | FTK             | 4282     | 19,9 GB | 0        | 20,3GB  | 0        | 20,3 GB |
| 2  | EnCase          | 4255     | 19,9 GB | 0        | 19,9 GB | 0        | 60,6 GB |
| 3  | Recuva          | 4263     | 19,9 GB | 0        | 20 MB   | 0        | 89 MB   |
| 4  | Stellar Phoenix | 4280     | 19,9 GB | 0        | 89,1 MB | 0        | 89,1 MB |
| 5  | R-Studio        | 4280     | 19,9 GB | 0        | 40,2 GB | 0        | 40,2 GB |

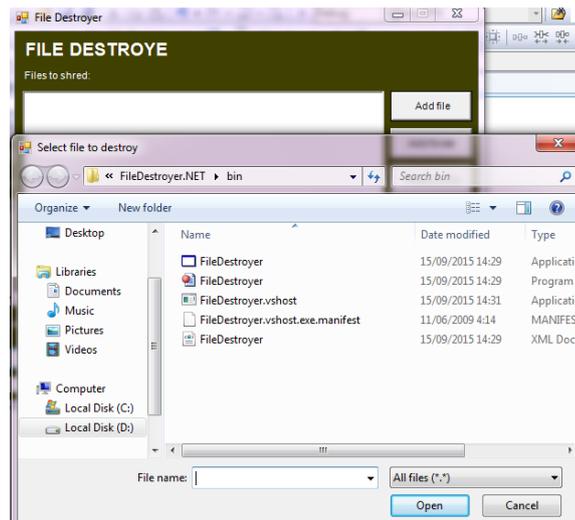
Tabel 4 pada kolom nomor 5 menggambarkan bahwa semua file pada Disk 1 dapat dibaca setelah dipulihkan kembali, sedangkan pada Disk 2 dan Disk 3 tidak terdapat satupun file yang dapat dibuka dan dibaca kembali. Hal ini dikarenakan file yang dapat dipulihkan pada Disk 2 dan Disk 3 adalah file *metadata* dari sistem berkas NTFS dan file sampah yang tidak mempunyai tipe file. Dari hasil diatas menunjukkan penghapusan dengan DoD 5220.22 dan Gutmann sudah cukup aman untuk menghilangkan data residu pada hardisk.

Halaman ini adalah halaman yang digunakan sebagai menu utama dari system yang sudah dibangun yang dipakai atau sudah menggunakan Secure Erasure.



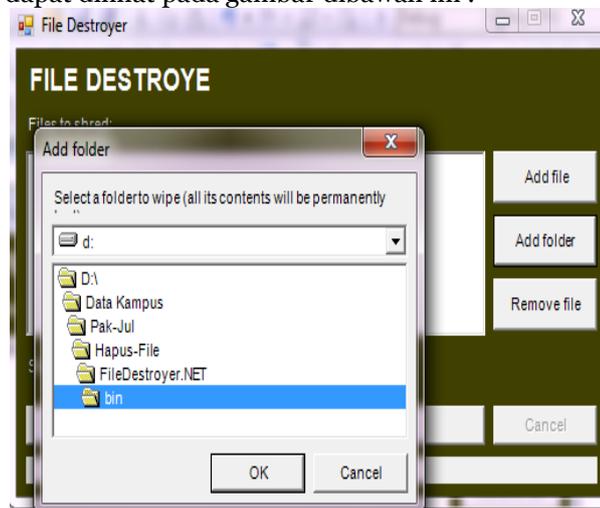
**Gambar 1** Implementasi Layar Home

Halaman ini dibuat untuk menginformasikan tentang penginputan data dengan mengklik pilihan Add File pada aplikasi yang dirancang, adapun gambarnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



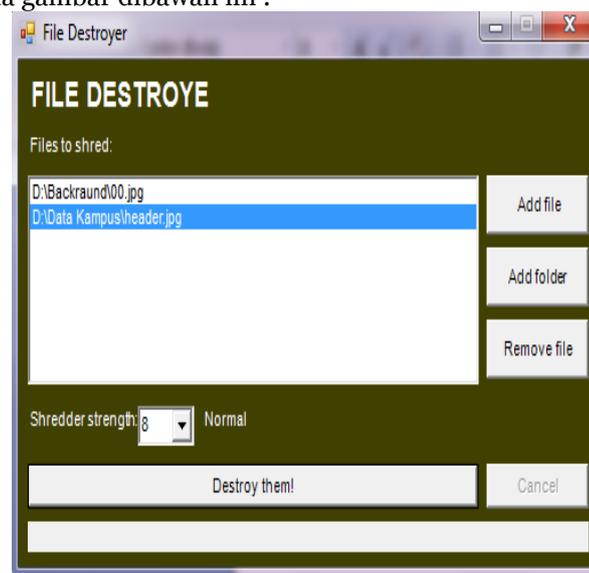
**Gambar 2** Implementasi Menu Add File

Halaman ini dibuat untuk menginputkan data kedalam aplikasi dengan cara mengklik tombol folder pada aplikasi, adapun gambarnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 3** Implementasi Menu Add Folder

Halaman ini dibuat untuk melakukan pemrosesan data dalam menghapus file atau folder, adapun gambarnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 4** Implementasi Remove Folder

**KESIMPULAN**

1. Dalam menghapus sebuah file, sistem operasi Windows, file tersebut tidak benar-benar hilang dari media penyimpanan data sehingga dapat dimunculkan sewaktu-waktu jika dibutuhkan.
2. File Shredder merupakan sebuah perangkat lunak yang berfungsi untuk menghapus sebuah file secara permanen. File yang dihapus dengan menggunakan perangkat lunak file shredder tidak dapat dimunculkan kembali seperti sedia kala.
3. File Shredder tidak dapat menghapus file-file yang diproteksi oleh sistem operasi seperti file yang sedang dijalankan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Darminto dan Julianty, 2002. Analisis dan Perancangan Sistem Informasi, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Halverson, M., 2000, Microsoft Visual Basic 6.0 Profesional, Cetakan Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta
- Jogiyanto, HM., 2002, Pengantar Komputer, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kendall, K.E, dan J.E. Kendall, 2003, Analisa Dan Perancangan Sistem, Edisi-5, Jilid I Dan Jilid II, Alih Bahasa Thamrin Abdul Hafedh, Penerbit P.T. Indeks, Jakarta
- Kurniadi, A., 2000, Microsoft Visual Basic 6.0, Penerbit Elex Media utindo, Jakarta
- McLeod., R., 2001, Management Information Systems, Jilid I Edisi ke-7, Alih Bahasa Hendra Teguh, Penerbit PT. Prenhallindo, Jakarta.
- Peter Gutmann, 2000, The Design and Verification of a Cryptographic Security Architecture.
- Syahrul dan Nizar, 2000, Manajemen Sistem Informasi, Penerbit PT. Indeks, Jakarta.
- Wilkinson, 2003, Management Information Systems, Penerbit PT. Prenhallindo, Jakarta.

## PERANCANGAN APLIKASI KRIPTOGRAFI DENGAN ALGORITMA BLOWFISH DAN MENGKOMPRESI FILE TEKS MENGGUNAKAN ALGORITMA LEMPEL ZIV WELCH

Abdul Mustopa Hasibuan

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
pandi.simangunsong@gmail.com

**Abstrak.** Pengiriman informasi melalui jaringan elektronik memerlukan suatu proses yang menjamin keamanan dan keutuhan dari informasi yang dikirimkan tersebut, informasi tersebut harus tetap rahasia selama pengiriman dan harus tetap asli pada saat penerimaan di tujuan, setelah data tersebut diamankan maka data yang telah diamankan di kompresi untuk pengecilan ukuran suatu data. Tujuan dari kompresi ini adalah untuk mempercepat pengiriman data atau informasi tersebut. Algoritma Blowfish akan lebih optimal jika digunakan untuk aplikasi yang tidak sering berganti kunci, seperti jaringan komunikasi atau enkripsi file otomatis. Blowfish merupakan algoritma yang tidak dipatenkan dan *licensefree*, dan tersedia secara gratis untuk berbagai macam kegunaan (Dony Ariyus, 2008:204). Sedangkan algoritma Lempel zip Welch algoritma ini melakukan kompresi dengan menggunakan *dictionary*, di mana fragmen-fragmen teks digantikan dengan indeks yang diperoleh dari sebuah "kamus". Rancangan aplikasi, setelah data diamankan dengan menerapkan metode blowfish dan data tersebut di kompresi dengan menggunakan metode Lempel zip Welch, maka saat pengiriman informasi ukuran data tersebut bisa lebih kecil dari sebelumnya.

**Kata Kunci :** Kriptografi, Kompresi, Enkripsi, Blowfish, Lempel Ziv welch, LZW

### PENDAHULUAN

Pengiriman informasi melalui jaringan elektronik memerlukan suatu proses yang menjamin keamanan dan keutuhan dari informasi yang dikirimkan tersebut. Informasi tersebut harus tetap rahasia selama pengiriman dan harus tetap asli pada saat penerimaan di tujuan. Untuk memenuhi hal tersebut, dilakukan proses enkripsi dan dekripsi terhadap informasi yang akan dikirimkan. Enkripsi dilakukan pada saat pengiriman dengan cara mengkonversi informasi asli menjadi informasi terenkripsi sedangkan dekripsi dilakukan pada saat penerimaan dengan cara mengkonversi informasi terenkripsi menjadi informasi asli. Keamanan dan kecepatan merupakan hal yang penting dalam komunikasi menggunakan komputer dan jaringan. Kriptografi klasik adalah suatu algoritma yang menggunakan satu kunci untuk mengamankan data. Dua teknik dasar yang biasa digunakan adalah substitusi dan transposisi (permutasi). Keamanan dan kecepatan merupakan hal yang penting dalam komunikasi menggunakan komputer dan jaringan. Kompresi data juga memiliki tujuan untuk dapat mengurangi ukuran data dan dapat disimpan pada media penyimpanan yang memiliki ukuran relatif kecil.

Algoritma yang digunakan oleh orang untuk melakukan pengamanan data tersebut, diantaranya adalah *Algoritma Blowfish*. *Blowfish* merupakan algoritma kunci simetri chiper blok yang dirancang pada tahun 1993 oleh Bruce Schneier untuk menggantikan DES. Selanjutnya dalam hal kompresi juga memiliki berbagai macam algoritma yang digunakan, salah satunya adalah algoritma LZW. Algoritma LZW merupakan algoritma kompresi yang bersifat *lossless* dan menggunakan metode *dictionary*. Algoritma ini ditemukan oleh *lempel*, *Ziv*, dan *Welch* pada tahun 1984.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Kriptografi berasal dari bahasa Yunani yaitu *cryptós* yang artinya "rahasia" (yang tersembunyi) dan *gráphein* yang artinya "*writting*" (tulisan). Jadi, kriptografi berarti "*secret writting*" (tulisan rahasia). Definisi yang dikemukakan oleh Bruce Schneier (1996), kriptografi adalah ilmu dan seni untuk menjaga keamanan pesan (*Cryptography is the art and science of keeping messages secure*). Sebuah teknik rahasia dalam penulisan, dengan karakter khusus, dengan menggunakan huruf dan karakter di luar bentuk aslinya, atau dengan metode- metode lain yang hanya dapat dipahami oleh pihak-pihak yang memproses kunci, juga semua hal yang ditulis dengan cara seperti ini.

#### Metode

*Blowfish* diciptakan oleh seorang *Cryptanalyst* bernama Bruce Schneier, Presiden perusahaan *Counterpane Internet Security, Inc* (Perusahaan konsultan tentang kriptografi dan keamanan komputer) dan dipublikasikan tahun 1994. Dibuat untuk digunakan pada komputer yang mempunyai *microposeor* besar (32-bit keatas dengan *cache* data yang besar). *Blowfish* merupakan *algoritma* yang tidak dipatenkan dan *licensefree*, dan tersedia secara gratis untuk berbagai macam kegunaan (Dony Ariyus, 2008:204).

Algoritma LZW(Lempel Zip Welch), Algoritma ini melakukan kompresi dengan menggunakan *dictionary*, di mana fragmen-fragmen teks digantikan dengan indeks yang diperoleh dari sebuah “kamus”. Berikut yang akan dibahas pada subbab ini adalah algoritma pemampatan LZW . Algoritma pemampatan LZW :

1. *Dictionary* diinisialisasi dengan semua karakter dasar yang ada : {'A'..'Z','a'..'z','o'..'9'}.
2. *P* = karakter pertama dalam *stream* karakter.
3. *C* = karakter berikutnya dalam *stream* karakter.
4. Apakah *string* (*P + C*) terdapat dalam *dictionary* ?
  - a. Jika ya, maka  $P = P + C$  (gabungkan *P* dan *C* menjadi *string* baru).
  - b. Jika tidak, maka :
    - i. *Output* sebuah kode untuk menggantikan *string P*.
    - ii. Tambahkan *string* (*P + C*) ke dalam *dictionary* dan berikan nomor/kode berikutnya yang belum digunakan dalam *dictionary* untuk *string* tersebut.
    - iii.  $P = C$ .
5. Apakah masih ada karakter berikutnya dalam *stream* karakter ?
  - a. Jika ya, maka kembali ke langkah 2.
  - b. Jika tidak, maka *output* kode yang menggantikan *string P*, lalu terminasi proses (*stop*).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses enkripsi pada algoritma blowfish, maka dibuat contoh, perhitungan manual yang terjadi pada proses enkripsi. Dalam hal ini, digunakan parameter sebagai berikut :

Plaintext = ABDULHSB

Kunci = 2905

Langkah perhitungan yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Inisialisasi P-Array ( $P_1, P_2, \dots, P_{18}$ ) masing-masing 32 bit.
2. Inisialisasi S-Array yang berjumlah masing-masing 255 dalam bentuk hexadecimal yang kemudian dikonversi ke biner, seperti tabel 4.2.

**Tabel 1.** Konversi S-Array ke Biner

| S-Array | Hexa     | Konversi Biner                      |
|---------|----------|-------------------------------------|
| S1,0    | D1310BA6 | 11010001 00110001 00001011 10100110 |
| ...     |          |                                     |
| S1,255  | 6E85076A | 01101110 10000101 00000111 01101010 |
| S2,0    | 4B7A70E9 | 01001011 01111010 01110000 11101001 |
| ...     |          |                                     |
| S2,255  | DB83ADF7 | 11011011 10000011 10101101 11110111 |
| S3,0    | E93D5A68 | 11101001 00111101 01011010 01101000 |
| ...     |          |                                     |
| S3,255  | 406000E0 | 01000000 01100000 00000000 11100000 |
| S4,0    | 3A39CE37 | 00111010 00111001 11001110 00110111 |
| ...     |          |                                     |
| S4,255  | 3AC372E6 | 00111010 11000011 01110010 11100110 |

3. Plaintext = ABDULHSB

**Tabel 2.** Konversi Plaintext Ke Biner

| Karakter | ASCII (Hexa) | Biner    |
|----------|--------------|----------|
| A        | 41           | 01000001 |
| B        | 42           | 01000010 |
| D        | 44           | 01000100 |
| U        | 55           | 01010101 |
| L        | 4C           | 01001100 |
| H        | 48           | 01001000 |
| S        | 53           | 01010011 |
| B        | 42           | 01000010 |

4. Kemudian Plaintext dibagi menjadi 2 bagian XL dan XR menjadi :  
 XL = 01000001 01000010 01000100 01010101  
 XR = 01001100 01001000 01010011 01000010
5. Pembangkitan Sub Kunci :  
 Kunci : 290

**Tabel 3.** Konversi Kunci Ke Biner

| Karakter | ASCII (Hexa) | Biner    |
|----------|--------------|----------|
| 2        | 32           | 00110010 |
| 9        | 39           | 00111001 |
| 0        | 30           | 00110000 |
| 5        | 35           | 00110101 |

Kemudian XL dan XR digabungkan sehingga menjadi 64 bit.

00010100 01100100 00010101 11011010 11100010 00000011 00010111 11111111

Nilai biner tersebut di konversikan ke dalam kode ASCII sehingga menghasilkan ciphertext yaitu :  
“DC4 d NAK Ú â ETX ETB ÿ”

Kompresi Lempel Ziv Welch

Hasil dari enkripsi adalah “DC4 d NAK Ú â ETX ETB ÿ”, yang akan dikompresi dengan algoritma LZW, prosesnya adalah sebagai berikut :

**Tabel 4** Proses Kompresi Lempel Ziv Welch

| Step | Input Karakter | Temporary c + w | In Dictionary | Kamus Baru | Output |
|------|----------------|-----------------|---------------|------------|--------|
| 1    | DC4            | DC4, d          | tidak         | [DC4, d]   | DC4    |
| 2    | d              | d,NAK           | tidak         | [d,NAK]    | d      |
| 3    | NAK            | NAK, Ú          | tidak         | [NAK, Ú]   | NAK    |
| 4    | Ú              | Ú, â            | tidak         | [Ú, â]     | Ú      |
| 5    | â              | â,ETX           | tidak         | [â,ETX]    | â      |
| 6    | ETX            | ETX,ETB         | tidak         | [ETX,ETB]  | ETX    |
| 7    | ETB            | ETB, ÿ          | tidak         | [ETB, ÿ]   | ETB    |
| 8    | ÿ              | ÿ               | tidak         | [ÿ]        | ÿ      |

Langkah 1 input nilai DC4, C+W adalah DC4,d Apakah telah ada sebelumnya ? ”tidak” kamus baru menjadi [DC4, d] maka outputnya DC4 lakukan seterusnya hingga masih ada karakter berikutnya dalam Stream karakter :

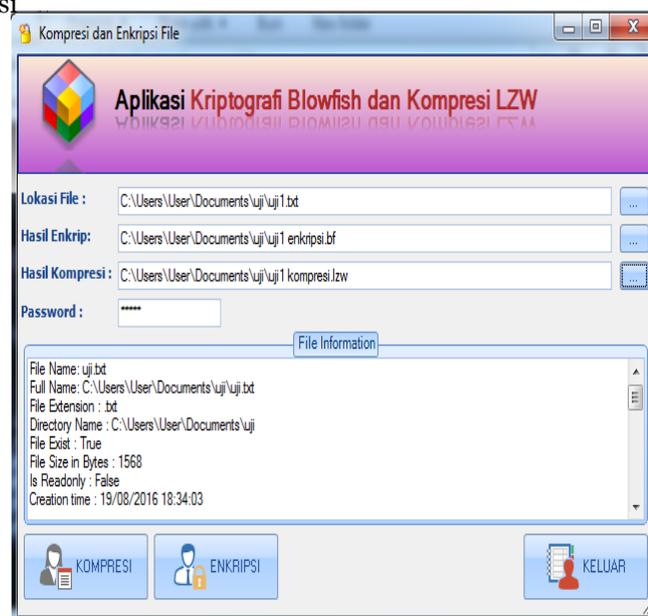
Stream karakter : “DC4 d NAK Ú â ETX ETB ÿ”

Total awal bit disimpan sebelum kompresi = Total Input \* bit dictionary  
= 8 \* 8 = 64

Besar file setelah dikompresi = Total Output \* bit dictionary  
= 7 \* 8 = 56

Rasio =  $\left(\frac{\text{Ukuran file terkompresi}}{\text{ukuran file asli}}\right) \times 100 \%$   
=  $\left(\frac{56}{64}\right) \times 100 \% = 87.5 \%$

Proses Kompresi dan dekripsi



**Gambar 2** Form Informasi Kompresi dan Enkripsi

## KESIMPULAN

1. *Blowfish* merupakan salah satu solusi yang baik untuk mengatasi masalah keamanan dan kerahasiaan data yang pada umumnya diterapkan dalam saluran komunikasi dan *file*.
2. Tingkat keamanan algoritma *blowfish* ditentukan oleh jumlah iterasi dan panjang kunci yang digunakan.
3. Penerapan metode dictionary dengan menggunakan algoritma LZW dalam aplikasi kompresi *file* ini memiliki waktu yang tidak terlalu cepat tergantung dari besar *file* yang tersedia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahra bin Ladjamudin. 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Jogiyanto H.M, 1999, *Analisis dan Disain Sistem Informasi*, Andi, Yogyakarta.
- Schneier, Bruce. 1990. *Applied Cryptography Second Edition: Protocols, Algorithms and Source Code in C*. California: John Wiley & Sons Inc.
- Ariyus Dony, 2006 , *Kriptografi Keamanan Data dan Komunikasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Dony Ariyus ,2008 , *Pengantar Ilmu Kriptografi Teori Analisis dan Implementasi*, Yogyakarta
- Pu, Ida Mengyi. 2006. *Fundamental Data Compression*. Oxford : Elsevier.
- Darma Putra. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI
- Adi Nugraha 2010, *Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek dengan Metode USDP*, yogyakarta.
- Hendrayudi 2011, *Dasar-dasar Pemrograman Microsoft VB 2008*, Satu Nusa, Bandung.

## JARINGAN SARAF TIRUAN MEMPREDIKSI PENJUALAN PRODUK TERLARIS DENGAN METODE BACKPROPAGATION (STUDI KASUS: INDOMARETTANJUNG MORAWA)

Agustinus F Sinurat

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
pandi.simangunsong@gmail.com

**Abstrak.** Penjualan merupakan pembelian sesuatu barang atau jasa dari suatu pihak kepada pihak lainnya dengan mendapatkan ganti uang dari pihak tersebut. Penjualan juga merupakan suatu sumber pendapatan perusahaan, semakin besar penjualan maka semakin besar pula pendapatan yang diperoleh perusahaan. Jaringan Saraf Tiruan (*artificial neural network*), atau disingkat *JST* memiliki kemampuan untuk belajar dan menghasilkan aturan atau operasi dari beberapa contoh atau input yang dimasukkan dan membuat prediksi tentang kemungkinan output yang akan muncul atau menyimpan karakteristik dari input yang disimpan kepadanya. *Backpropagation* merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang rumit karena jaringan dengan metode ini dilatih dengan menggunakan metode belajar terbimbing. Prediksi penjualan dapat dilihat dari hasil perhitungan metode *backpropagation* dengan proses latihan yang dilakukan secara berulang-ulang sehingga semua pola yang dikeluarkan jaringan dapat memenuhi pola yang diinginkan.

**Kata Kunci :** Penjualan Produk, Jaringan Saraf Tiruan, *Backpropagation*

### PENDAHULUAN

Penjualan merupakan pembelian sesuatu (barang atau jasa) dari suatu pihak kepada pihak lainnya dengan mendapatkan ganti uang dari pihak tersebut. Penjualan juga merupakan suatu sumber pendapatan perusahaan, semakin besar penjualan maka semakin besar pula pendapatan yang diperoleh perusahaan.. Kondisi dan kemampuan penjual Transaksi jual beli merupakan pemindahan hak milik secara komersial atas barang dan jasa, pada prinsipnya melibatkan dua pihak yaitu penjual sebagai pihak pertama dan pembeli sebagai pihak kedua. Keberhasilan dalam penjualan banyak dipengaruhi oleh faktor tertentu yang dapat meningkatkan aktivitas perusahaan, oleh karena itu manajer penjualan perlu memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi penjualan. Kondisi dan Kemampuan Penjual, Kondisi Pasar, Modal, Kondisi Organisasi Perusahaan dan Faktor-Faktor Lain”.

*Backpropagation* merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang rumit. Hal ini dimungkinkan karena jaringan dengan metode ini dilatih dengan menggunakan metode belajar terbimbing. Pada jaringan diberikan sepasang pola yang terdiri atas pola masukan dan pola yang diinginkan. Ketika suatu pola diberikan kepada jaringan, bobot-bobot diubah untuk memperkecil perbedaan pola keluaran dan pola yang diinginkan.

### BAHAN DAN METODE

Jaringan Sistem Saraf Tiruan Menurut Hermawan (2006), “Jaringan Saraf Tiruan didefinisikan sebagai suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan saraf manusia”. Jaringan Saraf Tiruan (*artificial neural network*), atau disingkat *JST* adalah sistem komputasi dimana arsitektur dan operasi diilhami dari pengetahuan tentang sel saraf biologi dan otak, yang merupakan salah satu representasi bantuan dari otak manusia yang selalu mencoba menstimulasi proses pembelajaran pada otak manusia tersebut.

Metode *Backpropagation*, Salah satu organisasi yang dikenal dan digunakan dalam paradigma jaringan saraf Perambatan Galat Mundur (*Backpropagation*) sebelum dikenal adanya jaringan saraf Perambatan Galat Mundur pada tahun 1950 – 1960, dikenal dua paradigma penting yang nantinya akan menjadi dasar dari jaringan saraf Perambatan Galat Mundur, yakni *Perceptron* dan *Adaline/Madaline (adaptive, linier, neuron / multilayer adaline)*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Adapun data-data yang akan dilatih dan diujikan ke dalam Jaringan Saraf Tiruan adalah sebagai berikut:  
**Tabel 1** Data Produk

| NO | NAMA      | PRODUKINDOMARET |      |      |      |      |      |      | Penjualan | TARGET |
|----|-----------|-----------------|------|------|------|------|------|------|-----------|--------|
|    |           | I               | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  |           |        |
| 1  | Terasi    | 3,20            | 3,25 | 3,40 | 3,55 | 3,10 | 3,30 | 3,25 | 3,27      | 10     |
| 2  | K. Bango  | 3,31            | 3,78 | 3,47 | 3,16 | 3,42 | 3,57 | 3,22 | 3,41      | 10     |
| 3  | K.ABC     | 3,31            | 3,78 | 3,44 | 2,84 | 3,19 | 3,60 | 2,97 | 3,30      | 10     |
| 4  | M. Bimoli | 3,75            | 3,69 | 3,72 | 4,00 | 3,75 | 3,80 | 4,00 | 3,81      | 11     |
| 5  | M.Sania   | 3,25            | 3,17 | 3,33 | 3,00 | 3,06 | 3,60 | 3,06 | 3,21      | 10     |
| 6  | Indofood  | 3,34            | 3,78 | 3,78 | 3,54 | 3,44 | 3,86 | 3,68 | 3,63      | 11     |
| 7  | Saus ABC  | 2,36            | 3,19 | 2,83 | 3,18 | 3,15 | 3,69 | 3,02 | 3,06      | 10     |
| 8  | Beras Me  | 2,94            | 3,58 | 3,36 | 2,87 | 3,44 | 3,62 | 3,28 | 3,29      | 10     |

Pada inisialisasi ditetapkan

$$X = \begin{matrix} 3,25 & 3,67 & 3,31 & 3,53 & 3,58 & 3,64 & 3,44 \\ 3,75 & 3,69 & 3,72 & 4,00 & 3,75 & 3,80 & 4,00 \end{matrix}$$

$$T = \begin{matrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{matrix}$$

Jumlah neuron pada *input layer* = 7  
 Jumlah neuron pada *hidden layer* = 7  
 Jumlah neuron pada *output layer* = 2  
 Learning rate ( $\alpha$ ) = 0,5  
 Maksimum *Epoch* = 1000  
 Target *Error* = 0,01

Bobot awal ( di tentukan secara acak):

- Bobot awal input ke *hidden*  

$$v = \begin{matrix} 3,20 & 3,25 & 3,40 & 3,55 & 3,10 & 3,30 & 3,25 \\ 3,31 & 3,78 & 3,47 & 3,16 & 3,42 & 3,57 & 3,22 \\ 3,31 & 3,78 & 3,44 & 2,84 & 3,19 & 3,60 & 2,97 \\ 3,75 & 3,69 & 3,72 & 4,00 & 3,75 & 3,80 & 4,00 \\ 3,25 & 3,17 & 3,33 & 3,00 & 3,06 & 3,60 & 3,06 \\ 3,34 & 3,78 & 3,78 & 3,54 & 3,44 & 3,86 & 3,68 \\ 2,36 & 3,19 & 2,83 & 3,18 & 3,15 & 3,69 & 3,02 \end{matrix}$$
- Bobot awal bias ke *hidden*  

$$v_0 = \begin{matrix} 3,38 & 3,36 & 3,31 & 3,45 & 3,67 & 3,83 & 3,08 \end{matrix}$$
- Bobot awal *hidden* ke *output*  

$$w = \begin{matrix} 3,56 & 3,27 \\ 3,41 & 3,89 \\ 3,30 & 3,57 \\ 3,81 & 3,66 \\ 3,21 & 3,48 \\ 3,63 & 3,78 \\ 3,06 & 3,27 \end{matrix}$$
- Bobot awal bias ke *output*  

$$w_0 = \begin{matrix} 3,06 \\ 3,48 \end{matrix}$$

Pembelajaran:  
 Epoch ke-1:  
 Data ke = 1  
 Operasi pada *hidden layer*

$$\delta_6 = \delta_{in6} * \left( \frac{1}{1 + e^{-z_{in6}}} \right) * \left[ 1 - \left( \frac{1}{1 + e^{-z_{in6}}} \right) \right]$$

$$\delta_6 = 0.000000029 * \left( \frac{1}{1 + e^{-92.6189}} \right) * \left[ 1 - \left( \frac{1}{1 + e^{-92.6189}} \right) \right] = 0.0000000035$$

$$\delta_6 = -0.0000000037 * \left( \frac{1}{1 + e^{-92.6189}} \right) * \left[ 1 - \left( \frac{1}{1 + e^{-92.6189}} \right) \right] = -0.00000000045$$

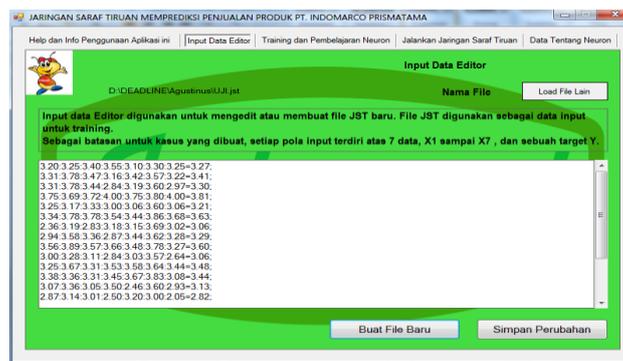
$$\delta_7 = \delta_{in7} * \left( \frac{1}{1 + e^{-z_{in7}}} \right) * \left[ 1 - \left( \frac{1}{1 + e^{-z_{in7}}} \right) \right]$$

$$\delta_7 = 0.000000024 * \left( \frac{1}{1 + e^{-84.1494}} \right) * \left[ 1 - \left( \frac{1}{1 + e^{-84.1494}} \right) \right] = -0.0000000046$$

$$\delta_7 = 0.0000000032 * \left( \frac{1}{1 + e^{-84.1494}} \right) * \left[ 1 - \left( \frac{1}{1 + e^{-84.1494}} \right) \right] = -0.00000000061$$

**Input Data Editor**

Pada *Input Data Editor* terdapat *button* untuk mengedit atau membuat file JST baru. Gambar untuk tampilan menu *Input Data Editor* dapat dilihat pada gambar 5.2.



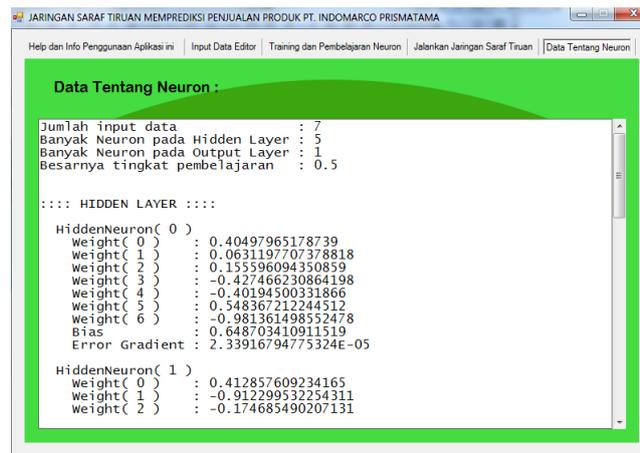
**Gambar 1** *Input Data Editor* Training & Pembelajaran Neuron

Pada *Training & Pembelajaran Neuron* terdapat *button* untuk mentraining file JST. Gambar untuk tampilan menu *Training & Pembelajaran Neuron* dapat dilihat pada gambar 5.3.



**Gambar 2** *Training & Pembelajaran Neuron*

Pada Jalankan JST dapat dilihat hasil prediksi dari *input* yang di ujikan. Gambar untuk tampilan menu Jalankan JST dapat dilihat pada gambar 5.4.



**Gambar 3** Data Tentang Neuron

## KESIMPULAN

1. Dengan adanya aplikasi ini, dapat membantu pengguna dalam menentukan Produk terlaris berdasarkan prediksi penjualan.
2. Jaringan Saraf Tiruan metode *Backpropagation* dapat diterapkan dalam menganalisa penjualan produk terlaris berdasarkan hasil penjualan dari tahun yang lampau sehingga semua pola yang dikeluarkan jaringan dapat memenuhi pola yang diinginkan.
3. Karena Jaringan Saraf Tiruan merupakan sistem yang baru maka hanya dapat berfungsi sebagai alat bantu sehingga untuk mengambil keputusan masih perlu menggunakan tambahan kebijakan yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anita Desiani & Muhammad Arhami.(2005). *Konsep Kecerdasan Buatan*, Penerbit Andi., Palembang.
- Suyanto, ST.2007. *Artificial Intelligence*, Penerbit Informatika,. Bandung.
- Sri Kusumadewi.2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Arief Hermawan.2006. *Jaringan Saraf Tiruan, Teori dan Aplikasi*, Penerbit Andi.,Yogyakarta.
- Diyah Puspitaningrum.2006. *Pengantar Jaringan Saraf Tiruan*, Penerbit Andi.,Yogyakarta.

## **APLIKASI OPTIMALISASI BIAYA PENGIRIMAN BARANG MENGUNAKAN METODE VAM PADA PT. SAMUDERA LAUTAN LUAS**

**Ahmad Riyan Dayani**

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan

[ahmad.riyan13@yahoo.com](mailto:ahmad.riyan13@yahoo.com)

**Abstrak.** Masalah transportasi adalah masalah pemrograman linier pada umumnya berhubungan dengan distribusi suatu produk tunggal dari beberapa sumber, dengan penawaran terbatas, menuju beberapa tujuan, dengan biaya tertentu pada biaya transport minimum. Tujuan dari model transportasi adalah merencanakan pengiriman sesuatu dari sumber-sumber ketujuan sedemikian rupa untuk meminimumkan total biaya transportasi. Dengan kendala-kendala yaitu setiap permintaan tujuan terpenuhi dan sumber tidak mungkin mengirim komoditas lebih besar dari kapasitas. Transportasi dikatakan tidak seimbang jika total jumlah antara sumber dan tujuan sama. Sedangkan transportasi dikatakan tidak seimbang jika sumber lebih besar dari tujuan atau jumlah sumber lebih kecil dari tujuan. Beberapa teknik perhitungan sebagai bahan pertimbangan yang baik dalam membuat suatu kebijakan agar keuntungan maksimum dapat tercapai oleh suatu perusahaan. Dalam hal ini untuk menentukan solusi awal yang layak digunakan metode Vogel's Approximation Method (VAM).

**Kata Kunci :** Transportasi, Pemrograman Linier, Vogel's Approximation Method

### **PENDAHULUAN**

Optimalisasi distribusi itu dapat dicapai ketika sebuah perusahaan dapat mengirimkan produk dalam kapasitas besar, dengan biaya yang lebih sedikit. Permasalahan transportasi merupakan masalah khusus dari persoalan program linier, karena mempunyai tipe karakteristik yang khusus pada fungsi kendala. Masalah transportasi dikembangkan untuk memecahkan masalah-masalah yang berhubungan dengan transportasi dan pendistribusian produk dari berbagai sumber ke berbagai tujuan untuk meminimumkan biaya transportasi, sehingga dalam permasalahan transportasi tersebut dapat diselesaikan dengan metode transportasi dalam program linier. Adapun masalah yang dihadapi oleh PT. Samudera Lautan Luas dalam pengiriman barang yang memiliki beberapa lintasan adalah kurang memperkirakan biaya hingga seminimal mungkin saat sampai ketujuan. Dalam pengiriman barang juga masih sering tidak sampai tepat waktu karena kendala dalam perjalanan yang ditempuh sering terjadi macet. Sehingga di butuhkan metode yang tepat untuk penyelesaian masalah pengiriman barang.

Terdapat beberapa metode untuk menyelesaikan masalah transportasi seperti, Metode *Northwest Corner*, Metode Biaya Terkecil, Metode *Vogel's Approximation Method (VAM)*, Metode *Modified Distribution (MODI)*, dan Metode *Stepping Stone*. Metode *Northwest Corner*, Metode Biaya Terkecil, dan Metode *Vogel's Approximation Method (VAM)* digunakan untuk mencari penyelesaian awal dari masalah *transshipment* sedangkan Metode *Modified Distribution (MODI)* dan Metode *Stepping Stone* digunakan untuk mengoptimalkan penyelesaian awal yang telah diperoleh sebelumnya dengan menggunakan ketiga metode di atas.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Proses pengiriman barang yang akan dibahas berdasarkan tujuan, ongkos kirim, permintaan dan muatan kendaraan. Sebagai sampel buat bahan penelitian ini tujuan Jakarta dengan ongkos kirim Rp. 27.000,00/kg dengan permintaan 50.000kg, untuk tujuan padang ongkong kirim Rp. 15.000,00/kg dengan permintaan 110.000kg dan untuk tujuan Palembang dengan ongkos kirim Rp.25.000/kg, permintaan 40.000kg. Sedangkan untuk muatan kendaraan berdasarkan jenis mobil yang akan digunakan, sebagai sampel Mitsubishi Fuso FN 527 ML 220 PS 6x4 muatan 90.000kg, Colt Diesel FE 71 4 Ban dengan muatan 60.000kg dan Mitsubishi Fuso F1 1217 4x2 muatan 50.000kg.

#### **Metode**

##### **Vogel's Approximation Method**

Metode ini lebih sederhana penggunaannya, karena tidak memerlukan *closed path* (jalur tertutup). *Vogel's Approximation Method* dilakukan dengan cara mencari selisih biaya terkecil dengan biaya terkecil berikutnya untuk setiap kolom maupun baris. Kemudian pilih selisih biaya terbesar dan alokasikan produk sebanyak mungkin ke sel yang memiliki biaya terkecil. Cara ini dilakukan secara berulang hingga semua produk sudah dialokasikan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Analisa masalah dapat didefenisikan sebagai penguraian dari suatu sistem informasi yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan, kesempatan, hambatan yang terjadi dan kebutuhan yang diharapkan sehingga diusulkan perbaikan-perbaikan. Pada PT. Samudera Lautan Luas akan melakukan pengiriman 3 barang dan 3 lokasi. Dengan lokasi pengiriman barang ke Jakarta, Padang, dan Palembang. Bagaimana cara pengiriman barang tersebut sampai lokasi yang dituju dan berapakan jumlah biaya angkut barang untuk keseluruhan transportasi.

Berikut langkah-langkah penerapan metode *Vogel's Approximation Method*:

1. Susunlah kebutuhan, kapasitas masing-masing sumber dan biaya pengangkutan ke dalam matriks transportasi.

**Tabel 1** Persoalan Metode *Vogel's Approximation Method*

| Kendaraan<br>Dari |              | Tujuan      |            |               | Muatan<br>/Kg |
|-------------------|--------------|-------------|------------|---------------|---------------|
|                   |              | Jakarta(Kg) | Padang(Kg) | Palembang(Kg) |               |
| Medan             | Fuso FN 527  | 20000       | 5000       | 8000          | 90.000        |
|                   | Colt Diesel  | 15000       | 20000      | 10000         | 60.000        |
|                   | Fuso F1 1217 | 25000       | 10000      | 19000         | 50.000        |
| Permintaan        |              | 50.000      | 110.000    | 40.000        | 200.000       |

2. Carilah perbedaan dari 2 biaya terkecil, yaitu biaya terkecil dan terkecil ke dua untuk setiap baris dan kolom

**Tabel 2** Langkah penyelesaian Pertama

| Kendaraan<br>Dari |              | Tujuan      |            |               | Muatan<br>/Kg |
|-------------------|--------------|-------------|------------|---------------|---------------|
|                   |              | Jakarta(Kg) | Padang(Kg) | Palembang(Kg) |               |
| Medan             | Fuso FN 527  | 20000       | 5000       | 8000          | 90.000        |
|                   | Colt Diesel  | 15000       | 20000      | 10000         | 60.000        |
|                   | Fuso F1 1217 | 25000       | 10000      | 19000         | 50.000        |
| Permintaan        |              | 50.000      | 110.000    | 40.000        | 200.000       |

3. Pilihlah 1 nilai perbedaan- perbedaan yang terbesar diantara semua nilai perbedaan pada kolom dan baris. Baris Fuso F1 1217 mempunyai nilai perbedaan terbesar yaitu 9000. Bila nilai perbedaan biaya ada 2 yang besarnya sama, maka pilihlah baris atau kolom yang mempunyai biaya terendah.

**Tabel 3** Langkah penyelesaian kedua

| Kendaraan<br>Dari |              | Tujuan      |            |               | Muatan<br>/Kg |
|-------------------|--------------|-------------|------------|---------------|---------------|
|                   |              | Jakarta(Kg) | Padang(Kg) | Palembang(Kg) |               |
| Medan             | Fuso FN 527  | 20000       | 5000       | 8000          | 90.000        |
|                   | Colt Diesel  | 15000       | 20000      | 10000         | 60.000        |
|                   | Fuso F1 1217 | 25000       | 10000      | 19000         | 50.000        |
| Permintaan        |              | 50.000      | 110.000    | 40.000        | 200.000       |

4. Isilah pada salah satu segi empat yang termasuk dalam kolom atau baris terpilih, yaitu pada segi empat yang mempunyai biaya terendah. Isikan sebanyak mungkin yang bisa dilakukan.

**Tabel 4** Langkah penyelesaian ketiga

| Kendaraan<br>Dari |              | Tujuan       |             |                | Muatan /Kg | Beda Baris |
|-------------------|--------------|--------------|-------------|----------------|------------|------------|
|                   |              | Jakarta (Kg) | Padang (Kg) | Palembang (Kg) |            |            |
| Medan             | Fuso FN 527  | 20000        | 5000        | 8000           | 90.000     | 3000       |
|                   | Colt Diesel  | 15000        | 20000       | 10000          | 60.000     | 5000       |
|                   | Fuso F1 1217 | 25000        | 10000       | 19000          | 50.000     | 9000       |
| <b>Permintaan</b> |              | 50.000       | 110.000     | 40.000         | 200.000    |            |
| <b>Beda Kolom</b> |              | 5000         | 5000        | 2000           |            |            |

5. Karena baris Fuso F1 1217 sudah diisi penuh sesuai dengan kapasitas, maka selanjutnya hilangkan baris Fuso F1 1217 karena baris Fuso F1 1217 sudah tidak mungkin diisi lagi. Kemudian tentukan kembali perbedaan biaya untuk kolom dan baris yang belum terisi. Ulangi langkah-langkah ini sampai semua baris dan kolom sepenuhnya teralokasi.

**Tabel 5** Langkah penyelesaian keempat

| Kendaraan<br>Dari |              | Tujuan       |             |                | Muatan /Kg | Beda Baris |
|-------------------|--------------|--------------|-------------|----------------|------------|------------|
|                   |              | Jakarta (Kg) | Padang (Kg) | Palembang (Kg) |            |            |
| Medan             | Fuso FN 527  | 20000        | 5000        | 8000           | 90000      | 3000       |
|                   | Colt Diesel  | 15000        | 20000       | 10000          | 60000      | 5000       |
|                   | Fuso F1 1217 |              | 50000       |                | 50000      | -          |
| <b>Permintaan</b> |              | 50000        | 110000      | 40000          | 200000     |            |
| <b>Beda Kolom</b> |              | 5000         | 15000       | 2000           |            |            |

Karena kolom Padang mempunyai perbedaan terbesar yaitu 15000, maka isilah sebanyak mungkin yang bisa diangkut pada kolom Padang yang mempunyai biaya terendah.

**Tabel 6** Langkah penyelesaian kelima

| Kendaraan<br>Dari |              | Tujuan       |             |                | Muatan /Kg | Beda Baris |
|-------------------|--------------|--------------|-------------|----------------|------------|------------|
|                   |              | Jakarta (Kg) | Padang (Kg) | Palembang (Kg) |            |            |
| Medan             | Fuso FN 527  | 20000        | 60000       | 8000           | 90000      | 12000      |
|                   | Colt Diesel  | 15000        |             | 10000          | 60000      | 5000       |
|                   | Fuso F1 1217 |              | 50000       |                | 50000      | -          |
| <b>Permintaan</b> |              | 50000        | 110000      | 40000          | 200000     |            |
| <b>Beda Kolom</b> |              | 5000         | -           | 2000           |            |            |

Baris Fuso FN 527 mempunyai perbedaan terbesar yaitu 12000 dan langkah selanjutnya adalah sebagai berikut:

**Tabel 7** Langkah penyelesaian keenam

| Kendaraan<br>Dari |                    | Tujuan          |                |                   | Muatan<br>/Kg | Beda<br>Baris |
|-------------------|--------------------|-----------------|----------------|-------------------|---------------|---------------|
|                   |                    | Jakarta<br>(Kg) | Padang<br>(Kg) | Palembang<br>(Kg) |               |               |
| Medan             | Fuso<br>FN<br>527  |                 | 60000          | 30000             | 90000         | -             |
|                   | Colt<br>Diesel     | 15000           |                | 10000<br>10000    | 60000         | 5000          |
|                   | Fuso<br>F1<br>1217 |                 | 50000          |                   | 50000         | -             |
| <b>Permintaan</b> |                    | 50000           | 110000         | 40000             | 200000        |               |
| <b>Beda Kolom</b> |                    | -               | -              | -                 |               |               |

**Tabel 8** Langkah penyelesaian ketujuh

| Kendaraan<br>Dari |                    | Tujuan          |                |                   | Muatan<br>/Kg | Beda<br>Baris |
|-------------------|--------------------|-----------------|----------------|-------------------|---------------|---------------|
|                   |                    | Jakarta<br>(Kg) | Padang<br>(Kg) | Palembang<br>(Kg) |               |               |
| Medan             | Fuso<br>FN<br>527  |                 | 60000          | 30000             | 90000         | -             |
|                   | Colt<br>Diesel     | 50000           |                | 10000             | 60000         | -             |
|                   | Fuso<br>F1<br>1217 |                 | 50000          |                   | 50000         | -             |
| <b>Permintaan</b> |                    | 50000           | 110000         | 40000             | 200000        |               |
| <b>Beda Kolom</b> |                    | -               | -              | -                 |               |               |

Jadi biaya transportasi yang harus dikeluarkan :

1. Ke Jakarta 50.000kg x Rp 27,000 = Rp1.350.000.000 Mitsubishi Fuso FN 527
2. Ke Padang 60.000kg + 50.000kg x Rp 15,000 = Rp1.650.000.000  
Colt Diesel FE 71 4 Ban dan Mitsubishi Fuso FN 527
3. Ke Palembang 30.000kg + 10.000kg x Rp25,000 =Rp1.000.000.000  
Mitsubushi Fuso F1 1217 4x2

Implementasi biasanya dilakukan setelah perencanaan sudah dianggap selesai. Implementasi dari sistem ini terdiri dari berbagai kebutuhan sebagai berikut :

1. Kebutuhan *Hardware*

Dalam sebuah sistem agar dapat berjalan seperti yang diinginkan tidak dapat dipisahkan antara *hardware* dan *software* berikut spesifikasi yang diperlukan dalam merancang sistem tersebut.

- a. Processor Minimal Intel Atom N570
- b. Hardisk Minimal 80 GB
- c. RAM 1 GB
- d. *Monitor*
- e. *Keyboard*
- f. *Mouse*

2. Kebutuhan *Software*

Sistem ini agar dapat berjalan dengan lancar tdk lepas dari adanya *software* yang jelas mendukung hardware diatas, berikut *software* yang dibutuhkan untuk dapat menjalanka sistem tersebut

- a. Sistem Operasi Windows XP
- b. Microsoft Visual Studio 2008

Berikut merupakan tampilan dari form biaya transportasi.

| Barang1 | JumlahBarang2 | JumlahBarang3 | Tujuan1 | Tujuan2 | Tujuan3   | Kendaraan1             | Kendaraan2          | Ke  |
|---------|---------------|---------------|---------|---------|-----------|------------------------|---------------------|-----|
| 98000   | 4500          |               | Jakarta | Padang  | Palembang | Mitsubishi Fuso FN 527 | Colt Diesel FE 71 4 | Mit |
| 1000    | 123           |               | Jakarta | Padang  | Palembang | Mitsubishi Fuso FN 527 |                     |     |
| 1200    | 130           |               | Jakarta | Padang  | Palembang | Mitsubishi Fuso FN 527 |                     |     |
| 870     | 10000         |               | Jakarta | Padang  | Palembang | Mitsubishi Fuso FN 527 |                     |     |
| 2300    | 120           |               | Jakarta | Padang  | Palembang | Mitsubishi Fuso FN 527 |                     |     |
| 1000    | 34            |               | Jakarta | Padang  | Palembang | Mitsubishi Fuso FN 527 |                     |     |
| 234     | 453           |               | Jakarta | Padang  | Palembang | Mitsubishi Fuso FN 527 | Colt Diesel FE 71 4 | Mit |
| 50      | 35            |               | Jakarta | Padang  | Palembang | Mitsubishi Fuso FN 527 |                     |     |

## KESIMPULAN

1. Proses transportasi optimalisasi biaya pengiriman barang pada PT.Samudera Lautan Luas belum menggunakan komputer, namun pengiriman barang masih dilakukan dengan sistem manual dan melakukan tahapan yang rumit. Namun akan diganti dengan sistem informasi sehingga pengiriman barang dapat dilakukan dengan cepat dan tepat.
2. Penerapan metode *Vogel's Approximation Method* pada pengiriman barang PT.Samudera Lautan Luas Express dengan menguraikan biaya proses pengiriman barang dari suatu sistem informasi yang utuh ke dalam bagian-bagian komponennya dengan maksud mengevaluasikan permasalahan.
3. Aplikasi telah selesai dibangun dengan menggunakan *Microsoft Visual Studio 2008*, adapun *form* yang terdapat didalamnya adalah *form* login, *form* menu utama, *form* Optimalisasi biaya, *form* Pusat bantuan, dan *form* Tentang saya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Jong Jek,2011. Riset Operasi Dalam Pendekatan Algoritmis. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Agus Sasmito Aribowo.(2008). Aplikasi Minimalisasi Biaya Transportasi Pengiriman Barang Menggunakan Vogel's Approximation Method (VAM) Studi Kasus CV. Tao Toba Indah. Medan: Pelita Informatika Budi Darma
- Husein Umar,2000. Business And Introduction. Penerbit Gramedia, Jakarta.
- Anisyah. 2000. Aplikasi Minimalisasi Biaya Transportasi Pengiriman Barang Menggunakan Vogel's Approximation Method (VAM) Studi Kasus CV. Tao Toba Indah. Medan: Pelita Informatika Budi Darma
- Warpani. (2002). Aplikasi Minimalisasi Biaya Transportasi Pengiriman Barang Menggunakan Vogel's Approximation Method (VAM) Studi Kasus CV. Tao Toba Indah. Medan: Pelita Informatika Budi Darma
- Miro. (2005). Aplikasi Minimalisasi Biaya Transportasi Pengiriman Barang Menggunakan Vogel's Approximation Method (VAM) Studi Kasus CV. Tao Toba Indah. Medan: Pelita Informatika Budi Darma
- Aminudin,2005. Prinsip-Prinsip Riset Operasi. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Henry Bustani,2005. Fundamental Operation research. Penerbit Gramedia, Jakarta.
- Djon Irwanto,2007. Perancangan Object Oriented Software dengan UML. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Jogiyanto H.M,2001. Analisa dan Desain. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Mesran,2009. Visual Basic. Mitra Wacana Media. Medan.
- Madcoms,2007. Mahir Dalam 7 Hari Microsoft Visual Basic 6.0 & Crystal Report 2008, Penerbit Andi, Yogyakarta.

## **SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA KERUSAKAN POWER AMPLIFIER DENGAN METODE CERTAINTY FACTOR BERBASIS WEB**

**Andika Brahmana**

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
dikabrahmana@gmail.com

**Abstrak.** Sistem pakar merupakan bagian dari Kecerdasan Buatan. Sistem Pakar adalah sistem komputer yang mampu menirukan penalaran seorang pakar dengan keahlian pada suatu pengetahuan tertentu. Sistem Pakar dapat menggantikan peran seorang pakar yang pada prinsip kerjanya dapat memberikan hasil yang pasti, seperti yang dilakukan oleh seorang pakar. Pada penelitian ini dijelaskan cara Perancangan Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Kerusakan Power Amplifier. Pada penelitian ini, penulis membuat suatu penerapan metode certainty factor pada perancangan sistem pakar untuk untuk mendiagnosa kerusakan Power Amplifier dengan memberikan aturan-aturan gejala atau ciri serta memberikan nilai pada setiap gejala atau ciri yang didapat dari seorang pakar. Semua nilai yang didapat akan diselesaikan menggunakan rumus faktor kepastian. Sistem yang dibuat juga cukup mudah dan bisa digunakan oleh orang awam sekalipun penggunaan dilakukan dengan login dan memasukan data jenis kerusakan serta gejala kerusakan maka setelah itu akan langsung keluar hasil identifikasi berapa persenkah kemungkinan kerusakannya serta solusi atas kerusakan tersebut. Dengan demikian para pengguna power amplifier dapat melakukan perbaikan pada kerusakan power amplifier yang telah didiagnosa menggunakan sistem pakar.

**Kata kunci :** Sistem Pakar, Power Amplifier, Certainty Factor

### **PENDAHULUAN**

*Power Amplifier* adalah alat yang berfungsi untuk mengubah sinyal input dengan *amplitude* rendah menjadi output dengan *amplitude* yang lebih tinggi dengan frekuensi tetap atau dengan kata lain *Power Amplifier* berfungsi untuk menguatkan suara dari sinyal input yang masih lemah menjadi sinyal output yang lebih kuat agar dapat didengar dengan baik oleh orang banyak pada tempat yang relatif luas seperti di lapangan, gedung, auditorium, dll. Penggunaan *Power Amplifier* sering kali mengalami kerusakan dan membutuhkan waktu yang cukup lama dalam mendiagnosa kerusakan *Power Amplifier* serta banyaknya kemungkinan kerusakan pada komponen *Power Amplifier*. Saat mendiagnosa kerusakan *Power Amplifier* teknisi sering melakukan kesalahan, hal ini disebabkan oleh beberapa hal yang bersifat manusiawi dimana dapat mempengaruhi pengambilan keputusan seorang pakar seperti lingkungan kerja, kondisi kesehatan dan masalah pribadi. Kepakaran (*expertise*) adalah pengetahuan yang ekstensif dan spesifik yang diperoleh melalui rangkaian pelatihan, membaca, dan pengalaman. Pengetahuan membuat pakar dapat mengambil keputusan secara lebih baik dan lebih cepat daripada non-pakar dalam memecahkan problem yang kompleks.

Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Kerusakan Pada Sepeda Motor 4 Tak Menggunakan Metode *Certainty factor*” menyatakan bahwa “Implementasi metode *Certainty Factor* pada sistem pakar diagnosa kerusakan sepeda motor 4 tak menghasilkan sebuah perangkat lunak yang mampu mendiagnosa kerusakan sepeda motor 4 tak berdasarkan keluhan-keluhan pengendara dan memberikan solusi perbaikan terhadap kerusakan tersebut”. Rancangan aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan *power amplifier* dibuat dengan aplikasi berbasis web, dimana sistem ini nantinya dapat membantu seseorang dalam mendiagnosa kerusakan *power amplifier*.

### **BAHAN dan METODE**

#### **Bahan**

Suara atau bunyi adalah akibat dari adanya dua zat atau lebih yang saling bergesekan (misal benda dengan partikel udara, dll). Jumlah getaran dalam satu detik disebut frekuensi yang dinyatakan dalam satuan *Hertz* (Hz). Jumlah getaran yang terjadi setiap detik (Frekuensi) akan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya nada/bunyi. Sedangkan lemah kerasnya nada/bunyi dipengaruhi oleh *amplitudo*. *Amplitudo* adalah tinggi atau dalamnya lembah gelombang sinyal suara, bila suara yang didengar keras berarti *amplitudo*-nya tinggi begitu pula sebaliknya. *Power Amplifier* adalah alat yang berfungsi untuk mengubah sinyal input dengan *amplitude* rendah menjadi output dengan *amplitude* yang lebih tinggi dengan frekuensi tetap.

#### **Metode**

Sistem pakar pertama kali dikembangkan oleh komunitas AI pada pertengahan tahun 1960. Sistem Pakar yang muncul pertama kali adalah *General-purpose Problem Solver (GPS)* yang dikembangkan oleh Newell dan Simon. *GPS* (dan program-program yang serupa) ini mengalami kegagalan dikarenakan cakupannya terlalu luas sehingga terkadang justru meninggalkan pengetahuan-pengetahuan penting

yang seharusnya disediakan. Menurut Sutojo, dkk (2011) awal mula Teori *Certainty Factor* (CF) diusulkan oleh Shortlife dan Buchanan pada 1975 untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran seorang pakar. Seorang pakar/ahli dalam hal ini biasanya dokter sering kali menganalisis informasi yang ada dengan ungkapan seperti “mungkin”, “kemungkinan besar”, “hampir pasti”.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Langkah-langkah yang dilakukan dalam mendiagnosa kerusakan *power amplifier* adalah sebagai berikut: Menentukan Gejala-gejala kerusakan *power amplifier* yang didapat dengan cara melakukan wawancara dengan beberapa pakar.

**Tabel 1 :** Tabel Gejala dan Diagnosa kerusakan *Power Amplifier*

| No | Gejala                                      | Diagnosis |    |    |    |
|----|---------------------------------------------|-----------|----|----|----|
|    |                                             | A1        | A2 | A3 | A4 |
| 1  | Lampu indikator tidak menyala               | √         |    |    |    |
| 2  | Kipas pendingin tidak berputar              | √         |    |    |    |
| 3  | Fuse putus                                  | √         |    |    |    |
| 4  | Tidak ada suara                             |           |    | √  |    |
| 5  | Suara berdengung                            |           | √  |    |    |
| 6  | Dengung semakin kuat saat volume dibesarkan |           | √  |    |    |
| 7  | Balance tidak seimbang                      |           | √  |    |    |
| 8  | Control volume tidak berfungsi              |           |    | √  |    |
| 9  | Cacat suara atau suara serak                |           |    |    | √  |
| 10 | Suara kecil                                 |           |    | √  |    |
| 11 | Heatsink panas berlebihan                   |           |    |    | √  |
| 12 | Terdengar suara kresak saat RCA disentuh    |           |    |    | √  |
| 13 | Resistor panas atau terbakar                |           | √  | √  | √  |
| 14 | Terdapat tegangan DC pada terminal output   |           |    |    | √  |

Keterangan kerusakan

- A1 : Dioda Bridge/kuprok
- A2 : Electrolit Condensator
- A3 : Transistor drive (penguat tengah)
- A4 : Transistor final (penguat akhir)

**Tabel 2 :** Solusi Kerusakan

| No | Kerusakan              | Solusi                                                                                                                     |                                                                                 |
|----|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|    |                        | 0-50%=Kerusakan ringan                                                                                                     | 51-100%=Kerusakan Berat                                                         |
| 1  | Dioda Bridge/kuprok    | Perbaiki dioda bridge dengan cara bersihkan komponen dan area disekitar komponen kemudian tambahkan timah.                 | Ganti komponen diode bridge yang rusak kemudian ganti fuse yang putus.          |
| 2  | Electrolit Condensator | Perbaiki Elco dengan cara bersihkan komponen dan menambah timah.                                                           | Ganti komponen Electrolit Condensator yang mengalami kerusakan.                 |
| 3  | Transistor Drive       | Perbaiki Transistor Drive dengan cara bersihkan komponen dan berikan pasta transistor.                                     | Ganti transistor drive dengan tipe yang sama.                                   |
| 4  | Transistor Final       | Perbaiki Transistor Final dengan cara bersihkan komponen dan heatsink kemudian berikan pasta Pada heatsink dan transistor. | Ganti transistor final dengan tipe yang sama kemudian berikan pasta transistor. |

Kemudian pakar memberikan nilai *CF*(*Certainty Factor*)pada setiap kesimpulan( $CF_{(rule)}$ ) kerusakan *Power Amplifier*.

| NO | Kerusakan              | Nilai CF |
|----|------------------------|----------|
| A1 | Dioda Bridge           | 0.7      |
| A2 | Electrolit Condensator | 0.7      |
| A3 | Transistor Drive       | 0.8      |
| A4 | Transistor Final       | 1.0      |

**Perhitungan nilai *Certainty Factor* untuk aturan 1 yaitu;**

- IF Lampu indikator tidak menyala
- OR Kipas pendingin tidak berputar
- OR Fuse putus

THEN Kerusakan pada Dioda bridge/kuprok

Dik:  $E_1(\text{Gejala 1}) = 0.8$   
 $E_2(\text{Gejala 2}) = 0.6$   
 $E_3(\text{Gejala 3}) = 0.5$

Cari nilai CF(E) berdasarkan gejala diatas:

$CF(E) = \max(E_1, E_2, \dots, E_n)$   
 $= \max(0.8; 0.6; 0.5)$   
 $= 0.8$

Kemudian hitung nilai CF(H,E)

$CF(H,E) = CF(E) * CF(\text{Rule})$   
 $= 0.8 * 0.7$   
 $= 0.56$

Berdasarkan hasil perhitungan CF di atas, maka CF kerusakan pada Dioda bridge adalah 0.56. Selanjutnya hitung persentase keyakinan terhadap kerusakan.

Persentase =  $CF_{\text{kerusakan}} * 100$   
 $= 0.56 * 100$   
 $= 56 \%$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka keterangan tingkat keyakinan terhadap kerusakan Dioda bridge adalah sebesar 56%. Maka solusi adalah mengganti diode bridge yang rusak kemudian ganti fuse yang putus.

**Perhitungan nilai Certainty Factor untuk aturan 2 yaitu;**

IF Suara berdengung  
 OR Dengung semakin kuat saat volume dibesarkan  
 OR Balance tidak seimbang  
 OR Resistor panas atau terbakar  
 THEN Kerusakan pada Electrolyt Condensator

Dik:  $E_1(\text{Gejala 1}) = 0.8$   
 $E_2(\text{Gejala 2}) = 0.6$   
 $E_3(\text{Gejala 3}) = 0.5$   
 $E_4(\text{Gejala 4}) = 0.4$

Cari nilai CF(E) berdasarkan gejala diatas:

$CF(E) = \max(E_1, E_2, \dots, E_n)$   
 $= \max(0.8; 0.6; 0.5; 0.4)$   
 $= 0.8$

Kemudian hitung nilai CF(H,E)

$CF(H,E) = CF(E) * CF(\text{Rule})$   
 $= 0.8 * 0.7$   
 $= 0.56$

Berdasarkan hasil perhitungan CF di atas, maka CF kerusakan pada Electrolyt Condensator adalah 0.56. Selanjutnya hitung persentase keyakinan terhadap kerusakan.

Persentase =  $CF_{\text{kerusakan}} * 100$   
 $= 0.56 * 100$   
 $= 56 \%$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka keterangan tingkat keyakinan terhadap kerusakan Electrolyt Condensator sebesar 56%. Maka solusi adalah Ganti komponen Electrolyt Condensator yang mengalami kerusakan.

**Perhitungan nilai Certainty Factor untuk aturan 3 yaitu;**

IF Tidak ada suara  
 OR Control volume tidak berfungsi  
 OR Suara Kecil  
 OR Resistor panas atau terbakar  
 THEN Kerusakan pada transistor drive

Dik:  $E_1(\text{Gejala 1}) = 0.8$   
 $E_2(\text{Gejala 2}) = 0.6$   
 $E_3(\text{Gejala 3}) = 0.6$   
 $E_4(\text{Gejala 4}) = 0.5$

Cari nilai CF(E) berdasarkan gejala diatas:

$CF(E) = \max(E_1, E_2, \dots, E_n)$   
 $= \max(0.8; 0.6; 0.6; 0.5)$   
 $= 0.8$

Kemudian hitung nilai CF(H,E)

$CF(H,E) = CF(E) * CF(\text{Rule})$

$$=0.8 * 0.8$$

$$=0.64$$

Berdasarkan hasil perhitungan CF di atas, maka CF kerusakan pada Transistor Drive adalah 0.64. Selanjutnya hitung persentase keyakinan terhadap kerusakan.

$$\text{Persentase} = \text{CF}_{\text{kerusakan}} * 100$$

$$= 0.64 * 100$$

$$= 64 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka keterangan tingkat keyakinan terhadap kerusakan Transistor Drive adalah sebesar 64%. Maka solusi adalah Ganti komponen transistor drive dengan yang sejenis.

**Perhitungan nilai Certainty Factor untuk aturan 4 yaitu;**

- IF Cacat suara atau suara serak
- OR Heatsink panas berlebihan
- OR Terdengar suara kresak saat RCA disentuh
- OR Resistor panas atau terbakar
- OR Terdapat tegangan DC pada terminal output

THEN Kerusakan pada transistor final

- Dik:
- $E_1(\text{Gejala 1}) = 0.8$
  - $E_2(\text{Gejala 2}) = 0.6$
  - $E_3(\text{Gejala 3}) = 0.6$
  - $E_4(\text{Gejala 4}) = 0.6$
  - $E_5(\text{Gejala 5}) = 1.0$

Cari nilai CF(E) berdasarkan gejala diatas:

$$\text{CF}(E) = \max(E_1, E_2, \dots, E_n)$$

$$= \max(0.8; 0.6; 0.6; 0.6; 1.0)$$

$$= 1.0$$

Kemudian hitung nilai CF(H,E)

$$\text{CF}(H,E) = \text{CF}(E) * \text{CF}(\text{Rule})$$

$$= 1.0 * 1.0$$

$$= 1.0$$

Berdasarkan hasil perhitungan CF di atas, maka CF kerusakan pada Transistor Final adalah 1.0. Selanjutnya hitung persentase keyakinan terhadap kerusakan.

$$\text{Persentase} = \text{CF}_{\text{kerusakan}} * 100$$

$$= 1.0 * 100$$

$$= 100 \%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka keterangan tingkat keyakinan terhadap kerusakan Transistor Drive adalah sebesar 100%. Maka solusi adalah Ganti transistor final dengan tipe yang sama kemudian berikan pasta transistor.

**Implementasi Sistem**

Adapun hardware dan software yang akan dibutuhkan adalah sebagai berikut :

1. Micro processor minimal Pentium 3
2. Harddisk untuk tempat sistem beroperasi dan sebagai media penyimpanan data
3. Memory minimal 64 MB
4. Monitor super VGA
5. Keyboard
6. Mouse
7. XAMPP versi 3.2.1
8. PHP Designer 8
9. Sistem Operasi Windows



**Gambar 1 :** Menu Utama

Tampilan Form ini digunakan untuk melakukan diagnosa kerusakan Tampilan Form ini dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

The screenshot shows a web interface titled "sistem pakar diagnosa kerusakan power amplifier" by Andika Brahmama. It features a navigation menu with "Home", "Diagnosa Kerusakan", "Kontak", and "Login Pakar". A circular logo for STMIK (Sistem Teknik Informatika) is visible. The main form includes a dropdown menu for "Pilih Jenis Kerusakan: Diode Bridge", checkboxes for "Lampu Indikator tidak Menyala" and "Kipas Pendingin tidak berputar", and a "Fuse Putus" checkbox. A "Solusi" button is located below these options. A sidebar on the right contains a "Kalender" (Calendar) for September 2016, showing the current date as 04 September 2016.

**Gambar 2 :** Form Diagnosa Kerusakan

Halaman ini digunakan untuk menampilkan yang dapat diakses oleh pakar, adapun gambar dari implementasi Halaman ini dapat di lihat pada gambar di bawah ini :

The screenshot displays the "DAIKA WEBSITE" header with a futuristic alien head graphic. The navigation menu includes "Home", "Kelola Basis Pengetahuan", "Ubah Password", and "Logout". The main content area features a yellow background with the text "Selamat datang Pakar Power Amplifier" and "Silahkan gunakan menu di atas untuk mengelola web." The footer contains the copyright notice "Copyright © by Andika Brahmama".

**Gambar 3 :** Halaman Data Menu Pakar *Power Amplifier*

Halaman ini di gunakan sebagai form untuk memasukkan Jenis Kerusakan *Power Amplifier* yang di rancang seperti terlihat di bawah ini

The screenshot shows the "Basis Pengetahuan" (Knowledge Base) management form. It includes a navigation menu with "Home", "Kelola Basis Pengetahuan", "Ubah Password", and "Logout". The form has three input fields: "Kerusakan", "Gejala", and "Nilai CF". Below these fields are buttons for "SIMPAN", "EDIT", and "HAPUS". The footer contains the copyright notice "Copyright © by Andika Brahmama".

**Gambar 4 :** Form Kelola Basis Pengetahuan

Form ini di gunakan sebagai form untuk hasil akhir identifikasi kerusakan beserta nilai kepastian dan solusinya yang di rancang seperti terlihat di bawah ini



**Gambar 5** : Form Hasil Diagnosa

## KESIMPULAN

1. Sistem pakar yang dibuat dapat mendiagnosis kerusakan power amplifier dan memberikan saran untuk tindakan selanjutnya.
2. Dengan Penggunaan *Certainty Factor (CF)* pengguna dapat mengetahui tingkat kepercayaan terhadap kerusakan *power amplifier* yang dialami.
3. Sistem pakar untuk mendiagnosis kerusakan *power amplifier* ini telah mampu memberikan informasi kepada pengguna mengenai jenis kerusakan yang dideritanya (diagnosa awal) berdasarkan gejala-gejala yang diberikan.
4. Semakin akurat gejala yang dimasukkan ke dalam system (yang benar-benar dirasakan), maka akan semakin tinggi pula nilai *Certainty Factor (CF)* atas kerusakan yang dialami.

## DAFTAR PUSTAKA

- T.Sutojo, 2011, Kecerdasan Buatan , Andi , Yogyakarta.
- Desi Lilyani, Sistem Pakar Diagnosa penyakit Demam Berdarah Dengan Metode *Certainty Factor* , Pelita Informatika Budi Darma, 1-8.
- Kusrini, 2007, Aplikasi Sistem Pakar, Andi, Yogyakarta.
- Bunafit Nugroho, 2012, Membuat Aplikasi Sistem pakar , Gavamedia, Yogyakarta.
- Buntarto, 2014, Teknik Audio Video , Pustaka Baru, Yogyakarta.
- Wahana Komputer, 2013, Ragam Aplikasi Sistem pakar, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.

## IMPLEMENTASI METODE *STEPPING STONE* DAN *NORTH WEST CORNER (NWC)* UNTUK Mencari Solusi Optimum Transportasi Pengiriman Plastik pada PT. INTI PLASTINDO

Andri Pratama<sup>1</sup> Alex Rikki<sup>2</sup>

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
Dosen STMIK Budi Darma Medan  
andripratama12345@gmail.com

**Abstrak.** PT. Inti Plastindo merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi plastik dimana pemenuhan akan produk tersebut menuntut adanya penentuan alternatif-alternatif yang baru untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dalam memberikan pelayanan yang terbaik untuk penyediaan plastik selalu akan menambah biaya operasional. Berkaitan dengan itu maka upaya meminimumkan biaya pendistribusian dilakukan. Dalam penelitian ini alternatif yang diperoleh adalah pendistribusian bahan dari sumber yang telah ada ke daerah tujuan yang membutuhkan. Dalam kegiatan pendistribusian tersebut terdapat beberapa masalah yang berhubungan dengan penawaran (supply), permintaan (demand), dan ongkosangkut (cost). Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan melalui metode transportasi. Dalam memecahkan masalah transportasi, dimulai dengan menentukan solusi awal (initial solution) yang kemudian dilanjutkan dengan pengujian optimalisasi solusi awal tersebut. Dalam menentukan solusi awal yang fisibel dapat digunakan metode transportasi yaitu Metode Sudut Kiri Atas (North West Corner Method). Untuk tahap pengujian optimalisasi metode ada 2 metode yang dapat digunakan untuk mengetahui optimal tidaknya tahap sebelumnya yaitu Metode Batu Loncatan (The Stepping Stone Method) dan North West Corner (NWC). Kegiatan transportasi yang telah dilakukan selama ini oleh PT. Inti Plastindo mengeluarkan ongkos angkut selama sebulan sekitar sebesar Rp. 10.000.000 ternyata dengan menggunakan metode transportasi menyebabkan pola pengalokasian berubah dan pelaksanaan pendistribusian produk plastik hanya mengeluarkan ongkos sebesar Rp. 5.4800.00 sehingga terjadi selisih atau penghematan biaya sebesar Rp. 4.520.000, sehingga penggunaan metode transportasi dengan solusi awal NWC dan pengujian optimalisasi menggunakan metode Stepping Stone dan MODI (The Modified Distribution Method) lebih efektif dalam upaya meningkatkan efisiensi biaya distribusi dari pada menggunakan sistem yang digunakan selama ini.

**Kata Kunci :** Transportasi, Stepping Stone, North West Corner (NWC), Plastik.

### PENDAHULUAN

Teknologi yang semakin canggih banyak sekali perusahaan yang berdiri yang bergerak di bidang jasa maupun manufaktur yang menyebabkan persaingan yang kompetitif. Untuk tetap bertahan dalam kondisi seperti ini tentunya diperlukan suatu manajemen yang baik. Salah satunya yaitu permasalahan pengiriman (penyaluran) produk atau barang ke konsumen yang mengalami kenaikan akibat kurs rupiah terhadap dollar. Masalah pendistribusian produk itu sendiri berkaitan langsung dengan masalah transportasi yang merupakan salah satu masalah serius yang sering dihadapi karena tidak adanya koordinasi dalam pengiriman barang. Sehingga memungkinkan terjadinya pembengkakan biaya pengiriman. PT. Inti Plastindo Medan merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri kantong plastik, saat ini perusahaan telah mendapatkan kepercayaan yang baik dari pelanggan berkat komitmen dalam memberikan pelayanan yang terbaik dari segi kualitas dan pengiriman tepat waktu. Untuk dapat memenuhi setiap permintaan daerah distributor yang semakin meningkat setiap saat, pihak perusahaan harus dapat mengalokasikan produksinya secara optimal ke setiap daerah pemasaran dengan tepat waktu sehingga dapat menekan biaya transportasi yang dikeluarkan, hal ini dikarenakan di perusahaan tersebut belum digunakan metode transportasi yang sudah ada sehingga produk kantong plastik yang dikirimkan ke distributor langsung dikirim tanpa memperhatikan biaya transportasi yang dikeluarkan, dengan demikian diperlukan analisa tentang pendistribusian yang tepat dari sumber dan tujuan yang ada dengan alternatif rute yang dilewati mampu meminimalkan biaya pengiriman.

Teknik riset operasional merupakan sebagai suatu pendekatan ilmiah kepada pengambilan keputusan yang meliputi operasi dari sistem-sistem organisasi dan berusaha menetapkan arah tindakan terbaik (optimum) dari sebuah masalah keputusan di bawah sumber daya yang terbatas. Ada banyak metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan kasus optimum, yaitu North West Corner (NWC), stepping stone, least cost, dan lain-lain.

### BAHAN dan METODE

#### Bahan

Plastik banyak digunakan untuk berbagai macam bahan dasar. Penggunaan plastik dapat dipakai sebagai bahan pengemas, konstruksi, elektroteknik, automotif, mebel, pertanian, peralatan rumah tangga, bahan pesawat, dan lain sebagainya. Penggunaan plastik di berbagai bidang seperti di atas di dasarkan pada

alasan bahwa bahan plastik mempunyai keunggulan dibandingkan dengan bahan lain antara lain, seperti tidak mudah berkarat, kuat, tidak mudah pecah, ringan, dan elastis.

**Metode**

Metode Stepping Stone adalah metode untuk mendapatkan solusi optimal masalah transportasi (TC yang minimum), metode ini bersifat *trial and error*, yaitu dengan mencoba-coba memindahkan sel yang ada isinya (*stone*) ke sel yang kosong (*water*).

Metode NWC ini merupakan metode untuk menentukan solusi awal yang pengalokasiannya berawal dari pojok kiri atas (Barat Laut/North West) hingga ke pojok kanan bawah (Tenggara/South East). Selanjutnya, pengalokasian dilakukan pada kotak  $X[i,j+1]$  bila permintaan di kolom  $j$  telah terpenuhi dan pada kotak  $X[i+1,j]$  bila permintaan di baris  $i$  telah terpenuhi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam penelitian ini perusahaan mempunyai dua gudang yaitu Gudang Bahan Jadi A dan Gudang Bahan Jadi B dan Gudang Bahan Jadi C, dengan kapasitas muatan plastik dalam gudang A sebanyak 80 ton dan Gudang B 50 ton dan Gudang C sebanyak 40 ton dan mempunyai tiga kota tempat pendistribusiannya, yaitu kota medan, belawan dan binjai.

**Analisa Metode NWC**

Penggunaan metode NWC, sesuai namanya North West Corner penyelesaian selalu akan (north west) dari tabel transportasi. Adapun biaya pengiriman yang akan dihitung untuk mencari optimal dengan nwc sebagai berikut :

**Tabel 1 :** Biaya Pengiriman

| Dari     | Biaya tiap ton (dalam ribuan Rp) |         |        |
|----------|----------------------------------|---------|--------|
|          | Medan                            | Belawan | Binjai |
| Gudang A | 21                               | 6       | 9      |
| Gudang B | 15                               | 20      | 10     |
| Gudang C | 25                               | 10      | 19     |

Sebelumnya dibuat dalam bentuk tabel transportasi sebagai berikut :

**Tabel 2 :** Alokasi Pengiriman

| Dari\Ke        | Medan | Belawan | Binjai | Kapasitas Gudang |
|----------------|-------|---------|--------|------------------|
| Gudang A       | 21    | 6       | 9      | 80               |
| Gudang B       | 15    | 20      | 10     | 50               |
| Gudang C       | 25    | 10      | 19     | 40               |
| Kebutuhan Kota | 40    | 100     | 30     | 170              |

Dari tabel di atas akan diproses dengan nwc sebagai berikut :

Langkah1 :

**Tabel 3:** Iterasi Pertama

| Dari\Ke        | Medan                                         | Belawan | Binjai | Kapasitas Gudang |
|----------------|-----------------------------------------------|---------|--------|------------------|
| Gudang A       | 40 <span style="margin-left: 20px;">21</span> | 6       | 9      | 80               |
| Gudang B       | 15                                            | 20      | 10     | 50               |
| Gudang C       | 25                                            | 10      | 19     | 40               |
| Kebutuhan Kota | 40                                            | 100     | 30     | 170              |

Langkah2 :

Tabel 4 Iterasi Kedua

| Dari\Ke        | Medan                                                             | Belawan                                                          | Binjai                                                         | Kapasitas Gudang |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|
| Gudang A       | 40 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">21</span> | 40 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</span>  | 80               |
| Gudang B       | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">15</span>    | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">20</span>   | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10</span> | 50               |
| Gudang C       | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">25</span>    | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10</span>   | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">19</span> | 40               |
| Kebutuhan Kota | 40                                                                | 100                                                              | 30                                                             | 170              |

Keterangan :

Sebelum kebutuhan kota medan beres jangan memenuhi kebutuhan kota belawan dan seterusnya.

Sebelum kapasistas gudang A habis jangan gunakan kapasistas dari gudang B dan seterusnya.

Langkah 1 : Penuhi kebutuhan kota medan(40) dengan kapasistas dari gudang A(80, sisa 40).

Langkah 2 : lanjutkan dengan memenuhi kebutuhan kota belawan(100) dengan sisa kapasistas dari gudang A (yang sebelumnya pada langkah 1 masih sisa 40), jadi masih kurang 60.

dan seterusnya sampai proses iterasi selesai.

Dengan menggunakan metode NWC, yang dimulai dari pojok kiri atas, saat ini kebutuhan semua kota dan kapasitas semua pabrik telah terpenuhi dan habis. Dari tabel tersebut alokasi atau pendistribusian yang terjadi adalah :

1. Gudang A akan melayani/mengirim ke kota medan sebanyak 40 ton dan kota Belawan sebanyak 40 ton
2. Gudang B hanya akan melayani/mengirim ke kota Belawan sebanyak 50 ton
3. Gudang C akan melayani/mengirim ke kota Belawan sebanyak 10 ton dan kota Binjai sebanyak 30 ton

Biaya pengiriman tersebut dapat dilihat pada penjeleasan dibawah ini :

Biaya mengirim 40 ton dari Gudang A ke Kota Medan =  $40 \times 21 = 840$

Biaya mengirim 40 ton dari Gudang A ke kota belawan =  $40 \times 6 = 240$

Biaya mengirim 50 ton dari Gudang B ke kota belawan =  $50 \times 20 = 1000$

Biaya mengirim 10 ton dari Gudang C ke kota belawan =  $10 \times 10 = 100$

Biaya mengirim 30 ton dari Gudang C ke kota binjai =  $30 \times 19 = 570$

Total Biaya Pengiriman = **2750**

### Analisa Metode Stepping Stone

Pembahasan dengan stepping stone sebagai berikut : Untuk pengujian sel C13 = biayanya 9 bergerak ke sel C33 ( bisa juga ke sel C12, tetapi tidak bisa ke sel C11), sehingga dikurangi 19, bergerak lagi ke C32, sehingga ditambah 10, bergerak langsung ke C12 sehingga dikurangi 5 (tidak perlu ke C22, karena bisa langsung ke C12), sehingga hasil akhirnya adalah =  $9 - 19 + 10 - 6 = -6$

Langkah 1 :

Tabel 5 Pengujian 1

| Dari\Ke        | Medan                                                             | Belawan                                                           | Binjai                                                            | Kapasitas Gudang |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------|
| Gudang A       | 40 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">21</span> | 40 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6</span>  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</span>     | 80               |
| Gudang B       | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">15</span>    | 50 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">20</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10</span>    | 50               |
| Gudang C       | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">25</span>    | 10 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10</span> | 30 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">19</span> | 40               |
| Kebutuhan Kota | 40                                                                | 100                                                               | 30                                                                | 170              |

Pengujian :

Sel C13 =  $9 - 19 + 10 - 6 = -6$

Sel C21 =  $15 - 21 + 6 - 21 = -21$

Sel C23 =  $10 - 19 + 10 - 20 = -19$

Sel  $C_{31} = 25 - 21 + 6 - 10 = 0$

Dari pengujian empat sel tersebut dapat dilihat bahwa masih ada tiga sel yang menghasilkan nilai negatif, dan sel  $C_{21}$  yang memberikan negatif paling besar. Artinya dengan menggeser pengiriman keseluruhan tersebut, biaya akan dapat diturunkan sebesar Rp 20 (karena -20) per ton-nya. Dengan demikian perlu dilakukan perubahan alokasi pengiriman dengan langkah 2 selanjutnya :

Langkah 2 : merubah alokasi pengiriman ke sel  $C_{21}$  yang pengujian sebelumnya memiliki pergerakan :

**Tabel 6** Pengujian 2

| Dari\Ke        | Medan                                                              | Belawan                                                            | Binjai                                                            | Kapasitas Gudang |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------|
| Gudang A       | (-) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">21</span> | (+) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6</span>  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</span>     | 80               |
| Gudang B       | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">15</span> (+) | (-) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">20</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10</span>    | 50               |
| Gudang C       | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">25</span>     | 10 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10</span>  | 30 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">19</span> | 40               |
| Kebutuhan Kota | 40                                                                 | 100                                                                | 30                                                                | 170              |

Dari pergerakan dan tanda +/- yang ada, perhatikan sel yang bertanda minus saja, yakni sel  $C_{11}$  dan sel  $C_{22}$ . Dari kedua sel bertanda pergerakan minus ini, pilih sel yang alokasi pengiriman sebelumnya memiliki alokasi paling kecil. Dan ternyata sel  $C_{11}$ , dengan alokasi sebelumnya 40 ton, dan ini lebih kecil dari alokasi sel  $C_{22}$  yang 50 ton.

Selanjutnya angka 40 ton di sel  $C_{11}$  tersebut digunakan untuk mengurangi atau menambah alokasi yang ada selama pengujian (sesuai tanda pada pergerakan pengujian). Dengan demikian dapat dihasilkan tabel transportasi sebagai berikut :

**Tabel 7** Perubahan Alokasi Pengujian 1

| Dari\Ke        | Medan                                                             | Belawan                                                           | Binjai                                                            | Kapasitas Gudang |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------|
| Gudang A       | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">21</span>    | 80 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">6</span>  | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</span>     | 80               |
| Gudang B       | 40 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">15</span> | 10 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">20</span> | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10</span>    | 50               |
| Gudang C       | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">25</span>    | 10 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10</span> | 30 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">19</span> | 40               |
| Kebutuhan Kota | 40                                                                | 100                                                               | 30                                                                | 170              |

Perhatikan perubahan alokasi bawah ini :

Sel  $C_{11}$  menjadi 0 karena  $40 - 40 = 0$

Sel  $C_{12}$  menjadi 80 karena  $40 + 40 = 80$

Sel  $C_{22}$  menjadi 10 karena  $50 - 40 = 10$

Sel  $C_{21}$  menjadi 40 karena  $0 + 40 = 40$

Nilai alokasi pada sel  $C_{32}$  dan  $C_{33}$  tidak mengalami perubahan karena tidak termasuk dalam pergerakan pengujian sel  $C_{21}$  tersebut.

Sekali lagi lakukan pengecekan Apakah semua alokasi kalau di jumlah kebawah dan kesamping sudah cocok dengan kebutuhan setiap kota dan jumlah kapasitas yang tersedia ? Apakah jumlah sel yang terisi sudah memenuhi syarat yang ada  $(m+n)-1$ , atau (jumlah kolom + jumlah baris) - 1 =  $(3+3) - 1 = 5$  sel terisi ? Jika jawaban dari keduanya adalah 'ya' maka table tersebut sudah benar. Sudahkah alokasi menjadi optimal? Untuk mengetahuinya, perlu kembali dilakukan pengecekan terhadap sel-sel yang masih kosong, apakah masih ada yang bernilai negative atau tidak. Dari tabel di atas, sel yang masih kosong adalah sel  $C_{11}$ ,  $C_{13}$ ,  $C_{23}$ , dan  $C_{31}$ . Pengujian terhadap sel-sel kosong tersebut dilakukan dengan cara yang sama seperti pengujian sel kosong sebelumnya, sehingga diperoleh hasil pengecekan sebagai berikut :

**Tabel 8** Transportasi

| Dari\Ke        | Medan | Belawan   | Binjai | Kapasitas Gudang |    |    |
|----------------|-------|-----------|--------|------------------|----|----|
| Gudang A       | 21    | <b>60</b> | 6      | <b>20</b>        | 9  | 80 |
| Gudang B       | 40    | 15        | 20     | 10               | 10 | 50 |
| Gudang C       | 25    | <b>40</b> | 10     | 19               | 40 |    |
| Kebutuhan Kota | 40    | 100       | 30     | 170              |    |    |

**Pengujian**

Sel C12 menjadi 60 karena  $80 - 20 = 60$

Sel C13 menjadi 20 karena  $0 + 20 = 20$

Sel C32 menjadi 40 karena  $20 + 20 = 40$

Sel C33 menjadi 0 karena  $20 - 20 = 0$

Untuk mengetahui apakah sudah optimal atau belum perlu dilakukan pengecekan terhadap sel-sel yang masih kosong apakah ada yang bernilai negatif atau tidak.

**Tabel 9**Transportasi

| Dari\Ke        | Medan | Belawan   | Binjai | Kapasitas Gudang |    |    |
|----------------|-------|-----------|--------|------------------|----|----|
| Gudang A       | 21    | <b>60</b> | 6      | <b>20</b>        | 9  | 80 |
| Gudang B       | 40    | 15        | 20     | 10               | 10 | 50 |
| Gudang C       | 25    | <b>40</b> | 10     | 19               | 40 |    |
| Kebutuhan Kota | 40    | 100       | 30     | 170              |    |    |

**Pengujian :**

Sel C11 =  $21 - 9 + 10 - 15 = 7$  (menjadi lebih mahal 7/ton)

Sel C22 =  $20 - 6 + 9 - 10 = 13$  (menjadi lebih mahal 13/ton)

Sel C31 =  $25 - 15 + 10 - 9 + 6 - 10 = 7$  (lebih mahal 7/ton)

Sel C33 =  $19 - 10 + 6 - 9 = 6$ (menjadi lebih mahal 6/ton)

Dari hasil pengujian tersebut, ternyata semua sel sudah tidak ada yang bernilai negative lagi, atau dengan kata lain semua sel sudah tidak dapat memberikan penurunan biaya lagi, sehingga dengan demikian dapat dikatakan kasus telah optimal, dengan total biaya :

Biaya mengirim 60 ton dari G1 kekota B =  $60 \times 6 = 360$

Biaya mengirim 20 ton dari G1 kekota C =  $20 \times 9 = 180$

Biaya mengirim 40 ton dari G2 kekota A =  $40 \times 15 = 600$

Biaya mengirim 10 ton dari G2 kekota C =  $10 \times 10 = 100$

Biaya mengirim 40 ton dari G3 kekota B =  $40 \times 10 = 400$

-----+  
**Total biaya pengirimannya = 1200**

Dari hasil perhitungan biaya transportasi dengan metode stepping stone diperoleh sebesar 1200, dimana sebelumnya biaya transportasi dengan NWC sebesar 2750, dengan begitu penurunan dari biaya sebelumnya adalah 1550, sehingga diperoleh nilai optimal menjadi 1200.

**Implementasi**

Implementasi sistem Transportasi plastik pada PT.Inti Plastindo ini menggunakan aplikasi pembantu dengan nama *Microsoft Excel*. Program ini dijalankan dengan menggunakan perangkat keras (*hardware*) yang direkomendasikan sebagai berikut :

1. Processor Intel core2duo 2.13 Ghz
2. Memory 1 GB

3. Harddisk 320 GB
  4. O/S Windows 7
  5. LCD Acer 14.0"
  6. Keyboard dan mouse
- Pengujian Transportasi**

| Dari Ke        | Medan | Belawan | Binjai | Kapasitas Gudang |
|----------------|-------|---------|--------|------------------|
| Gudang A       | 21    | 80      | 6      | 9                |
| Gudang B       | 40    | 15      | 20     | 10               |
| Gudang C       | 25    | 20      | 10     | 19               |
| Kebutuhan Kota | 40    | 100     | 30     | 170              |

Sel C11 =  $20 - 6 + 10 - 19 + 10 - 15 = 0$   
 Sel C13 =  $9 - 19 + 10 - 6 = -6$   
 Sel C22 =  $20 - 10 + 19 - 10 = 19$  (lebih mahal 19/ton)  
 Sel C31 =  $25 - 15 + 10 - 19 = 1$  (menjadi lebih mahal 1/ton)

**Gambar 1:** Pengujian Transportasi  
Dari hasil pergeseran sel dilanjutkan dengan transportasi. Adapun hasilnya sebagai berikut:

| Dari Ke        | Medan | Belawan | Binjai | Kapasitas Gudang |
|----------------|-------|---------|--------|------------------|
| Gudang A       | 21    | 60      | 6      | 20               |
| Gudang B       | 40    | 15      | 20     | 10               |
| Gudang C       | 25    | 40      | 10     | 19               |
| Kebutuhan Kota | 40    | 100     | 30     | 170              |

Sel C12 menjadi 60 karena  $80 - 20 = 60$   
 Sel C13 menjadi 20 karena  $0 + 20 = 20$   
 Sel C32 menjadi 40 karena  $20 + 20 = 40$   
 Sel C33 menjadi 0 karena  $20 - 20 = 0$

**Gambar 2:** Pengujian Transportasi Lanjutan  
Berikut hasil pengujian transportasi untuk menghitung biaya optimum. Adapun hasilnya sebagai berikut:

| Dari Ke        | Medan | Belawan | Binjai | Kapasitas Gudang |
|----------------|-------|---------|--------|------------------|
| Gudang A       | 21    | 60      | 6      | 20               |
| Gudang B       | 40    | 15      | 20     | 10               |
| Gudang C       | 25    | 40      | 10     | 19               |
| Kebutuhan Kota | 40    | 100     | 30     | 170              |

Sel C11 =  $21 - 9 + 10 - 15 = 7$  (menjadi lebih mahal 7/ton)  
 Sel C22 =  $20 - 6 + 9 - 10 = 13$  (menjadi lebih mahal 13/ton)  
 Sel C31 =  $25 - 15 + 10 - 9 + 6 - 10 = 7$  (lebih mahal 7/ton)  
 Sel C33 =  $19 - 10 + 6 - 9 = 6$  (menjadi lebih mahal 6/ton)

Biaya mengirim 60 ton dari G1 ke kota B =  $60 \times 6 = 360$   
 Biaya mengirim 20 ton dari G1 ke kota C =  $20 \times 9 = 180$   
 Biaya mengirim 40 ton dari G2 ke kota A =  $40 \times 15 = 600$   
 Biaya mengirim 10 ton dari G2 ke kota C =  $10 \times 10 = 100$   
 Biaya mengirim 40 ton dari G3 ke kota B =  $40 \times 10 = 400$   
**Total biaya pengirimannya = 1200**

**Gambar 3 :** Perhitungan Biaya Transportasi Optimum

## KESIMPULAN

1. Proses untuk mencari solusi awal dengan metode NWC dilakukan dengan cara memulai perhitungan dibagian kiri atas tabel dan secara sistematis mengalokasikan unit pada rute pengiriman dengan ketentuan habiskan pasokan kapasitas gudang pada setiap baris sebelum pindah kebaris di bawah berikutnya dan habiskan kebutuhan permintaan dari setiap kolom sebelum pindah ke kolom berikutnya disisi kanan dan pastikan bahwa semua permintaan dan pasokan telah terpenuhi.
2. Proses untuk mencari solusi optimum dengan metode stepping stone dilakukan dengan teknik yang berulang untuk berpindah dari solusi awal yang layak ke solusi optimal dengan memilih kotak manapun yang tidak terpakai untuk dievaluasi.
3. Proses pengujian hasil manual dengan metode akan diuji dengan menggunakan excel dengan beberapa tahapan yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya dan memperoleh hasil yang sama dengan manual.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kusrini, *Implementasi* Penerbit Andri Koniyo, Yogyakarta, 2007  
Antonius Rachmat C, (2010), *Defenisi Algoritma*  
Donal E. Knuth, (2010), *Algoritma dan Pemrograman*  
Sadikin R. (2011), *Algoritma Elgamal*  
Djon Irwanto, (2006), *Diagram dalam UML*  
Henderi et al, (2008)/ *Pengertian Use Case Diagram*  
Sugiarti Yuni , (2013), *Analisis dan Perancangan UML*  
Muhammad Sadeli, “*Aplikasi penjualan dengan Visual Basic 2008*” , 2009

## APLIKASI STEGANOGRAFI UNTUK PENYEMBUNYIAN DATA PADA FILE VIDEO DENGAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM MODIFICATION

Andriani

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
andri.ani752@yahoo.com

**Abstrak.** Steganografi merupakan salah satu cara untuk menyembunyikan suatu pesan atau data rahasia di dalam suatu media penampungnya sehingga orang lain tidak menyadari adanya pesan di dalam media tersebut. Media yang sering menjadi tempat penyembunyian pesan pada steganografi digital adalah teks, gambar, suara, dan video. Teknik-teknik penyisipan pesan ke dalam video dapat dikategorikan berdasarkan dua domain, yaitu domain spasial dan domain frekuensi. Penyisipan pada domain spasial dilakukan dengan menyisipkan langsung ke dalam bagian yang tampak pada frame video, seperti pada komposisi kandungan warnanya, atau pada kandungan luminansinya. DCTM (Discrete Cosine Transform), yang merupakan salah satu metode untuk penyisipan pesan. DCT adalah proses untuk mengubah domain spasial gambar menjadi domain frekuensi, dan digunakan pada gambar berformat JPEG. DCT akan mengubah koefisien DCT dan menyisipkan dalam koefisien tersebut. DCT disebabkan penurunan kualitas pada video yang dihasilkan tidak signifikan, dan pesan di dalamnya tidak akan hilang apabila dilakukan perubahan terhadap video tersebut.

**Kata Kunci :** Steganografi, Video, Pesan, DCT

### PENDAHULUAN

Teknologi perangkat keras yang digunakan mengalami perkembangan yang pesat, begitu juga dengan kompleksitas algoritma dari perangkat lunak yang digunakan didalamnya. Hal ini menyebabkan proses pengiriman informasi menjadi cepat. Jenis informasi yang bisa dikirimkan juga semakin beraneka ragam, dari hanya mengirimkan tulisan yang berukuran kecil, hingga bentuk multimedia yang membutuhkan perhitungan rumit seperti *video*. Kemajuan teknologi komputer membantu semua aspek kehidupan manusia, dari hal yang kecil sampai hal yang sangat rumit, sekalipun bisa di kerjakan oleh teknologi komputer yang dapat digunakan oleh semua orang dalam kecepatan untuk pengiriman suatu informasi. Dalam pengiriman informasi dari suatu tempat ketempat lain menjadi sangat mudah untuk dilakukan pada masa sekarang ini. Adanya suatu pesan tidak bermakna akan menimbulkan kecurigaan bahwa di dalam pesan yang tidak bermakna tersebut terdapat pesan rahasia. Untuk menghilangkan kecurigaan tersebut maka di perlukan *steganografi* untuk menyamarkan suatu pesan sehingga keberadaannya tidak disadari oleh pihak lain. Media yang sering menjadi tempat penyembunyian pesan pada *steganografi* digital adalah gambar, suara, dan *video*. Metode DCTM (*Discrete Cosine Transform*), yang merupakan salah satu metode untuk penyisipan pesan pada domain frekuensi. DCTM adalah proses untuk mengubah domain spasial gambar menjadi domain frekuensi, dan digunakan pada gambar berformat JPEG. DCT akan mengubah koefisien DCT dan menyisipkan dalam koefisien tersebut. Penggunaan DCT disebabkan penurunan kualitas pada *video* yang dihasilkan tidak signifikan, dan pesan di dalamnya tidak akan hilang apabila dilakukan perubahan terhadap file *video* tersebut.

Teknik-teknik penyisipan data ke dalam file *video* dapat dikategorikan berdasarkan dua domain, yaitu domain spasial dan domain frekuensi. Penyisipan pada domain spasial dilakukan dengan menyisipkan langsung ke dalam bagian yang tampak pada *frame video*, seperti pada komposisi kandungan warnanya, atau pada kandungan *luminansinya*. Walaupun proses ini akan mengubah tampilan dari *video*, namun proses penyisipan ini dapat dilakukan sedemikian rupa sehingga perubahan yang diakibatkan tidak dapat dipersepsi oleh mata manusia. Sedangkan pada domain frekuensi, penyisipan dilakukan ke dalam hasil dari proses transformasi *frame video* ke dalam frekuensi. Penyisipan ini tidak mengakibatkan perubahan pada bagian yang tampak, namun proses perhitungannya membutuhkan kalkulasi yang lebih rumit dari pada penyisipan pada domain spasial

### BAHAN dan METODE

#### Bahan

Proses untuk penyisipan pesan pada video, membutuhkan masukan berupa video sebagai media penyisipan, pesan yang ingin disisipkan, serta password sebagai pengaman. Video yang digunakan sebagai media penyisipan pesan hanya video yang berformat AVI yang belum terkompresi. Sedangkan file berkas rahasia yang disisipkan adalah file teks. Sebuah *video* digital terdiri dari *frame-frame* yang mana *frame-frame* tersebut dikompres menjadi sebuah file komputer yang hanya dapat dijalankan menggunakan sebuah perangkat lunak multimedia player.

Berdasarkan bentuk-bentuk kompresan dari *file video* digital tersebut, banyak bermunculan format-format *video* digital yang ditawarkan kepada pengguna dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

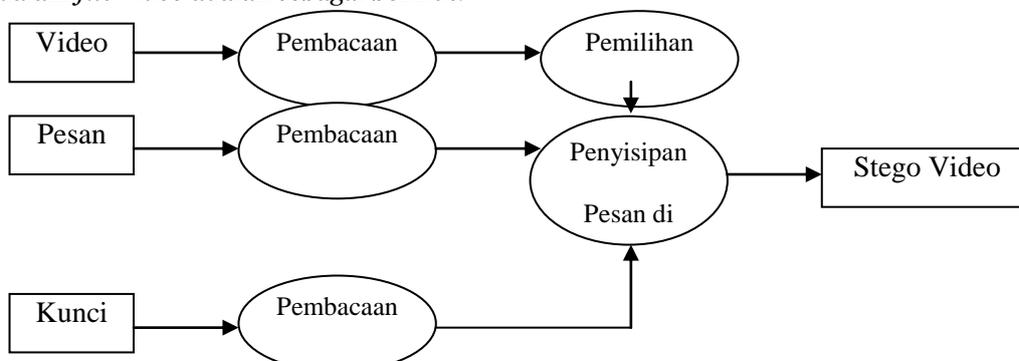
**Metode**

Steganografi adalah seni dan ilmu menulis atau menyembunyikan pesan tersembunyi dengan suatu cara sehingga selain si pengirim dan si penerima, tidak ada seorang yang mengetahui atau menyadari bahwa ada suatu pesan rahasia. Sebuah pesan steganografi (*plaintext*), biasanya pertama-tama dienkrripsikan dengan beberapa arti tradisional, yang menghasilkan *ciphertext*. Kemudian, *coverttext* dimodifikasi dalam beberapa cara sehingga berisi *ciphertext*, yang menghasilkan *stegotext*. Contohnya, ukuran huruf, ukuran spasi, jenis huruf, atau karakteristik *coverttext* lainnya dapat dimanipulasi untuk membawa pesan tersembunyi, hanya penerima (yang harus mengetahui teknik yang digunakan). Dapat membuka pesan dan mendeskripsinya (Dony Arius ,Yogyakarta 2009 : bab3: 95).

Metode DCTM iyalah merupakan salah satu *transform coding* yang akan merubah *byte* data dari domain spasial menjadi domain frekuensi dan memisahkan *byte* data tersebut menjadi dua bagian, yaitu frekuensi tinggi (koefisien DC) dan frekuensi rendah koefisien (AC). Pada DCT Modivicatio, koefisien DC digunakan sebagai tempat penyisipan pesan. Hal ini dikarenakan koefisien DC memiliki kapasitas persepsi yang lebih tinggi daripada koefisien AC sehingga proses penyisipan tidak akan mengubah kualitas gambar secara visual. Selain itu, sinyal proses dan distori gambar memiliki pengaruh yang lebih rendah terhadap keofisen DC daripada koefisien AC. DCTM (*Discrete Cosine Transform Modivicatio*) menghitung kuantitas *bit-bit image* dimana pesan tersebut disembunyikan di dalamnya. Walaupun *image* yang dikompresi dengan lossy compression akan menimbulkan kecurigaan karena perubahan LSB akan terlihat jelas, pada metode ini hal ini tidak akan terjadi karena metode ini terjadi di domain frekuensi di dalam image, bukan pada domain spasial, sehingga tidak akan ada perubahan yang terlihat pada *cover image*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setiap *frame* dalam video diubah menjadi *file* BMP. Proses berikutnya adalah melakukan pembacaan terhadap *file* teks untuk mempersiapkan *bit-bit* data teks yang akan disisipkan pada video. Pesan yang disisipkan ke dalam video berupa format teks yang ukurannya tidak melebihi daya tampung penyimpanan dari setiap *frame file* video tersebut. Secara garis besar proses penyisipan data teks ke dalam *file* video adalah sebagai berikut:



**Gambar 1 :** Diagram Proses Penyisipan Pesan Penyisipan Pesan Menggunakan Metode DCTM

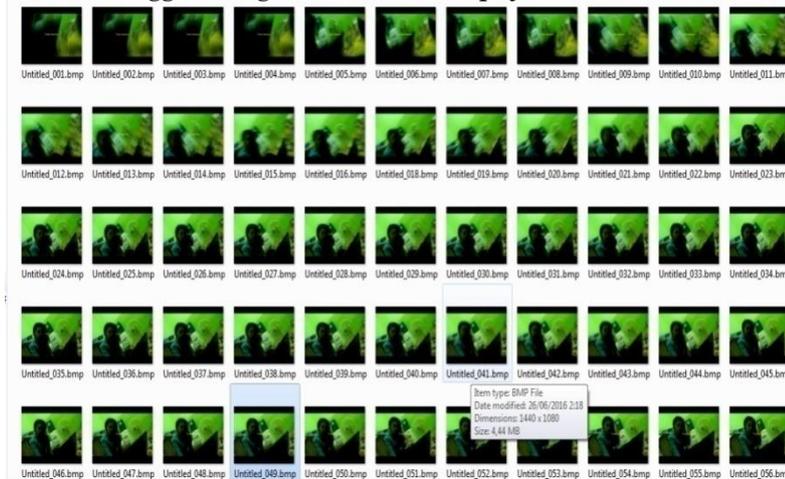
Tahapan-tahapa dalam proses penyisipan pesan dengan menggunakan metode *Discrete Cosine Transformation Modification* (DCTM), adalah sebagai berikut:

1. Video di-Input-kan.



**Gambar 2:** Sampel Video Andin.avi

2. Ekstraksi video sehingga terbagi ke dalam beberapa *frame*.



**Gambar 3:** Sampel Ekstraksi Video

3. Ambil Nilai RGB matriks 8x8 piksel pada *frame* pertama hasil ekstraksi video adalah sebagai berikut:

**Tabel 1 :** Nilai RGB *Frame* Pertama Video

|                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| R = 150<br>G = 120<br>B = 42 | R = 100<br>G = 73<br>B = 130 | R = 197<br>G = 72<br>B = 28  | R = 91<br>G = 120<br>B = 80  | R = 85<br>G = 125<br>B = 75  | R = 125<br>G = 60<br>B = 100 | R = 188<br>G = 72<br>B = 28  | R = 97<br>G = 123<br>B = 77  |
| R = 103<br>G = 78<br>B = 122 | R = 145<br>G = 56<br>B = 87  | R = 75<br>G = 85<br>B = 125  | R = 78<br>G = 87<br>B = 120  | R = 96<br>G = 92<br>B = 100  | R = 145<br>G = 149<br>B = 0  | R = 197<br>G = 72<br>B = 28  | R = 197<br>G = 72<br>B = 28  |
| R = 197<br>G = 72<br>B = 28  | R = 170<br>G = 16<br>B = 90  | R = 15<br>G = 49<br>B = 130  | R = 170<br>G = 16<br>B = 90  | R = 91<br>G = 120<br>B = 80  | R = 125<br>G = 60<br>B = 100 | R = 170<br>G = 16<br>B = 90  | R = 197<br>G = 72<br>B = 28  |
| R = 15<br>G = 49<br>B = 130  | R = 70<br>G = 160<br>B = 40  | R = 100<br>G = 73<br>B = 130 | R = 125<br>G = 60<br>B = 100 | R = 140<br>G = 135<br>B = 15 | R = 150<br>G = 120<br>B = 42 | R = 150<br>G = 120<br>B = 42 | R = 140<br>G = 135<br>B = 15 |
| R = 15<br>G = 49<br>B = 130  | R = 70<br>G = 160<br>B = 40  | R = 140<br>G = 135<br>B = 15 | R = 15<br>G = 49<br>B = 130  | R = 91<br>G = 120<br>B = 80  | R = 100<br>G = 73<br>B = 130 | R = 150<br>G = 120<br>B = 42 | R = 45<br>G = 249<br>B = 0   |
| R = 197<br>G = 72<br>B = 28  | R = 100<br>G = 73<br>B = 130 | R = 70<br>G = 160<br>B = 40  | R = 197<br>G = 72<br>B = 28  | R = 91<br>G = 120<br>B = 80  | R = 96<br>G = 92<br>B = 100  | R = 125<br>G = 60<br>B = 100 | R = 15<br>G = 49<br>B = 130  |
| R = 197<br>G = 72<br>B = 28  | R = 140<br>G = 135<br>B = 15 | R = 100<br>G = 73<br>B = 130 | R = 96<br>G = 92<br>B = 100  | R = 91<br>G = 120<br>B = 80  | R = 170<br>G = 16<br>B = 90  | R = 197<br>G = 72<br>B = 28  | R = 145<br>G = 149<br>B = 0  |
| R = 15<br>G = 49<br>B = 130  | R = 125<br>G = 60<br>B = 100 | R = 197<br>G = 72<br>B = 28  | R = 170<br>G = 16<br>B = 90  | R = 15<br>G = 49<br>B = 130  | R = 100<br>G = 73<br>B = 130 | R = 140<br>G = 135<br>B = 15 | R = 140<br>G = 140<br>B = 14 |

4. Ubah Nilai RGB *frame* pertama video menjadi nilai *grayscale*. Langkah mengubah nilai RGB ke *grayscale* adalah dengan rumus:

$$\text{Grayscale} = \text{Nilai R} + \text{Nilai G} + \text{Nilai B} / 3, \text{ maka dihasilkan:}$$

**Tabel 2 :** Nilai *grayscale frame* pertama

|     |     |    |    |    |     |     |    |
|-----|-----|----|----|----|-----|-----|----|
| 104 | 101 | 99 | 97 | 95 | 95  | 96  | 9  |
| 101 | 96  | 95 | 95 | 96 | 98  | 99  | 99 |
| 99  | 92  | 91 | 92 | 97 | 102 | 103 | 99 |
| 98  | 90  | 89 | 91 | 98 | 104 | 104 | 98 |
| 98  | 90  | 89 | 92 | 97 | 103 | 104 | 98 |
| 99  | 91  | 90 | 92 | 97 | 102 | 103 | 98 |
| 99  | 92  | 91 | 93 | 97 | 102 | 102 | 98 |
| 64  | 93  | 92 | 94 | 98 | 102 | 102 | 98 |

5. Nilai *grayscale* asli dikurangi dengan 128 karena algoritma DCTM bekerja pada rentang -128 sampai 127 sesuai dengan ketentuan pengolahan citra digital.

**Tabel 3:** Nilai *Graysale* Setelah Dikurang (Matriks M)

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| -24 | -27 | -29 | -31 | -33 | -33 | -32 | -29 |
| -27 | -32 | -33 | -33 | -32 | -30 | -29 | -29 |
| -29 | -36 | -37 | -36 | -31 | -36 | -25 | -29 |
| -30 | -38 | -39 | -37 | -30 | -24 | -24 | -30 |
| -30 | -38 | -39 | -36 | -31 | -25 | -24 | -30 |
| -29 | -37 | -38 | -36 | -31 | -26 | -25 | -30 |
| -29 | -36 | -37 | -35 | -31 | 26  | -26 | -30 |
| -64 | -35 | -36 | -34 | -30 | -26 | -26 | -30 |

6. Buat dan cari nilai untuk matriks DCTM untuk matriks T dan buat matriks *transposenya* untuk matriks T<sup>-1</sup>.

$$T = \begin{cases} 2^{-1}/2, & \text{untuk } u = 0 \\ 1, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

Maka, dengan menggunakan rumusan matriks di atas dapat dihitung nilai matriks T mulai dari T (0,0) sampai T (7,7).

$$T(0,0) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536 \qquad T(0,4) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536$$

$$T(0,1) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536 \qquad T(0,5) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536$$

$$T(0,2) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536 \qquad T(0,6) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536$$

$$T(0,3) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536 \qquad T(0,7) = \frac{1}{\sqrt{N}} = \frac{1}{\sqrt{8}} = 0,3536$$

$$T(1,0) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.0+1)1.180}{2.8} = 0,4904$$

$$T(1,1) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.1+1)1.180}{2.8} = 0,4157$$

$$T(1,2) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.2+1)1.180}{2.8} = 0,2778$$

$$T(1,3) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.3+1)1.180}{2.8} = 0,0975$$

$$T(1,4) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.4+1)1.180}{2.8} = -0,0975$$

$$T(1,5) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.5+1)1.180}{2.8} = -0,2778$$

$$T(1,6) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.6+1)1.180}{2.8} = -0,4157$$

$$T(1,7) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.7+1)1.180}{2.8} = -0,4904$$

$$T(2,0) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.0+1)2.180}{2.8} = 0,4619$$

$$T(2,1) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.1+1)2.180}{2.8} = 0,1913$$

$$T(2,2) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.2+1)2.180}{2.8} = -0,1913$$

$$T(2,3) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.3+1)2.180}{2.8} = 0,4619$$

$$T(2,4) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.4+1)2.180}{2.8} = -0,4619$$

$$T(2,5) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.5+1)2.180}{2.8} = -0,1913$$

$$T(2,6) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.6+1)2.180}{2.8} = 0,1913$$

$$T(2,7) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.7+1)2.180}{2.8} = 0,4619$$

$$T(3,0) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.0+1)3.180}{2.8} = 0,4157$$

$$T(3,1) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.1+1)3.180}{2.8} = -0,0975$$

$$T(3,2) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.2+1)3.180}{2.8} = -0,4904$$

$$T(3,3) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.3+1)3.180}{2.8} = -0,2778$$

$$T(3,4) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.4+1)3.180}{2.8} = 0,2778$$

$$T(3,5) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.5+1)3.180}{2.8} = 0,4904$$

$$T(3,6) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.6+1)3.180}{2.8} = 0,0975$$

$$T(3,7) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.7+1)4.180}{2.8} = -0,4157$$

$$T(4,0) = \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{(2j+1)i\pi}{2N} = \sqrt{\frac{2}{8}} \cos \frac{(2.0+1)4.180}{2.8} = 0,3536$$

Dan seterusnya sampai proses selesai.

Maka dari perhitungan di atas, didapatkan nilai untuk matriks T seperti dalam tabel berikut ini:

**Tabel 4:** Matriks T

|         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0,3536  | 0,3536  | 0,3536  | 0,3536  | 0,3536  | 0,3536  | 0,3536  | 0,3536  |
| 0,4904  | 0,4147  | 0,2778  | 0,0975  | -0,0975 | -0,2778 | -0,4157 | -0,4904 |
| 0,4619  | 0,1919  | -0,1913 | -0,4619 | -0,4619 | -0,1913 | 0,1913  | 0,4619  |
| 0,4157  | -0,0975 | -0,4904 | -0,2778 | 0,2778  | 0,4904  | 0,0975  | -0,4157 |
| 0,3536  | -0,3536 | -0,3536 | 0,3536  | 0,3536  | -0,3536 | -0,3536 | 0,3536  |
| -0,2778 | -0,4904 | 0,0975  | 0,4157  | -0,4157 | -0,0975 | -0,4904 | -0,2778 |
| 0,1913  | -0,4619 | 0,4619  | -0,1913 | -0,1913 | 0,4619  | -0,4619 | 0,1913  |
| 0,0975  | -0,2778 | 0,4157  | -0,4904 | 0,4909  | -0,4157 | 0,2778  | -0,0975 |

matriks T diubah menjadi matriks  $T^{-1}$  dengan mengganti nilai baris ke kolom.

**Tabel 5:** Matriks  $T^{-1}$

|        |         |         |         |         |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0,3536 | 0,4904  | 0,4619  | 0,4157  | 0,3536  | 0,2778  | 0,1913  | 0,0975  |
| 0,3536 | 0,4157  | 0,1919  | -0,0975 | -0,3536 | -0,4904 | -0,4619 | -0,2778 |
| 0,3536 | 0,2778  | -0,1913 | -0,4904 | -0,3536 | 0,0975  | 0,4619  | 0,4157  |
| 0,3536 | 0,0975  | -0,4619 | -0,2778 | 0,3536  | 0,4157  | -0,1912 | -0,4904 |
| 0,3536 | -0,0975 | -0,4619 | 0,2778  | 0,3536  | -0,4157 | -0,1913 | 0,4904  |
| 0,3536 | -0,2778 | -0,1913 | 0,4904  | -0,3536 | -0,0975 | 0,4619  | -0,4157 |
| 0,3536 | -0,4157 | 0,1913  | 0,0975  | -0,3536 | -0,4904 | -0,4619 | 0,2778  |
| 0,3536 | -0,4904 | 0,4619  | -0,4157 | 0,3536  | -0,2778 | 0,1913  | -0,0975 |

7. Dengan menggunakan persamaan *Discrete Cosine Transform*, cari matriks D dimana matriks D akan digunakan untuk kuantisasi lanjutan.

$$D = T.M.T^{-1}$$

**Tabel 6:** Matriks D

|         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| -248,00 | -16,159 | 11,3996 | 19,294  | 0,50    | 6,1245  | 2,0431  | 1,5029  |
| 2,2777  | 8,2394  | 1,8936  | -6,5075 | 0,8284  | -1,8108 | 0,0814  | -0,2827 |
| 3,9989  | 11,152  | 0,6036  | -7,3684 | 1,5772  | -1,8480 | 0,1036  | -0,8600 |
| 0,2381  | 4,3461  | 0,8372  | -2,9047 | 0,6091  | -0,2061 | -0,2008 | -0,4762 |
| 1,0000  | 1,3390  | -0,3266 | -0,1420 | -0,0000 | -0,1829 | -0,1353 | -0,1688 |
| 0,0710  | 0,1907  | 0,1665  | 0,3974  | -0,4070 | -0,5022 | 0,2587  | 0,0355  |
| 0,5084  | 0,2214  | 0,6036  | 0,1661  | -0,1121 | -0,0122 | -0,1036 | 0,3436  |
| 0,0179  | -0,1792 | 0,2387  | -0,3785 | -0,1648 | 0,2781  | -0,1218 | -0,3325 |

8. Kemudian proses untuk merekonstruksi kembali nilai *grayscale* warna dengan persamaan berikut:

$$R_{ij} = Q_{ij} \times C_{ij}$$

$$N = \text{round}(T^{-1}RT) + 128$$

Sehingga menghasilkan nilai *grayscale* yang baru sebagai berikut:

**Tabel 7.** Nilai Warna Setelah Dilakukan Penyisipan

|     |     |    |    |    |     |     |     |
|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 106 | 101 | 97 | 96 | 97 | 98  | 96  | 93  |
| 104 | 100 | 96 | 95 | 98 | 99  | 98  | 96  |
| 100 | 97  | 94 | 94 | 98 | 101 | 100 | 99  |
| 98  | 94  | 92 | 94 | 99 | 103 | 103 | 102 |
| 97  | 94  | 91 | 94 | 99 | 103 | 104 | 103 |
| 97  | 94  | 92 | 94 | 99 | 103 | 103 | 102 |
| 99  | 95  | 93 | 94 | 99 | 102 | 102 | 100 |
| 100 | 97  | 94 | 94 | 98 | 101 | 101 | 99  |

9. Tahap akhir adalah pembentukan kembali *frame-frame* hasil penyisipan ke dalam bentuk video, sehingga menghasilkan video yang telah disisipkan.

**Implementasi**

Adapun yang menjadi standart spesifikasi untuk implementasi dari permasalahan di atas adalah sebagai berikut :

1. *Processor Intel Pentium IV – 2.27 GHz.*
2. *Memory RAM 1 GB*
3. *Harddisk 120 GB*
4. *Sistem operasi MS-windows 7/XP*
5. *Microsoft Visual Studio 2008*



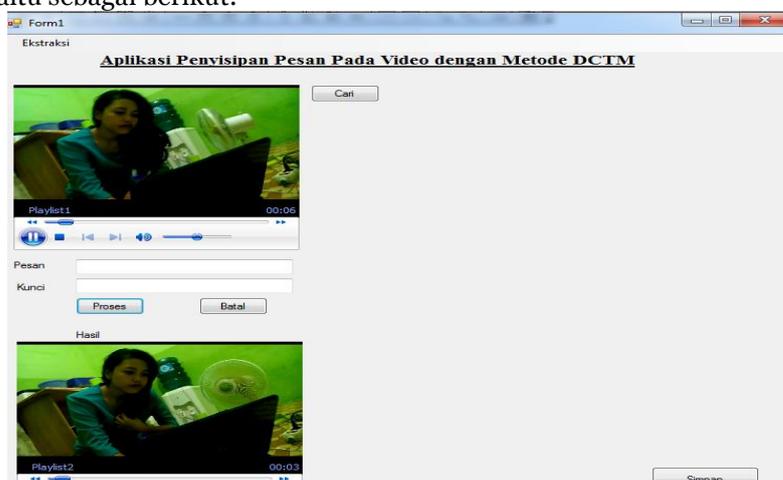
**Gambar 4:** Tampilan Menu Utama

Setelah aplikasi dirancang, maka dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah aplikasi sudah berjalan dengan baik. Berikut ini dilakukan dengan menggunakan *file* video andin.Avi dengan pesan yang akan disisipi adalah Andin dengan kunci ABCDEF.



**Gambar 5:** Pengujian Penyisipan Pesan

Setelah mendapatkan *file* video yang sudah disisipi pesan, maka dilakukan kembali percobaan untuk proses ekstraksinya, yaitu sebagai berikut:



**Gambar 6:** Pengujian Ekstraksi Pesan

## KESIMPULAN

1. Proses Penyisipan data teks ke dalam *file video* dilakukan dengan cara mengubah *file* video tersebut menjadi kumpulan *frame* dalam kumpulan *frame* tersebut akan disisipkan data teks ke dalam *file* video tersebut.
2. Proses penyisipan data text pada DCTM dengan cara menghitung nilai koefisien DCTM dan menggantikan nilai bit video tersebut dengan nilai bit pesan yang akan disisipkan
3. Dengan proses pengimputan video dan video tersebut akan diekstraksikan ke dalam beberapa frame yang akan menjadi nilai RGB yang akan menghasilkan nilai frame pertama dari ekstraksi tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Yuhefizar, 2012, "Analisa sistem informasi" Penerbit Andi Yogyakarta.
- Dony Ariyus, 2009, "Keamanan Multimedia" Penerbit Andi Yogyakarta.
- Syarifuddin, 2012, "Sistem Cerdas Deteksi citra dengan metode *discrete cosine transform*", Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Mahmudin Yunus. "Penyembunyian Data pada File Video menggunakan metode LSB dan DCT "UGM vol.8,No1,januari 2014 ISSN:1978-1520.Yogyakarta.
- Andres Nicolas tarigan. 2014. "Pembuatan Aplikasi Penyisipan Pesan pada *File Mp3*". Issn: 2301-9425, vol:III,nomor 2,2, Penerbit Pelita Informatika
- Jogiyanto H.M, 2011, "Sistem Teknologi Informasi", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Rosa A.S dan M.Shalahuddin, 2011. " Rekayasa Perangkat Lunak", Bandung.
- Darmayuda Ketut, 2010, Pemrograman Aplikasi Database dengan Microsoft Visual Basic.Net 2008.

## APLIKASI PENGOLAHAN CITRA DENGAN MENGGUNAKAN METODE SHARPENING DAN METODE REPLICATION

**Ardiansyah Putra Nasution**

*Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
Blogputra7@gmail.com*

**Abstrak.** Ketika sebuah citra ditangkap oleh kamera, seringkali tidak dapat langsung digunakan sebagaimana diinginkan karena kualitasnya belum memenuhi standar kebutuhan pengolahan. Secara umum dapat dikatakan bahwa citra yang demikian kualitasnya masih rendah, baik oleh karena adanya gangguan dalam citra maupun oleh sebab lainnya. Adakalanya citra yang diperoleh dengan cara melukis pada media komputer atau diperoleh dari peralatan kamera digital lainnya terlihat kasar. Sharpening (Penajaman) yaitu memperjelas detil suatu citra (menambah kontras) dengan penjumlahan atas citra tepi dengan citra aslinya maka bagian tepi objek akan terlihat berbeda dengan latarnya. Operator skala melakukan sebuah transformasi geometri yang dapat digunakan untuk mengecilkan atau memperbesar ukuran dari sebuah image atau sebuah bagian dari image. Untuk melakukan hal tersebut ada beberapa metode yang digunakan untuk melakukan proses memperbesar gambar digital. Diantara metode yang sering digunakan yaitu metode replication. Dan untuk mempertajam gambar citra digital agar pixel-pixel pada gambar lebih tajam dan kualitas gambar lebih bermutu untuk dilakukan proses penajaman dan memperbesar citra digital dengan metode sharpening dengan metode replication.

**Kata Kunci :** Pembesaran Citra, Citra Digital, Penajaman, Sharpening, Replication.

### PENDAHULUAN

*Sharpening* adalah penajaman (*sharpening*) citra untuk menyoroti detail yang lebih baik dari citra serta memperbaiki detail yang kabur karena error atau efek alami saat pengambilan citra (Fajar, Astuti, 2013). Metode *replication* adalah Operator skala melakukan sebuah transformasi geometri yang dapat digunakan untuk mengecilkan atau memperbesar ukuran dari sebuah *image* atau sebuah bagian dari *image*. Perbesaran *image* dicapai dengan *pixel replication* atau dengan *interpolation* (Darma, Putra, 2010). Untuk melakukan hal tersebut ada beberapa metode yang digunakan untuk melakukan proses memperbesar gambar digital. Diantara metode yang sering digunakan yaitu metode *replication*. Dan untuk mempertajam gambar citra digital agar *pixel-pixel* pada gambar lebih tajam dan kualitas gambar lebih bermutu untuk dilakukan proses penajaman dan memperbesar citra digital dengan metode *sharpening* dengan metode *replication*.

Ketika sebuah citra ditangkap oleh kamera, seringkali tidak dapat langsung digunakan sebagaimana diinginkan karena kualitasnya belum memenuhi standar kebutuhan pengolahan. Secara umum dapat dikatakan bahwa citra yang demikian kualitasnya masih rendah, baik oleh karena adanya gangguan dalam citra maupun oleh sebab lainnya. Adakalanya citra yang diperoleh dengan cara melukis pada media komputer atau diperoleh dari peralatan kamera digital lainnya terlihat kasar. Sebuah gambar dapat memberikan informasi yang lebih banyak daripada informasi tersebut disajikan dalam bentuk kata-kata (tekstual). Terkadang ada saatnya pengguna yang mempunyai gambar digital ingin melakukan proses perbesaran gambar.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Sebagai bahan penelitian yang akan digunakan adalah citra dengan format bmp, jpg, png dengan resolusi 50x56 pixel dan ukuran 3x3 warna, sedangkan untuk pembuatan aplikasinya menggunakan bahasa pemrograman visual basic.net 2008.

#### Metode

Sharpening (Penajaman) yaitu memperjelas detil suatu citra (menambah kontras) dengan penjumlahan atas citra tepi dengan citra aslinya maka bagian tepi objek akan terlihat berbeda dengan latarnya, sehingga citra terkesan lebih tajam. Tujuan utama dari penajaman (*sharpening*) citra adalah untuk menyoroti detail yang baik dari citra serta memperbaiki detail yang kabur karena error atau efek alami saat pengambilan citra.

Perumusan *sharpening* :

$$\text{Perumusan } g(x,y) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Metode Replication. Perbesaran *image* dicapai dengan *pixel replication* atau dengan *interpolation*. *Scalling* digunakan untuk mengubah tampilan visual dai sebuah *image*, untuk mengubah kuantitas informasi yang disimpan dalam representasi pemandangan, atau sebagai sebuah *low-level preprocessor* dalam rantai *multi-stage image processing* yang bekerja pada fitur-fitur dari sebuah skala tertentu. *Pixel replication* akan mengulang nilai-nilai *pixel* pada daerah atau kelompok yang telah ditentukan sesuai dengan faktor penskalaannya. *Pixel replication* menambah jumlah *pixel* dengan cara sederhana yaitu mereplikasi nilai *pixel* awal yang terdapat pada citra digital input. Sebuah *pixel* menjadi beberapa *pixel* dengan nilai yang sama. Jumlah *pixel* pada citra digital output tergantung dari faktor penskalaan (*scalling factor*) yang diinginkan.

Cara Pengerjaan metode replication :

1. Membuat perbesaran citra dengan cara melakukan perbesaran citra dari citra awal (asli) meningkatkan pembesaran.
2. Menampilkan lebih jelas skala *pixel* pada citra dengan pembesaran replication

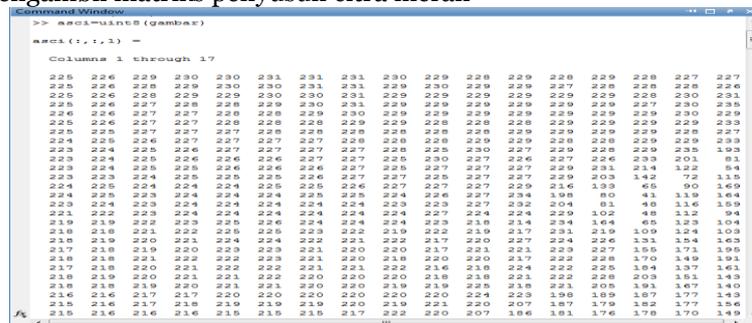
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Peningkatan kualitas citra yang dilakukan adalah dengan mempengaruhi jumlah intensitas warna penyusun citra tersebut. Ada beberapa jenis citra, yaitu citra warna 8 bit, citra warna 16 bit, dan citra warna 24 bit (*full color*). Dimana keseluruhan jenis citra ini dapat dimanipulasi oleh sistem yang akan dibangun dan setiap hasil citra yang telah dimanipulasi akan disimpan dengan citra format *Bitmap* (\*.bmp) ataupun *JPEG* (\*.jpeg) dengan jenis citra 24 bit. Citra dengan format *Bitmap* (\*.bmp) tersebut sengaja dipilih karena merupakan jenis format citra yang mampu menunjukkan kehalusan gradasi bayangan dan warna dari sebuah citra.

Apakah tahapan ini bisa dilakukan dengan menggunakan metode replication atau tidak bisa dilakukan dalam tahapan pengeditan terhadap citra yang memiliki resolusi kecil seperti 30x27 citra asli diubah menjadi citra yang memiliki objek citra yang besar (zoom) dengan pengkalian tiap detail *pixel* yang ada pada citra menjadi resolusi 60x54.

Adapun matriks yang terdapat pada citra digital, berbentuk objek nama pasphoto2.jpg adalah sebagai berikut, Dengan pengkodean menggunakan matlab :

>>>asci(:,:,1) = %Mengambil matriks penyusun citra merah



**Gambar 1** Citra Red (Merah)

Dari data diatas maka ukuran matriks yang akan diolah dibatasi menjadi 5x5 yaitu:  $f(x,y)$  = nilai dari *pixel* citra asli dari warna red(merah)

**Tabel 1:** matriks *pixel* 5x5 citra merah

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 225 | 226 | 229 | 230 | 230 |
| 225 | 226 | 228 | 229 | 230 |
| 225 | 226 | 228 | 229 | 229 |
| 225 | 226 | 227 | 228 | 228 |
| 226 | 226 | 227 | 227 | 228 |

Perumusan dari metode sharpening adalah :

$$g(x,y) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Perhitungan matriks :  $f(1,1)$  = Nilai *Pixel* 226

$$(0x225)+(-1x226)+(0x229)+(-1x225)+(4x226)+(-1x228)+(0x225)+(-1x226)+(0x228) = -1$$

Perhitungan matriks :  $f(1,2)$  = Nilai *Pixel* 228

$$(0x226)+(-1x229)+(0x230)+(-1x226)+(4x228)+(-1x229)+(0x226)+(-1x228)+(0x229) = 0$$

Perhitungan matriks :  $f(1,3)$  = Nilai *Pixel* 229

$$(0x229)+(-1x230)+(0x230)+(-1x228)+(4x229)+(-1x230)+(0x228)+(-1x229)+(0x229) = -1$$

Perhitungan matriks :  $f(1,4)$  = Nilai *Pixel* 230

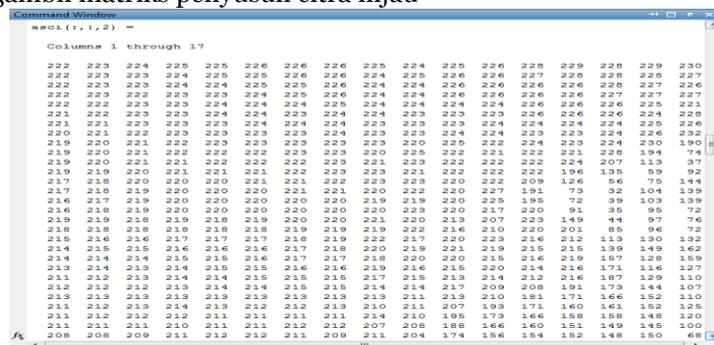
$(0x230)+(-1x230)+(0x231)+(-1x229)+(4x230)+(-1x230)+(0x229)+(-1x229)+(0x230)= 2$   
Perhitungan matriks :  $f(1,5) =$  Nilai Pixel 230  
 $(0x230)+(-1x231)+(0x231)+(-1x230)+(4x230)+(-1x231)+(0x229)+(-1x230)+(0x230)= -2$

Perhitungan matriks :  $f(2,1) =$  Nilai Pixel 226  
 $(0x225)+(-1x226)+(0x228)+(-1x225)+(4x226)+(-1x228)+(0x225)+(-1x226)+(0x227) = -1$   
Perhitungan matriks :  $f(2,2) =$  Nilai Pixel 228  
 $(0x226)+(-1x228)+(0x229)+(-1x226)+(4x228)+(-1x229)+(0x226)+(-1x227)+(0x228)= 2$   
Perhitungan matriks :  $f(2,3) =$  Nilai Pixel 229  
 $(0x228)+(-1x229)+(0x230)+(-1x228)+(4x229)+(-1x229)+(0x227)+(-1x228)+(0x228) = 2$   
Perhitungan matriks :  $f(2,4) =$  Nilai Pixel 229  
 $(0x229)+(-1x230)+(0x230)+(-1x229)+(4x229)+(-1x230)+(0x228)+(-1x228)+(0x229)= -1$   
Perhitungan matriks :  $f(2,5) =$  Nilai Pixel 230

Perhitungan matriks :  $f(3,1) =$  Nilai Pixel 226  
 $(0x225)+(-1x226)+(0x228)+(-1x225)+(4x226)+(-1x227)+(0x226)+(-1x226)+(0x227) = 0$   
Perhitungan matriks :  $f(3,2) =$  Nilai Pixel 227  
 $(0x228)+(-1x229)+(0x229)+(-1x227)+(4x228)+(-1x228)+(0x227)+(-1x227)+(0x228)= 1$   
Perhitungan matriks :  $f(3,3) =$  Nilai Pixel 228  
 $(0x229)+(-1x229)+(0x230)+(-1x228)+(4x228)+(-1x229)+(0x227)+(-1x228)+(0x228) = -2$   
Perhitungan matriks :  $f(3,4) =$  Nilai Pixel 229  
 $(0x229)+(-1x230)+(0x230)+(-1x228)+(4x229)+(-1x230)+(0x228)+(-1x228)+(0x230)= 0$   
Perhitungan matriks :  $f(3,5) =$  Nilai Pixel 231

Perhitungan matriks :  $f(4,1) =$  Nilai Pixel 226  
 $(0x225)+(-1x226)+(0x228)+(-1x225)+(4x226)+(-1x227)+(0x226)+(-1x226)+(0x227) = 0$   
Perhitungan matriks :  $f(4,2) =$  Nilai Pixel 228  
 $(0x228)+(-1x229)+(0x229)+(-1x227)+(4x228)+(-1x228)+(0x227)+(-1x227)+(0x228)= 1$   
Perhitungan matriks :  $f(4,3) =$  Nilai Pixel 228  
 $(0x229)+(-1x229)+(0x230)+(-1x228)+(4x228)+(-1x229)+(0x227)+(-1x228)+(0x228) = -2$   
Perhitungan matriks :  $f(4,4) =$  Nilai Pixel 229  
 $(0x229)+(-1x230)+(0x230)+(-1x228)+(4x229)+(-1x230)+(0x228)+(-1x228)+(0x230)= 0$   
Perhitungan matriks :  $f(4,5) =$  Nilai Pixel 231

Perhitungan matriks :  $f(5,1) =$  Nilai Pixel 225  
 $(0x226)+(-1x226)+(0x227)+(-1x225)+(4x225)+(-1x227)+(0x224)+(-1x225)+(0x226) = -3$   
Perhitungan matriks :  $f(5,2) =$  Nilai Pixel 227  
 $(0x227)+(-1x227)+(0x227)+(-1x225)+(4x227)+(-1x227)+(0x225)+(-1x226)+(0x227)= 3$   
Perhitungan matriks :  $f(5,3) =$  Nilai Pixel 227  
 $(0x227)+(-1x227)+(0x228)+(-1x227)+(4x227)+(-1x227)+(0x226)+(-1x227)+(0x227) = 0$   
Perhitungan matriks :  $f(5,4) =$  Nilai Pixel 227  
 $(0x227)+(-1x228)+(0x228)+(-1x227)+(4x227)+(-1x228)+(0x227)+(-1x227)+(0x227)= -2$   
Perhitungan matriks :  $f(5,5) =$  Nilai Pixel 228  
 $(0x228)+(-1x228)+(0x229)+(-1x227)+(4x228)+(-1x228)+(0x227)+(-1x227)+(0x227)= -2$   
>>ascii(:,2) = %Mengambil matriks penyusun citra hijau



**Gambar 2** Citra Green (Hijau)

Dari data diatas maka ukuran matriks yang akan diolah dibatasi menjadi 5x5 yaitu:  $f(x,y) =$  nilai dari pixel citra asli dari warna green (hijau)

**Tabel 2** matriks pixel 5x5 citra hijau

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 222 | 223 | 224 | 225 | 225 |
|-----|-----|-----|-----|-----|

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 222 | 223 | 223 | 224 | 225 |
| 222 | 223 | 223 | 224 | 224 |
| 222 | 223 | 222 | 223 | 223 |
| 222 | 222 | 223 | 223 | 224 |

Perumusan dari metode sharpening adalah :

$$g(x,y) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Perhitungan matriks :  $f(1,1)$  = Nilai Pixel 223

$$(0x222)+(-1x223)+(0x224)+(-1x222)+(4x223)+(-1x223)+(0x222)+(-1x223)+(0x223) = 1$$

Perhitungan matriks :  $f(1,2)$  = Nilai Pixel 223

$$(0x223)+(-1x224)+(0x225)+(-1x223)+(4x223)+(-1x224)+(0x223)+(-1x223)+(0x224) = -2$$

Perhitungan matriks :  $f(1,3)$  = Nilai Pixel 224

$$(0x224)+(-1x225)+(0x225)+(-1x223)+(4x224)+(-1x225)+(0x223)+(-1x224)+(0x224) = -1$$

Perhitungan matriks :  $f(1,4)$  = Nilai Pixel 225

$$(0x225)+(-1x225)+(0x226)+(-1x224)+(4x225)+(-1x225)+(0x224)+(-1x224)+(0x225) = 2$$

Perhitungan matriks :  $f(1,5)$  = Nilai Pixel 225

$$(0x225)+(-1x226)+(0x226)+(-1x225)+(4x225)+(-1x226)+(0x224)+(-1x225)+(0x225) = -2$$

Perhitungan matriks :  $f(2,1)$  = Nilai Pixel 223

$$(0x222)+(-1x223)+(0x223)+(-1x222)+(4x223)+(-1x223)+(0x222)+(-1x223)+(0x222) = 1$$

Perhitungan matriks :  $f(2,2)$  = Nilai Pixel 223

$$(0x223)+(-1x224)+(0x225)+(-1x223)+(4x223)+(-1x224)+(0x223)+(-1x223)+(0x224) = -2$$

Perhitungan matriks :  $f(2,3)$  = Nilai Pixel 223

$$(0x223)+(-1x223)+(0x224)+(-1x223)+(4x223)+(-1x224)+(0x223)+(-1x222)+(0x223) = 0$$

Perhitungan matriks :  $f(2,4)$  = Nilai Pixel 224

$$(0x223)+(-1x224)+(0x225)+(-1x223)+(4x224)+(-1x224)+(0x222)+(-1x223)+(0x223) = 2$$

Perhitungan matriks :  $f(2,5)$  = Nilai Pixel 224

$$(0x224)+(-1x225)+(0x225)+(-1x224)+(4x224)+(-1x225)+(0x223)+(-1x223)+(0x224) = 1$$

Perhitungan matriks :  $f(3,1)$  = Nilai Pixel 223

$$(0x222)+(-1x223)+(0x223)+(-1x222)+(4x223)+(-1x223)+(0x222)+(-1x222)+(0x223) = 2$$

Perhitungan matriks :  $f(3,2)$  = Nilai Pixel 222

$$(0x223)+(-1x223)+(0x224)+(-1x223)+(4x222)+(-1x223)+(0x222)+(-1x223)+(0x223) = -4$$

Perhitungan matriks :  $f(3,3)$  = Nilai Pixel 223

$$(0x223)+(-1x224)+(0x224)+(-1x222)+(4x223)+(-1x223)+(0x223)+(-1x223)+(0x224) = 0$$

Perhitungan matriks :  $f(3,4)$  = Nilai Pixel 223

$$(0x224)+(-1x224)+(0x225)+(-1x223)+(4x223)+(-1x224)+(0x223)+(-1x224)+(0x224) = -3$$

Perhitungan matriks :  $f(3,5)$  = Nilai Pixel 224

$$(0x224)+(-1x225)+(0x225)+(-1x223)+(4x224)+(-1x225)+(0x224)+(-1x224)+(0x224) = -1$$

Perhitungan matriks :  $f(4,1)$  = Nilai Pixel 222

$$(0x222)+(-1x223)+(0x222)+(-1x222)+(4x222)+(-1x223)+(0x221)+(-1x222)+(0x223) = -2$$

Perhitungan matriks :  $f(4,2)$  = Nilai Pixel 223

$$(0x223)+(-1x222)+(0x223)+(-1x222)+(4x223)+(-1x223)+(0x222)+(-1x223)+(0x223) = 2$$

Perhitungan matriks :  $f(4,3)$  = Nilai Pixel 223

$$(0x222)+(-1x223)+(0x223)+(-1x223)+(4x223)+(-1x224)+(0x223)+(-1x223)+(0x224) = -1$$

Perhitungan matriks :  $f(4,4)$  = Nilai Pixel 224

$$(0x223)+(-1x223)+(0x224)+(-1x223)+(4x224)+(-1x224)+(0x223)+(-1x224)+(0x224) = 2$$

Perhitungan matriks :  $f(4,5)$  = Nilai Pixel 224

$$(0x223)+(-1x224)+(0x225)+(-1x224)+(4x224)+(-1x224)+(0x224)+(-1x224)+(0x223) = 0$$

Perhitungan matriks :  $f(5,1)$  = Nilai Pixel 222

$$(0x222)+(-1x222)+(0x223)+(-1x221)+(4x222)+(-1x223)+(0x221)+(-1x221)+(0x223) = 1$$

Perhitungan matriks :  $f(5,2)$  = Nilai Pixel 223

$$(0x222)+(-1x223)+(0x223)+(-1x222)+(4x223)+(-1x223)+(0x221)+(-1x223)+(0x223) = 1$$

Perhitungan matriks :  $f(5,3)$  = Nilai Pixel 223

$$(0x223)+(-1x223)+(0x224)+(-1x223)+(4x223)+(-1x224)+(0x223)+(-1x223)+(0x223) = -1$$

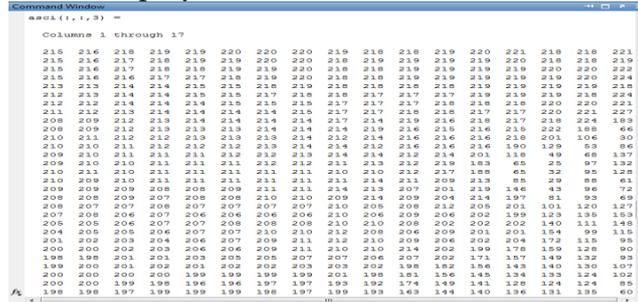
Perhitungan matriks :  $f(5,4)$  = Nilai Pixel 224

$$(0x223)+(-1x224)+(0x224)+(-1x223)+(4x224)+(-1x224)+(0x223)+(-1x223)+(0x224) = 2$$

Perhitungan matriks :  $f(5,5)$  = Nilai Pixel 224

$$(0x224)+(-1x224)+(0x224)+(-1x224)+(4x224)+(-1x223)+(0x223)+(-1x224)+(0x224) = 1$$

>>asci(:, :, 3) = %Mengambil matriks penyusun citra biru



**Gambar 3** Citra Blue (Biru)

Dari data diatas maka ukuran matriks yang akan diolah dibatasi menjadi 5x5 yaitu:

**Tabel 3** matriks pixel 5x5 citra biru

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 215 | 216 | 218 | 219 | 219 |
| 215 | 216 | 217 | 218 | 219 |
| 215 | 216 | 217 | 218 | 218 |
| 215 | 216 | 216 | 217 | 217 |
| 213 | 213 | 214 | 214 | 215 |

Perumusan dari metode sharpening adalah :

$$g(x,y) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Perhitungan matriks :  $f(1,1)$  = Nilai Pixel 216

$$(0x215)+(-1x216)+(0x218)+(-1x215)+(4x216)+(-1x217)+(0x215)+(-1x216)+(0x217) = 0$$

Perhitungan matriks :  $f(1,2)$  = Nilai Pixel 217

$$(0x216)+(-1x218)+(0x219)+(-1x216)+(4x217)+(-1x218)+(0x216)+(-1x217)+(0x218) = -1$$

Perhitungan matriks :  $f(1,3)$  = Nilai Pixel 218

$$(0x218)+(-1x219)+(0x219)+(-1x217)+(4x218)+(-1x219)+(0x217)+(-1x218)+(0x218) = -1$$

Perhitungan matriks :  $f(1,4)$  = Nilai Pixel 216

$$(0x215)+(-1x216)+(0x218)+(-1x215)+(4x216)+(-1x217)+(0x215)+(-1x216)+(0x217) = 0$$

Perhitungan matriks :  $f(1,5)$  = Nilai Pixel 219

$$(0x219)+(-1x219)+(0x220)+(-1x218)+(4x219)+(-1x219)+(0x218)+(-1x218)+(0x219) = 2$$

Perhitungan matriks :  $f(2,1)$  = Nilai Pixel 216

$$(0x215)+(-1x216)+(0x217)+(-1x215)+(4x216)+(-1x217)+(0x215)+(-1x216)+(0x216) = 0$$

Perhitungan matriks :  $f(2,2)$  = Nilai Pixel 217

$$(0x216)+(-1x217)+(0x219)+(-1x216)+(4x217)+(-1x218)+(0x216)+(-1x216)+(0x217) = 1$$

Perhitungan matriks :  $f(2,3)$  = Nilai Pixel 218

$$(0x217)+(-1x218)+(0x219)+(-1x217)+(4x218)+(-1x218)+(0x216)+(-1x217)+(0x217) = 1$$

Perhitungan matriks :  $f(2,4)$  = Nilai Pixel 219

$$(0x218)+(-1x219)+(0x219)+(-1x218)+(4x219)+(-1x219)+(0x217)+(-1x218)+(0x219) = 2$$

Perhitungan matriks :  $f(2,5)$  = Nilai Pixel 219

$$(0x219)+(-1x220)+(0x220)+(-1x219)+(4x219)+(-1x220)+(0x218)+(-1x219)+(0x220) = -2$$

Perhitungan matriks :  $f(3,1)$  = Nilai Pixel 216

$$(0x215)+(-1x216)+(0x217)+(-1x215)+(4x216)+(-1x216)+(0x213)+(-1x213)+(0x214) = 4$$

Perhitungan matriks :  $f(3,2)$  = Nilai Pixel 216

$$(0x216)+(-1x217)+(0x218)+(-1x216)+(4x216)+(-1x217)+(0x213)+(-1x213)+(0x214) = 1$$

Perhitungan matriks :  $f(3,3)$  = Nilai Pixel 217

$$(0x217)+(-1x218)+(0x218)+(-1x216)+(4x217)+(-1x217)+(0x214)+(-1x214)+(0x215) = 3$$

Perhitungan matriks :  $f(3,4)$  = Nilai Pixel 219

$$(0x218)+(-1x218)+(0x219)+(-1x217)+(4x217)+(-1x218)+(0x214)+(-1x215)+(0x215) = 0$$

Perhitungan matriks :  $f(3,5)$  = Nilai Pixel 218

$$(0x218)+(-1x219)+(0x219)+(-1x217)+(4x218)+(-1x219)+(0x215)+(-1x215)+(0x218) = 2$$

Perhitungan matriks :  $f(4,1)$  = Nilai Pixel 213

$$(0x215)+(-1x216)+(0x216)+(-1x213)+(4x213)+(-1x214)+(0x212)+(-1x213)+(0x214) = -4$$

Perhitungan matriks :  $f(4,2)$  = Nilai Pixel 213

$$(0x216)+(-1x216)+(0x217)+(-1x213)+(4x213)+(-1x214)+(0x213)+(-1x214)+(0x214) = -5$$

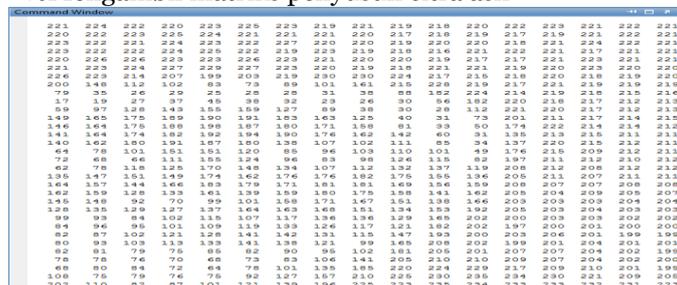
Perhitungan matriks :  $f(4,3)$  = Nilai Pixel 214

$$(0x216)+(-1x217)+(0x217)+(-1x214)+(4x214)+(-1x215)+(0x214)+(-1x214)+(0x215) = -5$$

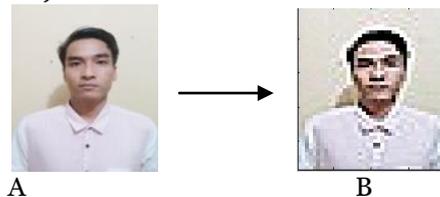
Perhitungan matriks :  $f(4,4)$  = Nilai Pixel 215  
 $(0x217)+(-1x217)+(0x218)+(4x215)+(-1x215)+(0x214)+(-1x215)+(0x215) = -1$   
 Perhitungan matriks :  $f(4,5)$  = Nilai Pixel 215  
 $(0x217)+(-1x218)+(0x219)+(-1x215)+(4x215)+(-1x218)+(0x215)+(-1x215)+(0x217) = -6$

Perhitungan matriks :  $f(5,1)$  = Nilai Pixel 213  
 $(0x213)+(-1x213)+(0x214)+(-1x212)+(4x213)+(-1x214)+(0x211)+(-1x212)+(0x213) = 1$   
 Perhitungan matriks :  $f(5,2)$  = Nilai Pixel 214  
 $(0x213)+(-1x214)+(0x214)+(-1x213)+(4x214)+(-1x214)+(0x212)+(-1x213)+(0x214) = 2$   
 Perhitungan matriks :  $f(5,3)$  = Nilai Pixel 214  
 $(0x214)+(-1x214)+(0x215)+(-1x214)+(4x214)+(-1x215)+(0x213)+(-1x214)+(0x214) = -1$   
 Perhitungan matriks :  $f(5,4)$  = Nilai Pixel 215  
 $(0x214)+(-1x215)+(0x215)+(-1x214)+(4x215)+(-1x215)+(0x214)+(-1x214)+(0x214) = 2$   
 Perhitungan matriks :  $f(5,5)$  = Nilai Pixel 215  
 $(0x215)+(-1x215)+(0x218)+(-1x215)+(4x215)+(-1x217)+(0x214)+(-1x214)+(0x214) = -1$

>> `ascii=uint8(gambar) = %Mengambil matriks penyusun citra asli`



**Gambar 4** Citra Asli (RGB)



**Gambar 5** Hasil Sharpening

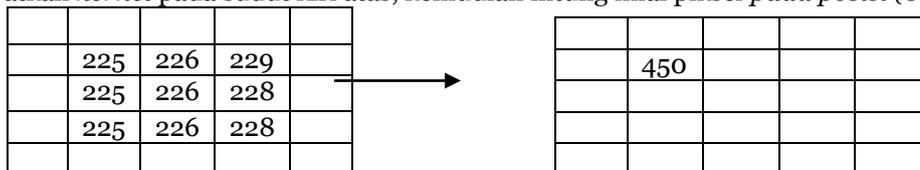
*Pixel replication* akan mengulang nilai-nilai pixel pada daerah atau kelompok yang telah ditentukan sesuai dengan faktor pembesaran. *Pixel replication* menambah jumlah pixel dengan cara sederhana yaitu mereplikasi nilai pixel awal yang terdapat pada citra digital input. Pada operasi pembesaran citra setiap pixel diperbesar menjadi  $S_x$  kali  $S_y$  pixel. Operasi perbesaran di implementasikan dengan menyalin setiap pixel sebanyak  $S_x$  kali  $S_y$ .

Teknik pertama, yaitu mengambil piksel-piksel tertentu dari citra, misal piksek-piksel pada baris dan kolom saja. Teknik ini dipengaruhi oleh faktor replication. Jika faktor replication adalah 2, maka terdapat  $2*2$  blok yang merepresentasikan gambar. Jika faktor subsampling adalah 4, maka terdapat  $4*4$  blok yang merepresentasikan gambar. Begitu pula untuk faktor subsampling lain. Karena hal itulah, semakin besar faktor subsampling (T. Sutoyo, 2009). Teknik kedua, yaitu mengambil rata-rata dari kelompok piksel dan menggunakan nilai tersebut sebagai ganti nilai kelompok piksel. Cara ini lebih kompleks, tetapi menghasilkan kualitas yang lebih baik. *Subsampling* sebanding dengan pengurangan resolusi. Perumusan :

$$X = S_x \times S_y$$

$$Y = S_x \times S_y$$

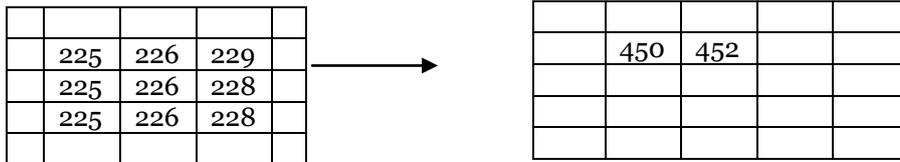
(1). Tempatkan *kernel* pada sudut kiri atas, kemudian hitung nilai piksel pada posisi (0,0) dari *kernel*.



Hasil Replication = 0. Nilai ini dihitung dengan cara berikut:

$$(2) * (225) = 450$$

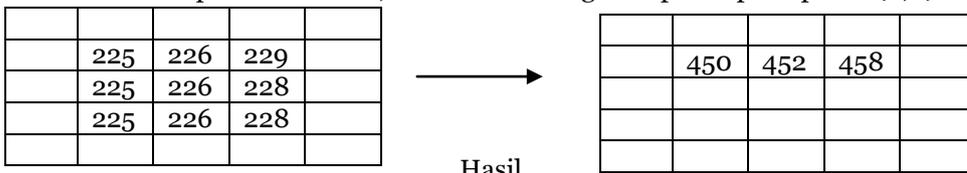
(2). Geser *kernel* satu piksel ke kanan, kemudian hitung nilai piksel pada posisi (0,0) dari *kernel*:



Hasil Replication = 452. Nilai ini dihitung dengan cara berikut:

(2) \* (226) = 452

(3). Geser *kernel* satu piksel ke kanan, kemudian hitung nilai piksel pada posisi (0,0) dari *kernel*:



Hasil

Replication =

458. Nilai ini dihitung dengan cara berikut:

(2) \* (229) = 458

(4). Geser *kernel* satu piksel ke bawah, lalu mulai lagi melakukan konvolusi dari sisi kiri citra. Setiap kali konvolusi, geser *kernel* atau piksel ke kanan:



Hasil

replication =

450. Nilai ini

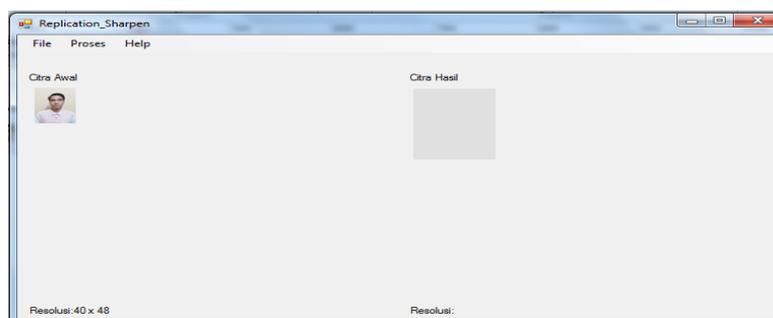
dihitung dengan cara berikut:

(2) \* (226) = 454

Dengan cara yang sama, piksel-piksel pada baris ketiga direplication sehingga menghasilkan:

|  |     |     |     |  |
|--|-----|-----|-----|--|
|  |     |     |     |  |
|  | 450 | 452 | 458 |  |
|  | 450 | 454 | 456 |  |
|  | 450 | 454 | 456 |  |
|  |     |     |     |  |

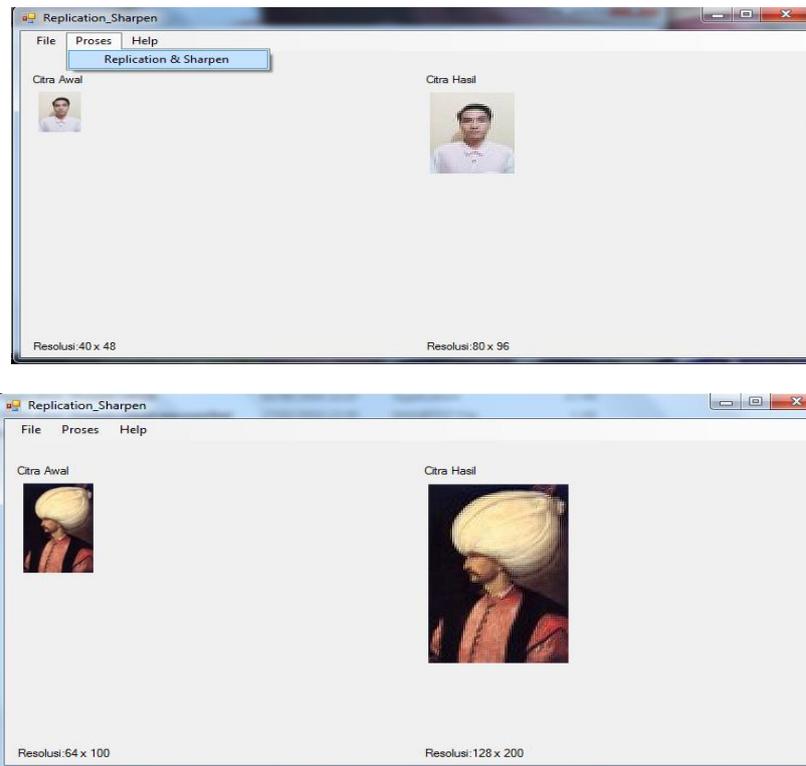
Jika hasil replication menghasilkan nilai piksel *negative*, nilai tersebut dijadikan 0. Sebaliknya jika hasil konvolusi menghasilkan nilai piksel lebih besar dari nilai keabuan maksimum (255), nilaitersebut dijadikan ke nilai keabuan maksimum.



**Gambar 5** Tampilan Open Gambar

Pada tampilan form diatas, dapat dijelaskan sistem kerja pada aplikasi, untuk melakukan proses memilih sebuah citra yang akan dilakukan proses, dengan menekan tombol open pada menu file, dan memilih

citra asli yang akan dilakukan proses *sharpening dan replication*. Sistem bekerja untuk membuka citra input yang akan ditampilkan pada aplikasi sistem pengolahan citra untuk di lakukan prosesnya Pada tampilan form *Sharpening dan Replication*, dapat dilihat pada tampilan seperti gambar



**Gambar 6** Tampilan Proses *Sharpening dan Replication*

Keterangan :

Pada tampilan form seperti gambar 4.5 diatas, dapat dijelaskan proses *Sharpening dan Replication* melakukan proses pada gambar asli terletak pada gambar sebelah kiri diatas, proses *Sharpening dan Replication* menghasilkan sebuah citra pada gambar kanan atas. Perbandingan citra asli dan hasil dari proses citra, terlihat jelas kualitas gambar hasil proses memberikan hasil penajaman dan pembesaran citra.

## KESIMPULAN.

1. Aplikasi pengolahan citra melakukan proses penajaman pada citra dan melakukan pembesaran 2 kali dari citra aslinya.
2. Aplikasi pengolahan citra digital melakukan pembesaran terhadap citra tanpa memangkas bentuk asli dari citra aslinya.
3. Aplikasi pengolahan citra digital metode *sharpening dan replication* memiliki proses penyimpanan dengan format citra JPG, PNG.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi Kurniadi, 2010, Pemogramann Visual Basic, Elex Media Komputindo, Jakarta.  
Fajar, Astuti, 2013, Konsep dan Teori Pengolahan Citra Digital, Andi, Yogyakarta.  
Putra, Darma, 2010, Pengolahan Citra Digital, Andi, Yogyakarta.  
Rika Novita, 2011, Analisis Penerapan Metode Median Filter Untuk Mengurangi Noise Pada Citra Digital, Konferensi Nasional Sistem dan Informatika, Bali.  
T. Sutoyo. 2011. Teori Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : Andi. Semarang : Udinus.

## **SISTEM PENGAMANAN PALANG PINTU PERLINTASAN KERETA API BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC**

**Ari Andika**

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
[ari.andika175@gmail.com](mailto:ari.andika175@gmail.com)

**Abstrak.** Palang Pintu Kereta Api otomatis merupakan suatu otomatisasi yang diterapkan pada jalur transportasi Kereta Api guna menutup dan membuka jalan yang membatasi atau menghentikan jalur lalu lintas agar kendaraan berhenti sementara untuk mendahulukan kereta api yang akan lewat. Aplikasi ini hanyalah prototype kecil yang menggambarkan sebuah aplikasi untuk palang kereta api yang dapat bergerak secara otomatis, dibandingkan penerapan sesungguhnya analisa aplikasi ini mungkin masih jauh sekali dari kejadian sebenarnya, akan tetapi dari dapat sebagai dasar dari palang kereta api yang dapat berjalan secara otomatis. Palang kereta api otomatis ini mempunyai bagian umum yaitu Motor DC yang akan berputar untuk membuka dan menutup palang, sensor sebagai pendeteksi adanya kereta api yang lewat, dan otak yaitu bagian mikrokontroler AT89S51. Mikrokontroler ini yang akan mengendalikan semua jalannya sistem yang terdapat pada palang pintu kereta api otomatis. Yang mengendalikan masukan sistem yang berupa sensor-sensor, mengendalikan penggerak Motor DC sebagai penggerak palang, mengendalikan sebuah tampilan teks berjalan. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan menganalisa palang kereta api otomatis dengan menggunakan mikrokontroler AT89S51. Basis pengetahuan palang pintu kereta api ini berisikan aksi yang harus dilakukan berdasarkan informasi dari sensor.

**Kata kunci :** Pengaman Palang Pintu Perlintasan Kereta Api, Mikrokontroler AT89S51, Metode Fuzzy Logic.

### **PENDAHULUAN**

Pertambahan penduduk setiap tahunnya membuat populasi kendaraan meningkat sehingga sangat dibutuhkan tenaga profesional tugas penjaga palang pintu kereta api. Petugas penjaga palang pintu hanya manusia biasa yang tidak luput dari kekhilafan, sering juga kita dengar sampai saat ini terjadi kecelakaan di setiap pelintasan kereta api, yang diakibatkan kelalaian oleh petugas penjaga palang pintu kereta api, manajemen, kondisi prasarana & sarana dan keterlambatan informasi kereta datang yang masuk. Sensor getar biasanya terdapat pada bagian atas pintu masuk, bentuk sensor ini semacam kamera dan mengarah ke bagian depan pintu. Sensor ini disebut dengan *Accelerometer*. Saat sensor mendeteksi oleh objek, yang dalam hal ini kereta api, maka akan memberikan intruksi kepada mesin penggerak untuk membukakan pintu dan menutup pintu secara otomatis.

Sensor cahaya sebagai pendeteksi adanya kereta api yang lewat dan sinyal tersebut akan dikuatkan oleh sebuah penguat sinyal yang disebut dengan penerima sinar inframerah. Pemancar inframerah akan memancarkan inframerah terus menerus, dan jika ada kereta api yang melintas di depannya maka pancaran sinar inframerah ke photodiode akan terputus. Pancaran dari sinar inframerah yang diterima oleh photodiode akan diolah oleh rangkaian penguat sinyal sehingga menghasilkan sinyal *high* (1) atau jika pancaran inframerah terputus maka penguat sinyal akan menghasilkan sinyal *low* (0) dan kemudian sinyal ini akan dikirimkan ke mikrokontroler. Sinyal - sinyal yang dikirimkan oleh penguat sinyal inilah yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan kereta api yang lewat. *Mikroprosesor* merupakan salah satu ilmu dalam bidang elektronika yang dipelajari pada perkuliahan jurusan Sistem Komputer. Kemudian timbul gagasan untuk mengimplementasikan sebuah alat berbasis *Mikrokontroler* yang serba otomatis dan efisiensi. Pintu yang dapat bergeser secara otomatis yang dikontrol menggunakan program *mikrokontroler*. Bahasa pemrograman yang akan digunakan adalah bahasa pemrograman tingkat rendah (*Low level language*) Assembler yang di isi pada sebuah *chip IC*.

### **BAHAN dan METODE**

#### **Bahan**

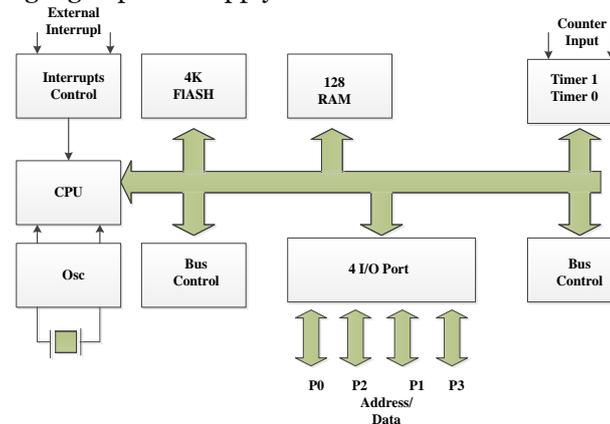
Sebagai bahan perancangan yang akan di gunakan adalah Ic Mikrokontroler AT89S51, dengan bahasa pemrograman yang akan di pakai adalah bahasa assembler.

#### **Metode**

*Mikrokontroler* AT89S51 salah satu keluarga dari MCS-51 keluaran Atmel. *Mikrokontroler* jenis ini memiliki RAM internal 128 byte dan *Flash PEROM* 4 Kbyte. Adapun bentuk fisik dari mikrokontroler AT89S5. Penjelasan untuk masing-masing pin dari *mikrokontroler* AT89S51 adalah sebagai berikut:

1. Pin 1 – 8 merupakan pin saluran I/O. Pin ini juga disebut sebagai Port 1. Masing-masing pin dapat digunakan tanpa bergantung dengan pin lainnya.

2. Pin 9 merupakan pin untuk rangkaian reset yang digunakan untuk mengembalikan kondisi awal *mikrokontroler*.
3. Pin 10 – 17 merupakan pin terminal masukan dan keluaran, disebut juga port 3. Masing-masing pin dari port 3 ini juga dapat digunakan secara bit.
4. Pin 18 – 19 merupakan terminal masukan dan keluaran dari rangkaian osilator.
5. Pin 20 merupakan *ground* satu daya *mikrokontroler*.
6. Pin 21 – 28 merupakan saluran masukan dan keluaran yang dinamakan sebagai port 2. Pin dapat digunakan tanpa tergantung dengan pin lainnya.
7. Pin 29 merupakan pin yang berfungsi pada saat mengeksekusi program yang terletak pada memori eksternal. Pin ini dinamakan pin PSEN.
8. Pin 30 (ALE/PROG) merupakan penahan alamat memori eksternal selama mengakses memori eksternal. Pin ini juga berfungsi sebagai pulsa/sinyal input pemrograman selama proses pemrograman.
9. Pin 31 (EA) merupakan sinyal kontrol untuk pembacaan memori program.
10. Pin 32 – 39 merupakan terminal I/O pada *mikrokontroler* dan disebut sebagai port 2.
11. Pin 40 merupakan pin tegangan power supply.



**Gambar 1** Diagram Blok Mikrokontroler AT89S51

Fuzzy Logic. Menurut Lofti A Zadeh (1965) dari University of California, Berkeley Metode ini diformulasikan dalam rangka mencari nilai tengah antara bilangan Aristoteles 0 dan 1. Logika biner 0 atau 1 dasarnya berfikirnya adalah dari filsuf Aristoteles yang mengajarkan hukum berfikir bahwa sesuatunya mesti tergolong benar atau salah. Logika biner hanya mengenal on atau off, hidup atau mati, gelap atau terang, benar atau salah. Tidak ada yang samar-samar, tidak ada abu-abu yang ada hanya hitam atau putih. Jika tidak 1 maka 0, jika tidak gelap berarti terang dan ini adalah sesuatu yang logis.

Dan ini juga yang menjadi dasar perkembangan teknologi digital saat ini hal itu seiring dengan usaha untuk membuat komputer yang bekerja seperti cara manusia berfikir. Sebab komputer pada dasarnya adalah sebuah mesin hitung yang tidak berfikir. Sebelumnya Plato sudah mencetuskan ide adanya daerah ketiga diantara benar dan salah. Ini yang menjadi dasar logika Fuzzy yang memformulasikan bilangan antara 0 dan 1 atau lebih tepat antara 0.0 dan 1.0. Dapat disimpulkan Logika Fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output.

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk memperoleh *output*, diperlukan 4 tahapan yaitu :

1. Pembentukan himpunan fuzzy  
Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi  
Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
3. Komposisi Aturan (*rule base*)  
Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu: max, additive dan probabilitas OR (probor).
  - a. Metode Max (Maximum)  
Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi.  
Secara umum dapat dituliskan:  $\mu_{sf}[xi] \leftarrow \max(\mu_{sf}[xi], \mu_{kf}[xi])$  dengan:  
 $\mu_{sf}[xi]$  = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;-  
 $\mu_{kf}[xi]$  = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

b. Metode Additive (Sum)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan:  $\mu_{sf}[xi] \leftarrow \min(1, \mu_{sf}[xi] + \mu_{kf}[xi])$  dengan:

$\mu_{sf}[xi]$  = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[xi]$  = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

c. Metode Probabilistik OR (probor)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan *product* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan:  $\mu_{sf}[xi] \leftarrow (\mu_{sf}[xi] + \mu_{kf}[xi]) - (\mu_{sf}[xi] * \mu_{kf}[xi])$  dengan:

$\mu_{sf}[xi]$  = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[xi]$  = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

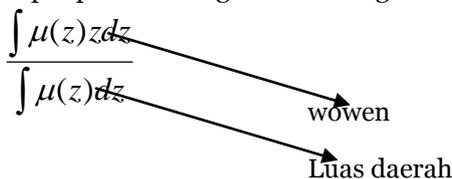
4. Penegasan (defuzzy)

*Input* dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam *range* tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*. (sri kusumadewi, 2002:100). Ada beberapa metode *defuzzifikasi* pada komposisi aturan mamdani, antara lain:

a. Metode Centroid (Composite Moment)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $z^*$ ) daerah *fuzzy*.

$$Z^* = \frac{\int \mu(z)zdz}{\int \mu(z)dz}$$



b. Metode Bisektor

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan separo dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.

c. Metode Mean of Maximum (MOM)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode Largest of Maximum (LOM)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e. Metode Smallest of Maximum (SOM)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

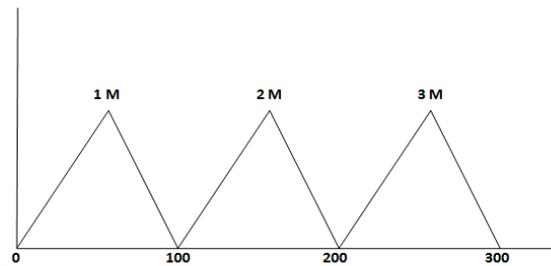
Kebutuhan manusia yang meningkat akan memicu pertumbuhan dan perkembangan alat transportasi khususnya roda 4, dan roda 2. Salah satunya akan kebutuhan keselamatan semakin di utamakan. Dengan ini user harus mengembangkan alat untuk keselamatan masyarakat pada perlintasan kereta api dengan merancang alat pengaman perlintasan kereta api dengan menggunakan mikrokontroler. Pada awalnya palang pintu perlintasan kereta api yang tersedia hanya di jaga oleh manusia yaitu petugas penjaga palang pintu perlintasan kereta api. Palang pintu perlintasan kereta api merupakan salah satu sarana prasarana kereta api. Pada persimpangan palang pintu perlintasan kereta api saat ini masih banyak terjadi masalah terutama pada kecelakaan lalu lintas. Penyebab kecelakaan lalu lintas pada persimpangan rel kereta api pada umumnya terjadi karena tidak adanya sarana dan prasarana (palang pintu perlintasan) dan kelalaian petugas penjaga dalam melakukan tugasnya. Oleh karena itu perlu dirancang palang pintu perlintasan kereta api otomatis.

Metode Fuzzy Logic di gunakan pada sistem palang pintu, yang dimana metode ini menentukan adanya kereta yang akan melintas yang di kirim ke mikrokontroler AT89S51 dan akan menutup palang pintu secara otomatis. Untuk mengetahui dan memodelkan proses-proses berfikir manusia dan mendisain mesin agar dapat menirukan perilaku manusia, salah satu konsep yang dipergunakan dalam sistem cerdas adalah Fuzzy Logic. Dengan proses Fuzzy yang terdiri dari Fuzzification, Inference dan Defuzzification maka diharapkan tingkat kebenaran dalam penentuan melintasnya kereta api sesudah palng tertutup.

**I. Himpunan Proses Fuzzifikasi**

1. Himpunan Kondisi Ketinggian Kereta Api

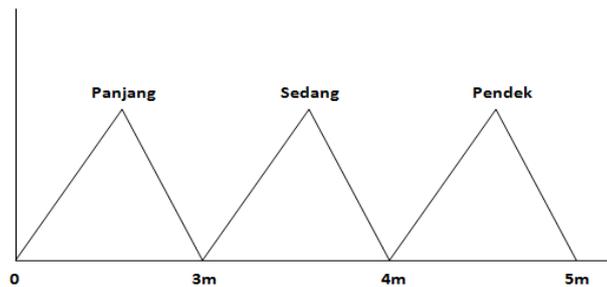
Diagram ini menjelaskan kondisi ketinggian kereta api dimana kode yang di kirim melalui sensor ke mikrokontroler AT89S51.



**Gambar 2** Himpunan Pada Kondisi Ketinggian Kereta Api

2. Himpunan Kondisi Cahaya

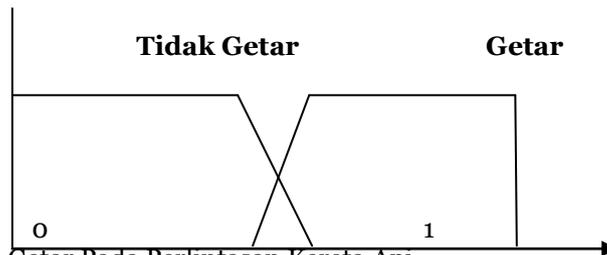
Diagram ini menjelaskan kondisi cahaya dimana kode yang di kirim melalui sensor cahaya ke mikrokontroler AT89S51.



**Gambar 3** Himpunan Kondisi cahaya

3. Himpunan Getar pada perlintasan kereta api

Himpunan ini menjelaskan kondisi adanya getaran atau tidak adanya getaran pada perlintasan kereta api dimana perlintasan yang terdapat getaran di beri variabel 1 dan perlintasan yang tidak terdapat getaran di beri variabel 0.



**Gambar 4** Himpunan Getar Pada Perlintasan Kereta Api

**II. Tabel Input dan Output Himpunan**

Himpunan *input* dan *output* ini menjelaskan nama *variabel* dan nilai *variabel* dalam perlintasan kereta api.

**Tabel 1** Himpunan Kondisi Ketinggian Kereta Api

| No | Nama variabel | Nilai     |
|----|---------------|-----------|
| 1  | 1 Meter       | 0 - 100   |
| 2  | 2 Meter       | 101 - 200 |
| 3  | 3 Meter       | 201 - 300 |

**Tabel 2** Himpunan Kondisi Cahaya

| No | Nama variabel | Nilai variabel |
|----|---------------|----------------|
| 1  | Pendek        | 0 - 3          |
| 2  | Sedang        | 3,1 - 4        |
| 3  | Panjang       | 4,1 - 5        |

**Tabel 3** Himpunan Kondisi Getaran

| No | Nama variabel | Nilai variable |
|----|---------------|----------------|
| 1  | Tidak Getar   | 0              |
| 2  | Getar         | 1              |

**III. Proses Rule model Mamdani**

Berikut ini adalah rule dalam proses model mamdani yang terdapat 50aturan *Fuzzy*. Yaitu:

1. If ( is Tinggi 1M ) And (Panjang) And (Getar)Then ( ON ).
2. If ( is Tinggi 1M ) And (Panjang) And (Tidak Getar)Then ( OFF ).

3. If ( is Tinggi 1M ) And (Sedang) And (Getar)Then ( ON ).
4. If ( is Tinggi 1M ) And (Sedang) And (Tidak Getar)Then ( OFF ).
5. If ( is Tinggi 1M ) And (Pendek) And (Getar)Then ( ON ).
6. If ( is Tinggi 1M ) And (Pendek) And (Tidak Getar)Then ( OFF ).
7. If ( is Tinggi 2M ) And (Panjang) And (Getar)Then ( ON ).
8. If ( is Tinggi 2M ) And (Panjang) And (Tidak Getar)Then ( OFF ).
9. If ( is Tinggi 2M ) And (Sedang) And (Getar)Then ( ON ).
10. If ( is Tinggi 2M ) And (Sedang) And (Tidak Getar)Then ( OFF ).
11. If ( is Tinggi 2M ) And (Pendek) And (Getar)Then ( ON ).
12. If ( is Tinggi 2M ) And (Pendek) And (Tidak Getar)Then ( OFF ).
13. If ( is Tinggi 3M ) And (Panjang) And (Getar)Then ( ON ).
14. If ( is Tinggi 3M ) And (Panjang) And (Tidak Getar)Then ( OFF ).
15. If ( is Tinggi 3M ) And (Sedang) And (Getar)Then ( ON ).
16. If ( is Tinggi 3M ) And (Sedang) And (Tidak Getar)Then ( OFF ).
17. If ( is Tinggi 3M ) And (Pendek) And (Getar)Then ( ON ).
18. If ( is Tinggi 3M ) And (Pendek) And (Tidak Getar)Then ( OFF ).

Contoh kasus

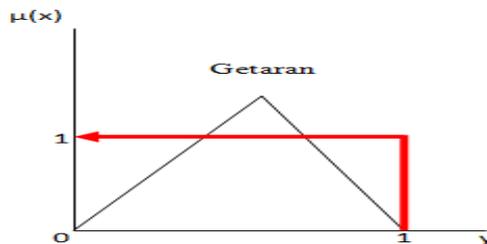
Jika ada getaran dan ketinggian 2M maka kondisi palang pintu ?

Dalam pengerjaan mamdani terlebih dahulu menentukan fuzzyfikasi seperti dalam penyelesaian berikut:

$$\alpha\text{-predikat} = \text{Getaran} \cap \text{Ketinggian 2M} \cap \text{Sedang} \cap$$

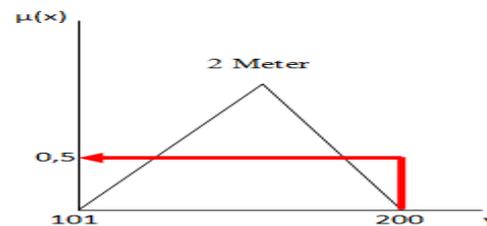
$$\begin{aligned} \text{Getaran [1]} &= (1-0) \\ &= 1 / 1 \\ &= 1 \\ \text{2M[200]} &= ( 200 - 101 ) \\ &= 99 / 101 \\ &= 0,5 \\ \text{Cahaya [4]} &= (3,1 - 4) \\ &= 3,1 / 4 \\ &= 0,775 \end{aligned}$$

1. Diagram Variabel Getaran



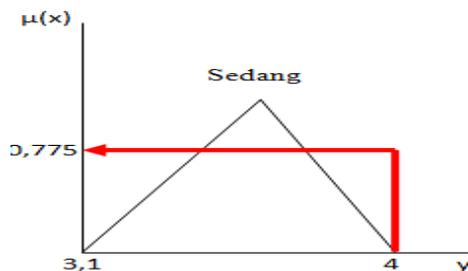
**Gambar 5** Diagram Variabel Getaran

2. Diagram Variabel Ketinggian



**Gambar 6** Diagram Variabel Ketinggian

3. Diagram Variabel Cahaya



**Gambar 7** Diagram Variabel Cahaya

Hasil dari fuzzyfikasi akan dibentuk rule sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \alpha\text{-predikat} &= \text{Getaran} \cap \text{Ketinggian } 2M \cap \text{Sedang} \cap \\ &= \min(1; 0,5) \\ &= \min \mathbf{0.5} \\ &= \max \mathbf{1} \end{aligned}$$

Pada tahap selanjutnya adalah defuzzyfikasi, tahap ini menggunakan metode centroid :

$$(a1 - 0) / 100 = 0.5 \rightarrow 5$$

$$(a2 - 0) / 100 = 1 \rightarrow 10$$

Pada tahap selanjutnya adalah defuzzyfi

$$Z^* = \frac{\int \mu(z)zdz}{\int \mu(z)dz}$$

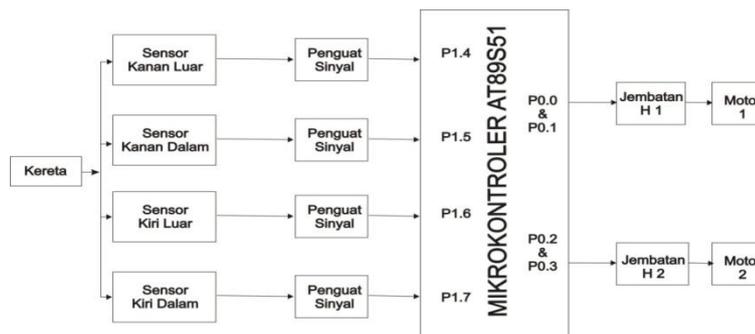
$$Z = \frac{\int_0^1 1 z dz + \int_{101}^1 \frac{(z-0)zdz}{100} + \int_{101}^1 0,5 z dz}{\int_0^{101} 1 dz + \int_{101}^1 \frac{(z-0)dz}{100} + \int_1^{101} 0,5}$$

$$Z^* = \frac{1+1,01+202}{101+1,01+202}$$

$$Z^* = \frac{203,01}{304,01}$$

$$Z^* = 0,67$$

Setelah didapatkan hasil defuzzyfikasi, maka didapatkan nilai fuzzy 0,67 maka terdapat getaran dan ketinggian 2M berada pada posisi ON. Sensor bekerja pada saat mendeteksi benda yang mendekat dimana data yang diinput oleh sensor diproses oleh *mikrokontroler*. *Mikrokontroler* memproses data yang diperoleh dari sensor menghasilkan atau keluaran ke driver motor sebagai output lalu diteruskan ke *Motor DC*. Berikut gambaran blok diagram :



**Gambar 8** Diagram Blok Sistem

Keterangan dari diagram blok :

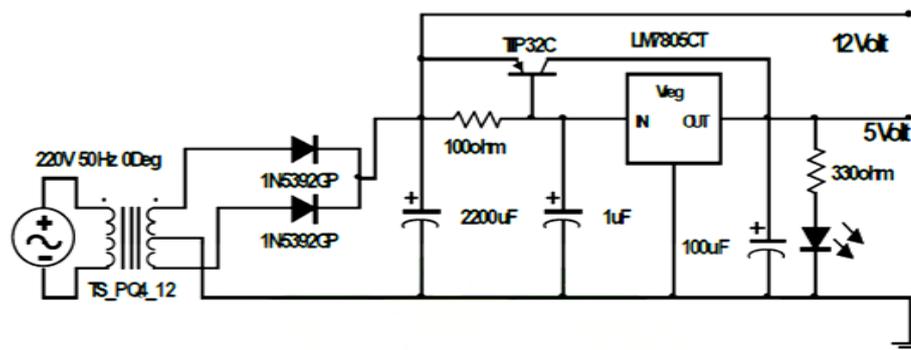
Palang kereta api otomatis ini dirancang hanya sebatas simulasi. Pada palang ini terdapat 14 blok rangkaian utama yang mempunyai fungsi masing- masing. Terdapat 4 buah sensor yaitu: sensor kanan luar berfungsi untuk mendeteksi kereta api yang datang dari sebelah kanan, sensor kanan dalam berfungsi untuk memberitahukan kepada mikrokontroler bahwa seluruh badan kereta api yang datang dari sebelah kanan sudah seluruhnya melewati palang, sensor kiri luar berfungsi untuk mendeteksi kereta api yang datang dari sebelah kiri, dan sensor kiri dalam berfungsi untuk memberitahukan kepada mikrokontroler bahwa seluruh badan kereta api yang datang dari sebelah kiri sudah seluruhnya melewati palang.

Pada palang kereta api otomatis ini sensor yang digunakan adalah sensor inframerah. Sensor ini terletak tidak jauh dari palang dan menghadap rel sehingga dapat mendeteksi adanya kereta api yang lewat. Sensor ini terhubung pada P1.4, P1.5, P1.6, dan P1.7 dari mikrokontroler AT89S51 sehingga dapat bekerja sesuai dengan yang telah terprogram. Output dari sensor akan dikuatkan kembali oleh penguat sinyal sebelum masuk ke mikrokontroler. Hasil penguatan sensor yang telah diolah oleh penguat sinyal, inilah yang akan di kirimkan oleh mikrokontroler. Mikrokontroler AT89S51 yang merupakan otak dari keseluruhan sistem berfungsi untuk mengolah semua data yang masuk. Untuk mengendalikan pergerakan motor, digunakan sebuah rangkaian driver penggerak motor DC yaitu jembatan H. Jembatan H ini akan memutar motor DC searah/berlawanan jarum jam bila diberi pulsa 1 atau 0. Dengan demikian pergerakan motor dapat dikendalikan melalui program. Pin-pin jembatan H ini dihubungkan ke P0.0, P0.1, P0.2, dan P0.3 dari mikrokontroler AT89S51. Alarm berfungsi untuk memberitahukan bahwa kereta api sedang lewat dan dihubungkan ke pin P3.1 pada mikrokontroler AT89S51 sehingga akan bekerja sesuai dengan yang telah terprogram.

#### IV. Bagian – Bagian Pembentuk Sistem

##### 1. Rangkaian Catu Daya (PSA)

Catu daya suatu rangkaian elektronik yang dapat mengubah arus listrik bolak-balik (AC) dari PLN menjadi arus listrik searah (DC) yang akan digunakan sebagai sumber tenaga. Namun, untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak-balik AC dari pembangkit tenaga listrik. Catu daya (power supply) merupakan salah satu peralatan yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, biasanya digunakan sebagai sumber catu daya untuk alat-alat elektronik dengan daya rendah. Pada dasarnya power supply ini mempunyai konstruksi rangkaian yang hampir sama yaitu terdiri dari trafo, penyearah, dan penghalus tegangan proses kali ini, sebuah IC Rangkaian ini berfungsi untuk mensuplay tegangan ke seluruh rangkaian yang ada. Rangkaian PSA yang dibuat terdiri dari dua keluaran, yaitu 5 volt dan 12 volt, keluaran 5 volt digunakan untuk mensuplay tegangan ke seluruh rangkaian. Rangkaian power supply ditunjukkan pada gambar 9 berikut ini :



**Gambar 9** Rangkaian Power Supply (PSA)

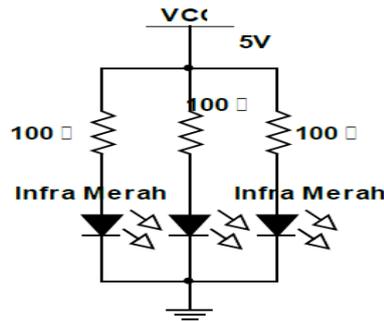
Trafo CT merupakan trafo stepdown yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari 220 volt AC menjadi 12 volt AC. Kemudian 12 volt AC akan disearahkan dengan menggunakan dua buah dioda, selanjutnya 12 volt DC akan diratakan oleh kapasitor 2200 µF. Regulator tegangan 5 volt (LM7805CT) digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap 5 volt walaupun terjadi perubahan pada tegangan masukannya. LED hanya sebagai indikator apabila PSA dinyalakan. Transistor PNP TIP 42C disini berfungsi untuk mensuplay arus apabila terjadi kekurangan arus pada rangkaian, sehingga regulator tegangan (LM7805CT) tidak akan panas ketika rangkaian butuh arus yang cukup besar. Tegangan 12 volt DC langsung diambil dari keluaran 2 buah dioda penyearah.

##### 2. Sensor Cahaya

Pembuatan pintu otomatis ini tentu menggunakan sensor, yaitu sebagai pendeteksi adanya objek yang akan lewat. Sensor merupakan sebuah alat yang dapat menghasilkan sinyal-sinyal tertentu pada kondisi tertentu. Pada proses sensor, terdapat 4 sensor yang digunakan untuk mengetahui kondisi apakah *motor DC* bergerak atau tidak. Sinar *infrared* yang mengenai *photodiode* merupakan sensor yang digunakan agar mengetahui kondisi apakah sensor terhalang atau tidak oleh suatu benda. Bila tidak terhalang, maka *photodiode* akan berfungsi sebagai penyearah yang mengalirkan tegangan dari Vcc menuju *ground* dan logika pada jalur tersebut masih bernilai 1. Dan saat *photodiode* dan *infrared* terhalang, maka nilai logika akan diubah oleh sebuah *op amp inverting* menjadi bernilai logika 0. lalu nilai logika tersebut akan terhubung dan diterima oleh inputan IC pada port input (P2.0).

Untuk dapat mendeteksi adanya kereta api yang akan lewat, maka palang otomatis ini dilengkapi dengan 4 buah sensor inframerah. Semua sensor ini mempunyai rangkaian yang sama, hanya penempatannya saja yang berbeda. Masing-masing sensor menggunakan 3 buah pemancar inframerah dan sebuah potodiode. Sensor ini memanfaatkan pantulan dari pemancar inframerah yang diterima oleh potodiode. Digunakan 3 buah pemancar inframerah pada masing-masing sensor bertujuan agar sinyal pantulan semakin kuat, sehingga kereta api dapat terdeteksi dengan baik.

Setiap pantulan yang diterima oleh potodiode akan diolah dan dijadikan data digital, sehingga bila potodiode mendapatkan pantulan dari pemancar inframerah, maka akan mengirimkan sinyal low (0) ke *mikrokontroler* AT89S51. Dengan demikian *mikrokontroler* dapat mendeteksi sensor yang mengirimkan sinyal low dan mengambil tindakan untuk mengatur putaran motor ke kanan atau ke kiri. Rangkaian pemancar inframerah tampak seperti gambar di bawah ini:



**Gambar 10** Rangkaian Pemancar inframerah

Pada rangkaian di atas digunakan 3 buah LED inframerah yang diparalelkan, dengan demikian maka intensitas yang dipancarkan oleh inframerah semakin kuat, karena merupakan gabungan dari buah LED inframerah. Resistor yang digunakan adalah 100 ohm sehingga arus yang mengalir pada masing- masing LED inframerah adalah sebesar 0.05 A atau 50 mA. Dengan besarnya arus yang mengalir ke LED inframerah, maka intensitas pancaran inframerah akan semakin kuat, yang menyebabkan jarak pantulannya akan semakin jauh.

3. Sensor Getar

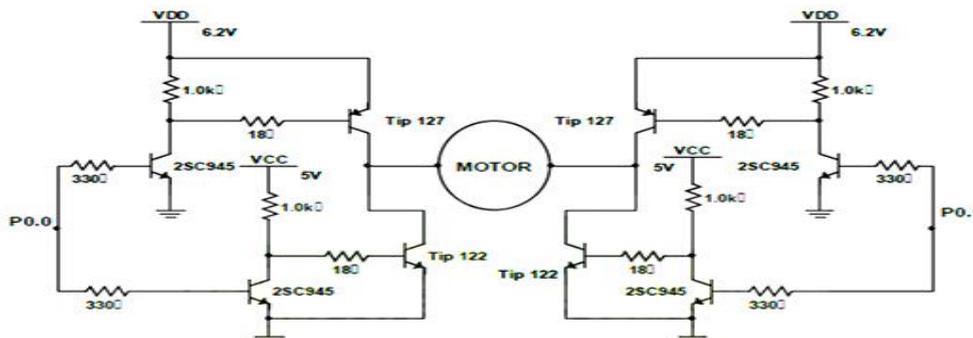
Pembuatan pintu otomatis ini juga menggunakan sensor getar, yaitu sebagai pendeteksi adanya getaran kereta yang akan lewat. Sensor getar merupakan sebuah alat yang dapat menghasilkan getaran-getaran tertentu pada kondisi tertentu. Pada proses sensor getar, terdapat 2 sensor yang digunakan untuk mengetahui kondisi apakah motor DC bergerak atau tidak. Getaran yang terdeteksi oleh sensor getar merupakan sensor yang digunakan agar mengetahui kondisi apakah terdapat getaran atau tidak oleh suatu benda. Bila tidak ada getaran, maka photodiode akan berfungsi sebagai penyearah yang mengalirkan tegangan dari Vcc menuju ground dan logika pada jalur tersebut masih bernilai 0. Dan saat photodiode dan terdapat getaran, maka nilai logika akan diubah oleh sebuah op amp inverting menjadi bernilai logika 1. lalu nilai logika tersebut akan terhubung dan diterima oleh inputan IC pada port input (P2.0).

4. Motor DC (Jembatan H)

Rangkaian pada Untuk dapat bergerak membuka dan menutup, maka alat ini harus dapat mengendalikan palang. Alat ini menggunakan 2 buah motor DC 6 volt untuk menggerakkan palang, dimana 1 motor untuk menggerakkan palang sebelah kanan dan 1 motor lagi untuk menggerakkan palang sebelah kiri.

Motor DC akan berputar searah/berlawanan arah dengan jarum jam jika salah satu kutubnya diberi tegangan positif dan kutub yang lainnya diberi tegangan negatif atau ground. Dan motor DC akan berputar kearah sebaliknya jika polaritasnya dibalik. Dengan sifat yang demikian maka dibutuhkan suatu rangkaian yang dapat membalikkan polaritas yang diberikan ke motor DC tersebut, sehingga perputaran motor DC dapat dikendalikan oleh rangkaian tersebut. Dan jika rangkaian tersebut dihubungkan dengan mikrokontroler AT89S51, maka pergerakan motor dapat dikendalikan oleh program. Rangkaian untuk mengendalikan perputaran motor DC tersebut adalah sebuah rangkaian yang dikenal dengan jembatan H. Jembatan H ini terdiri dari 4 buah transistor, dimana 2 buah transistor bertipe NPN dan 2 buah transistor lagi bertipe PNP. Ke 4 transistor ini dirangkai sedemikian rupa sehingga dengan memberikan sinyal low atau high pada rangkaian maka perputaran motor dapat diatur.

Untuk perintah buka, maka motor akan berputar ke arah kanan kedua motor sehingga kedua palang akan terangkat sebesar 90°. Untuk perintah tutup, maka motor akan berputar ke arah kiri kedua motor sehingga kedua palang akan turun. Rangkaian jembatan H, ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



**Gambar 11** Rangkaian Jembatan H (palang kereta)

Pada rangkaian di atas, jika Po.0 diset high yang berarti Po.0 mendapat tegangan 5 volt, maka kedua transistor tipe NPN C945 yang disebelah kiri akan aktif. Hal ini akan membuat kolektor dari kedua transistor C945 itu akan mendapat tegangan 0 volt dari ground. Kolektor dari transistor C945 yang berada di sebelah kiri atas diumpankan ke basis dari transistor tipe PNP TIP 127 sehingga basis dari transistor TIP 127 mendapatkan tegangan 0 volt yang menyebabkan transistor ini aktif (transistor tipe PNP akan aktif jika tegangan pada basis lebih kecil dari 4,34 volt). Aktifnya transistor PNP TIP 127 ini akan mengakibatkan kolektornya terhubung ke emitor sehingga kolektor mendapatkan tegangan 5 volt dari Vcc.

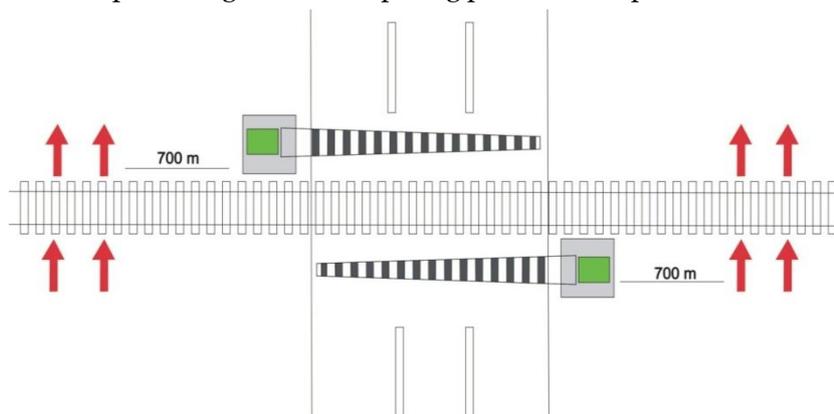
Sedangkan kolektor dari transistor C945 yang berada di sebelah kiri bawah diumpankan ke basis dari transistor tipe NPN TIP 122 sehingga basis dari transistor TIP 122 mendapatkan tegangan 0 volt yang menyebabkan transistor ini tidak aktif (transistor tipe NPN akan aktif jika tegangan pada basis lebih besar dari 0,7 volt). Karena transistor TIP 122 ini tidak aktif, maka kolektornya tidak terhubung ke emitor, sehingga kolektor tidak mendapatkan tegangan 0 volt dari ground. Karena kolektor TIP 122 dihubungkan dengan kolektor TIP 127 yang mendapatkan tegangan 5 volt dari Vcc, maka kolektor dari TIP 122 juga mendapatkan tegangan yang sama. Hal ini menyebabkan motor sebelah kiri mendapatkan tegangan 5 volt (polaritas positif). Agar motor dapat berputar ke satu arah maka motor harus mendapatkan tegangan 0 volt (polaritas negatif). Hal ini diperoleh dengan memberikan logika low (0) pada P2.7 mikrokontroler AT89S51.

Pada rangkaian di atas, jika Po.1 diset low yang berarti Po.1 mendapat tegangan 0 volt, maka kedua transistor tipe NPN C945 yang disebelah kanan tidak akan aktif. Hal ini akan membuat kolektor dari kedua transistor C945 itu akan mendapat tegangan 5 volt dari Vcc. Kolektor dari transistor C945 yang berada di sebelah kanan atas diumpankan ke basis dari transistor tipe PNP TIP 127 sehingga basis dari transistor TIP 127 mendapatkan tegangan 5 volt yang menyebabkan transistor ini tidak aktif. Karena transistor PNP TIP 127 tidak aktif maka kolektornya tidak terhubung ke emitor sehingga kolektor tidak mendapatkan tegangan 5 volt dari Vcc, tetapi mendapatkan tegangan yang berasal dari transistor TIP 122 yang berada di bawahnya. Sedangkan kolektor dari transistor C945 yang berada di sebelah kiri bawah diumpankan ke basis dari transistor tipe NPN TIP 122 sehingga basis dari transistor TIP 122 mendapatkan tegangan 5 volt yang menyebabkan transistor ini menjadi aktif. Karena transistor TIP 122 ini menjadi aktif, menyebabkan kolektornya terhubung ke emitor, sehingga kolektor mendapatkan tegangan 0 volt dari ground.

Karena kolektor TIP 122 yang mendapatkan tegangan 0 volt dari ground dihubungkan dengan kolektor TIP 127, maka kolektor dari TIP 127 juga mendapatkan tegangan yang sama. Hal ini menyebabkan motor sebelah kanan mendapatkan tegangan 0 volt (polaritas negatif). Hal ini akan menyebabkan motor akan berputar ke satu arah tertentu. Sedangkan untuk memutar motor ke arah sebaliknya, maka logika yang diberikan ke Po.0 adalah low (0) dan logika yang diberikan ke Po.1 adalah high (1).

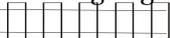
**V. Perancangan Perangkat Keras**

Dibawah ini adalah perancangan mekanik palang pintu kereta api.



**Gambar 12** Rancangan Palang Pintu Kereta Api Berbasis Mikrokontroler

Keterangan gambar rancangan palang pintu sebagai berikut :

-  Rel Kereta Api
-  Palang Pintu
-  Motor DC
-  Mikrokontroler AT89S51

Sensor

Pada gambar diatas merupakan rancangan palang pintu kereta api otomatis berbasis *mikrokontroller* AT89S51 yang menggunakan sensor. Sensor dipasang berseberangan dengan sensor lainnya sebagai rangkaian sensor garis. Sensor inframerah merupakan sensor pemancar sinar yang terus menerus kepada sensor dan akan membentuk sebuah garis. Pada keadaan normal sensor ini akan berlogika 1 (high) dan jika ada kereta api yang melintas di tengah-tengah sensor ini maka pemancar inframerah ke sensor lainnya akan terputus, kemudian sensor akan berlogika 0 (low). Logika ini lah yang akan dikirim ke rangkaian op-amp untuk diperkuat. Dari rangkaian op-amp, logika ini akan dikirim ke rangkaian mikrokontroler untuk diproses. Setelah itu mikrokontrolerlah yang akan memerintahkan semua output-output sesuai dengan yang telah diprogram. Jika sensor berlogika 1 (high) maka palang akan membuka atau pada posisi normal, sedangkan jika sensor berlogika 0 (low) maka palang akan menutup. Jarak sensor sangat mempengaruhi palang pintu menutup dan membuka disaat kereta terdeteksi oleh sensor kanan luar atau kiri luar, itu sebabnya jarak sensor ke *motor DC* sebagai penggerak palang pintu minimal 700 m.

**VI. Pengujian Alat**

Setelah perangkat lunak (*software*) seluruhnya bekerja, maka tahapan-tahapan proses kerja sistem palang pintu perlintasan kereta api sebagai berikut :



**Gambar 13** Pengujian Pada Saat Normal

Pada saat kereta api menghampiri (mendekati) palang pintu perlintasan kereta api sensor maka palang pintu perlintasan kereta api akan menutup.



**Gambar 14** Pengujian Pada Saat Mengahapiri Palang Pintu Pintu Perlintasan Kereta Api.

Pada saat kereta api melewati palang pintu perlintasan yang terdeteksi oleh sensor, maka palang lintu perlintasan akan terbuka dan kembali pada posisi normal.



**Gambar 15** Pengujian Pada Saat Melewati Palang Pintu Pintu Perlintasan Kereta Api.

## KESIMPULAN

1. Sistem palang pintu kereta api datang mendekati palang pada jarak yang sudah disesuaikan maka palang pintu perlintasan kereta api akan menutup, jika badan kereta api sudah keseluruhannya lewat maka palang pintu akan terbuka.
2. *Fuzzy mamdani* ini dapat diterapkan sebagai sistem pendukung untuk pengkodean pengaman palang pintu perlintasan kereta api.
3. *Mikrokontroler AT89S51* dapat memproses data yang diperoleh dari sensor menghasilkan atau keluaran ke driver motor sebagai output lalu diteruskan ke penggerak palang pintu perlintasan kereta api.
4. Merancang sistem palang pintu kereta api membutuhkan alat-alat perangkat lunak (software), perangkat keras dan rangkaian-rangkaian yang mendukung kerja sistem palang pintu perlintasan kereta api.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, “*Assembler Language*”, <http://www.atmel.com.instruksion.set/8051.ph>.2014
- Henry Simanjuntak, 2007 “*Dasar-Dasar Microprocessor*”.  
([id.wikipedia.org/wiki/inframerah](http://id.wikipedia.org/wiki/inframerah)), 2007
- Club Microbit STMIK Budidarma Medan “*Program ISP-Flash Programmer 3.a*”, 2014
- Club Microbit STMIK Budidarma Medan “*Program Bahasa Assembly 8051 Editor*”2014  
[www.aisi555.com/2012/12/Palang-Pintu-Kereta-Api-Otomatis.2010](http://www.aisi555.com/2012/12/Palang-Pintu-Kereta-Api-Otomatis.2010)
- Renova Simanullang, 2009, “*Perancangan Palang Kereta Api Otomatis*”.
- Sri Kusuma Dewi. 2006. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*.  
Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.

## IMPLEMENTASI ALGORITMA BEST FIRST SEARCH PADA PENCARIAN SOLUSI TERCEPAT GAME PLUMBER

Atika

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan

[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id) // Email : pandi.simangunsong@gmail.com

**Abstrak.** *Plumber merupakan game edukasi yang bertujuan untuk menghubungkan antara pipa-pipa yang bentuk dan arahnya tidak beraturan. Permainan ini sangat menarik karena bersifat edukatif, melatih daya pikir dan pola permainan yang modern serta unik. Masalah yang terjadi dalam permainan ini adalah bagaimana membentuk saluran air agar tidak penuh dan melimpah. Untuk membentuk saluran air tersebut, terdapat pipa-pipa yang letaknya tidak beraturan sehingga diperlukan strategi penyusunan pipa-pipa tersebut. Untuk itu diperlukan teknik pencarian diperlukan untuk menemukan alternatif pemecahan masalah yang ada pada game plumber. Best first search merupakan salah satu contoh dari teknik pencarian heuristik. Algoritma pencarian terbaik pertama (best first search) memilih simpul baru yang memiliki biaya terkecil diantara semua leaf nodes (simpul-simpul pada level terdalam) yang pernah dibangkitkan. Aplikasi pencarian solusi tercepat berbasis mobile android dengan algoritma best first search. aplikasi yang dirancang untuk implementasi algoritma best first search dapat membantu pemain menemukan dan memberikan pencarian solusi terpendek pada permainan ini.*

**Kata Kunci :** Plumber, Best First Search, Android.

### PENDAHULUAN

*Plumber merupakan game edukasi yang bertujuan untuk menghubungkan antara pipa-pipa yang bentuk dan arahnya tidak beraturan. Permainan ini sangat menarik karena bersifat edukatif, melatih daya pikir dan pola permainan yang modern serta unik. Masalah yang terjadi dalam permainan ini adalah bagaimana membentuk saluran air agar tidak penuh dan melimpah. Untuk membentuk saluran air tersebut, terdapat pipa-pipa yang letaknya tidak beraturan sehingga diperlukan strategi penyusunan pipa-pipa tersebut. Pemain akan menyusun ulang pipa-pipa itu secara berurutan dan menghubungkan pipa-pipa itu untuk membuat sebuah jalur yang dapat mengalirkan air. Best first search merupakan salah satu contoh dari teknik pencarian heuristik. Algoritma best first search adalah kombinasi antara breadth first search dan depth first search dengan mengambil kelebihan dari kedua algoritma tersebut. Best first search memilih simpul baru yang memiliki biaya terkecil diantara semua leaf nodes (simpul-simpul pada level terdalam) yang pernah dibangkitkan. Dengan adanya algoritma ini akan membantu pemain dalam pemecahan masalah dan langkah-langkah yang akan diambil.*

### BAHAN dan METODE

#### Bahan

Permainan dapat menghasilkan sejumlah besar pencarian ruang. Hal ini cukup besar dan kompleks yang membutuhkan suatu teknik yang tangguh untuk menentukan alternatif pengeksplorasian ruang permasalahan. Teknik ini dikenal dengan nama heuristik dan merupakan area utama dari penelitian tentang AI (Anita Desiani – Muhammad Arhami, 2006, 7).

#### Metode

Algoritma *best first search* merupakan kombinasi dari beberapa kelebihan teknik *depth first search* dan *breadth first search*. Pada pencarian dengan *hill climbing* tidak diperkenankan untuk kembali ke *node* pada level yang lebih rendah meskipun *node* pada level yang lebih rendah tersebut memiliki nilai heuristik yang lebih baik. Hal ini berbeda dengan *best first search* dimana pencarian diperkenankan mengunjungi *node* yang ada di level yang lebih rendah jika ternyata *node* pada level yang lebih tinggi ternyata memiliki nilai heuristik yang buruk (Anita Desiani – Muhammad Arhami, 2006, 46). Setiap sebuah *node* dikembangkan, algoritma akan menyimpan setiap *successor node* sekaligus dengan harga (*cost*) dan petunjuk pendahulunya (*parent*). Algoritma akan berakhir pada *node* tujuan, dan tidak ada lagi pengembangan *node*.

Algoritma *best first search* adalah sebagai berikut:

1. Masukkan simpul awal ke dalam OPEN.
2. OPEN berisi simpul awal dan CLOSE masih kosong.
3. Masukkan simpul awal ke CLOSE dan suksesornya pada OPEN list.
4. Ulangi langkah berikut sampai *goal* ditemukan dan tidak ada lagi *node* yang akan dikembangkan:
  - a. Hitung nilai *f nodes* yang ada pada OPEN, ambil *node* terbaik (*f* terkecil).
  - b. Jika *node* tersebut sama dengan *node* tujuan, maka sukses.

- c. Jika tidak, masukkan *node* tersebut ke dalam CLOSE.
- d. Bangkitkan semua *successor* dari *node* tersebut.
- e. Untuk setiap *successor* kerjakan:
  - 1. Jika *successor* tersebut belum pernah dibangkitkan, evaluasi *successor* tersebut, tambahkan ke OPEN, dan catat *parent*-nya.
  - 2. Jika *successor* tersebut sudah pernah dibangkitkan sebelumnya, ubah *parent*-nya jika lintasan baru lebih menjanjikan atau jalur melalui *parent* ini lebih baik daripada jalur melalui *parent* yang sebelumnya. Selanjutnya, perbarui biaya untuk *successor* tersebut dan *nodes* lain yang berada di level bawahnya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Adapun cara kerja aplikasi pencarian solusi tercepat *game plumber* dapat dilihat pada gambar 3.1.

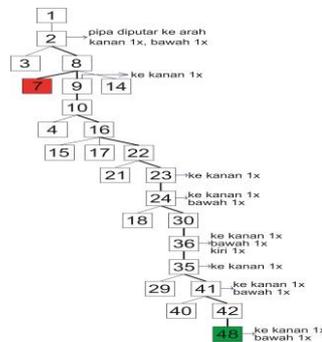


**Gambar 1 :** Cara Kerja Aplikasi Pencarian Solusi Tercepat *Game Plumber*

Dari sekumpulan solusi di atas akan dicari sebuah solusi tercepat pada aplikasi *game plumber* dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Solusi 1

Jika solusi 1 digambarkan oleh pohon pencarian solusi adalah sebagai berikut:



**Gambar 2 :** Pohon Pencarian Solusi 1

Langkah pertama:

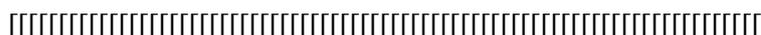
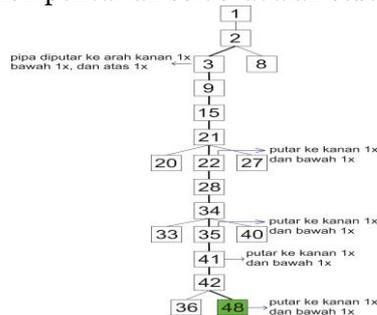
- a. OPEN [3,8]; CLOSED [1,2]
- b. OPEN [3,7,9,14]; CLOSED [1,2,8]
- c. OPEN [3,9,14]; CLOSED [1,2,8,7]. Karena *node* 7 adalah jalur buntu, maka *node* tersebut tidak terpilih.
- d. OPEN [3,14,10]; CLOSED [1,2,8,7,9]
- e. OPEN [3,14,4,16]; CLOSED [1,2,8,7,9,10] dst

Karena simpul terbaik tersebut sama dengan *goal*, berarti solusi telah ditemukan dan pencarian dihentikan.

Pada pohon pencarian solusi pertama, jalur yang dilalui menuju tujuan (*goal*) adalah 1 – 2 – 8 – 9 – 10 – 16 – 22 – 23 – 24 – 30 – 36 – 35 – 41 – 42 – 48. Jadi total langkah pada pohon pencarian solusi pertama sebanyak 14 kali.

2. Solusi 2

Jika solusi 2 digambarkan oleh pohon pencarian solusi adalah sebagai berikut:



**Gambar 3:** Pohon Pencarian Solusi 2

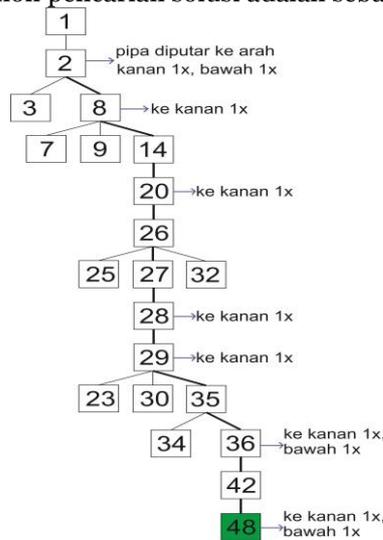
maka langkah-langkahnya adalah sebagai berikut

- a. OPEN [1]; CLOSED []
- b. OPEN [2]; CLOSED [1]
- c. OPEN [3,8]; CLOSED [1,2]
- d. OPEN [8,9]; CLOSED [1,2,3]
- e. OPEN [8,15]; CLOSED [1,2,3,9] dst

Simpul terbaik terpilih yaitu 48. Karena simpul terbaik tersebut sama dengan *goal*, berarti solusi telah ditemukan dan pencarian dihentikan. Jalur yang dilalui menuju tujuan (*goal*) adalah 1 – 2 – 3 – 9 – 15 – 21 – 22 – 28 – 34 – 35 – 41 – 42 – 48. Jadi total langkah pada pohon pencarian solusi kedua adalah sebanyak 11 kali.

3. Solusi 3

Jika solusi 3 digambarkan oleh pohon pencarian solusi adalah sebagai berikut:



**Gambar 4:** Pohon Pencarian Solusi 3

Berikut adalah langkah-langkah algoritma *best first search* dalam pencarian solusi tercepat pada pohon pencarian solusi ketiga yaitu:

- a. OPEN [1]; CLOSED []
- b. OPEN [2]; CLOSED [1]
- c. OPEN [3,8]; CLOSED [1,2]
- d. OPEN [3,7,9,14]; CLOSED [1,2,8]
- e. OPEN [3,7,9,20]; CLOSED [1,2,8,14] dst

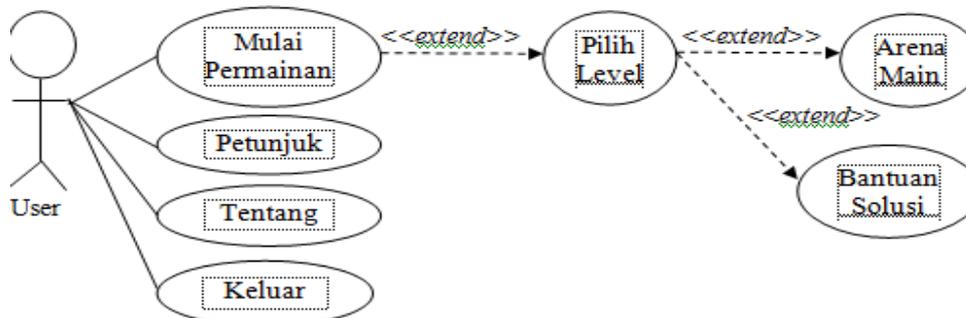
Simpul terbaik terpilih yaitu 48. Karena simpul terbaik tersebut sama dengan *goal*, berarti solusi telah ditemukan dan pencarian dihentikan. Jalur yang dilalui menuju tujuan (*goal*) adalah 1 – 2 – 8 – 14 – 20 – 26 – 27 – 28 – 29 – 35 – 36 – 42 – 48 dengan total langkah sebanyak 10 kali.

Maka kesimpulan solusi tercepat dari aplikasi pencarian solusi *game plumber* adalah solusi 3 dengan total langkah sebanyak 10 kali.

Adapun perancangan aplikasi menggunakan :

**A. Use Case**

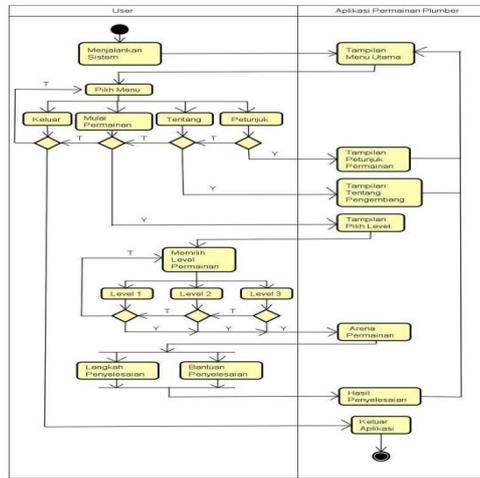
*Use case diagram* menjelaskan dan menerangkan kebutuhan (*requirement*) yang diinginkan atau dikehendaki *user* (pengguna), dan sangat berguna dalam menentukan struktur organisasi dan model dari sebuah sistem. *Use case diagram* mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem informasi yang akan dibuat.



**Gambar 5 :** Use Case Diagram Aplikasi Game Plumber

**B. Activity Diagram**

Activity diagram berfungsi untuk memvisualisasikan, menspesifikasi, mengkonstruksi, serta mendokumentasikan sifat dari sekumpulan objek, selain itu juga dapat digunakan memodelkan aliran kendali dari suatu operasi.



**Gambar 6 :** Activity Diagram Aplikasi Game Plumber

**Kebutuhan Hardware**

Sebuah sistem tidak dapat berjalan dengan baik jika tidak didukung oleh *hardware* dan *software* yang memadai, sama halnya dengan sistem yang penulis rancang, berikut adalah spesifikasi *hardware* yang penulis gunakan dalam merancang sistem:

1. Processor Intel Core i3.
2. Harddisk 500 GB.
3. Memori 2 GB.
4. VGA 256 MB.
5. LCD Monitor 14 inch.
6. Handphone Xiaomi Redmi Note 3.

**Implementasi**

Arena Permainan merupakan form dimana *user* sedang melakukan atau bermain aplikasi *plumber*.



**Gambar 7:** Tampilan Form Arena Permainan

**KESIMPULAN**

1. mengetahui aturan permainan *plumber*. Setelah itu, penulis mengumpulkan sejumlah kemungkinan solusi. Dari sekumpulan solusi tersebut akan dipilih solusi tercepat menggunakan algoritma *best first search*.
2. Algoritma *best first search* dapat diterapkan di dalam aplikasi permainan *plumber* untuk melakukan pencarian solusi sehingga dapat membantu pemain menyelesaikan permainan tersebut.

3. Aplikasi pencarian solusi telah selesai dirancang dengan menggunakan *Software* Adobe Flash Professional Creative Cloud sebagai editor dan dapat dijalankan pada perangkat *mobile* dengan sistem operasi Android 5.0.2 (*Lollipop*).

#### DAFTAR PUSTAKA

- A.S, Rosa dan M. Shalahuddin, 2011, "*Rekayasa Perangkat Lunak*", Modula, Yogyakarta.
- Ahmad, Busra, "*Informasi Tentang Adobe Flash Creative Cloud (CC)*", Tanggal akses 24 Agustus, 2016, <http://mr-brainy.blogspot.co.id/2014/04/informasi-tentang-adobe-creative-cloud.html>
- Budihartono, 2014, Widodo dan Derwin Suhartono, "*Artificial Intelligence : Konsep dan Penerapannya*", Andi, Yogyakarta.
- Desiani, 2006, Anita dan Muhammad Arhami, "*Konsep Kecerdasan Buatan*", Andi, Yogyakarta.
- H, Nazaruddin Safaat, 2012, "*Android : Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android*", Informatika, Bandung.
- Hidayatullah, Priyanto, M. Amrullah Akbar, dan Zaky Rahim, 2008, "*Making Educational Animation Using Flash*", Informatika, Bandung.
- Kusrini dan Andri Kinoyo, 2007, "*Tuntunan Praktis Membangun Sistem Informasi Akuntansi Dengan Microsoft Visual Basic & SQL Server*", Andi, Yogyakarta.
- Russel, Stuart J. dan Peter Norvig, "*Artificial Intelligence : A Modern Approach*", Pearson Education, New Jersey, Edisi 3, 2010
- Satyaputra, Alfa dan Eva Maulina Aritonang, "*Java For Beginners With Eclipse 4.2 Juno*", PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2012
- Sutojo, T., Edy Mulyanto, dan Vincent Suhartono, 2011, "*Kecerdasan Buatan*", Andi, Yogyakarta.
- Suyanto, 2014, "*Artificial Intelligence*", Informatika, Bandung, Revisi 2.

## PENERAPAN FUZZY UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KECERDASAN MAHASISWA DENGAN METODE MAMDANI (STUDI KASUS : STMIK BUDIDARMA MEDAN)

Azwir Rinaldi

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
riswanhohay@gmail.com

**Abstrak.** Keputusan merupakan suatu reaksi memilih beberapa solusi yang dilakukan secara sadar sebagai sebuah strategi untuk pemecahan permasalahan. Secara umum, pengertian teori pengambilan keputusan adalah, teknik pendekatan yang digunakan dalam proses pemilihan tindakan sebagai cara untuk pemecahan permasalahan untuk mencapai hasil yang maksimal. Pada proses pengambilan keputusan seringkali pengambilan keputusan dihadapkan pada permasalahan yang bersumber dari beragamnya jumlah kriteria, standardisasi yang kurang jelas, kriteria-kriteria yang bisa berubah kapan saja (dinamis). Seperti masalah proses penentuan penentuan tingkat kecerdasan siswa. Proses ini memiliki dua tahap utama, setiap tahap memiliki kriteria dan subkriteria yang sudah ditetapkan. Pengambil keputusan kesulitan dalam menentukan prioritas, penghitungan bobot dan penentuan himpunan. Terkait dengan hal tersebut, Metode Fuzzy Mamdani dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Setelah dilakukan pengujian alpha dan beta, dapat ditarik kesimpulan bahwa secara fungsional sistem sudah dapat menghasilkan output yang diharapkan dan sistem pendukung keputusan ini dinilai dapat mempermudah dalam melakukan pengambilan keputusan, dapat dipelajari, cukup mudah digunakan, dan menghasilkan informasi yang diinginkan.

**Kata kunci :** Sistem Pendukung Keputusan,, Metode Fuzzy Mamdani, Kecerdasan Siswa

### PENDAHULUAN

Kecemasan mahasiswa merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi hasil belajar mahasiswa. Beberapa hal berpengaruh pada kecemasan dalam diri mahasiswa, seperti tegang saat mengerjakan soal atau saat kelas dimulai, pesimis akan kemampuannya, khawatir jika hasil pekerjaannya buruk, dan juga ketakutan akan ditertawakan oleh teman yang lainnya. Kecemasan juga muncul dari faktor di luar diri mahasiswa, seperti: cerita buruk mengenai suatu mata kuliah, sikap dosen, dan juga tingkat persaingan di ruangan yang mahasiswa rasakan. Mengarahkan bakat dan minat mahasiswanya terutama di daerah yang perkembangannya kurang diperhatikan pemerintah. Berdasarkan penelitian, di kampus ditemukan kurang lebih 40% mahasiswa berbakat, tetapi tidak mampu berprestasi setara dengan kapasitas yang sebenarnya dimiliki. Akibatnya sekalipun berkemampuan tinggi, banyak mahasiswa berbakat tergolong kurang berprestasi. Hal ini mengakibatkan kurang cepat dan kurang efektifnya pertumbuhan mahasiswa dan bakatnya yang menonjol menjadi kurang terlihat secara lebih dini. Pentingnya mengetahui letak kecerdasan yang paling menonjol pada mahasiswa sejak dini agar kualitas pendidikan dapat meningkat menjadi unsur utama yang dari ide pembuatan proyek tugas akhir ini. Hal ini dilakukan supaya pendidikan yang diberikan lebih sesuai dengan minat dan bakat mahasiswa.

Pada dasarnya, proses Mamdani dilakukan melalui tiga tahap, yaitu penyusunan komponen-komponen situasi, analisis, dan sintesis informasi. Pada setiap penyusunan komponen akan dibentuk table taksiran yang berisi identifikasi alternatif dan spesifikasi tujuan, kriteria dan atribut. Salah satu cara untuk menspesifikasikan tujuan situasi  $| O_i, i = 1, \dots, t |$  adalah dengan cara mendaftar konsekuensi-konsekuensi yang mungkin dari alternatif yang telah teridentifikasi  $| A \text{ atribut-atribut yang akan digunakan } | \text{ak}^i, i=1, \dots, n |$ . Selain itu juga disusun  $k=1, \dots, m |$ .

### BAHAN dan Metode

Pada dasarnya, proses Mamdani dilakukan melalui tiga tahap, yaitu penyusunan komponen-komponen situasi, analisis, dan sintesis informasi. Pada setiap penyusunan komponen akan dibentuk table taksiran yang berisi identifikasi alternatif dan spesifikasi tujuan, kriteria dan atribut. Salah satu cara untuk menspesifikasikan tujuan situasi  $| O_i, i = 1, \dots, t |$  adalah dengan cara mendaftar konsekuensi-konsekuensi yang mungkin dari alternatif yang telah teridentifikasi  $| A \text{ atribut-atribut yang akan digunakan } | \text{ak}^i, i=1, \dots, n |$ . Selain itu juga disusun  $k=1, \dots, m |$ . Secara umum, model multi-attribute decision making dapat didefinisikan sebagai berikut (Zimmermann, 1991): Misalkan  $A = \{a \text{ himpunan alternatif-alternatif keputusan dan } C = \{C_j | I = 1, \dots, n\}$  adalah  $| j = 1, \dots, m\}$  adalah himpunan tujuan yang diharapkan, maka akan ditentukan alternative  $x$  memiliki derajat harapan tertinggi terhadap tujuan-tujuan yang relevan  $c_j$ . Pada pertengahan 1960, Prof. Lotfi Zadeh dari Universitas California di Berkeley menemukan bahwa logika benar atau salah pada logika Boolean tidak memperhitungkan beragam kondisi yang nyata. Untuk menghitung gradasi yang tak terbatas jumlahnya antara benar dan salah, Zadeh mengembangkan ide penggolongan set yang ia beri nama set fuzzy. Tidak seperti logika, logika fuzzy memiliki banyak nilai.

Fuzzy membagi data-data ke dalam derajat keanggotaan, yaitu sesuatu yang dapat menjadi sebagian benar dan sebagian salah dalam waktu yang bersamaan

Sistem pendukung keputusan (SPK) adalah bagian dari sistem informasi berbasis komputer termasuk sistem berbasis pengetahuan atau manajemen pengetahuan yang dipakai untuk mendukung pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau perusahaan. Dapat juga dikatakan sebagai sistem komputer yang mengolah data menjadi informasi untuk mengambil keputusan dari masalah semi terstruktur yang spesifik. Sedangkan menurut Keen dan Scoot Morton Sistem Pendukung Keputusan merupakan penggabungan sumber-sumber kecerdasan individu dengan kemampuan komponen untuk memperbaiki kualitas keputusan. Sistem Pendukung Keputusan juga merupakan sistem informasi berbasis komputer untuk manajemen pengambilan keputusan yang menangani masalah-masalah semi struktur .

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penentuan tingkat kecerdasan dilakukan dengan mempertimbangkan potensi, minat dan kebutuhan mahasiswa, yang harus dibuktikan dengan hasil prestasi yang sesuai dengan kriteria nilai yang ditetapkan. Apabila terjadi perbedaan antara potensi/minat dengan nilai mahasiswa, maka guru harus mengkaji dan melakukan perbaikan dalam memberikan layanan belajar kepada yang bersangkutan.

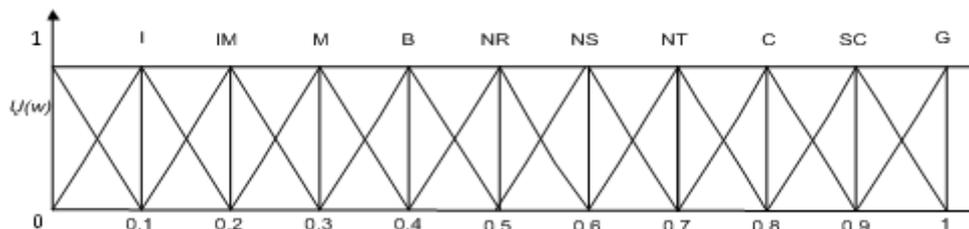
**Kriteria dan Bobot**

Dalam Metode Fuzzy Mamdani terdapat kriteria yang dibutuhkan untuk menentukan program studi yang diminati mahasiswa. Adapun kriterianya adalah sebagai berikut:

**Tabel 1 :** Kriteria

| Kriteria | Keterangan               |
|----------|--------------------------|
| K1       | Remembering (Mengingat)  |
| K2       | Understanding (Memahami) |
| K3       | Application (Aplikasi)   |
| K4       | Analysing (Menganalisis) |
| K5       | Creating (Menciptakan)   |

Dari masing-masing kriteria tersebut akan ditentukan bobot-bobotnya. Pada bobot terdiri dari 10 bilangan fuzzy, yaitu Genius (G), Sangat cerdas (SC), Cerdas (C), Normal tinggi (NT), Normal sedang (NS), Normal rendah (NR), Bodoh(B), Moron (M), Imbecile(IM), Idiot(I).



**Gambar 1:** Bilangan untuk bobot.

Keterangan :

- G = Genius
- SC = Sangat cerdas
- C = Cerdas
- NT = Normal tinggi
- NS = Normal sedang
- NR = Normal rendah
- B = Bodoh
- M = Moron
- IM = Imbecile
- I = Idiot

Dari gambar diatas, bilangan-bilangan fuzzy dapat dikonversikan ke bilangan crisp. Untuk lebih jelas data bobot dibentuk dalam tabel di bawah ini.

**Tabel 2:** Bobot

| Variabel Fuzzy     | Nilai Fuzzy | Bobot Fuzzy |
|--------------------|-------------|-------------|
| Genius (G)         | 0.9-1       | 91-100      |
| Sangat cerdas (SC) | 0.8-1       | 81-90       |
| Cerdas (C)         | 0.7-0.9     | 71-80       |
| Normal tinggi (NT) | 0.6-0.8     | 61-70       |
| Normal sedang (NS) | 0.5-0.7     | 51-60       |

|                    |         |       |
|--------------------|---------|-------|
| Normal rendah (NR) | 0.4-0.6 | 41-50 |
| Bodoh(B)           | 0.3-0.5 | 31-40 |
| Moron (M)          | 0.2-0.4 | 21-30 |
| Imbecile(IM)       | 0.1-0.3 | 11-20 |
| Idiot(I)           | 0-0.2   | 1-10  |

Di bawah ini diambil 3 (tiga) mahasiswa sebagai contoh untuk penerapan Metode *Fuzzy Mamdani* dalam penentuan program studi. Data mahasiswa tersebut di masukan ke dalam Tabel.

**Tabel 3:** Data mahasiswa

|       | Nama Mahasiswa | K1 | K2  | K3 | K4 | K5 |
|-------|----------------|----|-----|----|----|----|
| 05100 | Azwir Rinaldi  | 56 | 56  | 55 | 70 | 88 |
| 05101 | Rizwansyah     | 78 | 89  | 78 | 90 | 89 |
| 05102 | Putri Yanti    | 90 | 100 | 47 | 67 | 90 |

**Tabel 4:** Nilai Remembering (Mengingat)

| Variabel Fuzzy     | Nilai Fuzzy | Bobot Fuzzy |
|--------------------|-------------|-------------|
| Genius (G)         | 0.9-1       | 91-100      |
| Sangat cerdas (SC) | 0.8-1       | 81-90       |
| Cerdas (C)         | 0.7-0.9     | 71-80       |
| Normal tinggi (NT) | 0.6-0.8     | 61-70       |
| Normal sedang (NS) | 0.5-0.7     | 51-60       |
| Normal rendah (NR) | 0.4-0.6     | 41-50       |
| Bodoh(B)           | 0.3-0.5     | 31-40       |
| Moron (M)          | 0.2-0.4     | 21-30       |
| Imbecile(IM)       | 0.1-0.3     | 11-20       |
| Idiot(I)           | 0-0.2       | 1-10        |

**Tabel 5:** Nilai Understanding (Memahami)

| Variabel Fuzzy     | Nilai Fuzzy | Bobot Fuzzy |
|--------------------|-------------|-------------|
| Genius (G)         | 0.9-1       | 91-100      |
| Sangat cerdas (SC) | 0.8-1       | 81-90       |
| Cerdas (C)         | 0.7-0.9     | 71-80       |
| Normal tinggi (NT) | 0.6-0.8     | 61-70       |
| Normal sedang (NS) | 0.5-0.7     | 51-60       |
| Normal rendah (NR) | 0.4-0.6     | 41-50       |
| Bodoh(B)           | 0.3-0.5     | 31-40       |
| Moron (M)          | 0.2-0.4     | 21-30       |
| Imbecile(IM)       | 0.1-0.3     | 11-20       |
| Idiot(I)           | 0-0.2       | 1-10        |

**Tabel 6:** Nilai Application (Aplikasi)

| Variabel Fuzzy     | Nilai Fuzzy | Bobot Fuzzy |
|--------------------|-------------|-------------|
| Genius (G)         | 0.9-1       | 91-100      |
| Sangat cerdas (SC) | 0.8-1       | 81-90       |
| Cerdas (C)         | 0.7-0.9     | 71-80       |
| Normal tinggi (NT) | 0.6-0.8     | 61-70       |
| Normal sedang (NS) | 0.5-0.7     | 51-60       |
| Normal rendah (NR) | 0.4-0.6     | 41-50       |
| Bodoh(B)           | 0.3-0.5     | 31-40       |
| Moron (M)          | 0.2-0.4     | 21-30       |
| Imbecile(IM)       | 0.1-0.3     | 11-20       |
| Idiot(I)           | 0-0.2       | 1-10        |

**Tabel 7:** Nilai Analysing (Menganalisis)

| Variabel Fuzzy     | Nilai Fuzzy | Bobot Fuzzy |
|--------------------|-------------|-------------|
| Genius (G)         | 0.9-1       | 91-100      |
| Sangat cerdas (SC) | 0.8-1       | 81-90       |
| Cerdas (C)         | 0.7-0.9     | 71-80       |
| Normal tinggi (NT) | 0.6-0.8     | 61-70       |
| Normal sedang (NS) | 0.5-0.7     | 51-60       |
| Normal rendah (NR) | 0.4-0.6     | 41-50       |
| Bodoh(B)           | 0.3-0.5     | 31-40       |
| Moron (M)          | 0.2-0.4     | 21-30       |
| Imbecile(IM)       | 0.1-0.3     | 11-20       |
| Idiot(I)           | 0-0.2       | 1-10        |

**Tabel 8:** Nilai Creating (Menciptakan)

| Variabel Fuzzy     | Nilai Fuzzy | Bobot Fuzzy |
|--------------------|-------------|-------------|
| Genius (G)         | 0.9-1       | 91-100      |
| Sangat cerdas (SC) | 0.8-1       | 81-90       |
| Cerdas (C)         | 0.7-0.9     | 71-80       |
| Normal tinggi (NT) | 0.6-0.8     | 61-70       |
| Normal sedang (NS) | 0.5-0.7     | 51-60       |
| Normal rendah (NR) | 0.4-0.6     | 41-50       |
| Bodoh(B)           | 0.3-0.5     | 31-40       |
| Moron (M)          | 0.2-0.4     | 21-30       |
| Imbecile(IM)       | 0.1-0.3     | 11-20       |
| Idiot(I)           | 0-0.2       | 1-10        |

**Tabel 9 :** Nilai Himpunan Fuzzy

| NIM   | Nama Mahasiswa | K1            | K2            | K3            | K4            | K5            |
|-------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 05100 | Azwir Rinaldi  | Normal sedang | Normal sedang | Normal sedang | Normal tinggi | Sangat cerdas |
| 05101 | Rizwansyah     | Cerdas        | Sangat cerdas | Cerdas        | Sangat cerdas | Sangat cerdas |
| 05102 | Putri Yanti    | Sangat cerdas | Genius        | Normal rendah | Normal tinggi | Sangat cerdas |

Tabel nilai bobot fuzzy dibuat dalam bentuk pembulatan dapat dilihat pada table dibawah ini.

**Tabel 10:** Nilai Nilai Bobot Fuzzy

| NIM   | Nama Mahasiswa | K1  | K2  | K3  | K4  | K5  |
|-------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 05100 | Azwir Rinaldi  | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.9 |
| 05101 | Rizwansyah     | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 0.9 |
| 05102 | Putri Yanti    | 0.9 | 1   | 0.5 | 0.7 | 0.9 |

**Tabel 11:** diubah kedalam matriks keputusan X dengan data:

$$\begin{pmatrix} 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.7 & 0.9 \\ 0.8 & 0.9 & 0.8 & 0.9 & 0.9 \end{pmatrix}$$

a. Untuk Nilai K1  
Jadi:

$$\text{Azwir Rinaldi} = \frac{0.6}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.6}{1} = 0.6$$

$$\text{Rizwansyah} = \frac{0.8}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.8}{1} = 0.8$$

$$\text{Putri Yanti} = \frac{0.9}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.9}{1} = 0.9$$

b. Untuk Nilai K2  
Jadi:

$$\text{Azwir Rinaldi} = \frac{0.6}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.6}{1} = 0.6$$

$$\text{Rizwansyah} = \frac{0.9}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.9}{1} = 0.9$$

$$\text{Putri Yanti} = \frac{1}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{1}{1} = 1$$

c. Untuk Nilai K3  
Jadi:

$$\text{Azwir Rinaldi} = \frac{0.6}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.6}{1} = 0.6$$

$$\text{Rizwansyah} = \frac{0.8}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.8}{1} = 0.8$$

$$\text{Putri Yanti} = \frac{0.5}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.5}{1} = 0.5$$

d. Untuk K4  
Jadi:

$$\text{Azwir Rinaldi} = \frac{0.7}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.7}{1} = 0.7$$

$$\text{Rizwansyah} = \frac{0.9}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.9}{1} = 0.9$$

$$\text{Putri Yanti} = \frac{0.7}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.7}{1} = 0.7$$

e. Untuk K5  
Jadi:

$$\text{Azwir Rinaldi} = \frac{0.9}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.9}{1} = 0.9$$

$$\text{Rizwansyah} = \frac{0.9}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.9}{1} = 0.9$$

$$\text{Putri Yanti} = \frac{0.9}{\text{Max}\{1, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1\}} = \frac{0.9}{1} = 0.9$$

Matriks R :

**Tabel 12** : diubah kedalam matriks keputusan R dengan data:

$$\begin{pmatrix} 0.6 & 0.6 & 0.6 & 0.7 & 0.9 \\ 0.8 & 0.9 & 0.8 & 0.9 & 0.9 \end{pmatrix}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} \text{Azwir Rinaldi} &= (1)(0.6) + (0.9)(0.6) + (0.8)(0.6) + (0.7)(0.7) + (0.6)(0.9) \\ &= 0.6 + 0.54 + 0.48 + 0.49 + 0.54 = 2.65 / 5 = 0.53 \\ \text{Rizwansyah} &= (1)(0.8) + (0.9)(0.9) + (0.8)(0.8) + (0.7)(0.9) + (0.6)(0.9) \\ &= 0.8 + 0.81 + 0.64 + 0.63 + 0.54 = 3.42 / 5 = 0.68 \\ \text{Putri Yanti} &= (1)(0.9) + (0.9)(1) + (0.8)(0.5) + (0.7)(0.7) + (0.6)(0.9) \\ &= 0.9 + 0.9 + 0.40 + 0.49 + 0.54 = 3.23 / 5 = 0.64 \end{aligned}$$

Nilai terbesar ada pada Rizwansyah adalah alternatif yang terpilih sebagai alternatif terbaik. Untuk lebih jelas lihat pada Tabel : di bawah ini.

**Tabel 13 : Rangking**

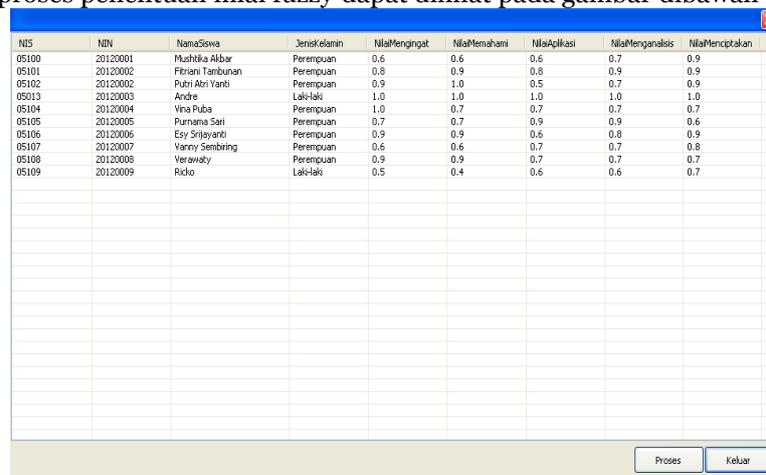
| NIM   | Nama Mahasiswa | Nilai | Nilai Rata-rata | Tingkat Kecerdasan | Tingkat Kecerdasan |
|-------|----------------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|
| 05100 | Azwir Rinaldi  | 2.65  | 2.65/5=0.53     | 2.65/5=0.53        | Normal Rendah(NR)  |
| 05101 | Rizwansyah     | 3.42  | 3.42/5=0.68     | 3.42/5=0.68        | Normal Sedang (NS) |
| 05102 | Putri Yanti    | 3.23  | 3.23/5=0.64     | 3.23/5=0.64        | Normal Sedang(NS)  |

**Implementasi Sistem**

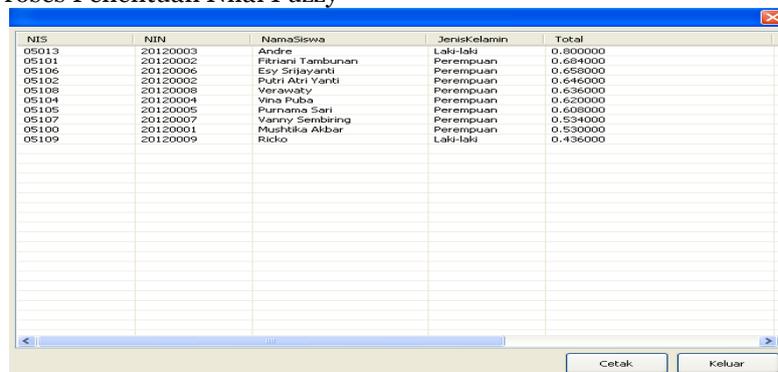
Implementasi adalah suatu tindakan atau pelaksanaan dari sebuah rencana yang sudah disusun secara matang dan terperinci. Implementasi biasanya dilakukan setelah perencanaan sudah dianggap selesai. Implementasi dari perancangan aplikasi ini terdiri dari berbagai kebutuhan sebagai berikut :

- a. Mikroprosesor Pentium Intel Core Duo
- b. Memory Minimal 1 GB
- c. Monitor
- d. Keyboard
- e. Mouse
- f. Sistem operasi minimal windows XP

Form proses penentuan nilai fuzzy merupakan form untuk menampilkan data proses penentuan nilai fuzzy. Bentuk form proses penentuan nilai fuzzy dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 2:**Form Proses Penentuan Nilai Fuzzy



**Gambar 3:** List Hasil

Form laporan Mahasiswa merupakan media untuk menampilkan laporan Mahasiswa. Bentuk laporan Mahasiswa dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

**Tabel 14:** Laporan Mahasiswa

| Laporan Mahasiswa<br>TahunAjaran : |                |               |              |           |        |       |
|------------------------------------|----------------|---------------|--------------|-----------|--------|-------|
| NIM                                | Nama Mahasiswa | Jenis Kelamin | Tempat Lahir | Tgl-Lahir | Alamat | Agama |
|                                    |                |               |              |           |        |       |
|                                    |                |               |              |           |        |       |

**KESIMPULAN**

1. Metode *Fuzzy Mamdani* dan Analisis himpunan digunakan untuk menentukan rekomendasi dalam menentukan tingkat kecerdasan mahasiswa.
2. Dengan dirancangnya penerapan metode fuzzy untuk menentukan tingkat kecerdasan mahasiswa dengan Metode Fuzzy Mamdani akan lebih mudah mengolah data penilaian tingkat kecerdasan mahasiswa, karena sistem ini memiliki kelebihan diantaranya, Lebih mudah dalam pembuatan laporan yang dibutuhkan, Meminimalisasi waktu, dan Keamanan data.
3. Bahasa pemrograman Microsoft Visual Basic 2008 sebagai salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dapat digunakan dalam Pengolahan Data Perpustakaan berbasis *GUI (Grafict User Interface)*

**DAFTAR PUSTAKA**

Hasan (2004). *Perancangan Sistem Informasi untuk Keunggulan Bersaing Perusahaan dan Organisasi Modern*.

Fathansyah (1999). *Sistem Basis Data lanjutan Buku Basis Data*. Informatik.

Kadarsah (2000). *Sistem Pendukung Keputusan : Suatu Wacana Struktural Idealisasi dan Implementasi Konsep Pengambilan Keputusan*

Surbakti (2002). *Makalah-sistem-informasi-manajemen*. Informatika

## PERANCANGAN APLIKASI PERBAIKAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION DAN CONTRAST STRETCHING

Dede Herwanda

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
dedeherwanda0412@gmailcom

**ABSTRAK.** Pengolahan citra digital merupakan manipulasi dan interpretasi digital dari citra penginderaan jauh dengan bantuan komputer. Dalam bidang teknologi informasi, komunikasi data sangat sering dilakukan. Komunikasi data ini berhubungan erat dengan pengiriman data menggunakan sistem transmisi elektronik dari satu terminal komputer ke terminal komputer yang lain. Besarnya ukuran data terkadang menjadi kendala dalam proses pengiriman data ini. Data dengan ukuran besar akan memakan waktu transfer yang lebih lama dibandingkan dengan data yang memiliki ukuran lebih kecil, terkadang ada resiko tidak dapat tertampung pada media penyimpanan dan tidak tersampainya, sehingga akan memperkecil kapasitas kosong dalam memori media penyimpanan. Histogram Equalization didefinisikan sebagai probabilitas statistik distribusi setiap tingkat abu-abu dalam gambar digital. Persamaan histogram equalization adalah teknik yang sangat populer untuk peningkatan kontras terhadap gambar. Didalam sebuah gambar (citra) yang memiliki kekurangan, dapat dilakukan suatu perbaikan citra dengan cara melakukan perataan histogram. Pemerataan histogram adalah suatu teknik kompensasi fitur populer yang telah diteliti dengan baik dan dipraktikkan di bidang pengolahan citra untuk normalisasi fitur visual digital gambar, seperti kecerahan, graylevel, kontras, dan sebagainya.. Contrast stretching merupakan teknik yang digunakan untuk mendapatkan citra baru dengan kontras yang lebih baik daripada kontras dari citra asalnya. Metode ini memiliki kontras rendah dapat terjadi karena kurangnya pencahayaan, kurangnya bidang dinamika dari sensor citra, atau kesalahan setting pembuka lensa pada saat pengambilan citra. Ide dari proses contrast stretching adalah untuk meningkatkan bidang dinamika dari gray level di dalam citra yang akan diproses.

**Kata Kunci :** Perbaikan Citra, Citra Digital, Metode *Histogram Equalization*, Contrast Stretching.

### PENDAHULUAN

Citra digital merupakan manipulasi dan interpretasi digital dari citra penginderaan jauh dengan bantuan komputer. Dalam bidang teknologi informasi, komunikasi data sangat sering dilakukan. Data dengan ukuran besar akan memakan waktu transfer yang lebih lama dibandingkan dengan data yang memiliki ukuran lebih kecil, terkadang ada resiko tidak dapat tertampung pada media penyimpanan dan tidak tersampainya, sehingga akan memperkecil kapasitas kosong dalam memori media penyimpanan. Pemerataan histogram adalah suatu teknik kompensasi fitur populer yang telah diteliti dengan baik dan dipraktikkan di bidang pengolahan citra untuk normalisasi fitur visual digital gambar, seperti kecerahan, graylevel, kontras, dan sebagainya. Menggunakan metode *histogram equalization* dan *Contrast stretching* sangat berguna untuk meningkatkan suatu pixel serta melakukan peningkatan kecerahan terhadap citra. Dalam jurnal ilmiah 16 juni 2007, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi Vol. 2 No. 5 ISSN: 1907-5022 "Perangkat Lunak Perbaikan Kualitas Citra Digital Model RGB dan HIS dengan Operasi Peningkatan Kontras", Metode *Contrast Stretching* adalah metode yang dilakukan dengan menambah atau mengurangi *contrast* (pencahayaan) agar citra tersebut lebih tajam dari citra asli, Penelitian seperti ini sebelumnya sudah pernah dilakukan oleh Andini Febrianti dan Yohan menggunakan masukan berupa citra *Grayscale* (nilai pixel maksimal 255 dan minimal 0). Format citra yang digunakan adalah JPG dan GIF. Maka dalam penulisan skripsi ini akan dikembangkan perbaikan kualitas citra dengan metode yang sama namun dengan masukan berupa citra Bitmap (BMP). Untuk memperbaiki kualitas citra maka dibutuhkan suatu metode agar citra tersebut dapat disampaikan dengan baik, metode *Contrast Stretching* memiliki kemampuan yang baik dalam perbaikan kualitas citra dan mampu meningkatkan kualitas citra.

*Contrast stretching* merupakan teknik yang digunakan untuk mendapatkan citra baru dengan kontras yang lebih baik daripada kontras dari citra asalnya. Citra yang memiliki kontras rendah dapat terjadi karena kurangnya pencahayaan, kurangnya bidang dinamika dari sensor citra, atau kesalahan setting pembuka lensa pada saat pengambilan citra. Ide dari proses *contrast stretching* adalah untuk meningkatkan bidang dinamika dari gray level di dalam citra yang akan diproses.

### BAHAN dan METODE

Citra adalah gambar. Dalam pengertian yang lebih khusus, citra adalah gambaran visual mengenai suatu objek atau beberapa objek. Tentu saja, wujud citra dapat bermacam-macam, dari foto orang, gambar awam, hasil rontgen, hingga citra satelit (Abdul Kadir: 2013). Histogram citra merupakan diagram yang menggambarkan frekuensi setiap nilai intensitas yang muncul di seluruh pixel citra. Nilai besar

menyatakan bahwa piksel-piksel yang mempunyai intensitas tersebut sangat banyak (Abdul kadir dkk: 2013). Kontras menyatakan sebaran terang (lightness) dan gelap (darkness) di dalam sebuah gambar. Citra dikelompokkan ke dalam tiga kategori kontras : citra kontras-rendah (low contrast), citra kontras-bagus (good contrast atau normal contrast), dan kontras-tinggi (high contrast). Ketiga kategori ini umumnya dibedakan secara intuitif. Citra dengan kontras rendah ditandai dengan sebagian besar komposisi citranya terang atau sebagian besar gelap.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Perbaikan kualitas citra diperlukan karena sering kali citra yang diuji mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau (*noise*) pada saat pengiriman melalui saluran transmisi, citra terlalu gelap atau terang, citra kurang tajam, kabur, dan sebagainya.

**Metode Histogram Equalization.**

Dibawah ini adalah langkah-langkah proses cara mengerjakan metode *Histogram Equalization* sebagai berikut:

1. Dari citra diatas diambil nilai-nilai pikselnya sebagai berikut

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 243 | 244 | 245 | 224 | 252 | 248 | 243 | 245 |
| 250 | 252 | 250 | 102 | 47  | 172 | 207 | 226 |
| 248 | 242 | 211 | 111 | 64  | 222 | 174 | 217 |
| 13  | 11  | 0   | 15  | 28  | 0   | 67  | 243 |
| 19  | 44  | 49  | 21  | 117 | 35  | 0   | 99  |
| 30  | 34  | 13  | 2   | 19  | 12  | 144 | 76  |
| 30  | 34  | 11  | 7   | 13  | 3   | 255 | 59  |
| 35  | 43  | 23  | 21  | 20  | 6   | 247 | 50  |

2. Dari nilai piksel pada matriks tersebut, dihitung frekuensi dan distribusi kumulatif dari nilai skala keabuannya.
3. Menghitung nilai keabuan dari hasil perhitungan distribusi kumulatif menggunakan rumus yang sebelumnya telah dituliskan di atas. Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk skala keabuan 2 dan 30:

$$K_0 = \text{round} \left( \frac{3x(2^8-1)}{8x8} \right) = \text{round} \left( \frac{765}{64} \right) = 12$$

$$K_0 = \text{round} \left( \frac{4x(2^8-1)}{8x8} \right) = \text{round} \left( \frac{1,020}{64} \right) = 16$$

$$K_0 = \text{round} \left( \frac{5x(2^8-1)}{8x8} \right) = \text{round} \left( \frac{1,275}{64} \right) = 20$$

$$K_0 = \text{round} \left( \frac{6x(2^8-1)}{8x8} \right) = \text{round} \left( \frac{1,530}{64} \right) = 24$$

$$K_0 = \text{round} \left( \frac{7x(2^8-1)}{8x8} \right) = \text{round} \left( \frac{1,785}{64} \right) = 28$$

$$K_0 = \text{round} \left( \frac{9x(2^8-1)}{8x8} \right) = \text{round} \left( \frac{2,295}{64} \right) = 36$$

Dan seterusnya sampai perhitungan selesai.

Hasil perhitungan untuk seluruh nilai skala keabuan dapat dilihat pada table berikut:

| Keabuan awal | Frekuensi | Keabuan Hasil |
|--------------|-----------|---------------|
| 0            | 0         | 12            |
| 2            | 1         | 16            |
| 3            | 1         | 20            |
| 6            | 1         | 24            |
| 7            | 1         | 28            |
| 11           | 2         | 36            |
| 12           | 1         | 40            |
| 13           | 3         | 52            |
| 15           | 1         | 56            |
| 19           | 2         | 64            |
| 20           | 1         | 68            |
| 21           | 2         | 76            |

Hasil matriks citra setelah proses *histrogram equalization* adalah sebagai berikut:

**Tabel 1** Nilai hasil matriks dari proses *histrogram equalization*

| (I,j) | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0     | 12  | 20  | 24  | 28  | 16  | 40  | 172 | 56  |
| 1     | 20  | 24  | 36  | 52  | 56  | 64  | 176 | 52  |
| 2     | 76  | 80  | 84  | 100 | 108 | 112 | 180 | 92  |
| 3     | 116 | 120 | 124 | 128 | 132 | 164 | 184 | 140 |
| 4     | 144 | 148 | 152 | 156 | 160 | 164 | 188 | 168 |
| 5     | 172 | 176 | 180 | 184 | 188 | 192 | 192 | 196 |
| 6     | 200 | 212 | 216 | 220 | 224 | 228 | 196 | 236 |
| 7     | 255 | 243 | 236 | 228 | 224 | 220 | 20  | 243 |

**Contrast Stretching**

Berikut adalah langkah-langkah proses *contrast stretching*:

1. Cari batas bawah pengelompokan pixel dengan cara memindai (*scan*) histogram dari nilai keabuan terkecil ke nilai keabuan terbesar (0 – 255) untuk menemukan pixel pertama yang melebihi nilai ambang pertama.  
Untuk mendapatkan nilai ambang maka citra awal harus diubah dulu ke bentuk citra *grayscale* (hitam putih).
2. Mencari batas atas pengelompokan piksel dengan cara memindai histogram dari nilai keabuan tertinggi ke nilai keabuan terendah (255 – 0) untuk menemukan piksel pertama yang lebih kecil dari nilai ambang kedua yang dispesifikasikan.  
Dari gambar 3.3 histogram diatas dapat dilihat bahwa nilai ambang kedua yaitu 225
3. Piksel-piksel yang berada di bawah nilai ambang pertama di-set samadengan 0, sedangkan piksel-piksel yang berada di atas nilai ambang kedua di-set samadengan 255.

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 243 | 244 | 245 | 224 | 252 | 248 | 243 | 245 |
| 250 | 252 | 250 | 102 | 47  | 172 | 207 | 226 |
| 248 | 242 | 211 | 111 | 64  | 222 | 174 | 217 |
| 13  | 11  | 0   | 15  | 28  | 0   | 67  | 243 |
| 19  | 44  | 49  | 21  | 117 | 35  | 0   | 99  |
| 30  | 34  | 13  | 2   | 19  | 12  | 144 | 76  |
| 30  | 34  | 11  | 7   | 13  | 3   | 255 | 59  |
| 35  | 43  | 23  | 21  | 20  | 6   | 247 | 50  |

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 255 | 255 | 255 | 252 | 255 | 255 | 255 | 255 |
| 255 | 255 | 255 | 0   | 0   | 255 | 255 | 255 |
| 255 | 255 | 255 | 0   | 0   | 255 | 255 | 255 |
| 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 255 |
| 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 255 | 0   |
| 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 255 | 0   |

Dari tabel di atas dapat dilihat piksel-piksel yang nilai intensitasnya di bawah nilai 150 diubah menjadi 0 (hitam), sedangkan piksel-piksel yang nilai intensitasnya bernilai 150 atau lebih diubah menjadi 255 (warna putih).

4. Pixel-pixel yang berada di antara nilai ambang pertama dan nilai ambang kedua dipetakan (diskalakan) untuk memenuhi rentang nilai-nilai keabuan yang lengkap (0 sampai 255) dengan persamaan  $S = \frac{r-r_{max}}{r_{min}-r_{max}} \times 255$

Yang dalam hal ini, r adalah nilai keabuan dalam citra semula, s adalah nilai keabuan yang baru, r min adalah nilai keabuan terendah dari kelompok pixel, dan r max adalah nilai keabuan tertinggi dari kelompok pixel.

dibawah ini adalah perhitungan peningkatan kontras dengan menggunakan persamaan di atas.

$$\begin{aligned} \text{Piksel (0,0)} &= S = \frac{r-r_{max}}{r_{min}-r_{max}} \times 255 \\ &= \frac{35-255}{0-255} \times 255 = \frac{-220}{-255} \times 255 \\ &= 220 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Piksel (0,1)} &= S = \frac{43-255}{0-255} \times 255 = \frac{-212}{-255} \times 255 \\ &= 212 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Piksel (0,2)} &= S = \frac{23-255}{0-255} \times 255 = \frac{-232}{-255} \times 255 \\ &= 232 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Piksel (1,0)} &= S = \frac{30-255}{0-255} \times 255 = \frac{-225}{-255} \times 255 \\ &= 225 \end{aligned}$$

$$\text{Piksel (1,1)} = S = \frac{34-255}{0-255} \times 255 = \frac{-221}{-255} \times 255$$

$$S = 221$$

$$\text{Piksel (1,2)} = S = \frac{11-255}{0-255} \times 255 = \frac{-244}{-255} \times 255$$

$$S = 244$$

$$\text{Piksel (2,0)} = S = \frac{30-255}{0-255} \times 255 = \frac{-225}{-255} \times 255$$

$$S = 225$$

$$\text{Piksel (2,1)} = S = \frac{34-255}{0-255} \times 255 = \frac{-221}{-255} \times 255$$

$$S = 221$$

Selanjutnya nilai r1, r2, s1, dan s2 yang dipilih user dimasukkan ke dalam variabel untuk digunakan dalam perhitungan selanjutnya. Agar distribusi intensitas piksel berubah perlu dilakukan peregangan kontras. Pada citra yang diteliti di sini penulis menginputkan nilai r1= 45, r2= 85, s1= 50, dan s2= 110. Maka hasil ahir dari proses *contrast stretching* ini terlihat seperti pada gambar di bawah ini.

### Implementasi

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk implementasi pembuatan dan menjalankan program agar berjalan dengan baik. Perangkat keras yang digunakan komputer dengan spesifikasi sebagai berikut:

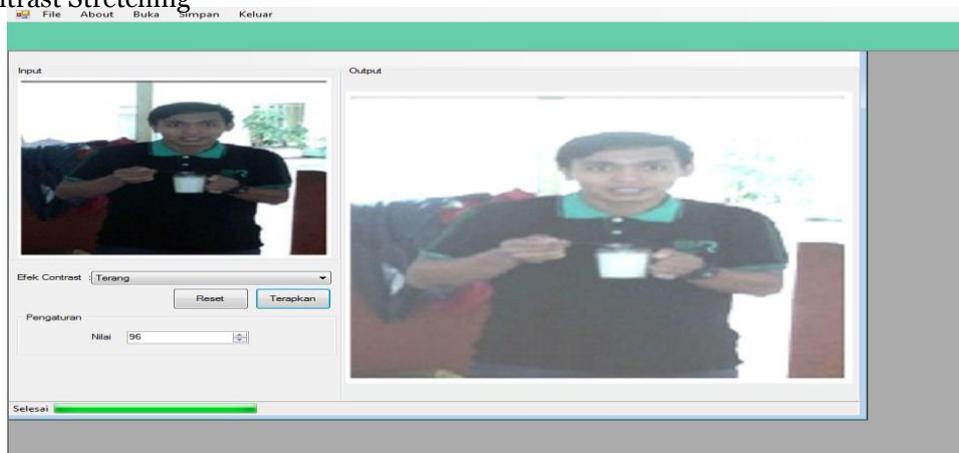
1. *Processor* : Intel Dualcore
2. *Memory* : 2 GB
3. *Harddisk* : 320 GB
4. *Windows* : Windows 7 Ultimate
5. *Monitor* : Resolusi monitor 1366 x 768 pixel
6. *Os* : Windows 7 Ultimate.

### Tampilan Histogram Equalization

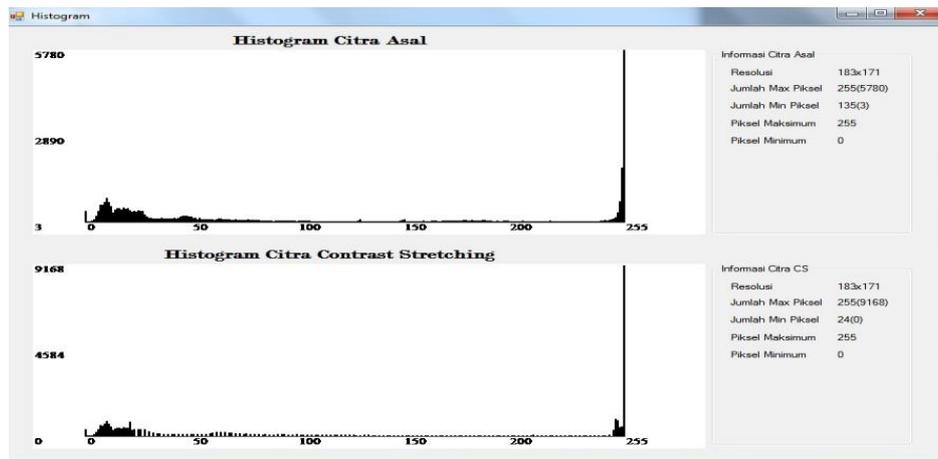
Adapun tampilan histogram dari permasalahan di atas adalah sebagai berikut:



**Gambar 1:** Form Nilai Histogram Equalization Tampilan Contrast Stretching



**Gambar 2:** Form Hasil Contrast



**Gambar 3:** Form Hasil Contrast Stretching dan Histogram Equalization

## KESIMPULAN

1. Aplikasi yang dirancang mampu melakukan proses perbaikan kualitas citra dengan metode contrast stretching dan histogram equalization.
2. Dengan menerapkan metode contrast stretching ini pada aplikasi mampu mencerahkan citra yang gelap dan metode histogram equalization ini sangat bagus untuk peningkatan kontras terhadap gambar.
3. Penggunaan bahasa pemrograman visual basic.net dalam membuat aplikasi perbaikan kualitas citra digital sangat baik dan hasilnya juga cukup baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, Adi Susanto, 2013 "Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra", Andi Yogyakarta.  
Eko Prasetyo, 2011 "Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab", Andi Yogyakarta.  
Jogiyanto HM, 2005 "Analisis dan Desain", Andi Yogyakarta.  
Lamhot Sitorus, 2015 "Algoritma dan Pemrograman" Yogyakarta: Andi.  
Madcoms, 2014 "Panduan Lengkap Menjadi Teknisi Komputer", Madcoms dan Andi Yogyakarta.  
Tata Sutabri, 2011. "Sistem Informasi Manajemen". Yogyakarta : Andi.  
T. Sutoyo dkk, 2009. "Teori Pengolahan Citra Digital". Yogyakarta : Andi.

## IMPLEMENTASI ALGORITMA BLOWFISH DAN FUNGSI HASH MD5 UNTUK ENKRIPSI DAN DEKRIPSI DATA

Dedy Hermawan

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
dedyhermawanhermawan@gmail.com

**ABSTRAK.** Masalah keamanan pada komputer menjadi isu penting pada era teknologi informasi ini. Banyak kejahatan cyber yang terjadi, yang beritanya bisa dibaca pada portal berita di internet dan di media massa. Komputer, laptop dan media penyimpan (*drives portabel*) yang sering dibawa-bawa menjadi rentan terhadap kemungkinan hilang atau dicuri. itu, pembayaran elektronik sekarang sudah menjadi seperti gaya hidup dan kebutuhan bagi sebagian masyarakat, terutama masyarakat perkotaan yang menginginkan pola bertransaksi yang praktis dan cepat. Blowfish merupakan sebuah kunci rahasia yang dibuat dengan menggunakan blok cipher. Didalamnya terdapat jaringan Feistel, iterasinya hanya menggunakan fungsi enkripsi sederhana sebanyak 16 putaran. Ukuran blok adalah 64 bit, dan kunci dapat berupa panjang hingga 448 bit. Meskipun ada fase inisialisasi yang kompleks diperlukan sebelum enkripsi dilakukan, tetapi sebenarnya enkripsi data yang dilakukan sangat efisien jika digunakan pada mikroprosesor besar. Penerapan Fungsi Hash sudah banyak digunakan pada saat ini. Fungsi hash mengenkripsi pesan menjadi sebuah string dengan panjang tetap. Namun, setelah pesan dienkripsi tidak dapat didekripsi kembali untuk melihat isi pesan asli, karena hal tersebut fungsi hash sangat bermanfaat untuk penyimpanan kata sandi. Salah satu Fungsi Hash cukup terkenal adalah MD5. Ukuran yang tetap (*fixed*) ditambah lagi kemampuan enkripsi yang cukup sulit ditebak membuat fungsi ini banyak digunakan dalam bidang Keamanan Informasi. Perangkat lunak yang digunakan untuk User-System Interface-nya adalah Visual Basic.

**Kata Kunci :** Kriptografi, Algoritma Blowfish, Fungsi Hash MD5.

### PENDAHULUAN

Keamanan data sangat diperlukan, maka setiap orang memerlukan suatu aplikasi yang dapat mengamankan data rahasia dan penting agar data tersebut hanya dapat dilihat dan dibaca oleh orang tertentu saja. Beberapa cara telah dikembangkan untuk menangani masalah keamanan ini, salah satu teknik untuk pengamanan data adalah dengan menggunakan algoritma penyandian data. Algoritma penyandian data saat ini telah semakin banyak jumlahnya, sejalan dengan berkembangnya ilmu yang mempelajari penyandian data tersebut. Ilmu ini biasa disebut Kriptografi. Komputer menjadi isu penting pada era teknologi informasi ini. Banyak kejahatan cyber yang terjadi, yang beritanya bisa dibaca pada portal berita di internet dan di media massa. Komputer, laptop dan media penyimpan (*drives portabel*) yang sering dibawa-bawa menjadi rentan terhadap kemungkinan hilang atau dicuri. Bila terjadi, data-data yang tersimpan didalamnya tentu saja turut terbawa oleh pencuri atau jatuh ke tangan pihak lain. Datanya itu sendiri mungkin sudah di *back-up*, namun nilai dari informasinya tentu menjadi pertimbangan tersendiri, terlebih lagi bila data tersebut bersifat pribadi, penting atau sensitif, yang mungkin saja dapat memberikan dampak buruk bagi pemiliknya.

Data dan informasi yang kita kirimkan melalui jaringan, baik itu *Local Area Network* ataupun *Internet*, tidak jarang disadap oleh orang lain ataupun *cracker* untuk kepentingan tertentu, hal ini menyebabkan adanya usaha untuk melakukan perubahan bentuk atau pengkodean terhadap informasi sebelum informasi tersebut dikirim melalui jaringan. Pelaku kejahatan memanfaatkan celah keamanan yang ada untuk dimasuki dan melakukan manipulasi data. Pihak penjahat itu bisa saja berniat untuk sekedar mencari tahu saja, atau juga bisa mencuri berbagai macam hal seperti uang, data rahasia, dan lain-lain.

*Blowfish* merupakan algoritma kunci *simetrik cipher blok* yang dirancang pada tahun 1993 oleh *Bruce Schneier* untuk menggantikan DES. Pada saat itu banyak sekali rancangan algoritma yang ditawarkan, namun hampir semua terhalang oleh paten atau kerahasiaan pemerintah Amerika. Algoritma ini terkenal karena kecepatannya, kompak, sederhana dan memiliki tingkat keamanan yang bervariasi. MD5 adalah salah satu dari rangkaian algoritma yang diciptakan oleh seorang Professor di MIT bernama *Ronald Rivest* (Rivest, 1992). Beliau menciptakan MD5 karena algoritma sebelumnya telah dianggap tidak aman, yaitu MD4. MD5 secara garis besar adalah mengambil pesan yang mempunyai panjang variabel diubah menjadi 'sidik jari' atau intisari pesan yang mempunyai panjang tetap 128 bit

### BAHAN dan METODE

Kata data dalam bahasa Inggris berasal dari kata datum dari bahasa Latin yang berarti fakta. Kata tersebut bersifat prural, sebagaimana kaya air, udara dan sebagainya. Karena kata data akan salah jika disebut atau ditulis dengan data data, banyak data, dan semacamnya. Komputer, secara kasar dapat dikatakan bahwa data dapat berupa angka angka, huruf huruf, gambar gambar atau simbol simbol apapun yang dapat dimasukkan (*input*) ke komputer dan dikeluarkan (*output*) dari komputer (wahyudi,

2008, Hal 16). Kriptografi adalah ilmu yang mempelajari teknik-teknik matematika yang berhubungan dengan aspek-aspek pada keamanan informasi misalnya kerahasiaan, integritas data, otentikasi pengirim / penerima data, dan otentikasi data. Dengan pengembangan bidang kriptografi, pembagian antara apa yang termasuk kriptografi dan apa yang tidak telah menjadi kabur. Dewasa ini, kriptografi dapat dianggap sebagai perpaduan antara studi teknik dan aplikasi yang tergantung kepada keberadaan masalah-masalah sulit.

*Blowfish* merupakan algoritma kunci *simetrik cipher* blok yang dirancang pada tahun 1993 oleh Bruce Schneier untuk menggantikan DES. Pada saat itu banyak sekali rancangan algoritma yang ditawarkan, namun hampir semua terhalang oleh paten atau kerahasiaan pemerintah Amerika.

MD5 adalah fungsi hash satu-arah yang dibuat oleh Ronald Rivest pada tahun 1991. MD5 merupakan perbaikan dari MD4 berhasil diserang oleh kriptanalis. Algoritma MD5 menerima masukan berupa pesan dengan ukuran sembarangan dan menghasilkan *message digest* yang panjang 128 bit.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang akan dienkripsi dan dekripsi pada aplikasi kriptografi adalah berupa *file* teks dengan *format* "txt". Contoh *file* "txt" yang dianalisa adalah "Belajar.txt" isi *file* tersebut "DEDY BELAJAR KRIPTOGRAFI". dengan kapasitas *file* 24 byte.

### Enkripsi *Blowfish*

#### 1. Input

Dalam bagian *input*, ambil *file* Belajar.txt lalu enkripsi dengan algoritma *Blowfish*.

#### 2. Proses

Dalam bagian *proses* bentuk pembangkit kunci, *padding* sampai 488-bit lalu dibagi 32-bit, untuk menghasilkan *Sub-Key*. Lalu *Sub-Key* =  $P_i \text{ Xor } K_i$  ( $i=1-14$ ) lakukan 14 perulangan, Pada enkripsi *plainteks* yang diambil sebesar 64 bit. Lalu dibagi 2, 32-bit pertama di sebut XL, 32-bit yang kedua disebut XR. Selanjutnya lakukan operasi  $XL = XL \text{ xor } P_1$  dan  $XR = F(XL) \text{ xor } XR$  Lakukan sebanyak 16 kali, Pada P17 dan P18 tidak dilakukan penukaran, tetapi  $XR = XR \text{ xor } P_{17}$  dan  $XL = XL \text{ xor } P_{18}$ , terakhir lakukan penyatuan antara XL dan XR untuk mendapatkan *chiperteks*.

#### 3. Output

Dalam bagian *output*, merupakan *chiperteks* hasil dari proses enkripsi (Hasil Blowfish.txt).

Berikut penjelasan enkripsi algoritma *Blowfish* :

Open file "Belajar.txt" yang isi *file* teks tersebut (DEDY BELAJAR KRIPTOGRAFI).

Plaintext : DEDY BELAJAR KRIPTOGRAFI  
Key : BLOWFISH

Ubah *plainteks* serta kunci dalam kode ASCII kemudian ke biner dengan proses sebagai berikut :

ASCII *PLAINTEKS* (DEDY BELAJAR KRIPTOGRAFI)

|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| D=68=44=01000100   | Spc=32=20=00100000 |
| E=65=45=01000101   | K=75=4B=01001011   |
| D=68=44=01000100   | R=82=52=01010010   |
| Y=89=59=01011001   | I=73=49=01001001   |
| Spc=32=20=00100000 | P=80=50=01010000   |
| B=66=42=01000010   | T=84=54=01010100   |
| E=69=45=01000101   | O=79=4F=01001111   |
| L=76=4C=01001100   | G=71=47=01000111   |
| A=65=41=01000001   | R=82=52=01010010   |
| J=74=4A=01001010   | A=65=41=01000001   |
| A=65=41=01000001   | F=70=46=01000110   |
| R=82=52=01010010   | I=73=49=01001001   |

ASCII *KEY* (BLOWFISH)

|                  |                  |
|------------------|------------------|
| B=66=42=01000010 | F=70=46=01000110 |
| L=76=4C=01001100 | I=73=49=01001001 |
| O=79=4F=01001111 | S=83=53=01010011 |
| W=87=57=01010111 | H=72=48=01001000 |

#### a. Membentuk *Subkey Blowfish*

Sebelum membentuk *subkey* pada Algoritma *Blowfish* maka *key* harus ditambahkan bit bila *key* tidak sepanjang 448 bit. Berhubung *key* hanya sepanjang 64 bit maka harus ditambah bit hingga panjangnya sepanjang 448 bit. Maka untuk itu dilakukan penambahan *key*. Setelah itu *key* yang telah ditambahkan dilakukan operasi xor pada tabel P. Dari *key* diatas yaitu "BLOWFISH" akan dikonversi menjadi bilangan biner dengan biner "01000010 01001100 01001111 01010111 01000110 01001001 01010011 01001000" "Kunci harus ditambahkan agar mencapai panjang maksimal yaitu 448 bit. Penambahan bit dilakukan dengan cara menambahkan angka 1 pada awalnya dan selanjutnya angka 0 hingga panjang *key* mencapai 448 bit.





**Implementasi**

Implementasi sistem dalam sistem biaya pengiriman barang pada CV. Gudi Utomo Sejahtera ini mencakup spesifikasi kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan spesifikasi perangkat lunak (*software*).

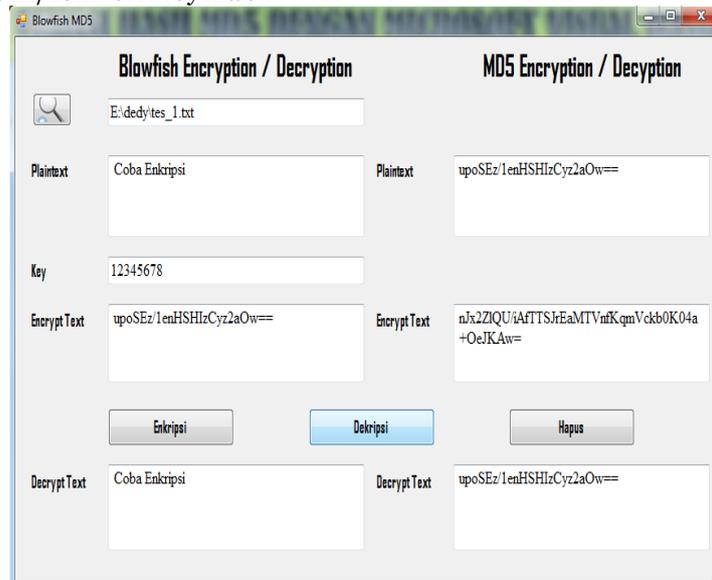
1. Processor Intel Core i3 2.13 Ghz.
2. Memory 2048 MB
3. Harddisk 10 GB
4. VGA card 1 MB
5. Monitor Generic PnP Monitor
6. Keyboard dan Mouse

1. Hasil uji coba sistem enkripsi dan dekripsi menggunakan algoritma Blowfish.

Alamat : E:\dedy\tes\_1.txt  
 Kunci : 12345678  
 Plaintext : Coba Enkripsi  
 Enkripsi : upoSEz/1enHSHIzCyz2aOw==  
 Dekripsi : Coba Enkripsi

Hasil uji coba sistem enkripsi dan dekripsi menggunakan algoritma MD5.

Alamat : E:\dedy\tes\_1.txt  
 Kunci : 12345678  
 Plaintext : upoSEz/1enHSHIzCyz2aOw==  
 Enkripsi : nJx2ZlQU/iAfTTSJrEaMTVnfKqmVckboKo4a+OeJKAw=  
 Dekripsi : upoSEz/1enHSHIzCyz2aOw==



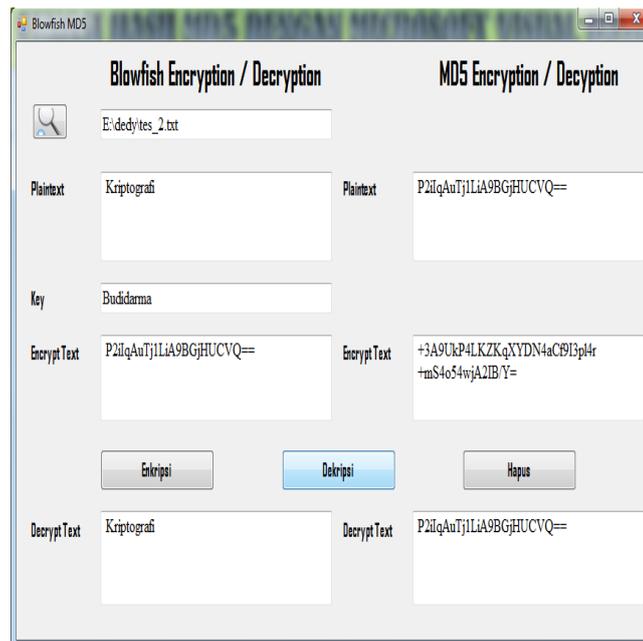
**Gambar 1:** Hasil Uji

2. Hasil uji coba sistem enkripsi dan dekripsi menggunakan algoritma Blowfish.

Alamat : E:\dedy\tes\_2.txt  
 Kunci : Budidarma  
 Plaintext : Kriptogarfi  
 Enkripsi : P2iIqAuTj1LiA9BGjHUCVQ==  
 Dekripsi : Kriptogarfi

Hasil uji coba sistem enkripsi dan dekripsi menggunakan algoritma MD5

Alamat : E:\dedy\tes\_2.txt  
 Kunci : Budidarma  
 Plaintext : P2iIqAuTj1LiA9BGjHUCVQ==  
 Enkripsi : +3A9UkP4LKZKqXYDN4aCf9I3pl4r+mS4o54wjA2IB/Y=  
 Dekripsi : P2iIqAuTj1LiA9BGjHUCVQ==



**Gambar 2:** Hasil Uji 2

## KESIMPULAN

1. *Blowfish* bekerja dengan membagi pesan menjadi blok-blok bit dengan ukuran sama panjang yaitu 64-bit dengan panjang kunci bervariasi yang mengenkripsi data dalam 8 byte blok. Sedangkan Fungsi *Hash* MD5 menerima masukan berupa pesan dengan ukuran sembarangan dan menghasilkan *message digest* yang panjang 128 bit
2. Penerapan algoritma *Blowfish* untuk proses enkripsi-dekripsi, dengan cara *plainteks* yang diambil sebesar 64 bit. Lalu dibagi 2, 32-bit pertama disebut XL, 32-bit yang kedua disebut XR. Selanjutnya lakukan operasi  $XL = XL \text{ xor } P1$  dan  $XR = F(XL) \text{ xor } XR$  Lakukan sebanyak 16 kali, Pada P17 dan P18 tidak dilakukan penukaran, tetapi  $XR = XR \text{ xor } P17$  dan  $XL = XL \text{ xor } P18$ , terakhir lakukan penyatuan antara XL dan XR untuk mendapatkan chiperteks. Dekripsi sama persis dengan enkripsi, kecuali bahwa P1, P2,..., P18 digunakan pada urutan yang berbalik (*reverse*). Untuk penerapan MD5 dilakukan penambahan bit pengganjal sampai 512 bit, lalu inisialisasi penyangga dan pengolahan pesan dalam blok 512 bit.
3. Implementasi algoritma *Blowfish* dan Fungsi *Hash* MD5 menggunakan *software Microsoft Visual Basic 2010* yang menjadi sebuah model kriptosistem. Tampilan aplikasi yang dirancang berbasis *desktop*. Dengan adanya aplikasi dapat membantu dalam proses enkripsi dan dekripsi data. Sehingga menjamin kerahasiaan dalam komunikasi pesan penting, seperti kalangan militer (termasuk intelijen dan mata-mata), kalangan diplomatik, penulis buku harian, dan pencinta.

## DAFTAR PUSTAKA

- A.M. Hirin. 2011. *"Belajar Tuntas (dari Dasar Sampai Mahir) VB.Net 2010"*. Kendal : Prestasi Pustaka Publisher.
- Dony Arriyus, STMIK Amikom 2008. *"Pengantar Ilmu Kriptografi : Teori Analisis Dan Implementasi"*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Efendi Ferry dan Makhfudli, 2009. *'Keperawatan kesehatan Komunikasi Teori dan Praktik dalam Keperawatan'*, Jakarta : Salemba Medika.
- Irwansyah Edy, 2014. *'Pengantar Teknologi Informasi'*, Yogyakarta : Deepublish
- Kusrini, S.Kom dan Koniyo Andri, 2007. *"Tuntunan Praktis Membangun Sistem Informasi Akuntansi dengan Visual Basic dan Microsoft SQL Server"*. Yogyakarta : Andi Offset
- Rinaldi Munir, 2006 *"Kriptografi"*. Bandung : Penerbit Informatika.
- Rosa AS, Shalahuddin, M. 2011. *"Rekayasa Perangkat Lunak"*. Bandung : MODULA
- Wahana Komputer, 2010. *"The Best Encryption Tools"*. Yogyakarta : Andi Offset.

# PERANCANGAN APLIKASI PENENTUAN PERUSAHAAN ASURANSI TERBAIK DENGAN METODE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) DAN SIMPLE MULTI ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE (SMART) STUDI KASUS : ASOSIASI ASURANSI JIWA INDONESIA

Deni Syahputra

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
denisyahputra55@gmail.com

**Abstrak.** Asuransi adalah istilah yang digunakan untuk merujuk pada tindakan, sistem, atau bisnis di mana perlindungan finansial (atau ganti rugi secara finansial) untuk jiwa, properti, kesehatan dan lain sebagainya mendapatkan penggantian dari kejadian-kejadian yang tidak dapat diduga yang dapat terjadi seperti kematian, kehilangan, kerusakan atau sakit, di mana melibatkan pembayaran premi secara teratur dalam jangka waktu tertentu sebagai ganti polis yang menjamin perlindungan tersebut. Keluarga atau seseorang pasti pernah berpikir tentang adanya resiko di masa mendatang. Resiko tersebut seperti resiko kematian, resiko terserang penyakit, resiko atas kerusakan atau hilang barang. Sebelum bergabung ke dalam perusahaan asuransi, seseorang/keluarga yang ingin memiliki asuransi harus mendapatkan informasi secara detail tentang perusahaan asuransi tersebut. Beberapa kriteria yang harus diperhatikan seseorang sebelum bergabung ke dalam sebuah perusahaan asuransi dan membeli produk asuransi jiwa adalah biaya/premi, manfaat asuransi, masa pertanggungungan. Sistem Pendukung Keputusan merupakan suatu sistem interaktif yang mendukung keputusan dalam proses pengambilan keputusan melalui alternatif-alternatif yang diperoleh dari hasil pengolahan data, informasi dan rancangan model. Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam sistem pendukung keputusan, salah satunya adalah Analytic Hierarchy Process (AHP), Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART). AHP menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. SMART merupakan metode pengambilan keputusan yang didasarkan pada teori bahwa setiap alternatif terdiri dari sejumlah kriteria yang memiliki nilai-nilai dan setiap kriteria memiliki bobot yang menggambarkan seberapa penting dibandingkan dengan kriteria lain.

**Kata kunci :** Analytic Hierarchy Process, Simple Multi Attribute Rating Technique, Asuransi

## PENDAHULUAN

Asuransi adalah istilah yang digunakan untuk merujuk pada tindakan, sistem, atau bisnis di mana perlindungan finansial (atau ganti rugi secara finansial) untuk jiwa, properti, kesehatan dan lain sebagainya mendapatkan penggantian dari kejadian-kejadian yang tidak dapat diduga yang dapat terjadi seperti kematian, kehilangan, kerusakan atau sakit, di mana melibatkan pembayaran premi secara teratur dalam jangka waktu tertentu sebagai ganti polis yang menjamin perlindungan tersebut. Asuransi memiliki manfaat utama yaitu menempatkan posisi keuangan bertanggung kembali kepada saat sebelum terjadi kerugian. Keluarga atau seseorang pasti pernah berpikir tentang adanya resiko di masa mendatang. Resiko tersebut seperti resiko kematian, resiko terserang penyakit, resiko atas kerusakan atau hilang barang. Keluarga atau seseorang yang tidak memiliki asuransi, jika terjadi resiko mereka harus mengeluarkan uang mereka/mengambilnya dari tabungan, menjual asset, atau mungkin juga meminjam dari saudara dan teman. Berbeda halnya jika seseorang memiliki asuransi, apabila terjadi resiko maka resiko akan dialihkan kepada perusahaan asuransi. Sebelum bergabung ke dalam perusahaan asuransi, seseorang/keluarga yang ingin memiliki asuransi harus mendapatkan informasi secara detail tentang perusahaan asuransi tersebut.

Apabila salah memilih perusahaan asuransi bisa juga memengaruhi persoalan di masa mendatang, salah satu persoalannya adalah terjadinya kebangkrutan pada perusahaan asuransi tempat nasabah bergabung, disebabkan karena kurangnya pengetahuan nasabah tentang kekuatan finansial perusahaan asuransi tempatnya bergabung dan informasi tentang produk asuransi jiwa yang dibeli. Beberapa kriteria yang harus diperhatikan seseorang sebelum bergabung ke dalam sebuah perusahaan asuransi dan membeli produk asuransi jiwa adalah biaya/premi, manfaat asuransi, masa pertanggung asuransi, usia masuk bertanggung, dan cara pembayaran premi dalam menentukan pilihan perusahaan asuransi untuk dipilihnya.

## BAHAN dan METODE

### BAhan

Asuransi Jiwa adalah usaha yang menyelenggarakan jasa penanggulangan risiko yang memberikan pembayaran kepada pemegang polis, tertanggung, atau pihak lain yang berhak dalam hal tertanggung meninggal dunia atau tetap hidup, atau pembayaran lain kepada pemegang polis, tertanggung, atau pihak

lain yang berhak pada waktu tertentu yang diatur dalam perjanjian, yang besarnya telah ditetapkan dan/atau didasarkan pada hasil pengelolaan dana (Pasal 1 No. 6).

Sistem pendukung keputusan pertama kali dikenalkan pertama kali pada awal tahun 1970 oleh Michael S. Scott dengan istilah *Management Decision System* yang merupakan suatu sistem berbasis komputer yang membantu pengambilan keputusan dengan memanfaatkan data dan model-model untuk menyelesaikan masalah-masalah yang tidak terstruktur (Turban E., *Decicion Support Systems and Intelligent Systems*, 2007).

**Metode**

**Analytical Hierarchy Process (AHP)**

Proses pengambilan keputusan pada dasarnya adalah memilih suatu alternatif. Peralatan utama *Analytical Hierarchy Process (AHP)* adalah sebuah hirarki fungsional dengan input utamanya persepsi manusia. Dengan hirarki, suatu masalah kompleks dan tidak terstruktur dipecahkan ke dalam kelompok-kelompoknya. Kemudian kelompok-kelompok tersebut diatur menjadi suatu bentuk hirarki.

Prinsip kerja AHP adalah penyederhanaan suatu persoalan kompleks yang tidak terstruktur, strategik, dan dinamik menjadi bagian-bagiannya, serta menata dalam suatu hirarki. Kemudian tingkat kepentingan setiap variabel diberi nilai numerik secara subjektif tentang arti penting variabel tersebut secara relatif dibandingkan dengan variabel lain.

**Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)**

*Simple Multi Attribute Rating Technique* merupakan metode pengambilan keputusan yang multi kriteria yang dikembangkan oleh Edward pada tahun 1977. Teknik pengambilan keputusan multi kriteria ini didasarkan pada teori bahwa setiap alternatif terdiri dari sejumlah kriteria yang memiliki nilai-nilai dan setiap kriteria memiliki bobot yang menggambarkan seberapa penting ia dibandingkan dengan kriteria lain. Pembobotan ini digunakan untuk menilai setiap alternatif agar diperoleh alternatif terbaik.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Masalah utama dalam penelitian ini adalah bagaimana mengimplementasikan algoritma *Analytic Hierarchy Process (AHP)* dan *Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)* dalam menentukan perusahaan asuransi terbaik.

**Tabel 1.** Matriks Berpasangan Kriteria Memilih Asuransi Terbaik

| Kriteria               | Manfaat | Premi | Masa Pertanggungungan | Usia Masuk Tertanggung | Cara Pembayaran Premi |
|------------------------|---------|-------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Manfaat                | 1       |       |                       |                        |                       |
| Premi                  |         | 1     |                       |                        |                       |
| Masa Pertanggungungan  |         |       | 1                     |                        |                       |
| Usia Masuk Tertanggung |         |       |                       | 1                      |                       |
| Cara Pembayaran Premi  |         |       |                       |                        | 1                     |

Kriteria perusahaan asuransi terbaik: manfaat, premi, masa pertanggungungan, usia masuk tertanggung dan cara pembayaran premi.

1. Menentukan kriteria dalam memilih perusahaan asuransi terbaik, serta menghitung matriks kriteria berpasangan seperti terlihat pada berikut.

**Tabel 2.** Matriks Berpasangan Kriteria Memilih Perusahaan Asuransi Terbaik

| Kriteria               | Manfaat | Premi | Masa Pertanggungungan | Usia Masuk Tertanggung | Cara Pembayaran Premi |
|------------------------|---------|-------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Manfaat                | 1       | 5/4   | 5/3                   | 5/2                    | 5/1                   |
| Premi                  | 4/5     | 1     | 4/3                   | 4/2                    | 4/1                   |
| Masa Pertanggungungan  | 3/5     | 3/4   | 1                     | 3/2                    | 3/1                   |
| Usia Masuk Tertanggung | 2/5     | 2/4   | 2/3                   | 1                      | 2/1                   |
| Cara Pembayaran Premi  | 1/5     | 1/4   | 1/3                   | 1/2                    | 1                     |

2. Menghitung matriks pembobotan untuk semua kriteria yang disederhanakan

**Tabel 3.** Matriks Pembobotan Untuk Semua Kriteria Disederhanakan

| Kriteria | Manfaat | Premi | Masa Pertanggungungan | Usia Masuk Tertanggung | Cara Pembayaran Premi |
|----------|---------|-------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Manfaat  | 1.00    | 1.25  | 1.67                  | 2.50                   | 5.00                  |

|                        |      |      |      |      |       |
|------------------------|------|------|------|------|-------|
| Premi                  | 0.80 | 1.00 | 1.33 | 2.00 | 4.00  |
| Masa Pertanggung       | 0.60 | 0.75 | 1.00 | 1.50 | 3.00  |
| Usia Masuk Tertanggung | 0.40 | 0.50 | 0.67 | 1.00 | 2.00  |
| Cara Pembayaran Premi  | 0.20 | 0.25 | 0.33 | 0.50 | 1.00  |
| Σ                      | 3.00 | 3.75 | 5.00 | 7.50 | 15.00 |

3. Membuat tabel normalisasi yaitu membagi nilai masing-masing sel pada tabel

$$HN = \frac{\text{Nilai elemen kolom kriteria}}{J_{km}}$$

Keterangan:

HN = Hasil Normalisasi

N<sub>ek</sub> = Nilai Elemen Kolom Kriteria

J<sub>km</sub> = Jumlah Kolom Matriks

>< = Perbandingan

**Tabel 4.** Perbandingan Elemen Kriteria Lanjutan

| Perbandingan Elemen Kriteria                       | Hasil Perbandingan             |
|----------------------------------------------------|--------------------------------|
| HN Premi >< Cara Pembayaran Premi                  | $= \frac{4.00}{15.00} = 0.267$ |
| HN Masa Pertanggung >< Cara Pembayaran Premi       | $= \frac{3.00}{7.50} = 0.200$  |
| HN Usia Masuk Tertanggung >< Cara Pembayaran Premi | $= \frac{2.00}{7.50} = 0.133$  |
| HN Cara Pembayaran Premi >< Cara Pembayaran Premi  | $= \frac{1.00}{7.50} = 0.067$  |

Hasil perhitungan perbandingan elemen kriteria dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 5.** Perhitungan Matriks Global Untuk Menentukan Perusahaan Asuransi Terbaik

| Kriteria               | Prioritas | Prudentia 1 | ACE Life | AIA   | AXA Mandiri | Jiwasraya |
|------------------------|-----------|-------------|----------|-------|-------------|-----------|
| Manfaat                | 0.333     | 0.238       | 0.190    | 0.238 | 0.143       | 0.190     |
| Premi                  | 0.267     | 0.227       | 0.227    | 0.227 | 0.136       | 0.181     |
| Masa Pertanggung       | 0.200     | 0.217       | 0.217    | 0.217 | 0.217       | 0.130     |
| Usia Masuk Tertanggung | 0.133     | 0.238       | 0.238    | 0.143 | 0.190       | 0.190     |
| Cara Pembayaran Premi  | 0.067     | 0.227       | 0.227    | 0.227 | 0.091       | 0.227     |

Perhitungan Global:

- Prudential =  $(0.333 \times 0.238) + (0.267 \times 0.227) + (0.2 \times 0.217) + (0.133 \times 0.238) + (0.067 \times 0.227)$   
= **0.230126**
- ACE Life =  $(0.333 \times 0.190) + (0.267 \times 0.227) + (0.2 \times 0.217) + (0.133 \times 0.238) + (0.067 \times 0.227)$   
= **0.214142**
- AIA =  $(0.333 \times 0.238) + (0.267 \times 0.227) + (0.2 \times 0.217) + (0.133 \times 0.143) + (0.067 \times 0.227)$   
= **0.217491**
- AXA Mandiri =  $(0.333 \times 0.143) + (0.267 \times 0.136) + (0.2 \times 0.217) + (0.133 \times 0.190) + (0.067 \times 0.091)$   
= **0.158698**
- Jiwasraya =  $(0.333 \times 0.190) + (0.267 \times 0.181) + (0.2 \times 0.130) + (0.133 \times 0.190) + (0.067 \times 0.227)$   
= **0.178076**

**Tabel 6.** Hasil Perankingan Menentukan Perusahaan Asuransi Terbaik Menggunakan Metode AHP

| Alternatif | Nilai    | Ranking |
|------------|----------|---------|
| Prudential | 0.230126 | 1       |
| AIA        | 0.217491 | 2       |
| ACE Life   | 0.214142 | 3       |

|             |          |   |
|-------------|----------|---|
| Jiwasraya   | 0.178076 | 4 |
| AXA Mandiri | 0.158698 | 5 |

**Analisa Metode SMART**

Langkah-langkah penyelesaian masalah untuk menentukan perusahaan asuransi terbaik menggunakan metode SMART adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kriteria dan alternatif-alternatif yang akan dievaluasi.
2. Indeks penilaian untuk setiap alternatif.

**Tabel 7.** Indeks Penilaian

| Indeks Penilaian | Nilai | Nilai Utilitas |
|------------------|-------|----------------|
| Sangat Kurang    | 1     | 0.00           |
| Kurang           | 2     | 0.3            |
| Sedang           | 3     | 0.5            |
| Baik             | 4     | 0.8            |
| Sangat Baik      | 5     | 1              |

3. Memberikan nilai utilitas untuk setiap alternatif berdasarkan kriteria dapat dilihat pada tabel

**Tabel 8.** Nilai Utilitas Untuk Setiap Alternatif

| Alternatif  | Manfaat | Premi | Masa Pertanggung | Usia Masuk Tertanggung | Cara Pembayaran Premi |
|-------------|---------|-------|------------------|------------------------|-----------------------|
| Prudential  | 1.0     | 1.0   | 1.0              | 1.0                    | 1.0                   |
| ACE Life    | 0.8     | 1.0   | 1.0              | 1.0                    | 1.0                   |
| AIA         | 1.0     | 1.0   | 1.0              | 0.5                    | 1.0                   |
| AXA Mandiri | 0.5     | 0.5   | 1.0              | 0.8                    | 0.3                   |
| Jiwasraya   | 0.8     | 0.8   | 0.5              | 0.8                    | 1.0                   |

4. Melakukan peringkat terhadap kedudukan kepentingan kriteria. Kedudukan kepentingan kriteria dapat dilihat.

**Tabel 9.** Kepentingan Kriteria

| Kepentingan | Kriteria               |
|-------------|------------------------|
| 1           | Manfaat                |
| 2           | Premi                  |
| 3           | Masa Pertanggung       |
| 4           | Usia Masuk Tertanggung |
| 5           | Cara Pembayaran Premi  |

Hasil penyusunan kedudukan kepentingan kriteria adalah sebagai berikut:

$$W_{\text{manfaat}} > W_{\text{premi}} > W_{\text{masa pertanggung}} > W_{\text{usia masuk tertanggung}} > W_{\text{cara pembayaran premi}}$$

5. Pada tahap pembobotan kriteria paling penting, dilakukan perbandingan kriteria manfaat dengan kriteria lainnya.

**Tabel 10.** Perbandingan Bobot Kriteria Manfaat dengan Kriteria Lainnya

| No.    | Kriteria               | Bobot |
|--------|------------------------|-------|
| 1      | Manfaat                | 100   |
| 2      | Premi                  | 80    |
| 3      | Masa Pertanggung       | 50    |
| 4      | Usia Masuk Tertanggung | 30    |
| 5      | Cara Pembayaran Premi  | 20    |
| Jumlah |                        | 280   |

Selanjutnya, menormalisasi bobot kriteria paling penting. Dimana bobot setiap kriteria yang diperoleh akan dibagikan dengan hasil jumlah bobot setiap kriteria.

**Tabel 11** Normalisasi Bobot Kriteria Cara Pembayaran Premi dengan Kriteria Lainnya

| No. | Kriteria               | Bobot  | Bobot Relatif |
|-----|------------------------|--------|---------------|
| 1   | Manfaat                | 80/220 | 0.364         |
| 2   | Premi                  | 70/220 | 0.318         |
| 3   | Masa Pertanggung       | 40/220 | 0.182         |
| 4   | Usia Masuk Tertanggung | 20/220 | 0.091         |
| 5   | Cara Pembayaran Premi  | 10/220 | 0.045         |

**Tabel 12** Perhitungan Nilai Utilitas Setiap Alternatif Menggunakan Metode SMART

| Kriteria                            | Prudential    | ACE Life      | AIA           | AXA Mandiri   | Jiwasraya     |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Manfaat                             | 1.0           | 0.8           | 1.0           | 0.5           | 0.8           |
| $W_{\text{manfaat}}$                | 0.360         | 0.360         | 0.360         | 0.360         | 0.360         |
| Premi                               | 1.0           | 1.0           | 1.0           | 0.5           | 0.8           |
| $W_{\text{premi}}$                  | 0.302         | 0.302         | 0.302         | 0.302         | 0.302         |
| Masa Pertanggungan                  | 1.0           | 1.0           | 1.0           | 1.0           | 0.5           |
| $W_{\text{masa pertanggungan}}$     | 0.180         | 0.180         | 0.180         | 0.180         | 0.180         |
| Usia Masuk Tertanggung              | 1.0           | 1.0           | 0.5           | 0.8           | 0.8           |
| $W_{\text{usia masuk tertanggung}}$ | 0.099         | 0.099         | 0.099         | 0.099         | 0.099         |
| Cara Pembayaran Premi               | 1.0           | 1.0           | 1.0           | 0.3           | 1.0           |
| $W_{\text{cara pembayaran premi}}$  | 0.058         | 0.058         | 0.058         | 0.058         | 0.058         |
| <b>Jumlah</b>                       | <b>0.9990</b> | <b>0.9270</b> | <b>0.9495</b> | <b>0.6076</b> | <b>0.7568</b> |

10. Melakukan perankingan dari hasil perhitungan nilai utilitas setiap alternatif berdasarkan kriteria, maka diperoleh hasil perankingan seperti ditunjukkan pada tabel 4.39 sebagai berikut.

**Tabel 13** Hasil Perankingan Alternatif Menggunakan Metode SMART

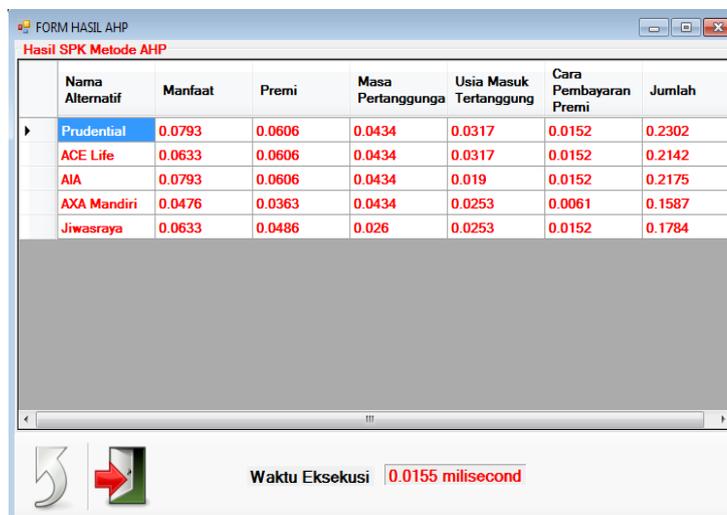
| Alternatif  | Nilai         | Ranking |
|-------------|---------------|---------|
| Prudential  | <b>0.9990</b> | 1       |
| AIA         | <b>0.9495</b> | 2       |
| Ace Life    | <b>0.9270</b> | 3       |
| Jiwasraya   | <b>0.7568</b> | 4       |
| AXA Mandiri | <b>0.6076</b> | 5       |

**Implementasi**

Implementasi spesifikasi kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan spesifikasi perangkat lunak (*software*).

- 7. Processor Intel Core i3 2.13 Ghz.
- 8. Memory 2048 MB
- 9. Harddisk 10 GB
- 10. VGA card 1 MB
- 11. Monitor Generic PnP Monitor
- 12. Keyboard dan Mouse

**Hasil Metode AHP**



**Gambar 1.** Hasil Metode AHP

**Hasil Metode SMART**

| Nama Alternatif | Manfaat | Premi  | Masa Pertanggung | Usia Masuk Tertanggung | Cara Pembayaran Premi | Jumlah/ |
|-----------------|---------|--------|------------------|------------------------|-----------------------|---------|
| Prudential      | 0.36    | 0.302  | 0.18             | 0.099                  | 0.058                 | 0.999   |
| ACE Life        | 0.288   | 0.302  | 0.18             | 0.099                  | 0.058                 | 0.927   |
| AIA             | 0.36    | 0.302  | 0.18             | 0.0495                 | 0.058                 | 0.9495  |
| AXA Mandiri     | 0.18    | 0.151  | 0.18             | 0.0792                 | 0.0174                | 0.6076  |
| Jiwasraya       | 0.288   | 0.2416 | 0.09             | 0.0792                 | 0.058                 | 0.7568  |

Waktu Eksekusi 0.0116 milisecond

**Gambar 2.** Hasil Metode SMART**KESIMPULAN**

1. Dengan mengimplementasikan metode AHP dan metode SMART diperoleh perusahaan asuransi yang terbaik adalah Prudential.
2. Kecepatan waktu proses menggunakan metode SMART lebih cepat dibandingkan dengan metode AHP.
3. Dalam pengujian dengan metode SMART untuk jumlah data yang lebih besar, penambahan kecepatan waktu proses tidak terlalu jauh berbeda. Sedangkan, dengan metode AHP untuk jumlah data yang lebih besar, penambahan kecepatan waktu proses sangat signifikan.
4. Kompleksitas waktu yang dibutuhkan untuk memanggil fungsi algoritma AHP dan algoritma SMART adalah sama yaitu  $\Theta(n)$ .

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ginting, R. 2014. Sistem Pendukung Keputusan. Medan : USU Press.
- Kosasi, S. 2002. Sistem Penunjang Keputusan (*Decision Support System*).
- Suryadi, K. & Ramdhani, M. Ali. 1998. Sistem Pendukung Keputusan. PT Remaja Rosdakarya : Bandung.
- Turban, Efraim. Aronson, E Jay. Peng Liang-Ting. 2007. *Decicion Support Systems and Intelligent Systems*: Seventh Edition. India: Prentice-Hall.
- Daihani, D. U. 2001. Komputerisasi Pengambilan Keputusan. PT Elex Media Komputindo : Jakarta
- Kusrini. 2007. Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Suarga. 2006. Algoritma Pemrograman. Penerbit Andi : Yogyakarta.

## **PENERAPAN METODE PROFILE MATCHING DALAM SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENERIMAAN GURU TEKNIK GAMBAR BANGUNAN (STUDI KASUS : SMK DWIWARNA MEDAN)**

**Devi Oktaviani**

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id) // Email : pandi.simangunsong@gmail.com

**Abstrak.** Meningkatnya jumlah calon guru setiap tahunnya mengharuskan sekolah agar memiliki sistem pendukung keputusan. Proses penerimaan calon guru baru di SMK Dwiwarna Medan belum dilakukan secara efektif dan efisien. Karena proses yang dilakukan belum terkomputerisasi, sehingga memakan waktu yang lama dalam penerimaan calon guru baru. Sistem Pendukung Keputusan dalam dunia komputerisasi berkembang pesat, dengan sistem pendukung keputusan manusia dapat memperoleh informasi dalam mendukung keputusan. Profile matching secara garis besar merupakan proses membandingkan antara nilai data aktual dari suatu profil yang akan dinilai dengan nilai profil yang diharapkan, sehingga dapat diketahui perbedaan kompetensinya, semakin kecil gap yang dihasilkan maka bobot nilainya semakin besa (Kusrini, 2007). Rancangan aplikasi yang pada sistem pendukung keputusan penerimaan calon guru yang berbasis komputer dalam penerimaan calon guru baru dengan kriteria-kriteria yang sudah ditetapkan.

**Kata Kunci:** Sistem Pendukung Keputusan, Profile Matching, Calon guru

### **PENDAHULUAN**

Kesenjangan antara harapan dan kenyataan tujuan pendidikan nasional menjadi pokok permasalahan yang harus segera diselesaikan dengan cara memperbaiki mutu pendidikan. Perbaikan mutu pendidikan di Indonesia selalu dilaksanakan dengan berbagai cara. Upaya yang ditempuh untuk meningkatkan mutu pendidikan diantaranya adalah melalui peningkatan mutu tenaga pengajar. Penyeleksian tenaga pengajar sekolah yang didirikan pemerintah berbeda halnya dengan penyeleksian yang ada pada sekolah yang didirikan oleh Yayasan. Yayasan diberikan wewenang dalam menyeleksi dan memilih tenaga pengajar pada yayasan masing-masing. Salah satu sekolah yang didirikan oleh yayasan adalah SMK Dwi Warna Medan. Program keahlian yang terdapat pada SMK Dwi Warna antara lain adalah Teknik Gambar Bangunan (TGB), Teknik Sepeda Motor (TSM), Teknik Kendaraan Ringan (TKR), Teknik Komputer Jaringan (TKJ), Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) dan lain sebagainya.

Metode *Profile Matching* atau yang biasa disebut dengan analisis GAP merupakan suatu metode atau alat yang digunakan untuk mengetahui tingkat kinerja suatu lembaga atau instansi. Dengan kata lain, gap analisis merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui kinerja dari suatu sistem yang sedang berjalan dengan sistem standar. Dalam kondisi umum, kinerja suatu institusi dapat tercermin dalam sistem operasional maupun strategi yang digunakan oleh institusi tersebut ( Muchsam, Yuki Falahah, dan Saputro, Galih Irianto. 2011:96).

### **BAHAN dan METODE**

Keen (1980), menerapkan istilah sistem pendukung keputusan "untuk situasi dimana sistem 'final' dapat dikembangkan hanya melalui suatu proses pembelajaran dan evolusi yang adaptif." jadi, ia mendefinisikan sistem pendukung keputusan sebagai suatu produk dari proses pengembangan di mana pengguna SPK, pembangun SPK, dan SPK itu sendiri mampu mempengaruhi satu dengan yang lainnya, dan menghasilkan evolusi sistem dan pola-pola penggunaan. (Johannes Supranto, 2005)

#### **Metode Profile Matching**

Menurut Kusrini, metode *profile matching* atau yang biasa disebut dengan analisis GAP Kompetensi adalah sebuah mekanisme pengambilan keputusan dengan measumsikan bahwa terdapat tingkat variabel prediktor yang ideal yang harus dimiliki oleh pelamar, bukannya tingkat minimal yangharus dipenuhi atau dilewati (Kusrini, 2007).

Berikut adalah beberapa tahapan dan perumusan perhitungan dengan metode *profile matching* :

1. Pembobotan
2. Pengelompokan *Core Factor* dan *Secondary Factor*
  - a. *Core Factor* (Faktor Utama)
  - b. *Secondary factor* (Faktor Pendukung)

3. Perhitungan Nilai Total

Dari perhitungan *core factor* dan *secondary factor* dari tiap-tiap aspek yang diperkirakan berpengaruh pada kinerja tiap-tiap *profile*. Untuk menghitung nilai total dari masing-masing aspek, digunakan rumus (Kusrini, 2007) :

$$N = (X)\% \text{ NCF} + (X)\% \text{ NSF}$$

Keterangan :

N = Nilai total tiap aspek

NCF = Nilai rata-rata *core factor*

NSF = Nilai rata-rata *secondary factor*

(X)% = Nilai persentase yang diinputkan

4. Perankingan

Hasil akhir dari proses *profile matching* adalah ranking dari kandidat yang diajukan untuk mengisi suatu jabatan/posisi tertentu. Penentuan mengacu ranking pada hasil perhitungan yang ditunjukkan oleh rumus (Kusrini, 2007) :

$$\text{Ranking} = (X)\% \text{ NCF} + (X)\% \text{ NSF}$$

Keterangan :

NCF = Nilai *core factor*

NSF = Nilai *Secondary factor*

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sample yang digunakan dalam pemilihan guru teknik dengan metode *profile matching* menggunakan 10 alternatif dan 2 kriteria yaitu :

**Tabel 1.** Keterangan Calon Guru

| No | Nama Calon Guru         | Keterangan |
|----|-------------------------|------------|
| 1  | Septian Hadi Nuansyah   | A1         |
| 2  | Nanda Ariska            | A2         |
| 3  | Andy Wijaya             | A3         |
| 4  | Jelly Ali               | A4         |
| 5  | Kintan Jennisa          | A5         |
| 6  | Dian Novita Sari        | A6         |
| 7  | Nico Prasasty Sembiring | A7         |
| 8  | Imelia                  | A8         |
| 9  | Daniel Theodikson       | A9         |
| 10 | Muhammad Ismail         | A10        |

Perhitungan pemilihan guru teknik pengumpulan *gap-gap* yang terjadi itu sendiri pada tiap aspeknya mempunyai perhitungan yang berbeda-beda, tergantung pada jumlah dan pengelompokan kriteria yang ada. Setelah didapatkan tiap *gap* masing-masing guru maka tiap profil guru diberi bobot nilai dengan patokan tabel bobot nilai *gap*. Berikut adalah hasil bobot nilai *gap* dari tiap aspek. Penghitungan nilai total terlebih dahulu menentukan nilai persen yang diinputkan yaitu *core factor* 60% dan *secondary factor* 40%. Kemudian kedua nilai ini akan dijumlahkan sesuai rumus. Berikut adalah perhitungan nilai total:

1. Non Intelektual

$$A = (60\% \times 4) + (40\% \times 4.5) = 2.4 + 1.8 = 4.2$$

$$B = (60\% \times 4) + (40\% \times 5) = 2.4 + 2 = 4.4$$

$$C = (60\% \times 4) + (40\% \times 4.5) = 2.4 + 1.8 = 4.2$$

$$D = (60\% \times 5) + (40\% \times 5) = 3 + 2 = 5$$

$$E = (60\% \times 5) + (40\% \times 5) = 3 + 2 = 5$$

$$F = (60\% \times 4) + (40\% \times 4.5) = 2.4 + 1.8 = 4.2$$

$$G = (60\% \times 5) + (40\% \times 5) = 3 + 2 = 5$$

$$H = (60\% \times 4) + (40\% \times 5) = 2.4 + 2 = 4.4$$

$$I = (60\% \times 5) + (40\% \times 4.5) = 3 + 1.8 = 3.8$$

$$J = (60\% \times 5) + (40\% \times 4.5) = 3 + 1.8 = 3.8$$

**Tabel 2.** Nilai Total Gap Non Intelektual

| No  | Nama Guru | NCF | NSF | Na  |
|-----|-----------|-----|-----|-----|
| 1.  | A1        | 4   | 4.5 | 4.2 |
| 2.  | A2        | 4   | 5   | 4.4 |
| 3.  | A3        | 4   | 4.5 | 4.2 |
| 4.  | A4        | 5   | 5   | 5   |
| 5.  | A5        | 5   | 5   | 5   |
| 6.  | A6        | 4   | 4.5 | 4.2 |
| 7.  | A7        | 5   | 5   | 5   |
| 8.  | A8        | 4   | 5   | 4.4 |
| 9.  | A9        | 5   | 4.5 | 3.8 |
| 10. | A10       | 5   | 4.5 | 3.8 |

2. Intelektual

$$A = (60\% \times 4) + (40\% \times 5) = 2.4 + 2 = 4.4$$

$$B = (60\% \times 5) + (40\% \times 5) = 3 + 2 = 5$$

$$C = (60\% \times 5) + (40\% \times 5) = 3 + 2 = 5$$

$$D = (60\% \times 5) + (40\% \times 4.5) = 3 + 1.8 = 4.8$$

$$E = (60\% \times 5) + (40\% \times 5) = 3 + 2 = 5$$

$$F = (60\% \times 5) + (40\% \times 4) = 3 + 1.6 = 4.6$$

$$G = (60\% \times 5) + (40\% \times 4.5) = 3 + 1.8 = 4.8$$

$$H = (60\% \times 4) + (40\% \times 5) = 2.4 + 2 = 4.4$$

$$I = (60\% \times 4) + (40\% \times 4.5) = 2.4 + 1.8 = 4.2$$

$$J = (60\% \times 5) + (40\% \times 4.5) = 3 + 1.8 = 4.8$$

**Tabel 3.** Nilai Total Gap Intelektual

| No  | Nama Guru | NCF | NSF | Na  |
|-----|-----------|-----|-----|-----|
| 1.  | A1        | 4   | 5   | 4.4 |
| 2.  | A2        | 5   | 5   | 5   |
| 3.  | A3        | 5   | 5   | 5   |
| 4.  | A4        | 5   | 4.5 | 4.8 |
| 5.  | A5        | 5   | 5   | 5   |
| 6.  | A6        | 5   | 4.5 | 4.6 |
| 7.  | A7        | 5   | 4.5 | 4.8 |
| 8.  | A8        | 4   | 5   | 4.4 |
| 9.  | A9        | 4   | 4.5 | 4.3 |
| 10. | A10       | 5   | 4.5 | 4.8 |

Perhitungan penentuan hasil akhir atau rangking mengacu pada hasil penghitungan sebelumnya. Untuk perhitungan penentuan hasil akhir atau ranking dapat dilihat pada rumus dibawah ini:

$$Ha = (x)\% + (x)\%$$

Hasil akhir:

$$A = (60\% \times 4.2) + (40\% \times 4.4) = 2.52 + 1.96 = 4.48$$

$$B = (60\% \times 4.4) + (40\% \times 5) = 2.64 + 2 = 4.64$$

$$C = (60\% \times 4.2) + (40\% \times 5) = 2.52 + 2 = 4.52$$

$$D = (60\% \times 5) + (40\% \times 4.8) = 3 + 1.92 = 4.92$$

$$E = (60\% \times 5) + (40\% \times 5) = 3 + 2 = 5$$

$$F = (60\% \times 4.2) + (40\% \times 4.6) = 2.52 + 1.84 = 4.36$$

$$G = (60\% \times 5) + (40\% \times 4.8) = 3 + 1.92 = 4.92$$

$$H = (60\% \times 4.4) + (40\% \times 4.4) = 2.64 + 1.96 = 4.6$$

$$I = (60\% \times 3.8) + (40\% \times 4.3) = 2.28 + 1.72 = 4.0$$

$$J = (60\% \times 3.8) + (40\% \times 4.8) = 2.28 + 1.92 = 4.1$$

**Tabel 4.** Hasil Akhir

| No | Nama Guru | Na 1 | Na 2 | Ha   |
|----|-----------|------|------|------|
| 1. | A1        | 4.2  | 4.4  | 4.48 |
| 2. | A2        | 4.4  | 5    | 4.64 |
| 3. | A3        | 4.2  | 5    | 4.52 |
| 4. | A4        | 5    | 4.8  | 4.92 |
| 5. | A5        | 5    | 5    | 5    |
| 6. | A6        | 4.2  | 4.6  | 4.36 |
| 7. | A7        | 5    | 4.8  | 4.92 |

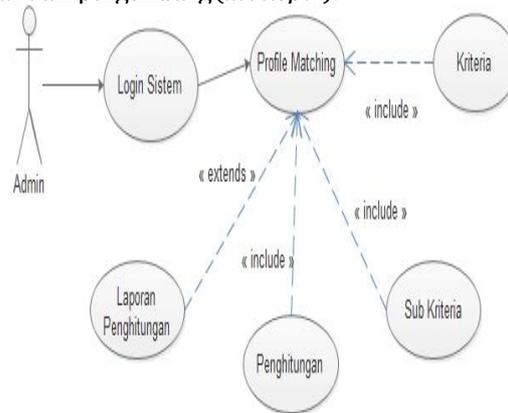
|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 8.  | A8  | 4.4 | 4.4 | 4.6 |
| 9.  | A9  | 3.8 | 4.3 | 4.0 |
| 10. | A10 | 3.8 | 4.8 | 4.1 |

Berdasarkan hasil akhir, nilai terbesar adalah 5 maka Kintan Jennisa adalah calon guru teknik SMK Dwi Warna.

**Model Perancangan**

**1. Use Case**

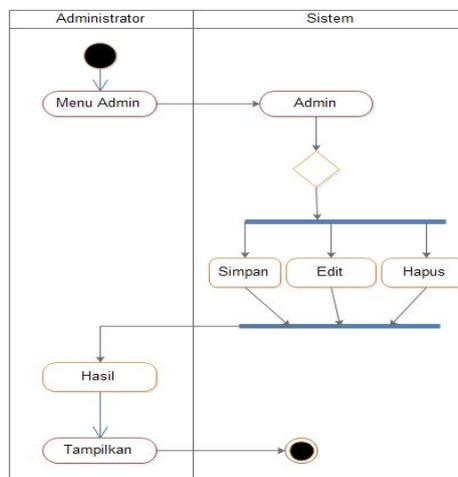
*Use case diagram* adalah konstruksi untuk mendeskripsikan bagaimana sistem terlihat dimata pengguna. Sasaran permodelan *use case diagram* diantaranya adalah mendefinisikan kebutuhan fungsional dan operasional sistem dengan mendefinisikan skenario penggunaan yang disepakati antara pemakai dan pengembang (*developer*).



Gambar 1. Use Case Diagram Sistem

**2. Activity Diagram**

Activity Diagram adalah diagram yang menggambarkan *workflow* (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis. Yang perlu diperhatikan adalah bahwa diagram aktivitas menggambarkan aktivitas sistem bukan apa yang dilakukan aktor, jadi aktivitas yang dapat dilakukan oleh sistem.



Gambar 2. Activity Diagram

**Implementasi**

Dalam implementasi dari Program pemilihan plafon ini membutuhkan perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (Software). Adapun hardware dan software yang akan dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- a. Perangkat keras (Hardware)
  - 1. Microprocessor minimal Intel Core i3
  - 2. Hardisk untuk tempat sistem beroperasi dan sebagai media penyimpanan data minimal 100 MB
  - 3. Memory minimal 64 MB
  - 4. Monitor super VGA
  - 5. Keyboard
  - 6. Mouse
- b. Perangkat Lunak
  - 1. Windows 7

2. XAMPP Server
3. MySQL

### Hasil Perhitungan

Form ini digunakan untuk menampilkan hasil perhitungan, adapun gambar dari implementasi form ini dapat dilihat pada gambar 5.8 :

| Nilai Awal dan Nilai GAP (Selisih) |                                | Intelektual |          | Non Intelektual |           |
|------------------------------------|--------------------------------|-------------|----------|-----------------|-----------|
| No.                                | Nilai Alternatif (Guru Teknik) | IPK         | Psikotes | Sikap           | Wawancara |
| 1                                  | A001 - Wahyu                   |             |          |                 |           |
| 2                                  | A002 - Eko Dani                |             |          |                 |           |
| 3                                  | A003 - Agus Tri                |             |          |                 |           |
| Nilai Awal                         |                                | 3           | 4        | 4               | 3         |
| 4                                  | A001 - Wahyu                   |             |          |                 |           |
| 5                                  | A002 - Eko Dani                |             |          |                 |           |
| 6                                  | A003 - Agus Tri                |             |          |                 |           |

| Nilai Bobot GAP |                                | Intelektual |          | Non Intelektual |           |
|-----------------|--------------------------------|-------------|----------|-----------------|-----------|
| No.             | Nilai Alternatif (Guru Teknik) | IPK         | Psikotes | Sikap           | Wawancara |
| 1               | A001 - Wahyu                   |             |          |                 |           |
| 2               | A002 - Eko Dani                |             |          |                 |           |
| 3               | A003 - Agus Tri                |             |          |                 |           |

**Gambar 3.** Form Hasil Perhitungan

Berdasarkan informasi yang diperoleh di atas maka dapat disimpulkan bahwa nilai tertinggi diperoleh dengan rumus *Profile Matching* tersebut dapat dipergunakan untuk menentukan calon guru teknik gambar bangunan berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan.

### KESIMPULAN

Maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kriteria yang sesuai dalam penerimaan guru teknik gambar bangunan dengan menggunakan metode *Profile Matching* adalah Intelektual dan Non Intelektual. Intelektual terdiri dari dua subkriteria yaitu hasil Psikotes dan IPK, sedangkan Non Intelektual terdiri dari hasil wawancara dan sikap.
2. Penerapan metode *Profile Matching* dilakukan dengan menghitung kriteria dan subkriteria berdasarkan GAP yang sudah ditetapkan oleh kebijakan sekolah dan membandingkan nilai dari guru.
3. Perancangan sistem pendukung keputusan penerimaan guru teknik gambar bangunan dibuat menggunakan bahasa pemrograman web.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badudu, J.S dan Zain, Sutan Mohammad. 1996. Kamus Umum Bahasa Indonesia. Jakarta. Pustaka Sinar Harapan
- Ali, Lukman.1995.Kamus Besar Bahasa Indonesia. Jakarta. Balai Pustaka
- Abdul Wahab, Solichin.1990. Pengantar Analisis Kebijakan Negara. Jakarta. Rineka Cipta
- Kusrini. 2007. Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan. Yogyakarta . Andi
- Little, J. D.C. 1970. Models and Managers : The Concept of a Decision Calculus, Management Science. Vol. 16, No.8
- Moore, J.H and M.G.Chang. 1980. Design of Decision Support Systems. Database 12
- Bonczek, dkk. 1980. The Envolving Roles Of Models in Decision Support System, Decision Science. Vol. 11, No.2
- Keen, P. G.W. 1980. Adaptive Design for Decision Support System, Database. Vol. 12, No.1 dan 2
- Supranto, Johannes. 2006. Riset Operasi Untuk Pengambilan Keputusan. Jakarta. Universitas Indonesia
- Nugroho, B. 2009. Database Relasional dengan MySQL. Yogyakarta. Andi
- Haviluddin. 2001. Memahami Penggunaan UML (Unified Modding Language). Samarinda. Vol 6 NO 1 Februari 2011
- Kustiawan, Ratno, S.kom/ 2010. Modul Rekayasa Perangkat Lunak STMIK AMIKOM. Yogyakarta

## **IMPLEMENTASI METODE BRANCH AND BOUND DALAM MENENTUKAN JUMLAH PRODUKSI OPTIMUM ROTI (STUDI KASUS : WALI BAKERY & CAKE SHOP)**

**Devie Puspita**

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
deviepuspita06@gmail.com

**Abstrak.** *Wali Bakery & Cake Shop merupakan salah satu usaha yang bergerak dibidang penjualan roti. Banyak aneka roti yang dijual di Wali Bakery & Cake Shop. Roti yang merupakan hasil proses pemanggangan adonan yang telah di difermentasi. Bahan utama dalam pembuatan roti terdiri dari tepung, air, ragi roti, gula dan mentega dan garam sedangkan bahan tambahannya terdiri dari morivan dan instan plus. Jenis roti-roti yang diproduksi di perusahaan tergantung pada rasa, antara lain, rasa coklat, rasa kelapa, rasa pandan, rasa strawberry, rasa moka, dan rasa kacang. Semua rasa ini memiliki bahan dengan kandungan yang sama dan yang membedakannya hanya rasa dan ukuran saja. Usaha ini menentukan jumlah produksi roti masih menggunakan cara yang manual dalam menentukan jumlah produksi masing-masing jenis roti. Masalah mengoptimalkan jumlah produksi akan dimodelkan kedalam model matematika berupa program linier kemudian dilanjutkan dengan program integer, dimana variabel keputusan harus berupa bilangan integer. Masalah program integer tersebut akan diselesaikan dengan metode branch and bound yang terlebih dahulu menghitung nilai variabel keputusan dengan menggunakan metode simpleks. Metode Branch and Bound adalah sebuah teknik algoritma yang secara khusus mempelajari bagaimana caranya memperkecil search tree menjadi sekecil mungkin. Metode Branch and Bound dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan program integer karena hasil yang diperoleh dalam penyelesaian optimal lebih teliti dan lebih baik dari metode lain.*

**Kata Kunci :** *Program integer , Metode Simpleks, Metode Branch and Bound*

### **PENDAHULUAN**

Usaha roti masih dapat terus berkembang dan merupakan salah satu pasar potensial untuk mencapai keuntungan optimum. Perkembangan usaha industri makanan, menunjukkan bahwa minat masyarakat terhadap roti terus bertambah. Hal ini menunjukkan bahwa Roti yang merupakan hasil proses pemanggangan adonan yang telah di difermentasi. Bahan utama dalam pembuatan roti terdiri dari tepung, air, ragi roti, gula dan mentega dan garam sedangkan bahan tambahannya terdiri dari morivan dan instan plus. Jenis roti-roti yang diproduksi di perusahaan tergantung pada rasa, antara lain, rasa coklat, rasa kelapa, rasa pandan, rasa strawberry, rasa moka, dan rasa kacang. Semua rasa ini memiliki bahan dengan kandungan yang sama dan yang membedakannya hanya rasa dan ukuran saja. Wali Bakery & Cake Shop merupakan salah satu usaha yang bergerak dibidang penjualan roti, banyak aneka roti yang dijual di Wali Bakery & Cake Shop. Usaha ini menentukan jumlah produksi roti masih menggunakan cara yang manual dalam menentukan jumlah produksi masing-masing jenis roti. Oleh karena itu penulis menggunakan metode Branch dan Bound untuk mengetahui efektivitas dari metode tersebut dalam menentukan jumlah produksi yang optimal pada Wali Bakery & Cake Shop .

Metode Branch and Bound adalah sebuah teknik algoritma yang secara khusus mempelajari bagaimana caranya memperkecil *search tree* menjadi sekecil mungkin. Metode ini dikatakan lebih teliti dan lebih baik dari metode lain karena hasil optimal yang diperoleh biasanya lebih dari satu sehingga penulis dapat menentukan mana hasil yang paling optimal dari hasil-hasil yang telah diperoleh tersebut. Pada penelitian ditahun 2014 oleh Saintia Matematika dalam jurnalnya yang berjudul "Penerapan metode Branch And Bound dalam menentukan jumlah produksi optimum pada CV. XYZ". Metode tersebut dapat menyelesaikan program integer dengan penyelesaian optimal yang lebih teliti dan lebih baik.

### **BAHAN PENELITIAN**

#### **Bahan**

Roti yang dapat mengembang pertama kali ditemukan di Mesir secara tidak sengaja yaitu adonan yang belum sempat dipanggang tertutup oleh mikroorganisme dan setelah dipanggang hasilnya mekar dan teksturnya empuk atau lunak serta mempunyai flavor yang khas ( Sulisty, 1992 ). Caranya roti dibuat dari gandum yang digiling menjadi terigu murni dan dicampur air, kemudian dibakar di atas batu panas atau oven. Produksi adalah suatu proses pengubahan bahan baku menjadi produk jadi ( Teguh Baroto, 2002 ). Produksi adalah segala kegiatan dalam menciptakan dan menambah kegunaan (utility) barang dan jasa pada suatu perusahaan. A. Managerial Emphasis, (2000 ; 3) yang diterjemahkan oleh Mulyadi dalam pengertian produksi menyatakan bahwa produksi itu merupakan prosedur desain barang dan jasa sebagai output serta sebagai produk terakhir input emelent.

**Metode**

**Metode branch and bound**

Metode *branch and bound* diawali dengan menyelesaikan program linier dari suatu masalah program integer. Jika semua nilai variabel keputusan solusi optimal sudah berupa integer, maka solusi tersebut merupakan solusi optimal program linier integer. Jika tidak, dilakukan pencabangan dan penambahan batasan pada program liniernya kemudian diselesaikan. Winston (2004) menyebutkan bahwa nilai fungsi objektif optimal untuk program linier integer lebih kecil sama dengan nilai fungsi objektif optimal untuk program linier (masalah maksimisasi), sehingga nilai fungsi objektif optimal program linier merupakan batas atas bagi nilai fungsi objektif optimal untuk masalah program linier integer.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penentuan Jumlah Optimum Produksi Roti di Wali Bakery And Cake Shop**

Wali Bakery & Cake Shop tersebut memerlukan sistem untuk mengolah data yang dapat menghasilkan data produksi roti yang paling optimal, sehingga dari hasil tersebut dapat menjadi acuan untuk menambah produksi roti.

**Data Jenis- Jenis Roti**

Roti yang diteliti dalam penelitian ini adalah berdasarkan rasa roti. Adapun terdapat jenis 3 rasa roti pada perusahaan tersebut, antara lain.

**Tabel 1 :** Jenis Rasa Roti

| No | Rasa Roti | Keterangan                     |
|----|-----------|--------------------------------|
| 1  | Kelapa    | Roti yang memiliki rasa kelapa |
| 2  | Coklat    | Roti yang memiliki rasa coklat |
| 3  | Pandan    | Roti yang memiliki rasa pandan |

**Data Bahan Baku**

Bahan-bahan baku yang digunakan dalam pembuatan roti adalah bahan utama dan bahan tambahan. Adapun nama-nama bahan utama dan bahan tambahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

**Tabel 2 :** Bahan Baku dan Persediaan Bahan Baku

| No | Jenis Bahan Produksi | Berat (Kg) |        |        | Persediaan Bahan Baku (kg) |
|----|----------------------|------------|--------|--------|----------------------------|
|    |                      | Kelapa     | Coklat | Pandan |                            |
| 1  | Tepung Terigu        | 10.5       | 10.1   | 10.30  | 330                        |
| 2  | Mentega              | 1.5        | 1      | 1.35   | 38                         |
| 3  | Gula                 | 2.75       | 1      | 2      | 70                         |
| 4  | Garam                | 0.15       | 0.15   | 0.15   | 6                          |
| 5  | Instan (pelembut)    | 0.13       | 0.13   | 0.13   | 4.5                        |
| 6  | Morifan (pengembang) | 0.1        | 0.1    | 0.1    | 4                          |

**Waktu Produksi Roti**

**Tabel 3 :** Uraian Proses Produksi Roti

| No | Proses       | Waktu yang diperlukan (menit)/adonan |        |        |
|----|--------------|--------------------------------------|--------|--------|
|    |              | Kelapa                               | Coklat | pandan |
| 1  | Pengadonan   | 5                                    | 5      | 5      |
| 2  | Penghalusan  | 5                                    | 5      | 5      |
| 3  | Pembentukan  | 10                                   | 13     | 14     |
| 4  | Penguapan    | 240                                  | 240    | 240    |
| 5  | Pembakaran   | 10                                   | 10     | 10     |
| 6  | Pendinginan  | 120                                  | 120    | 120    |
| 7  | Pembungkusan | 37.5                                 | 37.5   | 37.5   |

**Metode Branch And Bound**

**Harga Jual, Biaya Produksi dan Keuntungan Penjualan Roti**

Data biaya yang diperoleh dari hasil wawancara dan pencatatan dengan modal awal perusahaan untuk sekali produksi sebesar Rp.5000.000 dengan banyak roti/adonan 500 buah roti.

**Tabel 4 :** Harga jual, Biaya Produksi, dan Keuntungan penjualan

| No | Jenis Rasa Roti | Harga Jual | Biaya produksi/adonan | Keuntungan penjualan perjenis rasa |
|----|-----------------|------------|-----------------------|------------------------------------|
| 1  | Rasa Kelapa     | Rp. 1500,- | Rp. 90.000,-          | Rp. 600.000,-                      |

|   |             |            |              |               |
|---|-------------|------------|--------------|---------------|
| 2 | Rasa Coklat | Rp. 2000,- | Rp. 85.000,- | Rp. 400.000,- |
| 3 | Rasa pandan | Rp. 1500,- | Rp. 80.000,- | Rp. 333.000,- |

**Perumusan Data ke dalam Model Matematika**

Data tentang modal awal produksi, harga penjualan setiap jenis roti, bahan baku mulas roti dan banyak bahan baku yang tersedia untuk memproduksi setiap jenis roti diformulasikan ke dalam model matematika, sehingga dapat diketahui berapa banyak jumlah roti yang harus diproduksi.

**Tabel 5 : Data Produksi Roti**

| No         | Jenis Roti | Variabel Keputusan | Keuntungan penjualan | Bahan Baku Produksi Roti (kg) |      |      |      |      |     |
|------------|------------|--------------------|----------------------|-------------------------------|------|------|------|------|-----|
|            |            |                    |                      | TT                            | Me   | Gu   | Ga   | Int  | Mo  |
| 1          | Kelapa     | X <sub>1</sub>     | Rp. 600.000,-        | 10.5                          | 1.5  | 2.75 | 0.15 | 0.13 | 0.1 |
| 2          | Coklat     | X <sub>2</sub>     | Rp. 400.000,-        | 10.1                          | 1    | 1    | 0.15 | 0.13 | 0.1 |
| 3          | Pandan     | X <sub>3</sub>     | Rp. 333.000          | 10.30                         | 1.35 | 2    | 0.15 | 0.13 | 0.1 |
| Persediaan |            |                    |                      | 330                           | 38   | 70   | 6    | 4.5  | 4   |

Permasalahan di atas antara lain sebagai berikut :

Maksimumkan :  $Z = 600.000 X_1 + 400.000 X_2 + 333.000 X_3$

Kendala : (1)  $90.000 X_1 + 85.000 X_2 + 80.000 X_3 \leq 5.000.0000$

(2)  $10.5 X_1 + 10.1 X_2 + 10.30 X_3 \leq 330$

(3)  $1.5 X_1 + 1 X_2 + 1.35 X_3 \leq 38$

(4)  $2.75 X_1 + 1 X_2 + 2 X_3 \leq 70$

(5)  $0.15 X_1 + 0.15 X_2 + 0.15 X_3 \leq 6$

(6)  $0.13 X_1 + 0.13 X_2 + 0.13 X_3 \leq 4.5$

(7)  $0.1 X_1 + 0.1 X_2 + 0.1 X_3 \leq 4$

$X_1, X_2, X_3 \geq 0$  non negative integer

Persoalan yang telah dinyatakan dalam bentuk model matematis seperti di atas diselesaikan dengan menggunakan metode simpleks, yaitu :

**1. Mengubah fungsi tujuan dan batasan**

batasan (1) harus ditambah dengan slack variabel X<sub>4</sub>, sehingga ;

$90.000 X_1 + 85.000 X_2 + 80.000 X_3 + X_4 = 5.000.000$

Batasan (2) harus ditambah dengan slack variabel X<sub>5</sub>, sehingga ;

$10.5 X_1 + 10.1 X_2 + 10.30 X_3 + X_5 = 330$

Batasan (3) harus ditambah dengan slack variabel X<sub>6</sub>, sehingga ;

$1.5 X_1 + 1 X_2 + 1.35 X_3 + X_6 = 38$

Batasan (4) harus ditambah dengan slack variabel X<sub>7</sub>, sehingga ;

$2.75 X_1 + 1 X_2 + 2 X_3 + X_7 = 70$

Batasan (5) harus ditambah dengan slack variabel X<sub>8</sub>, sehingga ;

$0.15 X_1 + 0.15 X_2 + 0.15 X_3 + X_8 = 6$

Batasan (6) harus ditambah dengan slack variabel X<sub>9</sub>, sehingga ;

$0.13 X_1 + 0.13 X_2 + 0.13 X_3 + X_9 = 4.5$

Batasan (7) harus ditambah dengan slack variabel X<sub>10</sub>, sehingga ;

$0.1 X_1 + 0.1 X_2 + 0.1 X_3 + X_{10} = 4$

Fungsi tujuan diubah menjadi :  $Z - 600.000 X_1 - 400.000 X_2 - 333.000 X_3$

**2. Menyusun persamaan-persamaan didalam tabel**

Fungsi tujuan dan batasan yang telah diubah disusun dalam tabel simpleks berikut:

**Tabel 6 : Solusi Simpleks pada Node 1**

| Unsur Dasar    | Z | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>7</sub> | X <sub>8</sub> | X <sub>9</sub> | X <sub>10</sub> | NK    | Indeks |
|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------|--------|
| Z              | 1 | -600.000       | -400.000       | -333.000       | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 0     |        |
| X <sub>4</sub> | 0 | 90.000         | 85.000         | 80.000         | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0               | 5.000 | 55.5   |



|    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |    |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|------|----|
| X8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | -1.5 | 0    | 0  |
| X9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | -1.3 | -0.7 | 0  |
| X1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10   | 40   | 40 |

dan seterusnya.

Jika proses ini menghasilkan solusi integer fisible (layak) dengan nilai batas atas terbesar pada akhir node mana saja, maka solusi integer optimal tercapai. Jika tidak muncul suatu solusi integer fisibel (layak), lakukan percabangan dari node dengan batas atas terbesar.

Maka diperoleh jumlah untuk masing-masing roti yaitu :

1. Roti rasa kelapa sebanyak 1 X 500 buah roti = 500 buah
2. Roti rasa coklat sebanyak 5 X 500 buah roti = 2500 buah
3. Roti rasa pandan sebanyak 5 X 500 buah roti = 2500 buah

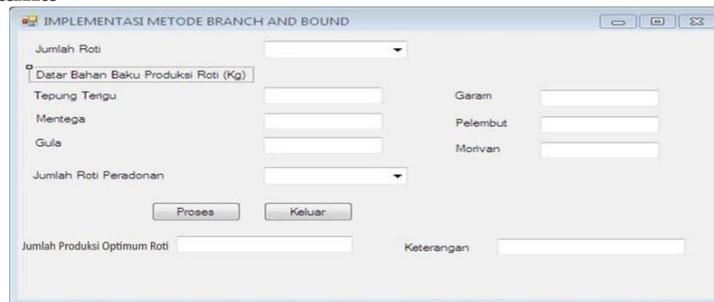
Dengan keuntungan penjualan senilai Rp 1.200.000. jadi jumlah roti yang bisa diproduksi dari bahan-bahan yang tersedia ialah 5.500 buah roti.

### Implementasi

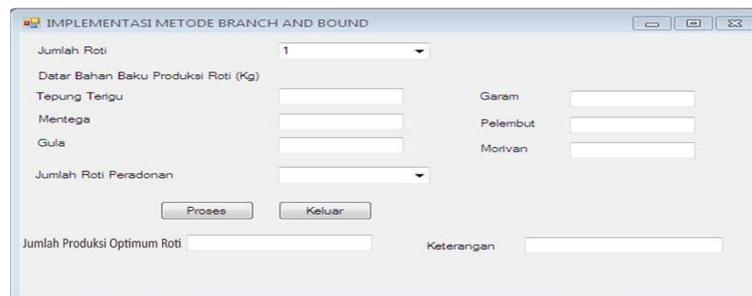
Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk implementasi pembuatan dan menjalankan program agar berjalan dengan baik. Perangkat keras yang digunakan komputer dengan spesifikasi sebagai berikut :

7. *Processor* : *Intel Dualcore*
8. *Memory* : *2 GB*
9. *Harddisk* : *320 GB*
10. *Windows* : *Windows 7 Ultimate*
11. *Monitor* : *Resolusi monitor 1366 x 768 pixel*
12. *Os* : *Windows 7 Ultimate.*

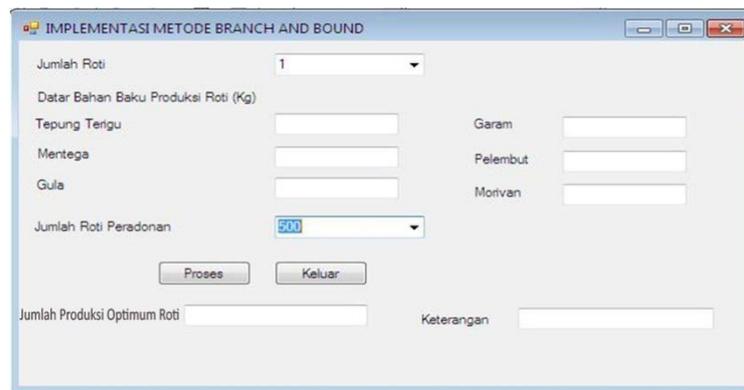
### Tampilan Menu Utama



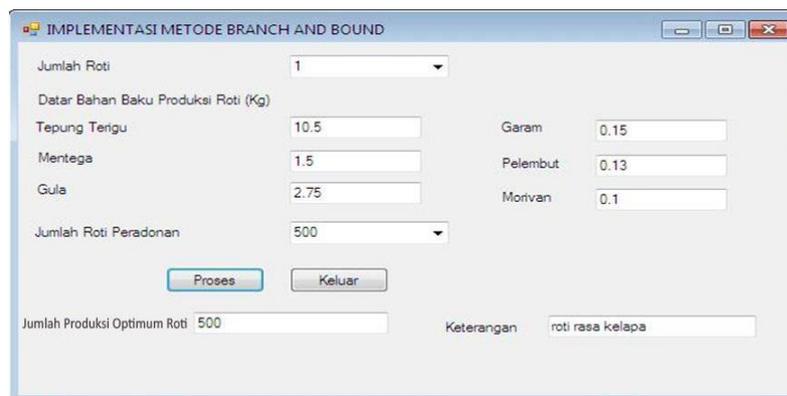
Gambar 1: Tampilan Menu Utama



Gambar 2 : Tampilan Input Jumlah Roti



**Gambar 3 :** Tampilan Input Jumlah Roti Peradonan



**Gambar 4 :** Hasil Metode Branch and Bound

## KESIMPULAN

1. Memperoleh Jumlah bahan baku yang akan dibuat roti dari masing-masing jenis roti di Wali Bakery & Cake Shop.
2. Metode Branch and Bound dapat menentukan kebutuhan produksi optimum di Wali Bakery dan menggunakan metode Branch and Bound dapat diketahui Jumlah Produksi optimum setiap jenis roti yang masing-masing sebanyak 500 buah roti rasa kelapa, 2500 buah roti rasa coklat dan 1500 buah roti rasa pandan..
3. *Miscrosoft Vb.Net 2008* juga dapat mengimplementasikan metode Branch and Bound dapat menghasilkan beberapa hasil optimal lebih dari satu, dengan demikian dari hasil-hasil optimal ini dapat diketahui hasil mana yang merupakan hasil yang paling optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Teguh Baroto, 2002. "Perencanaan dan Pengendalian Produksi". Jakarta : Galia Indonesia
- Mesran, 2009. "Visual Basic Mitra Wacana Media"
- Zuhri. *Convergenetive Design*, 2016, from <https://books.google.co.id/books?id>
- Kamarun Imam & Mohammad Dimiyanti, 2013. "Metode Kuantitatif untuk Optimasi Kebutuhan Bisnis ". Yogyakarta : UPP STIM YKPN
- Jogiyanto, 2005. " Analisis dan Desain Sistem Informasi". Yogyakarta : Andi

## PERANCANGAN APLIKASI KEAMANAN FILE MENGGUNAKAN ADVANCED ENCRYPTION STANDARD DAN VIGENERE CHIPER

Dini Audina

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[dini.audynna@gmail.com](mailto:dini.audynna@gmail.com)

**Abstrak.** Kriptografi merupakan ilmu yang mempelajari bagaimana suatu pesan atau data tetap aman dengan kata lain tetap terjaga dan tidak bisa terbaca oleh pihak lain yang tidak memiliki kepentingan untuk mengetahuinya. Keamanan data merupakan salah satu aspek terpenting dalam teknologi informasi. Dengan tingkat keamanan yang tinggi, diharapkan informasi yang disajikan dapat terjaga keasliannya. Pada penelitian ini dibentuk suatu system yang mengamankan data dan informasi yang tersimpan pada komputer dari gangguan para kriptanalis. Penulis memilih menggunakan metode Advanced Encryption Standart dan metode RC4 sebagai metode pengamanan data yang digunakan. Algoritma AES menggunakan substitusi permutasi dan sejumlah putaran dengan kunci yang digunakan berbeda disetiap putarannya, pada algoritma AES beroperasi pada blok 128 bit dengan kunci 128 bit dengan menggunakan operasi SubBytes, ShiftRows, MixColumns dan AddRoundKey. pada putaran terakhir AES tidak menggunakan operasi MixColumns, hasil dari ShiftRows kemudian di AddRoundKey sehingga menghasilkan Chiperteks. Vigenere Cipher merupakan salah satu algoritma kriptografi klasik untuk menyandikan suatu plaintext dengan menggunakan teknik substitusi. Vigenere cipher pada dasarnya cukup rumit untuk dipecahkan. Meskipun begitu, Vigenere cipher tetap memiliki kelemahan. Salah satunya adalah dapat diketahui panjang kuncinya dengan menggunakan metode klasik.

**Kata Kunci :** Kriptografi, Keamanan File, Algoritma Advanced Encryption Standart, Algoritma Vigenere Chiper

### PENDAHULUAN

Keamanan dan kerahasiaan data atau informasi yang dimiliki oleh seorang individu atau instansi mendorong lahirnya suatu teknik yang mampu menanggulangi kebutuhan tersebut. Salah satu cara untuk menjaga keamanan dan kerahasiaan suatu data maupun informasi adalah dengan menggunakan teknik enkripsi dan dekripsi yang mampu mengubah data atau informasi tersebut ke dalam bentuk sandi yang tidak dapat dimengerti oleh orang lain, kecuali untuk pihak yang berhak memiliki data atau informasi tersebut. Penggunaan teknik pengamanan data dengan enkripsi dan dekripsi dikenal dengan kriptografi. Kriptografi merupakan studi matematika yang mempunyai hubungan dengan aspek keamanan informasi seperti integritas data, keaslian entitas dan keaslian data. Kriptografi menggunakan berbagai macam teknik dalam upaya untuk mengamankan data. Pengiriman data dan penyimpanan data melalui media elektronik memerlukan suatu proses yang dapat menjamin keamanan dan keutuhan dari data yang dikirimkan tersebut. Data tersebut harus tetap rahasia selama pengiriman dan harus tetap utuh pada saat penerimaan di tujuan.

Kerahasiaan dan keamanan saat melakukan pertukaran data adalah hal yang sangat penting dalam komunikasi data, baik untuk tujuan keamanan bersama, maupun untuk privasi individu. Mereka yang menginginkan agar datanya tidak diketahui oleh pihak-pihak yang tidak berkepentingan selalu berusaha menyasiasi cara mengamankan informasi yang akan dikomunikasikannya. Perlindungan terhadap kerahasiaan data pun meningkat, salah satu caranya dengan penyandian data. Dengan kemajuan teknologi maka suka atau tidak suka banyak orang yang ingin mengetahui informasi antara satu dengan orang lain yang menyebabkan banyak informasi di curi tanpa sepengetahuan pemilik informasi tersebut, dan dengan adanya masalah tersebut maka diperlukan sebuah cara untuk mengurangi pencurian informasi tersebut dengan menyamarkan informasi yang ada. Kriptografi, data yang sangat rahasia akan disamarkan sedemikian rupa sehingga walaupun data itu bisa dibaca maka tidak bisa dimengerti oleh pihak yang tidak berhak. Data yang akan dikirimkan dan belum mengalami penyandian, dikenal dengan istilah *plaintext* jenis ekstensi yang digunakan adalah *.txt (default), .bat, .cmd, .ini, .inf*. Setelah disamarkan dengan suatu cara penyandian, maka *plaintext* ini akan berubah menjadi *ciphertext*. Skema enkripsi yang akan dibangun pada skripsi ini menerapkan teknik pada kriptografi modern dan klasik. Salah satunya algoritma yang dapat mengamankan data adalah Algoritma *Advanced Encryption Standard (AES)* dan Algoritma *Vigenere Cipher*.

*Advanced Encryption Standard (AES)* adalah sistem penyandian yang beroperasi dengan menggunakan transformasi *SubBytes, ShiftRow, MixColumn* dan *AddRoundKey* pada setiap *byte* data yang telah dikelompokkan kedalam bentuk *state*. Input dan output dari algoritma AES terdiri dari urutan data sebesar 128 bit. Urutan data yang sudah terbentuk dalam satu kelompok 128 bit tersebut disebut juga sebagai blok data atau *plaintext* yang nantinya akan dienkripsi menjadi *ciphertext*. Algoritma AES

merupakan algoritma simetris yaitu menggunakan kunci yang sama untuk proses enkripsi dan dekripsi. *Vigenere Cipher* merupakan salah satu algoritma kriptografi klasik untuk menyandikan suatu plaintext dengan menggunakan teknik substitusi. *Vigenere cipher* pada dasarnya cukup rumit untuk dipecahkan. Meskipun begitu, *Vigenere cipher* tetap memiliki kelemahan. Salah satunya adalah dapat diketahui panjang kuncinya dengan menggunakan metode klasik. Hal ini disebabkan karena umumnya terdapat frasa yang berulang-ulang pada ciphertext yang dihasilkan. *Vigenere cipher* merupakan *cipher* yang setiap *plaintext*-nya mempunyai beberapa kemungkinan *ciphertext*, ini terjadi karena panjang kuncinya lebih dari satu.

**BAHAN PENELITIAN**

**Bahan**

Akhir dari sebuah file teks sering ditandai dengan penempatan satu atau lebih karakter – karakter khusus yang dikenal dengan tanda *end-of-file* setelah baris terakhir di suatu file teks. File teks biasanya mempunyai jenis MIME (*Multipurpose Internet Mail Extension*) "text/plain", biasanya sebagai informasi tambahan yang menandakan suatu pengkodean. pada sistem operasi Windows, suatu file dikenal sebagai suatu file teks jika memiliki *extention* misalnya txt, rtf, doc, docx dan lain - lain.

Kriptografi merupakan seni dan ilmu menyembunyikan informasi dari penerima yang tidak berhak. Kata kriptografi berasal dari kata Yunani *kryptos* (tersembunyi) dan *graphein*(menulis (Rinaldi Munir (2006 : 4). Dalam teknologi informasi telah dan sedang dikembangkan cara-cara untuk menangkal berbagai serangan, seperti penyadap dan pengubahan data yang sedang dikirimkan.

**Metode**

**Algoritma Advance Encryption Standard (AES)**

Input dan output dari algoritma AES terdiri dari urutan data sebesar 128 bit. Urutan data yang sudah terbentuk dalam satu kelompok 128 bit tersebut disebut juga sebagai blok data atau *plaintext* yang nantinya akan dienkripsi menjadi *ciphertext*. Algoritma AES merupakan algoritma simetris yaitu menggunakan kunci yang sama untuk proses enkripsi dan dekripsi. Algoritma AES memiliki tiga pilihan kunci yaitu tipe: AES-128, AES-192 dan AES-256. Masing-masing tipe menggunakan kunci internal yang berbeda yaitu *round key* untuk setiap proses putaran.

**Algoritma Vigenere Cipher**

Algoritma *Vigenere Cipher* ini menggunakan bujursangkar *Vigenere* untuk melakukan enkripsi. Setiap baris di dalam bujursangkar menyatakan huruf-huruf ciphertext yang diperoleh dengan Caesar cipher. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar di bawah ini. Deretan huruf mendatar menunjukkan plaintext, sedangkan huruf menurun menunjukkan kunci. (Patricia Handoko, dkk : 2012).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

AES ( *Advanced Encryption Standard* ) memiliki ukuran block yang tetap sepanjang 128 bit dan ukuran kunci sepanjang 128, 192, atau 256 bit. Berdasarkan ukuran block yang tetap, AES bekerja pada matriks berukuran 4x4 dimana tiap-tiap sel matriks terdiri atas 1 *byte* (8 bit).

Penerapan proses enkripsi AES berdasarkan Pada rounds pertama *plaintext* dan *key* yang bernotasi *hexadecimal* di XOR.

|              |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Input</b> | <b>D</b>  | <b>I</b>  | <b>N</b>  | <b>I</b>  | <b>A</b>  | <b>U</b>  | <b>D</b>  | <b>I</b>  | <b>N</b>  | <b>A</b>  | <b>2</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>6</b>  |           |           |
| <b>Hex</b>   | <b>44</b> | <b>49</b> | <b>4e</b> | <b>49</b> | <b>20</b> | <b>41</b> | <b>55</b> | <b>44</b> | <b>49</b> | <b>4e</b> | <b>41</b> | <b>20</b> | <b>32</b> | <b>30</b> | <b>31</b> | <b>36</b> |
| <b>Kunci</b> | <b>S</b>  | <b>T</b>  | <b>M</b>  | <b>I</b>  | <b>K</b>  |           | <b>B</b>  | <b>U</b>  | <b>D</b>  | <b>I</b>  |           | <b>D</b>  | <b>A</b>  | <b>R</b>  | <b>M</b>  | <b>A</b>  |
| <b>Hex</b>   | <b>53</b> | <b>54</b> | <b>4D</b> | <b>49</b> | <b>4B</b> | <b>20</b> | <b>42</b> | <b>55</b> | <b>44</b> | <b>49</b> | <b>20</b> | <b>44</b> | <b>41</b> | <b>52</b> | <b>4D</b> | <b>41</b> |

**Tabel 1.** Hasil XOR yang menjadi awal pada round 1

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 17 | 6b | od | 73 |
| 1d | 61 | 7  | 62 |
| 3  | 17 | 61 | 7c |
| 0  | 11 | 64 | 77 |

**Pembentukan Kunci (Expand Key) pada Algoritma AES**

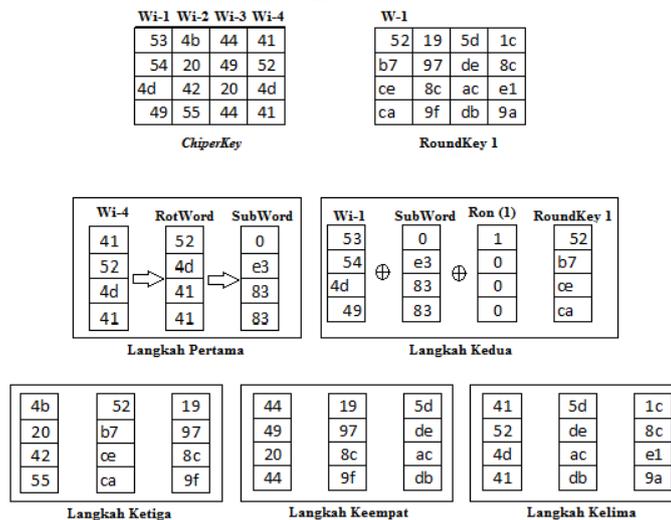
Algoritma AES melaksanakan kunci primer dan membuat espansi kunci untuk menghasilkan *key schedule*. Dari operasi ini didapatkan *key schedule* yang berisi larik linier 4 *byte* kata ( $w_i$ ),  $0 \leq i \leq Nb (Nr + 1)$  . Contoh pembentukan espansi kunci adalah sebagai berikut :

1. *RodWod ()* Mengambil masukan 4 *byte* [A0,A1,A2,A3] dan membentuk permutasi *cyclic* permutasi seperti [A1,A2,A3,A0]
2. *SubWord ()* mengambil masukan kata dan menggunakan *S-Box* sehingga didapat prosedur keluaran kata.
3. *Rcon ()* menghasilkan putaran tetap dari larik kata dan berisi nilai yang diberikan oleh [[xi-1,{00},{00},{00}] dengan xi-1 dari i ke-1.

Rcon[1] = [x<sup>0</sup>, '00', '00', '00'] = ['01', '00', '00', '00'] = 01000000  
 Rcon[2] = [x<sup>1</sup>, '00', '00', '00'] = ['02', '00', '00', '00'] = 02000000  
 Rcon[3] = [x<sup>2</sup>, '00', '00', '00'] = ['03', '00', '00', '00'] = 04000000  
 Rcon[4] = [x<sup>3</sup>, '00', '00', '00'] = ['04', '00', '00', '00'] = 08000000  
 Rcon[5] = [x<sup>4</sup>, '00', '00', '00'] = ['10', '00', '00', '00'] = 10000000  
 Rcon[7] = [x<sup>6</sup>, '00', '00', '00'] = ['40', '00', '00', '00'] = 40000000  
 Rcon[8] = [x<sup>7</sup>, '00', '00', '00'] = ['80', '00', '00', '00'] = 80000000  
 Rcon[9] = [x<sup>8</sup>, '00', '00', '00'] = [x<sup>7</sup>, x, '00', '00'] = 1B000000  
 x<sup>7</sup>.x = xtime (80) = [ leftshift (80) ] = ' 1B'

Rcon[10] = [x<sup>9</sup>, '00', '00', '00'] = [x<sup>8</sup>, x, '00', '00'] = 36000000

*Rcon(i)* adalah suatu komponen dari putaran tetap larik kata dalam perhitungan kunci ekspansi . Proses kunci kunci ekspansi adalah sepuluh kali putaran algoritma AES dengan menggunakan *Rcon(i)*. pada algoritma AES ini menggunakan kunci “STMIK BUDI DARMA” dan telah di konversikan kedalam bilangan *hexadecimal* menggunakan table ASCII “53 54 4D 49 4B 20 42 55 44 49 20 44 41 52 4D 41” berikut adalah contoh pembentukan kunci pada algoritma AES :



**Gambar 1 :** Proses Pembuatan Kunci

Untuk putaran ke dua hingga kesepuluh mengikuti langkah langkah pada putaran kunci pertama sehingga didapatkan kunci seperti berikut ini :

| Roundkey 1 |    |    |    | Roundkey 2 |    |    |    | Roundkey 3 |    |    |    | Roundkey 4 |    |    |    | Roundkey 5 |    |    |    |
|------------|----|----|----|------------|----|----|----|------------|----|----|----|------------|----|----|----|------------|----|----|----|
| 52         | 19 | 5d | 1c | 34         | 2d | 70 | 6c | 4e         | 63 | 13 | 7f | 71         | 12 | 1  | 7e | 6d         | 7f | 7e | 0  |
| b7         | 97 | de | 8c | 4f         | d8 | 6  | 8a | e6         | 3e | 38 | b2 | 35         | 0b | 33 | 81 | fd         | f6 | c5 | 44 |
| ce         | 8c | ac | e1 | 76         | fa | 56 | b7 | b2         | 48 | 1e | a9 | 4e         | 6  | 18 | b1 | 92         | 94 | 8c | 3d |
| ca         | 9f | db | 9a | 56         | c9 | 12 | 88 | 6          | cf | dd | 55 | d4         | 1b | c6 | 93 | 27         | 3c | fa | 69 |

| Roundkey 6 |    |    |    | Roundkey 7 |    |    |    | Roundkey 8 |    |    |    | Roundkey 9 |    |    |    | Roundkey 10 |    |    |    |
|------------|----|----|----|------------|----|----|----|------------|----|----|----|------------|----|----|----|-------------|----|----|----|
| 56         | 29 | 57 | 57 | 83         | aa | fd | aa | 5d         | f7 | 0a | a0 | 82         | 75 | 7f | df | 3a          | 4f | 30 | ef |
| da         | 2c | e9 | ad | f5         | d9 | 30 | 9d | fc         | 25 | 15 | 88 | 5e         | 7b | 6e | e6 | 0c          | 77 | 19 | ff |
| 6b         | ff | 73 | 4e | 82         | 7d | 0e | 40 | 29         | 54 | 5a | 1a | 5c         | 8  | 52 | 48 | fb          | f3 | a1 | e9 |
| 44         | 78 | 82 | eb | 1f         | 67 | e5 | 0e | b3         | d4 | 31 | 3f | 53         | 87 | b6 | 89 | cd          | 4a | fc | 75 |

**Gambar 2 :** Round Key AES

**SubBytes**

*Forward substitute byte transformation* atau *SubBytes* merupakan proses substitusi sederhana dari 16 nilai matriks 4x4 kepada 16 nilai baru mengikuti kaidah permutasi *S-Box*. *SubBytes* memetakan setiap byte dari *array state* dengan menggunakan *S-box* pada table 2.5 dengan hasil sebagai berikut ini :

|    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 17 | 6b | 0d | 73 | 0 | 63 | 7C | 77 | 7B | F2 | 6B | 6F | C5 | 30 | 01 | 67 | 2B | FE | D7 | AB | 76 |
| 1d | 61 | 7  | 62 | 1 | CA | 82 | C9 | 7D | FA | 58 | 47 | F0 | AD | D4 | A2 | AF | 9C | A4 | 72 | C0 |
| 3  | 17 | 61 | 7c | 2 | B7 | FD | 93 | 26 | 36 | 3F | F7 | C  | 34 | A5 | E5 | F1 | 71 | D8 | 31 | 15 |
| 0  | 11 | 64 | 77 | 3 | 04 | C7 | 23 | C3 | 18 | 96 | 05 | 9A | 07 | 12 | 80 | E2 | EB | 27 | B2 | 75 |
|    |    |    |    | 4 | 09 | 83 | 2C | 1A | 1B | 6E | 5A | A0 | 52 | 3B | D6 | B3 | 29 | E3 | 2F | 84 |
|    |    |    |    | 5 | 53 | D1 | 00 | ED | 20 | FC | B1 | 5B | 6A | CB | BE | 39 | 4A | 4C | 58 | CF |
|    |    |    |    | 6 | D0 | EF | AA | FB | 43 | 4D | 33 | 85 | 45 | F9 | 02 | 7F | 50 | 3C | 9F | A8 |
|    |    |    |    | 7 | 51 | A2 | 48 | 8F | 92 | 9D | 38 | F5 | BC | B6 | DA | 21 | 10 | FF | F3 | D2 |
|    |    |    |    | 8 | CD | 0C | 13 | EC | 5F | 97 | 44 | 17 | C4 | A7 | 7E | 3D | 64 | 5D | 19 | 73 |
|    |    |    |    | 9 | 60 | 81 | 4F | DC | 22 | 2A | 90 | 88 | 46 | EE | B8 | 14 | DE | 5E | 0B | DB |
|    |    |    |    | A | E0 | 32 | 3A | 0A | 49 | 06 | 24 | 5C | C2 | D3 | AC | 62 | 91 | 95 | E4 | 79 |
|    |    |    |    | B | E7 | C8 | 37 | 6D | 8D | D5 | 4E | A9 | 6C | 56 | F4 | EA | 65 | 7A | EA | 08 |
|    |    |    |    | C | BA | 78 | 25 | 2E | 1C | A6 | B4 | C6 | E8 | DD | 74 | 1F | 4B | BD | 8B | 8A |
|    |    |    |    | D | 70 | 3E | B5 | 66 | 48 | 03 | F6 | 0E | 61 | 35 | 57 | B9 | 86 | C1 | 1D | 9E |
|    |    |    |    | E | E1 | F8 | 98 | 11 | 69 | D9 | 8E | 94 | 9B | 1E | 87 | E9 | CE | 55 | 28 | DF |
|    |    |    |    | F | 8C | A1 | 89 | 0D | BF | E6 | 42 | 68 | 41 | 99 | 2D | 0F | B0 | 54 | BB | 16 |

Gambar 3 : Proses subbytes

Tabel 2 : Hasil Pengujian Algoritma AES

|              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Input</b> | <b>D</b> | <b>I</b> | <b>N</b> | <b>I</b> |          | <b>A</b> | <b>U</b> | <b>D</b> | <b>I</b> | <b>N</b> | <b>A</b> |          | <b>2</b> | <b>o</b> | <b>1</b> | <b>6</b> |
| <b>Hex</b>   | 44       | 49       | 4E       | 49       | 20       | 41       | 55       | 44       | 49       | 4E       | 41       | 20       | 32       | 30       | 31       | 36       |
| <b>Kunci</b> | <b>S</b> | <b>T</b> | <b>M</b> | <b>I</b> | <b>K</b> |          | <b>B</b> | <b>U</b> | <b>D</b> | <b>I</b> |          | <b>D</b> | <b>A</b> | <b>R</b> | <b>M</b> | <b>A</b> |
| <b>Hex</b>   | 53       | 54       | 4D       | 49       | 4B       | 20       | 42       | 55       | 44       | 49       | 20       | 44       | 41       | 52       | 4D       | 41       |

**Ekspansi Kunci :**

|                   |    |    |    |                   |    |    |    |                   |    |    |    |                   |    |    |    |                    |    |    |    |
|-------------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|--------------------|----|----|----|
| <i>Roundkey 1</i> |    |    |    | <i>Roundkey 2</i> |    |    |    | <i>Roundkey 3</i> |    |    |    | <i>Roundkey 4</i> |    |    |    | <i>Roundkey 5</i>  |    |    |    |
| 52                | 19 | 5d | 1c | 34                | 2d | 70 | 6c | 4e                | 63 | 13 | 7f | 71                | 12 | 1  | 7e | 6d                 | 7f | 7e | 0  |
| b7                | 97 | de | 8c | 4f                | d8 | 6  | 8a | e6                | 3e | 38 | b2 | 35                | 0b | 33 | 81 | fd                 | f6 | c5 | 44 |
| ce                | 8c | ac | e1 | 76                | fa | 56 | b7 | b2                | 48 | 1e | a9 | 4e                | 6  | 18 | b1 | 92                 | 94 | 8c | 3d |
| ca                | 9f | db | 9a | 56                | c9 | 12 | 88 | 6                 | cf | dd | 55 | d4                | 1b | c6 | 93 | 27                 | 3c | fa | 69 |
| <i>Roundkey 6</i> |    |    |    | <i>Roundkey 7</i> |    |    |    | <i>Roundkey 8</i> |    |    |    | <i>Roundkey 9</i> |    |    |    | <i>Roundkey 10</i> |    |    |    |
| 56                | 29 | 57 | 57 | 83                | aa | fd | aa | 5d                | f7 | 0a | a0 | 82                | 75 | 7f | df | 3a                 | 4f | 30 | ef |
| da                | 2c | e9 | ad | f5                | d9 | 30 | 9d | fc                | 25 | 15 | 88 | 5e                | 7b | 6e | e6 | 0c                 | 77 | 19 | ff |
| 6b                | ff | 73 | 4e | 82                | 7d | 0e | 40 | 29                | 54 | 5a | 1a | 5c                | 8  | 52 | 48 | fb                 | f3 | a1 | e9 |
| 44                | 78 | 82 | eb | 1f                | 67 | e5 | 0e | b3                | d4 | 31 | 3f | 53                | 87 | b6 | 89 | cd                 | 4a | fc | 75 |

Tabel 2 : Hasil Enkripsi

|               |           |          |           |           |           |           |           |           |             |           |           |           |           |           |           |           |
|---------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Hex</b>    | <b>49</b> | <b>1</b> | <b>34</b> | <b>c1</b> | <b>9a</b> | <b>Bc</b> | <b>3f</b> | <b>oa</b> | <b>9b</b>   | <b>D5</b> | <b>96</b> | <b>od</b> | <b>9d</b> | <b>be</b> | <b>7e</b> | <b>B3</b> |
| <b>Output</b> | <b>I</b>  |          | <b>4</b>  | <b>Á</b>  | <b>š</b>  | <b>¼</b>  | <b>?</b>  |           | <b>&gt;</b> | <b>Õ</b>  | <b>-</b>  |           |           | <b>¾</b>  | <b>~</b>  | <b>3</b>  |

**Analisa Algoritma Vigenere chipper**

Vigenere Cipher dipublikasikan pada tahun 1586, tetapi algoritma tersebut baru dikenal luas 200 tahun kemudian yang penemunya cipher tersebut dinamakan Vigenere Cipher. Cipher ini berhasil dipecahkan Babbage dan Kasiski pada pertengahan abad 19. Vigenere Cipher digunakan tentara Konfederasi (Confederate Army) pada perang sipil Amerika (American Civil war).

**Proses Enkripsi Vigenere Chipper**

Pada proses enkripsi Vigenere Cipher ini selain menggunakan Tabula Recta untuk mendapatkan ciphertext juga dapat menggunakan rumus berikut :

$C_i = (P_i + K_i) \text{ mod } 255$

Sedangkan untuk rumus dekripsi Vigenere Cipher:

$P_i = (C_i - K_i) \text{ mod } 255$

Dimana :

$C_i$  = cipher teks

$P_i$  = plainteks

$K_i$  = kunci

|           |          |   |          |          |          |          |          |    |             |          |          |    |     |          |          |          |
|-----------|----------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----|-------------|----------|----------|----|-----|----------|----------|----------|
| Plaintext | <b>I</b> |   | <b>4</b> | <b>Á</b> | <b>š</b> | <b>¼</b> | <b>?</b> |    | <b>&gt;</b> | <b>Õ</b> | <b>-</b> |    |     | <b>¾</b> | <b>~</b> | <b>3</b> |
| Hex.P     | 49       | 1 | 34       | c1       | 9a       | Bc       | 3f       | oa | 9b          | D5       | 96       | od | 9d  | Be       | 7e       | B3       |
| Dec.P     | 73       | 1 | 52       | 193      | 154      | 188      | 63       | 10 | 155         | 213      | 149      | 13 | 157 | 190      | 126      | 179      |

|              |           |           |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |           |
|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| <b>Kunci</b> | <b>S</b>  | <b>T</b>  | <b>M</b> | <b>I</b>  | <b>K</b>  | <b>_</b>  | <b>B</b>  | <b>U</b>  | <b>D</b>  | <b>I</b>  | <b>_</b>  | <b>D</b>  | <b>A</b>  | <b>R</b>  | <b>M</b> | <b>A</b>  |
| Hex.K        | 53        | 54        | 4D       | 49        | 4b        | 20        | 42        | 55        | 44        | 49        | 20        | 44        | 41        | 52        | 4D       | 41        |
| Dec.K        | <b>83</b> | <b>84</b> | 77       | <b>73</b> | <b>75</b> | <b>32</b> | <b>66</b> | <b>85</b> | <b>68</b> | <b>73</b> | <b>32</b> | <b>68</b> | <b>65</b> | <b>82</b> | 77       | <b>65</b> |

$$C_1 = (P_1 + K_1) \text{ mod } 255$$

$$= 73 + 83 \text{ mod } 255$$

$$= 156 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{ST}$$

$$C_2 = (P_2 + K_2) \text{ mod } 255$$

$$= 1 + 84 \text{ mod } 255$$

$$= 85 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{U}$$

$$C_3 = (P_3 + K_3) \text{ mod } 255$$

$$= 52 + 77 \text{ mod } 255$$

$$= 129 \text{ mod } 255$$

$$=$$

$$C_4 = (P_4 + K_4) \text{ mod } 255$$

$$= 193 + 73 \text{ mod } 255$$

$$= 266 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{VT}$$

$$C_5 = (P_5 + K_5) \text{ mod } 255$$

$$= 154 + 75 \text{ mod } 255$$

$$= 229 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{\AA}$$

$$C_6 = (P_6 + K_6) \text{ mod } 255$$

$$= 188 + 32 \text{ mod } 255$$

$$= 220 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{\ddot{U}}$$

$$C_7 = (P_7 + K_7) \text{ mod } 255$$

$$= 63 + 66 \text{ mod } 255$$

$$= 129 \text{ mod } 255$$

$$=$$

$$C_8 = (P_8 + K_8) \text{ mod } 255$$

$$= 10 + 85 \text{ mod } 255$$

$$= 95 \text{ mod } 255$$

$$=$$

$$C_9 = (P_9 + K_9) \text{ mod } 255$$

$$= 155 + 68 \text{ mod } 255$$

$$= 223 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{\beta}$$

$$C_{10} = (P_{10} + K_{10}) \text{ mod } 255$$

$$= 213 + 73 \text{ mod } 255$$

$$= 286 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{US}$$

$$C_{11} = (P_{11} + K_{11}) \text{ mod } 255$$

$$= 149 + 32 \text{ mod } 255$$

$$= 181 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{\mu}$$

$$C_{12} = (P_{12} + K_{12}) \text{ mod } 255$$

$$= 13 + 68 \text{ mod } 255$$

$$= 81 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{Q}$$

$$C_{13} = (P_{13} + K_{13}) \text{ mod } 255$$

$$= 157 + 65 \text{ mod } 255$$

$$= 222 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{p}$$

$$C_{14} = (P_{14} + K_{14}) \text{ mod } 255$$

$$= 190 + 82 \text{ mod } 255$$

$$= 272 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{DC1}$$

$$C_{15} = (P_{15} + K_{15}) \text{ mod } 255$$

$$= 126 + 77 \text{ mod } 255$$

$$= 203 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{\ddot{E}}$$

$$C_{16} = (P_{16} + K_{16}) \text{ mod } 255$$

$$= 179 + 65 \text{ mod } 255$$

$$= 244 \text{ mod } 255$$

$$= \mathbf{\hat{O}}$$

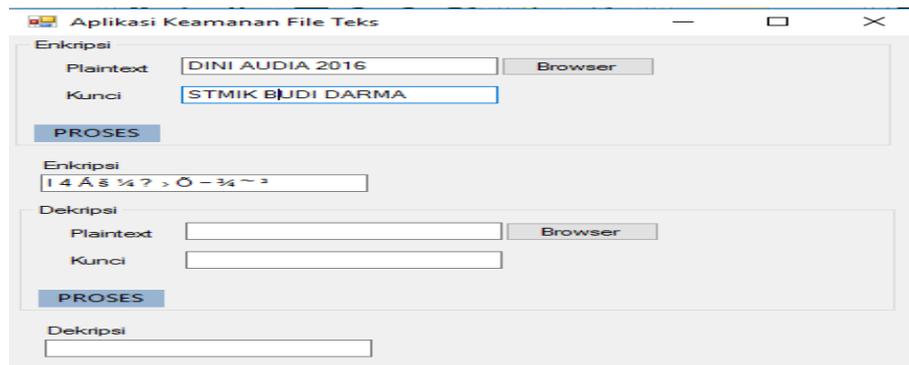
**Tabel 3 : Hasil Enkripsi Vigenere Vhiper**

|                  |           |          |           |          |          |          |             |           |          |          |          |            |          |          |
|------------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-------------|-----------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|
| <b>Plaintext</b> | <b>I</b>  | <b>4</b> | <b>Á</b>  | <b>š</b> | <b>¼</b> | <b>?</b> | <b>&gt;</b> | <b>Ö</b>  | <b>-</b> | <b>¾</b> | <b>~</b> | <b>3</b>   |          |          |
| <b>Enkripsi</b>  | <b>ST</b> | <b>U</b> | <b>VT</b> | <b>Á</b> | <b>Ü</b> |          | <b>β</b>    | <b>US</b> | <b>μ</b> | <b>Q</b> | <b>p</b> | <b>DC1</b> | <b>Ě</b> | <b>Ô</b> |

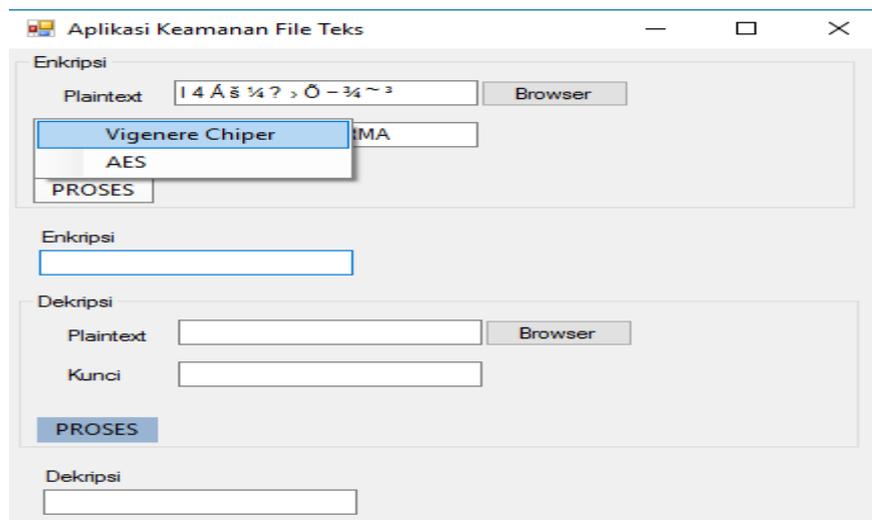
**Implementasi**

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk implementasi pembuatan dan menjalankan program agar berjalan dengan baik. Perangkat keras yang digunakan komputer dengan spesifikasi sebagai berikut :

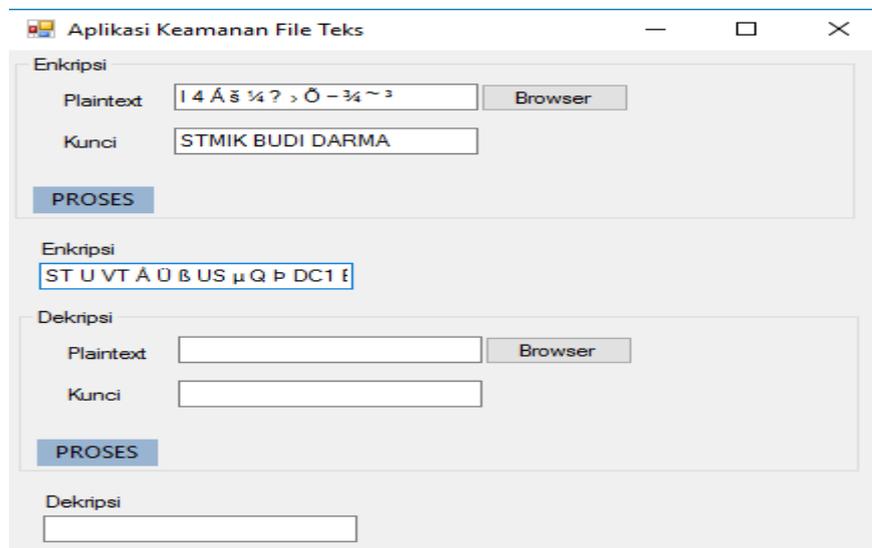
- 13. *Processor* : Intel Dualcore
- 14. *Memory* : 2 GB
- 15. *Harddisk* : 320 GB
- 16. *Windows* : Windows 7 Ultimate
- 17. *Monitor* : Resolusi monitor 1366 x 768 pixel
- 18. *Os* : Windows 7 Ultimate.



**Gambar 3 :**Tampilan Hasil Enkripsi AES



**Gambar 4 :** Tampilan Enkripsi Vigenere Chiper



**Gambar. 5:** Tampilan Hasil Enkripsi Vigenere Chiper

**KESIMPULAN**

1. Teknik yang dilakukan dalam pengamanan data teks ini yaitu dengan cara menerapkan metode AES dan Vigenere Chiper yang bias mengubah file teks asli kedalam teks rahasia.
2. Penggunaan kunci merupakan sesuatu yang sangat penting dalam proses enkripsi dan dekripsi , sehingga dibutuhkan suatu kerahasiaan dalam pemakaian kuncinya.

3. Metode AES Megubah data yang ingin diamankan kedalam bilangan hexa baik plainteks dan kuncinya dengan menggunakan table ASCII, kemudian dilakukan dengan proses enkripsi dan deskripsi, proses enkripsi dilakukan proses sebanyak 4 (empat) langkah, langkah pertama yang dilakukan proses AddRoundkey, langkah kedua proses subbytes, langkah ketiga proses ShiftRows, langkah keempat proses MixColumns.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Dony Ariyus, 2006, Kriptografi: Keamanan Data dan Komunikasi, Graha Ilmu, Yogyakarta.  
Rinaldi Munir, 2006, Kriptografi, Infomatika, Bandung.  
Rifki Sadikin, *Kriptografi Untuk Keamanan Jaringan*, Penerbit Andi. Yogyakarta.,2012.  
Brian Gladman. *A Specification for Rijndael, The AES Algorithm*. 2003.  
J. Daemen, L.R. Knudsen, and V. Rijmen. *AES Proposal: Rijndael*, 2000.  
Tavri D. Mahyuzir, *Pengantar Analisa dan Perancangan Perangkat Lunak*, 2005, Penerbit Andi

## **APLIKASI PEMBELAJARAN COOKING CLASS DENGAN MENGGUNAKAN METODE COMPUTER BASED LEARNING (CBL)**

**Doni Gunawan**

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id) // Email : pandi.simangunsong@gmail.com

**Abstrak.** Dunia kuliner Tanah Air bisa dibilang sedang mengalami kemajuan, baik soal rasa, varian, maupun gaungnya di dunia internasional. Salah satu wirausaha seputar industri kreatif kuliner yang sedang marak saat ini adalah kelas memasak, Kini memasak tak hanya dianggap sebagai pemenuhan kebutuhan pangan dan pemuas rasa lapar. Memasak kini sudah bergeser menjadi sebuah gaya hidup, tren mengejutkan yang merambah semua kawasan tak hanya orang dewasa, peminat pun datang dari kalangan siswa. *Computer Based Learning (CBL)* adalah salah satu metode pengajaran yang digunakan untuk membantu pengajar dalam mengajarkan materi secara interaktif dalam sebuah aplikasi komputer. Dalam menyampaikan pengajaran, perangkat lunak *Computer Based Learning (CBL)* dapat mengontrol berbagai proses, seperti penyajian materi kepada pemakai untuk dibaca dan dipelajari, memberikan petunjuk dan latihan mengenai materi yang dipelajari, memberikan pertanyaan dan masalah untuk dijawab serta memberikan penilaian dari hasil belajar kepada pemakai. Dengan adanya rancangan aplikasini diharapkan dapat tercipta sebuah media memasak untuk siswa yang dapat menumbuhkan kemandirian, melalui visual yang menarik dan verbal yang jelas sehingga resep pada program dengan mudah dapat di praktikkan.

**Kata Kunci :** Aplikasi, Pembelajaran Cooking Class, CBL

### **PENDAHULUAN**

Memasak dan komputer dapat menjadi sarana pembelajaran yang inovatif, dari tradisi papan tulis, kapur, dan didapur. Mempersiapkan bahan yang akan diproses menggunakan teknik memasak yang benar tanpa langsung kedapur. Karena dizaman ini memasak bukan hal yang tabu hanya di peruntukkan bagi kaum wanita saja, tetepi bagi kaum pria juga bisa untuk mempelajarinya. Tayang di Televisi seperi *Master Chef*, *Ale Cusine*, *Iron Chef* sebahagian contoh dari kegiatan *cooking class* yang *live* ditayangkan melalui media televisi, dengan mempergunakan batasan waktu yang telah di tentukan oleh dewan juri. Begitu juga *cooking class* menggunakan media komputer memiliki materi pembelajaran dan waktu yang telah di tentukan oleh pengajar prektisi. Isi dari materi pembelajaran tergantung deri tingkat pertemuannya dan kalangannya. Waktu pertemuan pembelajaran materi *cooking class* satu samapai dua jam sekali pertemuan sudah bisa langsung mempraktikanya langsung. Dari kalangan pemula, sampai tingkat profesional (*Executive Chef*) dapat dengan cepat dan mudah tanpa langsung harus kedapur untuk langsung mengolah makanan yang akan disajikan.

Teknologi Pendukung *E-Learning* dalam prakteknya *e-learning* memerlukan bantuan teknologi. Karena itu dikenal istilah: *computer based learning (CBL)* yaitu pembelajaran yang sepenuhnya menggunakan komputer; dan *computer assisted learning (CAL)* yaitu pembelajaran yang menggunakan alat bantu utama komputer. *Technology based learning* ini pada prinsipnya terdiri dari *Audio Information Technologies* (radio, audio tape, *voice mail telephone*) dan *Video Information Technologies* (video tape, video text, *video messaging*). Sedangkan *technology based web-learning* pada dasarnya adalah *Data Information Technologies (bulletin board, Internet, e-mail, tele-collaboration)*.

### **BAHAN PENELITIAN**

#### **Bahan**

Memasak adalah sebuah peroses menggunakan bahan makanan dari mentah sampai menjadi makanan yang mempunyai citarasa lebih baik (matang) dapat merubah, aroma, tekstur, bentuk dan diolah sedemikian rupa. Melewati penerapan panas yang cukup sehingga dapat mematikan bakteri yang akan masuk kedalam tubuh. (Richaard Sihite, S.Sos/ *food product* / 2000).

#### **Metode**

##### **CBL (Computer Based Learning)**

Interaksi antara komputer dengan siswa ini terjadi secara individual dan belajar secara mandiri tanpa bantuan guru. Maka dalam topik ini istilah yang tepat digunakan ialah *CBL (Computer Based Learning)*. *CBL* juga bisa menerapkan tutorial komputer dengan bantuan komputer sebagai metode yang diterapkan dalam pembelajaran ini adalah :

1. Tutorial  
Metode *tutorial* dalam CBL pada dasarnya mengikuti pengajaran berprogram tipe *branching* dimana informasi atau mata pelajaran disajikan dalam unit-unit kecil, lalu disusul dengan pertanyaan dan respon jawaban dari komputer.
2. *Drills and Practice*  
Model *drills* salah satu strategi pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman belajar melalui penciptaan tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana yang sebenarnya. Biasanya dalam bentuk latihan, soal yang bertujuan untuk menguji kemampuan penampilan siswa melalui kecepatan menyelesaikan latihan yang diberikan program. *Drills and Practice* adalah model pembelajaran akan ditanamkan kebiasaan tertentu dalam bentuk soal dan latihan.
3. *Simulation*  
Model metode ini biasanya yang membawa situasi yang mirip dengan sebenarnya ke dalam kelas. Melaksanakan *cooking class* tanpa langsung mempraktekannya.
4. *Games*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemecahan masalah adalah suatu metode dimana siswa diberi contoh soal, tujuannya untuk menganalisis masalah yang berhubungan dengan materi-materi *Cooking Class*. Contoh pemecahan masalah adalah sebagai berikut :

Sebelum memasak ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

Penyelesaian:

### A. Proses *Cookery*

Proses *cookery* berisikan materi, yaitu pengolahan makanan yang diawali melawati cara mencuci, kemudian mengubah bahan makanan menggunakan terapan panas yang cukup tersebut menjadi makanan yang aman disajikan. Dalam materi ini berisikan membersihkan, mengupas, memasak, memotong kemudian sampai penyajiannya.

### B. *Cooking Methods*

Teknik atau cara memasak materi ini berisikan beberapa cara atau metode. Didalam pengolahan makanan Eropa. Cara memasak basah ( *Cooking With Moist Heat* ), dan Cara Memasak Kering ( *Cooking With Dry Heat* ).

### C. Suhu Makanan ( *Cooking Temperature* )

Materi dalam temperatur atau suhu menjadi patokan Juru Masak. Apakah bahan makanan tersebut sudah aman untuk di konsumsi atau tidak, jika suhu makanan tersebut di mencapai batas minimal ketentuan suhu dikawatirkan makanan tersebut masih berbakteri sehingga bisa keracunan atau sakit perut. Contoh pembelajarannya menggunakan *thermometer* dengan baik dan benar.

### D. *MENU*

Menu adalah daftar makanan yang tersedia untuk pelanggan Pada dasarnya makanan / hidangan yang tersedia haruslah disusun berdasarkan "Menu Skeleton" (kerangka menu) sebagai berikut :

1. *Appetizer* (Hidangan Pembuka)
2. *Soup* (Sop), (masih termasuk hidangan pembuka)
3. *Main Course* (Hidangan Pokok)
4. *Dessert* (Hidangan Penutup)

Penyajian makanan merupakan materi tahap terakhir dari proses pengolahan makanan. Hasil akhir dari penyajian makanan adalah makanan telah tertata secara apik diatas piring hingga tampilan baik dipandang dan memiliki kualitas seni yang tinggi. Setiap pembelajaran memiliki materi yang berbeda baik gambar dan teks selain itu juga terdapat suara berupa musik latar yang terus berjalan selama aplikasi tidak di tutup, latihan bersifat untuk mengingat siswa dan contoh menu makanan yang akan di persentasikan. Bahan yang di Persiapkan adalah Bawang merah, Bawang Bombay, Cabe rawit, Ikan Salmon

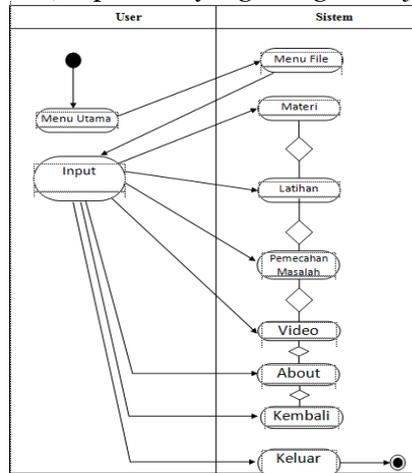


**Gambar 1** Penyajian Makanan

**Model Perancangan**

Adapun model perancangan adalah sebaga berikut:

*Activity Diagram* memperlihatkan aliaran dari suatu aktifitas ke aktifitas lainnya dalam suatu sistem. Diagram aktifitas menggambarkan berbagai alir aktifitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alir berawal, keputusan yang mungkin terjadi, dan bagaimana berakhir.

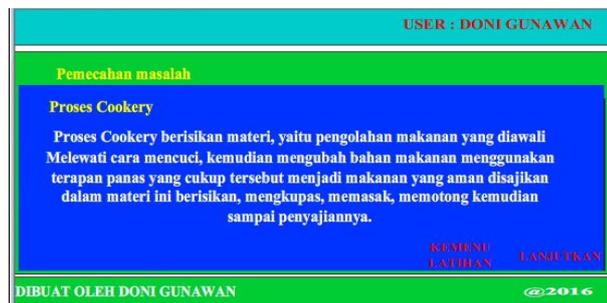


**Gambar 2** Activity Diagram Menu Utama Aplikasi Media Pembelajaran

**Implementasi**

**1. Pemecahan Masalah**

Pada *frame* ini terdapat contoh soal dan penyelesaiannya seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 3** Pemecahan Masalah

Pada *frame* pemecahan masalah, *user* dapat memilih tombol Lihat Penjelasan untuk menampilkan pemecahan/penyelesaian soal, tombol selanjutnya dapat di klik oleh *user* untuk mengakses soal pemecahan masalah selanjutnya. Sedangkan tombol ke menu pilihan berfungsi untuk kembali ke fram menu pilihan.

**1. frame Video**

Pada *frame* ini akan menampilkan beberapa video peristiwa memasak. Pada saat *user* mengakses *frame* video, maka akan disajikan beberapa menu pilihan video yang telah disediakan. *Frame* video dapat dilihan pada gambar dibawah ini:



**Gambar 4.** Frame Menu Video

## KESIMPULAN

1. Pencapaian standar kompetensi yang telah disusun dalam silabus pembelajaran *Cooking Class* SMK Tataboga Semester 1 yang disampaikan secara teoritis di dalam kelas masih sering tidak didapatkan pada akhir pelaksanaan kurikulum.
2. Penyampaian pembelajaran yang sifatnya teoritis kepada para siswa di dalam kelas masih sangat sulit untuk meningkatkan minat dan antusias para siswa untuk mengikutinya, bahkan rasa bosan sering dialami oleh banyak siswa dalam mengikuti mata pelajaran yang sifatnya seperti dimaksud.
3. Metode *Computer Based Learning* (CBL) sebagai salah satu metode pembelajaran berbasis komputer mampu digunakan sebagai salah satu solusi untuk mendukung pencapaian standar kompetensi silabus kurikulum mata pelajaran yang telah disusun, dimana dengan penerapan metode CBL melalui aplikasi media pembelajaran yang berbasis komputer dapat memberi penekanan pada efektifnya durasi waktu yang pelaksanaan RPP di sekolah.
4. Penggunaan media pembelajaran sejarah yang berbasis komputer mampu memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan minat dan keaktifan para siswa dalam mempelajari materi-materi yang ada di dalam aplikasi multimedia ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Educational Institute of the American Hotel & Lodging Association, 2002, 137)  
*Government canada/ cook-temperatures-cuisson/2012.*
- Munir Rinaldi. 2007. Strategi Algoritmik Bandung: Program Studi Teknik Informatika STEI ITB
- Richaard Sihite,S.Sos/ *food product* / 2000.Food Product(Dasar dasar Tata Boga.Penerbit SIC JL. Kali  
Kepiting Surabaya.
- Rohmani Abdah, Meuthia Ulfah/ kegiatan cooking class untuk meningkatkan motorik anak/2007)

## SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN HELM UNTUK PENGENDARA SEPEDA MOTOR DENGAN METODE AHP PADA BADAN PERINDUSTRIAN (BARISTAND) MEDAN

Enma Syahputri

Mahasiswa STMIK BUDI DARMA, Medan  
[syahputri658.es@gmail.com](mailto:syahputri658.es@gmail.com)

**Abstrak.** Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan saat ini, khususnya dibidang ilmu pengetahuan komputer, banyak memberikan dampak yang baik bagi mahasiswa, misalnya bagi mahasiswa yang belajar dibidang ilmu komputer, sedikit banyaknya mahasiswa dapat menerapkan ilmu didalam komputer untuk dijadikan suatu penelitian yang berguna bagi dirinya maupun orang lain. Salah satunya dengan melakukan suatu penelitian terhadap sistem pendukung keputusan pemilihan helm untuk pengendara sepeda motor. Helm adalah bentuk perlindungan tubuh yang dikenakan dikepala dan biasanya dibuat dari metal atau bahan keras lainnya seperti kevlar, serat resin, atau plastik. Analytical Hierarchy Process adalah proses membandingkan satu dengan yang lain dan memberikan output nilai intensitas prioritas berupa hasil penilaian. didalam pemilihan helm memiliki kekurangan dalam memilih kualitas, dapat dilakukan suatu pengujian helm dengan cara melakukan meguji kualitas helm. Pemilihan helm menggunakan AHP merupakan teknik yang digunakan untuk mendapatkan jenis helm yang terbaik.

**Kata Kunci :** Penjualan, Data Mining, Metode Apriori

### PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan pokok manusia yaitu kebutuhan pangan dimana beras merupakan bahan makanan pokok utama masyarakat pada umumnya. Beras dapat dengan mudah diperoleh karena beras dijual bebas diberbagai pasar, toko, grosir dan sebagainya. Hal ini ditandai dengan banyaknya tempat yang menjual beras. Pemerintah juga memiliki sebuah perusahaan umum milik negara yang bergerak dibidang logistic yaitu Perum BULOG. Ruang lingkup bisnis dari BULOG yaitu menjual beras dengan jumlah banyak dan dijual dari skala kecil dan skala besar sesuai dengan pesanan konsumen. Sehingga Perum BULOG harus menentukan strategi untuk dapat meningkatkan penjualan beras yang jual. Semakin tingginya aktivitas transaksi sehari-hari pada Perum BULOG Sub Divre I Medan ini akan menimbulkan penumpukan data yang semakin lama semakin besar dan banyak dalam pembukuan. Namun, data yang terkumpul tersebut jarang dilihat lagi dan menjadi kendala dalam melihat data yang telah lalu. Perlunya melihat tumpukan data yang telah lalu bertujuan untuk mendapatkan informasi yang berguna membantu dalam proses penjualan beras. Salah satu teknik yang digunakan untuk mendapatkan informasi dari tumpukan data tersebut adalah data mining.

Data mining adalah serangkaian proses untuk menanggapi nilai tambah atau pola-pola dari suatu kumpulan data berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual. Dimana mengubah data tersebut menjadi sebuah informasi. Dalam penerapan data mining menggunakan beberapa algoritma salah satu algoritma yang digunakan yaitu algoritma *Apriori*. Secara umum algoritma *Apriori* merupakan algoritma yang digunakan untuk menemukan pola dan relasi frekuensi tinggi dengan menggunakan teknik *association rule*.

### BAHAN dan METODE

#### Bahan

Adapun beras BULOG yang akan dijadikan sampel adalah beras dari Thailand dan Vietman, dengan masing-masing transaksi sebagai berikut: untuk Beras Thailand 5% sebesar 39 transaksi, beras Thailand 10% sebanyak 15 transaksi, beras Thailand 15% sebanyak 8 transaksi dan beras Thailand 20% sebanyak 5 transaksi. Sedangkan untuk beras Vietman 5% sebanyak 38 transaksi, beras Vietman 10% sebanyak 17 transaksi, beras Vietnam 15% sebanyak 15 transaksi, dan untuk beras Vietnam 20% sebanyak 3 transaksi.

#### Metode

Data mining adalah proses mencari pola atau informasi menarik dalam data terpilih dengan menggunakan teknik atau metode tertentu. Teknik, metode dalam data mining sangat bervariasi dan pemilihan metode atau algoritma yang tepat tergantung pada tujuan dan proses *Knowledge Discovery in Database* secara keseluruhan. Menurut Feri Sulianta, Dominikus Juju dalam bukunya yang berjudul "Data Mining Meramalkan Bisnis Perusahaan", Data mining menganalisa prospektifitas dengan modus riwayat masa lampau atau *historis* yang biasanya digunakan dalam penunjang keputusan. Data mining merupakan proses yang interaktif atau terotomatisasi untuk menemukan pola (*pattern*) data tersebut dan memprediksi kelakuan (*trend*) dimasa mendatang berdasarkan pola data tersebut.

**ALGORITMA APRIORI**

Algoritma *apriori* dibagi menjadi beberapa tahap yang disebut narasi atau *pass*.

1. Pembentukan kandidat *itemset*, kandidat *k-itemset* dibentuk dari kombinasi (*k-1*)-*itemset* yang didapat dari iterasi sebelumnya. Satu cara dari algoritma *apriori* adalah adanya pemangkasan kandidat *k-itemset* yang *subset*-nya yang berisi *k-1* item tidak termasuk dalam pola frekuensi tinggi dengan panjang *k-1*.
2. Penghitungan *support* dari tiap kandidat *k-itemset*. *Support* dari tiap kandidat *k-itemset* didapat dengan menscan *database* untuk menghitung jumlah transaksi yang memuat semua *item* didalam kandidat *k-itemset* tersebut. Ini adalah juga ciri dari algoritma *apriori* dimana diperlukan penghitungan dengan cara seluruh *database* sebanyak *k-itemset* terpanjang.
3. Tetapkan pola frekuensi tinggi. Pola frekuensi tinggi yang memuat *k item* atau *k-itemset* ditetapkan dari kandidat *k-itemset* yang *support*-nya lebih besar dari minimum *support*.
4. Bila tidak didapat pola frekuensi tinggi baru maka seluruh proses dihentikan. Bila tidak, maka *k* ditambah satu dan kembali bagian 1.

Adapun metodologi dasar analisis asosiasi yang dibagi menjadi dua tahap antaralain sebagai berikut :

1. Analisis Pola frekuensi Tinggi

Tahap dalam mencari pola kombinasi item yang memenuhi syarat minimum dari nilai *support* dalam *database*. Nilai *support* sebuah item diperoleh dengan rumus yang terdapat pada rumus 3.1 dan 3.2

$$Support (A) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ A}{Total\ transaksi}$$

Sedangkan nilai *support* dari 2 item diperoleh dari rumus berikut:

$$Support (A,B) = P (A \cap B) = \frac{\sum Transaksi\ mengandung\ A\ dan\ B}{\sum Transaksi}$$

2. Pembentukan aturan Asosiasi

Setelah semua pola frekuensi tinggi ditemukan, barulah dicari aturan asosiasi yang memenuhi syarat minimum untuk *confidence* dengann menghitung *confidence* aturan asosiatif  $A \rightarrow B$  yang terdapat pada rumus 3.3

$$Confidence = P \left( \frac{B}{A} \right) = \frac{\sum Transaksi\ mengandung\ A\ dan\ B}{\sum Transaksi\ mengandung\ A}$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sistem pendataan penjualan beras pada Perum BULOG telah tersusun baik. Tapi belum efektif karena data penjualan yang ada hanya digunakan sebagai arsip laporan penjualan yang tidak dimanfaatkan dengan baik oleh Perum BULOG. Sehingga Perum BULOG memerlukan teknik dalam mengolah data untuk menemukan pola kombinasi dan hubungan antar *item* yakni menemukan atribut *item* yang dibeli secara bersamaan sehingga dapat dijadikan sebagai satu acuan untuk pengembangan strategi dalam meningkatkan penjualan beras.

Maka dapat dilakukan analisa terhadap data penjualan untuk menemukan pola kombinasi pembelian dan hubungan antar item di dalam transaksi. Berikut merupakan beberapa sampel data transaksi penjualan yang dapat dijadikan sampel untuk analisis dan juga untuk pengujian.

**Tabel 1.** Data Transaksi Penjualan Beras

| No Transaksi Penjualan | Beras yang dibeli                                                                                       |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                      | Beras Thailand 5% 50 kg, Beras Thailand 10% 100 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg.                            |
| 2                      | Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Thailand 10% 20 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg, Beras Vietnam 10% 50kg.    |
| 3                      | Beras Thailand 15% 50 kg, Beras Thailand 20% 10 kg, Beras Vietnam 15% 50 kg, Beras Vietnam 5% 50 kg.    |
| 4                      | Beras Thailand 5% 50 kg, Beras Thailand 10% 50 kg, Beras Thailand 20 % 50 kg, Beras Thailand 15% 50 kg. |
| 5                      | Beras Vietnam 5% 100 kg, Beras Vietnam 10% 100kg.                                                       |
| 6                      | Beras Vietnam 5% 50 kg, Beras Vietnam 10% 100 kg, Beras Vietnam 15% 50 kg, Beras Vietnam 20% 50kg.      |
| 7                      | Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Thailand 10% 100 kg, Beras Vietnam 5% 50 kg, Beras Vietnam 10% 100 kg.  |
| 8                      | Beras Thailand 5% 500 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg,                                                      |
| 9                      | Beras Thailand 5% 50 kg, Beras Vietnam 15% 50 kg, Beras Vietnam 10% 50 kg.                              |

|    |                                                                                                        |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | Beras Thailand 10% 50 kg, Beras Thailand 20% 50 kg, Beras Vietnam 5% 50 kg.                            |
| 11 | Beras Vietnam 15% 10kg, Beras Vietnam 5% 100 kg.                                                       |
| 12 | Beras Vietnam 5% 100kg, Beras Thailand 5% 100 kg.                                                      |
| 13 | Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg, Beras Vietnam 10% 50 kg.                            |
| 14 | Beras Thailand 5% 100 kg.                                                                              |
| 15 | Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg.                                                     |
| 16 | Beras Vietnam 5% 100 kg, Beras Vietnam 10% 50 kg.                                                      |
| 17 | Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Thailand 10% 50 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg.                           |
| 18 | Beras Vietnam 5% 100 kg, Beras Vietnam 10% 50 kg, Beras Vietnam 15% 10 kg.                             |
| 19 | Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg, Beras Vietnam 10% 50 kg.                            |
| 20 | Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg.                                                     |
| 21 | Beras Thailand 5% 1000 kg, Beras Vietnam 15% 50 kg.                                                    |
| 22 | Beras Thailand 10% 50 kg, Beras Vietnam 15% 50 kg, Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Thailand 20% 10 kg. |
| 23 | Beras Thailand 10% 50 kg, Beras Vietnam 15% 50 kg.                                                     |
| 24 | Beras Thailand 5% 1000 kg, Beras Vietnam 5% 500kg.                                                     |
| 25 | Beras Thailand 5% 1500 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg.                                                    |
| 26 | Beras Thailand 5% 1000 kg, Beras Vietnam 15% 50 kg.                                                    |
| 27 | Beras Thailand 10% 50 kg, Beras Vietnam 10% 50 kg.                                                     |
| 28 | Beras Vietnam 10% 50 kg, Beras Vietnam 15% 50 kg.                                                      |
| 29 | Beras Vietnam 15% 50 kg, Beras Thailand 15% 50 kg.                                                     |
| 30 | Beras Thailand 5% 1500 kg, Beras Vietnam 5% 1500 kg                                                    |
| 31 | Beras Thailand 5% 50 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg.                                                      |
| 32 | Beras Thailand 5% 1000 kg.                                                                             |
| 33 | Beras Thailand 10% 50 kg, Beras Vietnam 10% 50 kg.                                                     |
| 34 | Beras Thailand 10% 50 kg, Beras Thailand 15% 50 kg.                                                    |
| 35 | Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Thailand 15% 50 kg.                                                    |
| 36 | Beras Thailand 5% 1500 kg, Beras Vietnam 5% 1000 kg.                                                   |
| 37 | Beras Vietnam 5% 100 kg.                                                                               |
| 38 | Beras Thailand 20% 25 kg, Beras Vietnam 20% 25 kg,                                                     |
| 39 | Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg.                                                     |
| 40 | Beras Thailand 15% 50 kg, Beras Vietnam 15% 25 kg.                                                     |
| 41 | Beras Thailand 10% 75kg, Beras Vietnam 10% 75 kg.                                                      |
| 42 | Beras Vietnam 15% 10kg, Beras Vietnam 5% 100 kg.                                                       |
| 43 | Beras Thailand 5% 50 kg, Beras Vietnam 15% 50 kg, Beras Vietnam 10% 50 kg.                             |
| 44 | Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg.                                                     |
| 45 | Beras Thailand 5% 50 kg, Beras Vietnam 5% 50 kg, Beras Vietnam 20% 25 kg.                              |
| 46 | Beras Vietnam 5% 50 kg, Beras Thailand 5% 100 kg.                                                      |
| 47 | Beras Thailand 5% 150 kg, Beras Vietnam 5% 150 kg.                                                     |
| 48 | Beras Thailand 5% 750 kg, Beras Thailand 15% 75 kg.                                                    |
| 49 | Beras Thailand 5% 1500 kg.                                                                             |
| 50 | Beras Vietnam 5% 1500 kg.                                                                              |
| 51 | Beras Thailand 10% 100 kg, Beras Thailand 5% 1500 kg.                                                  |
| 52 | Beras Vietnam 5% 500 kg, Beras Thailand 5% 500 kg.                                                     |
| 53 | Beras Thailand 10% 50 kg, Beras Thailand 15% 25 kg Beras Vietnam 10% 50 kg, Beras Vietnam 15% 25 kg    |
| 54 | Beras Thailand 5% 1500 kg, Beras Vietnam 5% 1000kg.                                                    |
| 55 | Beras Thailand 5% 150 kg, Beras Vietnam 5% 100 kg.                                                     |
| 56 | Beras Vietnam 5% 100 kg, Beras Vietnam 10% 75 kg, Beras Vietnam 15% 50 kg.                             |
| 57 | Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Vietnam 5% 150 kg.                                                     |

|    |                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------|
| 58 | Beras Vietnam 5% 150 kg, Beras Thailand 5% 100 kg, Beras Thailand 10% 50 kg,. |
| 59 | Beras Vietnam 5% 250 kg, Beras Thailand 5% 200 kg.                            |
| 60 | Beras Thailand 5% 250 kg, Beras Vietnam 5% 300 kg                             |

Data pada tabel 1 adalah data transaksi penjualan beras pertransaksi pelanggan. Maka dibawah ini terdapat kode *Item* beras dan jumlah transaksi penjualan beras yang terdapat pada tabel 2

**Tabel 2** Kode *Item* Beras dan Jumlah Transaksi Penjualan Beras

| No. | Item Beras         | Kode Beras | Jumlah Transaksi |
|-----|--------------------|------------|------------------|
| 1   | Beras Thailand 5%  | T5         | 39 transaksi     |
| 2   | Beras Thailand 10% | T10        | 15 transaksi     |
| 3   | Beras Thailand 15% | T15        | 8 transaksi      |
| 4   | Beras Thailand 20% | T20        | 5 transaksi      |
| 5   | Beras Vietnam 5%   | V5         | 38 transaksi     |
| 6   | Beras Vietnam 10%  | V10        | 17 transaksi     |
| 7   | Beras Vietnam 15%  | V15        | 15 transaksi     |
| 8   | Beras Vietnam 20%  | V20        | 3 transaksi      |

Hal yang perlu dilakukan dalam tahap pola frekuensi tinggi yaitu dengan cara mencari pola kombinasi *item* yang memenuhi syarat minimum dari nilai *support* dalam *database*, maka terdapat beberapa rumus kombinasi *itemset* sebagai berikut :

1. Pembentukan *1-Itemset*

Berikut merupakan perhitungan *support*(%) untuk 1 (satu) *item*:

$$Support(A) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ A}{Total\ transaksi}$$

Tahap mencari kombinasi *item* yang memenuhi syarat minimum dari nilai *support* yang ada. Berikut merupakan perhitungan *support*(%) untuk 1 (satu) *item* beras:

$$Support(T5) = \frac{jumlah\ transaksi\ mengandung\ T5}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{39}{60} \times 100\% = 65\%$$

$$Support(T10) = \frac{jumlah\ transaksi\ mengandung\ T10}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{15}{60} \times 100\% = 25\%$$

$$Support(T15) = \frac{jumlah\ transaksi\ mengandung\ T15}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{8}{60} \times 100\% = 13,33\%$$

$$Support(T20) = \frac{jumlah\ transaksi\ mengandung\ T20}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{5}{60} \times 100\% = 8,33\%$$

$$Support(V5) = \frac{jumlah\ transaksi\ mengandung\ V5}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{38}{60} \times 100\% = 63,33\%$$

$$Support(V10) = \frac{jumlah\ transaksi\ mengandung\ V10}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{17}{60} \times 100\% = 28,33\%$$

$$Support(V15) = \frac{jumlah\ transaksi\ mengandung\ 15}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{15}{60} \times 100\% = 25\%$$

$$Support(V20) = \frac{jumlah\ transaksi\ mengandung\ V20}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{3}{60} \times 100\% = 5\%$$

Bila disajikan dalam bentuk tabel maka *support* dari tiap *item* beras adalah seperti tampak pada tabel 3

**Tabel 3** *Support* dari Tiap Item Beras

| No. | Kode Beras | Support | Support(%) |
|-----|------------|---------|------------|
| 1   | T5         | 39/60   | 65%        |
| 2   | T10        | 15/60   | 25%        |
| 3   | T15        | 8/60    | 13,33%     |
| 4   | T20        | 5/60    | 8,33%      |
| 5   | V5         | 38/60   | 63,33%     |
| 6   | V10        | 17/60   | 28,67%     |
| 7   | V15        | 15/60   | 25%        |
| 8   | V20        | 3/60    | 5%         |

Berdasarkan data *support* dari tiap *itemset* beras yang terdapat pada tabel 3 di atas, dapat ditetapkan *support* minimal sebesar 15% yang memenuhi *support* minimal dapat dilihat pada tabel 4

**Tabel 4** *Item* Beras yang Memenuhi *Support* Minimal

| No. | Kode Beras | Support(%) |
|-----|------------|------------|
| 1   | T5         | 65%        |
| 2   | T10        | 25%        |
| 3   | V5         | 28,33%     |
| 4   | V10        | 25%        |
| 5   | V15        | 28,33%     |

2. Kombinasi 2-Itemset

Berikut merupakan perhitungan *support*(%) untuk 2 (dua) *itemsets* :

$$Support(A, B) = \frac{\sum Transaksi\ mengandung\ A\ dan\ B}{\sum Transaksi}$$

Berdasarkan data *item* beras yang memenuhi *support* minimal pada tabel 4, maka dibentuklah kandidat kombinasi 2-*itemsets* yang ada pada tabel 5

Tabel 5 Kandidat Kombinasi 2-Itemsets

| No. | Kode Beras | Jumlah Transaksi |
|-----|------------|------------------|
| 1   | T5,T10     | 8 transaksi      |
| 2   | T5,V5      | 27 transaksi     |
| 3   | T5,V10     | 6 transaksi      |
| 4   | T5,V15     | 5 transaksi      |
| 5   | T10,V5     | 6 transaksi      |
| 6   | T10,V10    | 6 transaksi      |
| 7   | T10,V15    | 3 transaksi      |
| 8   | V5,V10     | 9 transaksi      |
| 9   | V5,V15     | 6 transaksi      |
| 10  | V10,V15    | 7 transaksi      |

Berikut ini merupakan hasil perhitungan *support*(%) dari kombinasi 2 *item* beras yang terdapat pada tabel 4.7

$$Support(T5,T10) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ T5\ dan\ T10}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{8}{60} \times 100\% = 13,33\%$$

$$Support(T5,V5) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ T5\ dan\ T20}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{27}{60} \times 100\% = 45\%$$

$$Support(T5,V10) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ T5\ dan\ V10}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{6}{60} \times 100\% = 10\%$$

$$Support(T5,V15) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ T5\ dan\ V15}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{5}{60} \times 100\% = 8,33\%$$

$$Support(T10,V5) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ T10\ dan\ V5}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{6}{60} \times 100\% = 10\%$$

$$Support(T10,V10) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ T10\ dan\ V10}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{6}{60} \times 100\% = 10\%$$

$$Support(T10,V15) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ T10\ dan\ V15}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{3}{60} \times 100\% = 5\%$$

$$Support(V5,V10) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ V5\ dan\ V10}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{9}{60} \times 100\% = 15\%$$

$$Support(V5,V15) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ T10\ dan\ V15}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{6}{60} \times 100\% = 10\%$$

$$Support(V10,V15) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ V10\ dan\ V15}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{7}{60} \times 100\% = 11,67\%$$

Bila disajikan dalam bentuk tabel maka *support* dari setiap kombinasi 2 *item* beras yang telah diselesaikan diatas maka dapat dijabarkan dalam bentuk tabel adalah seperti sebagai berikut yang terdapat pada tabel 6

Tabel 6 Support Kombinasi 2 items

| No. | KodeBeras | Support | Support(%) |
|-----|-----------|---------|------------|
| 1   | T5,T10    | 8/60    | 13,33%     |
| 2   | T5,V5     | 27/60   | 45%        |
| 3   | T5,V10    | 6/60    | 10%        |
| 4   | T5,V15    | 5/60    | 8,33%      |
| 5   | T10,V5    | 6/60    | 10%        |
| 6   | T10,V10   | 6/60    | 10%        |
| 7   | T10,V15   | 3/60    | 5%         |
| 8   | V5,V10    | 9/60    | 15%        |
| 9   | V5,V15    | 6/60    | 10%        |

|    |         |      |        |
|----|---------|------|--------|
| 10 | V10,V15 | 7/60 | 11,67% |
|----|---------|------|--------|

Minimal *support* yang ditentukan adalah 10%, maka kombinasi 2 *item* yang memenuhi minimal *support* yaitu  $F_2 : \{\{T5,T10\}, \{T5,V5\}, \{T5,V10\}, \{T10,V5\}, \{V5,V10\}, \{T10,V10\}, \{V5,V15\}, \{V10,V15\}\}$ . Kombinasi 2 *item* yang memenuhi minimal *support* sebesar 10% dapat dilihat pada tabel 7

**Tabel 7** Kombinasi 2 *Item* Yang Memenuhi *Support* Minimal

| No. | Kode Beras | Support(%) |
|-----|------------|------------|
| 1   | T5,T10     | 13,33%     |
| 2   | T5,V5      | 45%        |
| 3   | T5,V10     | 10%        |
| 4   | T10,V5     | 10%        |
| 5   | V5,V10     | 15%        |
| 6   | T10,V10    | 10%        |
| 7   | V5,V15     | 10%        |
| 8   | V10,V15    | 11,67%     |

3. Kombinasi 3-*Itemset*

Berikut ini merupakan perhitungan *support*(%) untuk 3 (tiga) *itemsets* :

$$Support(A, B, C) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ A, B\ dan\ C}{Total\ transaksi}$$

Kombinasi 3 *item* diambil dari kombinasi 2 *item* beras yang memenuhi *support* minimal yang telah ditentukan sebesar 15% yaitu : { (T5,V5), (V5,V10)}. Berikut merupakan kandidat kombinasi 3 *item* yang dapat dilihat pada tabel 8

**Tabel 8** Kandidat Kombinasi 3-*Itemsets* Beras

| No | Kode Beras | Jumlah Transaksi |
|----|------------|------------------|
| 1  | T5,V5,V10  | 4 transaksi      |

Berikut merupakan perhitungan *support*(%) untuk kandidat 3-*itemsets* beras tersebut:

$$Support(T5,V5,V10) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ T5,V5,V10}{Total\ Transaksi} \times 100\% = \frac{4}{60} \times 100\% = 6,67\%$$

Jika disajikan dalam bentuk tabel maka *support* dari kombinasi 3 *itemsets* beras sebagai berikut yang ada pada tabel 9

**Tabel 9** *Support* Kombinasi 3 *Items*

| No | Kode Beras | Support | Support(%) |
|----|------------|---------|------------|
| 1  | T5,V5,V10  | 4/60    | 6,67%      |

Minimal *support* yang ditentukan adalah 5%, maka kombinasi 3 *item* beras yang tidak memenuhi minimal *support* akan dihilangkan, sehingga dapat diperoleh  $F_3 = \{\{T5,V5,V10\}\}$ . Kombinasi 3 *item* yang memenuhi minimal *support* sebesar 5% maka dapat dilihat pada tabel 10

**Tabel 10** Kombinasi 3 *Item* yang Memenuhi *Support* Minimal

| No. | Kode      | Support(%) |
|-----|-----------|------------|
| 1   | T5,V5,V10 | 5%         |

Karena kombinasi 3 *item* hanya 1 (satu) kombinasi yang memenuhi *support* minimal maka hanya terdapat 3 jenis *item*, sehingga untuk pembentukan kombinasi 4 *item* tidak dapat dilakukan maka kombinasi 3 *item*, 2 *item* dan kombinasi 1 *item* yang memenuhi untuk pembentukan aturan asosiasi.

Setelah semua pola frekuensi tinggi ditemukan, barulah dicari aturan asosiasi yang memenuhi syarat minimum untuk *confidence* dengan menghitung *confidence* aturan asosiatif  $A \rightarrow B$ . Karena kombinasi 4 *item* tidak ada yang memenuhi *support* minimal, maka kombinasi 3 *item* dan kombinasi 2 *item* yang memenuhi untuk melakukan pembentukan aturan asosiasi.

Berikut merupakan rumus perhitungan nilai *confidence*(%) dari pola frekuensi tinggi yang memenuhi syarat yang telah ditentukan.

Perhitungan nilai *confidence* dari  $F_3$  yang telah ditemukan:

$$Confidence = P(A | BC) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ A, B\ dan\ C}{Jumlah\ Transaksi\ mengandung\ B\ dan\ C}$$

Berikut ini merupakan cara perhitungan nilai *confidence*(%) dari pola  $F_3$  yang memenuhi syarat sebagai berikut :

$$Confidence = P(T5 | V5, V10) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ T5, V5\ dan\ V10}{Jumlah\ Transaksi\ mengandung\ V5\ dan\ V10} \times 100\% = \frac{4}{9} \times 100\% = 44,44\%$$

$$Confidence = P(V5 | T5, V10) = \frac{Jumlah\ transaksi\ mengandung\ T5, V5\ dan\ V10}{Jumlah\ Transaksi\ mengandung\ T5\ dan\ V10} \times 100\% = \frac{4}{6} \times 100\% = 66,67\%$$

$$\begin{aligned} \text{Confidence} = P(V_{10} | T_5, V_5) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } T_5, V_5 \text{ dan } V_{10}}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } T_5 \text{ dan } V_5} \times 100\% \\ &= \frac{4}{27} \times 100\% = 14,81\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Confidence} = P(V_5, V_{10} | T_5) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } T_5, V_5 \text{ dan } V_{10}}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } T_5} \times 100\% \\ &= \frac{4}{39} \times 100\% = 10,25\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Confidence} = P(T_5, V_{10} | T_5) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } T_5, V_5 \text{ dan } V_{10}}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } V_5} \times 100\% \\ &= \frac{4}{38} \times 100\% = 10,52\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Confidence} = P(T_5, V_5 | V_{10}) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } T_5, V_5 \text{ dan } V_{10}}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } V_{10}} \times 100\% \\ &= \frac{4}{17} \times 100\% = 23,52\% \end{aligned}$$

Dari  $F_3$  yang telah ditemukan, dapat dilihat besarnya nilai *support* dan *confidence* dari calon aturan asosiasi yang terdapat pada tabel 11

**Tabel 11** Calon Aturan Asosiasi dari  $F_3$

| Aturan                                                    | Support(%) | Confidence | Confidence (%) |
|-----------------------------------------------------------|------------|------------|----------------|
| Jika membeli $V_5$ dan $V_{10}$ , maka akan membeli $T_5$ | 10%        | 4/9        | 44,44%         |
| Jika membeli $T_5$ dan $V_{10}$ , maka akan membeli $V_5$ | 10%        | 4/6        | 66,67%         |
| Jika membeli $T_5$ dan $V_5$ , maka akan membeli $V_{10}$ | 10%        | 4/27       | 14,81%         |
| Jika membeli $T_5$ , maka akan membeli $V_5$ dan $V_{10}$ | 10%        | 4/39       | 10,25%         |
| Jika membeli $V_5$ , maka akan membeli $T_5$ dan $V_{10}$ | 10%        | 4/38       | 10,52%         |
| Jika membeli $V_{10}$ , maka akan membeli $T_5$ dan $V_5$ | 10%        | 4/17       | 23,52%         |

Perhitungan nilai *confidence* dari  $F_2$  yang telah ditentukan:

$$\text{Confidence} = P(A | B) = \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } A \text{ dan } B}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } B}$$

Dibawah ini merupakan perhitungan nilai *confidence* dari  $F_2$  yang telah ditentukan:

$$\begin{aligned} \text{Confidence} = P(T_5 | T_{10}) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } T_5 \text{ dan } T_{10}}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } T_{10}} \times 100\% \\ &= \frac{8}{15} \times 100\% = 53,33\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Confidence} = P(T_{10} | T_5) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } T_5 \text{ dan } T_{10}}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } T_5} \times 100\% \\ &= \frac{8}{39} \times 100\% = 20,51\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Confidence} = P(T_5 | V_5) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } T_5 \text{ dan } V_5}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } V_5} \times 100\% \\ &= \frac{27}{38} \times 100\% = 71,05\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Confidence} = P(V_5 | T_5) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } T_5 \text{ dan } V_5}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } T_5} \times 100\% \\ &= \frac{27}{39} \times 100\% = 69,23\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Confidence} = P(T_5 | V_{10}) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } T_5 \text{ dan } V_{10}}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } V_{10}} \times 100\% \\ &= \frac{6}{17} \times 100\% = 35,29\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Confidence} = P(V_{10} | T_5) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } V_{10} \text{ dan } T_5}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } T_5} \times 100\% \\ &= \frac{6}{39} \times 100\% = 15,39\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Confidence} = P(T10 | V5) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } T10 \text{ dan } V5}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } V5} \times 100\% \\
 &= \frac{6}{38} \times 100\% = 15,79\% \\
 \text{Confidence} = P(V5 | T10) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } V5 \text{ dan } T10}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } T10} \times 100\% \\
 &= \frac{6}{15} \times 100\% = 40\% \\
 \text{Confidence} = P(V5 | V10) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } V5 \text{ dan } V10}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } V10} \times 100\% \\
 &= \frac{9}{17} \times 100\% = 52,95\% \\
 \text{Confidence} = P(V10 | V5) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } V10 \text{ dan } V5}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } V5} \times 100\% \\
 &= \frac{9}{38} \times 100\% = 23,69\% \\
 \text{Confidence} = P(T10 | V10) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } T10 \text{ dan } V10}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } V10} \times 100\% \\
 &= \frac{6}{17} \times 100\% = 35,30\% \\
 \text{Confidence} = P(V10 | T10) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } V10 \text{ dan } T10}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } T10} \times 100\% \\
 &= \frac{6}{15} \times 100\% = 40\% \\
 \text{Confidence} = P(V5 | V15) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } V5 \text{ dan } V15}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } V15} \times 100\% \\
 &= \frac{6}{15} \times 100\% = 40\% \\
 \text{Confidence} = P(V15 | V5) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } V15 \text{ dan } V5}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } V5} \times 100\% \\
 &= \frac{6}{38} \times 100\% = 15,79\% \\
 \text{Confidence} = P(V10 | V15) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } V10 \text{ dan } V15}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } V15} \times 100\% \\
 &= \frac{7}{15} \times 100\% = 46,67\% \\
 \text{Confidence} = P(V15 | V10) &= \frac{\text{Jumlah transaksi mengandung } V15 \text{ dan } V10}{\text{Jumlah Transaksi mengandung } V5} \times 100\% \\
 &= \frac{7}{38} \times 100\% = 18,42\%
 \end{aligned}$$

Besarnya nilai *support* dan *confidence* dari calon aturan asosiasi dari  $F_2$  dapat dilihat pada tabel 12  
**Tabel 12** Calon Aturan Asosiasi dari  $F_2$

| Aturan                                  | Support(%) | Confidence | Confidence(%) |
|-----------------------------------------|------------|------------|---------------|
| Jika membeli T5, maka akan membeli T10  | 13,33%     | 8/15       | 53,33%        |
| Jika membeli T10, maka akan membeli T5  | 13,33%     | 8/39       | 20,51%        |
| Jika membeli T5, maka akan membeli V5   | 45%        | 27/38      | 71,05%        |
| Jika membeli V5, maka akan membeli T5   | 45%        | 27/39      | 69,23%        |
| Jika membeli T5, maka akan membeli V10  | 10%        | 6/17       | 35,29%        |
| Jika membeli V10, maka akan membeli T5  | 10%        | 6/39       | 15,39%        |
| Jika membeli T10, maka akan beli V5     | 10%        | 6/38       | 15,79%        |
| Jika membeli V5, maka akan beli T10     | 10%        | 6/15       | 40%           |
| Jika membeli V5, maka akan membeli V10  | 15%        | 9/17       | 52,95%        |
| Jika membeli V10, maka akan membeli V5  | 15%        | 9/38       | 23,69%        |
| Jika membeli T10, maka akan beli V10    | 10%        | 6/17       | 35,30%        |
| Jika membeli V10, maka akan beli T10    | 10%        | 6/15       | 40%           |
| Jika membeli V5, maka akan membeli V15  | 10%        | 6/15       | 40%           |
| Jika membeli V15, maka akan membeli V5  | 10%        | 6/38       | 15,79%        |
| Jika membeli V10, maka akan membeli V15 | 11,67%     | 7/15       | 46,67%        |
| Jika membeli V15, maka akan membeli V10 | 11,67%     | 7/38       | 18,42%        |

Jika ditetapkan nilai *confidence* minimal adalah 50%, maka aturan asosiasi yang terbentuk terurut berdasarkan nilai *confidence* terbesar adalah dapat dilihat pada tabel 12 berikut

**Tabel 13** Aturan Asosiasi yang Terbentuk

| Aturan                                | Support (%) | Confidence(%) |
|---------------------------------------|-------------|---------------|
| Jika membeli T5 maka akan membeli T10 | 13,33%      | 53,33%        |
| Jika membeli T5 maka akan membeli V5  | 45%         | 71,05%        |
| Jika membeli V5 maka akan membeli T5  | 45%         | 69,23%        |
| Jika membeli V5 maka akan membeli V10 | 15%         | 52,95%        |

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat kita ketahui bahwa aturan asosiasi yang terbentuk adalah sebanyak 4 aturan yang dapat dilihat pada tabel 4.14 di atas. Dengan terbentuknya aturan asosiasi ini maka Perum BULOG dapat membuat strategi pemasaran untuk meningkatkan penjualan beras.

Dari tahap-tahap yang telah dilakukan di atas, maka *item* yang memenuhi nilai *confidence* terbesar dengan *minimum confidence* sebesar 50%, berdasarkan aturan asosiasi yang terbentuk maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jika membeli beras T5 maka akan membeli beras T10 dengan *support* 13,33% dan *confidence* 53,33%.
  2. Jika membeli beras T5 maka akan membeli beras V5 dengan *support* 45% dan *confidence* 71,05%.
  3. Jika membeli beras V5 maka akan membeli beras T5 dengan *support* 45% dan *confidence* 69,23%.
  4. Jika membeli beras V5 maka akan membeli beras V10 dengan *support* 15% dan *confidence* 52,95%.
- Dari perhitungan di atas, maka kombinasi *item-item* dengan nilai *support* dan *confidence* paling tinggi akan dijadikan kombinasi untuk menentukan beras mana yang harus di sediakan lebih banyak.

#### **KESIMPULAN.**

1. Data mining dapat membantu Perum BULOG Sub Divre I Medan dalam menemukan informasi dari tumpukan data yang ada sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan untuk meningkatkan penjualan beras.
2. Penerapan metode *apriori* berguna untuk menghasilkan sejumlah komposisi *itemset* dengan nilai *asosiasi* yang tinggi berdasarkan banyaknya jumlah data penjualan.
3. Pengujian data mining penjualan beras dengan menggunakan metode *apriori* pada Tanagra berdasarkan perhitungan *assosiatif rule* dapat diketahui beras apa saja yang laku terjual, sehingga perusahaan dapat menyusun strategi penjualan untuk meningkatkan penjualan. Semakin banyak data penjualan yang dimasukkan dan diolah, maka semakin tinggi dan bervariasi juga kombinasi *item*, nilai *support* dan *confidence* yang dihasilkan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Guntur Setiawan, 2004. Implementasi Dalam Birokrasi Pembangunan. Penerbit Remaja Rosda Karya. Bandung.
- Feri Sulianta dan Dominikus Juju, 2010. Data Mining : Meramalkan Bisnis Perusahaan. Penerbit PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Fajar astuti Hermawati, 2013. Data Mining. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Kusrini, 2007. Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Kusrini dan Emha Taufiq Luthfi. 2009. Algoritma Data Mining. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Efori Buulolo (2013). Implementasi Algoritma Apriori Pada Sistem Persediaan Obat (Studi Kasus : Apotik Rumah Sakit Estomihi Medan). Jurnal Pelita Volume : IV, Nomor : 1.
- Wirdah Choiriah (2016). Penggunaan Algoritma *apriori* Pada Data Mining Untuk Mengetahui Tingkat Kesehatan Konsumen Terhadap Merek Kendaraan Bermotor (Studi Kasus : Dealer Honda Rumbai). Jurnal Pelita Volume : VII, Nomor : 1

## **SISTEM PENGAMANAN SEPEDA MOTOR BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC**

**Hariandi Manurung**

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan

[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Pencurian sepeda motor sangat sering terjadi meskipun sepeda motor sudah di pasang pengamanan sepeda motor baik dengan mengunci stang, menggembok cakram pada ban dan memasang alat pengaman dengan kendali remote control, pengamanan ini masih bisa di bobol dan jarak kendali dari remote control tidak bisa mengamankan sepeda motor dari jarak yang sangat jauh sekali. Himpunan fuzzy, keanggotaan suatu elemen di dalam himpunan dinyatakan dengan derajat keanggotaan (*membership values*) yang nilainya terletak di antara selang. (sri kusumadewi,2002:2) sedangkan Mikrokontroler, sesuai namanya adalah suatu alat atau komponen pengontrol yang berukuran kecil (*micro*). Rancangan pengamanan sepeda motor berbasis mikrokontroler IC AT89S51 menggunakan metode Fuzzy logic dimana alat pengaman sepeda motor ini menggunakan aplikasi SMS sebagai media pengirim kode pengamanan dan IC AT89S51 sebagai pengendali, pemrograman menggunakan software MIDE.

**Kata Kunci :** Pengamanan sepeda motor, mikrokontroler AT89S51, Metode Fuzzy Logic mamdani

### **PENDAHULUAN**

perkembangan jaman kejahatan kriminal sering kali terjadi pencurian sepeda motor (*curamor*) maupun perampasan sepeda motor, keamanan sepeda motor baik dengan mengunci stang pada sepeda motor maupun menambah pengaman pada sepeda motor seperti nambahkan pengamanan pengembokan sepeda motor belum tentu menjamin keamanan sepeda motor, Karna bisa saja kendaraan sepeda motor yang di tambah dengan penambahan pengaman ganda bisa di curi dengan menaikan kendaraan sepeda motor ke bak mobil *pick up*. Dan memasang alat pengamanan sepeda motor yang kendalinya menggunakan *remote* belum juga menjamin disebabkan alat pengamanan yang kendalinya menggunakan *remote* tidak bisa melakukan kendali pada alat keamanan dari jarak sangat jauh. Salah satu komunikasi jarak jauh yang sering digunakan adalah melalui *Short Message Service* (SMS). Sms ini dapat juga digunakan untuk melakukan pengiriman data. Salah satu pengiriman data yang sering dipakai. Sistem pengiriman data menggunakan (SMS) merupakan sistem pengirim data dengan dua buah perangkat, yaitu pengirim dan penerima. Sehingga dapat membantu segala macam komunikasi manusia. Oleh sebab itu, dicoba untuk merancang suatu alat kendali jarak jauh digunakan sebuah keping tunggal yang disebut Mikrokontroler

Metode *Fuzzy Logic* ini diformulasikan dalam rangka mencari nilai tengah antara bilangan Aristoteles 0 dan 1. Logika biner 0 atau 1 dasarnya berfikirnya adalah dari filsuf Aristoteles yang mengajarkan hukum berfikir bahwa sesuatunya mesti tergolong benar atau salah. Logika biner hanya mengenal *on* atau *off*, hidup atau mati, gelap atau terang, benar atau salah. Tidak ada yang samar-samar, tidak ada abu-abu yang ada hanya hitam atau putih. Jika tidak 1 maka 0, jika tidak gelap berarti terang dan ini adalah sesuatu yang logis.

### **BAHAN PENELITIAN**

#### **Bahan**

Alat untuk menghindarkan atau mencegah terjadinya kecelakaan Itulah definisi dari Pengaman, untuk mencari definisi yang lain dapat menggunakan kotak penelusuran. Istilah ini bisa digunakan dengan hubungan kepada kejahatan, segala bentuk kecelakaan, dan lain-lain. Keamanan merupakan topik yang luas termasuk keamanan nasional terhadap serangan teroris, keamanan komputer terhadap hacker atau *cracker*, keamanan rumah terhadap maling dan penyusup lainnya, keamanan finansial terhadap kehancuran ekonomi dan banyak situasi berhubungan lainnya.

#### **Metode**

##### **Mikrokontroler AT89S51**

Mikrokontroler, sesuai namanya, adalah suatu alat atau komponen pengontrol yang berukuran kecil (*micro*). Sebelum mikrokontroler ada, telah terlebih dahulu muncul apa yang di sebut mikroprosesor. Bila dibandingkan dengan *mikroprosesor*, mikrokontroler jauh lebih unggul. Alasannya adalah sebagai berikut:

##### 1. Tersedia I/O

I/O dalam mikrokontroler sudah tersedia, bahkan untuk AT89S51 ada 32 jalur I/O, sementara pada mikroprosesor dibutuhkan IC tambahan untuk menangani I/O tersebut ( PPI 8255 ).

2. Memori internal

Memori merupakan media untuk menyimpan program dan data sehingga mutlak harus ada. Mikroprosesor belum memiliki memori internal sehingga memerlukan IC memori *eksternal*.

**Fuzzy Logic**

Teori himpunan logika samar dikembangkan oleh Prof. Lofti Zadeh pada tahun 1965. Zadeh berpendapat bahwa logika benar dan salah dalam logika konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhingga tersebut, Zadeh mengembangkan sebuah himpunan *fuzzy*. Tidak seperti logika boolean, logika *fuzzy* mempunyai nilai yang kontinue. Samar dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama. Meskipun logika *fuzzy* dikembangkan di Amerika, namun ia lebih populer dan banyak diaplikasikan secara luas oleh praktisi Jepang dengan mengadaptasikannya ke bidang kendali (kontrol). Makanya, tidak heran kalau saat ini banyak dijual produk elektronik buatan Jepang yang menerapkan prinsip logika *fuzzy*, seperti mesin cuci, AC, dan lain-lain. (sri kusumadewi, 2002:2)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penerapan Metode Fuzzy Logic Mamdani Pada pengamanan Sepeda Motor**

Diketahui jika pada hari senin dan jam 16.00 dan bagaimana kondisi pengapian sepeda motor ketika kode pengamanan sepeda motor ?

Dalam pengerjaan mamdani terlebih dahulu menentukan fuzzyfikasi seperti dalam penyelesaian berikut:

$\max(\mu_{sf}[x_i] - \mu_{kf}[x_i] / \mu_{sf}[x_i],)$  dengan:

$\mu_{sf}[x_i]$  = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;-

$\mu_{kf}[x_i]$  = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

$\alpha$ -predikat =  $\text{senin} \cap \text{waktu} \cap$

senin [10] = (10 - 5)  
= 5 / 10  
= 0.5

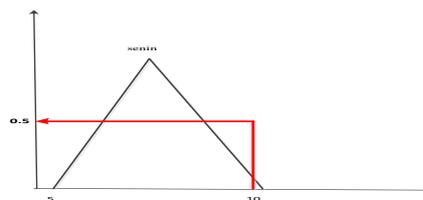
Jadi senin bernilai = 0.5

Siang [16] = (16 - 12)  
= 4 / 16  
= 0.2

Jadi siang bernilai = 0.2

Maka dapat di ketahuai dari kasus diatas bahwa nilai pagi = 0.5 dan siang pada nilai 0.2 untuk mendapatkan hasil *output* bagaimana kondisi pengapian sepeda motor pada saat kode dikirim maka perlu di lakukan penegasan (*Defuzzyfikasi*).

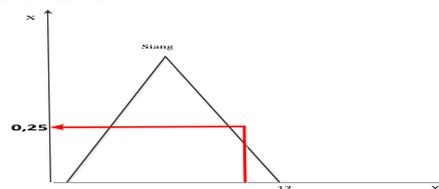
**1. Diagram variabel hari**



**Gambar 1 :** Diagram variabel pagi

$\mu[x]$  Pagi =  $10 - 5 = 5 / 10 = 0,5$

**2. Diagram variabel kondisi waktu**



**Gambar 2:** Diagram variabel Siang

$\mu[x]$  Pagi =  $16 - 12$   
=  $4 / 16$   
=  $0,25$

Hasil dari fuzzyfikasi akan dibentuk rule sebagai berikut,

$\alpha$ -predikat =  $\text{pagi} \cap \text{siang} \cap \text{malam}$   
=  $\min(0.5; 0.25)$   
=  $\min \mathbf{0.25}$   
=  $\max \mathbf{0.5}$

Pada tahap selanjutnya adalah defuzzyfikasi,tahap ini menggunakan metode centroid :

$$(a1 - 0) / 100 = 0.5 \rightarrow 50$$

$$(a2 - 0) / 100 = 0.25 \rightarrow 25$$

Pada tahap selanjutnya adalah defuzzyfikasi, tahap ini menggunakan metode centroid.

$$Z^* = \frac{\int \mu(z)zdz}{\int \mu(z)dz}$$

momen  
Luas daerah

$$Z^* = \frac{\int_0^{10} 0.5zdz + \int_5^{10} \frac{(z-0)zdz}{100} + \int_5^{10} 0.25zdz}{\int_0^{10} 0.5 dz + \int_5^{10} \frac{(z-0)dz}{100} + \int_5^{10} 0.25dz}$$

$$Z^* = \frac{400 + 1000 + 2000}{200 + 100 + 200}$$

$$Z^* = \frac{3400}{500}$$

$$Z^* = 7$$

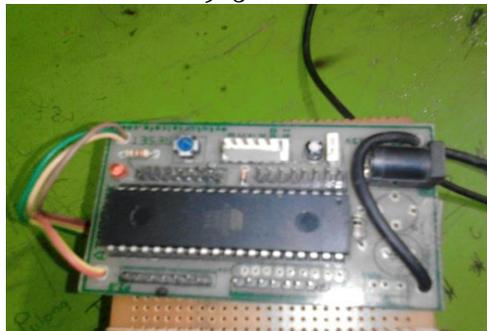
Setelah didapatkan hasil defuzzyfikasi, maka didapatkan nilai fuzzy 7, Jika hari senin jam 16.00 maka pengapian sepeda motor off

### Implementasi

Adapun implemntasi dari permasalahan di atas adalah :

#### 1. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AT89S51

Sinyal masukan dari sensor, masuk pada port i.o. Sinyal masukan tersebut diproses untuk menghasilkan sinyal keluaran.Keluaran sinyal dari mikrokontroler melalui port o.o, dan selanjutnya dikuatkan dengan penguat pada diver motor untuk dapat menjalankan motor DC. Berikut ini gambar rangkaian sistem minimum mikrokontroler AT89S51.



**Gambar 3 :** Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AT89S51

#### 2. Implementasi Alat Pegamanan Sepeda Motor

Alat pengamanan Sepeda motor adalah alat pengamanan yang menggunakan 1 buah server pulsa Wevecom sebagai penerima kode pengamanan yang di kirim dari aplikasi sms dan Max 232 sebagai pengubah data sinyal menjadi data biner. Data biner yang dihasilkan oleh mikrokontroler merupakan data digital. Pada motor, sinyal yang digunakan merupakan data analog. Dengan demikian, diperlukan driver motor untuk mengubah data biner menjadi data analog dan untuk menaikkan tegangan pada tegangan tertentu yang akan digunakan untuk menggerakkan motor.



**Gambar 4:** IC max 232 dengan mikrokontroler

#### KESIMPULAN

1. Pengamanan sepeda motor saat ini masih dengan mungunci *lock* stang, penggembokan pada cakram ban dan memasang sistem keamanan menggunakan *remote control* maka pengamanan menggunakan *remote control* terbatas oleh jarak dari *remote control*
2. *Fuzzy mamdani* ini dapat diterapkan sebagai sistem pendukung untuk pengkodean pengaman sepeda motor .
3. Rancangan dalam pengamanan sepeda motor melalui SMS menggunakan mikrikontroler IC AT89s51 dengan bentuk *prototype*, *server* dan *handphone* yang digunakan sebagai media komunikasi data dan rangkaian yang di buat berupa rangkaian minimum Mikrokontroler dan rangkaian *driver output* untuk pengamanan sepeda motor
4. Telah di uji Sistem pengamanan sepeda motor dalam bentuk *prototype* dengan keluaran *on* dan *off* pada pengapian sepeda motor mampu menghasilkan *output* sesuai perancangan

#### DAFTAR PUSTAKA

- Sigit Suysntoro,2007. Pemrograman Mikrokontroler AT89S51 dengan C/C++ danAssembler. Yogyakarta : Penerbit ANDI
- Sri Kusuma Dewi. 2006. Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM). Yogyakarta. Penerbit Graha Ilmu.
- H.M,Jogiyanto. 2005. PengenalanKomputer. Yogyakarta : Penerbit ANDI
- Tim Pustena ITB,2011. Jurus Kilat Jago Membuat Robot : Penerbit Dunia Komputer
- Pilipus Tarigan, Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IX, Maret 2015 ISSN : 2301-9425 ), Perancangan Alat Simulator Kontrol Lampu Rumah Berbasis Komputerisasi dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic control*
- Nurul Huda. 2, Maret 2015 ,Sistem Kendali Lampu Berbasis *Shot Messege Service* (SMS) menggunakan Mikrokontroler AT89S51,ISSN : 2301-9425)
- Azanuddin,Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IV, Nomor: 1, Agustus 2013, Penyandian Short Messege Service (SMS) Pada TeleponSelular Dengan Menggunakan Algoritma GRONSFELD
- Santo Tjhin1, Mohammad Amami2, Mirza Tahir Ahmad 3, Ahmad Faqih4,SENTIKA,Sistem Keamanan Sepeda Motor Melalui Short Message Service Menggunakan AVR Mikrokontroler Atmega8, Yogyakarta, 15 maret 2014,ISSN: 2089-9813

## IMPLEMENTASI PENCARIAN SOLUSI PUZZLE DENGAN METODE BREADTH FIRST SEARCH DAN DEPTH FIRST SEARCH

Ilham Satahi

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
riswanhohay@gmail.com

**Abstrak.** Slide puzzle adalah salah satu jenis permainan puzzle dimana pengguna harus mencapai goal puzzle dari initial puzzle yang diberikan. Untuk mencapai goal puzzle, slide puzzle ini menyediakan satu grid kosong agar grid-grid lain disekitarnya dapat digerakkan. Target dari permainan ini adalah pengguna berhasil menyusun potongan gambar yang telah diacak hingga mencapai goal puzzle. Salah satu unsur yang berperan penting dalam sebuah game adalah kecerdasan buatan. Dengan kecerdasan buatan, diharapkan elemen-elemen dalam game dapat berperilaku sealam mungkin layaknya manusia. Penyelesaian permainan ini secara manual akan memakan waktu beberapa lama sehingga penulis melakukan penelitian untuk menyelesaikan slide puzzle. Dalam hal ini penulis menerapkan konsep algoritma breadth first search dan depth first search dalam menyelesaikan permainan slide puzzle dalam mencari solusi tercepat menuju goal. Slide Puzzle merupakan permainan menyusun potongan gambar dengan aturan sebuah potongan gambar hanya dapat dipindahkan dengan mengesernya keruang kosong (blank tile). Puzzle ini merupakan jenis puzzle yang memiliki tingkat kesulitan dalam menyelesaikan masalahnya dibandingkan dengan puzzle lain. Pada umumnya orang yang memainkan puzzle ini butuh waktu lama dalam menyelesaikan permainannya. Hal ini disebabkan karena pada slide puzzle tidak ada informasi tambahan yang dimiliki untuk membantu melakukan pencarian solusi, sehingga saat proses penyusunan potongan-potongan puzzle dilakukan terjadi penyusunan puzzle semula. Untuk menyelesaikan permainan puzzle ini dibutuhkan suatu algoritma pencarian efektif yang dapat diterapkan.

**Kata Kunci:** Puzzle, Kecerdasan Buatan, Breadth First Search, Depth First Search.

### PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi, dikembangkan pula teknologi yang mampu mengadopsi proses dan cara berpikir manusia yaitu teknologi *Artificial Intelligence* atau Kecerdasan Buatan. Kecerdasan Buatan membentuk cabang yang sangat penting dalam ilmu komputer, berhubungan dengan perilaku, pembelajaran dan adaptasi yang cerdas dalam sebuah mesin. Program permainan (*Game*) merupakan salah satu implementasi dari bidang ilmu komputer. Perkembangan permainan pada saat ini sudah semakin pesat dan menjadi mode tersendiri di dunia karena mayoritas pengguna komputer menghabiskan sebagian besar waktu mereka di depan komputer dalam program permainan. Salah satu algoritma yang digunakan untuk mengembangkan program permainan adalah algoritma berbasis pohon pencarian (*searching algorithm*). Salah satu *game* yang menggunakan algoritma berbasis pohon pencarian ruang dalam menyelesaikan permainannya yaitu *slide puzzle*.

*Slide Puzzle* merupakan permainan menyusun potongan gambar dengan aturan sebuah potongan gambar hanya dapat dipindahkan dengan mengesernya keruang kosong (*blank tile*). Puzzle ini merupakan jenis puzzle yang memiliki tingkat kesulitan dalam menyelesaikan masalahnya dibandingkan dengan puzzle lain. Pada umumnya orang yang memainkan puzzle ini butuh waktu lama dalam menyelesaikan permainannya. Hal ini disebabkan karena pada slide puzzle tidak ada informasi tambahan yang dimiliki untuk membantu melakukan pencarian solusi, sehingga saat proses penyusunan potongan-potongan puzzle dilakukan terjadi penyusunan puzzle semula. Untuk menyelesaikan permainan puzzle ini dibutuhkan suatu algoritma pencarian efektif yang dapat diterapkan. Permainan pohon puzzle dapat diselesaikan oleh komputer dengan mengimplemmentasikan algoritma. Algoritma pencarian *backtracking* dapat diterapkan kedalam aplikasi untuk dapat melakukan pencarian kata.

### BAHAN PENELITIAN

#### **Bahan**

*Puzzle* adalah permainan yang terdiri dari baris dan kolom sesuai dengan jumlah potongan gambar dan satu ruang kosong yang memiliki identitas berupa potongan gambar dari suatu objek gambar. Permainan ini dilakukan dengan cara menggeser potongan gambar ke arah kotak kosong secara *vertikal* atau *horizontal* namun tidak secara *diagonal*. Hanya satu kotak yang dapat digeser setiap kali perpindahan. Tujuan akhir dari permainan puzzle adalah mengatur kondisi awal (*initial state*) yang diperoleh secara acak menjadi dalam bentuk konfigurasi akhir (*goal state*). (Andri Kristanto, Kecerdasan Buatan, 2004:55-57)

**Metode**

**Artificial Intelligence (AI)**

*Artificial Intelligence* atau kecerdasan buatan merupakan bagian dari ilmu pengetahuan komputer yang khusus ditujukan dalam perancangan *otomatisasi* tingkah laku cerdas dalam sistem kecerdasan komputer. Sistem memperlihatkan fakta-fakta khas yang dihubungkan dengan kecerdasan dalam kelakuan atau tindak-tanduk yang sepenuhnya bisa menirukan beberapa fungsi otak manusia, seperti pengertian bahasa, pengetahuan, pemikiran, pemecahan masalah dan lain sebagainya.

**Breadth First Search**

Pada metode *Breadth First Search (BFS)* pencarian dimulai dari *node* akar (*node S*) terus ke *level* ke-1 dari kiri ke kanan kemudian berpindah ke *level* berikutnya, demikian pula dari kiri ke kanan hingga ditemukannya *goal (node G)*.

**Depth First Search**

Pada *Depth First Search* proses pencarian akan dilakukan pada semua anaknya sebelum dilakukan pencarian ke *node-node* yang *selevel*. Pencarian dimulai dari *node* akar (*node S*) ke *level* yang lebih tinggi. Proses ini diulangi terus hingga ditemukannya *goal (node G)*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pelacakan yaitu berupa jalur solusi dengan jumlah langkah, jumlah *node* yang diperiksa, ditemukan pada tingkat kedalaman (*level*) seberapa dan waktu pelacakan yang dibutuhkan dalam menentukan jalur solusi dari permainan sebuah *puzzle*. Masalah yang digunakan adalah *slide puzzle* 8 untuk papan berukuran 3 x 3. Penyelesaian *slide puzzle* 8 dengan menggunakan kedua algoritma dapat dilihat dari runtutan pencarian dibawah ini.

**Algoritma BFS**

Adapun penyelesaian masalah dari *slide puzzle* 8 diatas dengan menggunakan algoritma BFS dapat dilihat dari runtutan pencarian dibawah ini. Misalkan diberikan keadaan awal (x) dan keadaan tujuan (g) sebagai berikut:

X = Keadaan awal (*initial state*)

G = Keadaan tujuan (*goal state*)

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 |   | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8 |   | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

Maka, Proses terdiri dari Iterasi ke-1

pencarian beberapa iterasi dibawah

penyelesaiannya ini.

Masukkan *node (x)* ke *queue*

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 |   | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

Masuk dari pintu kiri, keluar lewat pintu kanan.

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 |   | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

Representasi ruang keadaan

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 |   | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

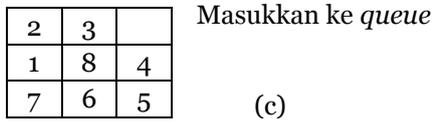
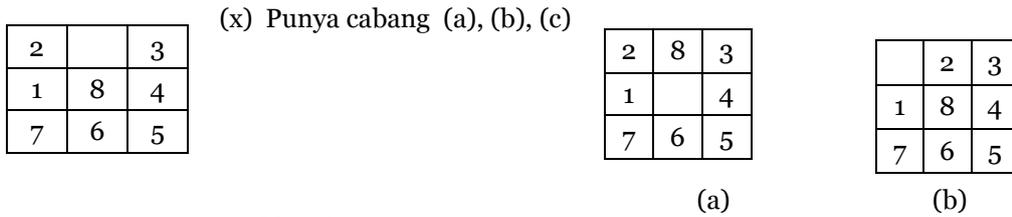
Keluarkan (x) dari *queue* lalu cek apakah merupakan *goal*.

*Queue*

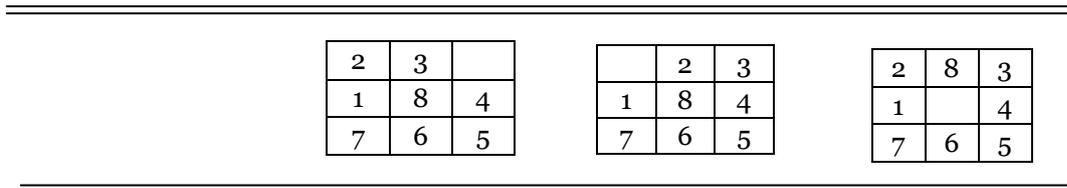
Masuk dari pintu kiri, keluar lewat pintu kanan

Ternyata (x) ≠ *goal*.

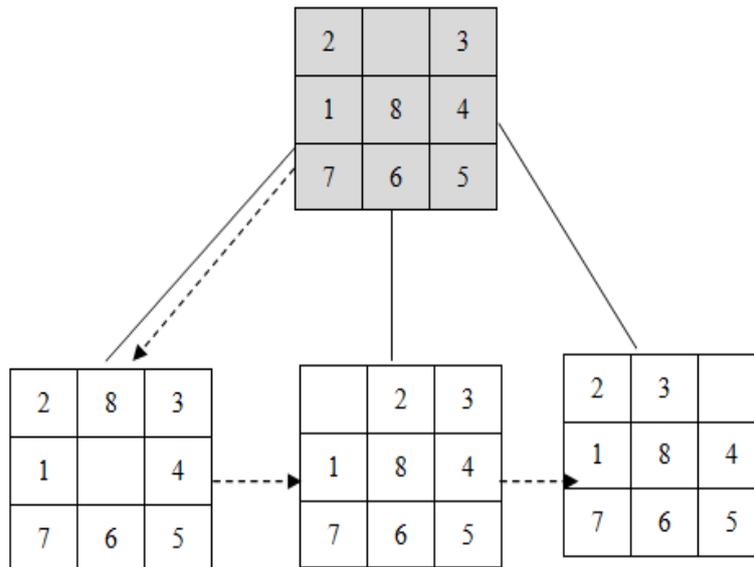
|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 |   | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |



Queue  
Masuk dari pintu kiri, keluar lewat pintu kanan.

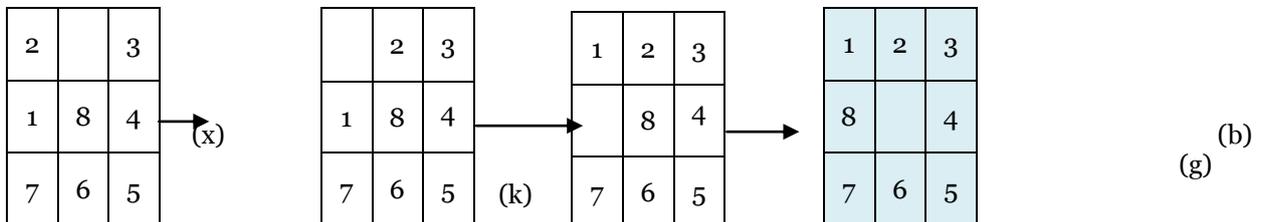


Representasi ruang keadaan



Pencarian dihentikan.

Dari beberapa iterasi pencarian diatas maka diperoleh solusi dengan urutan sebagai berikut :



**Algoritma DFS**

Adapun penyelesaian masalah dari *slide puzzle* 8 diatas dengan menggunakan *algoritma DFS* dapat dilihat dari runutan pencarian dibawah ini. Misalkan diberikan keadaan awal dan keadaan tujuan sebagai berikut:

(x) Keadaan awal (*initial state*) (g) Keadaan tujuan (*goal state*)



|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 |   | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 7 | 6 | 5 |
|---|---|---|

ini.

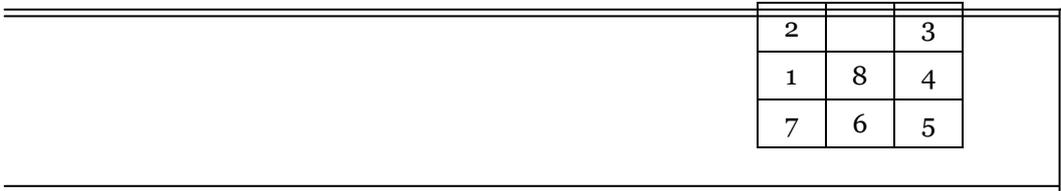
Maka, Proses pencarian penyelesaiannya terdiri dari beberapa iterasi dibawah

Iterasi ke-1

Beri tanda batas pada *queue* dan masukkan (x) ke *queue*

*Queue*

Masuk dari pintu kiri, keluar lewat pintu kiri



Representasi keadaan

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 |   | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

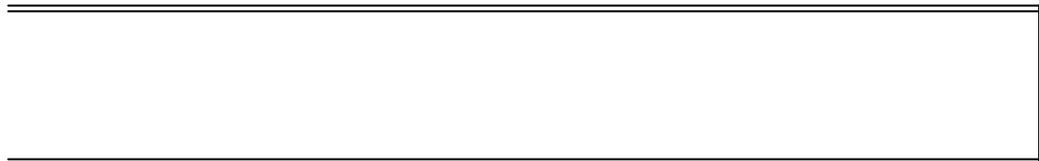
Keluarkan (x)

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 |   | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

dari *queue* lalu cek

*Queue*

Masuk dari pintu kiri keluar dari pintu kiri



Ternyata (x) ≠ goal

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 |   | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

(x) Punya cabang (a), (b), (c)

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 |   | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 | 8 | 3 |
| 1 |   | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

(a)

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | 2 | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

(b)

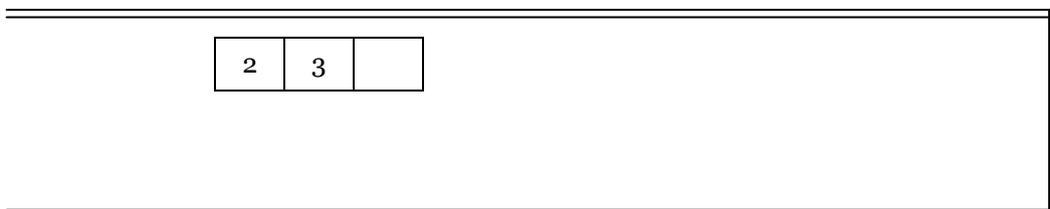
|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 | 3 |   |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

Masukkan ke *queue*

(c)

*Queue*

Masuk dari pintu kiri, keluar dari pintu kiri



|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

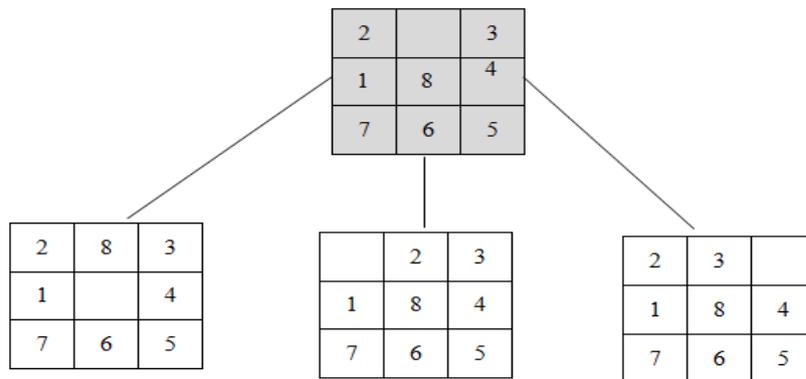
|   |   |   |
|---|---|---|
|   | 2 | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 | 8 | 3 |
| 1 |   | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

Solusi sementara (x) =

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 |   | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

Representasi ruang keadaan



Dari beberapa iterasi di atas ditemukan goal atau solusi dengan urutan sebagai berikut:  
Solusi pencarian =

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 |   | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

(x)

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | 2 | 3 |
| 1 | 8 | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

(b)

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 | 8 | 3 |
| 1 | 6 | 4 |
|   | 7 | 5 |

(i)

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 8 |   | 4 |
| 7 | 6 | 5 |

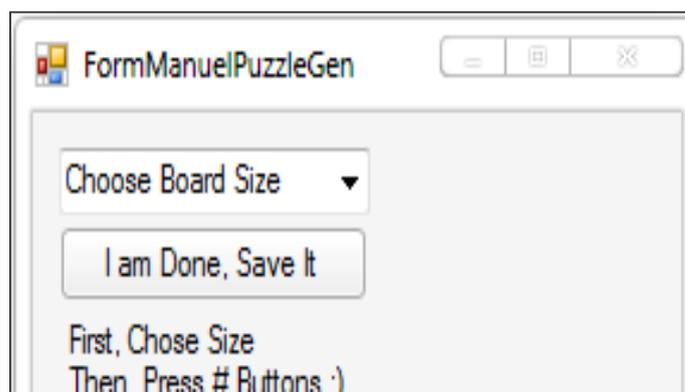
(j)

**Implementasi**

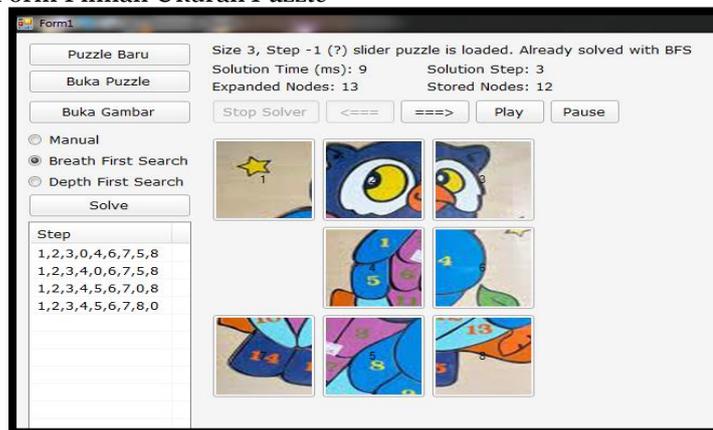
Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk implementasi pembuatan dan menjalankan program agar berjalan dengan baik. Perangkat keras yang digunakan komputer dengan spesifikasi sebagai berikut :

- 19. *Processor* : Intel Dualcore
- 20. *Memory* : 2 GB
- 21. *Harddisk* : 320 GB
- 22. *Windows* : Windows 7 Ultimate
- 23. *Monitor* : Resolusi monitor 1366 x 768 pixel
- 24. *Os* : Windows 7 Ultimate.

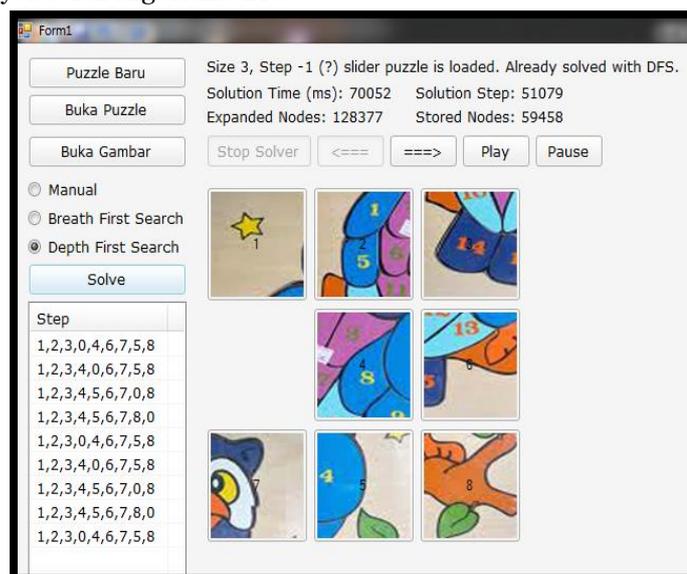
Mengacak angka yang muncul pada tampilan form untuk digunakan saat proses penyusunan *puzzle*. Berikut tampilan form pilihan ukuran pada permainan *puzzle*.



**Gambar 1:** Tampilan Form Pilihan Ukuran *Puzzle*



**Gambar 2:** Tampilan Penyelesaian Algoritma BFS



**Gambar 3 :** Tampilan Penyelesaian Algoritma DFS

**KESIMPULAN**

1. Proses pelacakan pada metode *breadth first search* lebih cepat mendapatkan solusi dibandingkan metode *depthfirst search*. Hal ini diperlihatkan pada jumlah node yang dibentuk atau diperiksa untuk setiap persoalan lebih sedikit dibandingkan dengan metode *depth first search*.
2. Kecepatan komputasi disetiap metode tergantung pada jumlah simpul yang dibentuk dan diperiksa. Semakin sedikit jumlah pemeriksaan maka waktu yang dibutuhkan menjadi lebih singkat dan sebaliknya semakin banyak jumlah pemeriksaan maka waktu yang dibutuhkan menjadi lama. Metode *beradth first search* pada setiap persoalan membutuhkan waktu lebih singkat dibandingkan *depth first search*.
3. Rancanganpermainanslide *puzzle* hal yang diperlihatkan dari hasil pengujian dari beberapa masalah yang telah diuji. *Depth First Search (DFS)* melibatkan level kedalaman dalam melakukan pencarian.

**DAFTAR PUSTAKA**

Sutojo, T., Mulyanto, E., Suhartono, V. (2010). *Kecerdasan Buatan*. Semarang: Andi.

- Kristanto, A.(2004). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Munawar. (2005). *Pemodelan Visual Dengan UML*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Septiandri, A. A. (2012). *Implementasi Algoritma BFS dan DFS Dalam Penyelesaian Token Flip Puzzle*. Bandung: Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung.
- Samuel. E. (2013). *Penerapan Algoritma BFS, DFS dan IDS pada Penyelesaian Bubble Blast 2*. Bandung: Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung.
- Lauren, S. (2013). *Penerapan Algoritma DFS dan BFS Untuk Permainan Wordsearch Puzzle*. Bandung: Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung.

## IMPLEMENTASI METODE OTSU PADA CITRA DIGITAL COMPUTERIZED TOMOGRAPHY SCANNER (CT SCAN) TUBUH MANUSIA

Undah Irmayanti Nababan<sup>1</sup>, Matias Julyus Fika Sirait<sup>2</sup>

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[undah\\_irmayanti@yahoo.co.id](mailto:undah_irmayanti@yahoo.co.id)

**Abstrak.** Pengolahan citra digital mengalami kemajuan dalam bidang kedokteran ketika ditemukannya tomografi terkomputerisasi (*Computerized Tomography/CT*). Penemuan teknologi *CT Scan*, serta perkembangan dari alat-alat atau instrumen pencitraan yang menggunakan teknologi mampu menciptakan banyak alat bantu diagnosis dalam bidang bioinformatika dengan tujuan untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan waktu dalam proses diagnosis. Namun para ahli medis masih sering mengalami kesulitan dalam menentukan objek dengan ambang batasan yang kurang jelas. sehingga para ahli biologi mengalami kesulitan untuk menginterpretasi dan mengekstrak informasi yang dibutuhkan pada citra tersebut. Maka dari itu diperlukan suatu metode untuk menentukan nilai ambang melalui proses segmentasi yang benar-benar tepat digunakan dalam proses pengolahan citra *CT Scan*. Proses segmentasi citra dilakukan untuk mendapatkan objek-objek yang terkandung di dalam citra atau membagi citra kedalam beberapa daerah dengan setiap objek atau daerah memiliki kemiripan atribut. Teknik segmentasi citra didasarkan pada dua properti dasar nilai aras keabuan yaitu ketidaksinambungan dan kesamaan antar piksel. Segmentasi harus diberhentikan apabila masing-masing obyek telah terisolasi atau terlihat dengan jelas. Tingkat keakurasiannya tergantung pada tingkat keberhasilan prosedur analisis yang dilakukan dan diharapkan proses segmentasi memiliki tingkat keakuratan yang tinggi. Salah satu metode segmentasi yang dapat diterapkan pada proses citra digital *CT Scan* tubuh manusia adalah metode *Otsu*. Metode ini digunakan untuk mendapatkan nilai ambang batas yang merupakan objek-objek yang menggunakan histogram. Pendekatan yang dilakukan oleh metode *Otsu* adalah dengan melakukan analisis diskriminan yaitu menentukan suatu variable yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Analisis diskriminan akan memaksimumkan variable tersebut agar dapat memisahkan objek dengan latar belakang.

**Kata Kunci :** Pengolahan citra digital *CT Scan*, Segmentasi, Metode *Otsu*

### PENDAHULUAN

Segmentasi pada citra dilakukan untuk mendapatkan objek-objek yang terkandung di dalam citra atau membagi citra kedalam beberapa daerah dengan setiap objek atau daerah memiliki kemiripan atribut. Teknik segmentasi citra didasarkan pada dua properti dasar nilai aras keabuan yaitu ketidaksinambungan dan kesamaan antar piksel. Pada bentuk pertama, pemisahan citra didasarkan pada perubahan mendadak pada aras keabuan. Contoh yang menggunakan pendekatan seperti itu adalah detektor garis dan detektor tepi pada citra. Yang kedua, didasarkan pada kesamaan antar *pixel* dalam satu area. Pengolahan citra merupakan salah satu cabang dari ilmu informatika. Pengolahan citra digital mengalami kemajuan dalam bidang kedokteran ketika ditemukannya tomografi terkomputerisasi (*Computerized Tomography/CT*) dan kini teknologi tomografi tersebut sudah maju sangat pesat. Beberapa dari kemajuan pada bidang kedokteran tersebut karena kemampuan pengolahan citra digital yang mampu menginterpretasikan sinar-x (*x-ray*) sehingga mendapatkan pencitraan organ dalam tubuh manusia dengan menggunakan *scanner*.

Metode *Otsu* pada segmentasi citra digital *CT Scan* tubuh manusia ini dapat diterapkan dengan menggunakan aplikasi Matlab. Aplikasi ini berfungsi untuk membaca file citra, menampilkan data citra dan memodifikasi citra dengan mengetahui perintah-perintah penting yang terdapat pada aplikasi matlab. Sehingga dapat menghasilkan citra *CT Scan* yang akurat serta lebih mudah untuk di analisis dan di interpretasikan.

### BAHAN dan METODE

Suatu alat canggih, yang meskipun sangat mahal namun telah merebut pasaran serta menempati tempat teratas dalam dunia kedokteran dalam waktu yang sangat cepat, yaitu alat tomogram yang dikendalikan dengan komputer, yang dikenal sebagai *computer assisted tomography* atau *computerized tomography*. Citra dibawah merupakan citra *grayscale* yang menjadi inputan dalam proses implementasi metode *otsu* pada segmentasi citra digital *CT Scan*. Pada Citra tangan dibawah ini dilakukan proses pemotongan pixel untuk mendapatkan nilai matriks yang akan dihitung dengan metode *Otsu* agar dapat mencari nilai histogramnya.

Proses pengambangan akan menghasilkan citra biner, yaitu citra yang memiliki dua nilai tingkat kehausan yaitu hitam dan putih. Secara umum proses pengambangan citra *grayscale* untuk menghasilkan citra biner.

**Metode Otsu**

Metode Otsu menghitung nilai ambang T secara otomatis berdasarkan citra masukan. Pendekatan yang dilakukan oleh metode Otsu adalah dengan melakukan analisis diskriminan yaitu menentukan suatu variable yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Langkah awal yang harus dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat histogram. Dari histogram dapat diketahui jumlah pixel untuk setiap tingkat keabuan. Tingkat keabuan citra dinyatakan dengan i sampai dengan L. Level ke i dimulai dari 1, yaitu piksel 0. Untuk L, maksimal level adalah 256 dengan pixel bernilai 255.

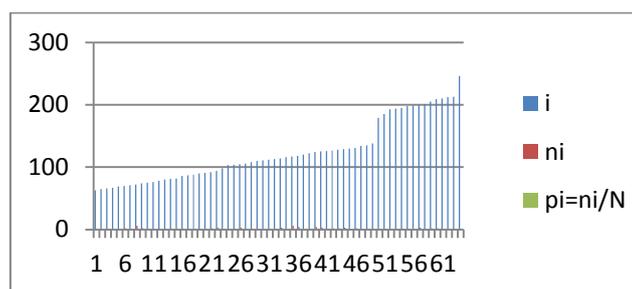


**Gambar 1 :** Citra CT Scan Tangan

Dari hasil pemotongan pixel citra diatas maka didapat nilai matriks seperti dibawah ini :

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 246 | 179 | 209 | 210 | 209 | 213 | 212 | 200 | 194 | 193 |
| 185 | 71  | 91  | 110 | 113 | 111 | 104 | 94  | 65  | 63  |
| 205 | 70  | 94  | 118 | 117 | 118 | 114 | 106 | 81  | 69  |
| 195 | 72  | 105 | 118 | 114 | 127 | 124 | 112 | 98  | 76  |
| 201 | 80  | 105 | 117 | 122 | 134 | 124 | 114 | 94  | 72  |
| 205 | 74  | 90  | 116 | 128 | 125 | 117 | 124 | 88  | 72  |
| 200 | 67  | 82  | 118 | 129 | 117 | 117 | 131 | 92  | 72  |
| 199 | 72  | 86  | 120 | 131 | 124 | 125 | 125 | 105 | 75  |
| 198 | 70  | 87  | 117 | 138 | 126 | 127 | 129 | 103 | 72  |
| 200 | 66  | 78  | 108 | 135 | 128 | 130 | 129 | 92  | 74  |

Dibawah ini merupakan grafik histogram citra yang diperoleh dari tabel histogram di atas dengan menggunakan Microsoft Excel :



**Gambar 2 :** Histogram Citra

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai jumlah kumulatif, dimana semua pixel yang bernilai 0 tidak di hitung :

$$\omega(k) = \sum_{i=1}^k P_i$$

$$\begin{aligned} \omega(155) &= \sum_{i=1}^{155} P_i \\ &= P_{63} + P_{65} + P_{66} + P_{67} + P_{69} + P_{70} + P_{71} + P_{72} + P_{74} + P_{75} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &+ P_{76} + P_{78} + P_{80} + P_{81} + P_{82} + P_{86} + P_{87} + P_{88} + P_{90} + P_{91} + P_{92} + P_{94} + P_{98} + P_{103} + P_{104} \\
 &+ P_{105} + P_{106} + P_{108} + P_{110} + P_{111} + P_{112} + P_{113} + P_{114} + P_{116} + P_{117} + P_{118} + P_{120} \\
 &+ P_{122} + P_{124} + P_{125} + P_{126} + P_{127} + P_{128} + P_{129} + P_{130} + P_{131} + P_{134} + P_{135} + P_{138} \\
 = &0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,02 + 0,01 + 0,06 + 0,02 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 \\
 &+ 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,02 + 0,03 + 0,01 + 0,01 + 0,01 \\
 &+ 0,03 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 \\
 &+ 0,01 + 0,06 + 0,04 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,03 + 0,01 + 0,02 + 0,02 + 0,03 + 0,01 + 0,02 \\
 &+ 0,01 + 0,01 + 0,01 \\
 = &0,76
 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah menentukan varian antar kelas (*between class variance*), dimana nilai rata yang paling besar dan kecil digunakan sebagai *threshold* atau nilai ambang (*k*) dan dapat ditentukan dengan memaksimumkan persamaan :

$$\sigma_B^2(k^*) = \max_{1 \leq k < L} \sigma_B^2(k)$$

$$\sigma_B^2(148^*) = 255 \sigma_B^2(148)$$

$1 \leq 148 < 255$

Sehingga didapatkan nilai *between class variance* :

$$\sigma_B^2(k) = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]}$$

$$\sigma_B^2(155) = \frac{[116,01 \cdot 0,76 - 77,48]^2}{0,76[1 - 0,76]}$$

$$= \frac{[88,17 - 77,48]^2}{0,76[0,24]}$$

$$= \frac{[7773,95 - 6003,15]}{0,1824}$$

$$= \frac{1770,8}{0,18}$$

$$= 9,84$$

### Implementasi

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk implementasi pembuatan dan menjalankan program agar berjalan dengan baik. Perangkat keras yang digunakan komputer dengan spesifikasi sebagai berikut :

- 25. *Processor* : Intel Dualcore
- 26. *Memory* : 2 GB
- 27. *Harddisk* : 320 GB
- 28. *Windows* : Windows 7 Ultimate
- 29. *Monitor* : Resolusi monitor 1366 x 768 pixel
- 30. *Os* : Windows 7 Ultimate.

Proses Otsu akan menghasilkan citra binerisasi dari citra awal menggunakan nilai ambang atau *Threshold* yang dihasilkan menggunakan metode Otsu, hasil *thresholding* Otsu.



Gambar 3 : Hasil Operasi Otsu

Aplikasi yang dibangun menggunakan Matlab pada penelitian ini menghasilkan informasi-informasi tambahan seperti jumlah piksel, nilai ambang dan tabel data yang memperlihatkan proses pencarian nilai ambang menggunakan nilai Otsu.

|   | pixel | q <sub>l</sub> | q <sub>h</sub> | miu <sub>l</sub> | miu <sub>h</sub> | sigma <sub>b</sub> |
|---|-------|----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|
| 1 | 1     | 0              | 1.0000         | NaN              | 67.8505          | NaN                |
| 2 | 2     | 0              | 1.0000         | NaN              | 67.8505          | NaN                |
| 3 | 3     | 0              | 1.0000         | NaN              | 67.8505          | NaN                |
| 4 | 4     | 0              | 1.0000         | NaN              | 67.8505          | NaN                |
| 5 | 5     | 0              | 1.0000         | NaN              | 67.8505          | NaN                |
| 6 | 6     | 0              | 1.0000         | NaN              | 67.8505          | NaN                |
| 7 | 7     | 0              | 1.0000         | NaN              | 67.8505          | NaN                |
| 8 | 8     | 0              | 1.0000         | NaN              | 67.8505          | NaN                |

**Gambar 5** : Tabel Informasi Pencarian Nilai Ambang Otsu

## KESIMPULAN

1. Metode ini mampu membedakan objek dan background dengan tingkat gray level yang hampir mendekati warna objek sehingga menghasilkan citra yang tersegmentasi.
2. Proses pengujian menggunakan aplikasi Matlab mampu menghasilkan informasi citra yang lebih cepat dan akurat. Pada aplikasi matlab, metode ini berhasil menghasilkan citra hasil *CT Scan* tangan dan kepala tersegmentasi dengan jelas. Namun metode ini juga menghasilkan citra hasil *CT Scan* sendi kaki dan sendi tangan tersegmentasi tidak jelas dikarenakan adanya citra bayangan otot yang terlalu tebal sehingga bentuk objek yang tersegmentasi menjadi tidak bagus.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Balza dan Kartika Firdausy, "*Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi*", Penerbit Andi Yogyakarta, 2013
- Kadir, Abdul, "*Dasar Pengolahan Citra Dengan Delphi*", Penerbit Andi Yogyakarta, 2013
- Kadir, Abdul dan Adhi Susanto, "*Teori Dan Aplikasi Pengolahan Citra Digital*", Penerbit Andi Yogyakarta, 2013
- Putra, Darma, "*Pengolahan Citra Digital*", Penerbit Andi Yogyakarta, 2010
- Ekayuda, Iwan, "*Radiologi Diagnostik*", Penerbit Badan Penerbit FKUI Jakarta, 2005
- Slamet Imam Syafi'il, Rima Tri Wahyuningrum, dan Arif Muntasa. "*Segmentasi Obyek Pada Citra Digital Menggunakan Metode Otsu Thresholding*", ISSN 1411-0105, 2015
- Siang, Drs. Jong Jek, "*Jaringan Syaraf Tiruan Dan Pemogramannya Menggunakan Matlab*", Penerbit C.V Andi Offset, 2009
- Nugroho, Adi, "*Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek Dengan Metode USDP*", Penerbit Andi Yogyakarta, 2010
- Irwanto, Jhon, "*Perancangan Berorientasi Object Oriented Software dengan UML*", Penerbit Andi Yogyakarta, 2007
- Komputer, Wahana, "*Ragam Aplikasi Pengolahan Image dengan Matlab*" Penerbit PT Alex Media Komputindo, 2013

## IMPLEMENTASI ALGORITMA CAESAR CHIPER UNTUK ENKRIPSI EXTERNAL KEY ALGORITMA DES DALAM PENGAMANAN FILE WINZIP

Iskandar Tarigan<sup>1</sup> Yasir Hasan<sup>2</sup>

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan

[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Keamanan dan kerahasiaan data merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam perkembangan teknologi saat ini. Pesatnya penggunaan teknologi komunikasi dan teknologi komputer yang memungkinkan munculnya teknik-teknik baru yang dapat disalah gunakan oleh pihak-pihak tertentu yang mengancam keamanan data dan informasi yang bersifat privasi. Winzip adalah aplikasi kompresi yang banyak digunakan oleh pengguna komputer dimana setiap komputer terpasang aplikasi tersebut. Des (Data Encryption Standard) adalah algoritma cipher blok yang populer karena dijadikan standard algoritma enkripsi kunci-simetri, Pengujian untuk melakukan enkripsi dan dekripsi file kompresi Winzip (.zip) dengan menggunakan algoritma DES dengan melakukan kombinasi enkripsi terhadap file Winzip. Kombinasi Algoritma Caesar Cipher dengan Algoritma DES dalam pengamanan file Winzip, yang mana algoritma Caesar Chiper digunakan untuk enkripsi dan dekripsi kunci yang dihasilkan untuk kunci internal (Internal Key) pada algoritma DES dalam enkripsi dan dekripsi file Winzip.

**Kata kunci:** Winzip , File, Kriptografi, DES.

### PENDAHULUAN

Keamanan dan kerahasiaan data merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam perkembangan teknologi saat ini. Pesatnya penggunaan teknologi komunikasi dan teknologi komputer yang memungkinkan munculnya teknik-teknik baru yang dapat disalah gunakan oleh pihak-pihak tertentu yang mengancam keamanan data dan informasi yang bersifat privasi. Salah satu mekanisme untuk meningkatkan keamanan adalah dengan menggunakan teknologi enkripsi. Data-data yang dikirimkan diubah sedemikian rupa sehingga tidak mudah disadap. Jadi enkripsi adalah proses yang dilakukan untuk mengamankan sebuah pesan (yang disebut *plaintext*) (Budi Raharjo, 2002). Winzip adalah aplikasi kompresi yang banyak digunakan oleh pengguna komputer, Umumnya di setiap komputer terpasang satu atau kedua aplikasi tersebut. Kemampuan Winzip mampu mengompresi beberapa berkas/*file* yang berbeda sekaligus.

*Data Encryption Standard* (DES). Algoritma ini termasuk jenis simetri yang disebut juga sebagai algoritma konvensional, yaitu algoritma yang menggunakan kunci enkripsi dan kunci dekripsi yang sama. Algoritma DES merupakan algoritma enkripsi yang paling banyak digunakan di dunia yang diadopsi oleh NIST (*National Institute of Standards and Technology*) sebagai standar pengolah informasi Federal AS. Data *plaintext* dienkrip dalam blok-blok 64 bit menjadi 64 bit data *ciphertext* menggunakan kunci 56 bit kunci internal (*internal key*). DES mentransformasikan input 64 bit dalam beberapa tahap enkripsi ke dalam output 64 bit. Dengan demikian, DES termasuk *block cipher*. Dengan tahapan dan kunci yang sama, DES digunakan untuk membalik enkripsi. Kunci internal pada algoritma DES dibangkitkan dari kunci eksternal (*external key*) 64 bit (Rifkie Primartha, 2011).

### BAHAN dan METODE

Proses menyandikan plainteks menjadi cipherteks disebut enkripsi (*encryption*) atau *enciphering* (standard nama menurut ISO 7498-2). Sedangkan proses mengembalikan cipherteks menjadi plainteks semula dinamakan dekripsi (*decryption*) atau *deciphering* (standard nama menurut ISO 7498-2).

#### **Algoritma Caesar Chiper**

Di dalam cipher substitusi setiap unit plainteks diganti dengan satu unit cipherteks. Satu "unit" di sini berarti satu huruf, pasangan huruf, atau dikelompokkan lebih dari dua huruf. Algoritma substitusi tertua yang diketahui adalah Caesar cipher yang digunakan oleh kaisar Romawi , Julius Caesar (sehingga dinamakan juga casear cipher), untuk mengirimkan pesan yang dikirimkan kepada gubernurnya (Munir, R, 2006, 56).

#### **Internal Key (Kunci Internal) DES**

*Proses enciphering*, blok plainteks terbagi menjadi dua bagian, kiri (L) dan kanan (R), yang masing-masing panjangnya 32 bit. Kedua bagian ini masuk ke dalam 16 putaran DES. Pada setiap putaran i, blok R merupakan masukan untuk fungsi transformasi yang disebut f. Pada fungsi f, blok R dikombinasikan dengan kunci internal  $K_i$ . Keluaran dari fungsi f di-XOR-kan dengan blok L untuk mendapatkan blok R yang baru. Sedangkan blok L yang baru langsung diambil dari blok R sebelumnya. Ini adalah satu putaran DES.

**Winzip**

WinZip adalah sebuah program shareware pengarsipan dan kompresi berkas yang dibuat oleh WinZip Computing (sebelumnya Nico Mak Computing) pada awal tahun 1990-an. Winzip juga menyediakan versi freeware yang mempunyai kemampuan terbatas.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kunci “ISKANDAR” adalah plainteks yang digunakan sebagai kunci eksternal pada algoritma DES terlebih dahulu dienkripsi dengan Caesar Cipher.

Plainteks Caesar Cipher : ISKANDAR

Secara matematis enkripsi dilakukan dengan

$$C = E(P) = (P+3) \text{ mod } 26$$

Cipherteks diurutkan : “LVNDQGDU”

Hexadesimal : 4C564E4451474455

**Tabel 1** Konversi Hex ke bit

| Karakter | Hexadesimal | Biner (bit) |
|----------|-------------|-------------|
| L        | 45          | 01001100    |
| V        | 56          | 01010110    |
| N        | 4E          | 01001110    |
| D        | 45          | 01000100    |
| Q        | 14          | 01010001    |
| G        | 74          | 01000111    |
| D        | 44          | 01000100    |
| U        | 55          | 01010101    |

Biner (bit) : 01001100 01010110 01001110 01000100 01010001 01000111 01000100 01010101

Setelah sampai ke iterasi 16 maka hasil R15 dijadikan untuk L0, sedangkan R16 dijadikan R0. L0 dan R0 harus dilakukan Permutasi Balik. Dapat dilihat pada tabel 3.40 dan 3.41 di bawah

R15 = 0000 0000 1101 0000 1000 1000 0000 0011 → L0

R16 = 0000 0000 0000 0000 0000 0100 1100 1001 → R0

**Tabel 2** Gabungan Blok R15 dan R16 (L0 dan R0)

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 |
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  |

**Tabel 3** Inverse Initial Permutation (IP<sup>-1</sup>) R15 dan R16 (L0 dan R0)

|    |   |    |    |    |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |
|----|---|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|
| 40 | 8 | 48 | 16 | 56 | 24 | 64 | 32 | 39 | 7 | 47 | 15 | 55 | 23 | 63 | 31 |
| 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 38 | 6 | 46 | 14 | 54 | 22 | 62 | 30 | 37 | 5 | 45 | 13 | 53 | 21 | 61 | 29 |
| 0  | 0 | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  |
| 36 | 4 | 44 | 12 | 52 | 20 | 60 | 28 | 35 | 3 | 43 | 11 | 51 | 19 | 59 | 27 |
| 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 34 | 2 | 42 | 10 | 50 | 18 | 58 | 26 | 33 | 1 | 41 | 9  | 49 | 17 | 57 | 25 |
| 0  | 0 | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0 | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  |

L0 = 00000011 00000001 00001000 00000110,

R0 = 00000000 00000000 00010010 00010110.

Dengan demikian hasil dekripsi dalam bit, hexadesimal, dan Ascii adalah :

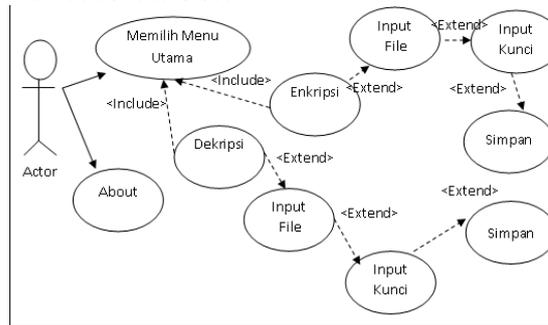
Plainteks bit = 00000011 00000001 00001000 00000110 00000000 00000000 00010010 00010110

Plainteks hex = 4C564E4451474455

Plainteks Ascii = LVNDQGDU

**Model Perancangan**

*Use case diagram* adalah gambaran dari beberapa atau semua *actor*, *use-case*, dan interaksi diantara komponen-komponen tersebut yang memperkenalkan suatu sistem yang akan dibangun. *Use-case diagram* menjelaskan manfaat suatu sistem.



**Gambar 1** Use Case Diagram

**Implementasi**

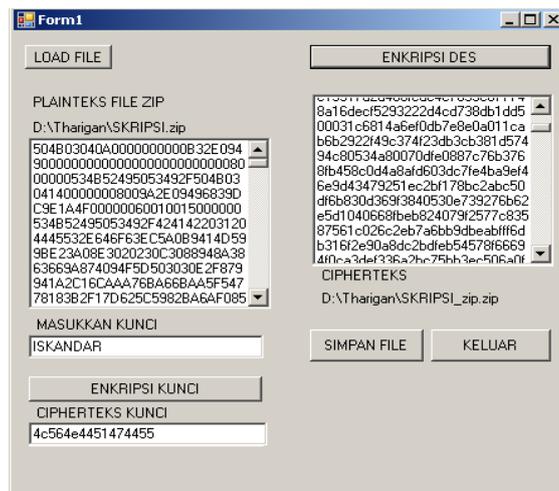
Adapun implementasi dari permasalahan di atas adalah:

**1. Form Enkripsi**

Bentuk implementasi form enkripsi dapat dilihat pada gambar 4.1



**Gambar 2** Interface Form Enkripsi

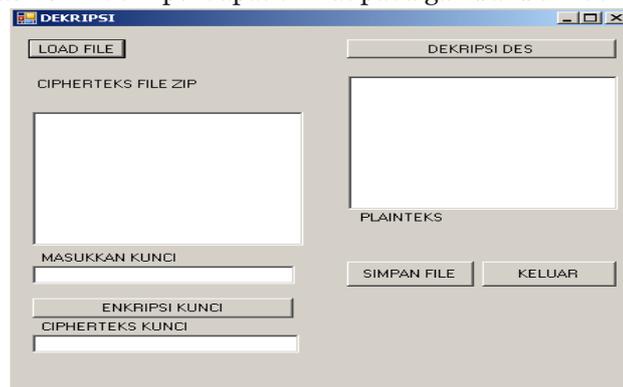


**Gambar 3.** Penggunaan Form Enkripsi

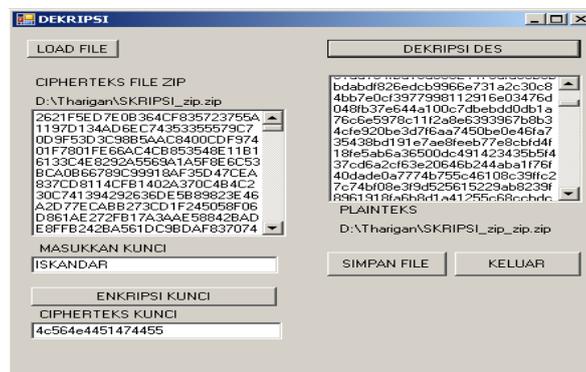
Setelah pengambilan file dengan menekan tombol **LOAD FILE** terlihat *path* plainteks file D:\Tharigan\Skripsi.zip dan bentuk heksadesimalnya, berikutnya kunci ISKANDAR yang diinput dan disandikan dengan menekan tombol **ENKRIPSI KUNCI**.

**2. Form Dekripsi**

Bentuk implementasi form dekripsi dapat dilihat pada gambar berikut



**Gambar 4.** Interface Form Dekripsi



**Gambar 5.** Penguasaan Form Dekripsi

pengambilan file dengan menekan tombol **LOAD FILE** terlihat *path* cipherteks file D:\Tharigan\Skripsi\_zip.zip dan bentuk heksadesimalnya, berikutnya kunci ISKANDAR yang diinput dan disandikan dengan menekan tombol **ENKRIPSI KUNCI** dan ditampilkan dalam heksadesimal yang berfungsi sebagai kunci DES.

**KESIMPULAN**

1. Enkripsi algoritma Caesar cipher adalah pergeseran atau transposisi 3 huruf. Caesar cipher difungsikan untuk mengenkripsi kunci eksternal yang digunakan pada enkripsi dan dekripsi algoritma DES. Panjang plainteks dan kunci yang digunakan 8 Byte. Setelah dipermutasi awal (IP) Plainteks dan kunci eksternal di-*enchipering* 16 putaran dan kembali dipermutasi dengan permutasi balikan.
2. Perancangan yang dilakukan dari hasil analisa pengamanan File winzip dengan Algoritma Caesar cipher dan *Data Encryption Standard* (DES) menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic 2008* karena ketersediaan *service DES provider* membantu dalam pengkodean program. Dalam perancangan antarmuka yang dibuat terdiri dari form menu utama, form enkripsi, form dekripsi, dan form about.

**DAFTAR PUSTAKA**

A.S. Rosa, Salahuddin, 2011, Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak, Informatika, Bandung.  
 Rinaldi Munir, 2004, Kriptografi, Andi Offset, Yogyakarta.  
 Jogiyanto H.M, 2009, Analisis dan Desain Sistem Informasi, Andi Offset, Yogyakarta.  
 Hendrayudi, 2010, Visual Basic 2008 untuk Berbagai Keperluan Pemrograman, Penerbit Elex Media, Yogyakarta.  
 Rini Hadiyanti, Implementasi Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 2003 Tentang Pedoman Organisasi Perangkat Daerah Pemerintah Kota Samarinda, eJournal Ilmu Pemerintahan, ISSN 2338-3615, Samarinda, Volume 1 Nomor 3, 2013  
 Muhammad Sadeli, 2009, Pemrograman Database dengan Visual Basic .NET 2008 untuk Orang Awam, MAXIKOM, Palembang.  
 Rifkie Primartha, Penerapan Enkripsi Dan Dekripsi File Menggunakan Algoritma Data Encryption Standard (DES), Jurnal Sistem Informasi (JSI), VOL. 3, NO. 2, ISSN 2085-1588, Palembang, 2011.

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN HELM UNTUK PENGENDARA SEPEDA MOTOR DENGAN METODE AHP PADA BADAN PERINDUSTRIAN (BARISTAND) MEDAN**

**Yonatan Sagala**

*Mahasiswa STMIK BUDI DARMA, Medan*  
jhonatansagala@gmail.com

**Abstrak.** Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan saat ini, khususnya dibidang ilmu pengetahuan komputer, banyak memberikan dampak yang baik bagi mahasiswa, misalnya bagi mahasiswa yang belajar dibidang ilmu komputer, sedikit banyaknya mahasiswa dapat menerapkan ilmu didalam komputer untuk dijadikan suatu penelitian yang berguna bagi dirinya maupun orang lain. Salah satunya dengan melakukan suatu penelitian terhadap sistem pendukung keputusan pemilihan helm untuk pengendara sepeda motor. Helm adalah bentuk perlindungan tubuh yang dikenakan dikepala dan biasanya dibuat dari metal ata bahan keras lainnya seperti kevlar,serat resin,atau plastik. Analytical Herarchy Process adalah proses membandingkan satu dengan yang lain dan memberikan output nilai intensitas prioritas berupa hasil penilaian. didalam pemilihan helm memiliki kekurangan dalam memilih kualitas, dapat dilakukan suatu pengujian helm dengan cara melakukan meguji kualitas helm. Pemilihan helm menggunakan AHP merupakan teknik yang digunakan untuk mendapatkan jenis helm yang terbaik.

**Kata Kunci :** Pemilihan Helm, Helm, Metode Analytical Herarchy Process

### **PENDAHULUAN**

Dalam hal ini, proses pemilihan helm tersebut dibutuhkan suatu metode yang dapat mendukung proses pemilihannya, maka dibutuhkan metode yang cocok untuk menambah proses kelancaran pemilihan helm pengendara sepeda motor itu. Dari latar belakang tersebut diatas, maka metode yang dapat dipakai adalah metode Analytical Hierarchy Process (AHP), karena metode ini sudah pernah digunakan dalam penelitian, atas nama Sunarto dan Rengga Asmara, dengan judul:” Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Handphone Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Berbasis PHP. AHP adalah proses membandingkan satu dengan yang lain dan memberikan output nilai intensitas prioritas berupa hasil penilaian, menggunakan metode AHP merupakan model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki, menurut Saaty (1993), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif.

### **BAHAN dan METODE**

Adapun kriteria helm yang akan digunakan berdasarkan dari tinggi helm, ukuran ketebalan helm, keliling lingkaran, panjang tali, tonjolan keluar helm dengan jenis helm shorty, open face, half face, ¾ face, full face, flip-up.

#### **Sistem Pendukung Keputusan**

Sistem Pendukung Keputusan (DSS) merupakan sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi, pemodelan dan kemandipulasian data. Sistem itu digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi yang semiterstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, dimana tidak ada yang mengetahui secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat menurut Alter (2002) dalam buku (Kusrini, 2007: 15). Decision Suppor Sistem (DSS) biasanya dibangun untuk mendukung solusi atas suatu masalah atau untuk mengevaluasi suatu peluang. Decision Suppor Sistem (DSS) yang seperti itu disebut aplikasi Decision Suppor Sistem (DSS). Aplikasi Decision Suppor Sistem (DSS) digunakan dalam pengambilan keputusan. Aplikasi Decision Suppor Sistem (DSS) menggunakan CBIS (Computer Based Information Systems) yang fleksibel, interaktif, dan dapat diadaptasi, yang dikembangkan untuk mendukung solusi atas masalah manajemen spesifik yang tidak terstruktur. Aplikasi Decision Suppor Sistem (DSS) menggunakan data, memberikan antarmuka pengguna yang mudah, dan dapat menggabungkan pemikiran pengambilan keputusan (Rudiansyah, 2014).

#### **Analitycal Hierarchy Process(AHP)**

AHP merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki, menurut Saaty (1993), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif.

Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

Tahapan-tahapan pengambilan keputusan dalam metode AHP pada dasarnya meliputi:

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan, lalu menyusun hierarki dari permasalahan yang dihadapi. Penyusunan hierarki adalah dengan menetapkan tujuan yang merupakan sasaran sistem secara keseluruhan pada level teratas.
2. Menentukan prioritas elemen
  - a. Langkah pertama dalam menentukan prioritas elemen adalah membuat perbandingan pasangan, yaitu membandingkan elemen secara berpasangan sesuai kriteria yang diberikan.
  - b. Matriks perbandingan berpasangan diisi menggunakan bilangan untuk merepresentasikan kepentingan relatif dari suatu elemen terhadap elemen yang lainnya.
3. Sintesis Pertimbangan-pertimbangan terhadap perbandingan berpasangan disintesis untuk memperoleh keseluruhan prioritas. Hal-hal yang dilakukan dalam langkah ini adalah:
  - a. Menjumlahkan nilai-nilai dari setiap kolom pada matriks
  - b. Membagi setiap nilai dari kolom dengan total kolom yang bersangkutan untuk memperoleh normalisasi matriks
  - c. Menjumlahkan nilai-nilai dari setiap baris dan membaginya dengan jumlah elemen untuk mendapatkan nilai rata-rata.
4. Mengukur Konsistensi Dalam pembuatan keputusan, penting untuk mengetahui seberapa baik konsistensi yang ada karena kita tidak menginginkan keputusan berdasarkan pertimbangan dengan konsistensi yang rendah. Hal-hal yang dilakukan dalam langkah ini adalah:
  - a. Kalikan setiap nilai pada kolom pertama dengan prioritas relatif elemen pertama, nilai pada kolom kedua dengan prioritas relatif elemen kedua, dan seterusnya
  - b. Jumlahkan setiap baris
  - c. Hasil dari penjumlahan baris dibagi dengan elemen prioritas relatif yang bersangkutan
  - d. Jumlahkan hasil bagi diatas dengan banyaknya elemen yang ada, hasilnya disebut  $\lambda$  maks
5. Hitung *Consistency Index* (CI) dengan rumus:  $CI = (\lambda \text{ maks}-n)/n$   
Di mana n = banyaknya elemen
6. Hitung Rasio Konsistensi/*Consistency Ratio* (CR) dengan rumus:  
 $CR = CI/RC$  Di mana CR = Consistency Ratio  
CI = Consistency Index  
IR = Index Random Consistency
8. Memeriksa konsistensi hierarki. Jika nilainya lebih dari 10%, maka penilaian data judgment harus diperbaiki. Namun jika rasio konsistensi (CI/IR) kurang atau sama dengan 0,1 maka hasil perhitungan bisa dinyatakan benar. (Rudiansyah, 2014)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Helm adalah bentuk perlindungan tubuh yang dikenakan dikepala dan biasanya dibuat dari metal atau bahan keras lainnya seperti Kevlar, serat resin, atau plastik. Helm biasanya digunakan sebagai perlindungan kepala untuk berbagai aktivitas pertempuran (militer), atau aktivitas sipil seperti olahraga, pertambangan, atau berkendara. Helm dapat memberi perlindungan tambahan pada kepala (bergantung pada struktur helm) dari benda jatuh atau kecelakaan saat berkendara, disemua Negara pengendara sepeda motor wajib memakai helm dalam berkendara.

Adapun proses seleksi yang dilakukan dalam pemilihan helm adalah sebagai berikut :

1. Tinggi helm
2. Ukuran ketebalan busa helm
3. Ukuran keliling lingkaran helm
4. Panjang tali helm
5. Tonjolan keluar helm

**Tabel 1** Kriteria helm

| Jenis helm       | Tinggi | Ukuran ketebalan busa | Ukuran keliling lingkaran | Panjang tali | Tonjolan keluar |
|------------------|--------|-----------------------|---------------------------|--------------|-----------------|
| <b>Shorty</b>    | 12 cm  | 2 cm                  | 20cm                      | 10cm         | 1cm             |
| <b>Open face</b> | 13cm   | 3cm                   | 30 cm                     | 8cm          | 2cm             |
| <b>Half Face</b> | 9 cm   | 1cm                   | 15cm                      | 12cm         | 2cm             |
| <b>¾ face</b>    | 6cm    | 3cm                   | 18cm                      | 9cm          | 3cm             |
| <b>Full Face</b> | 7cm    | 2cm                   | 16cm                      | 14cm         | 4cm             |
| <b>Flip-up</b>   | 5cm    | 1cm                   | 17cm                      | 11cm         | 3cm             |

1. Rating  
Adapaun sistem rating untuk pemilihan helm yaitu :
  - a. Sangat buruk
  - b. Buruk
  - c. Cukup
  - d. Baik
  - e. Sangat baik

2. Alternatif  
Adapun penentuan alternatif pemilihan helm seperti pada tabel berikut ini

**Tabel 2** Alternatif helm

|                   |          |          |          |          |          |          |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Jenis helm</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> |
| Alternatif        | A        | B        | C        | D        | E        | F        |

3. Tabel Kriteria helm  
Adapun penentuan kriteria dari jenis helm seperti pada tabel berikut ini :

**Tabel 3** Kriteria helm

|                      |                    |                              |                                  |                            |                 |
|----------------------|--------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------|
| <b>Kriteria helm</b> | <b>Tinggi helm</b> | <b>Ukuran ketebalan busa</b> | <b>Ukuran keliling lingkaran</b> | <b>Panjang keluar Tali</b> | <b>Tonjolan</b> |
| Kriteria             | K1                 | K2                           | K3                               | K4                         | K5              |

4. Bobot  
Adapun pemilihan helm untuk pengendara sepeda motor dibahas, dilihat berdasarkan Tinggi helm, ukuran ketebalan busa helm, ukuran lingkaran keliling helm, panjang tali helm, dan Tonjolan keluar helm diambil dari data perusahaan, seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 4** Kriteria helm

|                   |               |                              |                                  |                     |                        |
|-------------------|---------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------|------------------------|
| <b>Jenis helm</b> | <b>Tinggi</b> | <b>Ukuran ketebalan busa</b> | <b>Ukuran keliling lingkaran</b> | <b>Panjang tali</b> | <b>Tonjolan keluar</b> |
| <b>Shorty</b>     | 12 cm         | 2 cm                         | 20cm                             | 10cm                | 1cm                    |
| <b>Open face</b>  | 13cm          | 3cm                          | 30 cm                            | 8cm                 | 2cm                    |
| <b>Half Face</b>  | 9 cm          | 1cm                          | 15cm                             | 12cm                | 2cm                    |
| <b>¾ face</b>     | 6cm           | 3cm                          | 18cm                             | 9cm                 | 3cm                    |
| <b>Full Face</b>  | 7cm           | 2cm                          | 16cm                             | 14cm                | 4cm                    |
| <b>Flip-up</b>    | 5cm           | 1cm                          | 17cm                             | 11cm                | 3cm                    |

5. Bobot tinggi  
Bobot tinggi dilihat berdasarkan kelasnya, dari terkecil sampai yang terbesar, seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 5** Kriteria tinggi helm

|             |               |              |                   |
|-------------|---------------|--------------|-------------------|
| <b>Helm</b> | <b>Tinggi</b> | <b>Bobot</b> | <b>Keterangan</b> |
| E           | I             | 5            | Sangat buruk      |
| D           | II            | 4            | Buruk             |
| C           | III           | 3            | Cukup baik        |
| A           | IV            | 2            | Baik              |
| B           | V             | 1            | Sangat baik       |

6. bobot ketebalan busa  
Bobot ketebalan busa dilihat berdasarkan jenis helm nya ,dari kualitas terkecil sampai yang terbesar, seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 6** Kriteria ketebalan busa

|             |                  |              |                   |
|-------------|------------------|--------------|-------------------|
| <b>Helm</b> | <b>Ketebalan</b> | <b>Bobot</b> | <b>Keterangan</b> |
| E           | 3 cm             | 5            | Sangat baik       |
| D           | 2cm              | 4            | Sangat baik       |
| C           | 4cm              | 3            | Sangat baik       |
| A           | 3cm              | 2            | Baik              |
| B           | 4cm              | 1            | Sangat baik       |
| Jumlah      | 16cm             | 15           |                   |

7. Bobot Keliling Lingkaran  
Bobot Keliling Lingkaran dilihat berdasarkan ukuran keliling lingkaran helm dengan jenis – jenis masing- masing helm, seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 7** Keliling Lingkaran helm

| Helm | Lingkaran | Bobot | Keterangan   |
|------|-----------|-------|--------------|
| E    | 20cm      | 5     | Sangat buruk |
| D    | 30 cm     | 4     | Buruk        |
| C    | 15cm      | 3     | Cukup baik   |
| A    | 18cm      | 2     | Baik         |
| B    | 16cm      | 1     | Sangat baik  |

8. Bobot Panjang Tali

Bobot Panjang Tali dilihat berdasarkan ukuran lingkaran busa dalam helm, dari ukuran yang terkecil sampai yang terbesar, seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 8** Panjang Tali

| Helm   | Panjang Tali | Bobot | Keterangan   |
|--------|--------------|-------|--------------|
| E      | 10cm         | 5     | Sangat buruk |
| D      | 8cm          | 4     | Cukup baik   |
| C      | 12cm         | 3     | Baik         |
| A      | 9cm          | 2     | Buruk        |
| B      | 14cm         | 1     | Sangat baik  |
| Jumlah | 53cm         | 15    |              |

9. Bobot Tonjolan Keluar

Bobot Tonjolan Keluardilihat berdasarkan tonjolan helm, dari ukuran yang terkecil sampai yang terbesar, seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 9** Tonjolan Keluar

| Helm   | Tonjolan Keluar | Bobot | Keterangan   |
|--------|-----------------|-------|--------------|
| E      | 1cm             | 5     | Sangat buruk |
| D      | 13cm            | 4     | Cukup baik   |
| C      | 9 cm            | 3     | Baik         |
| A      | 6cm             | 2     | Buruk        |
| B      | 7cm             | 1     | Sangat baik  |
| Jumlah | 45              | 15    |              |

10. Menentukan prioritas kriteria helm

langkah yang harus dilakukan dalam menentukan prioritas kriteria adalah sebagai berikut:

a. Membuat matriks perbandingan berpasangan

Adapun tahap ini dilakukan penilaian perbandingan antara satu kriteria dengan kriteria yang lain. Penilaian bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 10** tabel matriks perbandingan berpasangan

| Jenis helm | Tinggi | Ukuran ketebalan busa | Ukuran keliling lingkaran | Panjang tali | Tonjolan Keluar | Keterangan |
|------------|--------|-----------------------|---------------------------|--------------|-----------------|------------|
| Shorty     | 12cm   | 3 cm                  | 20cm                      | 10cm         | 1cm             | 46cm       |
| Open Face  | 13cm   | 2cm                   | 30 cm                     | 8cm          | 13cm            | 66cm       |
| Half Face  | 9cm    | 4cm                   | 15cm                      | 12cm         | 9 cm            | 59cm       |
| Full Face  | 6 cm   | 3cm                   | 18cm                      | 9cm          | 6cm             | 42cm       |
| Flip-up    | 7cm    | 4cm                   | 16cm                      | 14cm         | 7cm             | 48cm       |

b. Penjumlahan setiap baris

Adapun hasil dari perbandingan dari kriteria jenis helm dengan ketentuan pencarian perbandingan dengan elemen-elemen jumlah yang bersangkutan dapat dilihat dalam tabel berikut

**Tabel 11** penjumlahan setiap baris

| Jenis helm | Tinggi | Ukuran ketebalan busa | Ukuran keliling lingkaran | Panjang tali | Tonjolan Keluar | Jumlah |
|------------|--------|-----------------------|---------------------------|--------------|-----------------|--------|
| Shorty     | 12cm   | 3 cm                  | 20cm                      | 10cm         | 1cm             | 46cm   |
| Open Face  | 13cm   | 2cm                   | 30 cm                     | 8cm          | 13cm            | 66cm   |
| Half Face  | 9cm    | 4cm                   | 15cm                      | 12cm         | 9 cm            | 59cm   |
| Full Face  | 6 cm   | 3cm                   | 18cm                      | 9cm          | 6cm             | 42cm   |
| Flip-up    | 7cm    | 4cm                   | 16cm                      | 14cm         | 7cm             | 48cm   |

$$6,90 \times 22 = 15180$$

$$20 \times 20 = 400$$

$$18 \times 18 = 324$$

$$16 \times 1 = 16$$

$$14 + 14 = 196$$

$$\sqrt{\max = (6,90 \times 22) + (20 \times 20) + (18 \times 18) + (16 \times 1) + (14 + 14) = 16356}$$

Menghitung indeks

$$CI = (\sqrt[n]{\max-n})/n-1 = 16355$$

$$CI/IR = 16355/1.12 = 146.02679$$

3. Hasil penghitungan rasio konsistensi

Tabel 12 penghitungan rasio konsistensi

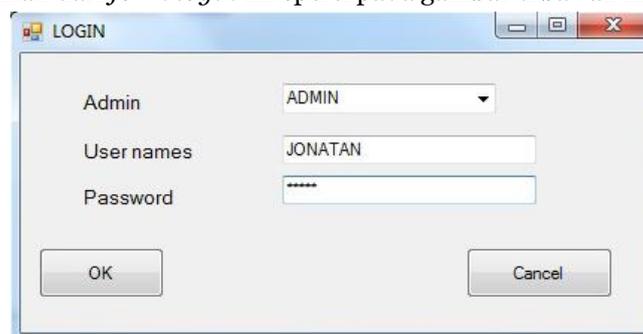
| Jenis Helm | Tinggi | Ukuran ketebalan busa | Ukuran keliling lingkaran | Panjang tali | Tonjolan Keluar | Rasio konsistensi |
|------------|--------|-----------------------|---------------------------|--------------|-----------------|-------------------|
| Full Face  | 12cm   | 3 cm                  | 20cm                      | 10cm         | 1cm             | Sangat baik       |
| Open Face  | 13cm   | 2cm                   | 30 cm                     | 8cm          | 13cm            | Baik              |
| Halft Face | 9cm    | 4cm                   | 15cm                      | 12cm         | 9 cm            | Cukup             |
| Shorty     | 6 cm   | 3cm                   | 18cm                      | 9cm          | 6cm             | Buruk             |
| Flip-up    | 7cm    | 4cm                   | 16cm                      | 14cm         | 7cm             | Sangat buruk      |

Jadi hasil pemilihan helm terbaik adalah : helm no 1.Helm Full Face

Dilakukan implementasi ke dalam bentuk bahasa pemrograman sehingga menghasilkan sebuah Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Helm Untuk Pengendara Sepeda Motor Dengan Metode AHP Pada Badan Perindustrian(Baristand), Adapun hasil implementasi perancangan tersebut adalah sebagai berikut :

### 1. Tampilan Form Login

Form login akan muncul pertama kali pada saat aplikasi dijalankan. Pada form login pengguna harus memasukkan *Admin, username dan password sehingga bisa masuk ke program dan melakukan analisa.* Adapun bentuk tampilan dari *form login* ini seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 1 Tampilkan Form Login

### 2. Form Menu Utama

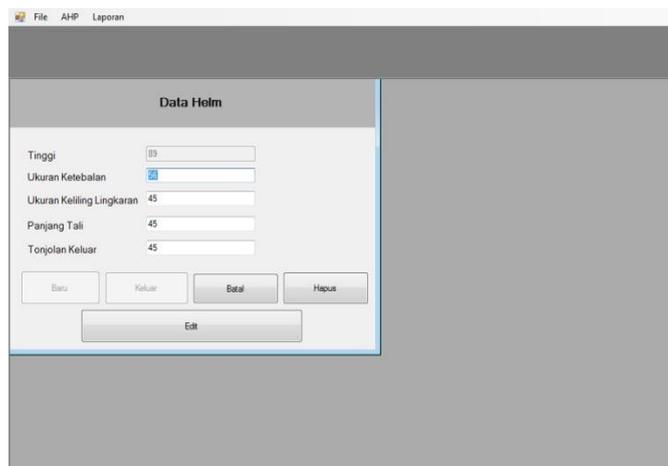
Halaman ini digunakan sebagai tempat untuk menampung semua pilihan-pilihan yang terdapat didalam sistem yang dirancang. Dalam menu utama terdapat menu *File* ( Data Helm, Kriteria Helm, Hitung AHP dan Pemilihan Helm ) dan Menu *Keluar*.



Gambar 2 Tampilan Form Menu Utama

### 3. Form Data Helm

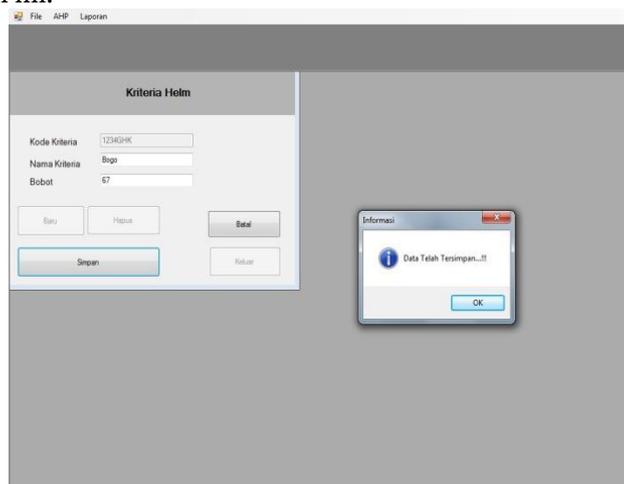
Tampilan Form Data helm untuk melihat data helm apa saja yang akan di yang digunakan dalam program ini.



**Gambar 3** Tampilan Form Data Helm

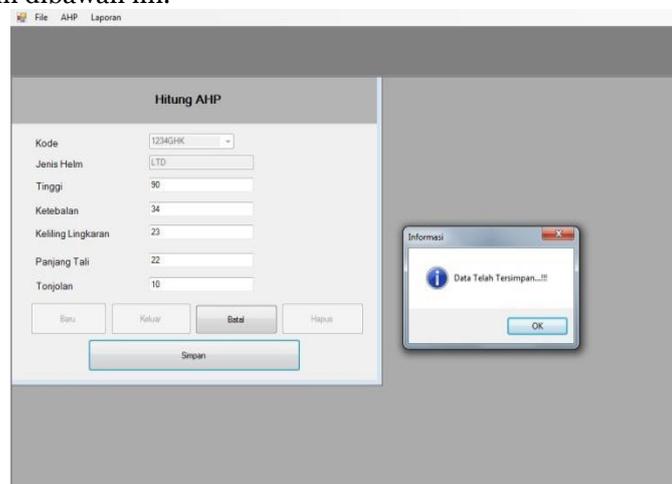
### 4. Form Kriteria

Tampilan Form Kriteria untuk melihat seberapa besar kriteria pemakaian helm yang akan di yang digunakan dalam program ini.



**Gambar 4** Tampilan Form kriteria

Tampilan Form Hitung AHP untuk melihat seberapa besar perhitungan dari kriteria tersebut yang digunakan pada program dibawah ini.



**Gambar 5** Tampilan Form Hitung AHP

## 6. Form Pemilihan Helm

Tampilan Form Pemilihan Helm untuk melihat seberapa besar bobot dari kriteria helm tersebut dari kriteria digunakan pada program dibawah ini.

| Kode       | Jenis | Tinggi | Ukuran Ketebalan | Keliling Lingkaran |
|------------|-------|--------|------------------|--------------------|
| 1234GHK    | LTD   | 76     | 50               | 89                 |
| 2345GJKLMN | KYT   | 78     | 90               | 55                 |
| 1234GHK    | LTD   | 76     | 50               | 89                 |

**Gambar 6** Tampilan Form Pemilihan Helm

## KESIMPULAN.

1. Kriteria yang digunakan dalam *Pemilihan Helm Untuk Pengendara Sepeda Motor* ini adalah Tinggi, Ukuran Ketebalan, Ukuran Keliling Lingkaran, Panjang Tali, Tonjolan keluar.
2. Pemilihan helm ini menerapkan metode AHP untuk mengetahui kriteria-kriteria pemilihan helm yang baik berdasarkan kualitasnya guna meningkatkan keamanan bagi pengendara sepeda motor.
3. Perancangan aplikasi pemilihan helm ini menggunakan software *visual basic.net 2008*. Hasil yang diberikan dari aplikasi pemilihan helm ini adalah pihak perindustrian dapat mengetahui produk mana yang aman untuk digunakan dan bisa meningkatkan keamanan pengendara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Bahra, (2005) "Analisis dan Desain Sistem Informasi".
- Azhar Susanto,(2004)"Sistem Informasi Manajemen Konsep dan Pengembangannya".
- Henry W. Pramana, (2005) " Analisis dan Perancangan Sistem Informasi".
- Hendrayudi, (2009) "VB 2008 untuk Berbagi Keperluan Penerimaan".
- Kusrini, (2007) "Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan ", Penerbit Andi.
- Nugroho Adi , (2009) " Rekayasa perangkat lunak menggunakan UML dan Java " , Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Sri Kusumadewi, Sri Hartati , AgusHarjoko, (2006) "Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM) ", Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta Edisi I .
- Asy Syiva , (2011) "Visual Basic. NET " .

## **APLIKASI PERHITUNGAN BIAYA PRODUKSI KUSEN MENGGUNAKAN METODE *FULL COSTING* (STUDI KASUS CV. REZEKI MAKMUR)**

**Lenni Sundari**

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id) , [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Biaya produksi kusen merupakan pengorbanan yang bersifat ekonomis yang digunakan untuk mengolah bahan baku kusen menjadi produk jadi yang siap untuk dijual. Dalam perhitungan biaya produksi kusen diperlukan rincian biaya bahan baku, biaya tenaga kerja dan biaya overhead pabrik untuk dapat diperhitungkan keseluruhannya sehingga mendapatkan hasil dari biaya produksi kusen tersebut untuk dapat di bentuk ke sebuah aplikasi perhitungan biaya produksi kusen, dalam perhitungan biaya produksi kusen belum dapat menghitung secara akurat karena tidak semua biaya overhead pabrik di masukkan dalam proses perhitungan biaya produksinya sehingga menyebabkan keuntungan yang kurang dan belum akurat. Metode full costing adalah metode penentuan total biaya produksi yang memperhitungkan unsur-unsur biaya ke dalam total biaya produksi (Mulyadi, 2014). Dengan demikian harga pokok produksi yang dihitung dengan pendekatan full costing terdiri dari unsur biaya produksi (biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, biaya overhead pabrik variabel, dan biaya overhead pabrik tetap) (Mulyadi, 2014). Aplikasi perhitungan biaya produksi kusen agar hasil perhitungannya bisa akurat dan memberikan kemudahan dalam menghitung biaya produksi kusen tersebut. Adapun untuk mencapai tujuan tersebut penulis menerapkann metode full costing dalam proses perhitungan biaya produksi kusen.

**Kata Kunci :** Biaya Produksi, Full Costing

### **PENDAHULUAN**

CV. Rezeki Makmur merupakan unit usaha yang memproduksi kusen dan daun jendela beserta pintu. CV. Rezeki Makmur telah melakukan penghitungan harga pokok produknya dan pengumpulan atas biaya yang telah dikeluarkan untuk memproduksi kusen sebagai produk utamanya. Penentuan harga pokok produksi di hitung dengan cara membagi seluruh biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi dengan jumlah produk yang dihasilkan. Suatu produk dalam proses produksinya memerlukan informasi mengenai berapa besar jumlah biaya yang digunakan dalam menghasilkan produk dan sekaligus diharapkan dapat menghitung biaya-biaya yang diperlukan untuk dapat menentukan harga pokok penjualan yang tepat terhadap produk yang dihasilkan. Sehingga jika perhitungan biaya produksi dilakukan dengan tepat maka akan diperoleh biaya produksi yang tepat.

Biaya produksi adalah seluruh biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk membuat suatu produk. Perhitungan biaya produksi pada perusahaan manufaktur sering kali tidak sesuai dengan metode perhitungan biaya yang ada. Kesalahan tersebut tentu akan sangat mempengaruhi perhitungan biaya riil yang dikeluarkan perusahaan dan kemudian akan menghasilkan laporan keuangan yang kurang relevan.

### **BAHAN dan METODE**

#### **Metode *full costing***

Metode *full costing* adalah metode penentuan total biaya produksi yang memperhitungkan unsur-unsur biaya ke dalam total biaya produksi (Mulyadi, 2014).

Harga pokok produksi menurut metode *full costing* terdiri dari unsur-unsur biaya produksi sebagai berikut:

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| Biaya bahan baku               | xxx   |
| Biaya tenaga kerja langsung    | xxx   |
| Biaya overhead pabrik variabel | xxx   |
| Biaya overhead pabrik tetap    | xxx + |
| Total biaya produksi           | xxx   |

Dengan demikian harga pokok produksi yang dihitung dengan pendekatan *full costing* terdiri dari unsur biaya produksi (biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, biaya overhead pabrik variabel, dan biaya overhead pabrik tetap) (Mulyadi, 2014).

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Adapun langkah-langkah penyelesaian menggunakan metode *full costing* adalah sebagai berikut :

1. Merincikan total biaya pada bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya overhead pabrik tetap, dan biaya overhead pabrik variabel.

**Tabel 1:** Rincian Total Biaya Bahan Baku

| Produk                      | Ukuran         | Jumlah Produksi | Total Biaya (Rp) |
|-----------------------------|----------------|-----------------|------------------|
| Kusen Pintu                 | 80 x 200       | 280             | 78.400.000       |
|                             | 90 x 200       | 200             | 56.000.000       |
|                             | 120 x 200      | 180             | 56.700.000       |
| Kusen Jendela               | 50 x 60 x 1 L  | 120             | 16.800.000       |
|                             | 50 x 60 x 2 L  | 135             | 37.800.000       |
|                             | 50 x 160 x 1 L | 456             | 119.700.000      |
|                             | 50 x 160 x 2 L | 295             | 126.260.000      |
| Total Penggunaan Bahan Baku |                |                 | 491.660.000      |

**Tabel 2:** Rincian Total Biaya Tenaga Kerja

| Produk                   | Ukuran         | Upah Tenaga Kerja (Rp) | Jumlah Produksi | Jumlah (Rp) |
|--------------------------|----------------|------------------------|-----------------|-------------|
| Kusen Pintu              | 80 x 200       | 30.000                 | 280             | 8.400.000   |
|                          | 90 x 200       | 30.000                 | 200             | 6.000.000   |
|                          | 120 x 200      | 30.000                 | 180             | 5.400.000   |
| Kusen Jendela            | 50 x 60 x 1 L  | 30.000                 | 120             | 3.600.000   |
|                          | 50 x 60 x 2 L  | 60.000                 | 135             | 8.100.000   |
|                          | 50 x 160 x 1 L | 30.000                 | 456             | 13.680.000  |
|                          | 50 x 160 x 2 L | 60.000                 | 295             | 17.700.000  |
| Total Biaya Tenaga Kerja |                |                        |                 | 62.880.000  |

**Tabel 3:** Rincian Total Biaya *Overhead* Pabrik

| Keterangan    | Biaya (Rp) |           | Jumlah (Rp) |
|---------------|------------|-----------|-------------|
|               | Tetap      | Variabel  |             |
| Biaya Listrik | 3.000.000  | 3.600.000 | 6.600.000   |

**Tabel 4:** Rincian Total Biaya *Overhead* Pabrik

| Keterangan                         | Biaya (Rp) |            | Jumlah (Rp) |
|------------------------------------|------------|------------|-------------|
|                                    | Tetap      | Variabel   |             |
| Bahan Bakar                        | -          | 365.000    | 365.000     |
| Biaya Perawatan Mesin              | 5.700.000  | 8.750.000  | 14.450.000  |
| Biaya Penyusutan                   | 2.750.000  | -          | 2.750.000   |
| Biaya Paku 3 Inchi                 | 105.000    | -          | 105.000     |
| Biaya Paku 1.5 Inchi               | 52.500     | -          | 52.500      |
| Biaya Lem Rakol Kayu               | 700.000    | -          | 700.000     |
| Biaya Impra                        | 168.000    | -          | 168.000     |
| Biaya Lem Kambing                  | 168.000    | -          | 168.000     |
| Biaya Kertas Pasir                 | 100.000    | -          | 100.000     |
| Total Biaya <i>Overhead</i> Pabrik | 12.743.500 | 12.715.000 | 25.458.500  |

Hitung biaya *overhead* pabrik per produk dengan menggunakan rumus tarif BOP yaitu :

$$\text{Tarif BOP} = \frac{\text{Taksiran Biaya Overhead Pabrik}}{\text{Taksiran Biaya Bahan Baku yang Dipakai}} \times 100 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Tarif BOP} &= \frac{\text{Rp } 25.458.500}{\text{Rp } 491.660.000} \times 100\% \\ &= 5,17 \% \end{aligned}$$

Menentukan BOP Tetap

$$\begin{aligned} \text{Tarif BOP} &= \frac{\text{Taksiran Biaya Overhead Pabrik Tetap}}{\text{Taksiran Biaya Bahan Baku yang Dipakai}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Rp } 12.743.500}{\text{Rp } 491.660.000} \times 100 \% \\ &= 2,59 \% \end{aligned}$$

Total biaya produksi kusen pintu dan jendela adalah sebagai berikut :

|                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| Biaya bahan baku                      | Rp491.660.000 |
| Biaya tenaga kerja langsung           | Rp 62.880.000 |
| Biaya <i>overhead</i> pabrik variabel | Rp 12.684.828 |

Biaya *overhead* pabrik tetap  
Total biaya produksi

Rp 12.733.994 +  
Rp579.958.822

### Implementasi Sistem

Implementasi adalah suatu tindakan atau pelaksanaan dari sebuah rencana yang sudah disusun secara matang dan terperinci. Implementasi biasanya dilakukan setelah perencanaan sudah dianggap selesai. Implementasi dari perancangan aplikasi ini terdiri dari berbagai kebutuhan sebagai berikut :

1. Kebutuhan *Hardware*

Dalam sebuah sistem agar dapat berjalan seperti yang diinginkan tidak dapat dipisahkan antara *hardware* dan *software*. Berikut spesifikasi yang diperlukan dalam merancang sistem tersebut.

- a. Mikroprosesor Pentium Intel Core Duo
- b. *Memory* Minimal 1 GB
- c. Monitor
- d. *Keyboard*
- e. *Mouse*

2. Kebutuhan *Software*

Sistem ini agar dapat berjalan dengan lancar tidak lepas dari adanya *software* yang jelas mendukung *hardware* di atas, berikut *software* yang dibutuhkan untuk dapat menjalankan sistem tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Sistem operasi minimal *windows XP*
- b. Antivirus untuk mencegah kemungkinan terjadinya kerusakan sistem
- c. *Microsoft Visual Studio .Net 2008*
- d. *Php triad 2.3 (Mysql)*

| Nama Biaya Over Head  | BOP Tetap | BOP Variabel | Total Biaya |
|-----------------------|-----------|--------------|-------------|
| Biaya Listrik         | 3000000   | 3600000      | 6600000     |
| Bahan Bakar           | 0         | 365000       | 365000      |
| Baiya Perawatan Mesin | 5700000   | 8750000      | 14450000    |
| Biaya Penyusutan      | 2750000   | 0            | 2750000     |
| Biaya Paku 3 Inchi    | 105000    | 0            | 105000      |
| Biaya Paku 1,5 Inchi  | 52500     | 0            | 52500       |
| Biaya Lem Rakol Kayu  | 700000    | 0            | 700000      |
| Biaya Impira          | 168000    | 0            | 168000      |
| Biaya Lem Kambing     | 168000    | 0            | 168000      |
|                       |           |              | 25.458.500  |

Gambar 1. Tampilan Form Biaya Overhead Pabrik

| Biaya Bahan Baku (Rp) | Biaya Tenaga Kerja (Rp.) | BOP Variabel (Rp.) | BOP Tetap (Rp.) | Total Biaya Produksi (Rp.) | Harga Jual (Rp) |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| 78400000              | 8400000                  | 2022720            | 2090560         | 90853280                   | 600000          |
| 56000000              | 6000000                  | 1444800            | 1450400         | 64895200                   | 650000          |
| 56700000              | 5400000                  | 1462860            | 1468530         | 65031390                   | 750000          |
| 16800000              | 3600000                  | 433440             | 435120          | 21268560                   | 400000          |
| 37800000              | 8100000                  | 975240             | 979020          | 47854260                   | 700000          |
| 119700000             | 13680000                 | 3088260            | 3100230         | 139568490                  | 600000          |
| 126260000             | 17700000                 | 3257508            | 3270134         | 150487642                  | 1200000         |
| 491660000             | 62880000                 | 12733994           | 12684828        | 579958822                  |                 |

Gambar 2. Tampilan Form Perhitungan

## KESIMPULAN

1. Rincian biaya produksi kusen pada CV. Rezeki Makmur masih dibuat secara manual dan proses penyimpanannya berbentuk berkas dan tidak tersimpan di dalam *database* sehingga data dapat hilang dan tidak tersusun dengan baik.
2. Penerapan metode *full costing* untuk menghitung biaya produksi kusen cukup mudah digunakan untuk menghitung biaya produksi kusen karena langkah-langkah penyelesaiannya cukup sederhana sehingga mendapatkan hasil total biaya produksi kusen yang akurat.
3. Perancangan aplikasi perhitungan biaya produksi kusen ini dapat mempermudah pihak perusahaan untuk menentukan keputusan dalam penentuan harga pokok produksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Mulyadi, *Akutansi Biaya*, Penerbit : UPP STIM YKPN, Yogyakarta, 2014
- Juanda Astarani, Arta Uliana, *Analisis Penentuan Biaya Produksi Listrik Dengan Metode Full Costing Pada PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat Area Pontianak*, 2013
- Griya Kreasi, *74 Inspirasi Bahan Bangunan*, Penerbit : Griya Kreasi, 2008
- Rosa A.S, M. Shalahuddin, *Rekayasa Perangkat Lunak*, Penerbit : Modula, Bandung, 2011
- Ketut Darmayuda, *Pemrograman Aplikasi Database dengan Microsoft Visual Basic .Net 2008*, Informatika Bandung, Bandung, 2009
- Herry Raditya Wibowo, Jubilee Enterprise, *Visual Basic Database*, Penerbit : PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2014
- Yeni Kustiyahningsih, Devie Rosa Anamisa, *Pemrograman Basis Data Berbasis Web Menggunakan PHP & MySQL*, 2011, Penerbit : Graha Ilmu, Yogyakarta

## PERANCANGAN APLIKASI PENENTUAN JUMLAH PRODUKSI OPTIMAL MINUMAN TEH BOTOL MENGGUNAKAN METODE *FUZZY* SUGENO PADA PT. SINAR SOSRO TANJUNG MORAWA

Randhy Aryudi

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id) , [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** PT. Sinar Sosro merupakan perusahaan yang bersifat *make to stock* yang menjaga tingkat persediaan barang jadi di gudang untuk mencukupi permintaan beberapa hari ke depan, memproduksi minuman teh sesuai dengan jumlah permintaan dan jumlah persediaan sebelumnya. Jadi perusahaan tidak dapat mengetahui nilai optimasi produksi minuman untuk setiap bulan berikutnya Sistem Pendukung Keputusan merupakan suatu sistem interaktif yang mendukung keputusan dalam proses pengambilan keputusan melalui alternatif-alternatif yang diperoleh dari hasil pengolahan data, informasi dan rancangan model. Fuzzy Segeno adalah suatu metode yang berperan pada masalah kompleks dimana seorang pengambil keputusan berusaha menyederhanakan masalah-masalah rumit sampai pada tingkat dimana dia siap untuk memahaminya. Perusahaan ataupun instansi baik swasta maupun negeri membutuhkan sebuah alat bantu yang mempermudah dalam pengelolaan hal pengambilan keputusan. dirancang mampu memberikan jumlah produksi minuman yang optimum dibandingkan sistem manual yang mengakibatkan produksi berlebih atau kekurangan.

**Kata Kunci :** Produksi Optimal, Sistem Pendukung Keputusan , Fuzzy Sugeno

### PENDAHULUAN

PT. Sinar Sosro adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi minuman dengan skala besar (*mass production*). PT. Sinar Sosro Cabang Deli Serdang memproduksi minuman botol berupa Teh Botol, Fruit Tea, Green Tea, Prima. Produk utama PT. Sinar Sosro adalah Teh Botol Sosro. PT. Sinar Sosro merupakan perusahaan yang bersifat *make to stock* yang menjaga tingkat persediaan barang jadi di gudang untuk mencukupi permintaan beberapa hari ke depan. Jadi perusahaan tidak dapat mengetahui nilai optimasi produksi minuman untuk setiap bulan berikutnya. jumlah produksi optimal minuman teh. PT. Sinar Sosro memproduksi minuman teh sesuai dengan jumlah permintaan dan jumlah persediaan sebelumnya. Untuk itu sangat penting bagi PT. Sinar Sosro dalam menentukan jumlah produksi optimal minuman teh setiap tahunnya. Karena apabila perusahaan tidak teliti dalam menentukan jumlah produksi minuman

Sistem Pendukung Keputusan merupakan suatu sistem interaktif yang mendukung keputusan dalam proses pengambilan keputusan melalui alternatif-alternatif yang diperoleh dari hasil pengolahan data, informasi dan rancangan model. AHP menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. AHP memiliki banyak keunggulan dalam menjelaskan proses pengambilan keputusan. Salah satunya adalah dapat digambarkan secara grafis sehingga mudah dipahami oleh semua pihak yang terlibat dalam pengambilan keputusan (Kusrini, Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan, 2007 ). Dengan menggunakan metode logika *fuzzy* yang bekerja berdasarkan aturan-aturan linguistik, maka akan didapat suatu solusi dengan nilai *integer*.

### BAHAN dan METODE

Konsep Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support System* (DSS) pertama kali diungkapkan pada tahun 1970-an oleh Michael S. Scott Morton dengan istilah *Management Decision System*. Sistem tersebut adalah suatu sistem yang berbasis komputer yang ditujukan untuk membantu pengambilan keputusan dengan memanfaatkan data dan model tertentu untuk memecahkan berbagai persoalan yang tidak terstruktur (Menurut Saaty dan Thomas, 2001).

#### Logika Fuzzy

Menurut Sri Kusuma Dewi dan Hari Purnomo (2004) Logika *Fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk soft computing. Logika *Fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Aspek pada tabel 1 berikut merupakan hasil yang diperoleh dari perusahaan untuk menentukan jumlah produksi optimal minuman teh botol pada tahun berikutnya.

**Tabel 1: Data Minuman Teh PT.Sinar Sosro per Tahun**

| No | Tahun Produksi | Data Permintaan | Data Persediaan | Jumlah Produksi |
|----|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1  | 2012           | 1.000.056       | 570.491         | 1260.433        |
| 2  | 2013           | 980.564         | 430.649         | 990.811         |
| 3  | 2014           | 750.934         | 360.139         | 1.410.559       |

Pada tabel 1 terdapat tiga buah variabel yaitu permintaan, persediaan dan jumlah produksi. Masing-masing variabel tersebut akan ditentukan bentuk himpunannya serta dihitung fungsi keanggotaannya.

**Tabel.2 Penentuan Range**

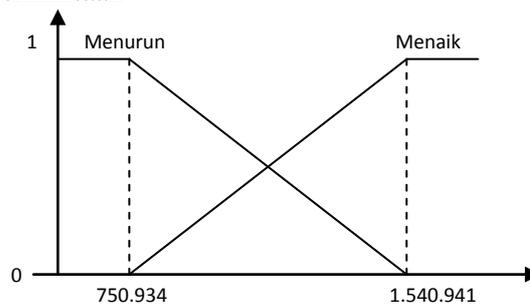
| Variabel        | Himpunan Input |           | Notasi Variabel |
|-----------------|----------------|-----------|-----------------|
|                 | Nama           | Nilai     |                 |
| Permintaan      | Menurun        | 750.934   | pmtTurun        |
|                 | Menaik         | 1.540.941 | pmtNaik         |
| Persediaan      | Sedikit        | 360.139   | psdSedikit      |
|                 | Banyak         | 710.527   | psdBanyak       |
| Jumlah Produksi | Berkurang      | 990.811   | prdBerkurang    |
|                 | Bertambah      | 1.710.002 | prdBertambah    |

Dari tabel diatas yang merupakan data dari PT.Sinar Sosro maka permintaan terbesar adalah 1.540.941 botol/pertahun dan permintaan terkecil adalah 750.934 botol/ pertahun. Persediaan digudang paling banyak adalah 710.527 botol/ pertahun dan persediaan sedikit adalah 360.139 botol/ pertahun. Dari tahun ke tahun SDM paling banyak memproduksi minuman teh ini sebanyak 1.710.002 botol/pertahun dan paling sedikit memproduksi minuman teh ini hanya 990.811 botol/pertahun. Jadi Pertanyaannya berapa botol minuman teh yang harus diproduksi, jika jumlah permintaan sebanyak 1.500.000 botol/pertahun dan persediaan digudang 500.000 botol/ pertahun.

**Fungsi Keanggotaan Metode Fuzzy Sugeno**

$$\begin{aligned}
 \text{Permintaan} & : 750.934 - 1.540.941 = x = 1.500.000 \\
 \text{Persediaan} & : 360.139 - 710.527 = y = 500.000 \\
 \text{Jumlah Produksi} & : 990.811 - 1.710.002 = z = ?
 \end{aligned}$$

**Fungsi Keanggotaan Permintaan**



**Gambar 1:** Kurva Permintaan Minuman Teh  
Menghitung nilai predikat dan Z dari setiap aturan

Rule 1

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ Predikat 1} & = \mu_{\text{pmtTurun}} \cap \mu_{\text{psdBanyak}} \\
 & = \min 0.05 \cap 0.40 \\
 & = \min 0.05
 \end{aligned}$$

Dari bagian konsekuen rule 1

$$\begin{aligned}
 Z_1 & = \text{Permintaan} - \text{Persediaan} \\
 & = 1.500.000 - 500.000 \\
 & = 1.000.000
 \end{aligned}$$

Rule 2

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ Predikat 2} & = \mu_{\text{pmtTurun}} \cap \mu_{\text{psdSedikit}} \\
 & = \min 0.05 \cap 0.60 \\
 & = \min 0.05
 \end{aligned}$$

Dari bagian konsekuen rule 2

$$Z_2 = \text{Permintaan} = 1.500.000$$

Rule 3  
 $\alpha \text{ Predikat 3} = \mu_{\text{pmtNaik}} \cap \mu_{\text{psdBanyak}}$   
 $= \min 0.95 \cap 0.40$   
 $= \min 0.40$

Dari bagian konsekuen rule 3  
 $Z_3 = \text{Permintaan} = 1.500.000$

Rule 4  
 $\alpha \text{ Predikat 4} = \mu_{\text{pmtNaik}} \cap \mu_{\text{psdSedikit}}$   
 $= \min 0.95 \cap 0.60$   
 $= \min 0.60$

Dari bagian konsekuen rule 4  
 $Z_4 = 1.25 * \text{Permintaan} - \text{Persediaan}$   
 $= 1.25 * (1.500.000 - 500.000)$   
 $= 1.250.000$

Menghitung Defuzzifikasi

$$WA = \frac{\alpha \text{Predikat1} * Z_1 + \alpha \text{Predikat2} * Z_2 + \alpha \text{Predikat3} * Z_3 + \alpha \text{Predikat4} * Z_4}{\alpha \text{Predikat1} + \alpha \text{Predikat2} + \alpha \text{Predikat3} + \alpha \text{Predikat4}}$$

$$WA = \frac{0.05 * 1.000.000 + 0.05 * 1.500.000 + 0.40 * 1.500.000 + 0.60 * 1.250.000}{0.05 + 0.05 + 0.40 + 0.60}$$

$$= 1.475.000 \text{ botol/tahun}$$

Maka dapat disimpulkan bahwa, jumlah produksi untuk tahun berikutnya adalah sebanyak 1.475.000 botol per tahun.

### Implementasi Sistem

Adapun fungsi dari masing-masing komponen tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Hardware*

Perangkat keras (*hardware*) sebagai pendukung operasi pengolahan data seperti CPU, *memory*, *disk*, *terminal* dan sebagainya yang digunakan untuk merancang atau menjalankan program yang telah dibuat.

2. *Software*

Perangkat lunak (*software*) adalah perangkat abstrak yang merupakan bagian utama selain *hardware* dari sistem komputer. Tanpa suatu *software*, komputer adalah sebuah rongsokan elektronik yang tidak berguna sama sekali. *Hardware* komputer akan hidup dan memiliki fungsi jika digunakan bersama-sama dengan *software*.

3. *Brainware*

*Brainware* merupakan operator yang berfungsi untuk mengoperasikan atau menjalankan program.

### Data Minuman



Gambar 2: Data Minuman



**Gambar 3:** Perhitungan Fuzzy Sugeno

|   | Nama Minuman      | Tahun | Permintaan | Persediaan | Hasil Produksi Sugeno |
|---|-------------------|-------|------------|------------|-----------------------|
| ▶ | Minuman Teh Botol | 2015  | 1500000    | 500000     | 1475000               |

Waktu Eksekusi 0.015 milisecond

**Gambar 4:** Hasil Metode *Fuzzy Sugeno*

## KESIMPULAN

1. Telah diperoleh suatu sistem pendukung keputusan penentuan jumlah produksi minuman teh menggunakan metode *Fuzzy Sugeno* di perusahaan PT. Sinar Sosro Tanjung Morawa.
2. Defuzzyfikasi didapat dari perhitungan nilai keanggotaan pada himpunan *Fuzzy* sesuai dengan operator yang digunakan dalam penentuan jumlah produksi minuman teh untuk tahun berikutnya.
3. Sistem pendukung keputusan pada perusahaan PT. Sinar Sosro dapat menentukan jumlah produksi minuman teh untuk di setiap tahun berikutnya.
4. Pada hasil penelitian penulis, sistem yang digunakan lebih baik dari pada sistem manual yang digunakan perusahaan karena perhitungan jumlah produksi minuman teh menghasilkan jumlah yang optimum berbeda dengan sistem manual dari perusahaan yang mengakibatkan lebih dan kurangnya minuman yang diproduksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kristanto, Andri. 2008. Perancangan Sistem Informasi. Gava Media. Yogyakarta.
- Kusuma dewi, Sri & Purnomo, Hari. 2004. Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Oetomo, Budi Sutedjo Dharma. 2002. E-education : Konsep Tegnologi dan Aplikasi Internet Pendidikan. Yogyakarta. Andi
- Raymond McLeod, Jr. 1998. Management Information Systems. Michigan. Universitas Michigan.
- S.Scoot Morton, Michael. 1998. Decision Support Systems. Universitas Michigan
- Thomas, Saaty L. 2008. Decision Making With The Analytic Hierarchy Process, International Journal Of Services Sciences.
- Simon. 2002. Decision Support Systems. University Of Chicago.
- Suwandi. 2011. Aplikasi Sistem Inferensi Fuzzy Metode Sugeno Dalam Memperkirakan Produksi Air Mineral Dalam Kemasan. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Zadeh, Lotfi A. 1965. Soft Computing. Universitas California. Barkeley.

## IMPLEMENTASI METODE SPREAD SPECTRUM UNTUK PENYEMBUNYIAN PESAN TEKS RAHASIA KEDALAM FILE VIDEO

Rina Pancari

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Masalah keamanan pesan, merupakan aspek penting dari sebuah sistem informasi. Informasi disalahgunakan oleh orang yang tidak bertanggung jawab, salah satunya adalah meniru hak cipta atas suatu informasi seperti: video, lagu dan lain sebagainya. Meniru akan suatu hak cipta merupakan salah satu pelanggaran yang termasuk dalam aspek keamanan yaitu *integrity*, sehingga diperlukan cara agar suatu informasi dapat diketahui keasliannya yaitu dengan menyisipkan pesan rahasia ke dalam file video. Keamanan dalam menyimpan pesan yang bersifat rahasia merupakan salah satu faktor penting yang harus dijaga. Steganografi adalah ilmu menyembunyikan teks pada media lain yang telah ada sedemekian sehingga teks yang tersembunyi menyatu dengan media lain (Rifki Sadikin, 2011) sedangkan metode *spread spectrum* mentransmisikan sebuah sinyal pita informasi sempit ke dalam sebuah kanal pita lebar dengan penyebaran frekuensi. Penyebaran frekuensi sendiri berfungsi menambah tingkat redudansi. Rancangan Aplikasi penyembunyian pesan ke dalam file video yaitu Pesan teks yang tersembunyi tersebut merupakan hasil dari proses penyembunyian teks dengan metode *spread spectrum* dan dapat dijadikan sebagai hak cipta.

**Kata Kunci:** Steganografi, Algoritma Spread Spectrum.

### PENDAHULUAN

Perkembangan dunia komputer dan pendukung perangkat lainnya yang serba digital telah membuat data-data digital semakin banyak digunakan. Terdapat sejumlah faktor yang membuat data digital semakin banyak digunakan yaitu mudah diduplikasi dan hasilnya sama dengan aslinya, mudah dalam penyimpanannya, serta mudah didistribusikan baik melalui media *disk* maupun melalui media *internet*. Keamanan pesan, merupakan aspek penting dari sebuah sistem informasi. Informasi disalahgunakan oleh orang yang tidak bertanggung jawab, salah satunya adalah meniru hak cipta atas suatu informasi seperti: video, lagu dan lain sebagainya. Meniru akan suatu hak cipta merupakan salah satu pelanggaran yang termasuk dalam aspek keamanan yaitu *integrity*, sehingga diperlukan cara agar suatu informasi dapat diketahui keasliannya yaitu dengan menyisipkan pesan rahasia ke dalam file video. Penyimpanan pesan yang bersifat rahasia merupakan salah satu faktor penting yang harus dijaga. Salah satu teknik yang dapat dipakai untuk menangani hal tersebut adalah *steganografi*. *Steganografi* adalah teknik yang digunakan untuk pengamanan pesan ataupun informasi, yaitu dengan menyembunyikan informasi kedalam media digital dengan metode tertentu agar tidak tampak perbedaan secara *visual* antara file asli dengan file yang telah disisipi informasi (*stegoimage*) sehingga tidak diketahui oleh *steganalis* (orang yang dapat memecahkan *stegoimage* tanpa mengetahui kunci yang ada).

### BAHAN PENELITIAN

Analisa adalah penguraian dari suatu pembahasan, dalam hal ini pembahasan mengenai penyisipan pesan ke dalam file video menggunakan metode *spread spectrum*. Masalah keamanan pesan, merupakan aspek penting dari sebuah sistem informasi. Informasi disalahgunakan oleh orang yang tidak bertanggung jawab, salah satunya adalah meniru hak cipta atas suatu informasi seperti: video, lagu dan lain sebagainya. Video adalah sajian gambar dan suara yang ditangkap oleh sebuah kamera, yang kemudian disusun ke dalam urutan frame untuk dibaca dalam satuan detik (Amir Fatah Sofyan, 2008).

#### **Steganography**

*Steganography* sudah dikenal oleh bangsa Yunani. Penguasa Yunani dalam mengirimkan pesan rahasia menggunakan kepala budak atau prajurit sebagai media. Dalam hal ini, rambut budak dibotaki, lalu pesan ditulis pada kulit kepala budak. Bangsa Romawi mengenal *steganography* dengan menggunakan tinta tak nampak (*invisible ink*) untuk menuliskan pesan.

#### **Spread Spectrum**

Metode *spread spectrum* adalah sebuah teknik *pentransmision* dengan menggunakan *pseudonoise code*, yang independen terhadap data informasi, sebagai modulator bentuk gelombang menyebarkan *energy* sinyal dalam sebuah jalur komunikasi (*bandwith*) yang lebih besar daripada sinyal jalur komunikasi informasi, oleh penerima, sinyal dikumpulkan kembali menggunakan replikasi *psedonoise code* tersinkronisasi. Berdasarkan definisi, dapat dikatakan bahwa steganografi menggunakan metode *Spread spectrum* memperlakukan *cover-object* (Dal Fendry, 2014. ISSN : 2301-9425).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Steganografi menggunakan metode *spread spectrum* memperlakukan *cover object*. Berikut langkah-langkah dari metode *spread spectrum*.

1. Proses *encode*

Contoh:

Sebuah video dengan format AVI, isi pesan adalah “RINA”, kata kunci “PANCARI”. Fungsi akan membaca pesan yang dimasukkan dan mengecek ukuran pesan yang dimasukkan apakah lebih kecil dari ukuran gambar dengan rumus:

$$\text{Panjang pesan} = ((\text{ukuran pesan}) + 28) * 4 * 8$$

Angka 28 adalah untuk *tag* pemberian tanda pada video yang disisipkan, angka 4 adalah besar faktor pengali yang berguna untuk penyebaran *bit* serta angka 8 adalah *bit* video.

2. Setelah mengecek ukuran *file* selesai kemudian dilakukan pengecekan ukuran video. Jika semua syarat sudah terpenuhi dilanjutkan ke dalam proses penyisipan.

Hasil pengkonversian biner dari “RINA” adalah:

0101001001001001010011100 1000001

3. Biner pesan disebar dengan besaran skalar pengalinya empat, akan menghasilkan segmen baru, yaitu:

0011011110000100111000001001110000100000  
001101111111001110000010011100001111101  
000000000011011111000111001111100100000  
001111111110111111011100111111100000

4. Pembangkitan *pseudonoise* dengan bitbit pembangkitan yang ditentukan berdasarkan kunci masukan yaitu “PANCARI”.

5. Setelah mendapatkan nilai dari kata kunci (70) kemudian nilai tersebut digunakan sebagai bitbit awal pembangkitan bilangan acak. Perhitungan pembangkitan bilangan acak sesuai rumus pembangkitan bilangan acak LCG

adalah sebagai berikut:

$$X_{n+1} = (aX_n + c) \text{ mod } m$$

$$a = 17$$

$$c = 7$$

$$m = 84$$

$$X_n = \text{Bilangan bulat ke-}n$$

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$X_1 = (17 * 70 + 7) \text{ mod } 84 = 21$$

$$X_2 = (17 * 65 + 7) \text{ mod } 84 = 20$$

$$X_3 = (17 * 59 + 7) \text{ mod } 84 = 2$$

$$X_4 = (17 * 44 + 7) \text{ mod } 84 = 83$$

$$X_5 = (17 * 5 + 7) \text{ mod } 84 = 8$$

Demikian seterusnya untuk  $X_6, X_7, X_8, \dots, X_n$ , Sebagai contoh dilakukan lima kali penyebaran dan hasilnya adalah “21 20 2 83 8”, jika diubah dalam bentuk

biner menjadi:

0001010100010100000000100101001100001000

6. Untuk mendapatkan hasil modulasi, segmen pesan akan dimodulasi dengan *pseudonoise signal* menggunakan fungsi *XOR (Exclusive OR)*, fungsi ini digunakan untuk melakukan penyaringan terhadap segmen video yang akan disisipi pesan, dan memudahkan untuk menyaring pesan yang disisip.

**Tabel 1** : Nilai *pixel frame* pertama video sebelum disisipi pesan

|         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| R = 180 | R = 186 | R = 185 | R = 182 | R = 181 |
| G = 166 | G = 172 | G = 174 | G = 171 | G = 170 |
| B = 163 | B = 169 | B = 172 | B = 169 | B = 168 |
| R = 183 | R = 186 | R = 184 | R = 184 | R = 187 |
| G = 173 | G = 176 | G = 174 | G = 176 | G = 179 |
| B = 171 | B = 175 | B = 173 | B = 174 | B = 177 |

Nilai biner sebelum disisipi pesan:

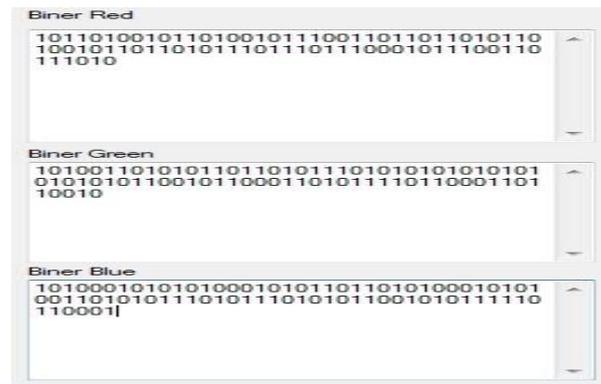


**Gambar 1:** Nilai Biner Sebelum disisipi Pesan  
Nilai *frame* video setelah disisipi pesan:

**Tabel 2:** Nilai *pixel frame* pertama video setelah disisipi pesan

|         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| R = 180 | R = 180 | R = 185 | R = 182 | R = 180 |
| G = 166 | G = 173 | G = 174 | G = 170 | G = 170 |
| B = 162 | B = 168 | B = 173 | B = 169 | B = 169 |
| R = 182 | R = 187 | R = 184 | R = 185 | R = 186 |
| G = 172 | G = 177 | G = 175 | G = 177 | G = 178 |
| B = 172 | B = 175 | B = 173 | B = 175 | B = 178 |

Nilai biner hasil penyisipan pesan ke dalam video diambil dengan bantuan aplikasi *visual basic .net 2008*.



**Gambar 2:** Nilai Biner Setelah disisipi Pesan

**Implementasi**

Untuk mengetahui spesifikasi perangkat lunak dan keras yang diperlukan dalam pengujian terhadap metode *spread spectrum* untuk menyisipkan *file* pesan ke dalam *file* video. Maka digunakan komputer yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. *Processor Core i3 2,10 GHz*
2. *Memori RAM yang digunakan 2 GB.*
3. *VGA Card 32 MB.*
4. *Harddisk 320 GB.*
5. *Keyboard dan Mouse.*
6. *Monitor dengan resolusi 1024 x 768.*
7. *Windows 7 32 bit.*



**Gambar 3:** Tampilan Form Awal



**Gambar 4:** Tampilan Form Hasil**KESIMPULAN**

1. Penyisipan pesan teks ke dalam video dilakukan dengan mengganti nilai *bit-bit* yang ada dalam tiap *frame* video dengan isi dari pesan yang akan disisipkan, sehingga pesan yang disisipkan akan tetap berada di dalam video hingga video selesai.
2. Proses penyisipan pesan file teks ke dalam file video dengan metode *spread spectrum* adalah dengan teknik penransmisian menggunakan *pseudonoise code* yang independen terhadap data informasi sebagai modulator bentuk gelombang untuk menyebarkan energi sinyal dalam nilai *bit* dari tiap *frame-frame* video.
3. Perancangan aplikasi penyisipan pesan *file* video dapat dilakukan dengan menggunakan *unified modelling language* sebagai alat bantu perancangannya dan *visual studio .net 2008* sebagai pembangun aplikasi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Amir Fatah Sofyan, Agus Purwanto, 2008, "Digital Multimedia Animasi, Sound Editing, dan Video Editing", Andi, Yogyakarta.
- Edy Winarno, ST, M.Eng, Ali Zaky, SmitDev Community, 2015, "VB.NET untuk Skripsi", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Jubilee Enterprise, 2010, "Rahasia Manajemen File", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Lovure Cyber Team, 2012, "Smart Book Video Editing", PT. Niaga Swadaya, Jakarta.
- Rifqi Sadikin, 2012, "Kriptografi untuk Keamanan Jaringan", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Rinaldi Munir, 2011, "Algoritma dan pemrograman Dalam Bahasa Pascal dan C", Informatika Bandung, Bandung, Edisi revisi 3.
- Rinaldi Munir, 2006, "Kriptografi", Informatika Bandung, Bandung, Edisi 1.
- Windu Gata, 2013, Grace Gata, "Sukses Membangun Aplikasi dengan Penjualan dengan Java", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.

## PENERAPAN METODE DEFLATE DAN SHANNON-FANO TERHADAP KOMPRESI FILE TEKS

Rizki Hasianda Marpaung

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan

[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Melihat kebutuhan akan pemampatan data, diperlukan kompresi yang mampu memperkecil data, sehingga memperoleh keuntungan mengurangi pemakaian ruang media penyimpanan eksternal, mempercepat proses transfer data antar media penyimpanan, memampatkan data dengan tingkat rasio lebih tinggi dari data aslinya. Algoritma Shannon-Fano merupakan Suatu metode yang dikenal pertama kali mampu melakukan pengkodean terhadap simbol secara efektif adalah metode Shannon-fano. sedangkan metode deflate merupakan algoritma persilangan antara algoritma Huffman dan LZ77. Dalam proses kompresinya, metode deflate ini terlebih dahulu melakukan proses pengelompokan karakter dengan menggunakan algoritma LZ77. Rancangan aplikasi dengan menerapkan kedua metode di atas dapat memperkecil ukuran file teks yang dapat menghemat ukuran memori.

**Kata Kunci:** Kompresi, Deflate, Shannon-Fano

### PENDAHULUAN

Penyimpanan data merupakan suatu hal yang penting, terlebih lagi bagi suatu instansi atau Perusahaan yang memiliki bagian-bagian kerja yang saling berhubungan dalam operasionalnya. Sebuah manajemen suatu instansi atau perusahaan sangatlah ditentukan oleh kemampuan instansi atau perusahaan bersangkutan dalam menyimpan data secara baik dan benar. Ukuran data yang semakin besar menuntut para pemakai komputer untuk berbagai macam cara agar dapat menyimpan sejumlah besar data dalam media penyimpanan yang terbatas. Tanpa adanya penyimpanan data, informasi yang diterima kurang akurat kebenarannya dan bisa menimbulkan masalah dikemudian hari.

Apabila ukuran data dapat dikompres menjadi lebih kecil dari ukuran aslinya, secara otomatis memori dapat menyimpan data lebih banyak lagi. Saat ini terdapat banyak algoritma pemampatan, antara lain algoritma huffman, LZHUF, LZW, *dynamic marcov compression*, *Run Length* dan lain-lain, tetapi dalam tulisan ini digunakan algoritma deflate dan shanon fano. Algoritma tersebut digunakan untuk mengefisienkan kapasitas penyimpanan data, salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah efisiensi ukuran data teks adalah penerapan teknik kompresi. Dasarnya metode ini menggantikan setiap simbol dengan sebuah alternatif kode biner yang panjangnya ditentukan berdasarkan probabilitas dari simbol tersebut dibidang kompresi data, Shannon Fano *coding* adalah teknik untuk membangun sebuah kode awalan didasarkan pada seperangkat simbol dan probabilitas (diperkirakan atau diukur).

### BAHAN dan METODE

Melihat kebutuhan akan pemampatan data, diperlukan kompresi yang mampu memperkecil data, sehingga memperoleh keuntungan mengurangi pemakaian ruang media penyimpanan eksternal, mempercepat proses transfer data antar media penyimpanan, memampatkan data dengan tingkat rasio lebih tinggi dari data aslinya. Teknik pemampatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deflate dan metode shannon fano.

ASCII digunakan oleh komputer dan alat komunikasi lain untuk menunjukkan *text*. Kode ASCII memiliki komposisi bilangan biner sebanyak 8 *bit*, dimulai dari 00000000 hingga 11111111. Total kombinasi yang dihasilkan sebanyak 256, dimulai dari kode 0 hingga 255 dalam sistem bilangan desimal

#### Kompresi Data

Kompresi data adalah aplikasi kompresi data yang dilakukan terhadap data digital dengan tujuan untuk mengurangi redundansi yang terdapat dalam data sehingga dapat disimpan atau ditransmisikan secara efisien (Sutardi, 2014, 54). Tujuan dari pada kompresi data tiada lain adalah untuk mengurangi data berlebihan tersebut sehingga ukuran data menjadi lebih kecil dan lebih ringan dalam proses transmisi (Darma Putra, 2009).

#### Algoritma Shannon-Fano

Algoritma *Shannon-Fano* ini membentuk sebuah pohon dari kumpulan data, kemudian meng-*encoding* dan mengembalikannya dalam bentuk karakter teks atau *decoding*. Pembuatan pohon pada *Shannon-Fano* dibuat berdasarkan proses dari atas ke bawah, yang dibangun sesuai dengan spesifikasi yang dirancang untuk mendefinisikan tabel kode. Pada pohon *Shannon-Fano*, semua karakter dikelompokkan berurutan dari kiri ke kanan dari frekuensi yang sering muncul kefrekuensi yang umum.

**Algoritma kompresi Deflate**

Algoritma kompresi Deflate ini bersifat *loseless* sama seperti algoritma kompresi LZ77 dan algoritma kompresi *Static Huffman*. Metode *encoding* pada Deflate telah dimuat dalam dokumen.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sebuah *file .TXT* mempunyai data di dalamnya berbentuk teks sebagai berikut:

Data teks : rizkihasianda

**Tabel 1.** Index karakter

|          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| Index    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Karakter | r | i | z | k | I | h | a | s | i | a  | n  | d  | a  |

Langkah-langkah kompresi adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan algoritma LZ77 yaitu cari nilai indeks pertama pada data teks, yaitu r dan diberi nilai (0,0, i).Setelah karakter pertama, kemudian baca lagi nilai karakter yang kedua yaitu i , cek apakah ada karakter yang sama di sebelah kirinya, jika ada maka liat jarak karakter yang terbesar, yaitu indeks ke 2 dan indeks ke 9, sehingga menghasilkan nilai (7, 2, n), begitu seterusnya hingga dihasilkan nilai seperti berikut:

(0, 0, r), (7, 1, i), (0, 0, z), (0, 0, k), (0, 0, h), (6, 1, a), (0, 0, s ), (0, 0, n), (0, 0, d).

2. Setelah mendapatkan index yang baru kemudian susun kembali data tersebut secara berurut:

|          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Index    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Karakter | r | i | Z | k | h | a | s | n | d |

3. Berdasarkan algoritma *huffmann*, yaitu hitung frekuensi kemunculan huruf dengan tabel frekuensi, kemudian gabung dengan pohon *huffmann* dari nilai terkecil, hingga menjadi nilai terbesar.

Hasil perhitungan algoritma huffman

**Tabel 2:** Kode *huffman*

| Karakter | Kode <i>Huffman</i> |
|----------|---------------------|
| R        | 1110                |
| I        | 1111                |
| Z        | 000                 |
| K        | 001                 |
| H        | 010                 |
| A        | 011                 |
| S        | 100                 |
| N        | 101                 |
| D        | 110                 |

Menurut kode *huffman* yang didapat, *string* rizkhasnd ditulis:

1110 1111 000 001 010 011 100 101 110

Ukuran *string* sebelum pemampatan (dalam kode ASCII) adalah:

rizkihasianda = 13 karakter x 8 bit = 104 bit (ukuran awal)

Ukuran *string* setelah pemampatan adalah:

$1x4 + 1x4 + 1x3 = 29 \text{ bit}$ (ukuran akhir)

Rasio pemampatan =  $100\% - \frac{29}{104} \times 100\% = 72,1\% = 75 \text{ bit}$

104

Yang artinya 72,1 % atau 75 bit dari *string* semula telah berhasil dikompresi

**Analisa shanon fano**

Data teks : rizkihasianda

Besar data : 13 karakter x 8 bit = 104 bit

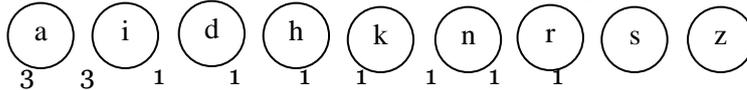
Langkah-langkah kompresi algoritma *shannon-fano* adalah sebagai berikut:

- a. Hitung frekuensi kemunculan masing-masing karakter.

**Tabel 3:** Frekuensi Karakter

| Karakter | Frekuensi |
|----------|-----------|
| A        | 3         |
| I        | 3         |
| D        | 1         |
| H        | 1         |
| K        | 1         |
| N        | 1         |
| R        | 1         |
| S        | 1         |
| Z        | 1         |

b. Urutkan frekuensi kemunculan karakter dari yang terbesar ke yang terkecil.



Hasil perhitungan shanon fano

**Tabel 4.** Kode *Shannon-Fano*

| Karakter | Frekuensi | Kode |
|----------|-----------|------|
| a        | 3         | 00   |
| i        | 3         | 010  |
| d        | 1         | 011  |
| h        | 1         | 1000 |
| k        | 1         | 1001 |
| n        | 1         | 1010 |
| r        | 1         | 1011 |
| s        | 1         | 110  |
| z        | 1         | 111  |

Lakukan substitusi terhadap karakter-karakter tersebut, sehingga nilai dari karakter menjadi:

1011 010 111 1001 010 1000 00 110 010 00 1010 011 00

Ukuran *string* sebelum pemampatan (dalam kode ASCII) adalah:

rizkihasianda = 13 karakter x 8 bit = 104 bit (ukuran awal)

Ukuran *string* setelah pemampatan adalah:

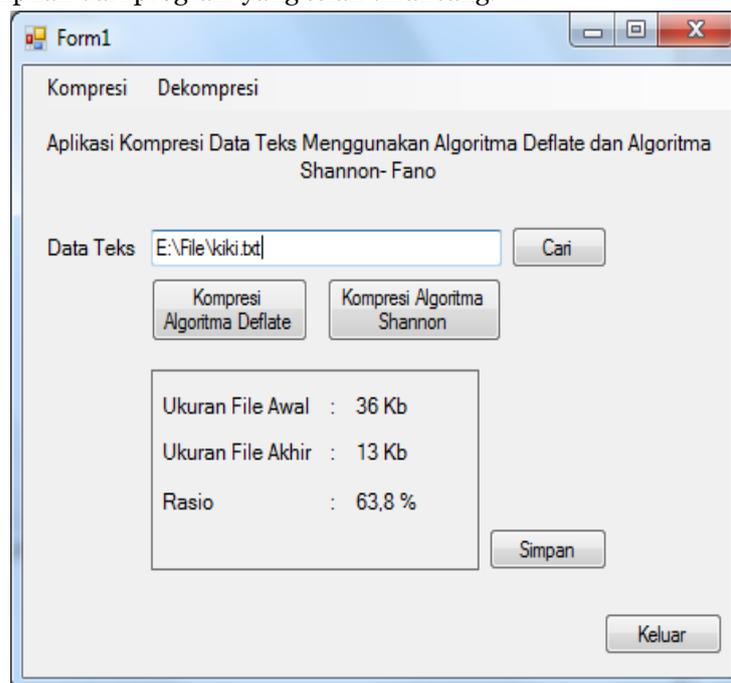
$3 \times 2 \text{ bit} + 3 \times 3 \text{ bit} + 1 \times 3 \text{ bit} + 1 \times 4 \text{ bit} + 1 \times 3 \text{ bit} + 1 \times 3 \text{ bit} = 40 \text{ bit}$  (ukuran akhir).

Rasio pemampatan =  $100\% - 40 \times 100\% = 61,5\%$  atau 64 bit terkompresi.

**Implementasi**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dilakukan implementasi pada program komputer. Implementasi dilakukan untuk mengetahui pengompresan *file* teks dengan metode *deflate* dan *shanon fano*. Pengujian dilakukan dengan *Visual Basic .Net 2008* dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. *Processor* Pentium IV.
  2. Memori RAM yang digunakan minimal 512 MB.
  3. *VGA Card* 32 MB.
  4. *Harddisk* 320 GB.
  5. *Keyboard* dan *Mouse*.
  6. Monitor dengan resolusi 1024 x 768.
- Berikut ini adalah tampilan dari program yang telah dirancang.



**Gambar 1:** Tampilan Pengujian Kompresi

Berdasarkan gambar 4.3. dapat dilihat bahwa ukuran *file* awal dari kiki.txt adalah 36 kb, setelah dikompresi ukuran *file* berubah menjadi 13 kb dan rasio dari perubahannya adalah 63,8 % .

**KESIMPULAN**

1. Algoritma shannon-fano mempunyai cara kerja yang tidak jauh berbeda dengan deflate dimulai dengan pengurutan karakter berdasarkan frekuensinya, pembentukan pohon biner dari atas kebawah.
2. Metode *deflate dan shannon-fano* ini cukup baik untuk diterapkan pada sebuah kompresi file teks. Karena dalam pengkompresian file teks dengan metode ini mempunyai cara kerja yang tidak jauh berbeda.
3. Dalam Perancangan algoritma *Deflate dan Shannon-Fano* dapat menggunakan Program Visual Basic Net 2008. Dan diharapkan dapat membantu pengguna dalam pengkompresian file teks.

**DAFTAR PUSTAKA**

- PU I. (2006). "*Fundamental Data Compression*". Elsevier, Bitish
- Sutardi. (2014). Implementasi Dan Analisa Kinerja Algoritma Shannon-Fano untuk Kompresi. Darama Putra. Pengelohan Citra, Andi. Yogyakarta, 2010.
- Hidayat dkk. (2013). Implementasi Algoritma Kompresi LZW pada Database Server, Bandung
- Salmon, D. (2007). "*Data Kompresi The Complete Reference 4th Edition*", London: Springer-Verlag.

## PEMANFAATAN METODE HEURISTIK DALAM PENCARIAN JALUR TERPENDEK DENGAN METODE A\*

Rizky Nasti

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Pencarian jalur terpendek adalah salah satu solusi yang tepat untuk pengiriman barang. Jalur terpendek yaitu menemukan lintasan terpendek antara dua atau beberapa lebih jalur yang saling berhubungan. Persoalan mencari lintasan terpendek di dalam graf merupakan salah satu persoalan optimasi. Persoalan ini biasanya direpresentasikan dalam bentuk graf atau pun gambar. Graf atau gambar yang digunakan dalam pencarian lintasan terpendek, yaitu graf yang setiap sisinya diberikan suatu nilai atau bobot. Bobot pada sisi graf atau gambar dapat menyatakan jarak antar kota. Algoritma A\* (A-Star) merupakan salah satu algoritma teknik pencarian terbimbing (teknik heuristik). Algoritma ini dipelajari untuk menyelesaikan permasalahan yang menggunakan graf atau gambar untuk perluasan ruang statusnya. Dengan kata lain digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang bisa direpresentasikan dengan graf, ada banyak algoritma yang digunakan dalam pencarian jalur terpendek salah satu nya A\*. Rancangan aplikasi jalur terpendek ke suatu tujuan maka menjadi solusi bagi setiap pencarian dan akan meminimalisir biaya yang dibutuhkan selama ini dalam hal pengiriman barang.

**Kata Kunci :** Graf, A\* (A – Star).

### PENDAHULUAN

Persoalan mencari lintasan terpendek di dalam graf merupakan salah satu persoalan optimasi. Persoalan ini biasanya direpresentasikan dalam bentuk graf atau pun gambar. Graf atau gambar yang digunakan dalam pencarian lintasan terpendek, yaitu graf yang setiap sisinya diberikan suatu nilai atau bobot. Pencarian jalur terpendek adalah salah satu solusi yang tepat untuk pengiriman barang. Jalur terpendek yaitu menemukan lintasan terpendek antara dua atau beberapa lebih jalur yang saling berhubungan. Bobot pada sisi graf atau gambar dapat menyatakan jarak antar kota. Pengiriman barang adalah suatu perusahaan yang segala upaya nya diselenggarakan secara sendiri atau bersama-sama dalam suatu organisasi untuk memberikan pelayanan jasa berupa pengiriman barang. Algoritma A\* menggunakan estimasi jarak terdekat untuk mencapai tujuan (Goal) dan memiliki nilai heuristik yang digunakan sebagai dasar pertimbangan. Algoritma A\* (A-Star) merupakan salah satu algoritma teknik pencarian terbimbing (teknik heuristik). Algoritma ini dipelajari untuk menyelesaikan permasalahan yang menggunakan graf atau gambar untuk perluasan ruang statusnya. Dengan kata lain digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang bisa direpresentasikan dengan graf, ada banyak algoritma yang digunakan dalam pencarian jalur terpendek salah satu nya A\*.

### BAHAN dan METODE

#### Bahan

Barang dapat juga dibedakan menjadi barang ekonomi (barang yang memerlukan usaha untuk memperolehnya, seperti halnya makanan) dan barang Cuma-Cuma (barang yang dapat dinikmati tanpa melakukan kegiatan memproduksi, seperti halnya udara, oksigen, sinar matahari, air hujan, dan lain sebagainya). Pada dasarnya teknik Searching (Pencarian) dapat dibagi menjadi 2 (dua) kelompok yaitu: Pencarian buta (*Blind Search*) dan Pencarian terbimbing (*Heuristic Search*). Pencarian buta biasanya tidak efisien karena waktu akses dan memori yang dibutuhkan cukup besar. Untuk mengatasi hal ini maka perlu ditambahkan sesuatu informasi pada domain yang bersangkutan sehingga proses pencarian yang baru akan dihasilkan. Pencarian seperti ini disebut sebagai *informed search* atau pencarian heuristik atau pencarian terbimbing yaitu pencarian berdasarkan panduan.

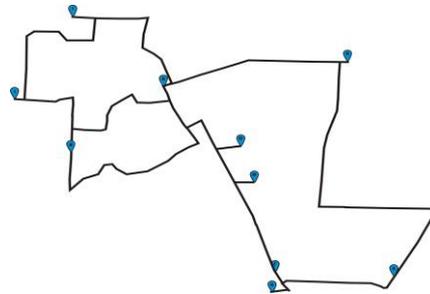
#### Metode

##### Algoritma A\*

Algoritma A\* merupakan algoritma *Best First Search* yang menggabungkan *Uniform Cost Search* dan *Greedy Best-First Search*. Biaya yang diperhitungkan didapat dari biaya sebenarnya ditambah dengan biaya perkiraan, dalam ilmu komputer, A\* (A-star) merupakan salah satu algoritma pencarian *graph* terbaik yang mampu menemukan jalur dengan biaya pengeluaran paling sedikit dari titik permulaan yang diberikan sampai ke titik tujuan yang diharapkan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada kantor PT. Pos Indonesia (Persero) khusus nya di Kantor Pos Besar Medan untuk pengiriman barang selalu terjadi kendala dalam pengiriman barang, maka dengan itu permasalahan adalah pencarian jalur terpendek pengiriman barang. Analisa sistem merupakan tahap yang paling penting dalam menentukan tahap selanjutnya. Kesalahan dalam menganalisa atau ketidak lengkap nya analisa sistem akan berakibat tidak tercapainya keinginan yang sesuai dengan yang diharapkan.



**Gambar 1 :** Peta kota medan

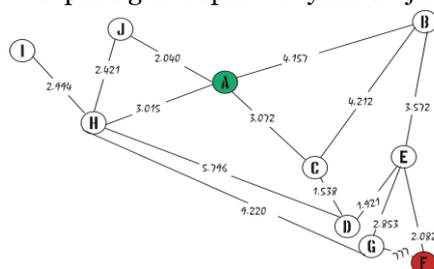
Keterangan:

1. Titik Koordinat A Kantor Pos Pusat Medan
2. Titik Koordinat B Komplek Bandar Selamat Permai
3. Titik Koordinat C Kantor Pos Bakaran Batu
4. Titik Koordinat D Kantor Pos Laksamana
5. Titik Koordinat E Kantor Pos Menteng
6. Titik Koordinat F Kantor Pos SM. Raja Medan
7. Tirik Koordinat G Kantor Pos Alfalah
8. Titik Koordinat H Kantor Pos Medan Baru (Iskandar muda)
9. Titik Koordinat I Kantor Pos Gatot Subroto
10. Titik Koordinat J Kantor Pos Tengku Amir Hamza

**Tabel 1:** Tabel Nilai Graph Antara Titik Awal Ketitik Akhir

| No | Hubungan Antara Titik Awal Titik Tujuan | Estimasi Biaya Untuk Sampai Tujuan |
|----|-----------------------------------------|------------------------------------|
| 1  | Titik Koordinat A ke B                  | 4.152                              |
| 2  | Titik Koordinat A ke C                  | 3.072                              |
| 3  | Titik Koordinat A ke H                  | 3.015                              |
| 4  | Titik Koordinat A ke J                  | 2.040                              |
| 5  | Titik Koordinat B ke C                  | 4.212                              |
| 6  | Titik Koordinat B ke E                  | 3.572                              |
| 7  | Titik Koordinat C ke D                  | 1.538                              |
| 8  | Titik Koordnat D ke E                   | 1.921                              |
| 9  | Titik Koordinat D ke H                  | 5.796                              |
| 10 | Titik Koordinat E ke G                  | 2.853                              |
| 11 | Titik Koordinat E ke F                  | 2.082                              |
| 12 | Titik Koordinat F ke G                  | 777                                |
| 13 | Titik Koordinat G ke H                  | 9.220                              |
| 14 | Titik Koordinat H ke I                  | 2.994                              |
| 15 | Titik Koordinat H ke J                  | 2.421                              |

Graf yang digunakan dalam pencarian lintasan terpendek adalah graf berbobot, dimana graf disetiap sisinya diberikan nilai, nilai pada graf dapat menyatakan jarak antar kota.



**Gambar 2:** Graf Yang Saling Terhubung Keseluruh Titik Koordinat

**Tabel 2:**Biaya Perkiraan (Jarak Garis Lurus) Dari Masing- Masing Vertex Terhadap Titik Awal A Menuju Vertex Akhir F

| N      | A    | B    | C    | D    | E    | F | G   | H    | I    | J    |
|--------|------|------|------|------|------|---|-----|------|------|------|
| $h(n)$ | 2500 | 2000 | 1500 | 1000 | 2000 | 0 | 500 | 6000 | 2000 | 2800 |

Berikut ini adalah urutan langkah- langkah proses pencarian jalur terpendek pengiriman barang dari “Kantor Pos Pusat Medan menuju Kantor Pos Alfalah” dengan menggunakan algoritma A\*.

Selanjutnya E dengan jarak terkecil, yaitu 11.031 terpilih sebagai bestnode dan dipindahkan ke list CLOSED. Lalu, semua suksesor E dibangkitkan, yaitu: D, F, dan G karena D sudah pernah ada di list OPEN maka D di CLOSED dan F, dan G belum pernah ada di list OPEN maupun CLOSED, maka F, dan G dimasukkan ke list OPEN dan langkah ke-4 ini menghasilkan OPEN= [F, G] dan CLOSED =[E]

Evaluasi:

$$f(F) = g(E) + g(E \text{ ke } F) + h(F)$$

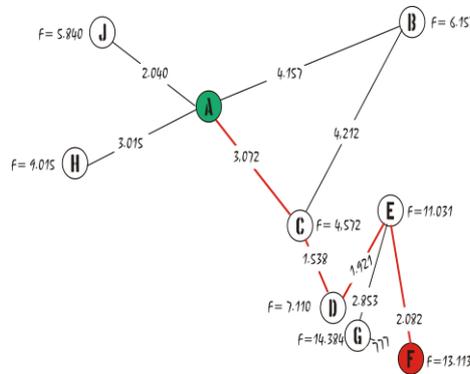
$$= 11.031 + 2.082 + 0$$

$$= 13.113$$

$$f(G) = g(E) + g(E \text{ ke } G) + h(G)$$

$$= 11.031 + 2.853 + 500$$

$$= 14.384$$

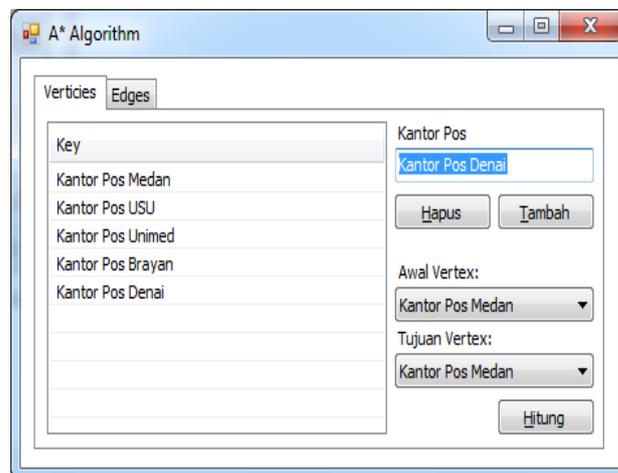


**Gambar 3:** Gambar BestNode Pencarian

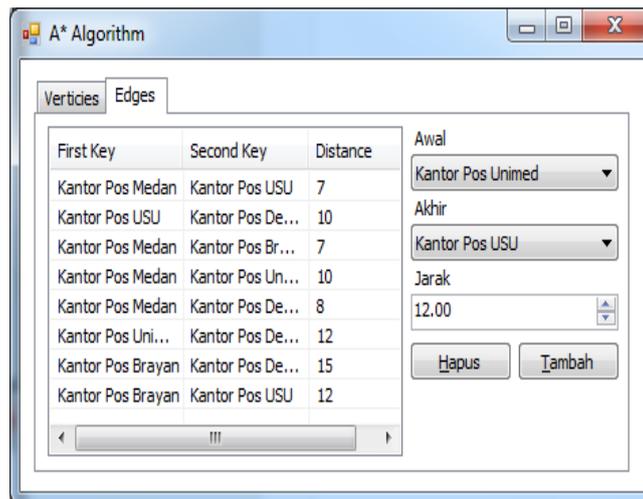
### Implementasi

Adapun implementasi dari permasalahan di atas adalah dengan cara .Pengujian dilakukan dengan Visual Basic .Net 2008 dengan spesifikasi sebagai berikut:

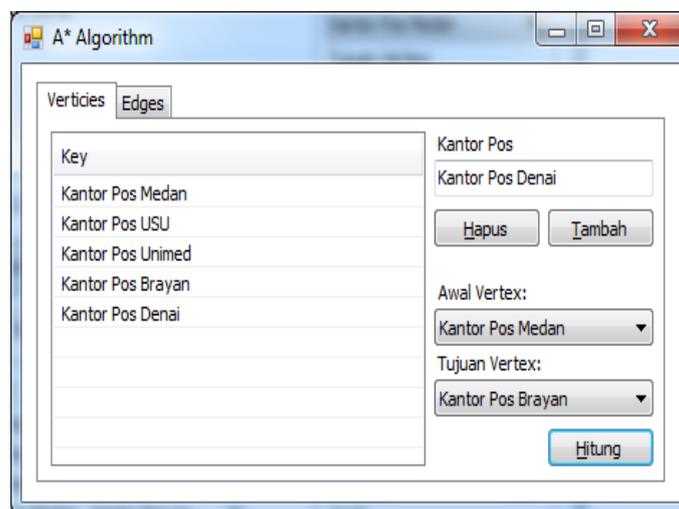
7. Processor Pentium IV.
8. Memori RAM yang digunakan minimal 512 MB.
9. VGA Card 32 MB.
10. Harddisk 320 GB.
11. Keyboard dan Mouse.
12. Monitor dengan resolusi 1024 x 768.



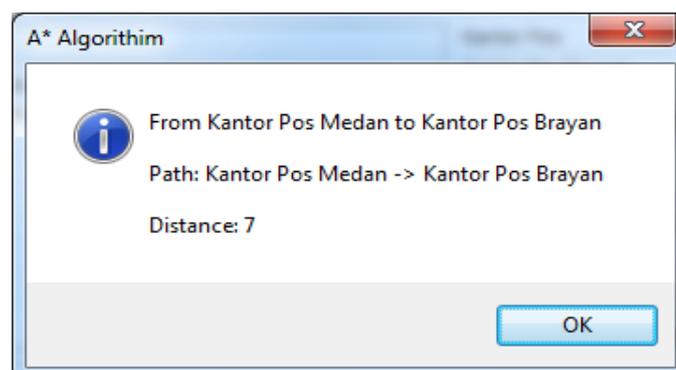
**Gambar 4 :** Penentuan Verteks (NamaTempat)



**Gambar 5:** Penentuan jarak



**Gambar 6 :** Proses Perhitungan



**Gambar 7:** Proses Perhitungan

## KESIMPULAN

1. Pencarian jalur terpendek dapat menggunakan metode pencaian graf sehingga menemukan jarak yang lebih efisien.
2. Penerapan algoritma A\* pada aplikasi pencarian rute terpendek dalam proses pengiriman barang menghasilkan jarak yang lebih dekat, dengan ini penggunaan algoritma A\* dapat membantu pengiriman barang Kantor Pos Medan
3. Aplikasi penentuan jalur terpendek telah selesai dirancang, dan dapat dijadikan sebagai aplikasi penentuan jalur terpendek pada Kantor Pos Medan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- M.Fuad, Cristine H, Nurlela, Sugiarto, Paulus, 2001, Y.E.F, "*Pengantar Bisnis*".
- Nana Suarna, 2009., "*Pedoman Panduan Praktikum Microsoft Office 2007*", Penerbit Yrama, Widya Bandung.
- Rosa A.S, M.Shalahuddin 2011, "*Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek)*", Penerbit Modula Bandung.
- Suryanto, 2014, "*Artificial Intelligence Searching Reasoning Planning Learning*", Penerbit Informatika Yogyakarta Revisi Kedua.
- T.Sutojo, S.Si., M.Kom, Edy Mulyanto, S.SSi., M.Kom, Dr.Vincent Suhartono, 2010, "*Kecerdasan Buatan*", Penerbit Andi Yogyakarta.
- Tim Prima Pena "*Kamus Besar Indonesia*" Penerbit Gitamedia Press.
- WahanaKomputer "*Short course SQL Server 2008 Express*", Penerbit Andi Jl.Mt.Haryono 637 Semarang 2010.

## PERANCANGAN APLIKASI UNTUK MENDETEKSI TEPI PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE CANNY DAN OTSU

Rista Situmorang

Mashasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Pendeteksian tepi adalah suatu cara yang dapat digunakan untuk mendeteksi tepi citra yang bertujuan untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek yang ada didalam citra tersebut lebih mudah dikenali oleh manusia maupun mesin. Metode otsu adalah merupakan salah satu pendeteksian tepi citra dengan melakukan analisa diskriminan yaitu menentukan suatu variabel yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami dan metode otsu akan menghasilkan citra yang memiliki dua nilai tingkat keabuan yaitu hitam dan putih sedangkan metode Canny tepian yang dihasilkan lebih jelas, perbedaan tepian dengan background citra terlihat nyata. Tapi di dalam Canny sendiri, noise dibagian tertentu tidak bisa hilang begitu saja. Rancangan aplikasi pada permasalahan di atas dengan menerapkan kedua metode tersebut Agar citra yang mengalami gangguan mudah direpresentasikan maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik.

**Kata kunci :** Metode Canny, Otsu, Edge Detection

### PENDAHULUAN

Meskipun sebuah citra kaya informasi namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan intensitas mutu, misalnya mengandung cacat atau derau (noise), warnanya terlalu kontras atau kabur tentu citra seperti ini akan sulit di representasikan sehingga informasi yang ada menjadi berkurang. Agar citra yang mengalami gangguan mudah direpresentasikan maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik. Pendeteksian tepi merupakan suatu cara yang dapat digunakan untuk mendeteksi tepi citra yang bertujuan untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek didalam citra, sehingga objek – objek atau garis batas suatu daerah yang ada di dalam citra tersebut lebih mudah dikenali manusia atau mesin. Dasar teknik dari pendeteksian tepi atau dalam bahasa inggrisnya disebut *edge detection* dengan melakukan penelusuran citra secara vertikal maupun horizontal sambil melihat apakah terjadi perubahan warna yang melebihi suatu sensitifitas antara dua titik yang berdekatan. Jika terjadi perubahan maka antara kedua titik tersebut dianggap pinggiran (*edge*) sebuah citra. Pendeteksian pada citra dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain yaitu dengan menggunakan metode *Robert's*, *Prewitt*, *Sobel*, *Canny* dan *Otsu*.

Algoritma deteksi tepi modern adalah deteksi tepi menggunakan metode *Canny*. Deteksi tepi *canny* ditemukan oleh Marr dan Hildreth yang meneliti pemodelan persepsi visual manusia. Beberapa kriteria pendeteksian tepian paling optimum yang dapat dipenuhi oleh algoritma *canny*, yaitu mendeteksi dengan baik yaitu memberikan fleksibilitas yang sangat tinggi dalam hal menentukan tingkat deteksi ketebalan tepi sesuai yang di inginkan, melokalisasi dengan baik, serta respon untuk tiap tepi yang jelas.

### BAHAN dan METODE

Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu, seperti gambar pada monitor televisive, foto sinar – X, foto yang tercetak di kertas foto, lukisan, pemandangan alam, hasil *CT Scan*, gambar-gambar yang terekam pada pita kaset, dan lain sebagainya. Citra analog tidak dapat direpresentasikan dalam komputer sehingga tidak dapat diproses di komputer secara langsung.

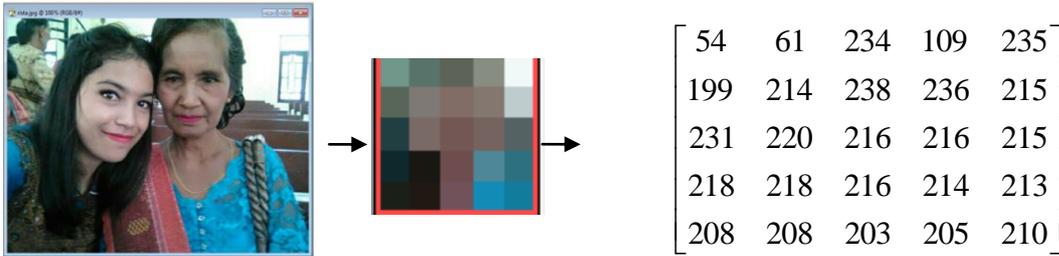
#### Metode otsu

Metode otsu melakukan pendekatan analisa diskriminan yaitu menentukan suatu variabel yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Pada proses otsu, citra awal akan dilakukan konvolusi dengan proses otsu menggunakan *Within-Class variance*.

#### Algoritma Canny

Pendekatan algoritma *canny* dilakukan dengan konvolusi fungsi gambar dengan operator *Gaussian* dan turunan-turunannya. Turunan pertama dari fungsi citra yang dikonvolusikan dengan fungsi *Gaussian*. Algoritma ini dikenal sebagai algoritma yang baik untuk mendeteksi batas. Deteksi tepi ini pertama-tama menghaluskan gambar dengan menyingkirkan noise. Kemudian ditemukannya gradient gambarnya untuk menyoroati daerah yang mempunyai ruang kepalsuan yang tinggi. Algoritma ini lalu mengambil jalur sepanjang ruang tersebut dan menekan pixel yang tidak maximum (penekanan non-maximum).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**



**Gambar 1 :** Matriks citra input 5 x 5

Dari 25 buah piksel di atas berikut merupakan nilai intensitas pada masing-masing channel yang nantinya akan digunakan dalam proses pendeteksian tepi.

**Proses Deteksi Tepi Canny**

Analisa proses yang akan dilakukan disini adalah analisa tentang bagaimana proses deteksi tepi citra digital dengan operator *canny*. Terdapat enam langkah yang dilakukan untuk mengimplementasikan deteksi tepi *canny*, yaitu:

**Tabel 1 :** Matriks 3x3 operator *canny*

|       |          |          |           |       |           |           |           |
|-------|----------|----------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|
| $C_x$ | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>-1</b> | $C_y$ | <b>-1</b> | <b>-1</b> | <b>-1</b> |
|       | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>-1</b> |       | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
|       | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>-1</b> |       | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |

Sehingga besar gradient dapat di hitung dengan menggunakan persamaan:

$$C_x = (p_1 + cp_2 + p_3) - (p_7 + cp_6 + p_5)$$

$$C_y = (p_1 + cp_8 + p_7) - (p_3 + cp_4 + p_5)$$

Rumus Menghitung Gradien:

$$|C| = |C_x| + |C_y|$$

Berikut adalah hasil perhitungan perkalian matrix penggunaan operator sobel untuk mengetahui segmentasi sebuah gambar citra dengan matrix 5x5. Konvolusi pertama dilakukan terhadap pixel yang bernilai 1 (titik pusat mask).

**Tabel 2 :** Konvolusi terhadap piksel 214

|                   |           |           |   |     |            |     |     |     |
|-------------------|-----------|-----------|---|-----|------------|-----|-----|-----|
| <b>1</b>          | <b>0</b>  | <b>-1</b> | x | 54  | 61         | 234 | 109 | 235 |
| <b>1</b>          | <b>0</b>  | <b>-1</b> |   | 199 | <b>214</b> | 238 | 236 | 215 |
| <b>1</b>          | <b>0</b>  | <b>-1</b> |   | 231 | 220        | 216 | 216 | 215 |
| <b>Matriks Cx</b> |           |           |   | 218 | 218        | 216 | 214 | 213 |
| <b>-1</b>         | <b>-1</b> | <b>-1</b> |   | 208 | 208        | 203 | 205 | 210 |
| <b>0</b>          | <b>0</b>  | <b>0</b>  |   |     |            |     |     |     |
| <b>1</b>          | <b>1</b>  | <b>1</b>  |   |     |            |     |     |     |
| <b>Matriks Cy</b> |           |           |   |     |            |     |     |     |

  **Konvolusi Piksel**  
  **Titik Pusat Mask 214**

**Tabel 3 :** Nilai gradien konvolusi 214

|     |            |     |     |     |
|-----|------------|-----|-----|-----|
| *   | *          | *   | 109 | 235 |
| *   | <b>114</b> | *   | 236 | 215 |
| *   | *          | *   | 216 | 215 |
| 218 | 218        | 216 | 214 | 213 |
| 208 | 208        | 203 | 205 | 210 |

Hasil konvolusi kedua pada nilai piksel **214** menjadi **114** sebagai titik pusat mask. Konvolusi kedua dilakukan terhadap piksel yang bernilai **238** (titik pusat mask):

$$C_x = (61)(1) + (214)(1) + (220)(1) = 495$$

$$(234)(0) + (238)(0) + (216)(0) = 0$$

$$(109)(-1) + (236)(-1) + (216)(-1) = -561$$

$$C_x = -66$$

$$C_y = (61)(-1) + (234)(-1) + (109)(-1) = -404$$

$$(214)(0) + (238)(0) + (236)(0) = 0$$

$$(220)(1) + (216)(1) + (216)(1) = 652$$

$$C_y = 248$$

$$\text{Nilai Gradien } (C_x + C_y) = \mathbf{182}$$

**Tabel 4:** Nilai gradien konvolusi 238

|     |     |            |     |     |
|-----|-----|------------|-----|-----|
| 54  | *   | *          | *   | 235 |
| 199 | *   | <b>182</b> | *   | 215 |
| 231 | *   | *          | *   | 215 |
| 218 | 218 | 216        | 214 | 213 |
| 208 | 208 | 203        | 205 | 210 |

Hasil konvolusi kedua pada nilai piksel **238** menjadi **182** sebagai titik pusat mask.

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 C_x &= (54)(1) + (199)(1) + (231)(1) &&= 484 \\
 & (61)(0) + (214)(0) + (220)(0) &&= 0 \\
 & (234)(-1) + (238)(-1) + (216)(-1) &&= -688 \\
 C_x &= -204 \\
 C_y &= (54)(-1) + (61)(-1) + (234)(-1) &&= -349 \\
 & (199)(0) + (214)(0) + (238)(0) &&= 0 \\
 & (231)(1) + (220)(1) + (216)(1) &&= 667 \\
 C_y &= 318
 \end{aligned}$$

Nilai Gradien (Cx + Cy) = **114**

**Tabel 5 :** Hasil Matriks 3x3 Operator Canny

|   |            |            |           |   |
|---|------------|------------|-----------|---|
| * | *          | *          | *         | * |
| * | <b>114</b> | <b>182</b> | <b>92</b> | * |
| * | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>  | * |
| * | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>  | * |
| * | *          | *          | *         | * |

**Proses Deteksi Tepi Metode Outsu**

Maka konvolusi citra  $f(x,y)$  dengan mask  $g(x,y)$  adalah  $f(x,y) * g(x,y)$

$$\begin{bmatrix} 116 & 84 & 89 & 140 & 245 \\ 88 & 123 & 125 & 131 & 195 \\ 29 & 120 & 119 & 91 & 99 \\ 18 & 36 & 93 & 68 & 86 \\ 18 & 36 & 93 & 68 & 36 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & 2 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} * & * & * & * & * \\ * & 687 & * & * & * \\ * & * & * & * & * \\ * & * & * & * & * \\ * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

Proses perkalian konvolusi= 687 ; nilai ini dihitung dengan cara berikut:

$$(0x116) + (2x84) + (0x89) + (-1x88) + (4x123) + (-1x125) + (0x29) + (2x120) + (0x119) = 687$$

$$\begin{bmatrix} 116 & 84 & 89 & 140 & 245 \\ 88 & 123 & 125 & 131 & 195 \\ 29 & 120 & 119 & 91 & 99 \\ 18 & 36 & 93 & 68 & 86 \\ 18 & 36 & 93 & 68 & 36 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & 2 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} * & * & * & * & * \\ * & 687 & 662 & 766 & * \\ * & 650 & 701 & 544 & * \\ * & 345 & 692 & 497 & * \\ * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

Proses perkalian konvolusi= 497 ; nilai ini dihitung dengan cara berikut:

$$(0x119) + (2x91) + (0x99) + (-1x93) + (4x68) + (-1x86) + (0x93) + (2x68) + (0x36) = 497$$

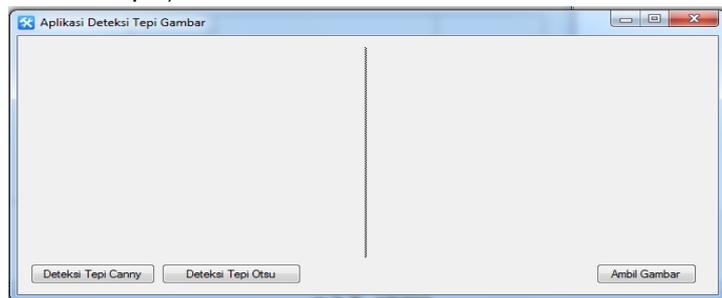
Sehingga hasil akhir perhitungan operasi *laplacian* adalah sebagai berikut:

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 116 | 84  | 89  | 140 | 245 |
| 88  | 687 | 662 | 766 | 195 |
| 29  | 650 | 701 | 544 | 99  |
| 18  | 345 | 692 | 497 | 86  |
| 18  | 36  | 93  | 68  | 36  |

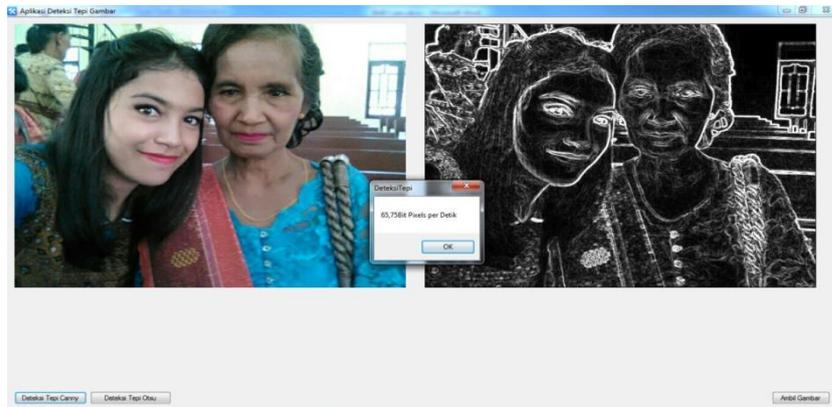
**Implementasi**

Adapun implementasi dari permasalahan di atas adalah dengan cara .Pengujian dilakukan dengan spesifikasi sebagai berikut:

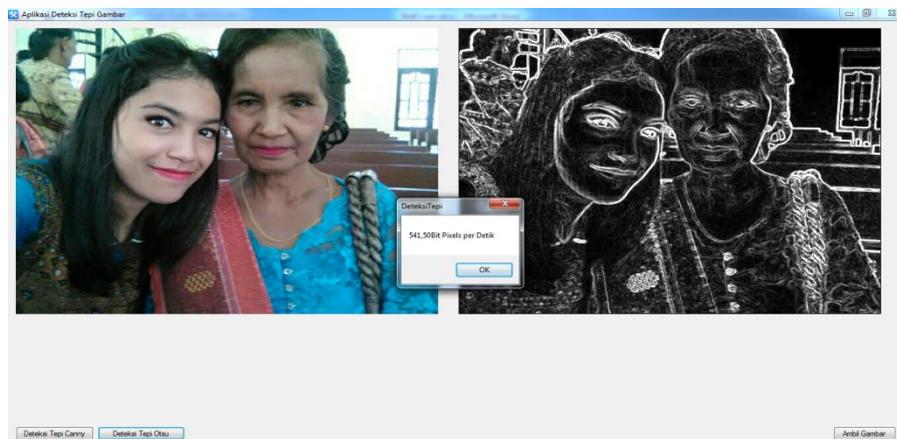
- 13. *Processor* Pentium IV.
- 14. Memori RAM yang digunakan minimal 512 MB.
- 15. *VGA Card* 32 MB.
- 16. *Harddisk* 320 GB.
- 17. *Keyboard* dan *Mouse*.
- 18. Monitor dengan resolusi 1024 x 768.



**Gambar 1:** Tampilan Aplikasi Deteksi Tepi Gambar



**Gambar 2:** Tampilan Form Deteksi Tepi Canny



**Gambar 3:** Tampilan Form Deteksi Tepi Otsu

**KESIMPULAN**

1. Deteksi tepi pada citra digital dapat dibentuk melalui proses *input* citra, dan menerapkan metode *canny* dan *otsu*.
2. Penerapan metode *canny* pada deteksi tepi citra yaitu dengan menghaluskan citra dan melakukan deteksi tepi dengan metode *canny* dan *otsu*.
3. Merancang aplikasi deteksi tepi citra dengan *VB.Net 2008* yaitu dengan menerapkan algoritma *canny* dan *otsu* pada aplikasi yang akan dirancang.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Sri Widiatun "Sistem Informasi Manajemen" PT. Pustaka Binaman Resindo (1992).  
Balza Achmad & Kartika Firdausy, Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi, Andi Yogyakarta 2013.  
T.Sutoyo Dkk, Teori Pengolahan Citra Digital, AndiYogyakarta, 2009.  
Sutoyo, Dkk, Teori Pengolahan Citra Digital, 2009.  
Janner Simarmata, Tintin Chandra, Grafika Komputer, Andi Yogyakarta, 2007.  
Darma Putra, Pengolahan Citra Digital, Andi Yogyakarta, 2010.  
Mesran, Diktat Pemrograman Visual Basic 2008, Medan, 2011.  
Abdul Kadir & Adhi Susanto, Teori Dan Aplikasi Pengolahan Citra, Andi Yogyakarta 2013.  
Rosa A.S dan M.Shalahuddin, Rekayasa Perangkat Lunak, Informatika Bandung 2011.

## PERANCANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN TEKNIK DIGITAL DENGAN METODE COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION (CAI)

**Robby Akasi Pradana**

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Teknik digital merupakan salah satu mata kuliah yang diajarkan di STMIK Budidarma Medan, yang mana salah satu materi yang dibahas adalah gerbang logika. Proses pembelajaran masih menggunakan metode ceramah yaitu menyampaikan materi secara lisan diiringi pembagian tugas dan latihan. Tidak adanya simulasi menjadi masalah dosen dalam menyampaikan materi. Computer Assisted Instruction (CAI) adalah salah satu metode pembelajaran yang memanfaatkan komputer sebagai alat bantu untuk mendukung proses belajar mengajar. Metode ini mempunyai model-model pembelajaran seperti : tutorial, latihan, simulasi, dan permainan. Dengan penerapan metode ini, proses pembelajaran menjadi bervariasi dan menarik perhatian peserta didik. Rancangan aplikasi pembelajaran yang dapat membantu dalam mensimulasikan materi yang diajarkan serta meningkatkan pemahaman mahasiswa dan sebagai alternatif media pembelajaran.

**Kata kunci :** Teknik digital, Pembelajaran, Computer Assisted Instruction.

### PENDAHULUAN

Pembelajaran berbasis komputer merupakan kegiatan pembelajaran yang memanfaatkan komputer untuk menampilkan dan merekayasa teks, grafik, video, dan suara dalam sebuah tampilan yang terintegrasi. Proses pembelajaran yang melibatkan lebih dari satu indra akan lebih efektif sehingga pembelajaran yang disampaikan akan diingat lebih lama. Dengan tampilan yang mengkombinasikan unsur-unsur tersebut dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang efektif untuk mempelajari dan mengajarkan materi pembelajaran yang relevan misalnya animasi. Dan dapat juga dimanfaatkan sebagai sarana dalam melakukan simulasi untuk melatih keterampilan dan kompetensi tertentu. Perkembangan teknologi komputer telah mengubah proses pembelajaran dalam dunia pendidikan. Pendidikan merupakan hal yang penting dalam pengembangan sumber daya manusia. Pemanfaatan komputer dalam pendidikan telah meluas dan menjangkau berbagai kepentingan. Di antara pemanfaatannya, yaitu untuk kepentingan pembelajaran dengan tujuan untuk membantu para guru dalam meningkatkan mutu pendidikan.

*Computer Assisted Instruction (CAI)* merupakan salah satu metode pembelajaran yang digunakan sebagai metode pembelajaran yang menggunakan komputer sebagai alat bantu. CAI memberikan pembelajaran yang bervariasi, mulai dari tutorial, *drills* (latihan) berupa soal-soal, simulasi, hingga *instructional games* yang memberikan tantangan kepada peserta didik. Dengan pembelajaran yang seperti itu, peserta didik menjadi tidak merasa bosan dalam belajar, menumbuhkan motivasi belajarnya serta meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi yang diajarkan. CAI berfungsi membantu guru dalam proses pembelajaran sebagai sebuah multimedia, alat bantu dalam presentasi maupun demonstrasi atau alat bantu dalam pelaksanaan pembelajaran. Jadi, tidak menghilangkan fungsi guru dalam kegiatan belajar mengajar, seperti model simulasi tetap membutuhkan guru dalam mendemonstrasikannya.

### BAHAN dan METODE

Pelaksanaan proses pembelajaran teknik digital di STMIK Budidarma Medan, khususnya materi gerbang logika yang telah disusun dalam silabus. Materi-materi pokok pelajaran telah disusun sedemikian rupa dan disesuaikan dengan alokasi waktu yang dibutuhkan selama pelaksanaan pengajaran dalam semester berjalan. Proses pembelajaran yang terjadi masih menggunakan metode konvensional, sering disebut juga dengan metode ceramah digunakan sebagai alat komunikasi lisan antara dosen dan mahasiswa dalam proses belajar mengajar. Dalam pembelajaran tersebut ditandai dengan ceramah yang diiringi dengan penjelasan serta pembagian tugas dan latihan. Pembelajaran berbasis komputer merupakan pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran dengan menggunakan software komputer (CD pembelajaran) berupa program komputer yang berisi tentang muatan pembelajaran meliputi: judul, tujuan materi pembelajaran dan evaluasi pembelajaran.

Gerbang logika adalah blok bangunan dasar untuk membentuk rangkaian elektronika digital, yang digambarkan dengan simbol-simbol tertentu yang telah ditetapkan. Sebuah gerbang logika memiliki beberapa masukan tetapi hanya memiliki satu keluaran. Keluarannya bisa berupa 0 (*LOW*) atau 1 (*HIGH*), tergantung pada level digital pada terminal masukan.

**Computer Assisted Instruction (CAI)**

pembelajaran berbasis komputer merupakan program pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran dengan perangkat lunak berupa program komputer yang berisi materi pelajaran. Jadi, dari kedua pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa CAI merupakan suatu metode pembelajaran yang menggunakan komputer sebagai alat bantu maupun pendukung dalam proses pembelajaran. Ada beberapa model pembelajaran CAI, yaitu : *drills*, tutorial, simulasi, dan *instructional games*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Computer Assisted Instruction (CAI)* adalah metode pembelajaran yang menggunakan komputer sebagai alat bantu dalam menyampaikan materi pembelajaran. Model-model pembelajaran yang diterapkan ke dalam aplikasi pembelajaran ini adalah :

1. Tutorial

Tutorial berisi pembahasan dan penjelasan mengenai materi Gerbang Logika yang sedang dipelajari.

Tujuan pembelajaran :

Untuk meningkatkan penguasaan para siswa sesuai dengan yang dimuat dalam aplikasi pembelajaran.

Adapun contoh materi tutorial diuraikan sebagai berikut :

a. Pengertian Gerbang Logika :

Gerbang logika adalah blok bangunan dasar untuk membentuk rangkaian elektronika digital, yang digambarkan dengan simbol-simbol tertentu yang telah ditetapkan. Sebuah gerbang logika memiliki beberapa masukan tetapi hanya memiliki satu keluaran. Keluarannya bisa berupa 0 (LOW) atau 1 (HIGH), tergantung pada level digital pada terminal masukan.

b. Macam-macam Gerbang Logika beserta pembahasannya :

1. Gerbang Logika OR
2. Gerbang Logika AND
3. Gerbang Logika NOT
4. Gerbang Logika NOR
5. Gerbang Logika NAND
6. Gerbang Logika EXOR
7. Gerbang Logika EXNOR

2. Latihan (*Drills*)

Materi yang telah disampaikan akan diuji melalui pertanyaan-pertanyaan yang disajikan dalam bentuk pilihan berganda untuk melatih mahasiswa terhadap materi yang sedang dipelajari.

Tujuan pembelajaran :

Memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret melalui penyediaan latihan-latihan soal yang bertujuan untuk menguji kemampuan siswa melalui kecepatan penyelesaian soal-soal latihan yang diberikan program.

Adapun contoh dari bentuk latihan tersebut adalah :

1. Simbol gerbang logika AND ditentukan oleh gambar ...



a.



b.



c.



d.

2. Untuk mendapatkan keluaran 1, maka kedua masukan dari gerbang logika AND harus dalam keadaan logika ...

- |            |            |
|------------|------------|
| a. 0 dan 0 | c. 0 dan 1 |
| b. 1 dan 0 | d. 1 dan 1 |

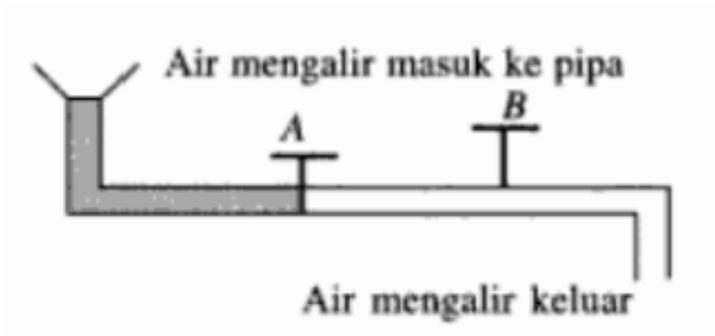
3. Simulasi

Pelajaran dikemas dalam bentuk simulasi-simulasi pembelajaran dalam bentuk animasi yang menjelaskan konten secara menarik, hidup, dan memadukan unsur teks, gambar, audio, gerak, dan paduan warna yang serasi dan harmonis.

Tujuan pembelajaran :

Memberikan pengalaman belajar melalui penciptaan tiruan-tiruan yang mendekati suasana sebenarnya dan tanpa resiko.

Adapun contoh simulasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 1 :** Simulasi Gerbang Logika AND

Keterangan :

Pada gambar dinyatakan bahwa kran air A dimatikan (disumbat), sedangkan kran air B diaktifkan (dialirkan). Pada gerbang logika AND berlaku hukum :

$$X = \text{kran A} \cdot \text{kran B}$$

dimana kran A = 0 dan kran B = 1.

Maka,

$$X = 0 \cdot 1$$

$$X = 0$$

Jadi, X pada kran keluaran akhir akan tersumbat aliran airnya.

Jika kedua saluran air kita buka atau kita putar krannya, maka air akan mengalir. Tetapi, jika hanya satu kran saja yang kita buka, maka air tetap tidak dapat mengalir.

#### 4. Permainan (*Games*)

Permainan dapat berupa karakter yang menyediakan tantangan atau dalam bentuk *puzzle* yang menyenangkan bagi peserta didik.

Tujuan pembelajaran :

Menyediakan pengalaman belajar yang memberikan fasilitas belajar untuk menambah kemampuan siswa melalui bentuk permainan yang mendidik.

#### Implementasi Sistem

Dalam implementasi dari aplikasi pembelajaran ini membutuhkan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Adapun *hardware* dan *software* yang digunakan adalah sebagai berikut :

##### 1. Perangkat Keras (*Hardware*)

- a. Intel Core i3
- b. Memori 4GB
- c. Monitor
- d. Keyboard
- e. Mouse

##### 2. Perangkat Lunak (*Software*)

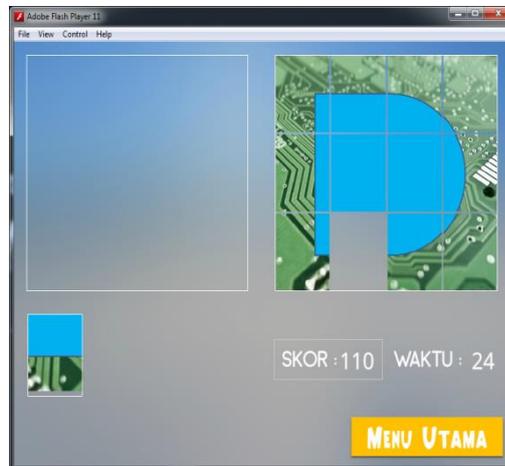
- a. Sistem Operasi Windows 7
- b. Adobe Flash CS6



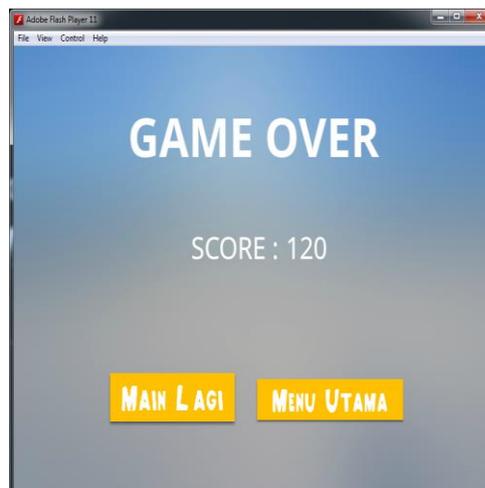
**Gambar 2:** Halaman Menu Utama



**Gambar 3 :**Halaman Hasil Latihan



**Gambar 4:** Halaman Permainan



**Gambar 5:** Halaman *Game Over*

## KESIMPULAN

1. Proses pembelajaran teknik digital di STMIK Budidarma Medan menggunakan metode ceramah, yaitu menyampaikan materi secara lisan diiringi dengan pembagian tugas dan latihan.
2. Penerapan metode *Computer Assisted Instruction* (CAI) pada pembelajaran teknik digital membuat pembelajaran menjadi bervariasi dan menarik perhatian peserta didik.

3. Aplikasi pembelajaran teknik digital dengan menerapkan metode *Computer Assisted Instruction* (CAI) dapat membantu dosen dalam menyampaikan materi gerbang logika kepada mahasiswa serta mahasiswa dapat belajar secara mandiri dan dapat dijadikan sebagai alternatif media pembelajaran.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abdul Kadir. 2011. *Pengenalan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Adi Nugroho. 2011. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Modula.
- Rusman, dkk. 2013. *Pembelajaran Berbasis Teknolgi Informasi dan Komunikasi : Mengembangkan Profesionalitas Guru*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Wijaya Widjanarka N. 2006. *Teknik Digital*. Jakarta: Erlangga.
- Jogiyanto, H.M. 2006. *Sistem Teknologi Informasi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Madcoms. 2013. *Adobe Flash CS6 Professional*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Mulyadi. 2011. *Perancangan Sistem*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Rudi Susilana, Cepi Riyana. 2009. *Media Pembelajaran*. Bandung: CV Wacana Prima.
- Rusman. 2012. *Belajar dan Pembelajaran Berbasis Komputer*. Bandung : Alfabeta.
- Wijaya Nata. 2011. *Aplikasi Pembelajaran*. Bandung: Informatika.

## **SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSA KERUSAKAN MESIN LOW SPEED FLOOR POLISHER DENGAN MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR DI PT.ISS INDONESIA**

**Roslini Daeli**

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Perkembangan teknologi yang semakin pesat mengharuskan para masyarakat untuk lebih cepat beradaptasi pada perkembangan teknologi tersebut. Mesin Low Speed Floor Polisher adalah sebuah alat untuk pembersih lantai dengan proses basah maupun kering dengan bantuan listrik. Dalam sebuah pekerjaan mesin Low Speed Floor Polisher sangat dibutuhkan untuk membersihkan lantai secara efektif dan efisien. Sistem Pakar dapat menggantikan peran seorang pakar menggunakan program komputer yang pada prinsip kerjanya memberikan solusi yang pasti seperti yang dilakukan oleh seorang pakar sedangkan awal mula teori Certainty Factor (CF) diusulkan oleh Shortliffe dan Buchanan pada 1975 untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran seorang pakar (Sutojo, 2011). Rancangan aplikasi dengan menerapkan kedua metode tersebut untuk menentukan kerusakan pada mesin low speed floor dapat diketahui dengan sistem pakar.

**Kata kunci:** Mesin low speed floor polisher, Sistem Pakar, Certainty Factor.

### **PENDAHULUAN**

Mesin *Low Speed Floor Polisher* adalah sebuah alat untuk pembersih lantai dengan proses basah maupun kering dengan bantuan listrik. Dalam sebuah pekerjaan mesin *Low Speed Floor Polisher* sangat dibutuhkan untuk membersihkan lantai secara efektif dan efisien. Perkembangan teknologi yang semakin pesat mengharuskan para masyarakat untuk lebih cepat beradaptasi pada perkembangan teknologi tersebut. Munculnya mesin *Low Speed Floor Polisher* merupakan suatu bagian dari perkembangan teknologi yang sangat dirasakan manfaatnya. Teknologi yang bergerak dalam bidang mesin seperti mesin *Low Speed Floor Polisher* alat pembersih lantai telah menciptakan sebuah perubahan besar. Perkembangan yang pesat dari perangkat teknologi ini telah memunculkan beragamnya fungsi baru selain fungsi utamanya sebagai sebuah alat pembersih. Selain itu mesin pun sudah memasyarakat, karena mesin (*machine*). Ada pun permasalahan yang sering dihadapi adalah karena sulitnya dan menghafal gejala-gejala kerusakan mesin karena banyak atau bagian-bagian yang digunakan. Sistem pakar adalah bagian dari kecerdasan buatan yang berisi kombinasi pemahaman teoritis tentang suatu persoalan dan sekumpulan aturan pemecahan persoalan yang dikembangkan oleh manusia untuk dapat memecahkan masalah pada suatu *domain* yang detail. Salah satu cabang kecerdasan yang banyak pendapat dari para ilmuwan saat ini adalah sistem pakar.

Metode Certainty Factor (CF) merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan. Certainty Factor (CF) dapat terjadi dengan berbagai kondisi. Diantara kondisi yang terjadi adalah terdapat beberapa antensenden (dalam rule yang berbeda) dengan satu konsekuen yang sama. Dalam kasus ini, kita harus mengagregasikan nilai CF keseluruhan dari setiap kondisi yang ada. Pentingnya ilmu pendeteksian masalah tersebut, tentunya akan lebih memperkaya. Masalah-masalah yang ditimbulkan oleh mesin *low speed floor polisher* merupakan masalah rumit. Untuk menyelesaikan hal itu, hanya bisa diselesaikan oleh seseorang yang mempunyai pengetahuan dasar tentang mesin *low speed floor polisher* tersebut. Tetapi terkadang masalah-masalah tersebut juga membutuhkan tingkat kemampuan yang tinggi akan komponen-komponennya sehingga memerlukan seorang teknisi khusus untuk perbaikannya.

### **BAHAN dan METODE**

Mesin *Low Speed Floor Polisher* adalah Mesin multifungsi, hal ini di rancang untuk mencuci lantai, karpet, tangga dan lantai marmer dengan proses basah maupun kering dengan bantuan listrik. Dalam sebuah pekerjaan mesin *Low Speed Floor Polisher* sangat dibutuhkan untuk membersihkan lantai secara efektif dan efisien. Mesin *Low Speed Floor Polisher* juga memiliki beberapa kapasitas, antara lain yaitu : Memiliki putaran yang sangat tinggi, 175 putaran permenit, Power : 1100W, Panjang kaber 15 cm, Berukuran ped 17 inci, Tinggi 45 cm, Berat 48 kg dan memiliki beberapa accessories antara lain : Pad holder, Pad brush, karpet brush, Pad merah, Pet putih, Pad coklat.

Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Dengan sistem pakar ini orang awam pun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli.

**Certainty Factor**

Untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran seorang pakar. Seorang pakar/ahli dalam hal ini biasanya dokter sering kali menganalisis informasi yang ada dengan ungkapan seperti “mungkin”, “kemungkinan besar”, “hampir pasti”. Certainty Factor guna menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang sedang dihadapi

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Adapun analisa terhadap sistem pakar yang dibangun merupakan *rule* yang menerapkan metode *certainty factor*. Metode *certainty factor* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menghitung faktor kepastian dalam mengatasi kesulitan dari gejala-gejala kerusakan mesin. *Certainty Factor* menunjukkan ukuran dan ketidakpastian terhadap suatu fakta.

**Tabel 1** : Tabel Nilai CF(Rule)

| No. | Keterangan                                | CF          |
|-----|-------------------------------------------|-------------|
| 1.  | Definitely not (pasti tidak)              | -1.0        |
| 2.  | Almost certainly not (hamper pasti tidak) | -0.8        |
| 3.  | Probably not (kemungkinan besar tidak)    | -0.6        |
| 4.  | Maybe not (mungkin tidak)                 | -0.4        |
| 5.  | Unknown (tidak tahu)                      | -0.2 to 0.2 |
| 6.  | Maybe (mungkin)                           | 0.4         |
| 7.  | Probably (kemungkinan besar)              | 0.6         |
| 8.  | Almost certainly (hamper pasti)           | 0.8         |
| 9.  | Definitely (pasti)                        | 1.0         |

Nilai -1.0 menunjukkan bahwa pengguna konsultasi menginformasikan bahwa user tidak mengalami gejala seperti yang ditanyakan oleh sistem. Semakin pengguna konsultasi yakin bahwa gejala tersebut memang dialami oleh mesin, maka semakin tinggi pula hasil prosentase keyakinan yang diperoleh. Proses penghitungan prosentase keyakinan diawali dengan pemecahan sebuah kaidah yang memiliki premis majemuk, menjadi kaidah-kaidah yang memiliki premis tunggal. Kemudian masing-masing aturan baru dihitung certainty factornya, sehingga diperoleh nilai *Certainty Factor* untuk masing-masing aturan, kemudian nilai *Certainty Factor* tersebut dikombinasikan. Sebagai contoh, proses pemberian bobot pada setiap premis (gejala) hingga perolehan prosentase keyakinan untuk kerusakan pada mesin.

Kaidah-kaidah produksi atau rule yang berkaitan dengan kerusan mesin *Low Speed Flor Polisher* adalah sebagai berikut:

Kaidah I

IF kapasitor terkena air  
AND Yoke mengalami caul  
AND Safety skring (fius) konslet  
AND Girbok motor tidak dapat berputar  
AND Swict central pugal tidak dapat mengatur arus ke dalam mesin  
THEN Kerusakan

Maka yang harus dilakukan untuk menyelesaikan kasus di atas menggunakan rumus dari metode *certainty factor*, yaitu:

Langkah pertama, pakar menentukan nilai CF masing-masing gejala kerusakan sebagai berikut:

CF<sub>pakar</sub> = kapasitor terkena air = 0.1  
CF<sub>pakar</sub> = Yoke mengalami caul = 0.6  
CF<sub>pakar</sub> = Safety skring (fius) konslet = 0.4  
CF<sub>pakar</sub> = Girbok motor tidak dapat berputar = 0.6  
CF<sub>pakar</sub> = Swict central pugal tidak dapat mengatur arus ke dalam mesin= 0.8

Misalkan *user* memilih jawaban sebagai berikut:

CF<sub>user</sub> = kapasitor terkena air = pasti = 0.1  
CF<sub>user</sub> = Yoke mengalami caul = kemungkina besar= 0.6  
CF<sub>user</sub> = Safety skring (fius) konslet = mungkin= 0.4  
CF<sub>user</sub> = Girbok motor tidak dapat berputar = kemungkina besar = 0.6  
CF<sub>user</sub> = Swict central pugal tidak dapat mengatur arus ke dalam mesin = hampir pasti = 0.8

Langkah kedua, kaidah-kaidah yang baru tersebut kemudian dihitung nilai CFnya dengan mengalikan

CF<sub>pakar</sub> dengan CF<sub>user</sub>, menjadi:  
CF[H,E]<sub>1</sub> = CF[H]<sub>1</sub> \* CF[E]<sub>1</sub>  
= 0.6 \* 0.6 = 0.36  
CF[H,E]<sub>2</sub> = CF[H]<sub>2</sub> \* CF[E]<sub>2</sub>  
= 0.8 \* 0.0 = 0.0  
CF[H,E]<sub>3</sub> = CF[H]<sub>3</sub> \* CF[E]<sub>3</sub>

$$\begin{aligned}
 &= 0.4 * 0.6 = 0.24 \\
 CF[H,E]_4 &= CF[H]_4 * CF[E]_4 \\
 &= 0.8 * 0.4 \\
 &= 0.32 \\
 CF[H,E]_5 &= CF[H]_5 * CF[E]_5 \\
 &= 1.0 * 0.8 \\
 &= 0.8 \\
 CF[H,E]_6 &= CF[H]_6 * CF[E]_6 \\
 &= 0.6 * 0.6 \\
 &= 0.36 \\
 CF[H,E]_7 &= CF[H]_7 * CF[E]_7 \\
 &= 0.8 * 0.6 \\
 &= 0.48
 \end{aligned}$$

Langkah yang terakhir adalah mengkombinasikan nilai CF dari masing-masing kaidah. Berikut adalah kombinasi CF[H,E]<sub>1</sub> dengan CF[H,E]<sub>2</sub>:

$$\begin{aligned}
 CF_{combine} CF[H,E]_{1,2} &= CF[H,E]_1 + CF[H,E]_2 * (1-CF[H,E]_1) \\
 &= 0.36 + 0.0 * (1-0.36) \\
 &= 0.6 + 0.0 * 0.64 \\
 &= 0.38_{old}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF_{combine} CF[H,E]_{old3} &= CF[H,E]_{old} + CF[H,E]_3 * (1-CF[H,E]_{old}) \\
 &= 0.38 + 0.24 * (1-0.38) \\
 &= 0.38 + 0.24 * 0.62 \\
 &= 0.52_{old2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF_{combine} CF[H,E]_{old2,4} &= CF[H,E]_{old2} + CF[H,E]_4 * (1-CF[H,E]_{old2}) \\
 &= 0.52 + 0.32 * (1-0.52) \\
 &= 0.52 + 0.32 * 0.48 \\
 &= 0.67_{old3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF_{combine} CF[H,E]_{old3,5} &= CF[H,E]_{old3} + CF[H,E]_5 * (1-CF[H,E]_{old3}) \\
 &= 0.67 + 0.8 * (1-0.67) \\
 &= 0.67 + 0.8 * 0.33 \\
 &= 0.93_{old4}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF_{combine} CF[H,E]_{old4,6} &= CF[H,E]_{old4} + CF[H,E]_6 * (1-CF[H,E]_{old4}) \\
 &= 0.93 + 0.36 * (1-0.93) \\
 &= 0.93 + 0.36 * 0.07 \\
 &= 0.96_{old5}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF_{combine} CF[H,E]_{old5,7} &= CF[H,E]_{old5} + CF[H,E]_7 * (1-CF[H,E]_{old5}) \\
 &= 0.96 + 0.48 * (1-0.96) \\
 &= 0.96 + 0.48 * 0.04 \\
 &= 0.98_{old6}
 \end{aligned}$$

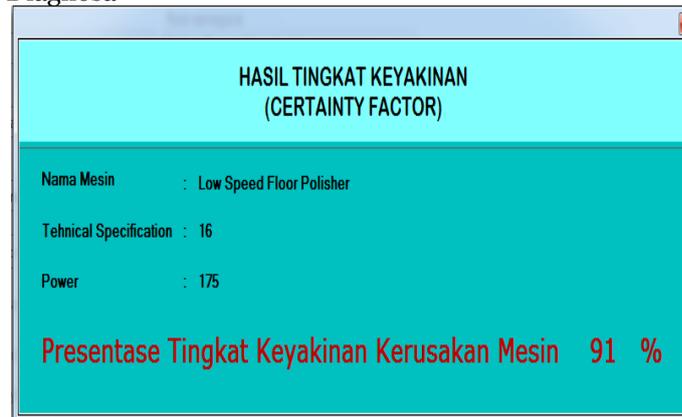
$$CF[H,E]_{old6} * 100\% = 0.98 * 100\% = 98\%$$

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perhitungan *Certainty Factor* pada mesin *Low Speed Floor Polisher* tersebut terdiagnosa kerusakan pada kabel dan *swisbox* dengan memiliki persentase tingkat keyakinan 91%

### Implementasi

Spesifikasi Perangkat Keras (*Hardware*) yang digunakan untuk implementasi pembuatan dan menjalankan program agar berjalan dengan baik adalah sebagai berikut:

1. *Processor* : Intel(R) Atom(TM) CPU N570 @1.66 GHz
2. *Memory* : 2 GB
3. *Hardisk* : 3.20 GB
4. *Windows* : *Windows 7*

**Gambar 1:** Tampilan Sub Menu Diagnosa**Gambar 2** Tampilan Form Hasil Diagnosa

## KESIMPULAN

1. Untuk mendiagnosa kerusakan mesin *low speed floor polisher*, yaitu dengan cara menentukan nilai CF dari masing-masing gejala dan mendiagnosa kerusakan tersebut dengan menunjukkan nilai tingkat keyakinan.
2. Penerapan metode *certainty factor* sangat sesuai digunakan pada sistem pakar diagnose kerusakan mesin *low speed floor polisher*, sehingga dapat diketahui hasil tingkat kepastian diagnosa kerusakan yang pada dasarnya pengguna aplikasi ini tidak mengetahuinya.
3. Metode *certainty factor* dan pemrograman visual basic.net 2008 dapat membantu untuk mengetahui kerusakan mesin *low speed floor polisher* atau tidak sehingga dapat mengambil langkah perbaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arhani, M., 2005, Konsep Dasar Sistem Pakar, Andi, Yogyakarta.  
Desiani, A., dan Arhami, M., 2006, Konsep Kecerdasan Buatan, Andi, Yogyakarta.  
Kusrini, 2008, Aplikasi Sistem Pakar, Penerbit Andi, Yogyakarta.  
A.S, Rosa dan M. Shalahuddin. 2011. Rekayasa Perangkat Lunak. Yogyakarta. Modula  
Kusrini dan Andri Kinoyo. 2007. Tuntunan Praktis Membangun Sistem Informasi Akuntansi Dengan Microsoft Visual Basic & SQL Server. Andi  
Sri Hartati, dan Sari Iswanti., 2008, *Semantic Information processing*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.  
Harip Santoso. 2008. Membuat Multiaplikasi menggunakan Visual Basic 6. Elex Media Komputindo

## IMPLEMENTASI ALGORITMA KNUTH MORRIS PRATT DALAM PENCARIAN SPAREPART MESIN FOTOCOPY CANON BERBASIS ANDROID PADA CV.MAHAJAYA

Rudi Hutomo

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** *Cv.Mahajaya merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa penjualan dan service Mesin Fotocopy. Kebutuhan masyarakat terhadap Mesin Fotocopy sangatlah Tinggi. Namun pada cv.mahajaya dalam pencarian Sparepart pada saat ini hanya menggunakan media Buku yang masih sulit dimengerti oleh Karyawan bagian gudang, sehingga berdampak keterlamabatan di dalam penyampaian informasi. Didalam pencarian informasi yang tepat dan sesuai kebutuhan sangat penting dengan adanya Metode Pencarian yaitu dengan Algoritma Knuth Morris Pratt yang sangat efektif sebagai rangkaian terbatas dari intruksi-intruksi yang telah didefinisikan dengan baik untuk proses Pencarian. Rancangan aplikasi android dengan menerapkan metode di atas akan memudahkan dalam proses pencarian yang dapat membantu proses pencarian sparepart mesin fotocopy canon.*

**Kata kunci:** Pencarian, Algoritma Knuth Morris Pratt, Sparepart, Android

### PENDAHULUAN

Pencarian informasi yang tepat dan sesuai kebutuhan menjadi sangat penting dengan semakin mudahnya memperoleh informasi dari data Bagian Sparepart Mesin Fotocopy. Oleh karena itu, teknik untuk memperoleh dokumen dengan isi yang sesuai dengan kebutuhan informasi sangat diperlukan. Untuk mengetahui isi dokumen yang benar - benar sesuai dengan kebutuhan informasi, diperlukan metode pencarian *string* (*string matching*). Teknologi terus menerus berkembang seiring dengan kemampuan komputer memberi solusi bagi permasalahan di berbagai bidang. Salah satu perkembangan teknologi yaitu mesin Fotocopy. Mesin Fotocopy adalah merupakan suatu alat untuk menyalin kembali dokumen atau ilustrasi dengan menggunakan cahaya, panas, bahan kimia, atau muatan listrik statis. didalam Mesin Fotocopy banyak sekali berbagai macam jenis Sparepart, untuk mempermudah dalam pencarian nama sparepart dan kode sparepart maka sangat perlu suatu Algoritma pencarian. Pencarian menggunakan kata kunci sparepart dapat mempercepat mendapatkan nama Sparepart dan di bagianmana Sparepart itu terletak.

Algoritma *Knuth Morris Pratt* adalah metode Algoritma yang sangat efektif diekspresikan sebagai rangkaian terbatas dari instruksi-instruksi yang telah didefinisikan dengan baik untuk Proses pencarian, Untuk mempermudah dan mempercepat proses pencarian data Sparepart yaitu dengan menggunakan Sistem Operasi Android, Android sendiri secara singkat adalah sebuah sistem operasi berbasis linux yang diperuntukkan untuk telepon seluler (*smartphone*). Kelebihan Sistem operasi Android sendiri ialah menyediakan *platform* terbuka (*open source*) bagi para pengembang untuk menciptakan berbagai jutaan aplikasi mereka sendiri yang nantinya akan dipergunakan untuk berbagai macam peranti bergerak (*mobile devices*).

### BAHAN dan METODE

Mesin fotocopy suatu alat untuk menyalin kembali dokumen atau ilustrasi dengan menggunakan cahaya, panas, bahan kimia, atau muatan listrik statis. Sparepart adalah suatu barang yang terdiri dari beberapa komponen yang membentuk satu kesatuan dan mempunyai fungsi tertentu. Setiap alat berat terdiri dari beberapa komponen, namun yang akan dibahas komponen yang sering mengalami kerusakan dan penggantian.

#### Algoritma *Knuth Morris*

Algoritma *Knuth Morris Pratt* adalah metode Algoritma yang sangat efektif diekspresikan sebagai rangkaian terbatas dari instruksi-instruksi yang telah didefinisikan dengan baik untuk Proses pencarian, Untuk mempermudah dan mempercepat proses pencarian data Sparepart yaitu dengan menggunakan Sistem Operasi Android. *string* menurut *Dictionary of Algorithms and Data Structures, National Institute of Standards and Technology (NIST)* adalah susunan dari karakter-karakter (angka, alfabet atau karakter yang lain) dan biasanya direpresentasikan sebagai struktur dan *array*. *String* dapat berupa kata, frase, atau kalimat. Pencocokan *string* (*string matching*) merupakan bagian penting dari sebuah proses pencarian *string* (*string searching*) dalam sebuah dokumen. Hasil dari sebuah pencarian *string* dalam dokumen tergantung dari teknik dan cara pencocokan *string* yang digunakan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berikut ini adalah Data-Data Sparepart Mesin Fotocopy Canon Pada CV.MAHAJAYA , Adapun Data-Data Sparepart Mesin Fotocopy Canon yaitu :

**NUMERICAL INDEX**

iR5000/iR6000(Numerical Index)..... 1-1  
 SHIFT TRAY-B1(Numerical Index)..... 1-22  
 Network Multi-PDL Printer Kit-A1(Numerical Index)..... 1-23  
 Network LIPS Printer Kit-A1(Numerical Index)..... 1-23

**iR5000/iR6000(Parts Catalog)**

|     |                                                   |      |
|-----|---------------------------------------------------|------|
| A   | ASSEMBLY LOCATION DIAGRAM .....                   | 2-1  |
| 020 | SPACIAL TOOLS .....                               | 2-6  |
| 100 | EXTERNAL COVERS, PANELS, ETC. ....                | 2-7  |
| 101 | MACHINE FRONT PLATE .....                         | 2-11 |
| 102 | INTERNAL COMPONENTS 1 .....                       | 2-14 |
| 103 | INTERNAL COMPONENTS 2 .....                       | 2-17 |
| 104 | INTERNAL COMPONENTS 3 .....                       | 2-20 |
| 105 | MACHINE REAR PLATE 1 .....                        | 2-23 |
| 106 | MACHINE REAR PLATE 2 .....                        | 2-27 |
| 107 | MACHINE BOTTOM PLATE .....                        | 2-30 |
| 110 | POWER CORD TERMINAL ASSEMBLY (100/120V) .....     | 2-31 |
| 111 | POWER CORD TERMINAL ASSEMBLY(220/240V) .....      | 2-33 |
| 130 | CONTROL PANEL ASSEMBLY .....                      | 2-35 |
| 190 | MACHINE EXHAUST FAN ASSEMBLY .....                | 2-38 |
| 191 | PRIMARY FAN DUCT ASSEMBLY .....                   | 2-39 |
| 192 | FEDER FAN ASSEMBLY .....                          | 2-41 |
| 210 | READER ASSEMBLY .....                             | 2-42 |
| 215 | SCANNER MOUNT ASSEMBLY .....                      | 2-48 |
| 230 | VERTICAL PATH DRIVE ASSEMBLY .....                | 2-50 |
| 231 | VERTICAL PATH DUPLEXING FEED DRIVE ASSEMBLY ..... | 2-52 |
| 232 | LIFTER DRIVE ASSEMBLY .....                       | 2-54 |
| 250 | MAIN DRIVE ASSEMBLY .....                         | 2-55 |
| 260 | PRE-REGIST DRIVE ASSEMBLY .....                   | 2-58 |
| 261 | CASSETTE PICK-UP DRIVE ASSEMBLY .....             | 2-60 |
| 265 | DUPLEXING FEED DRIVE ASSEMBLY .....               | 2-61 |
| 280 | WASTE TONER ASSEMBLY .....                        | 2-63 |
| 281 | MAIN MOTOR DRIVE ASSEMBLY .....                   | 2-65 |
| 300 | CASSETTE .....                                    | 2-67 |
| 302 | 1.5K RIGHT PAPER DECK ASSEMBLY .....              | 2-70 |
| 303 | 1.5K LEFT PAPER DECK ASSEMBLY .....               | 2-74 |
| 305 | CASSETTE HEATER ASSEMBLY .....                    | 2-78 |
| 310 | CASSETTE PICK-UP ASSEMBLY .....                   | 2-79 |

**Gambar 1:** Data-data Sparepart Mesin Fotocopy

Contoh :

Teks : CORONAWIRE

Pattern : WIRE

Teks :

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | O | R | O | N | A | W | I | R | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Pattern :

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| W | I | R | E |
|---|---|---|---|

Langkah 1 :

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | O | R | O | N | A | W | I | R | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| W | I | R | E |
|---|---|---|---|

Pattern [ 1 ] tidak cocok dengan Teks [ 1 ], maka digeser satu langkah ke kanan.

Langkah 2 :

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | O | R | O | N | A | W | I | R | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| W | I | R | E |
|---|---|---|---|

Pattern [ 1 ] tidak cocok dengan Teks [ 2 ], maka digeser satu karakter ke kanan.

Langkah 3 :

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | O | R | O | N | A | W | I | R | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| W | I | R | E |
|---|---|---|---|

Ket : Pattern [ 1 ] tidak cocok dengan Teks [ 3 ], maka digeser satu karakter

Langkah 4 :

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | O | R | O | N | A | W | I | R | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| W | I | R | E |
|---|---|---|---|

Ket : Pattern [ 1 ] tidak cocok dengan Teks [ 4 ], maka dilanjutkan membanding Pattern [ 2 ] dengan

Teks [ 5 ].

Langkah 5 :

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | O | R | O | N | A | W | I | R | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|



|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| W | I | R | E |
|---|---|---|---|

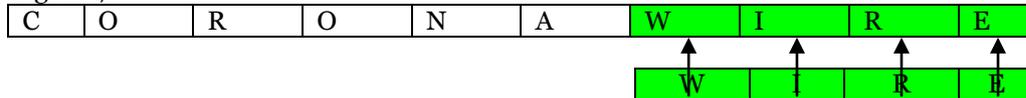
Ket : *Pattern* [ 2 ] ternyata tidak cocok dengan *Teks* [ 5 ], maka pencocokan selanjutnya dimulai dari *Pattern* [ 1 ] dengan membandingkan *Pattern* [ 1 ] dengan *Teks* [ 6 ].

Langkah 6 :



Ket : *Pattern* [ 1 ] ternyata masih belum cocok dengan *Teks* [ 6 ], Maka dilanjutkan membandingkan

Langkah 7 :



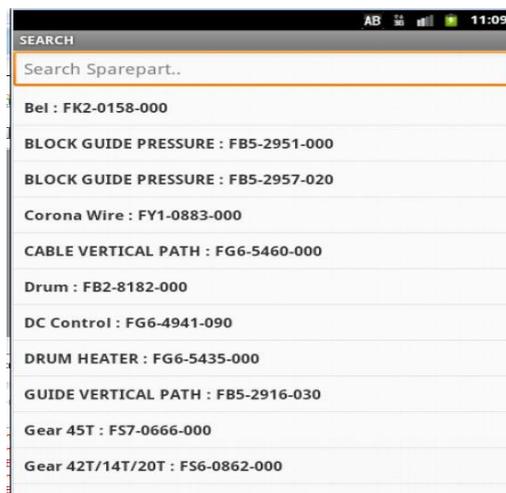
Ket : *Pattern* [ 1 ] sampai dengan *Pattern* [ 4 ] cocok dengan *Teks* [ 7 ] sampai *Teks* [10], maka Pencocokan berhenti karena *Pattern* yang dicari telah cocok dengan *teks* sehingga terbentuk pola kata di *Teks* sesuai dengan *Pattern*.

Berdasarkan contoh diatas maka dapat disimpulkan bahwa informasi yang digunakan untuk melakukan pergeseran adalah berdasarkan hitungan ketidak cocokan *Pattern* dari kiri pada *Teks* dimana pada langkah yang ke tujuh *Teks* di temukan.

### Implementasi

Spesifikasi Perangkat Keras (*Hardware*) yang digunakan untuk implementasi pembuatan dan menjalankan program agar berjalan dengan baik adalah sebagai berikut:

5. *Processor* : Intel(R) Atom(TM) CPU N570 @1.66 GHz<sub>z</sub>
6. *Memory* : 2 GB
7. *Hardisk* : 3.20 GB
8. *Windows* : *Windows 7*



**Gambar 2:** *Form* Pencarian



**Gambar 3 :** Hasil Pencarian

**KESIMPULAN**

1. Aplikasi pencarian Sparepart Mesin Fotocopy membantu pengguna Khususnya Karyawan Gudang dalam pencarian Kode Sparepart lebih cepat.
2. Dengan adanya aplikasi ini, dapat membantu untuk bisa melihat Kode Sparepart tanpa buku katalog itu sendiri.
3. Algoritma *Knuth Morris Pratt* pada pencarian Sparepart dapat diterapkan sehingga proses pencarian dapat lebih mudah.
4. Dengan penggunaan Algoritma *Knuth Morris Pratt* dalam pencarian dalam Sparepart Mesin Fotocopy maka proses pencarian lebih efektif.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Warisno Syahputra, ISSN : 2301-9425, Implementasi Algoritma Brute Force pada perancangan Aplikasi Pengecekan Struktur Kata Serapan Bahasa Indonesia, Volume 9, Nomor 2, Maret 2015
- Abdul kadir, 2012, Algoritma dan pemrograman menggunakan java, Edisi 1, Penerbit Andi, Yogyakarta.  
<https://catursaja.wordpress.com/2012/05/30/4>  
<http://infotokomesinfotocopy.blogspot.co.id/2012/06/pengertian-mesin-fotocopy-artikel.html>
- Dedi Setiawan, ISSN : 2301-9425, Aplikasi Penunjuk Arah Lokasi perguruan tinggi dengan menggunakan Google Map Berbasis web, Volume 9, Nomor 3, april 2015
- Efori buulolo, ISSN : 2301-9425, Implementasi Algoritma String matching dalam aplikasi Kamus pencarian Bimble Berbasis Android, Volume 3, maret 2013
- Rosa A. S, Rekayasa Perangkat Lunak, Edisi 2, Penerbit Informatika, Bandung, April 2013
- Lamhot Sitorus, Algoritma Pemrograman, Edisi 1, Penerbit Andi, Yogyakarta, januari 2015
- Nazruddin Safaat, Pemrograman Aplikasi mobile Smartphone dan Tablet Pc Berbasis Android, Penerbit Informatika, Bandung, Februari 2012
- Rachel Kurniawati (dkk), Interkasi Android dengan JSON web service berbasis PHP, Penerbit Cahaya Atma Pustaka, Yogyakarta, januari 2015
- Alfa Syahputra, Eva Maulina Aritonang, JAVA for Beginners with eclipse 4.2 juno, Penerbit Komputindo, Tangerang, Oktober 2012
- Eko Priyo Utomo, Java SE7, Edisi 1, Penerbit Andi, Yogyakarta, januari 2013

## IMPLEMENTASI STEGANOGRAFI DALAM KEAMANAN DATA MENGUNAKAN ALGORITMA BLOWFISH

Sari Sartika

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan

[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Gambar adalah kombinasi antara titik, garis, bidang dan warna untuk menciptakan suatu imitasi dari suatu proyek biasanya obyek fisik atau manusia. Keamanan dan kerahasiaan data merupakan hal yang sangat penting dalam suatu organisasi maupun pribadi. Yang mana jika hal tersebut sampai terjadi, kemungkinan besar akan merugikan bahkan membahayakan orang yang mengirim pesan atau menerima pesan, maupun organisasinya oleh sebab itu, untuk menghindari agar hal tersebut tidak terjadi, digunakanlah sebuah program khusus proteksi/enkripsi data. Blowfish dikembangkan untuk memenuhi kriteria desain yang cepat dalam implementasinya dimana pada keadaan optimal dapat mencapai 26 clock cycle per byte, kompak dimana dapat berjalan pada memori kurang dari 5 KB, sederhana dalam algoritmanya sehingga mudah diketahui kesalahannya dan keamanan yang variabel dimana panjang kunci bervariasi (minimum 32 bit, maksimum 448 bit, Multiple 8 bit, default 128 bit). Rancangan aplikasi dengan menerapkan metode Blowfish dapat mengamankan data yang disimpan kedalam file citra(gambar), tanpa merusak isi dari informasi yang tersimpan pada citra

**Kata Kunci :** Citra, Steganografi , Algoritma Blowfish.

### PENDAHULUAN

Keamanan dan kerahasiaan data merupakan hal yang sangat penting dalam suatu organisasi maupun pribadi. Yang mana jika hal tersebut sampai terjadi, kemungkinan besar akan merugikan bahkan membahayakan orang yang mengirim pesan atau menerima pesan, maupun organisasinya. Informasi yang terkandung di dalamnya pun bisa saja berubah sehingga menyebabkan salah penafsiran oleh penerima pesan. Selain itu data yang dibajak tersebut akan memiliki kemungkinan rusak bahkan hilang yang akan menimbulkan kerugian material yang besar. Oleh karena itu, untuk menghindari agar hal tersebut tidak terjadi, digunakanlah sebuah program khusus proteksi/enkripsi data. Steganografi (steganography) berasal dari bahasa Yunani steganos yang artinya “tersembunyi/terselubung”. Dan graphien “menulis” sehingga kurang lebih artinya “menulis (tulisan) terselubung”. Dengan keamanan dan kerahasiaan data merupakan hal yang sangat penting dalam suatu organisasi maupun pribadi. Yang mana jika hal tersebut sampai terjadi, kemungkinan besar akan merugikan bahkan membahayakan orang yang mengirim pesan atau menerima pesan, maupun organisasinya. Citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer. Monitor akan menampilkan sebuah kotak kecil. Namun yang disimpan dalam memori komputer hanyalah angka-angka yang menunjukkan besar intensitas pada masing-masing piksel tersebut. Blowfish dikembangkan untuk memenuhi kriteria desain yang cepat dalam implementasinya dimana pada keadaan optimal dapat mencapai 26 clock cycle per byte, kompak dimana dapat berjalan pada memori kurang dari 5 KB, sederhana dalam algoritmanya sehingga mudah diketahui kesalahannya dan keamanan yang variabel dimana panjang kunci bervariasi (minimum 32 bit, maksimum 448 bit, Multiple 8 bit, default 128 bit). Blowfish dioptimalkan untuk berbagai aplikasi dimana kunci tidak sering berubah, seperti pada jaringan komunikasi atau enkripsi file secara otomatis. Dalam pengimplementasiannya dalam komputer bermicroprosesor 32-bit dengan cache data yang besar (Pentium dan Power PC) Blowfish terbukti jauh lebih cepat dari DES.

### BAHAN PENELITIAN

Citra adalah kombinasi antara titik, garis, bidang dan warna untuk menciptakan suatu imitasi dari suatu proyek biasanya obyek fisik atau manusia. Citra bisa berwujud gambar (picture) dua dimensi, seperti lukisan, foto, dan berwujud tiga dimensi, seperti patung. Steganography sudah banyak diimplementasikan pada media digital. Steganography digital menggunakan media digital sebagai penampung, seperti citra digital, video digital atau audio. Informasi yang disembunyikan juga berbentuk digital seperti teks, citra, data audio atau data video. Steganography digital dapat dipakai di negara-negara yang menerapkan sensor ketat terhadap informasi atau di negara dimana enkripsi pesan terlarang.

#### **Blowfish**

Blowfish alias “Open PGP.Cipher 4” merupakan enkripsi yang termasuk dalam golongan Symetric Cryptosystem, metode enkripsinya mirip dengan DES (DES-like Cipher) diciptakan oleh seorang Cryptosystem bernama (Bruce Schneier) presiden perusahaan Counterpane internet security, inc (perusahaan konsultan tentang kriptografi dan keamanan komputer) dan dipublikasikan tahun 1994. Dibuat untuk digunakan pada komputer yang mempunyai microprosesor besar (32-bit keatas dengan cache data yang besar).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses penyisipan pesan dengan algoritma *blowfish* dilakukan dengan mengenkripsi pesan terlebih dahulu Langkah-langkahnya dapat dilihat berdasarkan contoh kasus berikut:

- Pesan = SARIDITA
- Kunci = STMIK\_BD
- Konversi menjadi bilangan heksadesimal
- Pesan = 5341524944495441
- Kunci = 53544d494b5f4244

Gabung kembali  $L_{16}$  dan  $R_{16}$  dan konversi ke dalam bentuk karakter untuk mendapatkan *ciphertext*.  
81b2078e805c3cb7

Jika dikonversi ke dalam desimal adalah:

129 178 7 142 128 92 60 183

Konversi ke dalam bentuk karakter:

129<sup>2</sup>Ž€\<

1. Penyisipan pesan ke dalam gambar dengan *least significant bit*.

*Least significant bit* merupakan salah satu metode dalam steganografi. LSB dilakukan dengan mengambil *bit-bit* terakhir warna pada citra dan menggantinya dengan *bit-bit* pesan. Cara mengganti *bit-bit* warna pada citra adalah dengan melakukan penggantian nilai *bit* terakhir citra warna dengan *bit* pesan yang sudah terenkripsi dengan algoritma *blowfish*. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. *Input file* gambar yang akan dienkripsi, sebagai contoh digunakan *file* gambar dengan sampel 8 x 8 *pixel*.
- b. Ambil nilai RGB pada tiap *pixel* citra dengan menggunakan aplikasi *visual studio .net 2008*.



Nilai RGB sampel 8 x 8 *pixel*

|                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| R = 210<br>G = 187<br>B = 214 | R = 207<br>G = 187<br>B = 216 | R = 206<br>G = 188<br>B = 221 | R = 215<br>G = 193<br>B = 224 | R = 175<br>G = 134<br>B = 159 | R = 31<br>G = 0<br>B = 0      | R = 48<br>G = 0<br>B = 0      | R = 112<br>G = 30<br>B = 51   |
| R = 213<br>G = 189<br>B = 213 | R = 209<br>G = 186<br>B = 213 | R = 207<br>G = 188<br>B = 218 | R = 223<br>G = 198<br>B = 228 | R = 91<br>G = 51<br>B = 73    | R = 109<br>G = 53<br>B = 72   | R = 219<br>G = 145<br>B = 167 | R = 227<br>G = 145<br>B = 166 |
| R = 229<br>G = 200<br>B = 218 | R = 218<br>G = 190<br>B = 212 | R = 213<br>G = 191<br>B = 215 | R = 227<br>G = 198<br>B = 223 | R = 168<br>G = 123<br>B = 143 | R = 158<br>G = 99<br>B = 117  | R = 202<br>G = 125<br>B = 145 | R = 237<br>G = 152<br>B = 175 |
| R = 231<br>G = 199<br>B = 213 | R = 233<br>G = 204<br>B = 220 | R = 222<br>G = 197<br>B = 217 | R = 229<br>G = 198<br>B = 218 | R = 198<br>G = 153<br>B = 169 | R = 113<br>G = 50<br>B = 66   | R = 196<br>G = 116<br>B = 135 | R = 233<br>G = 145<br>B = 167 |
| R = 227<br>G = 198<br>B = 207 | R = 226<br>G = 199<br>B = 209 | R = 221<br>G = 200<br>B = 213 | R = 237<br>G = 208<br>B = 224 | R = 208<br>G = 160<br>B = 175 | R = 125<br>G = 59<br>B = 73   | R = 173<br>G = 88<br>B = 108  | R = 231<br>G = 137<br>B = 159 |
| R = 228<br>G = 206<br>B = 213 | R = 226<br>G = 205<br>B = 213 | R = 223<br>G = 208<br>B = 219 | R = 227<br>G = 203<br>B = 215 | R = 216<br>G = 171<br>B = 184 | R = 224<br>G = 158<br>B = 175 | R = 253<br>G = 168<br>B = 188 | R = 235<br>G = 141<br>B = 163 |
| R = 219<br>G = 206<br>B = 215 | R = 221<br>G = 213<br>B = 221 | R = 216<br>G = 212<br>B = 222 | R = 220<br>G = 206<br>B = 218 | R = 231<br>G = 192<br>B = 208 | R = 217<br>G = 155<br>B = 174 | R = 237<br>G = 155<br>B = 176 | R = 241<br>G = 146<br>B = 171 |
| R = 233<br>G = 199<br>B = 207 | R = 220<br>G = 190<br>B = 212 | R = 90<br>G = 191<br>B = 215  | R = 175<br>G = 91<br>B = 51   | R = 229<br>G = 53<br>B = 72   | R = 108<br>G = 145<br>B = 167 | R = 229<br>G = 190<br>B = 211 | R = 80<br>G = 199<br>B = 72   |

**Gambar 1:** Sampel Nilai 8 x 8 *Pixel*

- c. *Input* pesan yang akan disisipkan.  
Pesan yang akan disisipkan = 129<sup>2</sup>Ž€\<  
Dalam bentuk desimal = 129 178 7 142 128 92 60 183
- d. Konversi nilai pesan ke dalam bilangan biner.

129 = 10000001  
178 = 10110010  
7 = 00000111  
142 = 10001110  
128 = 10000000  
92 = 01011100  
60 = 01111100  
183 = 10110111

Kemudian sisipkan nilai *bit* pesan pada akhir *bit* nilai warna dengan mengganti nilai *bit* terakhir warna. Misalkan nilai piksel pertama dari citra warna adalah:

R= 210 dalam biner = 11010010  
G= 187 dalam biner = 10111011  
B= 214 dalam biner = 11010110

Nilai biner dari pesan adalah:

100000011011001000000111100011101000000010111000111110010110111

Ganti nilai bit akhir dari warna *red*, *green* dan *blue* dengan 3 nilai pesan yang pertama, sehingga menjadi:

R= 11010011 = 211  
G= 10111010 = 186  
B= 11010110 = 214

Dapat dilihat bahwa nilai *bit* piksel pertama warna telah berubah, proses dilakukan sampai seluruh *bit* pesan disisipkan sehingga nilai *pixel* warna menjadi sebagai berikut:

Tabel 1: Nilai *Pixel* Warna Setelah Disisipi Pesan

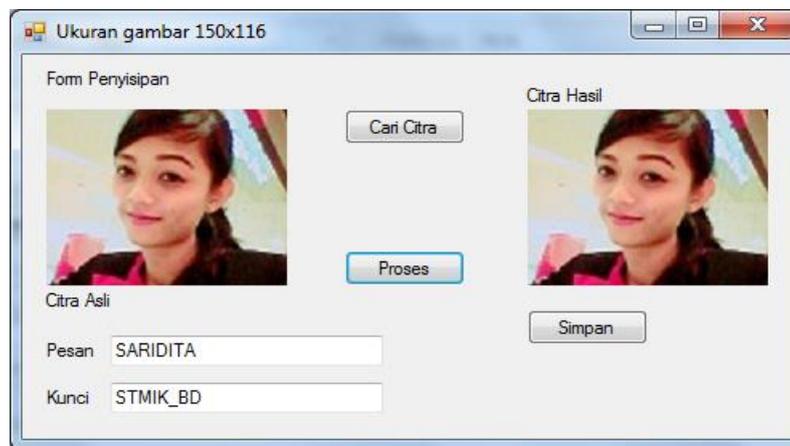
|         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| R = 211 | R = 206 | R = 207 | R = 216 | R = 176 | R = 30  | R = 49  | R = 111 |
| G = 186 | G = 186 | G = 189 | G = 194 | G = 133 | G = 1   | G = 1   | G = 31  |
| B = 214 | B = 215 | B = 220 | B = 221 | B = 160 | B = 1   | B = 1   | B = 52  |
| R = 214 | R = 208 | R = 206 | R = 224 | R = 90  | R = 108 | R = 218 | R = 226 |
| G = 188 | G = 187 | G = 189 | G = 199 | G = 50  | G = 54  | G = 146 | G = 146 |
| B = 214 | B = 212 | B = 219 | B = 227 | B = 72  | B = 73  | B = 168 | B = 167 |
| R = 228 | R = 219 | R = 212 | R = 226 | R = 167 | R = 159 | R = 203 | R = 236 |
| G = 201 | G = 191 | G = 190 | G = 199 | G = 122 | G = 98  | G = 124 | G = 153 |
| B = 219 | B = 213 | B = 214 | B = 224 | B = 144 | B = 116 | B = 146 | B = 175 |
| R = 230 | R = 232 | R = 223 | R = 228 | R = 197 | R = 112 | R = 197 | R = 234 |
| G = 198 | G = 205 | G = 198 | G = 199 | G = 152 | G = 51  | G = 115 | G = 146 |
| B = 212 | B = 221 | B = 216 | B = 217 | B = 168 | B = 65  | B = 136 | B = 167 |
| R = 226 | R = 227 | R = 220 | R = 236 | R = 209 | R = 124 | R = 172 | R = 230 |
| G = 199 | G = 198 | G = 201 | G = 207 | G = 161 | G = 58  | G = 89  | G = 138 |
| B = 208 | B = 208 | B = 212 | B = 223 | B = 176 | B = 73  | B = 107 | B = 158 |
| R = 227 | R = 225 | R = 222 | R = 226 | R = 215 | R = 225 | R = 252 | R = 236 |
| G = 205 | G = 206 | G = 209 | G = 202 | G = 170 | G = 157 | G = 167 | G = 140 |
| B = 212 | B = 214 | B = 218 | B = 216 | B = 185 | B = 176 | B = 189 | B = 164 |
| R = 218 | R = 220 | R = 217 | R = 221 | R = 230 | R = 218 | R = 236 | R = 240 |
| G = 205 | G = 212 | G = 213 | G = 205 | G = 193 | G = 156 | G = 156 | G = 147 |
| B = 214 | B = 220 | B = 221 | B = 219 | B = 207 | B = 175 | B = 175 | B = 172 |
| R = 234 | R = 221 | R = 91  | R = 176 | R = 228 | R = 109 | R = 228 | R = 81  |
| G = 198 | G = 191 | G = 192 | G = 92  | G = 52  | G = 146 | G = 191 | G = 198 |
| B = 206 | B = 211 | B = 216 | B = 52  | B = 73  | B = 166 | B = 212 | B = 73  |

### Implementasi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dilakukan implementasi pada program komputer. Implementasi dilakukan untuk melihat apakah perancangan yang sudah dibuat dapat berjalan dengan baik. Untuk mengetahui spesifikasi perangkat lunak dan keras yang diperlukan dalam pengujian terhadap algoritma *blowfish* untuk menyisipkan *file* pesan ke dalam *file* gambar. Maka digunakan komputer yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

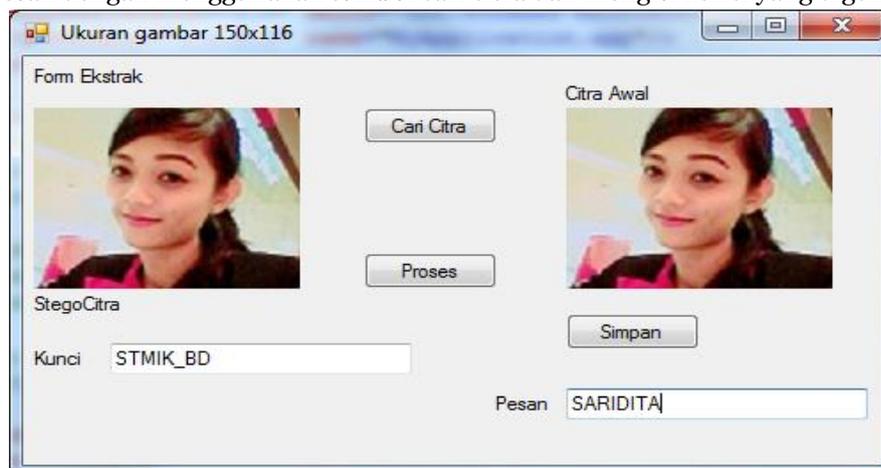
8. Processor Core i3 2,10 GHz
9. Memori RAM yang digunakan 2 GB.
10. VGA Card 32 MB.
11. Harddisk 320 GB.
12. Keyboard dan Mouse.
13. Monitor dengan resolusi 1024 x 768.
14. Windows 7 32 bit.

Tampilan aplikasi yang dapat digunakan untuk melakukan penyisipan pesan dengan menggunakan algoritma *blowfish*. Proses yang terjadi di halaman ini adalah pengguna meng-*input*-kan *file* gambar yang akan disisipi pesan menggunakan tombol cari citra, kemudian mengisi pesan dan kunci yang digunakan dan menekan tombol proses, sehingga akan tampil gambar yang sudah disisipi pesan.



**Gambar 2:** Form Penyisipan

Ekstraksi adalah halaman aplikasi yang dapat digunakan untuk mengekstrak pesan yang terdapat di dalam *file* gambar. Proses yang terjadi di halaman ini adalah pengguna meng-*input*-kan gambar yang sudah disisipi pesan dengan menggunakan tombol cari citra dan mengisi kunci yang digunakan.



**Gambar 3** Tampilan Form Ekstraksi

## KESIMPULAN

1. Proses penyisipan pesan teks pada gambar dengan teknik steganografi adalah mengganti *bit-bit* yang terdapat di dalam gambar dengan *bit-bit* pesan yang akan disisipkan. Perubahan *bit* yang tidak terlalu banyak menyebabkan ukuran *file* tidak membesar dan *file* gambar tidak terlalu terlihat perubahannya.
2. Proses penyisipan menggunakan algoritma *blowfish* adalah dengan mengenkripsi pesan yang akan disisipkan terlebih dahulu melalui 16 putaran berdasarkan jaringan *feistel* dan pesan akan disisipkan menggunakan algoritma *least significant bit*. Pesan akan lebih tinggi tingkat keamanannya jika dienkripsi terlebih dahulu.
3. Perancangan dilakukan dengan menggunakan alat bantu perancangan *unified modelling language* dan *visual studio .net 2008* sebagai media pembangun aplikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Umar dan Usman, 2004, Implementasi Kurikulum, Penerbit ANDI, Yogyakarta.  
Rinaldi Munir, 2006, Steganografi, Informatika Bandung, Bandung.  
Rinaldi Munir, 2006, Diagram Proses Enkripsi dan dekripsi, Informatika Bandung, Bandung.  
Rinaldi Munir, 2006, Diagram proses enkripsi dan dekripsi algoritma simetris, Informatika, Bandung.

## **SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENGGUNA MINUMAN KERAS DENGAN MENGGUNAKAN METODE BAYES**

**Sindia Feronika br. Tarigan**

*Mahasiswa STMIK BUDI DARMA, Medan*  
[sindiaferonika@gmail.com](mailto:sindiaferonika@gmail.com)

**Abstrak.** Sistem pakar (expert system) secara umum adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli. Atau dengan kata lain sistem pakar adalah sistem yang didesain dan diimplementasikan dengan bantuan bahasa pemrograman tertentu untuk dapat menyelesaikan masalah seperti yang dilakukan oleh para ahli. Diharapkan dengan sistem ini, orang awam dapat menyelesaikan masalah tertentu baik 'sedikit' rumit ataupun rumit sekalipun 'tanpa' bantuan para ahli dalam bidang tersebut. Sedangkan bagi para ahli, sistem ini dapat digunakan sebagai asisten yang berpengalaman. Sistem ini melakukan diagnosa jenis narkoba berdasarkan dari gejala-gejala yang diinputkan ke sistem. Aplikasi yang dikembangkan ini bertujuan untuk menentukan pengguna minuman keras yang konsumsi dengan hanya memperhatikan kriteria-kriteria yang dialami oleh pengguna minuman keras. Dengan menggunakan Metode Bayes mampu menunjukkan ukuran kepastian terhadap suatu fakta dari kriteria-kriteria yang ada. Keluaran sistem berupa hasil penelusuran pengguna minuman keras digunakan oleh pengguna berdasarkan kriteria-kriteria.

**Kata kunci :** Sistem Pakar, Minuman Keras, Metode Bayes.

### **PENDAHULUAN**

Minuman keras/beralkohol adalah minuman yang mengandung etanol. Etanol adalah bahan psikoaktif dan konsumsinya menyebabkan penurunan kesadaran. Diberbagai daerah banyak jenis minuman keras. Minuman keras meliputi seluruh jenis minuman yang mengandung alkohol (nama kimianya etanol). Minuman keras (beralkohol) adalah zat yang paling sering disalahgunakan manusia. Menurut catatan arkeologi, minuman beralkohol sudah dikenal manusia sejak kurang lebih 5000 tahun yang lalu. Alkohol diperoleh dari proses peragian zat yang mengandung senyawa karbohidrat seperti gula, madu, gandum, sari buah atau umbi-umbian. Jenis serta golongan dari alkohol yang akan dihasilkan tergantung pada bahan serta proses peragian. Minuman beralkohol merupakan bagian dari kehidupan sehari-hari pada berbagai kebudayaan tertentu. Di Indonesia dikenal minuman keras yaitu tuak, ciu, sipo, arak dan cap tikus. Dari waktu ke waktu korban minuman keras (beralkohol) terus berjatuh, ada yang bahkan meninggal dunia. Pengguna minuman keras menimbulkan gangguan terhadap ketertiban, ketentraman, dan keamanan masyarakat. Bagi pengguna beragama islam maupun kristen, minuman yang merupakan hasil fermentasi yang menghasilkan minuman beralkohol adalah haram untuk dikonsumsi atau dilarang untuk dikonsumsi. Dalam dikonsumsi berlebihan, akan muncul efek sebagai berikut: merasa lebih bebas lagi mengekspresikan diri, tanpa ada perasaan terhambat menjadi lebih emosional (sedih, senang, marah secara berlebihan) muncul akibat ke fungsi fisik - motorik, yaitu bicara cadel, pandangan menjadi kabur, sempoyongan, inkoordinasi motorik dan bisa sampai tidak sadarkan diri. Dengan mengetahui kriteria (gejala) yang diderita oleh pasien, dokter dapat melakukan tindakan pengobatan medis yang tepat bagi pasien. Penyalahgunaan minuman keras terjadi karena faktor kondisi keluarga dan lingkungan.

Menurut penelitian sebelumnya "Jurnal. Ismail Syaputra, 2013, Volume: V, No: 3, ISSN: 2301-9425, Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Pengguna Narkoba Menggunakan metode Bayes". Metode Bayes merupakan metode yang baik didalam mesin pembelajaran berdasarkan data, dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya. Metode ini juga metode untuk menghasilkan estimasi parameter dengan menggabungkan informasi dari sampel dan informasi lain yang telah tersedia sebelumnya ke dalam proses analisa data, proses ini diawali dengan dengan distribusi probabilitas yang sudah ada diberikan untuk himpunan data yang dipertimbangkan. Keunggulan utama dalam penggunaan Metode Bayes adalah penyederhanaan dari cara klasik yang penuh dengan integral untuk memperoleh model marginal. Dengan adanya kondisi di atas maka penulis ingin membangun aplikasi yang dapat membantu pengguna minuman keras untuk mengetahui kriteria yang ditimbulkan dari mengkonsumsi minuman keras pada tubuh. Sehingga pengguna dapat membedakan antara keluhan sederhana yang dapat ditangani sendiri maupun keluhan darurat yang memerlukan penanganan medis secepat mungkin.

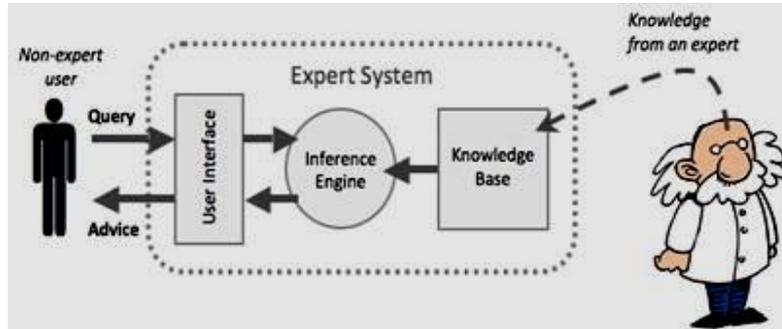
### **BAHAN dan METODE**

#### **Bahan**

Sebagai bahan perancangan yang akan di gunakan adalah microsoft visual basic 2008, dengan kriteria di dapat dari hasil observasi terhadap konsumen minuman keras.

## Metode

Sistem pakar disusun oleh dua bagian utama, yaitu: lingkungan pengembangan dan lingkungan konsultasi. Lingkungan pengembangan sistem pakar digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar kedalam lingkungan sistem pakar, sedangkan lingkungan konsultasi digunakan oleh pengguna yang bukan pakar guna memperoleh pengetahuan pakar.



**Gambar 1 :** Model *Expert System*

Dari gambar diatas dapat diketahui komponen-komponen sistem pakar yang terdiri dari:

### 1. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)

Merupakan mekanisme yang digunakan oleh pengguna dan sistem pakar untuk berkomunikasi. Antarmuka menerima informasi dari pemakai dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh sistem. Selain itu antarmuka juga menerima dari sistem dan menyajikannya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pemakai.

### 2. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan mengandung pengetahuan untuk pemahaman formulasi dan penyelesaian masalah. Basis pengetahuan terdiri dari 2 elemen dasar, yaitu:

- a. Fakta : informasi tentang obyek dalam area permasalahan tertentu.
- b. Aturan : informasi tentang cara bagaimana memperoleh fakta baru dari fakta yang telah diketahui.

### 3. Akuisisi Pengetahuan (*Knowledge Acquisition*)

Akuisisi pengetahuan adalah akumulasi transfer dan transformasi keahlian dalam menyelesaikan masalah dari sumber pengetahuan ke dalam program komputer. Dalam tahap ini *knowledge engineer* berusaha menyerap pengetahuan untuk selanjutnya ditransfer ke dalam basis pengetahuan. Pengetahuan diperoleh dari pakar, dilengkapi dengan buku, basis data laporan penelitian dan pengalaman pemakai.

Metode akuisisi pengetahuan :

- a. Wawancara : metode yang paling banyak digunakan, yang melibatkan pembicaraan dengan pakar secara langsung dalam suatu wawancara.
- b. Analisis protokol : merupakan suatu metode akuisisi pengetahuan dimana pakar diminta untuk melakukan suatu pekerjaan dan mengungkapkan proses pemikirannya dengan menggunakan kata-kata.
- c. Observasi pada pekerjaan pakar : merupakan suatu metode akuisisi dengan cara merekam dan mengobservasi sesuatu pekerjaan dalam bidang tertentu yang dilakukan oleh pakar.
- d. Induksi aturan dari contoh : Induksi adalah suatu proses penalaran dari khusus ke umum. Suatu sistem induksi aturan diberi contoh-contoh dari suatu masalah yang hasilnya telah diketahui. Setelah diberikan beberapa contoh, sistem induksi aturan tersebut dapat membuat aturan yang benar untuk kasus-kasus contoh.

### 4. Mesin/ Motor Inferensi (*Inference Engine*)

Komponen ini mengandung mekanisme pola pikir dan penalaran yang digunakan oleh pakar dalam menyelesaikan suatu masalah. Mesin inferensi merupakan program komputer yang memberikan metodologi untuk penalaran tentang informasi yang ada dalam basis pengetahuan dan dalam workplace dan untuk memformulasikan kesimpulan.

### 5. *Workplace / Blackboard*

*Workplace* merupakan area dari sekumpulan memori kerja (*working memory*) yang digunakan untuk merekam kejadian yang sedang berlangsung termasuk keputusan sementara. Ada 3 keputusan yang dapat direkam:

- a. Rencana : bagaimana menghadapi masalah
- b. Agenda : aksi-aksi yang potensial yang sedang menunggu untuk dieksekusi

c. Solusi : calon aksi yang akan dibangkitkan

6. Fasilitas Penjelasan

Fasilitas Penjelasan Adalah komponen tambahan yang akan meningkatkan kemampuan sistem pakar. Digunakan untuk melacak respond dan memberikan penjelasan tentang kelakuan sistem pakar secara interaktif melalui pertanyaan.

7. Perbaikan Pengetahuan

Pakar memiliki kemampuan untuk menganalisa dan meningkatkan kinerjanya serta kemampuan untuk belajar dari kinerjanya. Kemampuan tersebut adalah penting dalam pembelajaran terkomputerisasi, sehingga program akan mampu menganalisis penyebab kesuksesan dan kegagalan yang dialaminya dan juga mengevaluasi apakah pengetahuan-pengetahuan yang ada masih cocok untuk digunakan di masa mendatang.

**METODE BAYES.**

Metode Bayes adalah pendekatan secara statistik untuk menghitung *trade off* diantara keputusan yang berbeda-beda, dengan menggunakan probabilitas dan biaya yang menyertai suatu pengambilan keputusan tersebut .

Rumus :

$$P(H/E) = \frac{P(E/H) * P(H)}{P(E)}$$

Dimana:

$P(H | E)$  = Probabilitas hipotesis H benar jika diberikan *evidence* E

$P(E | H)$  = Probabilitas munculnya *evidence* E, jika diketahui hipotesis H Benar.

$P(H)$  = Probabilitas hipotesis H (menurut hasil sebelumnya) tanpa memandang *evidence* apapun.

$P(E)$  = Probabilitas *evidence* E.

Metode Bayes mempunyai berbagai keuntungan jika dibandingkan dengan beberapa teori lainnya, yaitu:

1. *Interpolation*

Metode Bayes menghubungkan segala hal dengan teori-teori *engineering*. Pada saat berhadapan dengan suatu masalah, terdapat pilihan mengenai seberapa besar waktu dan usaha yang dilakukan oleh manusia dengan komputer.

2. *Language*

Metode Bayes mempunyai bahasa tersendiri untuk menetapkan hal-hal yang *prior* dan *posterior*. Hal ini secara signifikan membantu pada saat menyelesaikan bagian yang sulit dari sebuah solusi.

3. *Intuitions*

Metode Bayes melibatkan prior dan integration, dua aktivitas yang berguna secara luas. Bayes probabilitas adalah teori terbaik dalam menghadapi masalah estimasi dan penarikan kesimpulan.

Probabilitas Bayes merupakan salah satu cara untuk mengatasi ketidakpastian data dengan cara menggunakan formula bayes yang dinyatakan dengan langkah – langkah penyelesaian probabilitas menggunakan metode bayes, berikut adalah langkah-langkahnya:

1. Melakukan diagnosa dengan menjawab pertanyaan sesuai dengan gejala dan memberi nilai probabilitas.

2. Kemudian untuk mencari diagnosa tersebut dapat dijumlahkan dari hipotesa yang di atas:

$$G = G_1 + \dots + G_n$$

Keterangan:

$G_1$  : Gejala awal yang di alami pasien

$G_n$  : Gejala keseluruhan yang di alami pasien

3. Setelah mendapat penjumlahan di atas, didapatlah rumus untuk mengitung diagnosa adalah sebagai berikut:

$$P(H_i) = \frac{H_i}{G}$$

Keterangan:

$P(H_i)$  : Probabilitas hipotesis  $H_i$ , tanpa memandang *evidence* apapun

$H_i$  : Probabilitas hipotesis  $H_i$

$G$  : Hasil Gejala

4. Setelah mendapatkan nilai  $P(H_i)$  probabilitas hipotesa H tanpa memandang *evidence* apa pun, maka langkah selanjutnya adalah sebagai berikut:

$$\sum_{k=1}^3 H = P(H_i) * P(E|H_i - n)$$

Keterangan:

- P(Hi) : Probabilitas hipotesis Hi, tanpa memandang *evidence* apapun
- P(E | Hi) : Probabilitas munculnya *evidence* E, jika diketahui hipotesis H1 terjadi
- n : jumlah hepotesis yang terjadi

5. Setelah mendapatkan nilainya, maka langkah selanjutnya mencari nilai P(Hi|E) atau probabilitas hepotesa Hi benar jika diberikan *evidence* E, dengan rumus:

$$P(Hi|E) = \frac{P(E|Hi) * P(Hi)}{\sum_{k=1}^n H}$$

Keterangan :

- P(Hi | E) : Probabilitas hipotesis Hi benar jika diberikan *evidence* E
- P(E | Hi) : Probabilitas munculnya *evidence* E, jika diketahui hipotesis H1 terjadi
- P(Hi) : Probabilitas hipotesis Hi, tanpa memandang *evidence* apapun
- n : Jumlah hipotesis yang terjadi

6. Setelah mendapatkan seluruh nilai P(Hi|E), maka jumlahkan seluruh bayes dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total Bayes} = B_i + \dots + B_n$$

Keterangan:

- B<sub>i</sub> : Nilai awal penjumlahan dari probabilitas hepotesa Hi benar jika diberikan *evidence* E
- B<sub>n</sub> : Nilai keseluruhan penjumlahan dari probabilitas hepotesa Hi benar jika diberikan *evidence* E

7. Kemudian dapat disimpulkan hasil akhir pasien dengan nilai akhir dari penjumlahan semua bayes. Dalam bidang kedokteran teorema bayes sudah dikenal tapi teorema ini lebih banyak diterapkan dalam logika kedokteran modern (Cutler: 1991). Teorema ini lebih banyak diterapkan pada hal-hal yang berkenaan dengan probabilitas serta kemungkinan dari penyakit dan gejala-gejala yang berkaitan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengguna minuman keras dapat dideteksi dari kriteria-kriteria yang ditimbulkan akibat mengkonsumsi minuman keras, hal tersebut biasanya selalu berhubungan dengan perubahan baik fisik maupun perilaku yang ditimbulkan oleh pengguna minuman keras. Untuk mengetahui seseorang merupakan pengguna minuman keras, maka dibutuhkan suatu program sistem pakar, dimana sistem tersebut dapat mengenali tingkat penggunaan minuman keras yang ditimbulkan berdasarkan kriteria-kriteria yang ditimbulkan oleh pengguna minuman keras. Berikut adalah tabel kriteria yang ditimbulkan dari penggunaan minuman keras yang dialami oleh pengguna yaitu:

**Tabel 1** Tabel Kriteria Gejala Pengguna Minuman Keras

| Kode | Gejala                          |
|------|---------------------------------|
| G01  | Mulut berbau minuman keras      |
| G02  | Pusing                          |
| G03  | Sempoyongan                     |
| G04  | Mudah emosi                     |
| G05  | Mual-mual                       |
| G06  | Muntah-muntah                   |
| G07  | Berbicara tidak menentu         |
| G08  | Gelisah                         |
| G09  | Sering gemetar                  |
| G10  | Wajah kemerah-merahan           |
| G11  | Penglihatan menurun             |
| G12  | Kesulitan bernafas              |
| G13  | Jantung berdetak kencang        |
| G14  | Kesulitan menelan dan berbicara |
| G15  | Muntah darah                    |
| G16  | Wajah bengkak hitam pucat       |

Pada penderita pengguna minuman keras memiliki beberapa tingkatan pengguna antara lain:

**Tabel 2** Tabel Tingkatan

| Kode | Tingkatan | Persen  |
|------|-----------|---------|
| T1   | Ringan    | 0-50%   |
| T2   | Sedang    | 51-80%  |
| T3   | Berat     | 81-100% |

Dari kriteria tersebut maka ditentukan nilai Bayes yang akan menentukan probabilitas pengguna minuman keras (beralkohol) yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel3** Tabel Menentukan Nilai Probabilitas

| Tingkat      | Nilai Probabilitas |
|--------------|--------------------|
| Pasti        | 1.0                |
| Cukup Pasti  | 0.8                |
| Hampir pasti | 0.6                |
| Mungkin      | 0.4                |
| Tidak pasti  | 0.2                |
| Tidak tahu   | 0                  |

Adapun ketentuan probabilitas pengguna minuman keras yang sudah ditentukan dapat dilihat pada tabel 4 seperti dibawah ini.

**Tabel 4** Tabel Penentuan Tingkat Kriteria Gejala Pengguna Minuman Keras

| Kode | Gejala                          | T1 | T2 | T3 |
|------|---------------------------------|----|----|----|
| Go1  | Mulut berbau minuman keras      | √  |    |    |
| Go2  | Pusing                          | √  |    |    |
| Go3  | Sempoyongan                     | √  |    |    |
| Go4  | Mudah emosi                     | √  |    |    |
| Go5  | Mual-mual                       | √  |    |    |
| Go6  | Muntah-muntah                   | √  |    |    |
| Go7  | Berbicara tidak menentu         |    | √  |    |
| Go8  | Gelisah                         |    | √  |    |
| Go9  | Sering gemetar                  |    | √  |    |
| G10  | Wajah kemerah-merahan           |    | √  |    |
| G11  | Penglihatan menurun             |    | √  |    |
| G12  | Kesulitan bernafas              |    |    | √  |
| G13  | Jantung berdetak kencang        |    |    | √  |
| G14  | Kesulitan menelan dan berbicara |    |    | √  |
| G15  | Muntah darah                    |    |    | √  |
| G16  | Wajah bengkak hitam pucat       |    |    | √  |

Program sistem pakar adalah program dengan basis pengetahuan yang dinamis. Dengan demikian, diperlukan pengetahuan yang diakuisisi menjadi basis pengetahuan dengan mengetahui terlebih dahulu bagaimana mengenali suatu pengguna minuman keras yang terjadi berdasarkan kriteria yang ditimbulkan. Pada aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa pengguna minuman keras dengan menggunakan Metode Bayes yaitu metode pengukuran peluang dari setiap keputusan yang diambil, dimana program mengambil keputusan dari jawaban “Ya” atau “Tidak” atas pertanyaan yang digunakan dari program dan perhitungan probabilitas dari kriteria-kriteria yang ditimbulkan kemampuan sistem pakar memecahkan masalah tergantung pada seberapa luas basis pengetahuannya. Sehingga pada akhirnya analisa didapat hasil berupa sebuah sistem yang strukturnya dapat didefinisikan dengan baik dan jelas.

Rule basis sistem merupakan salah satu komponen yang ada di dalam sistem pakar. Aturan tersebut biasanya berbentuk IF-THEN. Rule basis sistem atau sistem berbasis aturan yaitu cara untuk menyimpan dan memanipulasi pengetahuan untuk menginterpretasikan informasi dalam cara yang bermanfaat. Kaidah dalam basis pengetahuan adalah sebagai berikut:

**Rule 1:**

- IF Mulut berbau minuman keras
- AND Pusing
- AND Sempoyongan
- AND Mudah emosi
- AND Mual-mual
- AND Muntah-muntah
- THEN Pasien merupakan pengguna ringan mengkonsumsi minuman keras

**Rule 2:**

- IF Berbicara tidak menentu
- AND Gelisah
- AND Sering gemetar
- AND Wajah kemerah-merahan
- AND Penglihatan menurun
- THEN Pasien merupakan pengguna sedang mengkonsumsi minuman keras

**Rule 3:**

- IF** Kesulitan bernafas
- AND** Jantung berdetak kencang
- AND** Kesulitan menelan dan berbicara
- AND** Muntah darah
- AND** Wajah bengkak hitam pucat
- THEN** Pasien merupakan pengguna berat mengkonsumsi minuman keras

Contoh Kasus:

Ada 3 orang pasien bernama Dodi, Rommy dan Donal melakukan diagnosa dengan masing-masing menjawab pertanyaan sesuai dengan gejala yang dialami. Berikut adalah tabel pertanyaan dan nilai masing-masing gejala:

**Tabel 5** Tabel Pertanyaan dan Nilai Probabilitas

| No. | Pertanyaan                                                                                         | T1  | T2  | T3  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| 1   | Apakah mulut anda berbau minuman keras setelah mengkonsumsi minuman keras?                         | 0.4 |     |     |
| 2   | Apakah anda mengalami pusing di bagian kepala?                                                     | 0.2 |     |     |
| 3   | Apakah anda mengalami sempoyongan saat berjalan?                                                   | 0.4 |     |     |
| 4   | Apakah anda mengalami mudah emosi?                                                                 | 0.4 |     |     |
| 5   | Apakah anda merasakan mual-mual?                                                                   | 0.2 |     |     |
| 6   | Apakah anda mengalami muntah-muntah?                                                               | 0.2 |     |     |
| 7   | Apakah anda mengalami berbicara yang tidak menentu?                                                |     | 0.8 |     |
| 8   | Apakah anda merasakan gelisah?                                                                     |     | 0.4 |     |
| 9   | Apakah anda mengalami keseringan gemetar pada tubuh saat setelah mengkonsumsi minuman keras?       |     | 0.2 |     |
| 10  | Apakah anda mengalami perubahan pada wajah menjadi kemerah-merahan?                                |     | 0.2 |     |
| 11  | Apakah anda mengalami penglihatan yang menurun saat setelah mengkonsumsi minuman keras?            |     | 0.4 |     |
| 12  | Apakah anda mengalami kesulitan bernafas saat setelah mengkonsumsi minuman keras?                  |     |     | 0.4 |
| 13  | Apakah anda mengalami detak jantung yang berdetak sangat cepat setelah mengkonsumsi minuman keras? |     |     | 0.8 |
| 14  | Apakah anda mengalami kesulitan menelan dan berbicara?                                             |     |     | 0.6 |
| 15  | Apakah anda mengalami muntah darah?                                                                |     |     | 0.8 |
| 16  | Apakah anda mengalami perubahan wajah yang bengkak hitam pucat?                                    |     |     | 1.0 |

Dodi, Rommy dan Donal melakukan diagnosa dengan menjawab pertanyaan tersebut. Untuk mencari diagnosa tersebut dapat dijumlahkan dari hipotesa yang di atas:

$$G = G01 + G02 + G03 + G04 + G05 + G06$$

$$= 0.4 + 0.2 + 0.4 + 0.4 + 0.2 + 0.2$$

$$= 1.8$$

$$G = G07 + G08 + G09 + G10 + G11$$

$$= 0.8 + 0.4 + 0.2 + 0.2 + 0.4$$

$$= 2$$

$$G = G12 + G13 + G14 + G15 + G16$$

$$= 0.4 + 0.8 + 0.6 + 0.8 + 1.0$$

$$= 3.6$$

Setelah mendapat penjumlahan di atas, didapatkan rumus untuk mengitung diagnosa adalah sebagai berikut:

$$P(H1) = \frac{0.4}{1.8} = 0.22222$$

$$P(H2) = \frac{0.2}{1.8} = 0.11111$$

$$P(H3) = \frac{0.4}{1.8} = 0.22222$$

$$P(H4) = \frac{0.4}{1.8} = 0.22222$$

$$P(H5) = \frac{0.2}{1.8} = 0.11111$$

$$P(H6) = \frac{0.2}{1.8} = 0.11111$$

$$P(H7) = \frac{0.8}{2} = 0.4$$

$$P(H8) = \frac{0.4}{2} = 0.2$$

$$P(H9) = \frac{0.2}{2} = 0.1$$

$$P(H10) = \frac{0.2}{2} = 0.1$$

$$P(H11) = \frac{0.4}{2} = 0.2$$

$$P(H12) = \frac{0.4}{3.6} = 0.11111$$

$$P(H13) = \frac{0.8}{3.6} = 0.22222$$

$$P(H14) = \frac{0.6}{3.6} = 0.16667$$

$$P(H15) = \frac{0.8}{3.6} = 0.22222$$

$$P(H16) = \frac{1.0}{3.6} = 0.27778$$

Setelah mendapatkan nilai P(Hi) probabilitas hipotesa H tanpa memandang *evidence* apa pun, maka langkah selanjutnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^3 H &= P(H_i) * P(E|H_i - n) \\ &= P(H1) * P(E|H1) + P(H2) * P(E|H2) + P(H3) * P(E|H3) + P(H4) * P(E|H4) + P(H5) * P(E|H5) + \\ &\quad P(H6) * P(E|H6) \\ &= (0.22222 * 0.4) + (0.11111 * 0.2) + (0.22222 * 0.4) + (0.22222 * 0.4) + (0.11111 * 0.2) + (0.11111 * \\ &\quad 0.2) \\ &= 0.08888 + 0.02222 + 0.08888 + 0.08888 + 0.02222 + 0.02222 \\ &= 0.3333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^3 H &= P(H_i) * P(E|H_i - n) \\ &= P(H7) * P(E|H7) + P(H8) * P(E|H8) + P(H9) * P(E|H9) + P(H10) * P(E|H10) + P(H11) * \\ &\quad P(E|H11) \\ &= (0.4 * 0.8) + (0.2 * 0.4) + (0.1 * 0.2) + (0.1 * 0.2) + (0.2 * 0.4) = 0.32 + 0.08 + 0.02 + 0.02 + \\ &\quad 0.08 \\ &= 0.52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^3 H &= P(H_i) * P(E|H_i - n) \\ &= P(H12) * P(E|H12) + P(H13) * P(E|H13) + P(H14) * P(E|H14) + P(H15) * P(E|H15) + P(H16) * \\ &\quad P(E|H16) \\ &= (0.11111 * 0.4) + (0.22222 * 0.8) + (0.16667 * 0.6) + (0.22222 * 0.8) + (0.27778 * 1.0) \\ &= 0.04444 + 0.17776 + 0.10002 + 0.17776 + 0.27778 \\ &= 0.77776 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilainya, maka langkah selanjutnya mencari nilai P(Hi|E) atau probabilitas hepotesa Hi benar jika diberikan *evidence* E

$$P(H_i|E) = \frac{P(E|H_i) * P(H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E|H_k) * P(H_k)}$$

$$P(H1|E) = \frac{0.4 * 0.22222}{0.3333} = 0.26667$$

$$P(H2|E) = \frac{0.2 * 0.11111}{0.3333} = 0.06667$$

$$P(H3|E) = \frac{0.4 * 0.22222}{0.3333} = 0.26667$$

$$P(H4|E) = \frac{0.4 * 0.22222}{0.3333} = 0.26667$$

$$P(H5|E) = \frac{0.2 * 0.11111}{0.3333} = 0.06667$$

$$P(H6|E) = \frac{0.2 * 0.11111}{0.3333} = 0.06667$$

$$P(Hi|E) = \frac{P(E|Hi) * P(Hi)}{\sum_{k=1}^n P(E|Hk) * P(Hk)}$$

$$P(H7|E) = \frac{0.8 * 0.4}{0.52} = 0.61538$$

$$P(H8|E) = \frac{0.4 * 0.2}{0.52} = 0.15384$$

$$P(H9|E) = \frac{0.2 * 0.1}{0.52} = 0.03846$$

$$P(H10|E) = \frac{0.2 * 0.1}{0.52} = 0.03846$$

$$P(H11|E) = \frac{0.4 * 0.2}{0.52} = 0.15384$$

$$P(Hi|E) = \frac{P(E|Hi) * P(Hi)}{\sum_{k=1}^n P(E|Hk) * P(Hk)}$$

$$P(H12|E) = \frac{0.4 * 0.11111}{0.77776} = 0.05713$$

$$P(H13|E) = \frac{0.8 * 0.22222}{0.77776} = 0.22856$$

$$P(H14|E) = \frac{0.6 * 0.16667}{0.77776} = 0.12861$$

$$P(H15|E) = \frac{0.8 * 0.22222}{0.77776} = 0.22856$$

$$P(H16|E) = \frac{1.0 * 0.27778}{0.77776} = 0.35716$$

Setelah mendapatkan seluruh nilai P(Hi|E), maka jumlahkan seluruh bayes dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Bayes} &= \text{Bayes1} + \text{Bayes2} + \text{Bayes3} + \text{Bayes4} + \text{Bayes5} + \text{Bayes6} \\ &= (0.4 * 0.26667) + (0.2 * 0.06667) + (0.4 * 0.26667) + (0.4 * 0.26667) + (0.2 * 0.06667) + (0.2 * 0.06667) \\ &= 0.10667 + 0.01334 + 0.10667 + 0.10667 + 0.01334 + 0.01334 \\ &= 0.36003 * 100\% \\ &= 36.003\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Bayes} &= \text{Bayes7} + \text{Bayes8} + \text{Bayes9} + \text{Bayes10} + \text{Bayes11} \\ &= (0.8 * 0.61538) + (0.4 * 0.15384) + (0.2 * 0.03846) + (0.2 * 0.03846) + (0.4 * 0.15384) \\ &= 0.49230 + 0.06153 + 0.00769 + 0.00769 + 0.06153 \\ &= 0.63101 * 100\% \\ &= 63.101\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Bayes} &= \text{Bayes12} + \text{Bayes13} + \text{Bayes14} + \text{Bayes15} + \text{Bayes16} \\ &= (0.4 * 0.05713) + (0.8 * 0.22856) + (0.6 * 0.12861) + (0.8 * 0.22856) + (1.0 * 0.35716) \\ &= 0.02285 + 0.18285 + 0.07717 + 0.18285 + 0.35716 \\ &= 0.82288 * 100\% \\ &= 82.288\% \end{aligned}$$

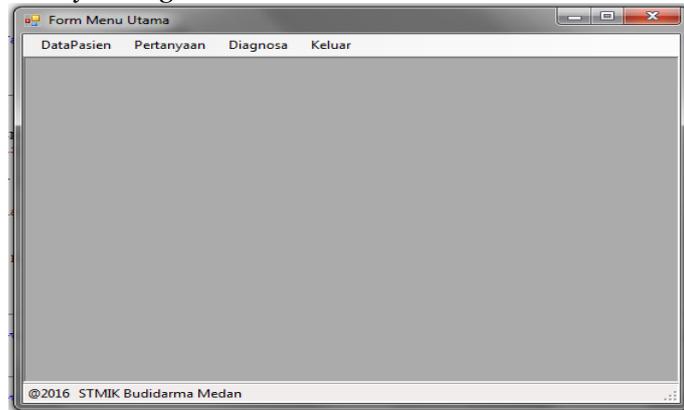
Kemudian hasil akhir dari ketiga pasien tersebut adalah sebagai berikut:

1. Hasil akhir pasien bernama Dodi merupakan pengguna ringan mengkonsumsi minuman keras dengan nilai Bayes = 36.003%

2. Hasil akhir pasien bernama Rommy merupakan pengguna sedang mengkonsumsi minuman keras dengan nilai Bayes = 63.101%

Hasil akhir pasien bernama Donal merupakan pengguna berat mengkonsumsi minuman keras dengan nilai Bayes = 82.288%.

Menu utama berfungsi sebagai induk dari semua *form* yang ada yang menampilkan menu-menu yang akan di pilih, adapun desainnya sebagai berikut:



**Gambar 2** Form Menu Utama

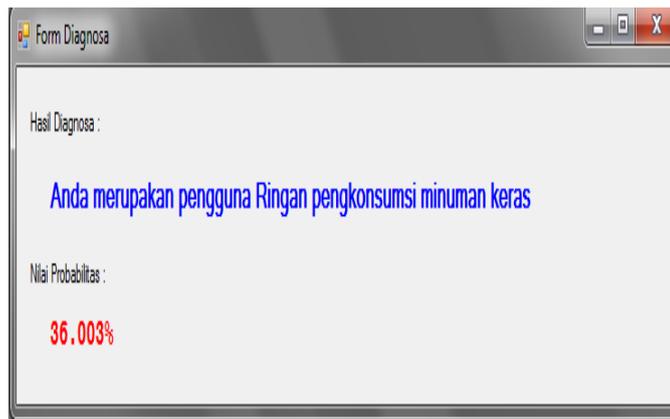
Form Data pasien berfungsi untuk menginputkan data pasien ke kolom yang telah disediakan yang akan langsung tersimpan ke dalam *database*, adapun desainnya sebagai berikut:

**Gambar 3** Form Data Pasien

Form Pertanyaan berfungsi untuk menggali data yang dialami pasien yang menampilkan beberapa pertanyaan yang akan di jawab oleh pasien dengan adanya pilihan yang disediakan, adapun desainnya sebagai berikut:

**Gambar 4** Form Pertanyaan

Form diagnosa berfungsi untuk menampilkan hasil dari pertanyaan yang di jawab oleh pasien yang memberikan hasil dari yang pasien alami, adapun desainnya sebagai berikut:



**Gambar 5** Form Diagnosa

## KESIMPULAN.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka penulis dapat memberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Gejala pengguna minuman keras diperoleh dari pakar setelah itu gejala-gejala yang ditimbulkan tersebut dibobot untuk menentukan seseorang pengkonsumsi minuman keras dalam tingkatan ringan, sedang dan berat.
2. Sistem pakar ini menerapkan Metode Bayes untuk mendiagnosa pengguna minuman keras adalah dengan mencari masing-masing kriteria pengguna minuman keras tersebut dan kemudian digunakan untuk perhitungan probabilitas *evidence*. Maka dapat mengetahui hasil perhitungan dari Metode Bayes tersebut.
3. Sistem pakar mendiagnosa pengguna minuman keras dirancang dengan tampilan Microsoft Visual Basic 2008 yang memiliki beberapa tampilan berikut: tampilan *form login*, *form* menu utama, *form* data pasien, *form* pertanyaan, dan *form* diagnosa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arhami, 2010, "Konsep Dasar Sistem Pakar", Andi, Yogyakarta.
- Sutojo T, dkk, 2011, " Kecerdasan Buatan", Andi Offset, Yogyakarta.
- Suyanto, 2014, "Artificial Intelligence", Informatika Bandung, Bandung.
- Widodo Budiharto dan Derwin Suhartono, 2014, "Artificial Intelegence", Andi, Yogyakarta.
- Jogiyanto HM, 2003 , "Sistem Teknologi Informasi", Andi, Yogyakarta.
- A.S, Rosa dan M. Shalahuddin, 2011, " Rekayasa perangkat Lunak, Yogyakarta, Modula.
- Yeni K dan Devie R.A, 2011, "Pemrograman Basis Data Berbasis Web Menggunakan PHP dan MYSQL", Graha Ilmu.
- Ismail Syaputra, 2013, "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Pengguna Narkoba Menggunakan Metode Bayes", Pelita Informatika Budi Darma, Medan, Vol. 3.

## PENERAPAN ALGORITMA KUANTISASI DAN LZ77 UNTUK KOMPRESI CITRA

Siti Annisa

Mahasiswa STMIK BUDI DARMA, Medan  
sitiannisa49@gmail.com

**Abstrak.** Kompresi citra dapat mengurangi kebutuhan memori yang dibutuhkan untuk merepresentasikan citra dari pada citra aslinya. Tujuannya utama dari kompresi citra adalah untuk mengurangi *redundacy data* sebuah citra agar dapat mengurangi ukuran *byte* dari sebuah citra dengan tetap menjaga keutuhan citra aslinya. Teknik kompresi data dibagi menjadi 2 yaitu kompresi *lossless* dan *lossy*. Hasil proses kompresi jenis *lossless* dapat dikembalikan secara sempurna menjadi data asli, sedangkan jenis kompresi *lossy* tidak akan mengembalikan data seperti data aslinya. Suatu file yang kapasitasnya besar dapat diperkecil dengan pemampatan (*compression*). Untuk file image algoritma kuantisasi bisa menjadi salah satu pilihan. Pada citra grayscale algoritma kuantisasi bekerja dengan mengurangi derajat keabuan, sehingga jumlah bit yang digunakan untuk merepresentasikan citra menjadi berkurang. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah di atas adalah penerapan algoritma Kuantisasi dan Lz77 untuk melakukan kompresi terhadap data citra, sehingga citra yang dihasilkan memiliki ukuran lebih kecil, proses akses dan proses distribusi citra hasil kompresi lebih cepat.

**Kata Kunci :** Kompresi citra, kompresi citra dengan Kuantisasi, Kompresi citra dengan LZ77.

### PENDAHULUAN

Saat ini, citra banyak digunakan sebagai media pendistribusian informasi atau data kepada orang lain. Citra dapat memberikan visualisasi informasi yang lebih mudah dipahami oleh orang lain. Citra dapat juga membuat informasi yang di sajikan menjadi lebih menarik dan lebih mudah dipahami. Semakin besar jumlah bit warna dari sebuah citra, maka semakin halus gradasi warna citra yang dihasilkan. Namun hal ini memberi efek terhadap alokasi memori dalam penyimpanan. Semakin banyak jumlah warna sebuah citra, maka membutuhkan alokasi memori penyimpanan yang banyak. Bila dibandingkan dengan teks, citra membutuhkan alokasi ruang penyimpanan yang jauh lebih besar, waktu pembacaan citra serta waktu yang dibutuhkan pada saat pengiriman jauh lebih lama. Hal inilah yang melahirkan ide kemunculan teknik kompresi terhadap data. Kompresi citra dapat mengurangi kebutuhan memori yang dibutuhkan untuk merepresentasikan citra dari pada citra aslinya. Tujuannya utama dari kompresi citra adalah untuk mengurangi *redundacy data* sebuah citra agar dapat mengurangi ukuran *byte* dari sebuah citra dengan tetap menjaga keutuhan citra aslinya. Teknik kompresi data dibagi menjadi 2 yaitu kompresi *lossless* dan *lossy*. Hasil proses kompresi jenis *lossless* dapat dikembalikan secara sempurna menjadi data asli, sedangkan jenis kompresi *lossy* tidak akan mengembalikan data seperti data aslinya. Algoritma kuantisasi merupakan salah satu metode kompresi citra. Algoritma Kuantisasi bekerja dengan mengurangi jumlah intensitas (tingkatan) warna, sehingga jumlah bit yang digunakan untuk merepresentasikan citra menjadi berkurang maka ukuran file menjadi lebih kecil. Dengan berkurangnya intensitas warna tentu saja ada informasi yang hilang dari citra asli. Kompresi dengan algoritma Kuantisasi ini termasuk kelompok kompresi *lossy* yang dapat diimplementasikan pada data citra karena kompresi data *lossy* ini efektif dalam pengurangan duplikasi nilai-nilai yang ganda pada sebuah citra. Pada jurnal Winda Kusdianti, Anindita Septiarini, Konferensi Nasional Informatika-KNIF 2011, No ISSN: 2087-3328 "Implementasi Algoritma Kompresi LZ77 Pada *Smartphone Blackberry*". Algoritma kompresi LZ77 adalah suatu metode kompresi data *lossless* yang akan dibuat aplikasinya pada pengerjaan penelitian ini. Aplikasi ini bertujuan untuk melakukan pengompresian dan pendekompresian data secara khusus pada citra (gambar). Algoritma LZ77 diperkenalkan untuk pertama kalinya pada tahun 1977 oleh Abraham Lempel dan Jacob Ziv. Algoritma ini juga disebut algoritma "*sliding window*" karena melakukan kompresi data dengan cara menggerakkan *buffer* tempat simbol-simbol berada setiap kali satu atau lebih simbol terkompresi. *Buffer* yang dibutuhkan algoritma kompresi ini ada dua, yaitu *search buffer* dan *lookahead buffer*. Kedua *buffer* ini memegang peran penting dalam melakukan kompresi terhadap suatu file. Alasan pemilihan algoritma ini adalah bahwa algoritma ini memberikan performa terbaik untuk beberapa jenis file dibandingkan algoritma-algoritma modifikasinya. Untuk menghasilkan citra dengan ukuran yang lebih kecil sehingga lebih efisien dalam penyimpanan maupun proses transfer. Seiring dengan peningkatan kualitas citra, ukuran dari citra tersebut juga semakin meningkat. Dalam penyimpanannya harus memperhatikan kapasitas dari media penyimpanan dan ukuran dari citra itu sendiri maka dilakukan kompresi citra.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah di atas adalah penerapan algoritma Kuantisasi dan Lz77 untuk melakukan kompresi terhadap data citra, sehingga citra yang dihasilkan memiliki ukuran lebih kecil, proses akses dan proses distribusi citra hasil kompresi lebih cepat.

## BAHAN dan METODE

### Bahan

Sebagai bahan perancangan yang akan di gunakan adalah Microsoft visual basic.Net 2008, dengan bahan citra digital format JPEG, resolusi image yang diproses aplikasi maksimum 412 x 464 pixel, sebagai sampel dalam penelitian yang digunakan adalah 5x5 pixel dengan kedalaman 8 bit.

### Metode

#### Algoritma Kuantisasi

Algoritma kuantisasi bekerja dengan mengurangi derajat keabuan sehingga jumlah bit yang dibutuhkan untuk merepresentasikan citra berkurang. Metode kuantisasi bekerja dengan mengurangi jumlah intensitas warna sebuah citra, sehingga jumlah bit yang digunakan untuk merepresentasikan citra menjadi berkurang maka ukuran *file* menjadi lebih kecil.

Dengan berkurangnya intensitas warna tentu saja ada informasi yang hilang dari citra asal. Algoritma ini termasuk dalam *lossy compression*, sehingga citra yang sudah dikompresi sulit dikembalikan karena adanya informasi yang hilang. Proses kompresi tentunya akan berdampak kepada banyak hal. Yang pertama adalah ukuran citra hasil kompresi. Ukuran citra diharapkan lebih kecil dari citra asal. Kedua adalah kualitas citra untuk input terhadap proses berikutnya.

Adapun langkah-langkah algoritma untuk kompresi citra dengan Kuantisasi adalah :

1. Buat histogram citra semula (citra yang akan dimampatkan)
2. Tentukan jumlah kelompok dalam histogram. Jumlah tersebut menunjukkan tingkat intensitas warna citra terkompresi
3. Buat kelompok intensitas warna baru dengan menghitung jumlah piksel/jumlah kelompok
4. Atur pengelompokan
5. Kodekan nilai intensitas warna hasil kuantisasi ke dalam citra kompresi

#### Algoritma Lempel Ziv-77

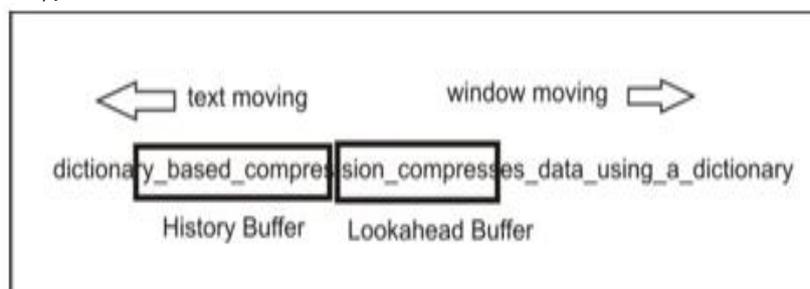
Algoritma LZ77 (Lempel Ziv 1977) merupakan algoritma kompresi yang bersifat *Loseless*, yang dikembangkan oleh Abraham Lempel dan Jacob Ziv pada tahun 1977. Metode Kompresi LZ77 merupakan metode kompresi *Sliding Windows Compression*, struktur data yang berupa *text windows* akan dibagi menjadi 2 bagian, terdiri dari teks yang sudah dikodekan (*history buffer*) dan bagian lain dari teks yang akan dikodekan (*lookahead buffer*).

Algoritma kompresi LZ77 merupakan metode kompresi *Sliding Windows Compressions*, struktur data yang berupa teks *windows* akan menjadi dua bagian yaitu, sebagai berikut:

1. *Search Buffer* adalah *Buffer Historis*, merupakan teks yang memiliki pajang variabel hingga beberapa ribu *byte*.
2. *Look-ahead Buffer* merupakan teks yang memiliki panjang hanya puluhan *byte*.

Metode ini melakukan pencarian satu (atau lebih) simbol pada *look-ahead buffer* yang sama dengan simbol pada *search buffer*. Pencarian dilakukan dari kanan ke kiri. Prakteknya, perbandingan ukuran *search buffer* dengan *look-ahead buffer* kira-kira adalah beberapa ribu banding 10. Algoritma ini melakukan pencarian terhadap kumpulan simbol terpanjang yang sama pada awal *look-ahead buffer* terhadap *search buffer* dan mengeluarkan sebuah *pointer* terhadap kesamaan tersebut. Secara umum, sebuah token LZ77 memiliki tiga buah bagian yakni : *offset*, panjang, dan simbol selanjutnya pada *look-ahead buffer*. *Offset* dan panjang merupakan *pointer* yang menunjukkan posisi dan jumlah kecocokan.

Ukuran *buffer* dari masing-masing ditetapkan sebelumnya dalam implementasi, *history buffer* akan memiliki panjang hingga beberapa ribu *byte* dan *lookahead buffer* memiliki panjang hanya puluhan *byte* (David Salomon, 2007).



**Gambar 1** Tampilan Jendela Kompresi LZ77

Dalam melakukan kompresi LZ77, ada beberapa tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pertama, isikan nilai matriks warna citra *grayscale* pada *lookahead buffer*.
2. Kemudian isikan karakter pertama *lookahead buffer* pada *history buffer*. Apabila *history buffer* masih kosong, maka pada *output* tuliskan nilai *index* (urutan karakter) = 0, *length* (jumlah karakter yang sama) = 0 dan *next simbol* (karakter selanjutnya) = nilai karakter pertama *lookahead*

*buffer*. Namun, bila ditemukan pola karakter yang sama pada *history buffer*, maka pada *output* tuliskan nilai *index*, *length* dan *next simbol* sesuai urutan karakter, jumlah karakter yang sama dan diikuti 1 nilai karakter berikutnya di luar pola yang ditemukan.

3. Kemudian keluarkan karakter yang sudah dikodekan tersebut dari *lookahead buffer* dan isikan ke dalam *history buffer*, yang menandakan karakter tersebut telah diproses kompresi.
4. Isi kembali nilai *lookahead buffer* pada *history buffer* lakukan proses pencocokan pola karakter seperti langkah 2 dan 3.

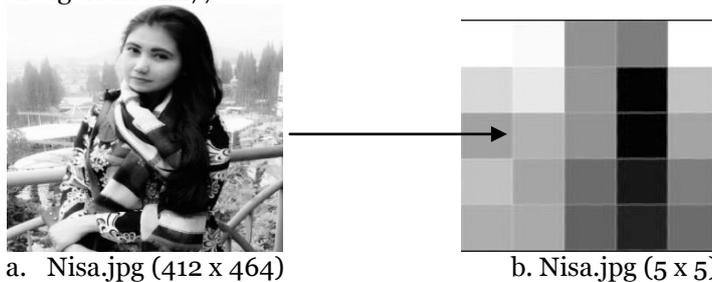
Ulangi Langkah 2 sampai dengan 4 sampai seluruh isi *lookahead buffer* terisi pada *history buffer* (semua telah dikodekan) dan ditemukan *end of file*. Apabila sudah ditemukan *end of file* dan dalam *lookahead buffer* sudah tidak terdapat karakter tersisa, maka akan didapatkan *output* hasil kompresi LZ77 berupa kode karakter.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kompresi citra secara umum bertujuan untuk memperkecil ukuran suatu citra tanpa merusak citra itu sendiri dan guna menghemat penyimpanan pada memori. Analisa yang dilakukan adalah bagaimana proses atau langkah-langkah kompresi citra, sehingga *size* citra hasil kompresi lebih kecil dari *size* citra awal. Prosedur kompresi citra dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan algoritma kuantisasi dan LZ77 karena umumnya dua algoritma ini sangat banyak penggunaannya dalam proses kompresi. Agar dapat mengetahui hasil kinerja dari kedua algoritma ini, maka akan diukur nilai rasio kompresi terhadap citra hasil kompresi sehingga dapat memberikan keleluasan bagi para pengguna untuk memilih metode kompresi yang lebih efektif dan efisien. Proses kompresi yang dijadikan sebagai contoh dalam mengimplementasikan kompresi citra berdasarkan algoritma kuantisasi dan LZ77 dilakukan pada citra berjenis *grayscale* yang mempunyai ekstensi *jpeg* yang memiliki kedalaman warna sebesar 8 bit atau 256 kombinasi warna keabuan dengan resolusi 5 x 5 piksel.

Proses kompresi dapat dilakukan dengan mengambil sebuah citra sebagai sampel, kemudian citra dimampatkan (mengurangi duplikasi data di dalam citra) sehingga *size* citra menjadi lebih kecil. Pemampatan yang dilakukan dengan mengikuti aturan-aturan yang terdapat dalam algoritma kompresi yang digunakan. Agar dapat dilakukan proses kompresi terhadap citra maka setiap nilai piksel citra dikonversi menjadi nilai desimal dalam bentuk matriks. Tahapan konversi nilai piksel menjadi bilangan desimal dalam penelitian ini awalnya dilakukan dengan menggunakan Matlab 7.8.0.

Berikut contoh sebuah citra *grayscale* dengan ekstensi *.jpg* bersize 57,3 KB dengan resolusi 412 x 464 piksel yang akan dikompres dengan acuan elemen matriks (piksel) dari citra tersebut. Dimana ukuran resolusi citra tersebut kemudian diperkecil dengan menggunakan *Paint* menjadi resolusi 5 x 5 piksel dengan *size* 679 byte Citra ini yang akan menjadi acuan perhitungan terhadap algoritma kompresi Kuantisasi dan algoritma LZ77.



**Gambar 2** Citra Input (citra 57,3 KB dan citra output b: 679 byte)

Langkah-langkah mengubah citra *grayscale* di atas dari *size* 57,3 KB dan resolusi 412 x 464 piksel menjadi citra *grayscale* dengan *size* 679 byte dan resolusi 5x5 piksel, yaitu sebagai berikut.

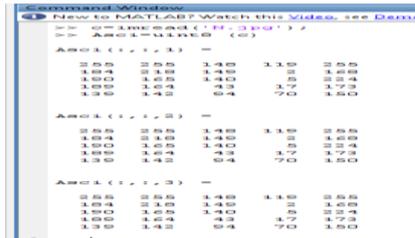
1. Buka file citra *grayscale* 57,3 KB (Nisa.jpg) dengan menggunakan *Paint*.
2. Setelah itu, klik *Resize* akan tampil jendela *resize and view* klik *pixels* kemudian ubah nilai horizontal menjadi 5 dan vertikal 5. kemudian klik OK.
3. Pada menu klik , pilih *save as* ganti nama dan pilih *format .jpg* (N.jpg) dan klik *save*.

Adapun proses yang dilakukan untuk mengambil nilai piksel citra dengan menggunakan matlab 7.8.0 adalah :

1. Citra *grayscale* 57,3 KB dan 679 byte masukan dalam sebuah *folder* dan pastikan *folder* tersebut berada pada direktori aktif, misalkan N.jpg dan berada di C:\MATLAB.
2. Kemudian pada *editor windows*, ketik *coding* perintah berikut:

```
>>c=imread('N.jpg'); (sesuai dengan nama dan format citra yang ada pada folder)
>> Ascii= uint8 (c) lalu enter, maka akan tampil nilai desimal dari nilai piksel citra tersebut.
```

Sehingga nilai matriks yang diperoleh dari citra sampel sebagai berikut:

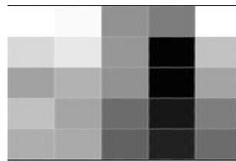


**Gambar 3** Hasil nilai matriks yang dibuat ke matlab 7.8.0

Algoritma kuantisasi ini bekerja dengan cara mengurangi derajat keabuan sehingga jumlah bit yang dibutuhkan untuk merepresentasikan citra berkurang.

Misalkan P adalah jumlah piksel citra sebelum dimampatkan.

1. Buat histogram citra semula (citra yang akan dimampatkan)
2. Tentukan jumlah kelompok dalam histogram. Jumlah tersebut menunjukkan tingkat intensitas warna citra terkompresi.
3. Buat kelompok intensitas warna baru dengan menghitung jumlah piksel/jumlah kelompok.
4. Atur pengelompokan.
5. Kodekan nilai intensitas warna hasil kuantisasi ke dalam citra kompresi



**Gambar 4** Citra grayscale ukuran 5 x 5 pixel

Diketahui citra berukuran 5 x 5 piksel dengan kedalaman warna 8 bit akan dimampatkan dengan cara pemampatan kuantisasi menjadi citra berukuran 5 x 5 piksel dengan kedalaman 2 bit.

**Tabel 1.** Potongan pixel dari contoh citra 5 x 5 pixel

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 255 | 255 | 148 | 119 | 255 |
| 184 | 218 | 149 | 2   | 168 |
| 190 | 165 | 140 | 5   | 224 |
| 189 | 164 | 43  | 17  | 173 |
| 139 | 142 | 94  | 70  | 150 |

Berdasarkan nilai-nilai pixel citra di atas, maka akan dilakukan pengurutan nilai-nilai pixel untuk menentukan nilai frekuensi masing-masing nilai (nk). Nilai-nilai frekuensi inilah nantinya yang akan dijadikan sebagai nilai histogram citra. Nilai histogram citra di atas adalah sebagai berikut:

**Tabel 2** Nilai histogram citra awal

| K   | Nk |
|-----|----|
| 2   | 1  |
| 5   | 1  |
| 17  | 1  |
| 43  | 1  |
| 70  | 1  |
| 94  | 1  |
| 119 | 1  |
| 139 | 1  |
| 140 | 1  |
| 142 | 1  |
| 148 | 1  |
| 149 | 1  |
| 150 | 1  |
| 164 | 1  |
| 165 | 1  |
| 168 | 1  |
| 173 | 1  |
| 184 | 1  |
| 189 | 1  |
| 190 | 1  |
| 218 | 1  |
| 224 | 1  |

Bila dimisalkan citra akan dikompresi menjadi 4 derajat keabuan (0 - 3), sehingga setiap derajat keabuan direpresentasikan dalam 2 bit. Citra asli terdiri dari 25 piksel, sehingga jika dibagi menjadi 4 kelompok maka dibuat  $25:4 = 6$  piksel.

Nilai histogram baru yang terbentuk dari hasil pengelompokan :

**Tabel 3** Hasil pengelompokan nilai histogram citra awal

| K   | Nk | n baru | k baru |
|-----|----|--------|--------|
| 2   | 1  | 6      | 0      |
| 5   | 1  |        |        |
| 17  | 1  |        |        |
| 43  | 1  |        |        |
| 70  | 1  |        |        |
| 94  | 1  |        |        |
| 119 | 1  | 6      | 1      |
| 139 | 1  |        |        |
| 140 | 1  |        |        |
| 142 | 1  |        |        |
| 148 | 1  |        |        |
| 149 | 1  |        |        |
| 150 | 1  | 6      | 2      |
| 164 | 1  |        |        |
| 165 | 1  |        |        |
| 168 | 1  |        |        |
| 173 | 1  |        |        |
| 184 | 1  |        |        |
| 189 | 1  | 7      | 3      |
| 190 | 1  |        |        |
| 218 | 1  |        |        |
| 224 | 1  |        |        |
| 255 | 3  |        |        |

Nilai kolom k baru yang didapat pada tabel 3 di atas akan dijadikan sebagai nilai setiap pixel citra yang akan dimampatkan. Nilai 0 pada kelompok k baru akan menggantikan nilai pixel citra yang berada pada interval nilai 2 – 94, nilai kelompok k baru = 1 akan menggantikan nilai pixel citra yang berada pada interval 119 – 149, nilai kelompok k baru = 2 akan menggantikan nilai-nilai *pixel* yang berada pada interval 150 – 184 dan nilai kelompok k baru = 3 akan menggantikan nilai-nilai pixel yang berada pada interval 189 – 255.

Berdasarkan nilai-nilai histogram baru tersebut di atas diperoleh citra baru (dengan 4 derajat keabuan, 2 bit) Setelah dimampatkan citra menjadi:

**Tabel 4** Hasil nilai dari kompresi kuantisasi

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| 3 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| 3 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |

Ukuran citra sebelum dikompres =  $5 \times 5 \times 8$  bit = 200 bit

Ukuran citra setelah dikompres =  $5 \times 5 \times 2$  bit = 50 bit

$$\text{Rasio kompresi} = 100\% - \left[ \frac{\text{Hasil kompresi}}{\text{Citra asli}} \times 100\% \right]$$

$$= 100\% - \frac{50}{200} \times 100\%$$

$$= 100\% - (0,25 \times 100\%)$$

$$= 100\% - 25$$

$$= 75\% , \text{ artinya } 75\% \text{ dari citra semula telah dimampatkan}$$

Algoritma ini bekerja dengan cara mengurangi derajat keabuan sehingga jumlah bit yang dibutuhkan untuk merepresentasikan citra berkurang akibatnya kualitas citra menurun.

Prinsip kerja algoritma LZ77 adalah dengan menggunakan sebagian *input* karakter yang telah dikodekan sebelumnya sebagai *dictionary* (kamus). Bagian *input* ini diibaratkan sebagai sebuah *window* (jendela) yang dapat digeser dari kiri ke kanan. Algoritma kompresi LZ77 melakukan kompresinya dengan mengganti porsi data dengan suatu referensi untuk menyamakan data yang sudah dilewati oleh *encoder* dan *decoder*. Berdasarkan landasan teori tahapan kompresi yang sudah dipaparkan pada bab sebelumnya, maka dapat dikembangkan proses kompresi LZ77 sebagai berikut:

Secara umum langkah-langkah yang dilakukan untuk kompresi citra dengan algoritma LZ77 adalah sebagai berikut :

1. Pertama isikan nilai warna citra *grayscale* pada *lookahead buffer*  
Baca file input yang akan dikompresi, pada kompresi citra LZ77 diperoleh dari sample gambar yang akan di-encoding sebanyak 25 index pada karakter seperti gambar berikut:

|     |     |     |     |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |     |     |     |    |    |     |     |     |    |    |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|
| 255 | 255 | 148 | 119 | 255 | 184 | 218 | 149 | 2 | 168 | 190 | 165 | 140 | 5 | 224 | 189 | 164 | 43 | 17 | 173 | 139 | 142 | 94 | 70 | 150 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|

**Gambar 5** Potongan pixel dari contoh citra grayscale LZ77

2. Tentukan dulu besar *search buffer* dan *lookahead buffer*.  
Besar *Search Buffer / History Buffer* = 25  
*Lookahead Buffer* = 255 255 148 119 255 184 218 149 2 168 190 165 140 5 224 189 164 43 17 173 139 142 94 70 150

| Search buffer |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Look-Ahead Buffer |     |     |     |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |     |     |     |    |    |     |     |     |    |    |     |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|
| 25            | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 255               | 255 | 148 | 119 | 255 | 184 | 218 | 149 | 2 | 168 | 190 | 165 | 140 | 5 | 224 | 189 | 164 | 43 | 17 | 173 | 139 | 142 | 94 | 70 | 150 |

**Gambar 6** Besar *History Buffer* Dan Besar *Lookahead Buffer*

3. Kemudian isikan barisan karakter inputan ke dalam ruang yang tersedia di *lookahead buffer*. Apabila *search buffer* masih kosong atau tidak ada karakter pola yang sama di dalam *lookahead buffer* dibandingkan dengan *search buffer*, maka keluarkan token dengan format nilai *index* 0 (urutan karakter) , *length* bernilai 0 (jumlah karakter yang sama), lalu diikuti 1 karakter *next* simbol (karakter selanjutnya) di awal *lookahead buffer*.

| Search buffer |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Look-Ahead Buffer |     |     |     |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |     |     |     |    |    |     |     |     |    |    |     | Encoding |
|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|----------|
|               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | input             |     |     |     |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |     |     |     |    |    |     |     |     |    |    |     |          |
|               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 255               | 255 | 148 | 119 | 255 | 184 | 218 | 149 | 2 | 168 | 190 | 165 | 140 | 5 | 224 | 189 | 164 | 43 | 17 | 173 | 139 | 142 | 94 | 70 | 150 | 0,0,255  |

*Search Buffer* = kosong  
*Lookahead Buffer (Input)* = 255  
Nilai *index* (urutan karakter) = 0  
*Length* (jumlah karakter yang sama) = 0  
*Next Simbol* (karakter selanjutnya) = 255  
*Encoding (Output)* = 0,0,255

4. Namun apabila ditemukan pola maka keluarkan token dengan format nilai *index* bernilai jarak dari *search buffer* ditemukannya pola, *length* bernilai panjang pola yang ditemukan sama, dan *next* simbol diisi 1 karakter diluar dari pola yang ditemukan. Kemudian potong karakter yang sudah diubah menjadi token tersebut dari *lookahead buffer* dan diisikan ke dalam *search buffer*, yang menandakan karakter tersebut telah diproses kompresi.

| Search buffer |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Look-Ahead Buffer |     |     |     |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |     |     |     |    |    |     |     |     |    |    |     | Encoding |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|----|-----|----------|
| 25            | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | input             |     |     |     |     |     |     |     |   |     |     |     |     |   |     |     |     |    |    |     |     |     |    |    |     | output   |
|               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 255               | 255 | 148 | 119 | 255 | 184 | 218 | 149 | 2 | 168 | 190 | 165 | 140 | 5 | 224 | 189 | 164 | 43 | 17 | 173 | 139 | 142 | 94 | 70 | 150 | 0,0,255  |
|               |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 255               | 255 | 148 | 119 | 255 | 184 | 218 | 149 | 2 | 168 | 190 | 165 | 140 | 5 | 224 | 189 | 164 | 43 | 17 | 173 | 139 | 142 | 94 | 70 | 150 | 1,1,148  |

*Search Buffer* = 1= 255  
*Lookahead Buffer (Input)* = 255  
*Index* = 1  
*Length* = 1  
*Next Simbol* = 148  
*Encoding (Output)* = 1,1,148





Informasi inilah yang akan disimpan ke dalam media penyimpanan menjadi file baru. Selanjutnya adalah menghitung nilai rasio kompresi berdasarkan *output* di atas adalah : Panjang Index sebelum dikompres = 25  
Panjang *Encoding* setelah dikompresi = 23

$$\begin{aligned} \text{Rasio kompresi} &= 100 \% - \left[ \frac{\text{Hasil kompresi}}{\text{Citra asli}} \times 100 \% \right] \\ &= 100 \% - \frac{23}{25} \times 100 \% \\ &= 100 \% - (0,92 \times 100 \%) \\ &= 100 \% - 92 \\ &= 8\% \end{aligned}$$

, artinya 8 % dari citra semula telah dimampatkan

Berikut ini akan diuraikan hasil implementasi form kompresi berdasarkan metode kuantisasi dan LZ77. Metode yang digunakan pada proses kompresi dapat dipilih oleh pengguna melalui opsi yang telah disediakan, kemudian melakukan penginputan file citra hasil kompresi dapat disimpan ke dalam media penyimpanan.



**Gambar 8** Form Kompresi Berdasarkan Metode Kuantisasi



**Gambar 9** Form Kompresi Berdasarkan Metode Lz77

## KESIMPULAN.

1. Proses pemampatan atau kompresi terhadap file citra digital dapat dilakukan dengan beberapa metode misalnya metode kuantisasi, LZ77, LZW, Huffman dan metode lain. Kompresi memiliki dua jenis yaitu kompresi yang sifatnya *lossy* dan *lossless*. Kompresi yang bersifat *lossless* merupakan jenis kompresi yang dapat mengembalikan hasil kompresi menjadi bentuk aslinya dan tidak ada informasi yang hilang. Sedangkan *lossy* adalah jenis kompresi yang sifatnya satu arah atau tidak dapat dikembalikan seperti semula. Teknik kompresi umumnya bekerja dengan mengelompokkan atau memampatkan bit-bit citra yang memiliki probabilitas banyak, sehingga dapat meningkatkan bit-bit yang dibaca, diproses oleh komputer. Hal ini juga dapat memperkecil ukuran media penyimpanan.
2. Penerapan algoritma kuantisasi dalam mengkompresi citra digital, dilakukan dengan mengurutkan probabilitas nilai-nilai *pixel*, kemudian dikelompokkan berdasarkan derajat keabuan. Nilai-nilai hasil pengelompokkan inilah yang akan menggantikan nilai *pixel* awal. Turunnya derajat keabuan akan berpengaruh besar terhadap size citra. Algoritma LZ77 melakukan pencarian satu (atau lebih) simbol pada *look-ahead buffer* yang sama dengan simbol pada *search buffer*. Pencarian dilakukan dari kanan

ke kiri. Algoritma ini melakukan pencarian terhadap kumpulan simbol terpanjang yang sama pada awal *look-ahead buffer* terhadap *search buffer* dan mengeluarkan sebuah *pointer* terhadap kesamaan tersebut. Secara umum, sebuah token LZ77 memiliki tiga buah bagian yakni *offset*, panjang, dan simbol selanjutnya pada *look-ahead buffer*. *Offset* dan panjang merupakan *pointer* yang menunjukkan posisi dan jumlah kecocokan.

3. Perancangan aplikasi kompresi citra berdasarkan algoritma kuantisasi dan algoritma LZ77 dilakukan berdasarkan elemen-elemen kebutuhan serta proses masing-masing metode. Melalui aplikasi yang dibangun, maka proses untuk melakukan kompresi citra menjadi sangat mudah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Basuki, 2005, Pengolahan Citra Digital Menggunakan *Visual Basic*, Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Darma putra, 2010, "Pengolahan Citra Digital", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Dony Ariyus, 2009, "Keamanan Multimedia", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- David Salomon, "Data Compression The Complete Reference Fourth Edition". Springer-verlag, London Limited 2007.
- Lamhot Sitorus, 2015, "Algoritma Dan Pemrograman", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Sutoyo, 2009, "Teori Pengolahan Citra", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Abdul Kadir, 2003, "Pengenalan Sistem Informasi", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Andi, 2008, "Visual Basic", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Djon Irwanto, 2007, "Perancangan *Object Oriented Software* dengan UML", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Rosa A. S. M. Shalahuddin, 2015, "Rekayasa Perangkat Lunak", Penerbit Informatika, Bandung.
- Winda Kusdianti dan Anindita Septiarini, Konferensi Nasional Informatika-KNIF 2011, No ISSN:2087-3328, Implementasi Algoritma Kompresi LZ77 Pada *Smartphone Blackberry* ".

## IMPLEMENTASI METODE TRANSPORTASI NORTH WEST CORNER (NWC) DAN STEPPING STONE (SS) DALAM OPTIMASI BIAYA PENGIRIMAN BARANG PADA CV.GUDI UTOMO SEJAHTERA

Siti Halimah

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Pendistribusian barang atau persoalan transportasi merupakan sebuah masalah yang timbul dimana ada satu komoditi yang dihasilkan oleh beberapa sumber (origin) dan harus didistribusikan ke beberapa tujuan (destination). Untuk menyelesaikan atau memecahkan persoalan pendistribusian barang ini, dapat dilakukan dengan Metode Transportasi. Perhitungan dengan cara manual (tidak terkomputerisasi) masih bisa dilakukan. Tetapi, tentu saja masih memiliki kelemahan, seperti kekurangan sumber daya manusia, besar kemungkinan terjadi kesalahan dalam proses perhitungan, waktu perhitungan lama, dan penyampaian informasi juga akan lama. Implementasi northwest corner, dan stepping stones dalam pemecahan persoalan pendistribusian barang merupakan sebuah sistem yang dibuat untuk mencari hasil perhitungan biaya awal distribusi, biaya minimal distribusi, dan pengalokasian jumlah barang yang akan didistribusikan dari tempat asal ke tempat tujuan. Rancangan aplikasi dengan menerapkan metode dia atas dapat mengetahui jumlah masing-masing demand dari setiap tempat tujuan dan biaya distribusi dari setiap tempat asal ke setiap tempat tujuan.

**Kata kunci:** Transportasi, North West Corner, Stepping Stones.

### PENDAHULUAN

Riset operasi adalah penerapan metode-metode ilmiah terhadap masalah-masalah rumit yang muncul dalam pengarah dan pengelolaan dari suatu sistem besar manusia, mesin, bahan dan uang dalam industri, bisnis, pemerintahan dan pertahanan yang dimulai dengan dilakukannya observasi dan formulasi masalah, kemudian dilanjutkan dengan membuat permodelan matematis yang menyatakan esensi dari keadaan yang sebenarnya yang akan dianalisis. Riset operasi banyak digunakan dalam bidang industri, transportasi, perdagangan, ekonomi, dan berbagai bidang lain. Salah satu program khusus dari program linier adalah masalah transportasi. Metode Transportasi dapat digunakan untuk mengatur distribusi suatu produk (barang-barang) dari sumber-sumber yang menyediakan produk (misalnya pabrik) ke tempat-tempat tujuan (misalnya gudang) secara optimal. Masalah yang sering dihadapi terkait distribusi adalah membuat keputusan mengenai rute yang dapat mengoptimalkan jarak tempuh atau biaya perjalanan, waktu tempuh, banyaknya kendaraan yang dioperasikan dan sumber daya lain yang tersedia.

Transportasi memiliki beberapa langkah untuk menentukan solusi, solusi awal dapat digunakan Metode North West Corner (Metode Sudut Barat Laut), Metode Least Cost (Metode Biaya Terkecil), dan Metode VAM (Vogel's Approximation Method). Dan untuk menentukan solusi akhir yang optimal dapat digunakan Metode Modified Distribution (MODI) dan Metode Stepping Stone.

### BAHAN dan METODE

#### Bahan

Biaya pengiriman barang adalah kas atau nilai ekuivalen kas yang dikorbankan untuk barang atau jasa untuk di salurkan kepada konsumen atau pemesan suatu produk fisik (berwujud, tangible) dalam jumlah yang besar yang dapat diberikan pada seorang pembeli dan melibatkan perpindahan kepemilikan dari penjual ke pelanggan yang diharapkan membawa keuntungan masa kini dan masa yang akan datang untuk organisasi. Barang merupakan sesuatu yang banyak sekali macamnya, barang produksi merupakan barang yang digunakan dalam proses produksi membuat barang baru yang lain dan berbeda dengan barang lainnya sedangkan barang Konsumsi merupakan barang yang dapat langsung digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia atau konsumen. Transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi suatu produk (barang-barang) dari sumber-sumber yang menyediakan produk (misalnya pabrik) ke tempat-tempat tujuan (misalnya gudang) secara optimal.

#### Metode

##### Metode North West Corner

Metode Ujung Barat Laut atau *Northwest Corner* merupakan metode yang digunakan untuk pencarian biaya awal dari persoalan transportasi. Mengalokasikan awal nilai sel ditetapkan pada sel yang berada diujung kiri atas tabel. Nilai sel awal tergantung pada kendala-kendala *supply* dan *demand* untuk sel.

Langkah-langkah dalam menentukan solusi awal dari metode ini adalah sebagai berikut: Alokasikan nilai sebesar mungkin pada sel  $X_{11}$  dengan memperhatikan kendala *supply* dan *demand*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Adapun proses perhitungan adalah sebagai berikut :

**Tabel 1:** Biaya Pengiriman Barang

| Tujuan \ Lokasi | Barang         | Kapasitas produksi tiap bulan | Kebutuhan tiap bulan |
|-----------------|----------------|-------------------------------|----------------------|
| Lubuk Pakam     | Standard Board | 90 batang                     | 50 batang            |
| Tanjung Morawa  | Firestop       | 60 batang                     | 110 batang           |
| Medan           | Jayapanel      | 50 batang                     | 40 batang            |

Seperti yang kita lihat jelas pada tabel diatas telah ditunjukkan kota-kota tujuan, jenis barang, jumlah kapasitas perkota tujuan, dan kebutuhan setiap kotanya.

**Tabel 2 :** Biaya Pengangkutan Transportasi

| Lokasi \ Barang | Biaya tiap batang (dalam ribuan Rp) |          |           |
|-----------------|-------------------------------------|----------|-----------|
|                 | Standard Board                      | Firestop | Jayapanel |
| Lubuk Pakam     | 20                                  | 5        | 8         |
| Tanjung Morawa  | 15                                  | 20       | 10        |
| Medan           | 25                                  | 10       | 19        |

Pada tabel diatas berisikan perkiraan biaya pengangkutan transportasi pada masing-masing kota berdasarkan jenis barang yang ada.

**Tabel 3:** Matriks Biaya Pengiriman Barang North West Corner

| Lokasi \ Barang    | Standard Board | Firestop | Jayapanel | Kapasitas Produksi |
|--------------------|----------------|----------|-----------|--------------------|
| Lubuk Pakam        | 50             | 20<br>40 | 5<br>8    | 90                 |
| Tanjung Morawa     |                | 15<br>60 | 20<br>10  | 60                 |
| Medan              |                | 25<br>10 | 10<br>40  | 50                 |
| Kebutuhan Produksi | 50             | 110      | 40        | 200                |

Cek kelayakan

Jumlah sel terisi = 5 (sel basis)

Jumlah Baris  $m=3$ ; Jumlah Kolom  $n=3$ ;

$m+n-1 = 3+3-1=5$ ;

Solusi awal tersebut feasible (layak) karena

jumlah sel terisi =  $m+n-1$

Tabel 4 : Penyelesaian

| Lokasi \ Barang    | Standard Board | Firestop | Jayapanel | Kapasitas Produksi |
|--------------------|----------------|----------|-----------|--------------------|
| Lubuk Pakam        | 50             | 20<br>40 | 5<br>8    | 90                 |
| Tanjung Morawa     |                | 15<br>60 | 20<br>10  | 60                 |
| Medan              |                | 25<br>10 | 10<br>40  | 50                 |
| Kebutuhan Produksi | 50             | 110      | 40        | 200                |

Biaya Total:

$$Z = (20)50 + (5)40 + (8)0 + (15)0 + (20)60 + (10)0 + (25)0 + (10)10 + (19)40$$

$$Z = 3260$$

Jadi biaya awal (sebelum dioptimalkan) adalah 3260.

Optimalisasi dilakukan melalui evaluasi nilai **opportunity cost** atau perubahan ongkos dari sel kosong (non basis). Matriks transportasi disebut optimal jika **opportunity cost** dari sel sel kosong tidak ada yang negatif.

Tabel 5: Opportunity Cost

| Sel kosong | Loop        | Opportunity Cost   |
|------------|-------------|--------------------|
| A1         | A1-A3-B3-B1 | $+20-8+10-15 = +7$ |
| B2         | B2-A2-A3-B3 | $+20-5+8-10 = +13$ |

|    |                   |                       |
|----|-------------------|-----------------------|
| C1 | C1-B1-B3-A3-A2-C2 | +25-15+10-8+5-10 = +7 |
| C3 | C3-C2-B2-B3       | +19-10+5-8 = +6       |

Karena tidak ada nilai opportunity cost yang negatif, maka Tabel 4.8 sudah optimal dengan total cost 1890

Hasil biaya pengangkutan :

$Z_{awal} = 3260$

$Z_{optimal} = 1890$

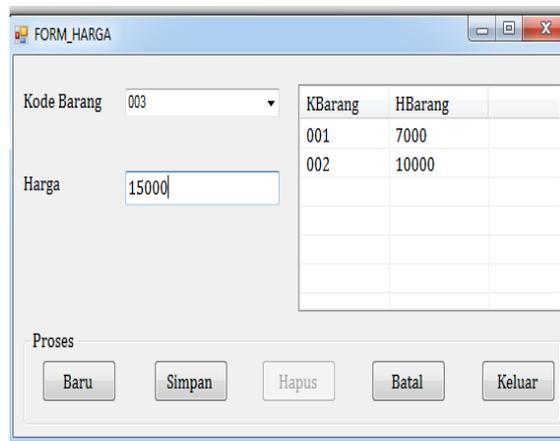
Jadi hasil biaya setelah dioptimalkan adalah 1890

**Implementasi**

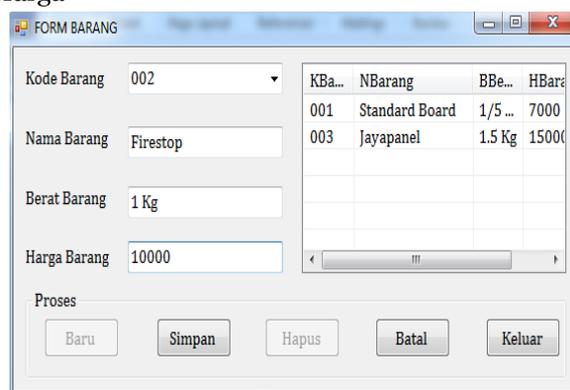
Implementasi sistem dalam sistem biaya pengiriman barang pada CV. Gudi Utomo Sejahtera ini mencakup spesifikasi kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan spesifikasi perangkat lunak (*software*).

1. Processor Intel Core i3 2.13 Ghz.
2. Memory 2048 MB
3. Harddisk 10 GB
4. VGA card 1 MB
5. Monitor Generic PnP Monitor
6. Keyboard dan Mouse

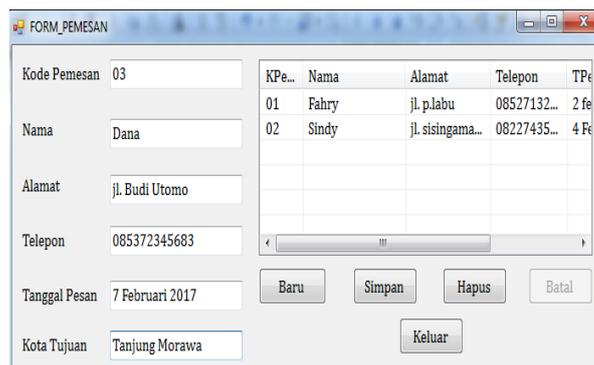
Adapun perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk menjalankan aplikasi ini adalah lingkungan sistem operasi MS.Windows 98 atau MS.Windows NT/2000/XP/7/8, *Visual Basic.net.2008*



**Gambar 1 : Form Harga**



**Gambar 2 : Form Barang**



**Gambar 3:** Form Pengiriman**KESIMPULAN**

1. Proses biaya pengiriman barang pada CV.Gudi Utomo Sejahtera masih kurang memadai dikarenakan fasilitas yang digunakan masih kurang, untuk meningkatkan proses biaya pengiriman dengan cara menambah fasilitas yang digunakan sehingga dapat meningkatkan kinerja perusahaan.
2. Biaya pengiriman dapat disesuaikan dengan menerapkan metode North West Corner dan Stepping Stone pada CV. Gudi Utomo Sejahtera dengan perhitungan yang lebih sederhana sehingga dapat mempermudah dalam menentukan biaya pengiriman.
3. Sistem biaya pengiriman barang menggunakan metode Transportasi North West Corner (NWC) memang sangat rumit dan dibutuhkan ketelitian yang sangat tinggi dalam penyelesaiannya, untuk menyelesaikan perancangan penulis menggunakan sistem pemrograman Visual Basic.Net 2008.

**DAFTAR PUSTAKA**

- A Taha, Hamdy. 2014. "*Riset Operasi*". Jakarta Barat. Edisi Kelima
- Agus Sasmito Aribowo, 2008. Visualisasi Teori Optimalisasi Biaya Transportasi Untuk Pembelajaran Riset Operasi Jurnal Sistem Infomatika UPN veteran,1,1979 -2328
- Mesran, S.Kom.,M.Kom. 2009. "*Visual Basic*". Medan. Edisi I
- Pangestu, Marwan dan T. Hani. 2005. "Dasar-dasar Operation Research" . Jakarta. Edisi Kedua

## **APLIKASI PEMBELAJARAN SASRA BATAK TOBA MENGGUNAKAN METODE COMPUTER ASSISTED INSRUCTION (CAI)**

**Solagratia Glory Margareta Manalu<sup>1</sup>, Anggiat Sihite<sup>2</sup>**

*Mahasiswa STMIK BUDI DARMA, Medan*  
[solagratia.glory@gmail.com](mailto:solagratia.glory@gmail.com)

**Abstrak.** Kemajuan teknologi komunikasi dan informasi perlu terus menerus diadaptasikan kepada berbagai disiplin ilmu, termasuk ilmu pendidikan. Bahasa merupakan alat komunikasi yang paling penting pada setiap masyarakat diseluruh dunia. Oleh karena kedudukannya yang sangat penting, maka bahasa tidak akan pernah lepas dari kehidupan manusia. Setiap sekolah menerapkan kurikulum yang mengharuskan para siswa mempelajari bahasa daerah. Para siswa tersebut diajarkan dengan cara manual yaitu dengan metode tersendiri yang dimiliki oleh tenaga pengajarnya. Faktor yang berpengaruh terhadap upaya meningkatkan kemampuan belajar diantaranya faktor kompetensi guru, fasilitas pembelajaran, lingkungan belajar, motivasi belajar user, dan model pembelajaran yang digunakan. Pada penelitian ini, menggunakan tahap-tahap sebagai berikut : mempelajari sistem yang ada, kemudian mendesain sistem, membuat program dan pengujian sebelum akhirnya diimplementasikan menjadi perangkat lunak yang siap pakai. Dengan menerapkan sistem komputerisasi pada pembelajaran maka proses mengajar siswa akan semakin cepat dan tidak sering mengalami kesulitan dalam menyampaikan materi pelajaran.

**Kata Kunci:** Sastra Batak, CAI (Computer Assisted Instruction), Macromedia Flash.

### **PENDAHULUAN**

Bahasa Batak Toba adalah salah satu bahasa daerah yang cukup menarik jika dipelajari, sangat banyak turis yang berkunjung ke daerah Batak Toba, karena tertarik melihat daerah wisata yang terkenal, yakni Danau Toba, tapi setelah para turis berkunjung, para turis tersebut melihat sesuatu yang dianggap hanya sekedar ukiran biasa namun ternyata ukiran tersebut adalah aksara Batak Toba. Sastra berasal dari kata *shastra*. Sastra merupakan kata serapan dari bahasa sanskerta, sastra yang berarti teks yang mengandung instruksi atau pedoman dari kata dasar *Sas* yang berarti instruksi atau ajaran dan *Tra* yang berarti alat atau sarana. Dalam bahasa Indonesia kata ini biasa digunakan untuk merujuk kepada kesusastraan atau sebuah jenis tulisan yang memiliki arti atau keindahan tertentu. Pengertian lain dari sastra adalah karya cipta atau fiksi yang bersifat imajinatif atau sastra adalah penggunaan bahasa yang indah dan berguna yang menandakan hal-hal lain. Aksara Batak Toba memiliki susunan huruf tersendiri seperti susunan huruf yang dimiliki oleh bahasa Arab, bahasa Thailand dan bahasa Cina. Saat ini memang sudah banyak buku-buku yang membahas tentang bahasa dan aksara Batak Toba, tapi kadang kala terdapat kesulitan membaca aksara tersebut, karena penulisan hurufnya termasuk rumit dan membingungkan. Sesuai dengan Peraturan Daerah (Perda) di sekolah-sekolah, menerapkan kurikulum yang mewajibkan adanya belajar muatan lokal, seperti sekolah-sekolah yang ada di kota besar, umumnya sudah terdapat berbagai macam suku oleh karena itu mereka menjadi mempelajari bahasa asing yakni bahasa Mandarin ataupun bahasa Jerman. Tetapi di sekolah yang terdapat pada kota-kota kecil seperti kabupaten, para siswa mempelajari bahasa daerah seperti bahasa melayu, dan bahasa batak. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) di Tarutung menerapkan kurikulum yang mengharuskan para siswa mempelajari bahasa batak toba beserta aksaranya. Para siswa tersebut diajarkan dengan cara manual yaitu dengan metode tersendiri yang dimiliki oleh tenaga pengajarnya. Metode yang dimiliki para pengajar tersebut belum dapat mengatasi kesulitan pengenalan huruf, penyusunan huruf serta penggunaan huruf untuk diingat, diikuti dengan penambahan huruf baru pada aksara tersebut. Kerumitan aksara batak juga terdapat pada masalah penggabungan satu kosa kata maupun suku kata bahkan dalam penulisan kalimat, juga dikarenakan ada beberapa huruf yang hampir sama penulisannya. Kecanggihan teknologi saat ini dapat mensimulasikan perangkat-perangkat diluar komputer, dan disimulasikan kedalam komputer dalam bentuk virtual. CAI (*Computer Assisted Instruction*) adalah suatu sistem penyampaian materi pelajaran yang berbasis mikropesesor yang pelajarannya dirancang dan diprogram ke dalam sistem tersebut, *Computer Assisted Instruction* (CAI) merupakan salah satu revolusi dibidang pendidikan berbasis teknologi multimedia yang juga menjadi salah satu pemanfaatan komputer sebagai alat bantu pembelajaran dan diharapkan dapat dijadikan alternatif bagi pengembangan sistem pendidikan yang lebih efektif dan lebih menarik dibandingkan dengan buku-buku. Dengan adanya teknologi komputer penulis mencoba merancang sebuah program pembelajaran dengan menggunakan metode *Computer Assisted Instruction* (CAI) dalam bentuk visualisasi yang berupa gambar dan teks. (Roman, 2012)

**BAHAN dan METODE**

Sebagai bahan perancangan yang akan di gunakan adalah macromedia flash 8 dan untuk menunjang kamus aksara batak toba.

**Metode****Computer Assited Instruction (CAI)**

Istilah *Computer Assited Intruction* ini pertama kali diperkenalkan oleh Harvad University pada tahun 1965. Dengan adanya pemikiran menggunakan komputer sebagai alat bantu dunia pendidikan. Defenisi *Computer Assited Intruction* menurut Chambers dan Sprecher (1983, 3) adalah suatu fungsi dari komputer yang menyediakan intruksi dalam bentuk latihan, tutorial, dan simulasi. Simonson dan Thompson (1994, 45-51) menyatakan pembelajaran berbasis komputer. *Computer Assited Intruction* (CAI) memiliki aspek-aspek yang dapat meningkatkan efektifitas pembelajaran. Aspek-aspek tersebut antarlain: Umpan balik, percabangan, penilaian, monitoring, kemajuan, petunjuk, dan tampilan. Komputer dapat secara cepat berinteraksi dengan individu, menyimpan dan memroses berbagai informasi.

Jadi dapat disimpulkan bahwa *Computer Assited Intruction* adalah salah satu metode pengajaran yang digunakan untuk membantu pengajar dalam mengajarkan materi secara interaktif dalam sebuah program tutorial dengan menggunakan suatu aplikasi komputer. Dalam menyampaikan pengajaran, perangkat lunak *Computer Assited Intruction* dapat mengontrol berbagai proses, seperti penyajian materi kepada pemakai untuk dibaca dan dipelajari, memberikan petunjuk dan latihan mengenai materi yang dipelajari, memberikan pernyataan dan masalah untuk dijawab serta memberikan penilaian dari hasil belajar kepada pemakai. Pemakai dapat berinteraksi melalui alat-alat input, seperti *keyboard* atau penekanan tombol menggunakan *mouse*, yang hasilnya dapat ditampilkan melalui layar monitor maupun printer.

Secara spesifik mengklasifikasikan model *Computer Assited Intruction* (CAI) yaitu:

## 1. Tutorial

Tutorial ini menyajikan materi yang telah diajarkan atau menyajikan materi baru yang akan dipelajari. Pada program ini memberi kesempatan untuk menambahkan materi pelajaran yang telah dipelajari sesuai dengan kurikulum yang ada. Tutorial yang baik adalah memberikan keterangan selanjutnya atau ilustrasi selanjutnya.

2. *Drill and Practise*

Drill dan practise menyajikan materi pelajaran untuk dipelajari secara berulang. Tipe program ini adalah cocok dipergunakan sewaktu pengajar menyajikan latihan soal dengan disertai umpan balik. Perangkat lunak ini seringkali dipergunakan untuk menambah pelajaran pada bidang matematika. atau *factual*.

3. *Simulation*

Simulasi memberikan kesempatan untuk menguji kemampuan pada aplikasi nyata dengan menciptakan situasi yang mengikutsertakan siswa untuk bertindak pada situasi tersebut. Program simulasi yang baik dapat memberikan suatu lingkungan untuk situasi praktek yang tidak mungkin dapat dilakukan di ruang kelas atau mengurangi resiko kecelakaan pada lingkungan sebenarnya.

4. *Instructional* atau *educational games*

*Instructional* atau *educational games* merupakan program yang menciptakan kemampuan pada lingkungan permainan. Permainan diberikan sebagai alat untuk memotivasi dan membuat siswa untuk melalui prosedur permainan secara teliti untuk mengembangkan kemampuan mereka.

5. *Problem Solving*

*Problem solving* menyajikan masalah-masalah untuk siswa untuk menyelesaikan berdasarkan kemampuan yang telah mereka peroleh.

Ada 5 tahap siklus pengembangan perangkat ajar, yaitu:

## 1. Pengembangan spesifikasi perancangan detil.

Tujuan dari pengembangan spesifikasi perancangan detil ini meliputi perluasan konsep perancang untuk menciptakan suatu rencana yang efektif.

## 2. Pengembangan teknik.

Pengembangan ini biasanya dilakukan dengan persetujuan dari tim perancang.

Tahap ini biasanya akan diulang-ulang dan sering terjadi perbaikan.

## 3. Evaluasi.

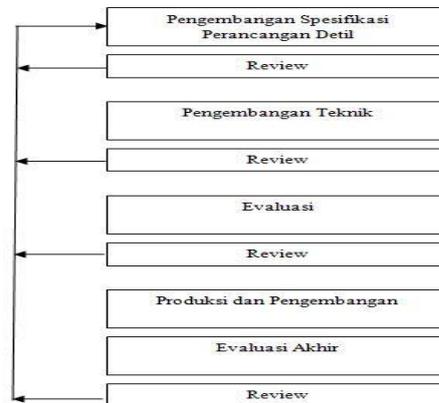
Untuk menghasilkan suatu perangkat ajar yang dapat memenuhi standar maka perlu dilakukan suatu pengujian. Pengujian biasanya dilakukan pada bagian pelajaran dan pelatihan. Hasil dari pengujian inilah yang dievaluasi oleh tim perancang.

## 4. Produksi dan pengembangan.

Produksi ini harus dilakukan secara teknis dan logis, baik dalam penyalin produk *Computer Assited Intruction* (CAI) maupun dalam pembuatan dokumentasi. Sedangkan pengembangan yang dilakukan mengacu pada proses pengembangannya.

## 5. Evaluasi akhir.

Langkah pengujian yang dapat dilakukan misalnya dengan melakukan suatu kuisioner maupun konsultasi dengan mereka yang ingin belajar. Hasilnya dapat menjadi pedoman apakah perangkat ajar tersebut perlu dilakukan perbaikan lagi atau tidak.



**Gambar: 1** Siklus Pengembangan Computer Assited Intruction (CAI)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Fungsionalitas utama dari pembelajaran Sastra Batak Toba dengan metode CAI (*Computer Assited Intrtuction*) adalah membuat pembelajaran Sastra Batak Toba dalam bentuk tutorial, disertai dengan materi-materi, latihan dan games. Sehingga mudah dimengerti siswa, dan tenaga pengajar juga bisa mengulang-ulang pelajaran jika siswa kurang mengerti, yang artinya tenaga pengajar tidak perlu lagi menjadi yang aktif mengulang-ulang pelajaran jika siswa kurang mengerti, tapi menjelaskan menggunakan aplikasi pembelajaran tersebut. Implementasi CAI (*Computer Assited Intrtuction*) untuk pembelajaran mengaplikasikan suatu aplikasi komputer, misalkan aplikasi pembelajaran Sastra Batak Toba, aplikasi dengan berbagai macam fasilitas ini membutuhkan pembelajaran yang cukup, sehingga dapat digunakan dengan baik dan maksimal. Pembelajaran Sastra Batak Toba menampilkan pembelajaran yang secara tahap demi tahap dibahas dan dipraktikan sehingga memudahkan proses pemahaman dalam pembelajaran. Sistem yang akan dirancang nantinya merupakan media pembelajaran Sastra Batak Toba yang bersifat pengajaran berbasis interaktif multimedia yang menggabungkan suara dan video. Sistem pembelajaran yang dirancang dengan menerapkan sistem interaktif dimana tenaga pengajar menggunakan alat bantu komputer dapat memilih menu pembelajaran yang telah disusun seperti dalam RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran), dimana aplikasi pembelajaran juga telah terstruktur seperti RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran).

Pada dasarnya aplikasi ini menggunakan metode pembelajaran tuntas dan berlatih. Sistem yang akan dirancang nantinya terdiri dari beberapa komponen (identitasi) utama seperti pengenalan, penyajian informasi yang merupakan materi inti yang ingin disampaikan, pertanyaan dan respon serta penutup. Selain itu sistem yang akan dirancang akan disertakan dengan soal-soal latihan, sehingga siswa (peserta didik) akan lebih memahami materi yang akan diajarkan serta dapat belajar secara tuntas serta dapat mengatur kecepatan belajar mereka sendiri. Selain menggunakan metode *Computer Assited Intrtuction* model pengajaran bentuk penyajian sebagai bentuk penyajian materi, sistem yang dirancang nantinya akan berbentuk interaktif yang memudahkan peserta didik dalam menerima pelajaran karena materi pelajaran sudah di programkan. *Computer Assited Instruction* (CAI) adalah penggunaan computer sebagai alat bantu guru dalam dunia pendidikan dan pengajaran. *Computer Assited Instruction* membantu memahami suatu materi. Metode *Computer Assited Instruction* yang diterapkan dalam pembelajaran ini adalah:

**I. Tutorial**

Tutorial merupakan salah satu bagian penting yang ada dalam *Computer Assited Intrtuction*. Tutorial merupakan representasi dari buku teks, hanya saja didalamnya telah diprediksi pertanyaan dan respon yang mungkin muncul. Metode *Computer Assited Instruction* berbasis tutorial dalam program pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran dengan menggunakan perangkat lunak berupa program yang berisi tujuan , materi pelajaran dan evaluasi pembelajaran. Metode tutorial dalam *Computer Assited Instruction* pola dasarnya mengikuti pengajaran tipe branching dimana informasi atau mata pelajaran disajikan dalam unit-unit kecil, lalu disusul dengan pertanyaan dan respon jawaban dari computer. Tutorial dalam program pembelajaran dengan bantuan computer ditujukan sebagai pengganti guru yang proses pembelajaran yang diberikan lewat teks pada layar yang menyediakan poin-poin pertanyaan atau permasalahan.

Tutorial berupa penyajian materi yang akan diuraikan sebagai berikut:

1. Pengenalan
  - a. Mengetahui elemen tampilan materi pembelajaran dan tampilan latihan pembelajaran.
  - b. Mengetahui fungsi button dalam kotak dialog yang ditampilkan yang digunakan untuk mengontrol sifat dan cara kerja tombol tersebut.
2. Menyiapkan Tampilan Pembelajaran
  - a. Mengetahui cara untuk memakai tombol-tombol yang ada pada tampilan layar pembelajaran, dan fungsi masing-masing fungsi tombol pada tampilan menu.
  - b. Mengetahui beberapa proses pembelajaran akan berlangsung dan mengetahui perintah untuk menutup sebuah kotak dialog serta keluar dari program pembelajaran.
3. Menyiapkan Tampilan Materi
  - a. Mengetahui cara memakai tombol yang akan digunakan pada saat ingin menampilkan materi pembelajaran.
  - b. Mengetahui cara mengatur tampilan dalam kotak dialog yang terbuka untuk memaksimalkan pengolahan pembelajaran tersebut.
4. Menyiapkan Tampilan Latihan
  - a. Mengetahui cara memakai tombol yang akan digunakan pada saat ingin menampilkan latihan pembelajaran.

Mengetahui cara mengatur tampilan dalam kotak dialog yang terbuka untuk memaksimalkan.

**Tabel 1** Komponen dasar dari tutorial

| Komponen           | Aspek Penting                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Objek Pembelajaran | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengidentifikasi target audience (dalam hal ini harus adanya penyesuaian program dengan karakteristik pengguna).</li> <li>2. Menyediakan objek atau sasaran yang menarik bagi pengguna agar tidak merasa jenuh.</li> </ol> |
| Tampilan Pembuka   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kondisikan pengguna ketika mulai pertama kali menggunakan program ini.</li> <li>2. Urutkan alamat yang mereka butuhkan, misalnya tahap apa saja yang harus mereka lewati</li> </ol>                                        |
| Menu Utama         | Sebaiknya ada pilihan seperti: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instruksi (petunjuk penggunaan )</li> <li>2. Materi Pembelajaran</li> <li>3. Evaluasi (tes)</li> <li>4. Pilihan Keluar</li> </ol>                                                           |
| Outline Konten     | Program yang baik memiliki 3 sampai 8 fitur program materi pelajaran yang berbeda.                                                                                                                                                                                   |
| Isi                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Teks</li> <li>2 Grafik, gambar maupun Video</li> <li>3 Suara</li> </ol>                                                                                                                                                     |
| Item tes personal  | Pilihan soal yang digunakan yaitu pilihan ganda ataupun pilihan benar atau salah dan soal essay.                                                                                                                                                                     |

Dari segi kognitif, one-to-one tutoring dan feedback yang disediakan oleh tutorial dapat membuat program ini menjadi tool yang hebat untuk meningkatkan pengetahuan bagi pengguna.

## II. Drill and Practise

Model drills dalam *Computer Assited Instruction* pada dasarnya merupakan salah satu strategi pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman belajar lebih kongkrit melalui penciptaan tiruan-tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana sebenarnya. Biasanya dalam bentuk latihan soal-soal yang bertujuan yang menguji kemampuan penampilan siswa melalui kecepatan dalam menyelesaikan soal-soal latihan yang diberikan program. Melalui model drill and practice akan ditanamkan kebiasaan tertentu dalam bentuk latihan. Dengan latihan yang terus menerus maka akan tertanam dan kemudian akan dapat menambah kecepatan , ketetapan , kesempurnaan dalam melakukan sesuatu serta dapat pula dipakai sebagai suatu cara mengulangi bahan yang telah disajikan. Adapun tahapan materi model drill and practice adalah:

1. Adanya penyajian masalah-masalah dalam bentuk latihan soal tingkat tertentu.
2. User mengerjakan soal Latihan
3. Siswa kemudian memberikan umpan balik berupa jawaban dari soal latihan
4. Setelah siswa selesai menjawab maka program akan menampilkan poin soal untuk jawaban yang benar. Pemecahan masalah merupakan metode pengajaran yang dilakukan dengan memberikan soal-soal yang untuk dijawab. Tujuannya untuk menganalisis masalah tersebut.

**III.Game (Permainan)**

Soal Digunakan untuk Menguji kemampuan user dalam menjawab pertanyaan seputar pembelajaran sastra batak, dalam pembelajaran ini, ada 2 jenis pertanyaan, pilihan ganda dan essay, berikut adalah beberapa contoh soalyang ada didalam sistem:

1. Manakah penulisan yang benar dari kalimat berikut...
  - a. Adong go hepengmu?
  - b. Adong do hepengmu ?
  - c. Agong do hepengmu?
  - d. Agong go hepekmu?
2. Dalam panuraton hata batak ada yang disebut sisia-sia marsirangan, manakah huruf yang benar yang dimaksud....
  - a. b, d, j, g, h, k, l, m, n, ng, p, r, s, i
  - b. ng, a, i, u, e, o
  - c. a, i, u, e, o
  - d. a, b, e, d, g
3. Manakah penulisan yang benar aksara batak yakni huruf "Ma" ....
  - a. 
  - b. 
  - c. 
  - d. 
4.  , apakah pembacaan dari susunan huruf aksara tersebut...
  - a. Hiras
  - b. Honas
  - c. Horas
  - d. Harta
5. Coba sebutkan induk surat batak.....

Belajar adalah merupakan kegiatan yang tidak akan pernah berhenti dilakukan manusia. Tingkat daya serap dalam belajar setiap manusia berbeda satu dengan yang lain. Hal tersebut tergantung dari kemampuan setiap manusia untuk dapat merekam informasi dan metode belajar yang digunakan. Metode pembelajaran melalui media buku dirasa kurang cukup untuk memenuhi segala keingintahuan dalam belajar dan butuh waktu dalam proses pemahaman materi, terutama untuk mempelajari pengoperasian aplikasi computer sebaiknya menggunakan metode pembelajaran yang langsung dapat diimplementasikan serta dapat langsung dipraktikkan yang bersifat tutorial, sehingga mudah dimengerti dan tingkat pemahaman peserta didik akan lebih tinggi.

Untuk itu suatu metode pembelajaran dengan panduan langkah-langkah untuk pengaplikasian yang bersifat tutorial sangat dibutuhkan. Untuk mengoperasikan suatu aplikasi komputer, misalnya aplikasi pembelajaran sastra batak , aplikasi dengan berbagai fasilitas ini membutuhkan pembelajaran yang cukup, sehingga dapat menggunakannya dengan baik dan maksimal. Dengan pembelajaran sastra batak yang telah disajikan beserta latihan, sangat memungkinkan untuk mempelajari sastra batak dengan mudah dan cepat. Perangkat lunak yang telah di install, dapat langsung dipergunakan, langkah-langkah pengerjaan sebagai berikut:

1. Langkah Pertama  
Melakukan perancangan terhadap tahap-tahap pembelajaran sesuai dengan materi yang akan disajikan yakni, tombol-tombol pembelajaran menuju ke bahan atau materi serta latihan dalam pembelajaran.
2. Langkah Kedua  
File yang telah disiapkan untuk menjadi materi dimasukkan ke dalam program pembelajaran sastra batak toba.
3. Langkah Ketiga  
Langkah-langkah diatas dilakukan sampai keseluruhan materi sudah terpenuhi. Langkah selanjutnya yaitu mendesign kotak dialog menu untuk tampilan sistem dengan menggunakan Macromedia flash.
4. Langkah Keempat  
Memilih musik latar dan melakukan editing tampilan mengenai ukuran font .
5. Langkah Kelima

Setelah seluruh proses di atas telah selesai dilakukan, langkah selanjutnya yaitu mentransfer file yang telah dikerjakan tadi ke dalam compact disk. Proses transfer ke dalam *compact disk* ini biasanya disebut dengan burning. Hal ini dimaksud agar user dapat dengan mudah mengakses file yang dimaksud.

Use case dibuat untuk menggambarkan aktifitas-aktifitas yang dilakukan dalam sistem. Diagram use case menggambarkan fungsionalitas sistem sebagai prosedur/ aturan yang disepakati sistem berjalan sesuai dengan yang diinginkan.



**Gambar 2** Use Case Diagram Sistem

Setelah program aplikasi ini melewati proses tahap pengkodean, maka tahap selanjutnya adalah tahap pengujian. Pengujian terhadap program ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah program berjalan dan berfungsi sesuai dengan spesifikasi rancangan atau tidak. Metode ini digunakan adalah metode pengujian black box, yaitu metode pengujian yang hanya memberikan input pada program aplikasi. Input tersebut lalu diproses dan akan menghasilkan output yang menentukan kesesuaian program dengan spesifikasi rancangan dan kebutuhan fungsional yang diinginkan pengguna.

Bila dari input yang diberikan menghasilkan output yang sesuai dengan spesifikasi rancangan, maka program aplikasi sudah benar dan tidak perlu dilakukan perbaikan.

Proses pengujian ini dilakukan pada setiap modul, sehingga hasil pengujian dapat dilihat dengan jelas. Untuk pengujian yang dilakukan akan menggunakan metode uji coba *blackbox*, metode ini lebih menekankan kepada keperluan fungsional dari software sehingga mudah dalam melakukan pengembangan, adapun tujuan pengujian *blackbox* adalah sebagai berikut:

1. Digunakan untuk menguji fungsi-fungsi khusus dari perangkat lunak yang dirancang.
2. Kebenaran perangkat lunak yang diuji hanya dilihat berdasarkan keluaran yang dihasilkan dari data atau kondisi masukan yang diberikan untuk fungsi yang ada tanpa melihat bagaimana proses untuk mendapatkan keluaran tersebut
3. Dari keluaran yang dihasilkan, kemampuan program dalam memenuhi kebutuhan pemakaian dapat diukur sekaligus dapat diketahui kesalahan-kesalahannya.
4. Uji coba *blackbox* berusaha untuk menemukan kesalahan dalam beberapa kategori diantaranya:
  - a. Fungsi tidak benar atau hilang.
  - b. Kesalahan antar muka
  - c. Kesalahan pada struktur data
  - d. Kesalahan pada inialisasi program
  - e. Kesalahan performansi

Dengan ujicoba *blackbox* kita dapat memperkirakan bagaimana program yang ingin kita rancang dan bagaimana fungsionalitas program yang kita rancang terhadap pengujian yang dilakukan. Pertama kali program dijalankan, akan ditampilkan tampilan pembuka. Tampilan pembuka ini menampilkan animasi judul aplikasi. Program aplikasi ini akan masuk kedalam tampilan menu pembuka secara otomatis setelah judul aplikasi dijalankan.



**Gambar 3** Tampilan Pembuka

Pada tampilan menu pembuka ditampilkan:

1. Tombol “Ruhut Panuraton”, jika diklik akan masuk ke tampilan Menu Ruhut Panuraton.
2. Tombol “Aksara”, jika diklik akan masuk ke tampilan Menu Aksara.
3. Tombol “Latihan”, jika diklik akan masuk ke tampilan Menu Latihan.
4. Tombol “Games”, jika diklik akan masuk ke tampilan Menu Games.
5. Tombol “Keluar”, jika diklik akan keluar dari aplikasi.



**Gambar 4** Tampilan Menu Pembuka

Pada tampilan menu ruhut panuraton ditampilkan:

1. Tombol “Guna Ni Aturan”, jika diklik akan ditampilkan Materi dari pelajaran Guna Ni Aturan.
2. Tombol “Patik Panuraton”, jika diklik akan ditampilkan Materi dari pelajaran Patik Panuraton
3. Tombol “Latihan”, jika diklik akan masuk ke tampilan Menu Latihan.
4. Tombol “Home”, jika diklik akan masuk ke tampilan Menu pembuka kembali.



**Gambar 5** Tampilan menu Ruhut Panuraton

Pada tampilan menu Aksara ditampilkan:

1. Tombol “Pengenalan”, jika diklik akan ditampilkan Materi dari pelajaran pengenalan surat batak toba.
2. Tombol “Anak Ni Surat”, jika diklik akan ditampilkan Materi dari pelajaran Anak Ni surat.
3. Tombol “Induk Ni Surat”, jika diklik akan ditampilkan Materi dari pelajaran Induk Ni surat
4. Tombol “Penggunaan”, jika diklik akan ditampilkan Materi dari pelajaran penggunaan surat batak toba.
5. Tombol “Latihan”, jika diklik akan masuk ke tampilan Menu Latihan.
6. Tombol “Home”, jika diklik akan masuk ke tampilan Menu pembuka kembali.



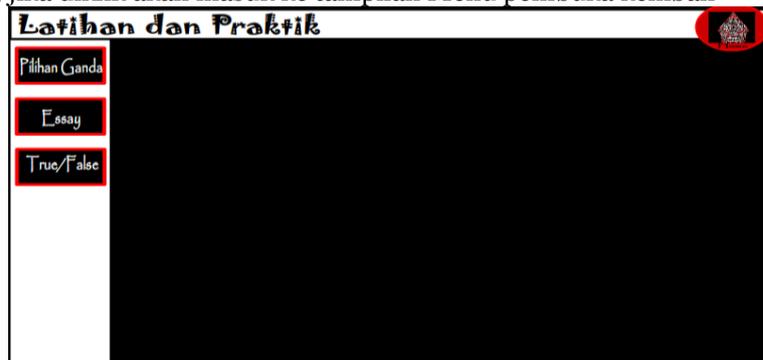
**Gambar 6** Tampilan Menu Aksara Batak Toba.



**Gambar 7** Tampilan Menu Pelajaran I Aksara

Pada tampilan menu latihan ditampilkan:

1. Tombol “Pilihan Ganda”, jika diklik akan ditampilkan soal pilihan ganda yang akan dijawab..
2. Tombol “Essay”, jika diklik akan ditampilkan soal essay yang akan dijawab.
3. Tombol “True/False”, jika diklik akan ditampilkan soal yang akan dijawab dengan benar atau salah.
4. Tombol “Home”, jika diklik akan masuk ke tampilan Menu pembuka kembali



**Gambar 8** Tampilan Menu Latihan

Pada tampilan menu games ditampilkan:

1. Tombol “Pantun”, jika diklik akan ditampilkan menu pantun.
2. Tombol “Patingkos”, jika diklik akan ditampilkan menu Patingkos.
3. Tombol “Rap Padenggan”, jika diklik akan ditampilkan menu Rap Padenggan.
4. Tombol “Dongeng”, jika diklik akan ditampilkan menu Dongeng.
5. Tombol “Home”, jika diklik akan masuk ke tampilan Menu pembuka kembali



**Gambar 9** Tampilan Menu Games

#### **KESIMPULAN.**

1. Jika dibandingkan dengan pengajaran tradisional ataupun disebut juga manual, *Computer Assited Instuction* (CAI) sangat efektif. Peserta didik akan belajar lebih cepat menguasai materi pelajaran lebih banyak mengingat lebih banyak.
2. Perangkat lunak pembelajaran sastra batak toba ini merupakan media yang berguna untuk membantu pengguna bahasa batak toba untuk mengenal, menulis membaca dan mengetahui arti karater sastra bata toba. Melalui perangkat lunak ini, mempelajari bahasa bata toba menjadi suatu hal yang menarik dan efektif karena dirancang dengan gambar dan animasi yang mendukung suasana belajar.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Kozok, Uli. 2009. *Sejarah Perkembangan Tulisan Batak*. Ecole Francaise d'Extrême Orient, Kepustakaan Populer Gramedia, Jakarta.
- Kozok, Uli. 2009. *Pedoman Menulis Aksara Batak dan Cap Sisingamangaraja XII*, Ecole Francaise d'Extrême Orient, Kepustakaan Gramedia, Jakarta.
- Hutasoit, Mula. 1976. *Diktat Surat Batak*. Tarutung.
- LN, Harnaningrum. 2002. *Rekayasa Perangkat Lunak*, Andi, Yogyakarta.
- Kusrianto, Adi .2006. *Panduan Lengkap Memakai Macromedia Flash Profesional 8*. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Oemar, Hamalik. 1995. *Media Pendidikan*. Citra Aditya, Bandung.
- <http://google.co.id/search?q=pengertian+sastra&oq=chrome.69i57.68010j4>
- <http://googleweblight.com/pembelajaran-berbantuan-komputer-.pbk?m%3D1&ei>
- <http://bakarabaktiraja.blogspot.co.id/2015/10/install-font-aksara-batak-toba>

## **IMPLEMENTASI CRITICAL PATH METHOD (CPM) PADA PENJADWALAN PROYEK PEMBUATAN MEUBEL (STUDI KASUS : UD.RAMA JAYA PERDAGANGAN)**

**Sri Sulistiawati**

STMIK Budidarma Medan

[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Adapun penjadwalan proyek pada industri Ud. Rama Jaya perdagangan selama ini sangat memperhatikan, karena dalam pemesanan meubel terkadang tidak sesuai dengan permintaan pembeli. Jadi untuk menghadapi persaingan yang semakin pesat ini, maka Ud. Rama Jaya perdagangan harus mengeluarkan usaha ekstra sehingga Ud. Rama Jaya Perdagangan dapat terus bertahan dan berkembang. Pada penelitian ini akan dikembangkan *Critical Path Method (CPM)* dalam penyelesaian masalah penjadwalan proyek. *Critical Path Method (CPM)* adalah suatu rangkaian item pekerjaan dalam suatu proyek yang menjadi bagian kritis atas terselesainya proyek secara keseluruhan. tidak terselesaikannya tepat waktu suatu pekerjaan yang masuk dalam pekerjaan kritis akan menyebabkan proyek akan mengalami keterlambatan karena waktu finish proyek akan menjadi mundur atau delay. Adapun rancangan aplikasi dengan menerapkan metode *critical path method* dapat memprediksi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek dan menunjukkan alur kegiatan mana saja yang penting diperhatikan dalam menjaga jadwal penyelesaian proyek.

*Kata Kunci : Penjadwalan, Critical Path Method (CPM)*

### **PENDAHULUAN**

UD. Rama Jaya merupakan sebuah industri panglong yang mengolah bahan baku kayu menjadi barang jadi berupa berbagai macam meubel atau perabotan rumah, yang berlokasi di Perdagangan, provinsi Sumatera Utara. UD. Rama Jaya Perdagangan ini sudah lama di kembangkan, dalam pembuatan meubel terdapat penjadwalan proyek. Dari masalah ini, penulis mengangkat judul tentang penjadwalan proyek dengan tujuan agar pemilik industri dapat menyelesaikan masalah proyek pembuatan meubel. Adapun penjadwalan proyek di industri UD. Rama Jaya Perdagangan selama ini kurang di perhatikan, karena dalam pemesanan meubel terkadang tidak sesuai dengan permintaan pembeli. Jadi untuk menghadapi persaingan yang semakin pesat ini, maka UD. Rama Jaya Perdagangan harus mengeluarkan usaha ekstra sehingga UD. Rama Jaya Perdagangan dapat terus bertahan dan berkembang. Pembuatan meubel ada beberapa tahap dalam penyelesaiannya, dari penyelesaian inilah kita dapat menerapkan penjadwalan proyek supaya produksi meubel tidak mengecewakan pembeli. Karena dengan adanya penjadwalan proyek, maka pemilik ataupun pembuat meubel dapat menyelesaikan produksinya dengan baik dan sesuai dengan keinginan, tetapi tetap mengutamakan kualitasnya. Pada penelitian ini akan dikembangkan *Critical Path Method (CPM)* dalam penyelesaian masalah penjadwalan proyek. *Critical Path Method (CPM)* adalah model manajemen proyek yang mengutamakan budaya sebagai objek yang di analisis. *Critical Path Method (CPM)* merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan dengan *Critical Path Method (CPM)*, jumlah waktu yang di butuhkan menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek di anggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antar sumber yang digunakan dan waktu yang di perlukan untuk menyelesaikan proyek. Dalam masalah ini metode *Critical Path Method (CPM)* dapat membantu dalam penjadwalan proyek pada pembuatan meubel.

### **BAHAN dan METODE**

#### **Bahan**

Proyek meubel merupakan salah satu dari empat komoditi ekspor utama selain minyak dan gas bumi Indonesia. Tiga komoditi ekspor lainnya adalah kelapa sawit, garmen, dan karet. Ekspor mebel Indonesia bernilai 1,5 miliar dolar AS atau setara dengan 13 triliun rupiah. Indonesia sangat berkepentingan dengan keberlanjutan industri meubel karena penyerapan tenaga kerja yang besar, teknologi yang relatif dikuasai, dan berpotensi mempunyai nilai tambah yang tinggi serta berbahan baku dari sumber yang bisa terbaharui, yaitu hutan. Selain empat hal tersebut, peran meubel di Indonesia tidak hanya sebatas komoditi tetapi juga merupakan bagian dari budaya dan peradaban masyarakat. Penjadwalan proyek adalah tantangan yang sulit bagi manajer operasi. Resiko pada manajemen proyek sangat tinggi. Kelebihan biaya dan keterlambatan yang tidak diperlukan terjadi, karena penjadwalan dan pengendalian buruk. Proyek biasanya memakan waktu yang lama bahkan bertahun-tahun, dan dikembangkan diluar sistem produksi normal.

**Metode**

**Critical Path Method (CPM)**

*Critical Path Method* (CPM) membuat asumsi bahwa waktu kegiatan diketahui pasti, hingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk tiap kegiatan. Pada *Critical Path Method* (CPM) dipakai cara deterministik, yaitu memakai satu angka estimasi. Jadi, disini kurun waktu untuk menyelesaikan pekerjaan dianggap diketahui, kemudian pada tahap berikutnya, diadakan pengkajian lebih lanjut untuk memperpendek kurun waktu, misalnya dengan menambah biaya atau *time cost trade-off* atau *crash* program.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam menyelesaikan pembuatan meubel ini dapat dirincikan dari kegiatan penjadwalan proyek antara lain yaitu, Pemilihan Kayu, Di Ukur Sesuai Dengan Ukuran, Pengetaman Kayu, Membuat Lubang Bobokan Pada Kayu atau Bor, Mendesain Kayu untuk Relief, Di Pres atau di Rapatkan, Di Paku dengan Kayu dan Lem, dan Pengamplasan atau dihaluskan dengan Grinda.

**Tabel 1:** Kegiatan Awal

| Kegiatan Awal | Deskripsi                                  |
|---------------|--------------------------------------------|
| A             | Pemilihan Kayu                             |
| B             | Di Ukur Sesuai Dengan Ukuran               |
| C             | Pengetaman Kayu                            |
| D             | Membuat Lubang Bobokan Pada Kayu atau Bor  |
| E             | Mendesain Kayu untuk Relief                |
| F             | Di Pres atau di Rapatkan                   |
| G             | Di Paku dengan Kayu dan Lem                |
| H             | Pengamplasan atau dihaluskan dengan Grinda |

Adapun kegiatan awal yang dilakukan dalam produksi pembuatan meubel pintu relief dua pintu sebagai berikut :

**Tabel 2 :** Kegiatan Sebelumnya

| Kegiatan Awal | Deskripsi                                  | Kegiatan Sebelumnya |
|---------------|--------------------------------------------|---------------------|
| A             | Pemilihan Kayu                             | -                   |
| B             | Di Ukur Sesuai Dengan Ukuran               | A                   |
| C             | Pengetaman Kayu                            | B                   |
| D             | Membuat Lubang Bobokan Pada Kayu atau Bor  | C                   |
| E             | Mendesain Kayu untuk Relief                | C                   |
| F             | Di Pres atau di Rapatkan                   | D,E                 |
| G             | Di Paku dengan Kayu dan Lem                | F                   |
| H             | Pengamplasan atau dihaluskan dengan Grinda | F,G                 |

**Tabel 3:**Waktu Pengerjaan (*Expected Time*)

| Kegiatan Awal | Waktu Cepat (a) | Paling Sering (m) | Waktu Lama (b) | Kegiatan Sebelumnya |
|---------------|-----------------|-------------------|----------------|---------------------|
| A             | 1               | 1                 | 2              | -                   |
| B             | 1               | 1                 | 2              | A                   |
| C             | 1               | 1                 | 2              | B                   |
| D             | 1               | 1                 | 2              | C                   |
| E             | 3               | 3                 | 4              | C                   |
| F             | 4               | 4                 | 7              | D,E                 |
| G             | 2               | 2                 | 3              | F                   |
| H             | 1               | 1                 | 2              | F,G                 |

Penyelesaian menghitung waktu pengerjaan pada penjadwalan proyek dalam *Critical Path Method* (CPM) yaitu sebagai berikut :

$$Te, A = \frac{1 + 1(4) + 2}{6}$$

$$= \frac{7}{6} = 1$$

$$Te, B = \frac{1 + 1(4) + 2}{6}$$

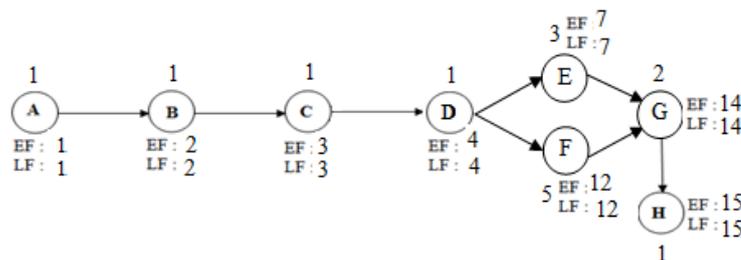
$$= \frac{7}{6} = 1$$

dst...

**Tabel 4:** Menghitung Waktu Pengerjaan (*Expected Time*)

| Kegiatan Awal | Waktu Cepat (a) | Paling Sering (m) | Waktu Lama (b) | Kegiatan Sebelumnya | $T_e = \frac{a + 4m + b}{6}$ |
|---------------|-----------------|-------------------|----------------|---------------------|------------------------------|
| A             | 1               | 1                 | 2              | -                   | 1                            |
| B             | 1               | 1                 | 2              | A                   | 1                            |
| C             | 1               | 1                 | 2              | B                   | 1                            |
| D             | 1               | 1                 | 2              | C                   | 1                            |
| E             | 3               | 3                 | 4              | C                   | 3                            |
| F             | 4               | 4                 | 7              | D,E                 | 5                            |
| G             | 2               | 2                 | 3              | F                   | 2                            |
| H             | 1               | 1                 | 2              | F,G                 | 1                            |

Jalur Kritis dalam Diagram *Project Evaluation and Review Technique* (PERT) merupakan jalur yang menunjukkan kegiatan dari awal diagram jaringan sampai dengan kegiatan akhir dari diagram jaringan, yang waktu pengerjaannya tidak dapat ditunda.



**Gambar 1:** Hasil Menghitung Waktu Maju dan Mundur (PERT)

Hasil dari kegiatan pembuatan meubel dapat diselesaikan dengan *Critical Path Method* (CPM) seperti menentukan kegiatan, kegiatan sebelumnya, waktu optimis, waktu paling sering, waktu pesimis, bobot rata-rata waktu aktivitas, Early Finish, Last Finish, Slack dan Jalur Kritis.

**Tabel 5 :** Hasil *Critical Path Method* (CPM)

| Kegiatan Awal | a | M | b | Kegiatan Sebelumnya | $T_e = \frac{a + 4m + b}{6}$ | EF | LF | Slack | Jalur Kritis |
|---------------|---|---|---|---------------------|------------------------------|----|----|-------|--------------|
| A             | 1 | 1 | 2 | -                   | 1                            | 1  | 1  | 0     | ✓            |
| B             | 1 | 1 | 2 | A                   | 1                            | 2  | 2  | 0     | ✓            |
| C             | 1 | 1 | 2 | B                   | 1                            | 3  | 3  | 0     | ✓            |
| D             | 1 | 1 | 2 | C                   | 1                            | 4  | 4  | 0     | ✓            |
| E             | 3 | 3 | 4 | C                   | 3                            | 7  | 7  | 0     | ✓            |
| F             | 4 | 4 | 7 | D,E                 | 5                            | 12 | 12 | 0     | ✓            |
| G             | 2 | 2 | 3 | F                   | 2                            | 14 | 14 | 0     | ✓            |
| H             | 1 | 1 | 2 | F,G                 | 1                            | 15 | 15 | 0     | ✓            |

**Implementasi**

Implementasi spesifikasi kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan spesifikasi perangkat lunak (*software*).

- Processor Intel Core i3 2.13 Ghz.
- Memory 2048 MB
- Harddisk 10 GB
- VGA card 1 MB
- Monitor Generic PnP Monitor
- Keyboard dan Mouse

Budget Report as of Thu 8/25/16  
Sulis Saccharine

| ID | Task Name                              | Fixed Cost | Fixed Cost Accrual | Total Cost | Baseline | Variance |
|----|----------------------------------------|------------|--------------------|------------|----------|----------|
| 2  | Pemilihan Kayu                         | \$0.00     | Prorated           | \$0.00     | \$0.00   | \$0.00   |
| 3  | Di Ukur Sesuai dengan Ukuran           | \$0.00     | Prorated           | \$0.00     | \$0.00   | \$0.00   |
| 4  | Penggetaman kayu                       | \$0.00     | Prorated           | \$0.00     | \$0.00   | \$0.00   |
| 5  | Membuat Lobang Bobokan Pada Kayu at    | \$0.00     | Prorated           | \$0.00     | \$0.00   | \$0.00   |
| 6  | Mendesain Kayu untuk relief            | \$0.00     | Prorated           | \$0.00     | \$0.00   | \$0.00   |
| 7  | Di Pres atau di rapatkan               | \$0.00     | Prorated           | \$0.00     | \$0.00   | \$0.00   |
| 8  | Di paku dengan Kayu dan Lem            | \$0.00     | Prorated           | \$0.00     | \$0.00   | \$0.00   |
| 10 | Pengampelasan atau dihaluskan dengan t | \$0.00     | Prorated           | \$0.00     | \$0.00   | \$0.00   |
|    |                                        | \$0.00     |                    | \$0.00     | \$0.00   | \$0.00   |

**Gambar 2:** Budget Report

| Sulis Sacharrie |                                       |         |        |          |             |         |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|-----------------|---------------------------------------|---------|--------|----------|-------------|---------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| ID              | Tasik Name                            | Work    | Cost   | Duration | Start       | Details | Jul 3, '16 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|                 |                                       |         |        |          |             |         | T          | W | T | F | S | S | M | T | W |  |  |  |  |  |
| 1               | Pengerjaan pintu relief dua pemlik    | 176 hrs | \$0.00 | 8 days   | Mon 8/22/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|                 |                                       | 64 hrs  | \$0.00 |          | Mon 8/22/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
| 2               | Pemilihan Kayu pemlik                 | 8 hrs   | \$0.00 | 1 day    | Mon 8/22/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|                 |                                       | 8 hrs   | \$0.00 |          | Mon 8/22/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
| 3               | Di Ukur Sesuai dengan U tukang kayu   | 8 hrs   | \$0.00 | 1 day    | Tue 8/23/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|                 |                                       | 8 hrs   | \$0.00 |          | Tue 8/23/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
| 4               | Panggetaman kayu tukang kayu          | 8 hrs   | \$0.00 | 1 day    | Tue 8/23/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|                 |                                       | 8 hrs   | \$0.00 |          | Tue 8/23/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
| 5               | Membuat Lobang Bobok tukang pahat     | 8 hrs   | \$0.00 | 1 day    | Wed 8/24/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|                 |                                       | 8 hrs   | \$0.00 |          | Wed 8/24/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
| 6               | Mendesain Kayu untuk re tukang pahat  | 24 hrs  | \$0.00 | 3 days   | Wed 8/24/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|                 |                                       | 24 hrs  | \$0.00 |          | Wed 8/24/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
| 7               | Di Pres atau di rapatkan tukang ampas | 40 hrs  | \$0.00 | 5 days   | Thu 8/25/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|                 |                                       | 40 hrs  | \$0.00 |          | Thu 8/25/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
| 8               | Di paku dengan Kayu dan tukang kayu   | 16 hrs  | \$0.00 | 2 days   | Mon 8/29/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|                 |                                       | 16 hrs  | \$0.00 |          | Mon 8/29/16 | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
| 9               | Finishing                             | 8 hrs   | \$0.00 | 1 day    | Thu 9/1/16  | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|                 |                                       | 8 hrs   | \$0.00 |          | Thu 9/1/16  | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
| 10              | Pengampasan atau dihal tukang ampas   | 8 hrs   | \$0.00 | 1 day    | Thu 9/1/16  | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |
|                 |                                       | 8 hrs   | \$0.00 |          | Thu 9/1/16  | Work    |            |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |

**Gambar 3:** Hasil Pengerjaan Meubel Print View

**KESIMPULAN**

1. Dalam merincikan kegiatan penjadwalan dalam proyek pembuatan meubel pintu relief dua daun pada UD. Rama Jaya Perdagangan, kegiatan yang telah dilakukan ternyata memakan waktu 8 hari.
2. Menerapkan *Critical Path Method (CPM)* pada penjadwalan proyek pembuatan meubel sesuai dengan yang diharapkan atau metode yang digunakan cocok untuk menjadwalkan proyek agar mendapatkan hasil yang ditargetkan.
3. Merancang aplikasi penjadwalan proyek pembuatan meubel dengan menggunakan *Microsoft Project 2003* dengan menginputkan kegiatan dan waktu yang telah ditentukan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Achdiawan dan Puntodewo, 2011, dalam bukunya yang berjudul *Proyek Meubel*.  
 Anton Budi Pratana, 2007, dalam bukunya yang berjudul *Microsoft Project*.  
 Budi Santosa, 2003, dalam bukunya yang berjudul *Manajemen Proyek*.  
 Hery Prasetya, Fitri Lukiastruti, 2009, dalam bukunya yang berjudul *Penjadwalan Proyek*.  
 Jong Jek Siang, 2014, dalam bukunya yang berjudul *Critical Path Method (CPM)*.  
 Nicholas John M., *Managing Business and Engineering Project: Concepts & Implementation*, Printice-Hall, 1990  
 Soeharto, 2009, dalam bukunya yang berjudul *Critical Path Method (CPM)*.  
 Usman, 2002, dalam bukunya yang berjudul *Implementasi*.

## IMPLEMENTASI ALGORITMA RSA DENGAN CRT PADA PENYANDIAN FILE TEKS

Steven Leo Talenta Ginting

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan

[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Keamanan data merupakan hal yang sangat penting dalam menjaga kerahasiaan informasi terutama yang berisi informasi sensitif yang hanya boleh diketahui oleh pihak yang berhak saja, terutama data file yang berbentuk teks. File Teks yang berisi informasi tersebut bisa bersifat penting atau bisa juga bersifat rahasia, sehingga perlu disembunyikan dan dilindungi agar tidak terbuka untuk umum atau jatuh kepada pihak lain. Kriptografi merupakan ilmu atau seni untuk menjaga kerahasiaan pesan atau data dengan cara menyandikan kebentuk yang tidak dapat dimengerti lagi maknanya. Skripsi ini membahas bagaimana cara menyandikan data file teks. Proses penyandian dilakukan dengan membangkitkan kunci terlebih dahulu, selanjutnya menginput kunci publik dan file teks yang akan dienkripsi algoritma RSA dengan CRT sehingga menghasilkan chiperteks. Kemudian dilakukan proses dekripsi agar kembali menjadi data atau teks asli yang berupa plainteks. Rancangan aplikasi untuk pengamanan data teks dengan menerapkan metode rsa dan crt dapat membantu pengguna untuk mengamankan informasi yang bersifat rahasia.

**Kata Kunci:** Kriptografi, Rsa, CRT, File Teks

### PENDAHULUAN

File Teks yang berisi informasi tersebut bisa bersifat penting atau bisa juga bersifat rahasia, sehingga perlu diamankan agar tidak untuk jatuh kepada pihak lain. Apabila informasi tersebut diketahui oleh umum atau pihak lain maka dapat digunakan untuk mendapatkan keuntungan dan dapat digunakan untuk merugikan orang tersebut. Keamanan data merupakan hal yang sangat penting dalam menjaga kerahasiaan informasi terutama yang berisi informasi sensitif yang hanya boleh diketahui oleh pihak yang berhak saja, terutama data file yang berbentuk teks.

Kriptografi, kunci adalah suatu informasi yang mengendalikan jalannya sebuah algoritma kriptografi. Dalam enkripsi, kunci memberikan cara khusus bagaimana suatu algoritma mentransformasikan teks asli (*plaintext*) menjadi teks tersandi (*chipertext*), ataupun proses sebaliknya, yaitu dekripsi. Sistem kriptografi kunci publik memiliki kunci untuk enkripsi  $K_e$  dan kunci untuk dekripsi  $K_d$  yang berbeda. Kunci untuk enkripsi  $K_e$  disebut juga sebagai kunci publik yang bersifat tidak rahasia sehingga dapat didistribusikan melalui saluran tidak aman. Sedangkan kunci dekripsi  $K_d$  disebut juga kunci private yang bersifat rahasia dan harus dijaga kerahasiaannya oleh pemegang kunci. kriptografi RSA dapat dimodifikasi dengan menggunakan *Chinese Remainder Theorem* (CRT). Teorema CRT digunakan untuk memperpendek ukuran bit kunci privat dengan cara menyembunyikan kedalam sistem kongruen sehingga dalam proses dekripsi menjadi lebih cepat.

### BAHAN PENELITIAN

#### Bahan

Teks yang berisi informasi tersebut bisa bersifat penting atau bisa juga bersifat rahasia, sehingga perlu diamankan agar tidak untuk jatuh kepada pihak lain. Apabila informasi tersebut diketahui oleh umum atau pihak lain. kriptografi didefinisikan sebagai ilmu dan seni untuk menjaga kerahasiaan pesan dengan cara menyandikan kebentuk yang tidak dapat dimengerti lagi maknanya. Secara umum kriptografi merupakan teknik pengamanan informasi yang dilakukan dengan cara mengolah informasi awal (*plaintext*) dengan suatu kunci tertentu menggunakan suatu metode enkripsi tertentu sehingga menghasilkan informasi baru (*chipertext*) yang tidak dapat dibaca secara langsung. *Chipertext* tersebut dapat dikembalikan menjadi informasi awal (*plaintext*) melalui proses deskripsi.

#### Metode

##### Algoritma RSA (Rivest, Shamir, dan Adleman)

Pada tahun 1977, Rivest, Shamir, dan Adleman merumuskan algoritma praktis yang mengimplementasikan sistem kriptografi kunci publik yang disebut dengan sistem kriptografi RSA. Algoritma enkripsi dan dekripsi sistem kriptografi RSA bersandar pada asumsi fungsi satu arah (*one way function*) yang dibangun oleh fungsi eksponensial modular pada grup perkalian.

##### *Chinese Remainder Theorem* (CRT)

*Chinese Remainder Theorem* (CRT) merupakan problem klasik pada teori bilangan, pertamakali dirumuskan pada teks klasik China oleh Sun Tzu, CRT digunakan sebagai salah satu varian sistem

kriptografi publik RSA yang disebut RSA-CRT. CRT diformulasikan sebagai penyelesaian permasalahan kongruen dengan modulus berbeda

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Langkah-langkah yang digunakan dalam proses algoritma RSA dengan CRT adalah sebagai berikut:

1. Pembangkitan Kunci

- a. Pilih dua buah bilangan prima acak  $p$  dan  $q$ , dimana  $p \neq q$ .

Contoh :

Misalkan diketahui bilangan prima  $p = 83$  dan  $q = 71$

$$Gcd(83,71) = 1$$

- b. Hitung  $n = p \cdot q$

Contoh:

$$n = p \cdot q$$

$$n = 83 \cdot 71 = 5893$$

- c. Hitung  $\phi(n) = (p - 1) \cdot (q - 1)$

Contoh:

$$\phi(n) = (p - 1) \cdot (q - 1)$$

$$\phi(n) = 82 \cdot 70 = 5740$$

- d. Pilih  $e$ , yang relative prima terhadap  $\phi(n)$

Contoh:

Misalkan diketahui bilangan prima  $e = 33$

- e. Hitung  $d = e^{-1}$  pada  $\mathbb{Z}_{\phi(n)}$

Contoh:

$$\phi(n) = 5740 \text{ maka } d = e^{-1} \text{ pada } \mathbb{Z}_{\phi(n)}$$

Proses pencarian nilai  $d$  dengan rumus  $d \cdot e \text{ mod}(\phi(n)) = 1$  dapat dilihat pada table berikut ini:

Tabel 1: Proses perhitungan kunci dekripsi  $d$

| <b>D</b> | <b>d. 33 (mod 5740)</b> |
|----------|-------------------------|
| 1        | 33                      |
| 2        | 66                      |
| 3        | 99                      |
| ⋮        | ⋮                       |
| 2957     | 1                       |

Sehingga dihasilkan nilai  $d = 2957$

- f. Hitung  $dP = d \text{ mod} (p - 1)$

Contoh:

$$dP = d \text{ mod} (p - 1)$$

$$dP = 2957 \text{ mod} (83 - 1)$$

$$dP = 5$$

- g. Hitung  $dQ = d \text{ mod} (q - 1)$

Contoh:

$$dQ = d \text{ mod} (q - 1)$$

$$dQ = 2957 \text{ mod} (71 - 1)$$

$$dQ = 17$$

- h. Hitung  $qInv = q^{-1}$  pada  $\mathbb{Z}_p$

Contoh:

Proses pencarian nilai  $d$  dapat dilihat pada table berikut ini:

Tabel 2 : Proses perhitungan  $qInv$

| <b>qInv</b> | <b>qInv. 71 (mod 83)</b> |
|-------------|--------------------------|
| 1           | 71                       |
| 2           | 59                       |
| 3           | 47                       |
| ⋮           | ⋮                        |
| 76          | 1                        |

Sehingga dihasilkan nilai  $qInv = q^{-1} = 76$

Jadi, kunci publik  $e, n = (33, 5893)$  dan kunci privat  $dP, dQ, qInv, p, q = (5, 17, 76, 83, 71)$ .

2. Proses Enkripsi

Proses enkripsi pesan *plaintext* menjadi *chipertext* dengan algoritma RSA dengan CRT.

Contoh:

Misalkan *plaintext*  $m = \text{LEO}$ , lalu konversi teks menjadi bilangan ASCII desimal  $m = 76\ 69\ 79$ , maka *chiphertext* bisa dihitung menggunakan kunci publik  $(e, n) = (33, 5893)$  dengan fungsi sebagai berikut:

$$C_i = m^e \bmod n = 76^{33} \bmod 5893 = 551$$

$$C_i = m^e \bmod n = 69^{33} \bmod 5893 = 692$$

$$C_i = m^e \bmod n = 79^{33} \bmod 5893 = 5832$$

Konversi *chiphertext* hasil kedalam bilangan heksadesimal, sehingga didapatkan *chiphertext* adalah  $C = 0227\ 02B4\ 16C8$

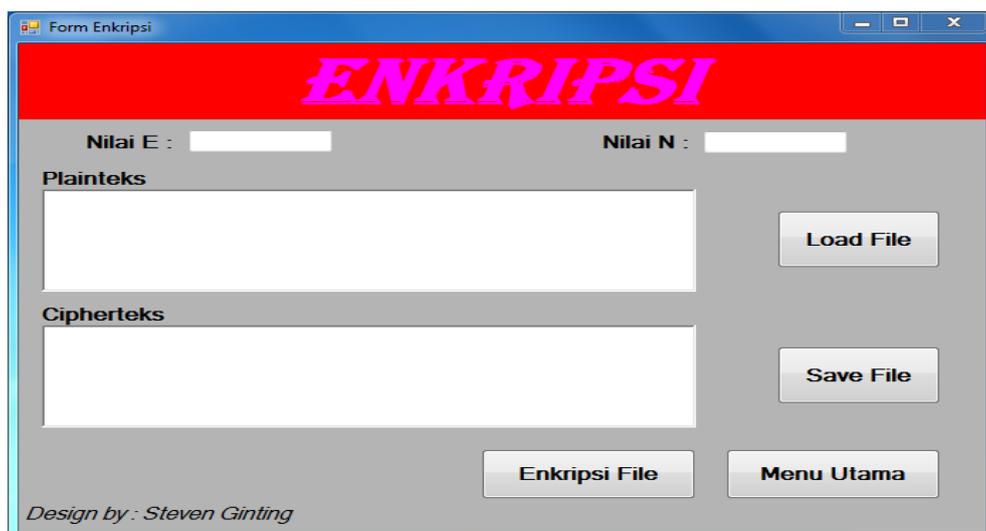
### Implementasi

Hasil dari tahap analisa dan perancangan sistem selanjutnya di implementasikan kedalam bahasa pemrograman, spesifikasi disesuaikan agar aplikasi ini dapat berjalan dengan baik, maka diperlukan komputer yang memiliki spesifikasi minimum sebagai berikut ini:

1. Processor Intel (R) Celeron (R).
2. Memori RAM yang digunakan minimal 1 GB.
3. VGA Card 32 MB.
4. Harddisk 320 GB.
5. Microsoft.NET Framework 2.0 SP2
6. Keyboard dan Mouse.
7. Monitor dengan resolusi 1024 x 768.
8. Sistem Operasi (OS) Windows 7.
9. Visual Studio.Net 2008.



**Gambar 1 :** Pembangkit Kunci



**Gambar 2:** Tampilan Form Enkripsi

Form Hasil Kunci

**HASIL PEMBANGKIT**

**Kunci Publik**

Nilai E : 33                      Nilai N : 5893

**Kunci Private**

Nilai P : 83                      Nilai Q : 71                      Nilai qInv : 76

Nilai dP : 5                      Nilai dQ : 17

**Menu Utama**

Design by : Steven Ginting

**Gambar 3** : Hasil Pembangkit Kunci

## KESIMPULAN

1. Pengamanan file teks dengan menggunakan kriptografi adalah pengamanan file teks yang dilakukan dengan menyandikan isi dari file teks tersebut sehingga isi dari file teks tersebut tidak dapat dimengerti oleh pihak lain yang tidak berhak.
2. Algoritma RSA dengan CRT adalah salah satu bentuk variasi dari sistem kriptografi kunci publik. Dimana pada sistem kriptografi ini menggunakan kunci publik  $e$  dan  $n$ . Sedangkan pada proses pengembalian file teks yang telah disandikan, menggunakan kunci privat  $p$ ,  $q$ ,  $qInv$ ,  $dP$ ,  $dQ$ . Dengan adanya input kunci yang banyak mampu meningkatkan keamanan dari suatu penyandian file teks.
3. Rancangan aplikasi penyandian file teks RSA-CRT berbasis Visual Basic 2008.

## DAFTAR PUSTAKA

- Edy Winarno, ST, M.Eng, Ali Zaky, SmitDev Community, 2015, "VB.NET untuk Skripsi", PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Rachmad C, Antonius, 2010, "Algoritma dan Pemrograman dengan Bahasa C-Konsep, Teori dan Implementasi", Penerbit Andi, Yogyakarta, Edisi 2.
- Rahmat Priyanto, 2006, "Visual Basic.Net dan Database MySQL", Informatika Bandung, Bandung.
- Rifqi Sadikin, 2012, "Kriptografi untuk Keamanan Jaringan", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Rinaldi Munir, 2011, "Algoritma dan pemrograman Dalam Bahasa Pascal dan C", Informatika Bandung, Bandung, Edisi revisi 3.
- Rinaldi Munir, 2006, "Kriptografi", Informatika Bandung, Bandung, Edisi 1.
- Eko Budi Setiawan, 2015, Yogie Setiawan Nugraha, 2085-4552, VII, 2.
- Mawarni Siregar, 2013, 2301-9425, V, 3.

## SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT KONSTIPASI MENGGUNAKAN METODE CERTAINTY FACTOR

Suhendrik

Mahasiswa STMIK BUDI DARMA, Medan  
[suhendriko3@gmail.com](mailto:suhendriko3@gmail.com)

**Abstrak.** Perkembangan keberadaan dan kebutuhan terhadap informasi penyakit sangat penting. Salah satu pemanfaatan teknologi informasi pada sistem pakar adalah untuk membantu pengguna mengetahui penyakit tanpa harus keparamedis/dokter karena minimnya keuangan masyarakat. Banyak sekali anak-anak mengalami penyakit konstipasi pada saat ini. Certainty Factor (CF) merupakan metode untuk mencari kepastian kemudian di cocokkan dengan tujuan yang diharapkan untuk mendiagnosa penyakit konstipasi. Menggunakan metode ini masyarakat dapat mengetahui apakah benar anak-anak tersebut mengalami konstipasi atau tidak. Perancangan sistem pakar dengan metode CF mendiagnosa penyakit konstipasi ini dibangun dengan bahasa pemrograman Visual Basic 2008, sistem yang berjalan akan menghasilkan output berupa diagnosa penyakit dengan metode CF. Sistem ini diharapkan dapat membantu pengguna untuk mengetahui jenis penyakit yang dideritanya.

**Kata Kunci :** Metode Certainty Factor, sistem pakar, konstipasi.

### PENDAHULUAN

Konstipasi atau sembelit adalah terhambatnya defekasi (buang air besar) dari kebiasaan normal, atau dapat diartikan sebagai defekasi yang jarang, jumlah feses kurang, atau fesesnya keras dan kering. Konstipasi juga dapat diartikan sebagai keadaan dimana membengkaknya jaringan dinding dubur (anus) yang mengandung pembuluh darah balik (vena), sehingga saluran cerna seseorang yang mengalami pengerasan feses dan kesulitan untuk melakukan buang air besar. Semua orang dapat mengalami konstipasi, terlebih pada anak-anak akibat gerakan peristaltik (gerakan semacam memompa pada usus) lebih lambat dan kemungkinan sebab lain yakni penggunaan obat-obatan seperti aspirin, antihistamin, diuretik, obat penenang dan lain-lain. Kebanyakan terjadi jika makan-makanan yang kurang berserat, kurang minum, dan kurang olahraga. Kondisi ini bertambah parah jika sudah lebih dari tiga hari berturut-turut. Kesehatan sebagai salah satu upaya pembangunan nasional yang di arahkan guna tercapainya kesadaran, kemauan, dan kemampuan untuk hidup sehat bagi setiap masyarakat agar mewujudkan kesehatan yang optimal. Masyarakat pada saat ini banyak sekali yang tidak mengerti tentang penyakit dan apa penyakit yang sedang di derita, karena minimnya pengetahuan masyarakat tentang suatu penyakit. Apabila seseorang anak yang sedang sakit, maka masyarakat langsung membawa ke dokter untuk berobat dan memeriksakan apa penyakit dan mencari tau apa obatnya. Tanpa mencari tahu sendiri apa gejala dan apa penyakit yang di deritanya masyarakat langsung pergi untuk berobat ke dokter. Seandainya sedikit saja masyarakat mengetahui tentang penyakit dan gejala dari sebuah penyakit tersebut, maka masyarakat kemungkinan bisa mengatasi atau mengobati penyakit yang di deritanya tanpa harus pergi menemui seorang dokter karena minimnya keuangan masyarakat, maka dari itu masyarakat harus lebih memahami tentang penyakit, gejala, penyebab dan penyembuhannya, sehingga masyarakat dapat mengobatinya sendiri dengan cepat dan biaya yang ringan.

Secara umum defenisi dari menurut the North American Society for Pediatric Gastroenterology and Nutrition (NASPHGAN) adalah kesulitan atau keterlambatan melakukan defekasi selama dua minggu atau lebih dan mampu menyebabkan stres pada penderitanya. Konstipasi merupakan masalah kesehatan pada anak yang masih cukup tinggi, kalau masyarakat merujuk pada defenisi NASPHGAN yang longgar. Kejadian konstipasi pada anak bisa mencapai 30% lebih. Konstipasi dapat menyebabkan 3% kunjungan pasien ke dokter anak umum dan 15-25% kunjungan ke konsultan gastroenterology anak. Sebagian besar konstipasi pada anak (>90%) adalah fungsional yang bila dilakukan pemeriksaan lebih lanjut biasanya tidak ditemukan kelainan organik, 40% diantaranya diawali sejak usia satu sampai empat tahun. Adapun gejala yang dialami anak yang mengalami konstipasi yaitu feses yang keras, demam, terdapat darah dalam tinja, berat badan sulit naik, nafsu makan berkurang dan perubahan perilaku seperti anak menjadi rewel. Apabila anak BAB sehari 3 kali dan kemudian berubah menjadi 3 hari sekali, hal ini tidak dinamakan sembelit jika tidak ada gangguan pengeluaran tinja (dr. Rendi Aji Prihaningtyas, 2014). Namun seseorang tidak dapat dikatakan konstipasi apabila tidak disertai tanda dan gejala yang di alami seseorang tersebut. Oleh karena itu agar tidak ada kesalahan diagnosa dan untuk mempermudah masyarakat ataupun penderita mengetahui sejak dini penyakit yang di derita dan agar tidak terlambat mendapatkan pengobatan dikarenakan seorang dokter atau pakar memiliki keterbatasan waktu. Maka dibangun suatu sistem yang dapat membantu menyelesaikan masalah tersebut berupa sistem pakar dengan menggunakan metode certainty factor.

Sistem pakar (expert system) merupakan cabang dari kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) dan juga merupakan bidang ilmu yang muncul seiring perkembangan ilmu komputer saat ini. Sistem ini adalah sistem komputer yang bisa menyamai atau meniru kemampuan seorang pakar (Muhammad Arhami 1994).

**BAHAN dan METODE**

**Bahan**

Sebagai bahan perancangan yang akan di gunakan adalah visual basic 2008 dengan aplikasi database MySQL.

**Metode**

**SISTEM PAKAR**

Kecerdasan buatan berasal dari bahasa inggris “*Artifical Intelligence*“ atau disingkat AI, yaitu *intelligence* adalah kata sifat yang berarti cerdas, *artificial* artinya buatan. Kecerdasan buatan yang dimaksud di sini merujuk pada mesin yang mampu berfikir, menimbang tindakan yang akan diambil, dan mampu mengambil keputusan seperti yang dilakukan oleh manusia. Kecerdasan Buatan (AI) merupakan kawasan penelitian, aplikasi, dan intruksi yang terkait dengan pemrograman komputer untuk melakukan sesuatu hal yang dalam pandangan manusia adalah cerdas. Kecerdasan Buatan merupakan sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang pada saat ini dilakukan lebih baik oleh manusia (T. Sutojo, S.Si, Edy Mulyanto, Dr. Vincent Suhartono, 2011).

Kecerdasan Buatan (AI) merupakan cabang dari ilmu komputer yang dalam merepresentasikan pengetahuan lebih banyak menggunakan bentuk symbol-simbol daripada bilangan dan memproses informasi berdasarkan metode heuristis atau dengan berdasarkan sejumlah aturan mendefinisikan (T. Sutojo, S.Si, Edy Mulyanto, Dr. Vincent Suhartono, 2011) sebagai berikut :

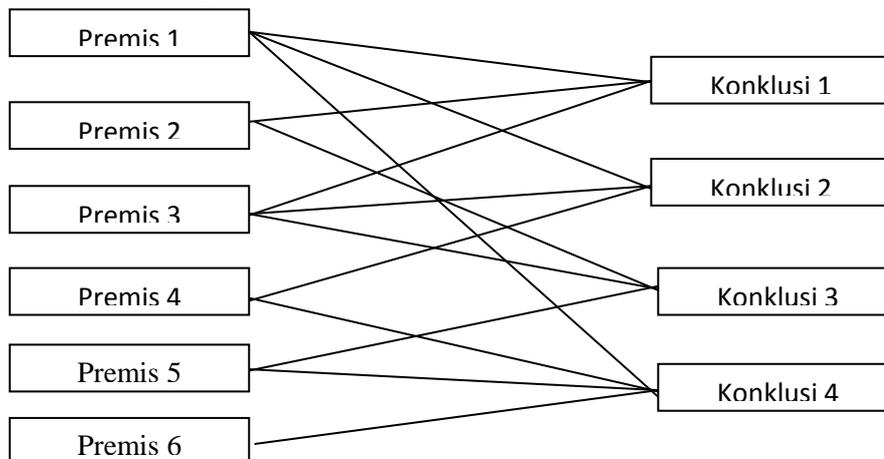
1. Membuat mesin menjadi lebih pintar (tujuan utama).
2. Memahami apa itu kecerdasan (tujuan ilmiah).
3. Membuat mesin lebih bermanfaat (tujuan *entrepreneurial*).

**FORWARD CHAINING**

*Forward Chaining* adalah teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, kemudian mencocokkan fakta-fakta tersebut dengan bagian *IF* dari *rules IF-THEN*. Bila ada fakta yang cocok dengan bagian *IF*, maka *rule* tersebut dieksekusi. Bila sebuah *rule* dieksekusi, maka sebuah fakta baru (bagian *THEN*) di tambahkan ke dalam *database*. Setiap kali pencocokan, dimulai dari *rule* teratas. Setiap *rule* hanya boleh dieksekusi sekali saja. Proses pencocokan berhenti bila tidak ada lagi *rule* yang bisa dieksekusi (T. Sutojo, S.Si, Edy Mulyanto, Dr. Vincent Suhartono, 2011).

Runut maju berarti menggunakan himpunan aturan kondisi-aksi. Dalam metode ini, data digunakan untuk menentukan aturan nama yang akan dijalankan, kemudian aturan tersebut dijalankan. Proses diulang sampai ditemukan suatu hasil (Kusrini, M.Kom, 2008). Metode inferensi runut ini maju cocok digunakan untuk menangani masalah pengendalian (*controlling*) dan peramalan (*prognosis*).

Jika aturan ini kita gambarkan dalam sebuah *graph* yang memetakan antara premis-premis dan konklusi-konklusi akan tampak pada gambar dibawah ini :



**Gambar : 1.** Graph Pengetahuan

Berdasarkan premis-premis yang dipilih, maka sistem akan mencari aturan yang sesuai sehingga akan diperoleh konklusinya. Seandainya user memilih premis1, premis 2 dan premis 3, maka aturan yang terpilih adalah aturan 1 dengan konklusinya adalah konklusi 1. Seandainya user memilih premis 1 dan premis 6, maka sistem akan mengarahkan pada aturan 4 dengan konklusinya 4, tetapi karena aturan

tersebut premisnya adalah premis 1, premis 4, premis 5 dan premis 6. Maka premis-premis yang dipilih oleh *user* tidak cukup untuk mengambil kesimpulan konklusi 4 sebagai konklusi terpilih.

**Certainty Faktor**

*Certainty Faktor* (CF) adalah untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran (*inexactreasoning*) seorang pakar yang di usulkan oleh *Shortliffe* dan Buchanan pada tahun 1975. Seorang pakar (misalnya dokter) sering menganalisis informasi yang ada dengan ungkapan dengan ketidakpastian, untuk mengakomodasi hal ini kita menggunakan *Certainty Factor* (CF) guna menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang sedang dihadapi. (Oksi Veradan, 2013, 86).

Langkah-langkah mendiagnosa penyakit konstipasi dengan metode *certainty factor* yaitu :

1. Kontradiksi aturan, misalnya:  
aturan 1:  
    JIKA anak demam MAKA harus dikompres.  
aturan 2:  
    JIKA anak demam MAKA jangan dikompres.
2. Subsumsi aturan, misalnya:  
aturan 3 :  
    JIKA E1 MAKA H  
aturan 4 :  
    JIKA E1 DAN E2 MAKA H  
jika hanya E1 yang muncul, maka masalah tidak akan timbul karena aturan yang akan digunakan adalah aturan 3, tetapi apabila E1 dan E2 sama-sama muncul maka kedua aturan (aturan 3 dan 4) sama-sama akan dijalankan.
3. *Redundancy* aturan, misalnya  
aturan 5 :  
    JIKA E1 DAN E2 MAKA H  
aturan 6 :  
    JIKA E2 DAN E1 MAKA H  
dalam kasus ini ditemui aturan-aturan yang sepertinyaberbeda tetapi memiliki makna yang sama.
4. Kehilangan aturan, misalnya:  
aturan 7 :  
    JIKA E4 MAKA H  
ketika E4 diabaikan maka H tidak pernah tersimpulkan.
5. Penggabungan data, misalnya pada diagnosis kesehatan. Seorang dokter dapat menyimpulkan suatu penyakit tidak hanya berdasarkan anamnesis, tetapi juga hasil tes laboratorium, pemeriksaan kondisi tubuh, sejarah penyakit dan lain-lain. Untuk itu diperlukan penggabungan semua data untuk dapat menyimpulkan suatu penyakit.

Ada dua cara untuk mendapatkan tingkat keyakinan (CF) dari sebuah *rule* (T. Sutojo, S.Si, Edy Mulyanto, Dr. Vincent Suhartono, 2011) yaitu :

1. Motode *Net Belief*.

$$CF (Rule) = MB(H,E) \dots\dots\dots(4-10)$$

$$MB (H,E) = \begin{cases} 1 & P(H) = 1 \\ \frac{\max [P(H|E), P(H)] - P(H)}{\max [1,0] - P(H)} & \text{lainnya} \dots\dots\dots(4-11) \end{cases}$$

$$MD (H,E) = \begin{cases} 1 & P(H) = 0 \\ \frac{\min [P(H|E), P(H)] - P(H)}{\min [1,0] - P(H)} & \text{lainnya} \dots\dots\dots(4-12) \end{cases}$$

Dimana :

CF (Rule) = Faktor kepastian.

MB (H,E) = *Measure Of Belief* (ukuran kepastian) terhadap hipotesis H, jika diberikan *evidence* E (antara 0 dan 1).

MD (H,E) = *Measure Of Disbelief* (ukuran ketidakpercayaan) terhadap *evidence* H, jika diberikan *evidence* E (antara 0 dan 1).

P (H) = Probabilitas kebenaran hipotesa H.

P (H E) = Probabilitas bahwa H benar karena fakta E.

2. Dengan cara mewawancarai seorang pakar.

Nilai CF (*Rule*) didapat dari interpretasi term dari pakar, yang diubah menjadi nilai CF tertentu sesuai tabel berikut :

**Tabel 1** Sistem Pakar.

| UNCERTAIN TERM                            | CF          |
|-------------------------------------------|-------------|
| Definitely not (pasti tidak)              | -1,0        |
| Almost certainly not (hampir pasti tidak) | -0,8        |
| Probably not (kemungkinan besar tidak)    | -0,6        |
| Maybe not (mungkin tidak)                 | -0,4        |
| Unknown (mungkin)                         | -0,2 to 0,2 |
| Maybe (mungkin)                           | 0,4         |
| Probably (kemungkinan besar)              | 0,6         |
| Almost certainly (hampir pasti)           | 0,8         |
| Definitely (pasti)                        | 1,0         |

Adapun kelebihan dan kekurangan dari metode *certainty factor* (T. Sutojo, S.Si, Edy Mulyanto, Dr. Vincent Suhartono, 2011) adalah sebagai berikut :

1. Kelebihan dari metode *certainty factor* adalah :
  - a. Metode ini cocok dipakai dalam sistem pakar yang mengndung ketidakpastian.
  - b. Dalam sekali proses perhitungan hanya dapat mengolah 2 data saja sehingga keakuratan data dapat terjaga.
2. Kekurangan dari metode *Certainty Factor* adalah :
  - a. Pemodelan ketidakpastian yang menggunakan perhitungan metode Certainty Factor biasanya masih diperdebatkan.

Untuk data lebih dari 2 buah, harus dilakukan beberapa kali pengolahan data.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Konstipasi atau sembelit adalah frekuensi Buang Air Besar (BAB) kurang dari 3 kali dalam 1 minggu dengan tinja yang keras, besar dan kering. Tolok-ukur kebiasaan BAB yang normal pada anak tergantung pada umur dan apa yang dimakan olehnya. Kebiasaan BAB anak berbeda-beda setiap anak yang mendapatkan makanan berbeda-beda. Beberapa faktor yang mempengaruhi frekuensi BAB dan Konstipasi antara lain adalah jenis makanan (misalnya kadar serat) dan *toilet training* yang dilakukan sebelum waktunya. Frekuensi BAB biasanya akan berkurang seiring dengan pertumbuhan umur anak dan kematangan saluran pencernaannya. Pada saat bayi berusia 2 tahun, pola BABnya menyerupai anak yang lebih besar dan konsistensinya biasanya lembek. Anak yang mengalami konstipasi akan mengalami kebiasaan BAB yang tidak seperti biasanya, bahkan bisa menimbulkan keluhan nyeri perut akibat perut terasa penuh dan BAB berdarah. Program sistem pakar merupakan program dengan basis pengetahuan yang dinamis. Dengan kata lain, pengetahuan yang ada pada program ini harus dapat bertambah atau bisa di *edit* tanpa harus mengubah isi dari program secara keseluruhan. Dengan demikian yang diperlukan basis pengetahuan dengan mengetahui terlebih dahulu bagaimana mengenali suatu jenis penyakit yang diderita seseorang berdasarkan keseluruhan utama maupun gejala-gejala yang ditimbulkan serta sebab terjadinya penyakit. Sebagai memenuhi syarat-syarat tersebut maka dibuat suatu struktur *if-then* yang dibaca dan *database* .program ini diusahakan sesederhana mungkin agar mudah dimengerti penggunaanya.

Mendiagnosa suatu penyakit konstipasi diperlukan sekumpulan fakta-fakta atau informasi tentang suatu gejala yang dirasakan *user* sebagai masukan bagi sistem, kemudian dilakukan pelacakan sampai tercapainya tujuan akhir tanpa kesimpulan tindakan medis. Cara pelacakan diawali dengan pengkodean dari kombinasi fakta-fakta yang dimasukan. Proses pencocokan kode masukan terhadap kaidah yang juga sudah dikodekan terus berlangsung sampai pada akhirnya ada kesesuaian kombinasi masukan dengan kombinas kode suatu kaidah. Bila tercapai kesesuaian maka kaidah tersebut akan memanggil kesimpulan berkode tertentu, untuk menyelesaikan tanggapan terhadap fakta. Masukan tanggapan itulah yang merupakan *output* dari sistem. Dengan kata lain, penalaran dimulai dari sekumpulan fakta-fakta terlebih dahulu untuk menguji kebenaran *hipotesa* (menuju kesimpulan).

Konstipasi dapat dilihat dari tanda gejala yang diderita oleh anak, selain itu konstipasi mempunyai 2 jenis yaitu ;

1. Kontipasi ringan  
 Konstipasi ringan adalah rectum tidak kosong dan dindingnya *malmai* peregangan berlebihan secara *kronik*, sehingga tambahan *feses yang* datang mencapai tempat ini tanpa meregang rectum lebih lanjut dan biasanya penderita penyakit kostipasi ringan ini mengalami waktu kurang dari 1 minggu . Konstipasi ringan ini mempunyai beberapa tanda gejala-gejala sebagai berikut :
  - a. Perut mual.
  - b. Nafsu makan berkurang.
  - c. Nyeri pada saat mengrluarkan tinja.
  - d. Sakit kepala.
  - e. Demam.

- f. Kemerahan pada wajah.
  - g. Rewel.
2. Konstipasi berat/akut
- Konstipasi berat/akut adalah *rectum* tetap mempertahankan *tonusnya* dan defekasi timbul secara mudah dengan *stimulasi eksativa, supositoria*, atau *enemadan* biasanya penderita penyakit konstipasi berat/akut ini mengalami waktu lebih dari 1 minggu. Konstipasi ringan ini mempunyai beberapa tanda gejala-gejala sebagai berikut :
- a. Bising usus yang janggal.
  - b. Perut mual
  - c. Tinja yang keluar kering.
  - d. Perubahan perilaku.
  - e. Terdapat luka pada anus.
  - f. Rewel.

Banyak sekali anak-anak yang mengalami penyakit konstipasi, agar tidak terjadi konstipasi pada anak-anak ada beberapa solusi/penanganan sebagai berikut:

1. Pendidikan dan konsultasi.
2. Latihan fisik, bagi anak yang kurang aktivitas fisiknya.
3. *Toilet training*, anak dibiasakan duduk di toilet selama 5-10 menit 2 kali dalam sehari 30 menit setelah makan.
4. Diet dengan konsumsi makanan cukup serat dan cairan serat di bagi menjadi 2 kelompok, yaitu serat larut dan serat tidak larut.
5. Obat-obat pencahar, menangani sembelit juga dapat dilakukan dengan pemberian obat-obat pencahar. Pemberian obat pencahar memiliki 2 tujuan yaitu :
  - a. Mengeluarkan tinja yang keras  
Dengan minum obat atau dengan *injeksi* langsung ke *rectum*. Jika masih gagal, pengeluaran tinja bisa dilakukan secara manual. Setelah tinja yang keras berhasil dikeluarkan, maka dilanjutkan dengan tetapi pemeliharaan.
  - b. Terapi pemeliharaan.  
Terapi ini untuk merangsang gerakan usus dengan mengonsumsi obat secara teratur selama 3-6 bulan dan tidak menahan keinginan untuk BAB.

Terapi pijat, anak yang mendapatkan terapi pijat mengalami peningkatan dalam frekuensi BABnya dan penurunan frekuensi keceperitnya.

Syarat-syarat ditetapkan konstipasi sebagai berikut :

1. Perubahan pola makan.  
Bayi yang awalnya mengonsumsi ASI kemudian memulai makan-makanan yang lebih padat dapat mengalami sembelit, begitu pula bayi yang mendapatkan ASI eksklusif lalu berganti dengan susu formula. Anak yang mendapatkan susu sapi atau susu kedelai lebih beresiko memiliki tinja yang keras.
2. Konsumsi makanan tertentu.  
Sembelit pada anak bisa disebabkan oleh konsumsi makanan cepat saji yang rendah serat dan konsumsi susu yang terlalu banyak. Untuk gantinya diberikan jus buah, banyak air minum air putih dan makanan yang berserat.
3. Psikologis.  
Anak yang mengalami sembelit memiliki rasa percaya diri yang kurang dan lebih mudah cemas jika melakukan *toilet training*.

Runut maju berarti menggunakan himpunan aturan kondisi-aksi. Dalam metode ini, data digunakan untuk menentukan aturan nama yang akan dijalankan, kemudian aturan tersebut dijalankan. Proses diulang sampai ditemukan suatu hasil. Dapat dilihat dibawah ini:

**Tabel 2** Nilai Bobot Konstipasi Sedang Dan Konstipasi Berat/akut Dilihat Dari Gejalanya.

| Jenis Konstipasi        | Kode Gejala                            | Nilai Bobot(%) |
|-------------------------|----------------------------------------|----------------|
| P1<br>Konstipasi Sedang | C1= Perut mual.                        | 0,6            |
|                         | C2= Nafsu makan berkurang.             | 0,6            |
|                         | C3= Nyeri pada saat mengruarkan tinja. | 1,0            |
|                         | C4= Sakit kepala.                      | 0,8            |
|                         | C5= Demam.                             | 0,4            |
|                         | C6= Kemerahan pada wajah.              | 0,6            |
|                         | C7= Rewel.                             | 0,4            |

|                                |                                |     |
|--------------------------------|--------------------------------|-----|
| P2<br>Konstipasi<br>Berat/Akut | C8= Bising usus yang janggal.  | 0,6 |
|                                | C9= Perut mual                 | 0,8 |
|                                | C10= Tinja yang keluar kering. | 1,0 |
|                                | C11= Perubahan perilaku.       | 0,2 |
|                                | C12= Terdapat luka pada anus.  | 1,0 |
|                                | C13= Rewel.                    | 0,6 |

Jika dijabarkan maka *rule base* untuk menentukan penyakit konstipasi, yaitu:

1. IF C1 AND C2 AND C3 AND C4 AND C5 AND C6 AND C7 THEN P1
2. IF C8 AND C9 AND C10 AND C11 AND C12 AND C13 THEN P2

*Rule* untuk penyakit konstipasi sedang :

IF Perut mual AND Nafsu makan berkurang AND Nyeri saat maengeluarkan tinja AND Sakit Kepala AND Demam AND Kemerahan pada wajah AND Rewel THEN.

*Rule* untuk penyakit konstipasi berat/akut :

IF Bising usus yang janggal AND Perut mual AND Tinja yang keluar kering AND Perubahan perilaku AND Terdapat luka pada anus AND Rewel THEN.

Adapun cara kerja aplikasi sistem pakar dalam melakukan diagnosa penyakit konstipasi adalah sebagai berikut:

1. Pemakai (*user*) sistem, dalam hal ini operator dalam sistem tersebut diminta untuk memilih macam atau jenis gejala suatu penyakit yang akan diperiksa/didiagnosa.
2. Sistem akan menampilkan dialog *box (form)* tentang petunjuk/informasi pemakai sistem.
3. Dalam melakukan diagnosa penyakit konstipasi aplikasi sistem pakar yang akan dibuat menampilkan tampilan berupa dialog atau komputer memberikan beberapa pertanyaan mengenai gejala penyakit yang dialami oleh pemakai (*user*), jadi disini antara komputer dengan pemakai (*user*) dalam pemeriksaan.
4. Kemudian sistem akan memberikan penampilan hasil diagnosa perihal jenis penyakit yang diderita oleh *user* serta memberikan solusi yang akan dilakukan oleh *user* tersebut.

Pertanyaan berdasarkan gejala-gejala konstipasi ringan dan konstipasi berat/akut yang di jawaboleh pasien adalah :

**Tabel 3** Rekam Medis Gejala-Gejala Penyakit Konstipasi.

| No | Pertanyaan                                       | Bobot |       |      | Jenis Penyakit Konstipasi |
|----|--------------------------------------------------|-------|-------|------|---------------------------|
|    |                                                  | Ya    | Tidak | Ragu |                           |
| 1  | Apakah anda merasakan mual                       | 0,6   | 0     | 0,2  | Sedang/Berat              |
| 2  | Apakah anda merasakan nafsu makan berkurang      | 0,6   | 0     | 0,4  | Sedang                    |
| 3  | Apakah anda merasa nyeri saat mengeluarkan tinja | 0,8   | 0     | 0,6  | Sedang                    |
| 4  | Apakah anda meraskan sakit kepala                | 06    | 0     | 0,4  | Sedang                    |
| 5  | Apakah anda merasa demam                         | 0,4   | 0     | 0,2  | Sedang                    |
| 6  | Apakah anda merasakan kemerahan pada wajah       | 0,2   | 0     | 0,1  | Sedang                    |
| 7  | Apakah anda merasa rewel                         | 0,6   | 0     | 0,2  | Sedang/Berat              |
| 8  | Apakah anda merasakan bising usus yang janggal   | 0,4   | 0     | 0,3  | Berat                     |
| 9  | Apakah anda merasakan tinja yang keluar kering   | 0,8   | 0     | 0,5  | Berat                     |
| 10 | Apakah anda merasakan perubahan perilaku         | 0,5   | 0     | 0,2  | Berat                     |
| 11 | Apakah anda merasakan terdapat luka pada anus    | 0,4   | 0     | 0,2  | Berat                     |

Hasil dari kuisisioner pada pasien yang mengalami konstipasi dan hasilnya adalah konstipasi berat/akut, maka metode *certainty factor* akan mencari nilai kepastianya berdasarkan fakta yang ada. *Certainty Factor* (CF) menunjukkan ukuran kepastian terhadap suatu fakta atau aturan. Bila diasumsikan rekam medis pasien adalah sebagai berikut :

**Tabel 4** Daftar Pertanyaan Dan Jawaban Pasien.

| No | Gejala-Gejala                               | Bobot Gejala | Jawaban |       |      | Bobot pasien |
|----|---------------------------------------------|--------------|---------|-------|------|--------------|
|    |                                             |              | Ya      | Tidak | Ragu |              |
| 1  | Apakah anda merasakan mual                  | 0,6/0,8      | ✓       |       |      | 0,6          |
| 2  | Apakah anda merasakan nafsu makan berkurang | 0,6          |         | ✓     |      | 0            |
| 3  | Apakah anda merasa nyeri saat               | 1,0          | ✓       |       |      | 0,8          |

|    |                                                |        |   |   |     |
|----|------------------------------------------------|--------|---|---|-----|
|    | mengeluarkan tinja                             |        |   |   |     |
| 4  | Apakah anda meraskan sakit kepala              | 0,8    |   | ✓ | 0   |
| 5  | Apakah anda merasa demam                       | 0,4    |   | ✓ | 0   |
| 6  | Apakah anda merasakan kemerahan pada wajah     | 0,6    | ✓ |   | 0,2 |
| 7  | Apakah anda merasa rewel                       | 04/0,6 | ✓ |   | 0,6 |
| 8  | Apakah anda merasakan bising usus yang janggal | 0,6    | ✓ |   | 0,4 |
| 9  | Apakah anda merasakan tinja yang keluar kering | 1,0    | ✓ |   | 0,8 |
| 10 | Apakah anda merasakan perubahan perilaku       | 0,2    |   | ✓ | 0,2 |
| 11 | Apakah anda merasakan terdapat luka pada anus  | 1,0    | ✓ |   | 0,4 |

Keterangan :

1. Nilai bobot untuk gejala mual (konstipasi sedang) = 0,6
2. Nilai bobot untuk gejala mual (konstipasi berat/akut) = 0,8
3. Nilai bobot untuk gejala rewel (konstipasi sedang) = 0,4
4. Nilai bobot untuk gejala rewel (konstipasi berat/akut) = 0,6

Dari tabel diatas dapat diketahui pasien mengalami menyakit konstipasi sedang atau konstipasi berat/akut dengan melihat seberapa besar bobot dan gejala-gejala yang dialami oleh pasien dengan melihat rekam medis dan menjawab kuisioner tersebut. Mencari nilai kepastian dalam Kuisioner ini dapat menggunakan metode *certainty factor* sebagai berikut :

**Tabel 5** Hasil Rekam Medis Penyakit Konstipasi Dilihat Dari Gejalanya.

| No | Gejala-Gejala                 | Nilai Bobot | Nilai User |
|----|-------------------------------|-------------|------------|
| 1  | Perut Mual                    | 0,6/0,8     | 0,6        |
| 2  | Nyeri Saat Mengeluarkan Tinja | 1,0         | 0,8        |
| 3  | Kemerahan Pada Wajah          | 0,6         | 0,2        |
| 4  | Rewel                         | 0,4/0,6     | 0,6        |
| 5  | Bising Usus Yang Janggal      | 0,6         | 0,4        |
| 6  | Tinja Yang Keluar Kering      | 1,0         | 0,8        |
| 7  | Perubahan perilaku            | 0,2         | 0,2        |
| 8  | Terdapat Luka Pada Anus       | 1,0         | 0,4        |

Menghitung tingkat keyakinan untuk konstipasi sedang adalah sabagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Solusi CF[H,E]1} &= \text{CF[H]1} * \text{CF[E]1} = 0,6 * 0,6 \\ &= 0,36 \\ \text{CF[H,E]2} &= \text{CF[H]2} * \text{CF[E]2} = 1,0 * 0,8 \\ &= 0,8 \\ \text{CF[H,E]3} &= \text{CF[H]3} * \text{CF[E]3} = 0,6 * 0,2 \\ &= 0,12 \\ \text{CF[H,E]4} &= \text{CF[H]4} * \text{CF[E]4} = 0,4 * 0,6 \\ &= 0,24 \end{aligned}$$

**Tabel 6** Hasil Dari CF Terhadap Konstipasi Sedang

| No | Gejala                        | Ukuran Kepastian (H,E) |
|----|-------------------------------|------------------------|
| 1  | Perut Mual                    | 0,36                   |
| 2  | Nyeri Saat Mengeluarkan Tinja | 0,8                    |
| 3  | Kemerahan Pada Wajah          | 0,12                   |
| 4  | Rewel                         | 0,24                   |

$$\begin{aligned} \text{CFcombine CF[H,E]1,2} &= \text{CF[H,E]1} + \text{CF[H,E]2} * (1 - \text{CF[H,E]1}) = 0,36 + 0,8 * (1 - 0,36) \\ &= 0,36 + 0,8 * 0,64 = 0,36 + 0,51 \\ &= 0,87 \text{ old1} \\ \text{CFcombine CF[H,E]old1,3} &= \text{CF[H,E]old1} + \text{CF[H,E]3} * (1 - \text{CF[H,E]old1}) \\ &= 0,87 + 0,12 * (1 - 0,87) = 0,87 + 0,12 * 0,13 = 0,87 + 0,02 \\ &= 0,89 \text{ old2} \\ \text{CFcombine CF[H,E]old2,4} &= \text{CF[H,E]old2} + \text{CF[H,E]4} * (1 - \text{CF[H,E]old2}) \\ &= 0,89 + 0,24 * (1 - 0,89) = 0,89 + 0,24 * 0,11 = 0,89 + 0,03 \\ &= 0,92 \text{ old3} \\ \text{CF[H,E]old3} * 100\% &= 0,92 * 100\% \\ &= 92\% \end{aligned}$$

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perhitungan *certainty factor* pada penyakit konstipasi sedang memiliki persentase tingkat keyakinan yaitu 92%. Menghitung tingkat keyakinan untuk konstipasi berat/akut adalah sabagai berikut :

Solusi  $CF[H,E]_1 = CF[H]_1 * CF[E]_1 = 0,6 * 0,4 = 0,24$   
 $CF[H,E]_2 = CF[H]_2 * CF[E]_2 = 0,8 * 0,6 = 0,48$   
 $CF[H,E]_3 = CF[H]_3 * CF[E]_3 = 1,0 * 0,8 = 0,8$   
 $CF[H,E]_4 = CF[H]_4 * CF[E]_4 = 0,2 * 0,2 = 0,04$   
 $CF[H,E]_5 = CF[H]_5 * CF[E]_5 = 1,0 * 0,4 = 0,4$   
 $CF[H,E]_6 = CF[H]_6 * CF[E]_6 = 0,6 * 0,6 = 0,36$

Tabel 6 Hasil Dari CF Terhadap Konstipasi Berat/Akut

| No | Gejala                   | Ukuran Kepastian (H,E) |
|----|--------------------------|------------------------|
| 1  | Bising Usus Yang Janggal | 0,24                   |
| 2  | Perut Mual               | 0,48                   |
| 3  | Tinja Yang Keluar Kering | 0,8                    |
| 4  | Perubahan Perilaku       | 0,04                   |
| 5  | Terdapat Luka Pada Anus  | 0,4                    |
| 6  | Rewel                    | 0,36                   |

CFcombine  $CF[H,E]old1,2 = CF[H,E]_1 + CF[H,E]_2 * (1 - CF[H,E]_1)$   
 $= 0,24 + 0,48 * (1 - 0,24) = 0,24 + 0,48 * 0,76$   
 $= 0,24 + 0,36 = 0,6 old1$

CFcombine  $CF[H,E]old1,3 = CF[H,E]old1 + CF[H,E]_3 * (1 - CF[H,E]old1)$   
 $= 0,6 + 0,8 * (1 - 0,6) = 0,6 + 0,8 * 0,4$   
 $= 0,6 + 0,32 = 0,92 old2$

CFcombine  $CF[H,E]old2,4 = CF[H,E]old2 + CF[H,E]_4 * (1 - CF[H,E]old2)$   
 $= 0,92 + 0,04 * (1 - 0,92) = 0,92 + 0,04 * 0,08$   
 $= 0,92 + 0,003 = 0,92 old3$

CFcombine  $CF[H,E]old3,5 = CF[H,E]old3 + CF[H,E]_5 * (1 - CF[H,E]old3)$   
 $= 0,92 + 0,4 * (1 - 0,92) = 0,92 + 0,4 * 0,08$   
 $= 0,92 + 0,03 = 0,95 old4$

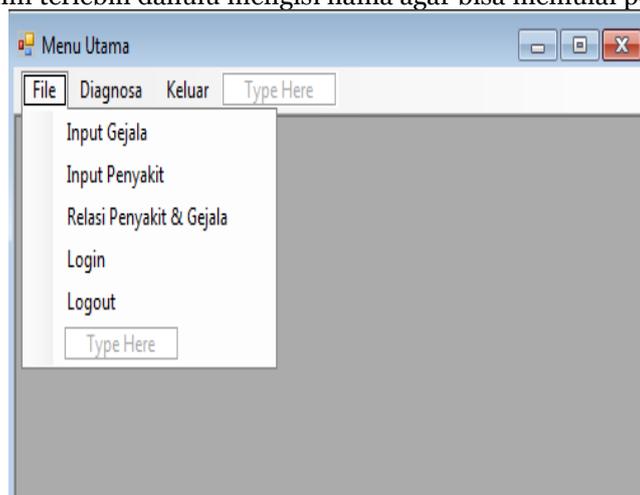
CFcombine  $CF[H,E]old4,6 = CF[H,E]old4 + CF[H,E]_6 * (1 - CF[H,E]old4)$   
 $= 0,95 + 0,36 * (1 - 0,95) = 0,95 + 0,36 * 0,05$   
 $= 0,95 + 0,02 = 0,97old5$

$CF[H,E]old5 * 100\% = 0,97 * 100\% = 97\%$

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perhitungan *certainty factor* pada penyakit konstipasi berat/akut memiliki persentase tingkat keyakinan yaitu 97%.

Implementasi Form Menu Utama

Form menu utama merupakan *form* yang berisi pilihan-pilihan menu utama atau tampilan pertama saat program dijalankan. Admin terlebih dahulu mengisi nama agar bisa memulai pertanyaan kepada *user*.



**Gambar 2** Implementasi Form Menu Utama

Implementasi Form Input Penyakit

Tampilan input penyakit ini merupakan form yang berisikan tentang penyakit dan pengobatannya.

| Kode Penyakit | Nama Penyakit         | Pengobatan             |
|---------------|-----------------------|------------------------|
| P00           | Konstipasi Sedang     | 1. Makan makanan ...   |
| P01           | Konstipasi Berat/Akut | Segera Temui Dokter... |

**Gambar 3** Implementasi Form Input Penyakit

Implementasi Form Input Gejala

Rancangan input gejala ini merupakan *form* yang berisikan gejala-gejala yang ada di dalam suatu penyakit.

| Kode Gejala | Nama Gejala                                      |
|-------------|--------------------------------------------------|
| G00         | Apakah anda merasakan mual                       |
| G01         | Apakah anda merasakan nafsu makan berkurang      |
| G02         | Apakah anda merasa nyeri saat mengeluarkan tinja |
| G03         | Apakah anda merasakan sakit kepala               |
| G04         | Apakah anda merasa demam                         |
| G05         | Apakah anda merasakan kemerahan pada wajah       |
| G06         | Apakah anda merasa rewel                         |
| G07         | Apakah anda merasakan bising usus yang janggal   |
| G08         | Apakah anda merasakan tinja yang keluar kering   |
| G09         | Apakah anda merasakan perubahan perilaku         |
| G10         | Apakah terdapat luka pada anus                   |

**Gambar 4** Implementasi Form Input Gejala

Implementasi Form Relasi Antara Penyakit Dan Gejala

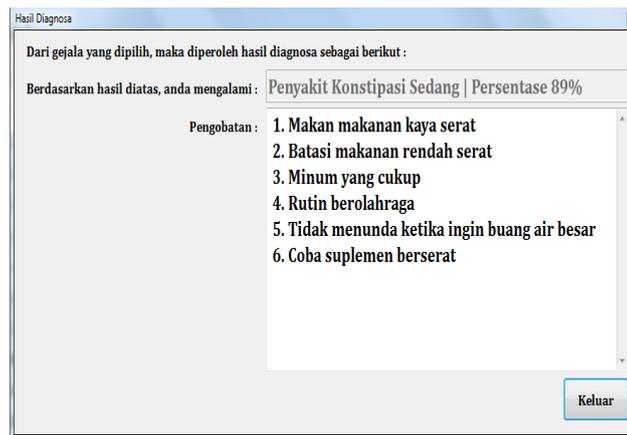
Form ini merupakan relasi antara penyakit dan gejala yang nantinya akan menghasilkan diagnose dari suatu penyakit.

| ID | Kode Penyakit | Kode Gejala | Nilai Ya | Nilai Tidak | Nilai Ragu | Nilai Pakar |
|----|---------------|-------------|----------|-------------|------------|-------------|
| 5  | P00           | G00         | 0.40     | 0.00        | 0.20       | 0.60        |
| 11 | P00           | G01         | 0.40     | 0.00        | 0.40       | 0.60        |
| 12 | P00           | G02         | 0.80     | 0.00        | 0.60       | 1.00        |
| 13 | P00           | G03         | 0.40     | 0.00        | 0.40       | 0.80        |
| 14 | P00           | G04         | 0.40     | 0.00        | 0.20       | 0.40        |
| 15 | P00           | G05         | 0.20     | 0.00        | 0.10       | 0.40        |
| 16 | P00           | G06         | 0.40     | 0.00        | 0.20       | 0.40        |
| 17 | P01           | G07         | 0.40     | 0.00        | 0.30       | 0.60        |
| 20 | P01           | G08         | 0.80     | 0.00        | 0.50       | 1.00        |
| 21 | P01           | G09         | 0.50     | 0.00        | 0.20       | 0.20        |

**Gambar 5** Tampilan Relasi Antara Penyakit Dan Gejala

Implementasi Form Hasil Diagnosa

*Form* ini merupakan hasil dari pertanyaan yang di jawab oleh *user* dan mendapatkan diagnosa dan medapatkan pengobatannya.



**Gambar 6** Implementasi Form Hasil Diagnosa

## KESIMPULAN.

1. Sistem pakar yang dibangun dapat membantu para pengguna untuk mengetahui mengenai penyakit konstipasi.
2. Metode *certainty factor* dapat dijadikan acuan untuk menentukan jenis penyakit konstipasi.
3. Menerapkan *metode certainty factor* dalam sistem pakar maka dapat memudahkan proses diagnosa penyakit konstipasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi Nugroho, 2010, "Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek Dengan Metode USDP", Andi, Yogyakarta.
- Ali Ridho Barakbah, Tita Karlita, Ahmad Syaugi Ahsan, 2014, "Logika Dan Algoritma", Fens, Surabaya.
- Aji Prihaning tyas, 2014, "Deteksi dan Cepat Obati 30+ Penyakit yang sering Menyerang Anak", Media Pressindo, Yogyakarta.
- Heri Sismoro, 2005. "Pengantar Logika Informatika, Algoritma dan Pemrograman Komputer", Andi, Yogyakarta.
- Kusrini, 2008, "Aplikasi Sistem Pakar", Andi, Yogyakarta.
- Ketut Darmayuda, 2008, "Pemograman Aplikasi Database Dengan Microsoft Visual Basic Net 2008", Informatika Bandung, Bandung.
- Sudarti, 2010, "Kelainan Dan Penyakit Pada Bayi Dan Anak", Nuha Medika, Yogyakarta.
- Djoni Haryadi Setiabudi, 2002, "Aplikasi E-Commerce WWW. KOMPUTER ONLINE.COM Dengan Menggunakan MySQL dan PHP4". Jurnal INFORMATIKA. Vol 3, 88-95.
- Luther A. Latumakulita (2012) "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Anak Menggunakan Certainty Factor (CF)" Jurnal Ilmiah Sains. Vol 12, No 2, 121-126.
- OksiVeradani (2014) "Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Baby Blues Pada Wanita Dalam Masa Nifas Dengan Menerapkan Metode Certainty Factor" Jurnal STMIK Budidarma. Vol VIII, No 3, 2301-9425, 85-89.

## PERANCANGAN ALAT DEBIT PADA PENAMPUNGAN AIR DENGAN METODE FLC DAN PID BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA5835

Sulis Setiyo<sup>1</sup>, Pilipus Tarigan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan

<sup>2</sup>Dosen Tetap STMIK Budi Darma Medan  
[sulissetiyo17@gmail.com](mailto:sulissetiyo17@gmail.com)

**Abstrak.** *Pengguna air di butuhkan untuk sehari-hari lebih banyak di butuhkan pada waktu pagi dari pada siang maupun malam di karenakan aktifitas di pagi hari lebih banyak membutuhkan air seperti memasak, mencuci, mandi dan lain-lain, sehingga bak penampungan air yang di perlukan akan lebih banyak. Sistem kerja pengisian air ini masih membutuhkan pengawasan penuh. Pompa air harus dihidupkan bila bak penampungan air kosong dan juga sebaliknya pompa harus dimatikan bila bak penampungan air sudah penuh. Dalam pekerjaan memerlukan waktu yang banyak untk menghidupkan pompa air Metode Fuzzy hanya mengenal 0 dan 1, on atau off, hidup atau mati, gelap atau terang, benar atau salah. Tidak ada yang samar-samar, tidak ada abu-abu yang ada hanya hitam atau putih. Jika tidak 1 maka 0, jika tidak gelap berarti terang dan ini adalah sesuatu yang logis. alat ini akan membuka kran-kran pada bak penampungan air, dan alat ini akan otomatis mengisi bak-bak penampung air apabila air dalam penampung itu kurang dari bebit penampungan air dan pompa akan mati secara otomatis dengan batas yang di tentukan.*

**Kata Kunci :** debit air, Atmega8535, Metode Fuzzy Logic.

### PENDAHULUAN

Pengguna air di butuhkan untuk sehari-hari lebih banyak di butuhkan pada waktu pagi dari pada siang maupun malam di karenakan aktifitas di pagi hari lebih banyak membutuhkan air seperti memasak, mencuci, mandi dan lain-lain, sehingga bak penampungan air yang di perlukan akan lebih banyak. Sehingga pengisian air pada bak penampungan air dengan menggunakan mesin pompa air di mana pompa air berfungsi untuk menghisap air untuk dimasukan kedalam bak penampungan air. Sistem kerja pengisian air ini masih membutuhkan pengawasan penuh. Pompa air harus dihidupkan bila bak penampungan air kosong dan juga sebaliknya pompa harus dimatikan bila bak penampungan air sudah penuh. Dalam pekerjaan memerlukan waktu yang banyak untk menghidupkan pompa air. Metode Fuzzy Logic ini diformulasikan dalam rangka mencari nilai tengah antara bilangan Aristoteles 0 dan 1. Logika biner 0 atau 1 dasarnya berfikirnya adalah dari filsuf Aristoteles yang mengajarkan hukum berfikir bahwa sesuatunya mesti tergolong benar atau salah. Logika biner hanya mengenal on atau off, hidup atau mati, gelap atau terang, benar atau salah. Tidak ada yang samar-samar, tidak ada abu-abu yang ada hanya hitam atau putih. Jika tidak 1 maka 0, jika tidak gelap berarti terang dan ini adalah sesuatu yang logis. Dan ini juga yang menjadi dasar perkembangan teknologi digital saat ini hal itu seiring dengan usaha untuk membuat komputer yang bekerja seperti cara manusia berfikir. Sebab komputer pada dasarnya adalah sebuah mesin hitung yang tidak berfikir. Sebelumnya Plato sudah mencetuskan ide adanya daerah ketiga diantara benar dan salah. Ini yang menjadi dasar logika Fuzzy yang memformulasikan bilangan antara 0 dan 1 atau lebih tepat antara 0.0 dan 1.0. Dapat disimpulkan Logika Fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output.

Penelitian yang telah dilakukan adalah penelitian yang dilakukan oleh (Steven Bandong, Hesky Stevy Kolibu, Verna Albert South, 02 September 2015 vol 4,) yang mengangkat tentang Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu Dan Ketinggian Air Untuk Peminjahan Ikan Dengan Menggunakan Metode Logika Fuzzy. Dimana sistem mengontrol suhu dan ketinggian air pada suhu rata-rata 26,0°C dari suhu awal 25,4°C dan ketinggian air pada 29,0 cm dari ketinggian awal air 25,5. Dan penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh ( Pilipus Tarigan, Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IX, Maret 2015), Perancangan Alat Simulator Kontrol Lampu Rumah Berbasis Komputerisasi dengan menggunakan metode Fuzzy Logic control). Dimana metode Fuzzy Logic dapat digunakan untuk menyatakan hukum operasional dari suatu sistem dengan ungkapan dan membantu mendefinisikan karakteristik operasional sistem dengan lebih baik. Ungkapan bahasa untuk karakteristik sistem biasanya dinyatakan dalam bentuk implikasi logika misalnya, aturan Jika-Maka

Pada perancangan penampungan debit air penulis menggunakan mikrokontroler Atmega 8535. Mikrokontroler Atmega 8535 banyak di gunakan dalam pembuatan alat-alat pengendali, cara kerja alat ini berdasarkan pemakaian pada waktu dimana di butuhkan banyak air untuk kebutuhan, alat ini akan membuka kran-kran pada bak penampung air, dan alat ini akan otomatis mengisi bak-bak penampung air apabila air dalam penampung itu kurang dari bebit penampungan air dan pompa akan mati secara otomatis dengan batas yang di tentukan.

**BAHAN PENELITIAN**

**Bahan**

Sebagai bahan perancangan yang akan di gunakan adalah mesin pompa air dari sumur, software Bascom-AVR dengan bahasa pemrograman yang akan di pakai adalah bahasa C.

**Metode**

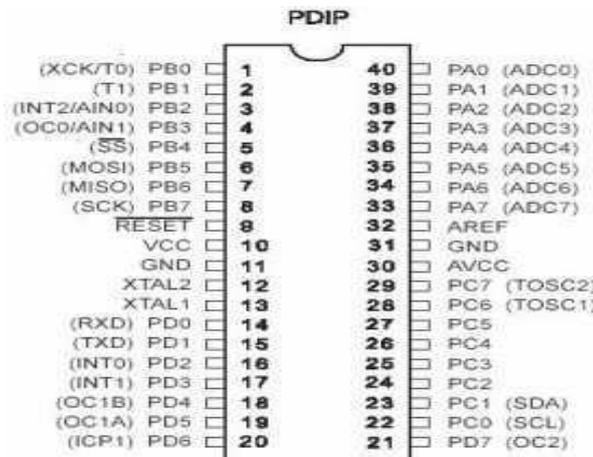
**Mikrokontroler AVR ATMEGA 8535**

AVR ATMEGA 8535 merupakan IC CMOS 8-bit yang memiliki daya rendah dalam pengopersiannya dan berbasis pada arsitektur RISC AVR ATMEGA 8535 dapat mengeksekusi satu instruksi dalam sebuah siklus clock, dan dapat mencapai 1 MIPS per Mhz, sehingga para perancang dapat megoptimalkan penggunaan daya rendah dengan kecepatan yang tinggi.

Mikrokontroler ini cukup populer karena dapat mengoptimalkan penggunaan daya rendah dengan kecepatan tinggi. Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur, diantaranya fitur –fitur yang terdapat pada ATMEGA 8535, 8 Kbyte In-System Programmable flash dengan kemampuan membaca ketika menulis

1. 512 byte EEPROM.
2. 512 byte SRAM.
3. 32 general purpose I/O.
4. 32 general purpose register.
5. 3 buah Timer / Counter dengan mode compore.
6. Interrupt internal dan eksternal.
7. USART dapat diprogram.
8. 8-chennel ADC 10 bit.
9. Internal oscilator.

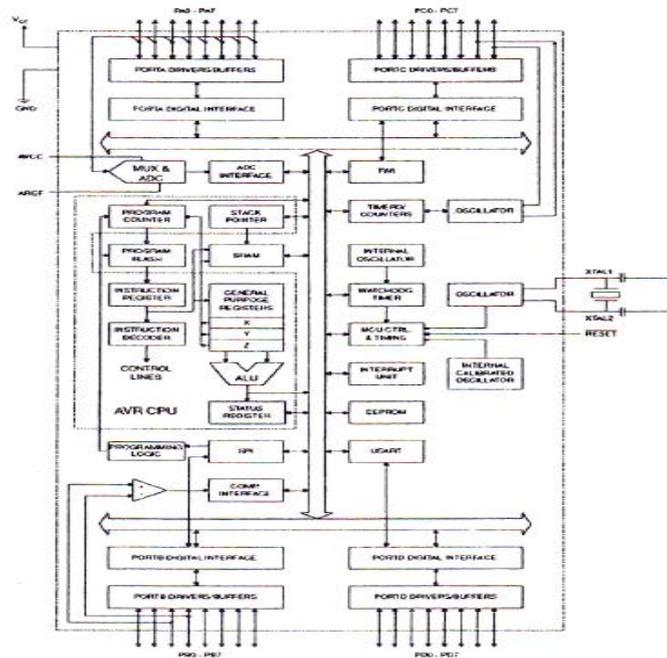
AVR ATMEGA 8535 mempunyai 40 kaki, 32 kaki yang digunakan untuk keperluan port paralel setiap port terdiri dari 8 pin, sehingga terdapat 4 port, yaitu port A, port B, portC, port D. seperti gambar dibawah ini :



**Gambar 1** Konfigurasi Pin ATMEGA8535

**Penjelasan Pin**

- VCC : Tegangan Supplay (5 volt)
- GND : Ground
- RESET : Input reset level rendah pada pin ini selama lebih dari panjang pulsa minimum akan menghasilkan reset, walaupun clock sedang berjalan.
- XTAL1 : Input penguat osilator inverting dan input pada rangkaian operasi clock internal.
- XTAL2 : Output dari penguat osilator inverting.
- AVCC : Pin tegangan suplay untuk port A dan ADC. Pin ini harus dihubungkan ke VCC walaupun ADC tidak digunakan, maka pin ini harus dihubungkan ke VCC melalui low pass filter.
- AREF : Pin referensi tegangan analaog untuk ADC.



**Gambar 2** Blok Diagram AVR ATMEGA 8535

Dilihat dari gambar diatas Mikrokontroler AVR ATMEGA 8535 ini memiliki 4 buah port paralel dan masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda-beda :

1. Port A (PA0-PA7)  
Port A berfungsi sebagai input analog ke ADC. Port A juga dapat berfungsi sebagai port I/O 8 bit bidirectional, jika ADC tidak digunakan maka pin port dapat menyediakan resistor pull-up internal(dipilih untuk setiap bit)
2. Port B (PB0-PB7)  
Port B merupakan I/O 8 bit bidirectional dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit)
3. Port C (PC0-PC7)  
Port C merupakan I/O 8 bit bidirectional dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit)
4. Port D (PD0-PD7)  
Port D merupakan I/O 8 bit bidirectional dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit)

**Debit Aliran Air**

Debit aliran merupakan jumlah volume air yang mengalir dalam waktu tertentu melalui suatu penampang air, sungai, saluran, pipa atau kran. Aliran air dikatakan memiliki sifat ideal apabila air tidak dapat dimanfaatkan dan berpindah tanpa mengalami gesekan, hal ini berarti pada gerakan air tersebut memiliki kecepatan yang tetap pada masing-masing titik dalam pipa dan gerakannya beraturan akibat pengaruh gravitasi bumi. Pengukuran merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam suatu sistem pengolahan air. Pada prakteknya, terdapat beberapa metode yang digunakan untuk mengetahui debit air pada saluran terbuka, diantaranya:

1. Dilution
2. Timed Gravimetric
3. Weir atau flume
4. Area velocity

Dari beberapa teknik pengukuran diatas penulis menggunakan metode pengukuran Timed Grafimetric, alasannya karena pada metode ini cara pengukurannya sangat sesuai untuk digunakan pada pengujian yang akan dilakukan dengan menggunakan wadah yang telah diketahui volumenya kemudian dilakukan pengukuran waktu yang diperlukan untuk mengosongkan bak penampungan tersebut menggunakan stopwatch. Untuk menentukan debit air menggunakan persamaan:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dimana :

- Q : Debit (liter/s)
- V : Volume (liter)
- t : Waktu (s)

Untuk menentukan volume air pada bak menggunakan persamaan:

$$V = p \times l \times h$$

Untuk menentukan volume air pada bak menggunakan persamaan:

Dimana:

- V : Volume (liter)
- p : Panjang bak penampungan
- l : Lebar bak penampungan
- h : Tinggi air

Sedangkan untuk menentukan lama pembukaan menggunakan persamaan:

$$\text{Lama pembukaan} = \frac{\text{volume air yang akan dibuang}}{\text{Debit air}}$$

**Metode Logika Fuzzy**

Logika adalah ilmu yang mempelajari secara sistematis aturan-aturan penalaran yang absah (*valid*) (Frans Susilo, 2006). Logika yang biasa dipakai dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam penalaran ilmiah adalah logika dwi nilai, yaitu logika yang setiap pernyataan mempunyai dua kemungkinan nilai, yaitu benar atau salah. Asumsi dasar dalam logika dwi nilai, yakni bahwa setiap proporsi hanya mempunyai dua nilai kebenaran tersebut. Filosof Yunani kuno Aristoteles, mempermasalahkan pernyataan-pernyataan yang menyangkut masa depan, misalkan pernyataan: “minggu depan ia akan datang.” Pernyataan semacam ini tidak memiliki nilai benar, dan tidak pernah salah, karena peristiwa yang diungkapkan oleh pernyataan semacam itu tidak tentu, sampai yang diungkapkannya tersebut terjadi (atau tidak terjadi).

Untuk menampung pernyataan-pernyataan semacam itulah logikawan Polandia Jan Lukasiewicz pada tahun 1920-an mengembangkan logika tri nilai dengan memasukan nilai nilai kebenaran ketiga, yaitu nilai tak tertentu. Logika ini bukanlah sistem logika yang baru, melainkan merupakan semacam pengembangan dari logika dwi nilai, dalam arti bahwa semua kata perangkai dalam logika tri nilai itu didefinisikan seperti dalam logika dwi nilai sejauh menyangkut nilai kebenaran. Tentu saja salah satu akibatnya tidak semua aturan logika yang berlaku dalam logika dwi nilai berlaku dalam logika Lukasiewicz itu. Logika tri nilai secara umum menghasilkan logika *n*-nilai yang juga dipelopori oleh Lukasiewicz pada tahun 1930-an. Nilai logika dalam logika ini dinyatakan dengan suatu bilangan rasional dalam selang [0,1] yang diperoleh dengan membagi sama besar selang tersebut menjadi *n*-1 bagian. Maka himpunan T nilai kebenaran dalam logika *n*-nilai adalah himpunan *n* buah bilangan rasional sebagai berikut:

$$T_n = \left\{ 0 = \frac{0}{n-1}, \frac{1}{n-1}, \frac{2}{n-1}, \dots, \frac{n-2}{n-1}, \frac{n-1}{n-1} = 1 \right\}$$

Nilai kebenaran tersebut juga dapat dipandang sebagai derajat kebenaran suatu pernyataan, dapat dikatakan bahwa logika dwi nilai merupakan kejadian khusus dari logika *n*-nilai, yaitu untuk *n*=2. Logika *n*-nilai ini dapat dinyatakan dengan lambang *Ln* (*n* = 2).

Himpunan adalah suatu kumpulan atau koleksi objek-objek yang mempunyai kesamaan sifat tertentu (Frans Susilo, 2006). Himpunan *fuzzy* merupakan suatu pengembangan lebih lanjut tentang konsep himpunan dalam matematika. Himpunan *fuzzy* adalah rentang nilai-nilai, masing-masing nilai mempunyai derajat keanggotaan antara 0 sampai dengan 1. Suatu himpunan *fuzzy*  $\tilde{A}$  dalam semesta pembicaraan *U* dinyatakan dengan fungsi keanggotaan  $\mu_{\tilde{A}}$

$$\mu_{\tilde{A}} : U \rightarrow [0,1].$$

Himpunan *fuzzy*  $\tilde{A}$  dalam semesta pembicaraan *U* biasa dinyatakan sebagai sekumpulan pasangan elemen  $\mu(u)$  anggota *U* dan derajat keanggotaannya dinyatakan sebagai berikut:

$$\tilde{A} = \{(u, \mu_{\tilde{A}}(u) \mid u \in U\}.$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

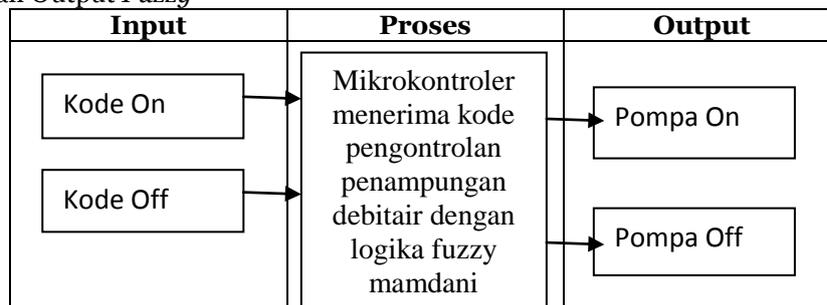
Dengan pengendalian menggunakan alat mikrokontroller sistem pengendalian otomatis dalam pengontrolan pompa untuk pengisian air. Hal ini di karenakan pengendalian otomatis erat dengan efisien waktu dan tenaga kerja. Sebagai kendali mikrokontroller yang akan di terapkan pada pengontrolan debit air dalam menyelesaikan masalah kendali sistem logika *fuzzy* telah di gunakan pada ruang lingkup domain permasalahan yang cukup luas seperti kendali dan pengambilan keputusan, kelebihan logika *fuzzy* kemampuan dalam penalaran bahasa sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematika yang rumit. Ini yang menjadi dasar logika Fuzzy yang memformulasikan bilangan antara 0 dan 1 atau lebih tepat antara 0.0 dan 1.0.

Dapat disimpulkan Logika *Fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output. Logika biner hanya mengenal on atau off, hidup atau mati, gelap atau terang, benar atau salah. Tidak ada yang samar-samar, tidak ada abu-abu yang ada hanya hitam atau

putih. Jika tidak 1 maka 0, jika tidak gelap berarti terang dan ini adalah sesuatu yang logis. Karena dalam proses kerja alat ini, pengguna selalu mengontrol air jika mesin pompa dihidupkan dan mengawasi tiap tipa bak apakah bak tersebut sudah memenuhi batas debit air yang telah ditentukan, jika sudah memenuhi batas debit air maka pompa akan di matikan dan membuka kran-kran pada tiap-tipa bak penampung yang akan di butuhkan.

Semakin banyak kebutuhan air yang di gunakan maka air akan cepat habis pada bak penampungan. Penampung air mempunyai fungsi khusus sebagai tempat menyimpan persediaan air. Pada umumnya, tempat penampung air ini di letakan di tempat yang tinggi, sehingga di butuhkan sebuah pompa air untuk mengisinya. Hala ini sering menimbulkan masalah ketika hendak mengisi tempat penampung air. Sering kali air di isikan sudah melawti batas daya tampung, sehingga banyak air yang terbuang sia-sia. Proses pengisian pada bak penampungan air yang masih manual, menggunakan pelampung dengan bak tertutup proses pengisian ini kurang terkontrol apabila air yang ada di bak penampungan telah melebihi batas sehingga air akan meluap. Hal ini tidak hanya menyebabkan pemborosan pengguna air tetapi juga pemborosan biaya listrik yang harus di keluarkan unutm mengaktifkan pompa. Oleh karena itu, di perlukan suatu cara agar bisa mengendalikan pompa untuk mengisi tempat penampung air agar penggunaan air lebih efisien.

**Tabel 1** Input dan Output *Fuzzy*



Himpunan *input* dan *output* ini menjelaskan nama variabel dan nilai variabel dalam pengontrolan bak penampungan air, penjelasan dapat di lihat pada table 3.2

**Tabel 2** Himpunan *Fuzzy* Pada Pompa

| No | Nama Variabel | Nilai Bak |
|----|---------------|-----------|
| 1  | Pompa 1       | 1 – 2     |
| 2  | Pompa 2       | 2 – 4     |
| 3  | Pompa 3       | 6 – 8     |

1. Himpunan Waktu Pada Pengisian Bak Air

**Tabel 3** Himpunan *Fuzzy* untuk Waktu

| No | Nama Variabel | Nilai Waktu |
|----|---------------|-------------|
| 1  | Pagi          | 00 – 11     |
| 2  | Siang         | 11 – 18     |
| 3  | Malam         | 18 – 24     |

2. Himpunan Pada Volume Bak Air

**Tabel 4** Himpunan *fuzzy* untuk volume air

| No | Nama variabel | Nilai Volume Bak |
|----|---------------|------------------|
| 1  | Sedikit       | 1 - 3            |
| 2  | Sedang        | 3 - 5            |
| 3  | Banyak        | 6 - 8            |

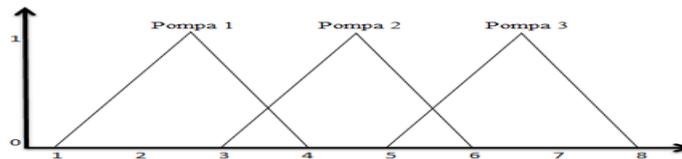
3. Himpunan Pada kondisi Bak Air

**Tabel 5** Himpunan *fuzzy* untuk kondisi

| No | Nama variabel | Nilai Kondisi Mesin |
|----|---------------|---------------------|
| 1  | Hidup         | 1                   |
| 2  | Mati          | 0                   |

4. Himpunan Diagram Bak Penamapung Air

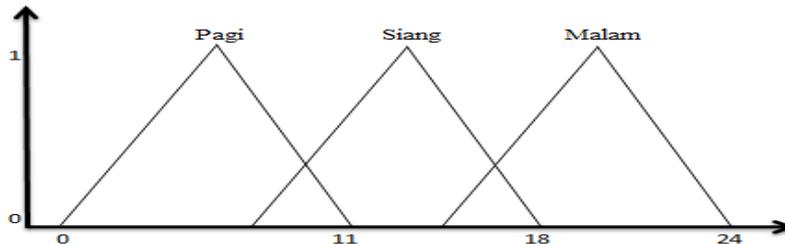
Diagram ini menjelaskan pompa air mana saja yang akan hidup jika beberapa bak yang akan di gunakan dan beberpa bak yang tidak di gunakan, penjelasan dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1** Himpunan pengontrolan pompa air

5. Himpunan diagram Waktu

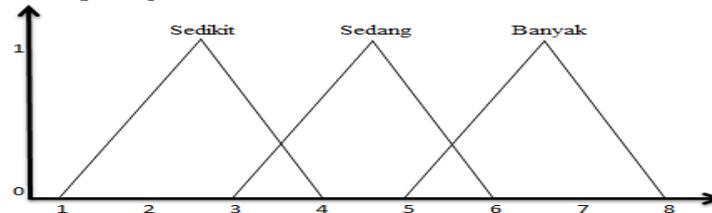
Diagram ini menjelaskan waktu pada pengisian debit air pada bak yang di gunakan , penjelasan dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2** Himpunan waktu

6. Himpunan diagram volume air

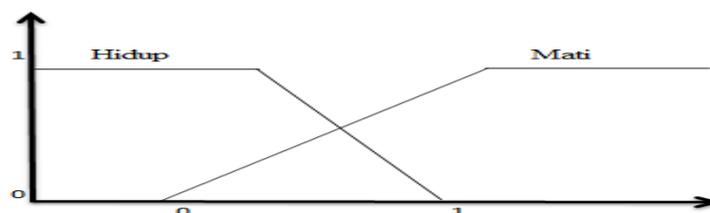
Diagram ini menjelaskan volume air apabila beberapa dari bak penampung yang di gunakan, penjelasan dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3** Himpunan volume air

7. Himpunan diagram kondisi pengisian air

Diagram ini menjelaskan pompa mana saja yang akan hidup atau mati dalam pengontrolan pada tiap-tiap bak penampungan air , penjelasan dapat dilihat pada gambar 3.4



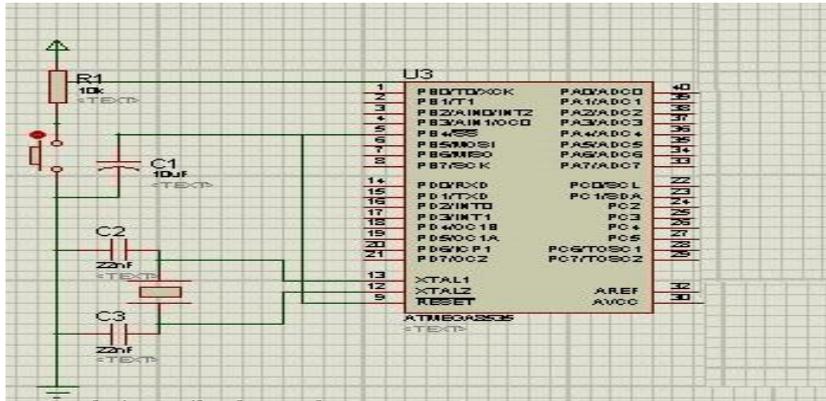
**Gambar 4** Himpunan Kondisi pengontrolan Air

Aplikasi fungsi implikasi (aturan) untuk inferensi kode dan waktu dalam keamanan multi pintu. Berikut adalah rule aturan fuzzy dalam pengontrolan debit air aturan Fuzzy, penulis menggunakan 20 aturan yaitu:

1. *If* ( mesin is pompa1 ) *And* ( pengisiain is sedikit ) *And* ( waktu is pagi ) *Then* (mati).
2. *If* ( mesin is pompa1 ) *And* ( pengisiain is sedang ) *And* ( waktu is pagi ) *Then* (hidup).
3. *If* ( mesin is pompa1 ) *And* ( pengisiain is banyak ) *And* ( waktu is siang ) *Then* (hidup).
4. *If* ( mesin is pompa1 ) *And* ( pengisian banyak ) *And* ( waktu is pagi ) *Then* (hidup).
5. *If* ( mesin is pompa1 ) *And* ( pengisian sedikit ) *And* ( waktu is Malam ) *Then* (mati).
6. *If* ( mesin is pompa1 ) *And* ( pengisiain is sedikit ) *And* ( waktu is pagi ) *Then* (mati).
7. *If* ( mesin is pompa1 ) *And* ( pengisiain is sedang ) *And* ( waktu is pagi ) *Then* (hidup).
8. *If* ( mesin is pompa 2 ) *And* ( pengisiain is banyak ) *And* ( waktu is siang ) *Then* (hidup).
9. *If* ( mesin is pompa 2 ) *And* ( pengisian banyak ) *And* ( waktu is pagi ) *Then* (hidup).
10. *If* ( mesin is pompa 2 ) *And* ( pengisian sedikit ) *And* ( waktu is Malam ) *Then* (mati).
11. *If* ( mesin is pompa 2 ) *And* ( pengisian banyak ) *And* ( waktu is malam ) *Then* (hidup).
12. *If* ( mesin is pompa 2 ) *And* ( pengisiain is sedikit ) *And* ( waktu is pagi ) *Then* (mati).
13. *If* ( mesin is pompa 2 ) *And* ( pengisiain is sedang ) *And* ( waktu is pagi ) *Then* (hidup).
14. *If* ( mesin is pompa 2 ) *And* ( pengisiain is banyak ) *And* ( waktu is siang ) *Then* (hidup).
15. *If* ( mesin is pompa 3 ) *And* ( pengisian banyak ) *And* ( waktu is pagi ) *Then* (hidup).

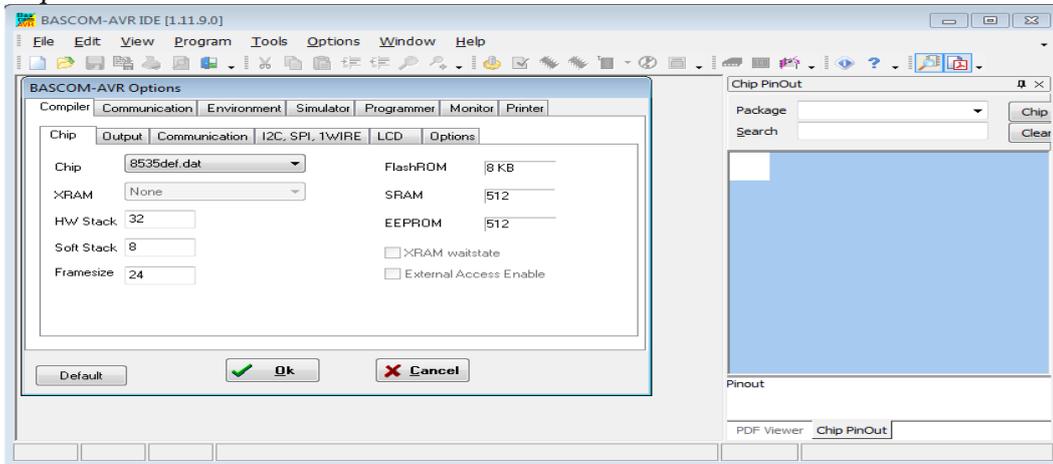
- 16. *If* (mesin is pompa 3) *And* ( pengisian sedikit ) *And* (waktu is siang) *Then* (mati).
- 17. *If* (mesin is pompa 3) *And* ( pengisian banyak ) *And* (waktu is malam) *Then* (hidup).
- 18. *If* (mesin is pompa 3) *And* ( pengisian sedang ) *And* (waktu is pagi ) *Then* (hidup).
- 19. *If* (mesin is pompa 3) *And* ( pengisian sedikit ) *And* (waktu is siang) *Then* (mati).
- 20. *If* (mesin is pompa 3) *And* ( pengisian banyak ) *And* (waktu is malam) *Then* (hidup).

Mikrokontroler digunakan sebagai pengendali utama pengontrolan debit air .Mikrokontroler akan memproses input dari perangkat kontrol dan mengontrol semua. Rangkaian dasar yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah mikrokontroler disebut Atmega5835 sebagai rangkaian sistem minimum. Rangkaian sistem minimum terdiri dari rangkaian osilator, rangkaian sistem reset, dan sumber tegangan.



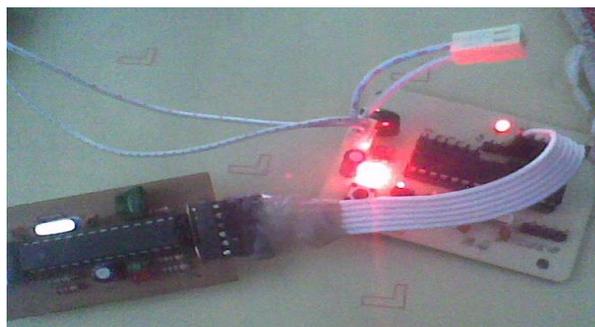
**Gambar 5** Rangkaian Mikrokontroler ATmega8535

Sebelum menulis program tentunya ada beberapa pengaturan yang harus dilakukan. Bascom AVR options merupakan form pengaturan yang akan menyesuaikan antara program yang dibuat dengan mikrokontroler yang sebenarnya. Dengan menentukan pengaturan, maka programmer tidak perlu mendeklarasikan kembali nilai-nilai yang telah ditentukan. Salah satu pengaturan yang harus ditentukan adalah *compiler*:



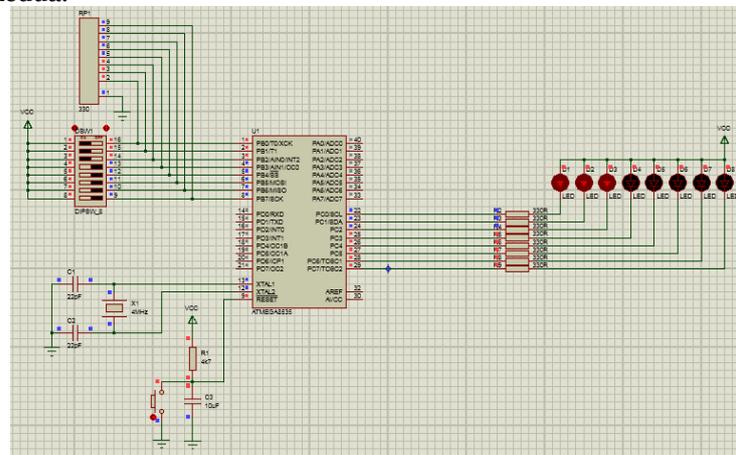
**Gambar 6** Chip pada Bascom AVR

Pengujian sistem dengan memberi program sederhana pada mikrokontroler berupa lampu led yang terhubung dengan PORTC pengujian output di lakukan mengontrol hidup dan lama mati pengontrolan pompa air. Setelah program yang di jalankan pada mikrokontroler maka rangkaian output yang terhubung dengan pompa air akan menyala beberapa saat kemudian mati beberapa saat. Dari hasil pengujian dapat di simpulkan rangkaian sistem minimum atmega8535 dapat di gunakan untuk mengendalikan pengontrolan pompa air.



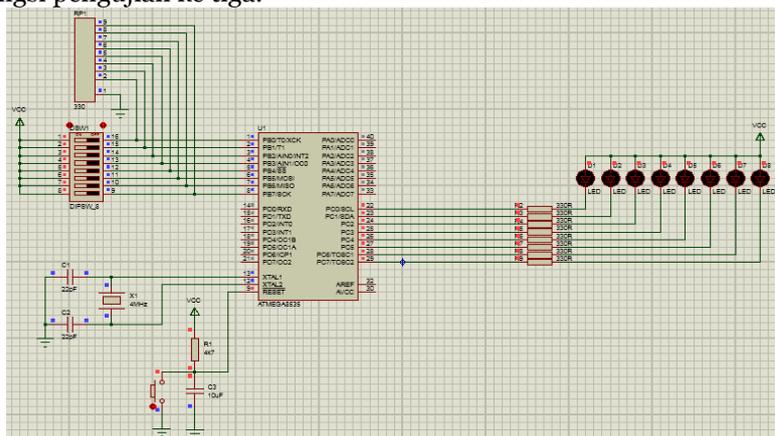
**Gambar 7** Sistem Minimum Atmega8535

Pengujian di lakukan apakah mode half dan air kosong ( semua sensor dalam kondisi hidup). Sehingga nilai perbandingan adalah 0B1100000. Jika datanya sama, program akan menuju fungsi menghidupkan mesin pompa air, tangki mulai mengisi. Jika datanya sama program akan melanjutkan ke fungsi pengujian kedua.



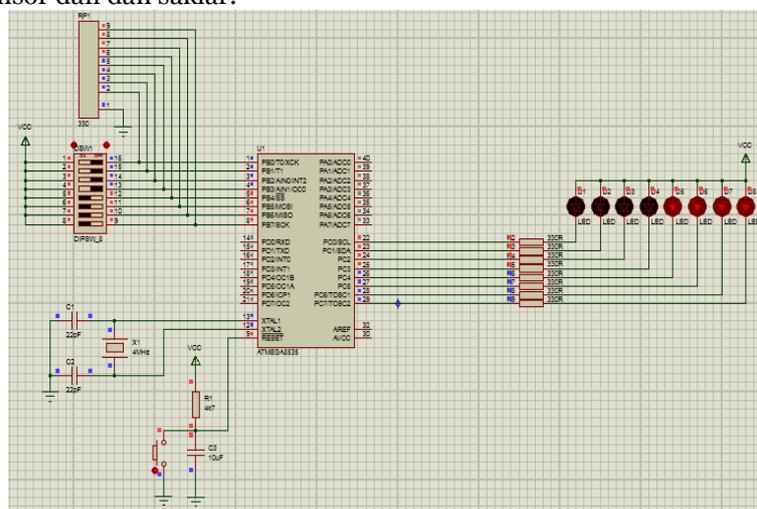
**Gambar 8** Pengujian Program Pertama

Pengujian ketiga di lakukan apakah mode full dan air penuh (semua sensor dalam kondisi terendam ). Sehingga nilai perbandingan adalah 0000000. Jika datanya sama, program akan menuju fungsi mematikan mesin pompa air, tangki berhenti mengisi. Jika di tanya tidak sama program akan melanjutkan ke fungsi pengujian ke tiga.



**Gambar 9** Pengujian Program Ke Dua

Pengujian ke tiga di lakukan apakah mode half dan air 50% (sensor bawah dan tengah terendam). Sehingga nilai perbandingan adalah 00001111. Jika datanya sama program akan menuju fungsi mematikan mesin pompa air, tangki berhenti mengisi. Jika di tanya tidak sama program akan mengulangi pembacaan input sensor dan dan saklar.



**Gambar 10** Pengujian Program Ke Tiga

**KESIMPULAN.**

1. Proses penerapan fuzzy logic pada sistem untuk mengatasi masalah penampungan debit air dan pengontrolan pompa adalah pembentukan himpunan fuzzyfisikasi IF..THEN. Dan melakukan defuzzyfikasi mengubah output fuzzy.
2. Proses penerapan mikrokontroler adalah compiler, yang mengkonversi bahasa yang lebih tinggi yang dapat di mengerti oleh manusia. Stingkat lebih tinggi dari bahasa Basic, Pascal, C, dan Assembly dan sebagainya. Makin tinggi tingkatannya makin mempermudah manusia untuk menulis program.
3. Proses perancangan alat sensor ini penulis membutuhkan rangkain dan alat yang berhubungan dengan keperluan dalam perancangan alat sensor tersebut.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ardi Winoto, 2010, Mikrokontroler AVRATmega 8/ 32/ 16/ 8535  
Jogiyanto HM, 2005, Analisa dan desain sistem informasi, penerbit Andi, Yogyakarta.  
Setiawan, Iwan, 2008, Kontrol PID untuk Proses Industri, Elex Media Komputindo, Jakarta.  
Zulaikah, 2007, Aplikasi Kendali Fuzzy pada Pengendalian Level Cairan, Skripsi-S1, Universitas Diponegoro, Semarang.  
Pengendalian Tinggi Muka Cairan Pada Limas Terpancung, Skripsi-S1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2009  
Atmel, ATMEGA 8535, 8 Kbyte In-System Programmable flash, 2001  
ATmega 8535 Data Sheet, [www.atmel.com/avr/atmega8535.pdf](http://www.atmel.com/avr/atmega8535.pdf)  
<http://www.parallax.com/Distance28015>, May 2007

## PERANCANGAN APLIKASI OPTIMASI PRODUKSI MEUBEL DENGAN MENGUNAKAN METODE SIMPLEKS (STUDI KASUS : UD.RAMA JAYA PERDAGANGAN)

### Sundari

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Waktu sangat berperan penting bagi produksi meubel, karena semakin lama produksi meubel, maka semakin mahal harga meubel. Selain itu bahan baku juga berperan penting, karena bahan baku yang sulit didapatkan berpengaruh pada pengerjaan produksi meubel. Hal ini lah yang harus dipertimbangkan dalam pembuatan meubel, karena optimalisasi produksi yang diharapkan mampu memaksimalkan keuntungan produksi meubel. Metode Simpleks adalah metode yang dapat menyelesaikan masalah program linier dengan dua atau lebih dari dua variabel input. Maksimalisasikan keuntungan produksi juga dapat di selesaikan dengan menggunakan metode Simpleks. Metode Simpleks dikerjakan dengan mengubah persamaan atau fungsi linier sesuai dengan aturan tertentu. Adapun aturan atau ketentuan fungsi dalam metode Simpleks adalah fungsi tujuan dan fungsi kendala. Adapun rancangan aplikasi dengan menerapkan metode simpleks perusahaan akan dapat memaksimalkan keuntungan produksi yang selama ini keuntungan produksi di perusahaan tidak maksimal. Selain inti pembuatan meubel juga bisa dipertimbangkan karena optimasi produksi yang diharapkan mampu memaksimalkan keuntungan produksi meubel.

**Kata Kunci :** Optimaslisasi Produksi, Metode Simpleks

### PENDAHULUAN

UD. Rama Jaya Perdagangan merupakan sebuah industri panglong yang mengolah bahan baku kayu menjadi barang jadi berupa berbagai macam meubel atau perabotan rumah, yang berlokasi di Perdagangan, provinsi Sumatera Utara. Industri meubel merupakan salah satu sektor industri yang terus berkembang di Indonesia. Saat ini, meubel kayu telah menjadi kebutuhan umum yang diperlukan untuk memberikan desain interior yang baik bagi rumah serta dapat memberikan kenyamanan bagi pemiliknya. Industri meubel juga berperan datang dari luar negeri. Produksi meubel terdapat masalah waktu dan bahan baku. Waktu sangat berperan penting bagi produksi meubel, karena semakin lama produksi meubel, maka semakin mahal harga meubel. Selain itu bahan baku juga berperan penting, karena bahan baku yang sulit didapatkan berpengaruh pada pengerjaan produksi meubel. Hal ini lah yang harus dipertimbangkan dalam pembuatan meubel, karena optimasi produksi yang diharapkan mampu memaksimalkan keuntungan produksi meubel.

Metode *Simpleks* dapat menyelesaikan masalah program linier dengan dua atau lebih dari dua variabel input. Maksimalisasikan keuntungan produksi juga dapat di selesaikan dengan menggunakan metode *Simpleks*. Metode *Simpleks* dikerjakan dengan mengubah persamaan atau fungsi linier sesuai dengan aturan tertentu. Adapun aturan atau ketentuan fungsi dalam metode *Simpleks* adalah fungsi tujuan dan fungsi kendala.

### BAHAN PENELITIAN

#### Bahan

Proyek meubel merupakan salah satu dari empat komoditi ekspor utama selain minyak dan gas bumi Indonesia. Tiga komoditi ekspor lainnya adalah kelapa sawit, garmen, dan karet. Ekspor mebel Indonesia bernilai 1,5 miliar dolar AS atau setara dengan 13 triliun rupiah. Indonesia sangat berkepentingan dengan keberlanjutan industri meubel karena penyerapan tenaga kerja yang besar, teknologi yang relatif dikuasai, dan berpotensi mempunyai nilai tambah yang tinggi serta berbahan baku dari sumber yang bisa terbaharui, yaitu hutan. Selain empat hal tersebut, peran meubel di Indonesia tidak hanya sebatas komoditi tetapi juga merupakan bagian dari budaya dan peradaban masyarakat. Penjadwalan proyek adalah tantangan yang sulit bagi manajer operasi. Resiko pada manajemen proyek sangat tinggi. Kelebihan biaya dan keterlambatan yang tidak diperlukan terjadi, karena penjadwalan dan pengendalian buruk. Proyek biasanya memakan waktu yang lama bahkan bertahun-tahun, dan dikembangkan diluar sistem produksi normal.

#### Metode

##### Metode Simpleks

Metode simpleks merupakan salah satu teknik penyelesaian dalam program linier yang digunakan sebagai teknik pengambilan keputusan dalam permasalahan yang berhubungan dengan pengalokasian sumberdaya secara optimal. Metode simpleks digunakan untuk mencari nilai optimal dari program linier

yang melibatkan banyak constraint (pembatas) dan banyak variabel (lebih dari dua variabel). Penemuan metode ini merupakan lompatan besar dalam riset operasi dan digunakan sebagai prosedur penyelesaian dari setiap program komputer.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses pemilihan bahan memiliki 30 jam kerja, proses perakitan memiliki 60 jam kerja sedangkan proses finishing memiliki 50 jam kerja. Untuk menghasilkan satu lemari dibutuhkan 2 jam pemilihan bahan, 3 jam perakitan dan 3 jam finishing, sedangkan satu meja dibutuhkan 1 jam pemilihan bahan, 3 jam perakitan dan 2 jam finishing, dan untuk satu kursi dibutuhkan 1 jam pemilihan bahan, 2 jam perakitan dan 3 jam finishing. Dari setiap produk meubel UD. Rama Jaya mendapatkan keuntungan mencapai Rp. 2.000.000,00 pada lemari, Rp. 1.000.000,00 untuk meja tamu dan Rp. 1.500.000,00 untuk kursi tamu.

**Tabel 1 :** Tamu, dan Kursi Tamu

| No | Jenis Meubel | Pemilihan Bahan | Perakitan | Finishing | Keuntungan       |
|----|--------------|-----------------|-----------|-----------|------------------|
| 1  | Lemari       | 2 Jam           | 3 Jam     | 3 Jam     | Rp. 2.000.000,00 |
| 2  | Meja         | 1 Jam           | 3 Jam     | 2 Jam     | Rp. 1.000.000,00 |
| 3  | Kursi        | 1 Jam           | 2 Jam     | 3 Jam     | Rp. 1.500.000,00 |

Dengan demikian dalam kasus ini, yang merupakan variabel keputusan adalah :

X<sub>1</sub>= Lemari pakaian

X<sub>2</sub>= Meja tamu

X<sub>3</sub>= Kursi tamu

**Tabel 2 :** Menyusun nilai ke dalam tabel simpleks

| Variabel Dasar | Z | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | Nilai Kanan | Index |
|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-------|
| Z              | 1 | -20            | -10            | -15            | 0              | 0              | 0              | 0           |       |
| X <sub>4</sub> | 0 | 3              | 3              | 2              | 1              | 0              | 0              | 60          | 20    |
| X <sub>5</sub> | 0 | 3              | 2              | 3              | 0              | 1              | 0              | 50          | 16,66 |
| X <sub>6</sub> | 0 | 2              | 1              | 1              | 0              | 0              | 1              | 30          | 15    |

Setelah diperoleh baris kunci, maka untuk merubah nilai baris kunci adalah baris

$$\text{baru kunci} = \frac{\text{baris lama}}{\text{angka kunci}}$$

$$\text{Baris baru kunci yaitu baris } X_6 = 0 \ 2 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 30 = 0 \ 1 \ 0,5 \ 0,5 \ 0 \ 0 \ 0,5 \ 15$$

**Tabel 3:** Menentukan baris baru kunci

| Variabel Dasar | Z | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | Nilai Kanan |
|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| Z              | 1 | -20            | -10            | -15            | 0              | 0              | 0              | 0           |
| X <sub>4</sub> | 0 | 3              | 3              | 2              | 1              | 0              | 0              | 60          |
| X <sub>5</sub> | 0 | 3              | 2              | 3              | 0              | 1              | 0              | 50          |
| X <sub>1</sub> | 0 | 1              | 0,5            | 0,5            | 0              | 0              | 0,5            | 15          |

Selanjutnya merubah nilai selain baris kunci yaitu baris Z dan baris X<sub>4</sub> dan untuk mencari nilai selain baris kunci yaitu dengan cara baris baru = baris lama – (koefisien\*baris baru kunci) yaitu :

1. Baris baru untuk baris Z = (-20 -10 -15 0 0 0 0) – (-20) \* (1 0,5 0,5 0 0 0,5 15) = 0 0 -5 0 0 10 300

2. Baris baru untuk baris X<sub>4</sub> = (3 3 2 1 0 0 60) – 3 \* (1 0,5 0,5 0 0 0,5 15) = 0 1,5 0,5 1 0 -1,5 15

3. Baris baru untuk baris X<sub>5</sub> = (3 2 3 0 1 0 50) – 3 \* (1 0,5 0,5 0 0 0,5 15) = 0 0,5 1,5 0 1 -1,5 5

Dari perhitungan diatas hasil dapat dilihat dari tabel 4, apabila masih ada nilai negatif pada baris Z maka harus mengulang kembali dari langkah menentukan kolom kunci sampai seluruh nilai negatif pada baris Z menjadi positif.

**Tabel 4:** Mencari baris baru

| Variabel Dasar | Z | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | Nilai Kanan |
|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| Z              | 0 | 0              | 0              | -5             | 0              | 0              | 10             | 300         |
| X <sub>4</sub> | 0 | 0              | 1,5            | 0,5            | 1              | 0              | -1,5           | 15          |
| X <sub>5</sub> | 0 | 0              | 0,5            | 1,5            | 0              | 1              | -1,5           | 5           |
| X <sub>1</sub> | 0 | 1              | 0,5            | 0,5            | 0              | 0              | 0,5            | 15          |

Selanjutnya karena pada baris Z masih ada nilai yang negatif yaitu -5 dengan index terkecil yaitu 3,3, atau baris X<sub>5</sub> dan kolom X<sub>3</sub> dengan angka kunci 1,5. Maka untuk merubah nilai baris kunci adalah sebagai berikut baris baru kunci = baris lama

$$\text{angka kunci}$$

$$\text{Baris baru kunci yaitu baris } Z = 0 \ 0 \ 0,5 \ 1,5 \ 0 \ 1 \ -1,5 \ 5 = 0 \ 0 \ 3 \ 1 \ 0 \ 0,6 \ -1 \ 3,3$$

**Tabel 5:** Mencari baris baru kunci

| Variabel Dasar | Z | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | Nilai Kanan |
|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| Z              | 0 | 0              | 0              | -5             | 0              | 0              | 10             | 300         |
| X <sub>4</sub> | 0 | 0              | 1,5            | 0,5            | 1              | 0              | -1,5           | 15          |
| X <sub>3</sub> | 0 | 0              | 3              | 1              | 0              | 0,6            | -1             | 3,3         |
| X <sub>1</sub> | 0 | 1              | 0,5            | 0,5            | 0              | 0              | 0,5            | 15          |

Selanjutnya merubah nilai selain baris kunci yaitu yaitu baris Z, baris X<sub>4</sub> dan baris X<sub>5</sub> dan untuk mencari nilai selain baris kunci yaitu dengan cara baris baru = baris lama – (koefisien\*baris baru kunci) yaitu :

1. Baris baru untuk baris Z = (0 0 -5 0 0 10 300) – (-5) \* (0 3 1 0 0,6 -1 3,3) = 0 15 0 0 3,3 5 316,6
2. Baris baru untuk baris X<sub>4</sub> = (0 1,5 0,5 1 0 -1,5 15) – 0,5 \* (0 3 1 0 0,6 -1 3,3) = 0 0 0 1 -0,16 -1 13,3
3. Baris baru untuk baris X<sub>1</sub> = (1 0,5 0,5 0 0 0,5 15) – 0,5 \* (0 3 1 0 0,6 -1 3,3) = 1 -0,6 0 0 0,3 1 13,3

Dari perhitungan di atas hasil dapat dilihat pada baris Z sudah tidak ada nilai yang negatif maka perhitungan selesai.

**Tabel 6:** Mencari baris baru

| Variabel Dasar | Z | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>6</sub> | Nilai Kanan |
|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| Z              | 0 | 0              | 15             | 0              | 0              | 3,3            | 5              | 316,6       |
| X <sub>4</sub> | 0 | 0              | 0              | 0              | 1              | -0,16          | -1             | 13,3        |
| X <sub>3</sub> | 0 | 0              | 3              | 1              | 0              | 0,6            | -1             | 3,3         |
| X <sub>1</sub> | 0 | 1              | 0,6            | 0              | 0              | 0,3            | 1              | 13,3        |

Dengan demikian berarti iterasi selesai dan solusi yang diperoleh adalah nilai fungsi tujuan Z (keuntungan) = 316,6 (dalam puluhan ribu rupiah). Artinya keuntungan maksimum pada produksi meubel lemari pakaian, meja dan kursi adalah Rp. 31.660.000,00. Dengan banyak produksi lemari pakaian atau X<sub>1</sub>=13,3, meja tamu atau X<sub>2</sub>=0, dan kursi tamu atau X<sub>3</sub>=13,3.

Pembuktian keuntungan yang telah dilakukan dengan metode simpleks hasilnya sama dengan perhitungan manual yaitu sebagai berikut :

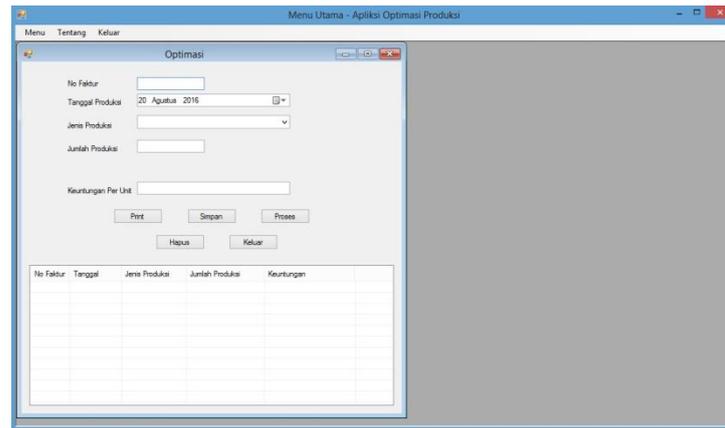
1. Nilai kanan dari baris X<sub>1</sub> pada tabel 4.6 dikalikan dengan keuntungan pada tabel 4.1 yaitu pada meubel lemari, maka dari perhitungan tersebut di dapatkan nilai X<sub>1</sub> = 13,3 \* Rp 2.000.000,00 = Rp. 26.600.000,00.
2. Selanjutnya untuk X<sub>2</sub> karena pada perhitungan simpleks nilai X<sub>2</sub> tidak ada, maka X<sub>2</sub> dianggap nol.
3. Nilai kanan pada baris X<sub>3</sub> pada tabel 4.6 dikalikan dengan keuntungan pada tabel 4.1 yaitu pada meubel jenis kursi, maka dari perhitungan tersebut didapatkan nilai X<sub>3</sub> = 3,3 \* Rp. 1.500.000,00 = Rp. 4.950.000,00.

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh jumlah keuntungan yaitu X<sub>1</sub> + X<sub>3</sub> = Rp. 26.600.000,00 + Rp. 4.950.000,00 = Rp. 31.550.000,00. Jadi pada perhitungan dengan metode simpleks ataupun dengan manual, didapatkan jumlah keuntungan yang hampir sama.

**Implementasi**

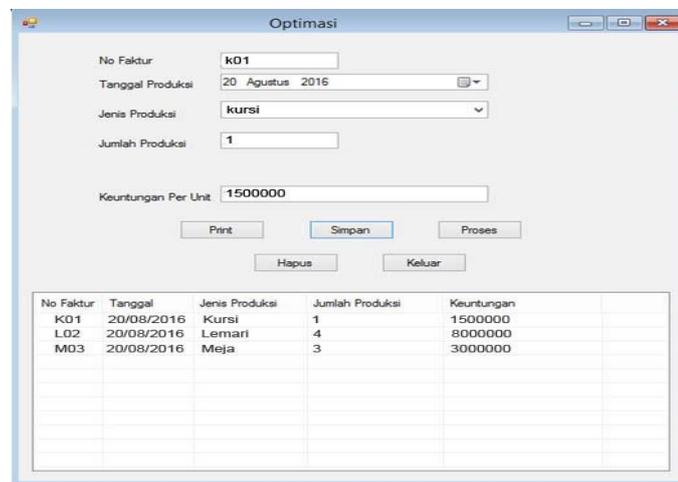
Adapun implementasi dari permasalahan di atas adalah sebagai berikut:

1. Processor : Intel core i3
2. Harddisk space : 90 Gb
3. Memori : 2.00 Gb
4. VGA Card Onboard
5. Monitor LCD 14 Inch
6. Optical Mouse
7. Keyboard
8. Sistem Operasi : Microsoft Windows XP, 7, 8, dan 8.1
9. Bahasa Pemrograman Visual Basic 2008.



**Gambar 1 :** Menu Optimasi

Tampilan di atas, dapat dijelaskan sistem kerja pada aplikasi, untuk melakukan proses optimasi yang akan dilakukan, dengan mengisi no faktur, jenis produksi, jumlah produksi dan memilih tanggal dan mengklik proses maka akan mendapatkan hasil dari keuntungan dan dengan mengklik simpan maka akan menampilkan hasil proses kedalam listview.



**Gambar 2 :** Tampilan Proses dan Simpan Form Optimasi

## KESIMPULAN

4. Dalam mengoptimalkan keuntungan meubel pada UD. Rama Jaya Perdagangan, melakukan perhitungan dari meubel jenis lemari pakaian, kursi tamu, dan meja tamu.
5. Menerapkan program linier dengan metode simpleks untuk mengoptimalkan keuntungan produksi meubel sesuai dengan yang diharapkan atau metode yang digunakan cocok untuk memaksimalkan produksi dan mendapatkan hasil yang maksimal.
6. Menguji permasalahan optimasi keuntungan maksimal dengan menggunakan *Microsoft Visual Basic 2008* dengan menginputkan nilai-nilaidan variabel yang telah ditentukan ternyata mendapatkan hasil yang sesuai dengan perhitungan manual.

## DAFTAR PUSTAKA

- Mohamad Subhan, 2012, dalam bukunya yang berjudul Analisa dan Perancangan.  
 Aminudin, S.Si, 2005, dalam bukunya yang berjudul Prinsip-Prinsip Riset Operasi.  
 Black, 2001, dalam bukunya yang berjudul Optimasi Biaya.  
 Simarmata, DJ.A., 1983, dalam bukunya yang berjudul Operations Research.  
 Ace Partadireja, 1987, dalam bukunya yang berjudul Produksi.  
 Irawati, R.H, dan Purnomo, H, *Pelangi di Tanah Kartini*, Bogor 2012.  
 Evi Triandini dan I Gede Suardika, *Step By Step Desain Proyek Menggunakan UML*, CV. Andi Offset, Yogyakarta, 2012.  
 Wahana Komputer, 2006, dalam bukunya yang berjudul Visual Basic.Net 2008.

## PENYEMBUNYIAN PESAN TEKS PADA CITRA BERGERAK MENGUNAKAN ALGORITMA GIFSHUFFLE

Supiani

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan

[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Salah satu aspek yang sangat penting dalam komunikasi data adalah masalah keamanan dan kerahasiaan data berupa pesan teks, dimana kebenaran dan keaslian suatu pesan teks sangat penting baik pada saat pengiriman ataupun pada saat pesan tersebut diterima. Apabila pesan jatuh ke pihak lain, hal tersebut dapat menimbulkan kerugian bagi si pemilik pesan tersebut. Untuk itu diperlukan adanya cara atau teknik untuk mengamankan data atau informasi berupa pesan teks kedalam citra digital untuk menghindari pemanipulasian data, dan pembajakan pesan yang akan di sampaikan ke penerima pesan yang resmi. Algoritma Gifshuffle merupakan salah satu algoritma steganografi yang dapat digunakan untuk menyisipkan pesan pada citra berformat gif. Algoritma gifshuffle pada intinya memanfaatkan palet warna berkas gif sebagai media penyisipan pesan. Dalam algoritma ini tidak terjadi perubahan apapun dalam data berkas gif. Sehingga menambah aspek fidelity dari algoritma ini sedangkan citra merupakan representasi dari suatu objek sesuai dengan bentuk nyata. Adapun rancangan aplikasi dengan menerapkan algoritma gifshuffle dapat menyembunyikan pesan yang bersifat rahasia kedalam file gambar atau citra sehingga informasi tidak dapat diketahui oleh orang yang tidak berkepentingan

**Kata Kunci:** Penyembunyian Pesan, Citra, Gifshuffle.

### PENDAHULUAN

Keamanan informasi menjadi isu penting dalam penyimpanan dan transmisi data. Penggunaan data citra semakin luas dalam berbagai bidang. Beberapa kasus membutuhkan keamanan agar tidak terjadi pelanggaran hak cipta dan kebocoran rahasia. Hal ini dapat terjadi karena beberapa hal seperti undang-undang hak cipta kurang efektif karena belum ada standar internasional yang mengaturnya. Karena itu diperlukan pengawasan keamanan pada data digital itu sendiri. Salah satu aspek yang sangat penting dalam komunikasi data adalah masalah keamanan dan kerahasiaan data berupa pesan teks, dimana kebenaran dan keaslian suatu pesan teks sangat penting baik pada saat pengiriman ataupun pada saat pesan tersebut diterima. Karena apabila pesan jatuh ke pihak lain, hal tersebut dapat menimbulkan kerugian bagi si pemilik pesan tersebut. GIF adalah salah satu format berkas citra yang paling sering ditemui di dunia digital. Hal ini terjadi karena format ini berukuran relatif kecil. format GIF dapat berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan format JPG. Hal ini disebabkan karena file GIF hanya menggunakan 256 palet warna. Sehingga tentunya ukuran file akan lebih kecil. Namun 256 palet warna tersebut tidak mutlak hanya 256 warna tertentu. Namun warna tersebut dapat dipilih dari 24-bit palet warna RGB. Sehingga dengan singkat kata dapat disimpulkan bahwa berkas dengan format GIF akan membuang palet warna yang tidak diperlukan dan mengambil hanya 256 palet warna yang diperlukan. Gifshuffle merupakan salah satu algoritma steganografi yang dapat digunakan untuk menyisipkan pesan pada citra berformat gif. Algoritma gifshuffle dibuat oleh Matthew Kwan, seorang sarjana ilmu komputer dari *University of Melbourne* yang kemudian mendirikan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang enkripsi email bernama *Unicypt Pty Ltd*. Algoritma gifshuffle pada intinya memanfaatkan palet warna berkas gif sebagai media penyisipan pesan. Dalam algoritma ini tidak terjadi perubahan apapun dalam data berkas gif. Sehingga menambah aspek fidelity dari algoritma ini.

### BAHAN dan METODE

#### Steganography

Steganography (*covered writing*) didefinisikan sebagai ilmu dan seni untuk menyembunyikan pesan rahasia (*hiding message*) sedemikian sehingga keberadaan (eksistensi) pesan tidak terdeteksi oleh indera manusia. Media yang digunakan umumnya merupakan suatu media yang berbeda dengan media pembawa informasi rahasia, dimana fungsi dari teknik steganography yaitu sebagai teknik penyamaran menggunakan media lain yang berbeda sehingga informasi rahasia dalam media awal tidak terlihat secara jelas.

#### Penyisipan Pesan

Untuk melakukan penyisipan baik itu pada pesan teks, gambar, suara dan video dibutuhkan masukan berupa *file digital* yang akan disisipkan pesan, pesan yang akan disisipkan (*message*), dan kunci (*key*).

#### Citra GIF

Graphics Interchange Format atau yang sering disingkat GIF adalah sebuah format berkas citra yang diperkenalkan pada tahun 1987 oleh CompuServe untuk menggantikan format RLE yang hanya mampu menampilkan gambar dengan warna hitam dan putih saja.

**Algoritma gifshufle**

Algoritma gifshufle pada intinya memanfaatkan *header file* GIF yang menyimpan palet warna sebagai media penyisipan pesan. Dalam algoritma ini tidak terjadi perubahan apapun dalam data berkas dengan format GIF. Sehingga menambah aspek *robustness* dari algoritman ini. Format gambar GIF memiliki dua versi, yaitu GIF87a dan GIF89a. GIF87a adalah versi pertama dari format GIF yang berupa gambar statis CompuServe kemudian memperkenalkan versi lanjutan, yaitu GIF89a. GIF89a dapat menampilkan gambardinamis (animasi) dan latar belakang transparan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Langkah-langkah dalam perhitungan *encoding* algoritma *Gifshuffle* dapat dilihat dari contoh kasus berikut ini:

1. Dimulai dengan dengan pesan yang akan disisipkan. Pesan tersebut akan diubah kedalam sebuah bentuk biner dengan representasi 1/0.

Pesan teks yang akan disisipkan = SUPIANIX

Jika di ubah ke biner maka hasilnya adalah :

- S = 01010011
- U = 01010101
- P = 01010000
- I = 01001001
- A = 01000001
- N = 01001110
- I = 01001001
- X = 01011000

2. Anggap kumpulan representasi biner yang diperoleh sebagai sebuah angka. Biasanya langkah tersebut akan menghasilkan sebuah bilangan yang sangat besar karena konversi biner yang besar. Namai bilangan yang diperoleh itu dengan M.

Pesan yang sudah dikkonversi ke biner

$$M = 0101001101010101010100000100100101000001010011100100100101011000 = 64$$

Jadi, M = 64.

3. *Input* berkas GIF yang akan disisipkan pesan.



4. Hitung jumlah warna yang terkandung dalam berkas GIF yang ingin disisipkan. Namai jumlah yang diperoleh sebagai N. Apabila  $M > N!-1$ , maka pesan yang ingin disisipkan berukuran terlalu besar sehingga proses penyisipan tidak bisa dilakukan.

**Tabel 1** :Nilai Sampel Berkas GIF 8x10

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 78  | 86  | 54  | 78  | 90  | 152 | 115 | 76  | 118 | 90  |
| 88  | 89  | 120 | 120 | 135 | 190 | 78  | 212 | 89  | 110 |
| 65  | 167 | 76  | 87  | 62  | 105 | 135 | 167 | 199 | 200 |
| 87  | 215 | 63  | 27  | 89  | 90  | 99  | 112 | 156 | 190 |
| 105 | 250 | 87  | 90  | 167 | 154 | 122 | 231 | 16  | 89  |
| 100 | 155 | 77  | 181 | 251 | 156 | 190 | 189 | 200 | 67  |
| 123 | 160 | 99  | 109 | 178 | 210 | 67  | 89  | 99  | 103 |
| 145 | 155 | 112 | 215 | 98  | 120 | 210 | 129 | 89  | 98  |

Jumlah Warna yang terkandung di dalam berkas GIF tersebut adalah 80. Jadi  $M > N!-1 = 64 > 80 =$  Salah dan pesan dapat di sisipkan.

5. Lakukan iterasi terhadap variabel i dengan nilai i dari 1 sampai N. Setiap warna dengan urutan  $N-i$  dipindahkan ke posisi baru, yaitu  $M \text{ mod } i$ , lalu M dibagi dengan i.
6. Berikutnya, palet warna yang baru hasil iterasi dimasukkan ke dalam palet warna berkas GIF. Apabila ada sebuah tempat yang diisi dua buah warna, maka warna yang sebelumnya menempati posisi tersebut akan digeser satu tempat ke samping.

P = Palet warna di dalam piksel

$$P_{80} = 64 \text{ mod } 1 = 0$$

Sehingga, P<sub>80</sub> menempati posisi ke-0 pada susunan yang baru.

$$P_{79} = 64 \text{ mod } 2 = 0$$

Sehingga, P<sub>79</sub> menempati posisi ke-0 pada susunan yang baru dan P<sub>80</sub> digeser ke posisi 1.

$$P_{78} = 64 \text{ mod } 3 = 1$$

Sehingga, P<sub>78</sub> menempati posisi ke-1 pada susunan yang baru dan P<sub>80</sub> digeser ke posisi 2.

$$P_{77} = 64 \text{ mod } 4 = 0$$

Sehingga, P<sub>77</sub> menempati posisi ke-0 pada susunan yang baru dan yang lain digeser ke kanan.

$$P_{76} = 64 \text{ mod } 5 = 4$$

Sehingga, P<sub>76</sub> menempati posisi ke-4 pada susunan yang baru.

$$P_{75} = 64 \text{ mod } 6 = 4$$

Sehingga, P<sub>75</sub> menempati posisi ke-4 pada susunan yang baru.

$$P_{74} = 64 \text{ mod } 7 = 1 \quad P_{73} = 64 \text{ mod } 8 = 0 \quad P_{72} = 64 \text{ mod } 9 = 1$$

$$P_{71} = 64 \text{ mod } 10 = 4 \quad P_{70} = 64 \text{ mod } 11 = 9 \quad P_{69} = 64 \text{ mod } 12 = 4$$

$$P_{68} = 64 \text{ mod } 13 = 12 \quad P_{67} = 64 \text{ mod } 14 = 8 \quad P_{66} = 64 \text{ mod } 15 = 4$$

$$P_{65} = 64 \text{ mod } 16 = 0 \quad P_{64} = 64 \text{ mod } 17 = 13 \quad P_{63} = 64 \text{ mod } 18 = 10$$

$$P_{62} = 64 \text{ mod } 19 = 7 \quad P_{61} = 64 \text{ mod } 20 = 4 \quad P_{60} = 64 \text{ mod } 21 = 1$$

$$P_{59} = 64 \text{ mod } 22 = 20 \quad P_{58} = 64 \text{ mod } 23 = 18 \quad P_{57} = 64 \text{ mod } 24 = 16$$

$$P_{56} = 64 \text{ mod } 25 = 14 \quad P_{55} = 64 \text{ mod } 26 = 12 \quad P_{54} = 64 \text{ mod } 27 = 10$$

$$P_{53} = 64 \text{ mod } 28 = 8 \quad P_{52} = 64 \text{ mod } 29 = 6 \quad P_{51} = 64 \text{ mod } 30 = 4$$

$$P_{50} = 64 \text{ mod } 31 = 2 \quad P_{49} = 64 \text{ mod } 32 = 0 \quad P_{48} = 64 \text{ mod } 33 = 31$$

$$P_{47} = 64 \text{ mod } 34 = 30 \quad P_{46} = 64 \text{ mod } 35 = 29 \quad P_{45} = 64 \text{ mod } 36 = 28$$

$$P_{44} = 64 \text{ mod } 37 = 27 \quad P_{43} = 64 \text{ mod } 38 = 26 \quad P_{42} = 64 \text{ mod } 39 = 25$$

$$P_{41} = 64 \text{ mod } 40 = 24 \quad P_{40} = 64 \text{ mod } 41 = 23 \quad P_{39} = 64 \text{ mod } 42 = 22$$

$$P_{38} = 64 \text{ mod } 43 = 21 \quad P_{37} = 64 \text{ mod } 44 = 20 \quad P_{36} = 64 \text{ mod } 45 = 19$$

$$P_{35} = 64 \text{ mod } 46 = 18 \quad P_{34} = 64 \text{ mod } 47 = 17 \quad P_{33} = 64 \text{ mod } 48 = 16$$

$$P_{32} = 64 \text{ mod } 49 = 15 \quad P_{31} = 64 \text{ mod } 50 = 14 \quad P_{30} = 64 \text{ mod } 51 = 13$$

$$P_{29} = 64 \text{ mod } 52 = 12 \quad P_{28} = 64 \text{ mod } 53 = 11 \quad P_{27} = 64 \text{ mod } 54 = 10$$

$$P_{26} = 64 \text{ mod } 55 = 9 \quad P_{25} = 64 \text{ mod } 56 = 8 \quad P_{24} = 64 \text{ mod } 57 = 7$$

$$P_{23} = 64 \text{ mod } 58 = 6 \quad P_{22} = 64 \text{ mod } 59 = 5 \quad P_{21} = 64 \text{ mod } 60 = 4$$

$$P_{20} = 64 \text{ mod } 61 = 3 \quad P_{19} = 64 \text{ mod } 62 = 2 \quad P_{18} = 64 \text{ mod } 63 = 1$$

$$P_{17} = 64 \text{ mod } 64 = 0 \quad P_{16} = 64 \text{ mod } 1 = 0 \quad P_{15} = 64 \text{ mod } 2 = 0$$

$$P_{14} = 64 \text{ mod } 3 = 1 \quad P_{13} = 64 \text{ mod } 4 = 0 \quad P_{12} = 64 \text{ mod } 5 = 4$$

$$P_{11} = 64 \text{ mod } 6 = 4 \quad P_{10} = 64 \text{ mod } 7 = 1 \quad P_9 = 64 \text{ mod } 8 = 0$$

$$P_8 = 64 \text{ mod } 9 = 1 \quad P_7 = 64 \text{ mod } 10 = 4 \quad P_6 = 64 \text{ mod } 11 = 9$$

$$P_5 = 64 \text{ mod } 12 = 4 \quad P_4 = 64 \text{ mod } 13 = 12 \quad P_3 = 64 \text{ mod } 14 = 8$$

$$P_2 = 64 \text{ mod } 15 = 4 \quad P_1 = 64 \text{ mod } 16 = 0$$

7. Berkas GIF dengan susunan yang baru akan menghasilkan ukuran gambar yang sama, tetapi sudah disisipi pesan. Berikut ini adalah hasil dari penyisipan *gifshuffle*:

**Tabel 2:** Hasil Penyisipan *GifShuffle*

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 78  | 118 | 76  | 120 | 90  | 86  | 90  | 115 | 135 | 78  |
| 54  | 190 | 88  | 152 | 89  | 78  | 78  | 16  | 212 | 178 |
| 89  | 67  | 110 | 89  | 65  | 112 | 167 | 155 | 76  | 100 |
| 87  | 210 | 62  | 123 | 105 | 155 | 135 | 215 | 167 | 210 |
| 199 | 77  | 200 | 99  | 87  | 160 | 215 | 181 | 63  | 145 |
| 27  | 89  | 89  | 251 | 90  | 67  | 99  | 99  | 112 | 156 |
| 156 | 129 | 190 | 98  | 105 | 98  | 250 | 190 | 87  | 109 |
| 90  | 189 | 167 | 103 | 154 | 89  | 122 | 200 | 231 | 120 |

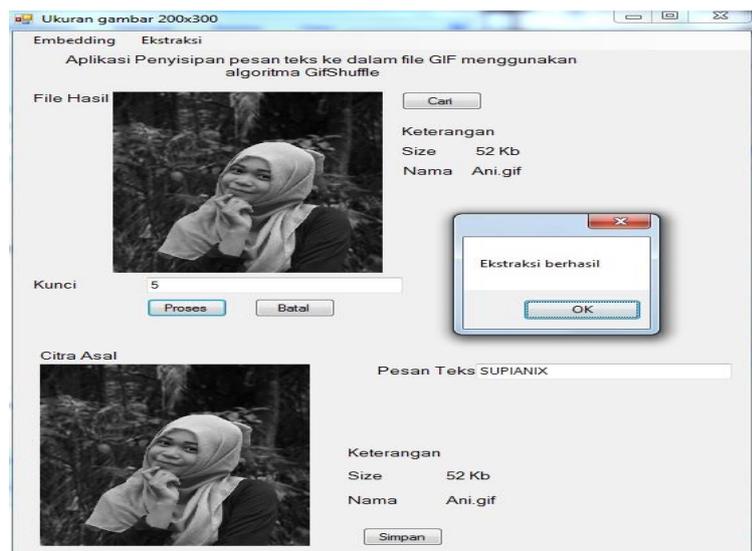
### Implementasi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dilakukan implementasi pada program komputer. Agar aplikasi ini dapat berjalan dengan baik, maka diperlukan komputer yang memiliki spesifikasi seperti berikut:

1. *Processor* intel Pentium IV.
2. *Harddisk* 120 GB.
3. *VGA card* 32 MB.
4. Memori RAM 512 MB.
5. *Keyboard* dan *Mouse*.
6. *System operasi Windows 7 32 bit*.



**Gambar 1:** Tampilan Pengujian



**Gambar 2:** Tampilan Hasil

## KESIMPULAN

4. Algoritma *Gifshuffle* ini cukup baik untuk diterapkan pada sebuah file gif. Karena penyisipan pesan sama sekali tidak menimbulkan adanya perbedaan dalam gambar.
5. Dalam Perancangan algoritma *Gifshuffle* dapat menggunakan Program Visual Basic Net 2008.
6. Algoritma *Gifshuffle* ini cukup mudah untuk diterapkan karena hanya mengandung langkah-langkah singkat yang tidak rumit.

## DAFTAR PUSTAKA

- PU I. 2006. “ *Fundamental Data Compression*”, Elsevier, Bitish
- Sutardi. 2014. Implementasi Dan Analisa Kinerja Algoritma Shannon-Fano untuk Kompresi
- Darma Putr, 2010, Pengolahan Citra, Andi. Yogyakarta.
- Hidaya dkk. 2013. Implementasi Algoritma Kompresi LZW pada Database server, Bandung.
- Salomon, D. 2007. “ *Data Kompresi The Complete Reference 4th Edition*”. London: Springer-Verlag.
- Kursirin Andrin Koniyo, 2007, 279)

## APLIKASI PREDIKSI BERAT LAHIR BAYI DENGAN METODE KOHORT RETROSPEKTIF

Tabita Juliana Panjaitan

Mahasiswa STMIK BUDI DARMA, Medan  
[tabitajulianapanjaitan@gmail.com](mailto:tabitajulianapanjaitan@gmail.com)

**Abstrak.** Aplikasi merupakan suatu perangkat lunak komputer yang memanfaatkan kemampuan komputer langsung untuk melakukan suatu tugas yang diinginkan pengguna. Aplikasi dapat diartikan juga sebagai program komputer yang dibuat untuk menolong manusia dalam melaksanakan tugas tertentu. Aplikasi dapat digunakan dalam berbagai bidang, dan dapat mendukung kemajuan organisasi atau perusahaan untuk menggapai tujuan yang diharapkan. Oleh karena itu judul yang diambil dalam pembuatan skripsi ini adalah "Aplikasi Prediksi Berat Lahir Bayi Dengan Menggunakan Metode Kohort Retrospektif". Banyak instansi yang membuat aplikasi sebagai alat bantu untuk lebih meningkatkan kualitas yang lebih baik bagi sebuah instansi. Dengan membuat suatu aplikasi maka dapat mempermudah dalam mencapai hasil yang diharapkan. Maka aplikasi sangat dibutuhkan dalam memprediksi berat lahir bayi dengan menggunakan metode kohort retrospektif. Adapun dibuat aplikasi adalah untuk mempermudah mendapatkan hasil prediksi berat lahir bayi untuk mendapatkan informasi dengan cepat dan akurat, untuk mengetahui dan mempelajari pertambahan berat janin pertrimesternya agar dapat mencegah berat lahir bayi rendah ataupun berat lahir berlebih. Dalam pembuatan aplikasi ini diharapkan akan mempermudah para ibu hamil dalam mengetahui perkembangan janinnya selama kehamilan.

**Kata kunci :** Aplikasi, Berat Lahir, Kohort Retrospektif

### PENDAHULUAN

Pertambahan berat badan pada kehamilan merupakan proses fisiologis tubuh untuk perkembangan janin dan pertumbuhan ibu sebagai hasil dan produk kehamilan. Maka Gizi yang cukup sangat di perlukan untuk ibu dan janin guna memenuhi peningkatan kebutuhan gizi selama kehamilan. Keadaan gizi ibu hamil dipengaruhi langsung oleh status gizi ibu sebelum hamil dan asupan makanan yang dikonsumsi selama kehamilan. Untuk menilai status gizi ibu hamil yang sering digunakan adalah mengukur kenaikan berat badan ibu hamil dan ukuran Lingkar Lengan Atas (LLA). Pertambahan berat badan ibu hamil diharapkan dengan *cut off point* sebesar 10 kg, artinya dalam setiap kehamilan terjadi kenaikan berat badan normal lebih besar atau sama dengan 10 kg. Pertambahan berat badan ibu selama kehamilan penting untuk diperhatikan. Dampak merugikan dapat terjadi apabila berat badan selama kehamilan kurang.

Prediksi berat lahir bayi sangat penting dilakukan agar dapat mencegah Kematian perinatal kelahiran dengan berat lahir bayi rendah dan kesakitan akibat berat lahir bayi besar. Karena merupakan suatu masalah tersendiri dalam kesehatan perinatal dan saat persalinan. Oleh sebab itu ibu hamil selama kehamilannya harus memperhatikan kesehatan dan perkembangan kehamilannya. Bayi yang lahir dengan berat badan kurang dari 2500 gram memulai kehidupan yang kurang beruntung dan ketahanan hidup yang rendah karena terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan kognitif dan memiliki resiko terkena jantung 1,7 kali dan berat lahir bayi lebih dari 4500 gram bayi akan lebih mudah mengalami penurunan kadar gula darah berlebihan (*hipoglikemia*) dan memiliki resiko lebih tinggi mengalami gangguan pernafasan. Prediksi adalah proses keilmuan untuk memperoleh pengetahuan secara sistematis berdasarkan bukti fisik. Prediksi yang dibuat berdasarkan hipotesis tersebut diuji dengan melakukan eksperimen. Prediksi merupakan salah satu cabang kecerdasan buatan yang mempelajari cara berpikir dan bernalar dalam menyelesaikan suatu permasalahan dan membuat suatu keputusan yang akurat berdasarkan informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki, agar kesalahannya (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Prediksi tidak harus memberikan jawaban secara pasti kejadian yang akan terjadi, melainkan berusaha untuk mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi dari sejumlah fakta yang ada.

Pada penelitian ini penulis memiliki tujuan merancang aplikasi prediksi berat lahir bayi yang dapat membantu orang-orang untuk melihat dan mengetahui perkembangan kehamilan seorang ibu. Aplikasi prediksi berat lahir bayi yang dirancang dengan melihat beberapa faktor selama kehamilan, seperti pertambahan berat janin trimester 1, pertambahan berat janin trimester 2, pertambahan berat janin trimester 3. Dalam pembuatan aplikasi ini penulis tentunya ada pendekatan metode yang digunakan salah satunya adalah metode *Kohort retrospektif*. *Kohort retrospektif* merupakan penelitian yang mengikuti paradigma akibat yang mengkaji hubungan antara faktor resiko dengan efek atau penyakit. Model pendekatan *kohort retrospektif* adalah pendekatan waktu secara *longitudinal* atau faktor resiko diidentifikasi terlebih dahulu, kemudian subjek diikuti sampai periode waktu tertentu untuk melihat terjadinya efek atau penyakit yang diteliti.

**BAHAN dan METODE**

**Bahan**

Sebagai bahan perancangan yang akan di gunakan adalah sample data-data pertumbuhan anak, untuk perancangan aplikasinya dengan menggunakan visual basic 2008 dan MySQL.

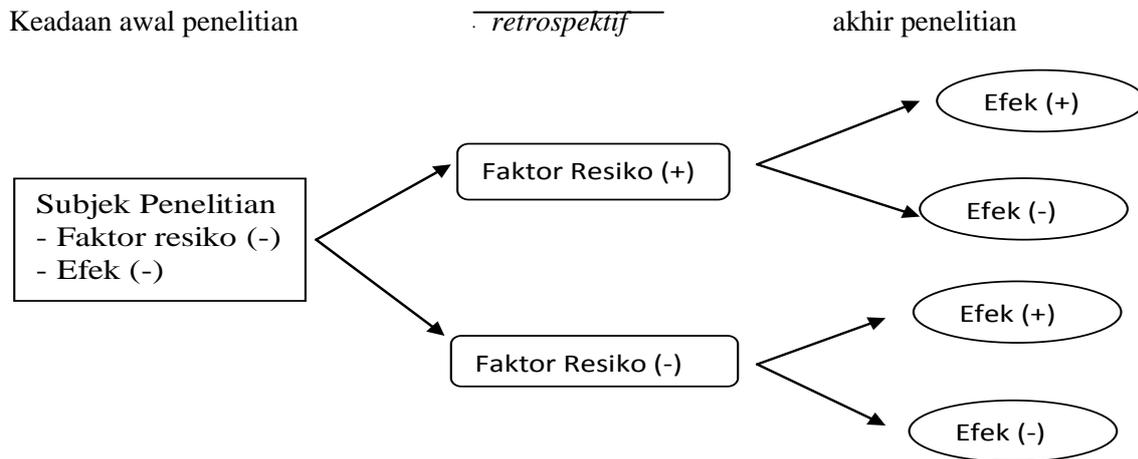
**Metode**

**KOHORT RETROSPEKTIF**

Studi *kohort retrospektif* dapat diartikan sebagai suatu penelitian dengan pendekatan longitudinal yang bersifat observasional mengikuti perjalanan kasus ke arah belakang untuk menguji hipotesis spesifik tentang adanya hubungan pemaparan terhadap faktor resiko dimasa lalu. Dengan kata lain mengikuti perjalanan dari akibat ke sebab. (Eko Budiarto, Dewi Anggraeni,2002). Dari pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa metode *kohort retrospektif* adalah suatu penelitian yang melihat faktor risiko dan efek sudah terjadi dimasa lampau sebelum dilakukan penelitian. Dengan demikian, variabel-variabel tersebut. Dari uraian singkat diatas dapat dijelaskan bahwa secara garis besar proses perjalanan penelitian *kohort retrospektif* sebagai berikut:

1. Pada awal penelitian, kelompok terpajan maupun kelompok tidak terpajan sudah menampakkan gejala yang diteliti.
2. Kedua kelompok diikuti ke depan berdasarkan sekuens waktu
3. Dilakukan pengamatan untuk mencari insidensi (efek) .
4. Insidensi dibandingkan menggunakan perhitungan statistik untuk menguji hipotesis tentang hubungan akibat ke sebab antara pajanan dan insidensi penyakit (efek).

Proses penelitian *kohort retrospektif* secara sistematis dapat digambarkan sebagai berikut :



Pada metode *kohort retrospektif* juga sering dikatakan penelitian kasus-kontrol, ekspos faktor dan untuk memudahkan agar tidak terjadi kesalahan amak disarankan untuk menggunakan istilah trohoc atau trohoc yaitu cohort yang dibaca dari belakang esuai dengan proses perjalanan efek gejala yang diikuti dan proses diikuti mengikuti proses ke belakang dari keadaan awal untuk mencari resiko di masa lalu dengan kata lain mengikuti perjalanan dari akibat ke sebab.. Dalam menemukan prediksi berat lahir bayi dengan metode *kohort retrospektif* dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Berat lahir bayi} = 1764.133 + \text{BB Pra Hamil} + \text{PBJ 1} + \text{PBJ 2} + \text{PBJ 3}.$$

Dimana : BB adalah Berat Badan

PBJ 1 adalah perkembangan berat janin trimester 1

PBJ 2 adalah perkembangan berat janin trimester 2

PBJ 3 adalah perkembangan berat janin trimester 3

Secara garis besar, langkah-langkah yang harus dilakukan dalam metode *kohort retrospektif* sebagai berikut :

1. Tentukan tujuan penelitian . tujuan dan hipotesis harus dinyatakan dengan jelas karena dengan tujuan yang jelas akan memudahkan kegiatan selanjutnya.
2. Tentukan kelompok terpajan dan tidak terpajan(*inclusion* dan *exclusion criteria*).
3. Dalam hal ini perlu dijelaskan tentang kriteria positif yang digunakan
4. Hitung perkiraan besarnya sampel yang dibutuhkan
5. Tentukan rancangan analisis yang dilakukan

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Prediksi berat lahir bayi sangat penting dilakukan agar dapat mencegah kematian perinatal kelahiran dengan berat lahir bayi rendah dan kesakitan akibat berat lahir bayi besar. Karena merupakan suatu masalah tersendiri dalam kesehatan perinatal dan saat persalinan. Oleh sebab itu ibu hamil selama kehamilannya harus memperhatikan kesehatan dan perkembangan kehamilannya. Bayi yang lahir dengan berat badan kurang dari 2500 gram memulai kehidupan yang kurang beruntung dan ketahanan hidup yang rendah karena terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan kognitif dan memiliki resiko terkena jantung 1,7 kali dan berat lahir bayi lebih dari 4500 gram bayi akan lebih mudah mengalami penurunan kadar gula darah berlebihan (*hipoglikemia*) dan memiliki resiko lebih tinggi mengalami gangguan pernafasan.

Dalam pembuatan aplikasi memprediksi berat lahir dapat menggunakan metode *kohort retrospektif* dianggap sebagai alternatif yang baik dalam memprediksi berat lahir bayi karena dalam metode ini penelitian yang dilakukan merupakan penelitian yang bersifat longitudinal dengan mengikuti proses ke depan berdasarkan urutan waktu. Dalam memprediksi berat lahir bayi ini harus mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi berat lahir bayi, pada penelitian ini faktor yang berpengaruh adalah penambahan berat janin pada tiap trimesternya, yaitu penambahan pada trimester 1, trimester 2, dan trimester 3. Metode *kohort retrospektif* suatu penelitian yang dapat di implementasikan dalam memprediksi berat lahir bayi, mengingat semakin berkembangnya teknologi informasi dan komunikasi yang dapat memberikan pelayanan yang semakin murah.

*Kohort retrospektif* dapat diartikan sebagai suatu penelitian dengan pendekatan longitudinal yang bersifat observasional mengikuti perjalanan kasus ke arah belakang untuk menguji hipotesis spesifik tentang adanya hubungan pemaparan terhadap faktor resiko dimasa lalu. Dengan kata lain mengikuti perjalanan dari akibat ke sebab. Aplikasi prediksi berat lahir bayi di terapkan dalam metode *kohort retrospektif* menggunakan kelompok kontrol sebagai pembanding untuk mencari faktor yang mempengaruhi berat lahir bayi. hal ini dilakukan dengan harapan dapat ditemukan hasil prediksi berat lahir bayi yang dapat disusun suatu hipotesis spesifik untuk dilakukan penelitian lanjut.

Pada awal proses aplikasi prediksi pengguna akan menginputkan data pribadinya. Kemudian sistem akan melakukan proses dengan melakukan kecocokan antar data. Aplikasi prediksi berat lahir bayi hanya memproses penambahan berat janin pertrimesternya. Dengan kata lain setiap penambahan berat janin akan dimasukkan. Menyusun kriteria-kriteria yang di perlukan untuk pembuatan sampel sebagai berikut: para ibu hamil akan diukur berapa berat janinnya per trimesternya.

Langkah-langkah dalam metode *Kohort Retrospektif* dapat dilakukann sebagai berikut:

1. Tentukan tujuan penelitian  
Artinya dalam penelitian ini mempunyai tujuan agar para ibu hamil dapat mengetahui perkembangan janinnya pertrimesternya.
2. Menentukan kelompok terpajan dan tidak terpajan  
Dalam penelitian yang merupakan kelompok terpajan artinya hal-hal yang mempengaruhi perkembangan janin dalam kandungan ibu hamil.
3. Menjelaskan kriteria positif yang digunakan  
Kriteria positif yang digunakan dalam aplikasi prediksi berat bayi tersebut adalah penambahan berat janin pertrimesternya.
4. Besarnya sampel yang digunakan  
Dalam penelitian ini penulis menggunakan sampel yaitu 2 (dua) orang ibu hamil.
5. Menentukan rancangan analisis yang dilakukan.

Dalam aplikasi prediksi berat lahir bayi ini dapat dilakukan dengan pengukuran berat janin akan mengetahui perkembangan janin didalam kandungan ibu. Dalam mengukur berat janin dalam kandungan dapat dilakukan dengan cara :

$(TFU-Uk) \times 155 = \text{berat janin.}$

Dimana : TFU = tinggi fundusnya  
Uk = umur kehamilan

Dengan demikian dapat diprediksi berat lahir bayi dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Berat lahir bayi =  $1764,133 + BB \text{ pra hamil} + PBJ 1 + PBJ 2 + PBJ 3$

Dimana : PBJ = penambahan berat janin  
BB = berat badan

Contoh kasus :

Data didapatkan melalui data ibu bidan. Data diambil ada 2 pasien yaitu Laura Simbolon berumur 22 tahun dan Ratna ayu berumur 24 tahun dengan berat badan Laura Simbolon sebelum hamil 42 kg dan Ratna Ayu memiliki berat badan sebelum hamil 45 kg. Mereka sama-sama memiliki paritas yang pertama. Dalam perkembangannya mereka memiliki penambahan berat janin yang berbeda pertrimesternya. Penambahan berat janin Laura Simbolon trimester pertama 300 gram, penambahan berat janin trimester kedua sebesar 500 gram dan penambahan berat janin trimester ketiga sebesar 800. Sedangkan penambahan berat janin Ratna Ayu trimester pertama 350 gram, penambahan berat

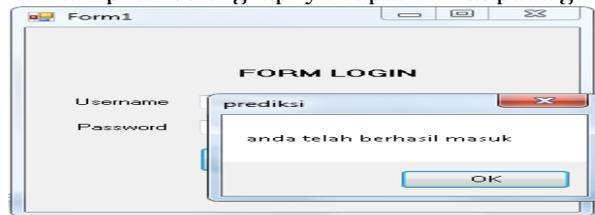
janinnya trimester kedua adalah 1000 gram, dan pertambahan berat janin trimester ketiga adalah 800 gram.

Langkah selanjutnya kita memasukkan rumus yang ada dalam memprediksi berat lahir bayi. maka hasil yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Prediksi berat lahir bayi Laura Simbolon =  
 $1764,133 + BB \text{ pra hamil} + PBJ 1 + PBJ 2 + PBJ 3$   
 $1764,133 + 0.042 + 300 \text{ gram} + 500 \text{ gram} + 800 \text{ gram} = 3364.175$   
 Jadi, dapat diprediksi berat lahir bayi Laura Simbolon adalah 3364.175 gram
2. Prediksi berat lahir bayi Ratna ayu =  
 $1764,133 + BB \text{ pra hamil} + PBJ 1 + PBJ 2 + PBJ 3$   
 $1764,133 + 0.045 + 350 \text{ gram} + 1000 \text{ gram} + 800\text{gram} = 3914.178$

Jadi, prediksi berat lahir bayi Ratna Ayu adalah 3914.178 gram

Tampilan ini merupakan tampilan dari *form login* dimana berfungsi untuk melakukan proses login. Pada *Form* ini pengguna harus menginputkan *username* dan *password* yang telah di tentukan agar program ini bisa dijalankan. Untuk tampilan selengkapnya dapat dilihat pada gambar 1 Berikut ini :



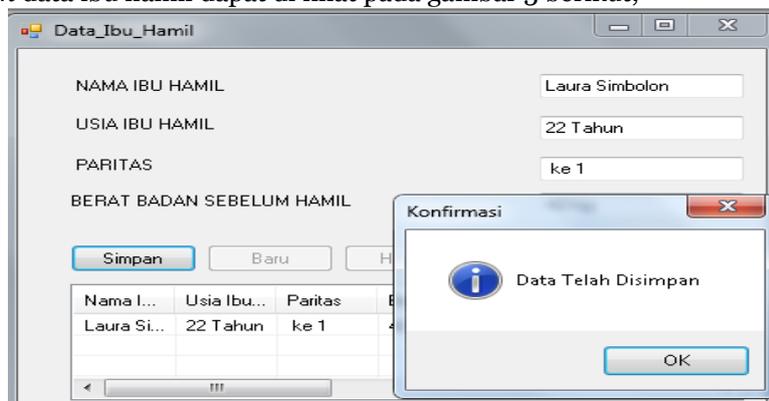
**Gambar 1** Tampilan *Form Login*

Tampilan ini merupakan tampilan dari *form* menu utama dimana berfungsi untuk melakukan pemanggilan terhadap *form-form* yang lain. *Form* Menu utama dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini :



**Gambar 2** Tampilan Menu Utama

Tampilan ini merupakan tampilan *form* Data Ibu Hamil dimana berfungsi untuk melakukan Input Data Ibu hamil. *Form* data ibu hamil dapat di lihat pada gambar 3 berikut;



**Gambar 3** Tampilan *Form* Data Ibu Hamil

Tampilan ini merupakan tampilan *form* perkembangan berat janin di mana berfungsi untuk melihat perkembangan berat janin pertrimesternya, dan dalam *form* ini dapat melihat hasil dari prediski berat lahir bayi setelah menginputkan berat janin pertrimesternya . *Form* perkembangan berat janin dapat di lihat pada gambar 4.4 berikut;

| Nama Ibu Hamil | Usia Ibu Hamil | paritas | Berat Badan Ibu... | Pertambahan Be |
|----------------|----------------|---------|--------------------|----------------|
| Laura Simbolon | 22 Tahun       | Ke 1    | 42 Kg              | 300            |

**Gambar 4** Tampilan *Form* Perkembangan Berat Janin

## KESIMPULAN.

1. Melalui aplikasi ini dapat memprediksi berat lahir bayi dengan menguraikan faktor pertambahan berat janin ibu hamil pertrimesternya .
2. Perancangan aplikasi berat lahir bayi dengan metode *kohort retrospektif* dapat dipergunakan untuk memprediksi berat lahir bayi berdasarkan faktor perkembangan berat janin pertrimesternya agar membantu berat lahir bayi normal.
3. Dengan menggunakan *software* Microsoft visual basic 2008 dapat di lihat hasil prediski berat lahir bayi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Enterprise, Jubilee, Wibowo Herry Raditya. 2014. *Visual Basic Database.*: Penerbit PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Nugroho, Adi.2010. *Rekayasa Perangkat Lunak* . Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Syahrul. 2010. *Organisasi dan Arsitektur Komputer*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Ukar, Kurweni.2006. *Pengenalan Komputer*. PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Budiarto Eko, Anggraeni Dewi. 2002. *Pengantar Epidemiologi*. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Ismail Muhammad. 2010. *Prediksi*. penerbit Ismail, Jakarta.
- Santoso, Harip. 2014. *Membuat Aplikasi Menggunakan Visual Basic 6*. Penerbit PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Hendrayudi.2009.VB 2008 Untuk Berbagi Keperluan Pemograman. Penerbit PT Elex Media Komputindo, Jakarta.

# PERANCANGAN APLIKASI PENGAMANAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ADFGVX DAN NIHILIST CIPHERS

Taufiq Pradana

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan

[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Keamanan data merupakan hal yang sangat penting dalam menjaga kerahasiaan informasi terutama yang berisi informasi sensitif yang hanya boleh diketahui oleh pihak yang berhak saja, terutama data file yang berbentuk teks. File Teks yang berisi informasi tersebut bisa bersifat penting atau bisa juga bersifat rahasia, sehingga perlu disembunyikan dan dilindungi agar tidak terbuka untuk umum atau jatuh kepada pihak lain. Kriptografi merupakan ilmu atau seni untuk menjaga kerahasiaan pesan atau data dengan cara menyandikan kebentuk yang tidak dapat dimengerti lagi maknanya. Skripsi ini membahas bagaimana cara menyandikan data file teks. Proses penyandian dilakukan dengan membangkitkan kunci terlebih dahulu, selanjutnya menginput kunci publik dan file teks yang akan dienkripsi algoritma adfgvx dan nihilist sehingga menghasilkan chiperteks. Kemudian dilakukan proses dekripsi agar kembali menjadi data atau teks asli yang berupa plainteks. Rancangan aplikasi untuk pengaman data teks dengan menerapkan metode adfgvx dan nihilist dapat membantu pengguna untuk mengamankan informasi yang bersifat rahasia.

**Kata Kunci :** Keamanan, Metode adfgvx, Metode nihilist.

## PENDAHULUAN

Seiring meningkatnya perkembangan dunia teknologi, pengaman yang canggih terhadap suatu data semakin dibutuhkan. Masalah keamanan merupakan salah satu aspek penting dari sebuah sistem informasi. Kriptografi telah dikembangkan untuk menangani masalah keamanan ini, salah satu teknik untuk pengamanan data dari suatu sistem informasi adalah dengan menggunakan algoritma penyandian. Dengan menggunakan cara ini data asli (*plaintext*) dapat diubah ke dalam bentuk sandi (*ciphertext*) dengan menggunakan kunci tertentu. Untuk itu, kerahasiaan kunci merupakan hal yang sangat diperlukan untuk keberhasilan proses penyandian data.

Salah satu metode kriptografi yang dikenal adalah algoritma kriptografi klasik dimana metode ini sudah dikenal sejak lama. Algoritma kriptografi klasik merupakan metode kriptografi yang berbasis karakter, bukan bit seperti pada algoritma modern. Salah satu kriptografi klasik yang lazim dikenal adalah substitusi abjad majemuk *ciphers* (*Polyalphabetic substitution ciphers*). *Ciphers* jenis ini menggunakan kunci yang berbeda untuk mengenkripsi tiap huruf. Contoh *ciphers* jenis ini adalah *nihilist ciphers* dan *ADFGVX ciphers*. Pada kriptografi secara umum dan termasuk dua algoritma kriptografi klasik *nihilist* dan *ADFGVX*, pesan yang akan dirahasiakan disebut *plaintext*.

## BAHAN PENELITIAN

### Bahan

Proses komunikasi merupakan aktivitas yang mendasar bagi manusia sebagai makhluk sosial. Setiap proses komunikasi diawali dengan adanya stimulus yang masuk pada diri individu melalui panca indera. Stimulus diolah di otak dengan pengetahuan, pengalaman, selera dan iman yang dimiliki individu. Stimulus tersebut mengalami proses intelektual menjadi informasi.

### Metode

#### Kriptografi

Kriptografi pada awalnya dijabarkan sebagai ilmu yang mempelajari cara menyembunyikan pesan, namun pada pengertian modern kriptografi adalah ilmu yang bersandarkan pada teknik matematika untuk berurusan dengan keamanan informasi seperti kerahasiaan, keutuhan data dan otentikasi entitas.

#### Algoritma ADFGVX

Salah satu implementasi kriptografi Kunci ialah sistem kriptografi ADFGVX yang dipublikasikan pada tahun 1918 (Mollin, 2007). Algoritma ADFGVX Cipher merupakan bagian dari algoritma simetris yang mana menggunakan tabel 6 x 6 yang berisi 26 huruf dan 10 angka (0-9).

#### Algoritma Nihilist hiphers

Algoritma *Nihilist hiphers* ditemukan sekitar abad ke-19 tepatnya tahun 1880an dan digunakan di Rusia oleh *Russian Nihilist* untuk mengorganisir teroris-teroris dalam melawan rezim *czarist* (yahya, 2006). Beberapa tahun kemudian algoritma ini mengalami perkembangan dan digunakan sebagai alat komunikasi mata-mata Soviet.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Contoh Kasus :

Pesan = TAUFIQ PRADANA

Kunci 1= C3A1LI9F6ORNB2D4E5G7H8JoKMPQSTUVWXYZ

Kunci 2= APOLLO

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam mengenkripsi sebuah pesan plainteks dengan menggunakan algoritma ADFGVX *Ciphers* :

1. Tentukan kunci pertama yang terdiri dari huruf dan angka, misalkan "C3A1LI9F6ORNB2D4E5G7H8JoKMPQSTUVWXYZ".
2. Buatlah sebuah tabel 6 x 6 dan isi dengan kunci pertama, kemudian huruf-huruf berurutan yang belum muncul. Tabel berikut merepresentasikan tabel yang terbentuk dengan kunci "C3A1LI9F6ORNB2D4E5G7H8JoKMPQSTUVWXYZ".

**Tabel 1 :** Tabel Kunci 1

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   | A | D | F | G | V | X |
| A | C | 3 | A | 1 | L | I |
| D | 9 | F | 6 | O | R | N |
| F | B | 2 | D | 4 | E | 5 |
| G | G | 7 | H | 8 | J | o |
| V | K | M | P | Q | S | T |
| X | U | V | W | X | Y | Z |

3. Selanjutnya, setiap huruf dalam plainteks disubstitusi menjadi dua huruf yang ditentukan oleh posisi baris dan kolom. Sebagai contoh, huruf k menjadi VA, serta huruf g menjadi GA.

Penyelesaian = TAUFIQ PRADANA

Enkripsikan T menjadi VX ditunjukkan pada papan kunci dibawah ini.

**Tabel 2:** Enkripsi T

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   | A | D | F | G | V | X |
| A | C | 3 | A | 1 | L | I |
| D | 9 | F | 6 | O | R | N |
| F | B | 2 | D | 4 | E | 5 |
| G | G | 7 | H | 8 | J | o |
| V | K | M | P | Q | S | T |
| X | U | V | W | X | Y | Z |

Enkripsikan A menjadi AF ditunjukkan pada papan kunci dibawah ini.

**Tabel 3:** Enkripsi A

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   | A | D | F | G | V | X |
| A | C | 3 | A | 1 | L | I |
| D | 9 | F | 6 | O | R | N |
| F | B | 2 | D | 4 | E | 5 |
| G | G | 7 | H | 8 | J | o |
| V | K | M | P | Q | S | T |
| X | U | V | W | X | Y | Z |

dan seterusnya sampai semua selesai di enkripsi:

Maka dari percobaan diatas dapat diperoleh hasilnya sebagai berikut :

VX AF XA DD AX VG VF DV AF FF AF DX AF.

1. Tentukan kata kunci kedua, terdiri dari huruf saja dan boleh muncul berulang. Kunci ini digunakan dalam proses transposisi. Pertama buatlah sebuah tabel baru. Kemudian tulis kata yang menjadi kunci di bagian atas setiap kolomnya. Selanjutnya tulis hasil substitusi pada langkah 3 di bawahnya secara berurutan ke kanan lalu ke bawah. Jika ada sisa, diisi dengan huruf X atau sesuai dengan kesepakatan. Sebagai contoh, kata kunci kedua yang kita gunakan adalah "APOLLO". Maka tabel yang terbentuk adalah sebagai berikut:

**Tabel 4:** Tabel Kunci 2

|          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>A</b> | <b>P</b> | <b>O</b> | <b>L</b> | <b>L</b> | <b>O</b> |
| V        | X        | A        | F        | X        | A        |
| D        | D        | A        | X        | V        | G        |
| V        | F        | D        | V        | A        | F        |
| F        | F        | A        | F        | D        | X        |
| A        | F        | X        | X        | X        | X        |
| X        | X        | X        | X        | X        | X        |

2. Selanjutnya, urutkan huruf pada kunci kedua terurut sesuai dengan alfabet. Sebagai contoh, jika kunci kedua yang dipilih adalah kata "APOLLO" (1-2-3-4-5-6), menjadi "ALLOOP" (1-4-5-3-6-2).

**Tabel 5:** Tabel Hasil Enkripsi

|          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>A</b> | <b>L</b> | <b>L</b> | <b>O</b> | <b>O</b> | <b>P</b> |
| V        | F        | X        | A        | A        | X        |
| D        | X        | V        | A        | G        | D        |
| V        | V        | A        | D        | F        | F        |
| F        | F        | D        | A        | X        | F        |
| A        | X        | X        | X        | X        | F        |
| X        | X        | X        | X        | X        | X        |

- Ciphertekstnya adalah huruf-huruf yang berada di kolom pertama, dan seterusnya. Jadi, untuk contoh yang kita pilih, ciphersteks yang dihasilkan adalah “VD VF AX FX VF XX XV AD XX AA DA XX AG FX XX XD FF FX”.

**Proses Enkripsi Dengan Nihilist Ciphers.**

- Sebagai contoh, string *input* : “TAUFIQ PRADANA”, Proses yang dilakukan tahap pertama adalah melakukan enkripsi terhadap string *input* dengan *Nihilist Ciphers*. *Plaintext* disubstitusi menjadi 2 huruf hubungan baris dan kolom pada Tabel 3.17 sebagai titik koordinat, maka hasil substitusinya adalah “44 11 45 21 24 41 35 42 11 14 11 33 11”.

**Tabel 6:** Tabel *Nihilist Ciphers*

|          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|          | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| <b>1</b> | A        | B        | C        | D        | E        |
| <b>2</b> | F        | G        | H        | I        | J        |
| <b>3</b> | L        | M        | N        | O        | P        |
| <b>4</b> | Q        | R        | S        | T        | U        |
| <b>5</b> | V        | W        | X        | Y        | Z        |

- Kata kunci yang digunakan TIGA (44 24 22 11).

**Tabel 7:** Tabel Kunci *Nihilist Ciphers*.

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Pt | 44 | 11 | 45 | 21 | 24 | 35 | 42 | 11 | 14 | 11 | 33 | 11 |
| Kk | 44 | 24 | 22 | 11 | 44 | 24 | 22 | 11 | 44 | 24 | 22 | 11 |
| ct | 88 | 35 | 67 | 32 | 68 | 59 | 64 | 22 | 58 | 35 | 55 | 22 |

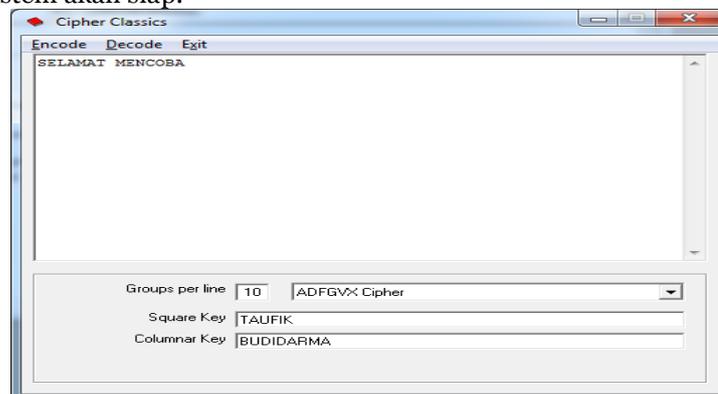
- Selanjutnya, lakukan operasi penjumlahan string *input plaintext* (pt) + kata kunci (kk). Sehingga hasil *ciphertextnya* adalah “ 88 35 67 32 68 59 64 22 58 35 55 22”.

**Implementasi**

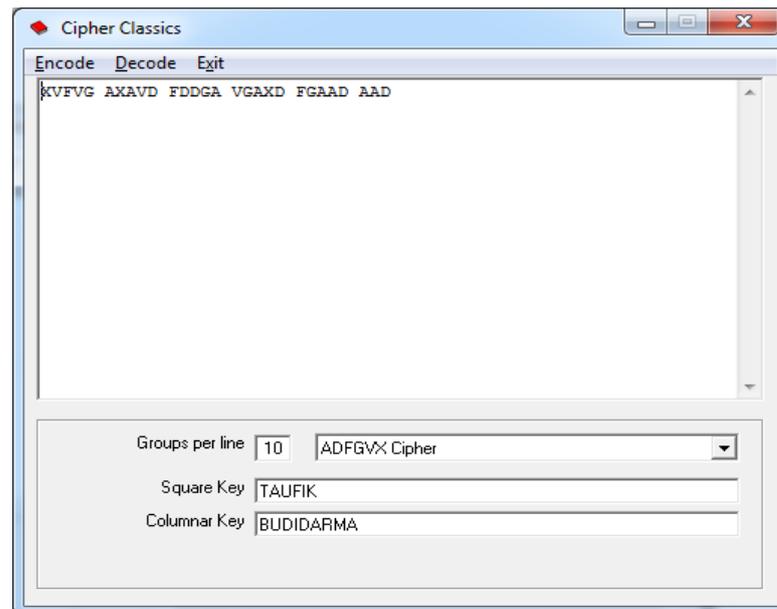
Implementasi sistem program ini mencakup spesifikasi kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan spesifikasi perangkat lunak (*software*) sebagai berikut :

- Prosesor : Intel Pentium IV 2.26 GHz.
- Memory : Minimal 1 GB
- Harddisk : Minimal 40 GB.
- VGA : Minimal card 1 GB.
- Monitor dengan resolusi 1024 X 768 pixel.
- Keyboard dan Mouse.
- Microsoft-Windows 7
- Visual Basic.Net

Pada form ini akan dilakukan proses penyandian dengan menggunakan metode ADFGVX. Dalam proses ini terlebih dahulu user menginputkan pesan yang akan disandikan selanjutnya inputkan ke dua kunci maka secara otomatis sistem akan siap.



**Gambar 1:** Tampilan Menu Enkripsi



**Gambar 2:** Tampilan Hasil *Enkripsi*

## KESIMPULAN

1. Perancangan Aplikasi Enkripsi dan Deskripsi pada Teks menggunakan Metode ADFGVX Dan *Nihilist Ciphers* sangat membantu setiap pengguna dalam mengamankan data-data yang tidak perlu diketahui pihak-pihak lain.
2. Perancangan aplikasi yang dibuat sangat membantu dalam menjelaskan materi yang dijelaskan, disamping itu juga akan menjadi sarana yang baik untuk menumbuhkan keingintahuan mengenai program aplikasi didalam *Visual Basic.Net 2008*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arius, Dony. 2008. Pengantar Ilmu Kriptografi. Yogyakarta: C.V Andi OFFSET*
- Algoritma Pemrograman dengan Bahasa C Konsep, Teori dan Implementasi, Ed I, Yogyakarta: ANDI*
- Adi Nugroho, 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berbasis Objek dengan Metode USDP. Andi. Yogyakarta.*
- Harip, 2005. Membuat Database pada SQL Server 2000 Menggunakan VB 6, PT Elexmedia Komputindo : Jakarta.*
- Jogiyanto. 2005. Analisis dan Desain Sistem Informasi. Penerbit Andi. Yogyakarta.*
- Kromodimoeljo, Sentot. 2009. Teori dan Aplikasi Kriptografi. SPK IT Consulting*
- Wiryanto. 2004. Pengantar Ilmu Komunikasi. Jakarta: Gramedia Widiasarana.*
- Zen, Fathurin. 2004. NU Politik :Analisis Wacana Media. Yogyakarta*

**ANALISA PENGOLAHAN CITRA DENGAN CANONICAL CORELATION (CCA)****Tengku Zakiah Cempaka**Mahasiswa STMIK BUDI DARMA, Medan  
[zaqia.siiqia@yahoo.co.id](mailto:zaqia.siiqia@yahoo.co.id)

**Abstrak.** Citra atau Image merupakan istilah lain dari gambar, yang merupakan informasi berbentuk visual. Suatu citra diperoleh dari penangkapan kekuatan sinar yang dipantulkan oleh objek. Ketika sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian cahaya tersebut. Pantulan ini ditangkap oleh alat-alat pengindera optik, misalnya mata manusia, kamera, scanner dan sebagainya. Bayangan objek tersebut akan terekam sesuai intensitas pantulan cahaya. Ketika alat optik yang merekam pantulan cahaya itu merupakan mesin digital, misalnya kamera digital, maka citra yang dihasilkan merupakan citra digital. Pada citra digital, kontinuitas intensitas cahaya dikuantisasi sesuai resolusi alat perekam. Pengolahan citra adalah sebuah proses pengolahan yang inputnya adalah citra. Otuputnya dapat berupa citra atau sekumpulan karakteristik atau parameter yang berhubungan dengan citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu. Analisis korelasi kanonik pada dasarnya merupakan salah satu metode analisis variabel/peubah ganda yang ditujukan untuk mengetahui keterkaitan antara dua kelompok peubah. Besarnya keterkaitan ini diukur dengan nilai korelasi antara dua kelompok tersebut. Kalau ternyata korelasi dua kelompok ini nyata secara teoritis ada hubungan fungsional antara keduanya, maka melalui analisis regresi multivariate dapat dirumuskan model yang menghubungkan keduanya.

**Kata Kunci :** Citra, Pengolahan Citra, Canonical Corelation Analysis

**PENDAHULUAN**

Pengolahan citra pada umumnya sudah sangat banyak, tools yang digunakan pun sudah semakin berkembang. Dalam hal ini tools yang digunakan sedikit berbeda dengan penelitian sebelumnya, yaitu menggunakan Bahasa R untuk melakukan proses image. Analisis korelasi kanonik (CCA) adalah salah satu cara untuk mengukur panjang hubungan antara dua variabel multidimensi. Ia menemukan dua basis, satu untuk setiap variabel, yang optimal sehubungan dengan correlations, dan pada saat yang sama, ia menemukan yang sesuai correlations. Dengan kata lain, ia menemukan dua basis dimana matriks korelasi antara variabel-variabel tersebut dan diagonal correlations pada diagonal yang maksimal. Kematraan yang baru ini berbasis sama dengan atau kurang dari kematraan terkecil dari dua variabel. Analisis interdependensi berfungsi untuk memberikan makna terhadap seperangkat variable atau membuat kelompok-kelompok secara bersama-sama. Yang termasuk dalam klasifikasi ini ialah analisis faktor, analisis kluster, dan multidimensional scaling.

**BAHAN dan METODE****Bahan**

Sebagai bahan perancangan yang akan di gunakan adalah citra yang memiliki kemiripan dengan visual basic 6.0.

**Metode****Canonical Corelation**

Canonical corelation analysis adalah teknik descriptive, walaupun juga bisa berfungsi sebagai predictive. Periset sebaiknya mempunyai pengetahuan a. Priori tentang hubungan antar variabel, kemudian menggunakan cca untuk menganalisa signifikansi hubungannya. Canonical corilation analysis digunakan untuk tujuan menganalisis beberapa variable terikat (dependent variable) dan beberapa variable bebas (independent variable). Analisis korelasi kanonik pada dasarnya merupakan salah satu metode analisis variabel/peubah ganda yang ditujukan untuk mengetahui keterkaitan antara dua kelompok peubah. Besarnya keterkaitan ini diukur dengan nilai korelasi antara dua kelompok tersebut. Kalau ternyata korelasi dua kelompok ini nyata serta secara teoritis ada hubungan fungsional antara keduanya, maka melalui analisis regresi multivariate dapat dirumuskan model yang menghubungkan keduanya.

**Kuantisasi Nilai RGB**

Setelah diketahui nilai RGB dari masing-masing pixel langkah pertama yang dilakukan adalah dengan meng-kuantisasi masing-masing citra digital sehingga nilai RGB tiap pixel yang mempunyai panjang antara 0-255 atau (8 bit) menjadi 0-3 atau (2 bit) dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Q = \left[ V * \frac{R = 3}{255} \right]$$

Dimana :

Q = Hasil Kuantisasi

V = Nilai R(*red*) atau G(*green*) atau B(*blue*)

R = Nilai kuantisasi (nilai maksimal, setelah dilakukan kuantisasi) dalam hal ini diberi nilai 3 (tiga)

**NORMALISASI.** Proses selanjutnya adalah membuat normalisasi dari hasil histogram tersebut. Hal ini dibutuhkan karena untuk mengubah nilai histogram menjadi nilai persentase, yang mana nantinya persentase inilah yang akan dibandingkan. Untuk menghitung persentase masing-masing warna yang muncul digunakan persamaan sebagai berikut :

$$J = \frac{C}{Np} * 100$$

Dimana :

J = Hasil persentase (dalam persen %)

C = Jumlah pixel per warna

Np = Jumlah pixel dalam gambar

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui logika dari metode CCA (*Canonical Corelation Analisys*) mendapatkan gambar yang sama dengan memanfaatkan histogram warna RGB. Maka, akan dianalisa 3 buah gambar dengan resolusi 4x4 yang mempunyai kedalaman warna 24 bit, dan masing-masing nilai RGB gambar sudah diketahui. Untuk menjabarkan proses agar lebih jelas dibawah ini akan diuraikan satu persatu langkah-langkah dari awal pengambilan gambar hingga mendapatkan hasil dari perbandingan masing-masing gambar dengan menggunakan metode conical.

Masing-masing nilai RGB gambar, dibuat dengan acak. Hal ini bertujuan untuk menghindari perencanaan hasil yang akan didapat dengan menggunakan perbandingan histogram warna RGB. Kemudian untuk program, gambar yang dieksekusi tidaklah hanya gambar ber-resolusi 4x4 pixel. Tetapi semua resolusi, hanya saja gambar yang terlalu besar akan di turunkan resolusinya menjadi ukuran 100x100 agar mempercepat proses pemindaian. Berikut ini adalah contoh 3 buah gambar dengan resolusi 4x4 pixel yang akan dicari *signature* dari masing-masing gambar dan kemudian dibandingkan, untuk mengetahui hasil akhir yang didapat yaitu apakah gambar dinyatakan mirip ataupun tidak. Setiap gambar mempunyai 16 kotak yang berwarna, kotak-kotak itu di istilahkan sebagai pixel-pixel. 3 nilai yang ada dalam masing-masing kotak adalah nilai RGB dari masing-masing pixel. Dan kemudian setiap kotak atau pixel diwarnai sesuai dengan nilai RGB yang tertera, sehingga lebih memudahkan dalam pemahaman selanjutnya.

**Tabel 1.** RGB citra A

|             |             |             |            |
|-------------|-------------|-------------|------------|
| 215,50,71   | 109,241,166 | 144,190,108 | 248,63,253 |
| 212,18,112  | 63,207,67   | 137,187,132 | 200,206,31 |
| 170,112,202 | 35,177,25   | 92,31,159   | 24,154,230 |
| 118,67,13   | 70,56,52    | 226,36,241  | 154,112,85 |

**Tabel 2.** RGB citra B

|             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 115,138,191 | 190,83,0    | 159,216,230 | 192,201,145 |
| 182,125,164 | 171,215,250 | 225,33,203  | 128,175,55  |
| 29,72,164   | 20,96,52    | 183,228,38  | 92,98,88    |
| 138,217,18  | 2,254,225   | 152,134,117 | 238,96,198  |

**Tabel 3.** RGB Citra C

|             |            |             |             |
|-------------|------------|-------------|-------------|
| 138,227,205 | 21,91,242  | 240,205,129 | 244,201,254 |
| 95,0,91     | 58,10,82   | 184,96,255  | 26,89,82    |
| 248,235,123 | 234,34,184 | 172,17,171  | 148,232,112 |
| 30,221,49   | 195,129,33 | 202,202,235 | 124,208,143 |

Setelah diketahui nilai RGB dari masing-masing pixel langkah pertama yang dilakukan adalah dengan meng-kuantisasi masing-masing citra digital sehingga nilai RGB tiap pixel yang mempunyai panjang antara 0-255 atau (8 bit) menjadi 0-3 atau (2 bit). Setelah dilakukan proses kuantisasi terhadap masing-masing gambar maka akan menghasilkan gambar baru dengan jarak warna yang lebih sedikit. Maka masing-masing citra akan menjadi :

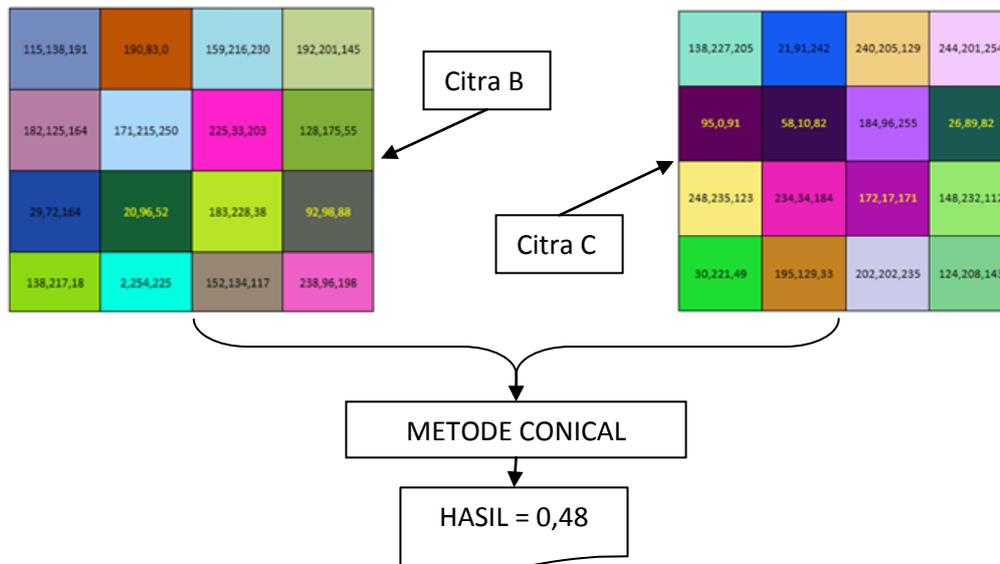
**Tabel 4.** Hasil Nilai RGB Citra A Setelah di Kuantisasi

|       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| 3,0,1 | 1,0,2 | 2,0,1 | 3,0,3 |
| 2,0,1 | 1,0,0 | 2,0,2 | 2,0,0 |
| 2,0,2 | 0,0,0 | 1,0,2 | 0,0,3 |
| 1,0,0 | 1,0,1 | 3,0,3 | 2,0,1 |









**Gambar 3** Hasil Perbandingan Citra B dan Citra C

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan perbandingan antara citra A dan B, citra A dan C serta citra B dan C, yang masing-masing mempunyai nilai 0,63 dan 0,88 serta 0,48. Untuk memastikan kemiripan gambar maka hasil perbandingan yang didapat haruslah 0 nol. Jika hasil yang didapat nol, sudah dapat dipastikan gambar tersebut mempunyai distribusi warna yang sama. Atau sudah dapat diasumsikan gambar tersebut sebagai gambar yang sama atau duplikat.

**KESIMPULAN.**

1. Proses pengestrakan warna RGB dari gambarnya itu dengan melakukan proses sebanyak jumlah pixel dalam gambar, kemudian masing-masing pixel diambil nilai warna R,G,Bnya.
2. Kuantisasi warna RGB adalah dengan menyederhanakan kedalaman warna 255 menjadi 3 warna, kemudian untuk menormalisasi jumlah warna RGB adalah dengan mengubah hasil jumlah menjadi persen.
3. Sebelum membuat histogram warna hasil persen warna RGB dibagi dengan 10 agar jumlah yang disimpan tidak terlalu besar, kemudian masing-masing warna RGB disatukan menjadi satu string tetapi dipisah dengan tanda tertentu setelah itu kemudian disimpan.
4. Setelah histogram warna RGB masing-masing gambar telah didapat barulah metode CCA Analisis korelasi kanonik dapat diterapkan yaitu dengan membandingkan masing-masing string histogram warna, yaitu dengan memisahkan string warna RGB yang disimpan dengan menggunakan pemisah sebelumnya kemudian dikonversi menjadi variabel angka.
5. Merancang dan membangun aplikasi pencarian gambar yang sama menggunakan metode Canonical Correlation Analysis dapat menggunakan *Visual Basic 2008*.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ahmad, Balza.2004, *Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi*, Ardi Publishing, Yogyakarta.

Krisnawati. Kompresi Citra RGB Dengan Metode Kuantisasi. STMIK AMIKOM. Yogyakarta.

Muliyanto.2009. Teori Pengolahan Citra Digital, Penerbit Andi. Yogyakarta

Munir, Renaldi.2004, *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung.

Putra, Darma. 2010. Pengolahan Citra. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Terry A. Welch, *A Technique for High Performance Data Compression*, IEEE Computer, Vol. 17, No. 6, 1984, pp. 8-19.

Wintz, Paul. 2000. *Digital Image Processing*, Prentice-Hall.USA

Wikipedia bahasa Indonesia. ensiklopedia bebas. Analisis. 28 Februari 2012, <http://id.wikipedia.org/wiki/Analisis>.

## IMPLEMENTASI ALGORITMA APRIORI -DATA MINING UNTUK PERSEDIAAN OBAT (KASUS : PUSKESMAS PORIAHA TAPIAN NAULI )

Tiafani Hutabarat

Mahasiswa STMIK BUDI DARMA, MEDAN  
[tiafanihutabarat@gmail.com](mailto:tiafanihutabarat@gmail.com)

**Abstrak.** Algoritma apriori termasuk jenis aturan asosiasi pada data mining, algoritma apriori yang bertujuan untuk menemukan frequent item sets dijalankan pada sekumpulan data. Analisis apriori didefinisikan suatu proses untuk menemukan semua aturan apriori yang memenuhi syarat minimum untuk support dan syarat minimum untuk confidence. Penerapan data mining dapat membantu untuk menganalisa pemakaian obat, untuk mendapatkan informasi yang dapat digunakan untuk perencanaan dan pengendalian persediaan obat. Salah satu teknik pengolahan data yang dapat digunakan untuk masalah tersebut adalah algoritma apriori. Persediaan obat merupakan salah satu faktor penting untuk kelangsungan proses pada puskesmas. Rangkaian aktifitas pengolahan data obat untuk pelayanan kesehatan petugas farmasi pada puskesmas dimulai dari tahap pemesanan obat, penerimaan obat dan pencatatan obat masuk setiap bulannya, dan obat keluar yang bersifat rutin per harinya, serta pengeluaran tiap jenis obat yang bervariasi sesuai dengan resep yang dikeluarkan oleh dokter.

**Kata kunci:** algoritma apriori, data mining, persediaan.

### PENDAHULUAN

Persediaan obat merupakan salah satu faktor penting untuk kelangsungan proses pada puskesmas. Pada umumnya persediaan obat pada puskesmas yang hanya berdasarkan pada pengalaman sebelumnya. Yaituhanya memeriksa persediaan obat yang hampir habis, kemudian mengambil obat ke dinas kesehatan. Hal ini kurang maksimal jika suatu waktu membutuhkan obat dalam jumlah yang besar dan ternyata tidak tersedia. Penerapan data mining dapat membantu untuk menganalisa pemakaian obat, untuk mendapatkan informasi yang dapat digunakan untuk perencanaan dan pengendalian persediaan obat. Puskesmas poriaha tapian nauli berada di wilayah kecamatan tapian nauli ii kabupaten tapanuli tengah. Puskesmas poriaha tapian nauli adalah sebuah unit pelayanan kesehatan yang bergerak dibidang jasadalam hal pelayanan kesehatan kepada masyarakat. Adanya kegiatan pengobatan pasien sehari-hari pada puskesmas poriaha tapian nauli, menghasilkan tumpukan data pemakaian obat (resep dokter) yang semakin banyak bertambah. Jika dibiarkan saja, maka data-data tersebut hanya menjadi sampah yang tidak berarti. Dengan perkembangan teknologi, semakin berkembang pula kemampuan dalam mengumpulkan dan mengolah data yang dapat menghasilkan data obat yang paling sering dipakai dalam pengobatan sehingga dari hasil tersebut dapat menjadi acuan untuk disediakan jenis obat dalam jumlah banyak dan mengurangi beberapa jenis obat yang jarang dipakai dalam pengobatan oleh dokter. Salah satu teknik pengolahan data yang dapat digunakan untuk masalah tersebut adalah algoritma apriori.

Pada penelitian tahun 2013 oleh Kennedy Tampubolon dalam jurnalnya yang berjudul "implementasi data mining algoritma apriori pada sistem persediaan alat-alat kesehatan". Teknik data mining menggunakan kombinasi *itemsets* dengan keterkaitan algoritma apriori sehingga dapat dijadikan sebagai informasi yang sangat berharga dalam pengambilan keputusan untuk mempersiapkan stok jenis barang apa yang diperlukan kemudian.

Pada penelitian tahun 2014 oleh Joanna Ardhyanti Mita Nugraha dalam jurnal yang berjudul "data mining dengan metode clustering untuk pengolahan informasi persediaan obat pada puskesmas Pandanaran Semarang". Pelayanan kesehatan adalah ketersediaan obat yang memadai, dimana diantara berbagai alternatif yang ada, obat-obatan yang paling banyak digunakan dalam penyelenggaraan upaya kesehatan dan biaya yang digunakan untuk obat merupakan bagian yang cukup besar dari seluruh biaya kesehatan.

### Bahan penelitian

#### Bahan

Sebagai bahan penelitian yang akan digunakan adalah jumlah pemakaian obat di puskesmas selama Januari-Desember 2015 dengan jenis obat sebanyak 73 jenis obat. Untuk implementasi penyelesaian menggunakan aplikasi bantuan Tanagra.

#### Metode

##### Data Mining

Data mining adalah proses yang mempekerjakan satu atau lebih teknik pembelajaran komputer (*machine learning*) untuk menganalisis dan mengekstraksi pengetahuan (*knowledge*) secara otomatis. Definisi lain diantaranya adalah pembelajaran berbasis induksi (*induction-based learning*) adalah proses pembentukan definisi-definisi konsep umum yang dilakukan dengan cara mengobservasi contoh-contoh

spesifik dari konsep-konsep yang akan dipelajari. *Knowledge discovery in databases* (kdd) adalah penerapan metode saintifik pada *data mining*. Dalam konteks ini data mining merupakan satu langkah dari proses kdd. (fajar astuti herawati, 2013 : 3).

Data mining didefinisikan sebagai sebuah proses untuk menemukan hubungan, pola dan trend baru yang bermakna dengan menyaring data yang sangat besar, yang tersimpan dalam penyimpanan, menggunakan teknik penemuan pola seperti teknik statistik dan matematika.

Selain definisi tersebut, beberapa definisi juga diberikan seperti tertera di bawah ini:

1. Data mining adalah serangkaian proses untuk menggali nilai tambah dari suatu kumpulan data berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual.
2. Data mining adalah analisis otomatis dari data yang berjumlah besar atau kompleks dengan tujuan menemukan pola atau kecenderungan yang penting yang biasanya tidak disadari keberadaannya.

Dari definisi-definisi yang telah disampaikan, hal penting yang terkait dengan *data mining* adalah:

- a. Data mining merupakan suatu proses otomatis terhadap data yang sudah ada.
- b. Data yang akan diproses berupa data yang sangat besar.
- c. Tujuan dari data mining adalah mendapatkan hubungan atau pola yang mungkin memberikan indikasi yang bermanfaat. (kusrini, emha taufiq luthfi, 2009 : 4).

adapun empat tahap yang dilalui dalam data mining antara lain :

1. Tahap pertama : *precise statement of the problem* (mendefinisikan permasalahan yang ingin diketahui). Misalnya ingin mengetahui apakah seorang customer berpotensi memiliki kredit macet, atau mengidentifikasi seorang customer apakah akan pindah ke kompetitor bisnis kita, dan lain sebagainya. Setelah menemukan pertanyaan bisnis tersebut. Tugas dasar yang menjadi dasar algoritma data mining adalah klasifikasi, regresi, segmentasi, asosiasi dan sequence analisis.
2. Tahap kedua : *initial exploration* (mempersiapkan data yang menjadi sumber untuk data mining termasuk data *cleaning* untuk memperjelas polanya). Setelah menemukan definisi masalah. Menentukan porsi data yang digunakan untuk training data mining berdasarkan algoritma data mining yang telah dibuat. Setelah persiapan data selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah memberikan sebagian data ke dalam algoritma data mining.
3. Tahap ketiga : *model building and validation*. Validasi apakah data mining memberikan prediksi yang akurat. Setelah training data selesai dilakukan, data mining tersebut perlu di uji atau di validasi keakuratannya terhadap data testing.
4. Tahap ke empat : *deployment*. Tahap ini memilih aplikasi yang tepat terhadap data mining untuk prediksi. (kennedy tampubolon, hoga saragih, bobby reza, *implementasi data mining algoritma apriori pada sistem persediaan alat-alat kesehatan*, 2013)

### **Metode Apriori**

Algoritma apriori adalah suatu algoritma dasar yang diusulkan oleh agrawal & srikant pada tahun 1994 untuk penentuan *frequent itemsets* untuk aturan asosiasi *boolean*. Algoritma a priori termasuk jenis aturan asosiasi pada data mining. Aturan yang menyatakan asosiasi antara beberapa atribut sering disebut *affinity analysis* atau *market basket analysis*. Analisis asosiasi atau *association rule mining* adalah teknik data mining untuk menemukan aturan suatu kombinasi *item*. Salah satu tahap analisis asosiasi yang menarik perhatian banyak peneliti untuk menghasilkan algoritma yang efisien adalah analisis pola frekuensi tinggi (*frequent pattern mining*). Penting tidaknya suatu asosiasi dapat diketahui dengan dua tolak ukur, yaitu : *support* dan *confidence*. *Support* (nilai penunjang) adalah persentase kombinasi *item* tersebut dalam database, sedangkan *confidence* (nilai kepastian) adalah kuatnya hubungan antar-*item* dalam aturan asosiasi. (kusrini, emha taufiq luthfi, 2009 : 149)

Algoritma apriori dibagi menjadi beberapa tahap yang disebut narasi.

1. Pembentukan kandidat itemset. kandidat k-itemset dibentuk dari kombinasi (k-1) itemset yang didapat dari iterasi sebelumnya. Satu cara dari algoritma apriori adalah pemangkasan kandidat k-itemset yang subsetnya berisi k-1 item tidak termasuk dalam pola frekuensi tinggi dengan panjang k-1.
2. Penghitungan support dari tiap kandidat k-itemset. support dari tiap kandidat k-itemset didapat dengan menscan database untuk menghitung jumlah transaksi yang memuat semua item didalam kandidat k-itemset tersebut. Ini adalah juga ciri dari algoritma apriori dimana diperlukan penghitungan dengan cara seluruh database sebanyak k-itemset terpanjang.
3. Tetapkan pola frekuensi tinggi. Pola frekuensi tinggi yang memuat k item atau k-itemset yang supportnya lebih besar dari minimum support.

Bila tidak didapat pola frekuensi tinggi baru maka seluruh proses dihentikan. Bila tidak, maka k ditambah satu dan kembali ke bagian 1. (kennedy tampubolon, hoga saragih, bobby reza, *implementasi data mining algoritma apriori pada sistem persediaan alat-alat kesehatan*, 2013)

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

analisa terhadap data pemakaian obat (resep dokter) dengan salah satu tujuan adalah untuk menemukan pola kombinasi pemakaian obat dan hubungan antar item jenis obat didalam resep dokter. berikut ini

adalah sampel dari bulan januari sampai dengan bulan desember tahun 2015. Data yang akan dijadikan sampel untuk analisis dan juga untuk pengujian yang berjumlah 25 data pemakaian obat (resep dokter) setiap bulannya.

tahap dalam menganalisa data dengan algoritma apriori pada data pemakaian obat dimulai dengan menyeleksi dan membersihkan data-data yang akan dianalisis, kemudian mencari semua jenis item nama obat yang ada didalam list data pemakaian obat, selanjutnya dicari jumlah setiap item yang ada pada semua data pemakaian obat.

**Tabel 1** data pemakaian obat januari sampai desember tahun 2015

| No. | Nama obat                    | Satuan | Jumlah pemakaian |
|-----|------------------------------|--------|------------------|
| 1.  | Amoksilin 500mg              | Tablet | 341              |
| 2.  | Asam mefenamat 500mg         | Tablet | 694              |
| 3.  | Ampicilin 500mg              | Tablet | 456              |
| 4.  | Ampicilin 5ml syrup          | Botol  | 34               |
| 5.  | Antasida                     | Tablet | 203              |
| 6.  | Adidryl injeksi              | Ampul  | 3                |
| 7.  | Coparcetin                   | Tablet | 176              |
| 8.  | Captopril 12,5mg             | Tablet | 799              |
| 9.  | Chlorpheniramin maleat (ctm) | Tablet | 608              |
| 10. | Cat gut (benang bedah )      | Sachet | 8                |
| 11. | Cotrymoxazole                | Tablet | 75               |
| 12. | Cotrymoxazole syrup          | Botol  | 12               |
| 13. | Calcium laktat               | Tablet | 211              |
| 14. | Cefadroxyl 500mg             | Capsul | 210              |
| 15. | Cefadroxyl forte 5ml         | Botol  | 5                |
| 16. | Ciprofloxacilin 500mg        | Tablet | 267              |
| 17. | Camidon injeksi              | Vial   | 4                |
| 18. | Cyanocobalamin injeksi       | Ampul  | 1                |
| 19. | Dexametason injeksi          | Ampul  | 9                |
| 20. | Domperidone 10mg             | Tablet | 44               |
| 21. | Diazepam 2mg                 | Tablet | 8                |
| 22. | Furosemid 40mg               | Tablet | 74               |
| 23. | Fervital                     | Capsul | 19               |
| 24. | Gliseril glucoat             | Tablet | 322              |
| 25. | Griseofulvin 125 mg          | Tablet | 30               |
| 26. | Glibenklamid 5mg             | Tablet | 6                |
| 27. | Glimpiride                   | Tablet | 16               |
| 28. | Hyomida plus                 | Tablet | 34               |
| 29. | Hct                          | Tablet | 22               |
| 30. | Kassa                        | Rol    | 3                |
| 31. | Ketokonazole 200mg           | Tablet | 77               |
| 32. | Ketokonazole zalf            | Tube   | 1                |
| 33. | Lansoprazole 30mg            | Capsul | 12               |
| 34. | Loperamide 2mg               | Tablet | 20               |
| 35. | Licopec                      | Tablet | 16               |
| 36. | Loratadine                   | Tablet | 126              |
| 37. | Mild bionic syrup            | Botol  | 26               |
| 38. | Meloxicam 15mg               | Tablet | 173              |
| 39. | Mirasic plus                 | Tablet | 80               |
| 40. | Mirabion                     | Tablet | 79               |
| 41. | Mikonazole zalf              | Tube   | 3                |
| 42. | Metformin                    | Tablet | 14               |
| 43. | Metronidazole 500mg          | Tablet | 111              |
| 44. | Metil prednisolon 4mg        | Tablet | 54               |
| 45. | Mineral mix                  | Sachet | 10               |
| 46. | Nifedipine 10mg              | Tablet | 373              |
| 47. | Natrium diklofenak 25mg      | Tablet | 167              |
| 48. | Ondansetron 8mg              | Tablet | 9                |
| 49. | Oxytetrasiklikin 1%          | Tube   | 1                |
| 50. | Obp syrup                    | Botol  | 7                |

|     |                         |        |     |
|-----|-------------------------|--------|-----|
| 51. | Paracetamol 500mg       | Tablet | 885 |
| 52. | Prednison 5mg           | Tablet | 621 |
| 53. | Penital                 | Tablet | 3   |
| 54. | Pirantel pamoat 125mg   | Tablet | 10  |
| 55. | Povidone 10%            | Botol  | 2   |
| 56. | Phytomenadion injeksi   | Ampul  | 1   |
| 57. | Papaverin               | Tablet | 10  |
| 58. | Ranitidine              | Tablet | 682 |
| 59. | Ranitidine injeksi      | Ampul  | 7   |
| 60. | Silk                    | Sachet | 11  |
| 61. | Salbutamol 2mg          | Tablet | 100 |
| 62. | Salicil serbuk bedak 2% | Sachet | 5   |
| 63. | Sulfas fegrasus         | Tablet | 47  |
| 64. | Tt injeksi              | Ampul  | 1   |
| 65. | Vitamin b1              | Tablet | 336 |
| 66. | Vitamin b complex       | Tablet | 978 |
| 67. | Vitamin b6              | Tablet | 208 |
| 68. | Vitamin b12             | Tablet | 40  |
| 69. | Vitamin b12 injeksi     | Ampul  | 2   |
| 70. | Vitamin c               | Tablet | 32  |
| 71. | Vitamin k               | Tablet | 68  |
| 72. | Vitamin k injeksi       | Ampul  | 2   |
| 73. | Zinc                    | Tablet | 46  |

Algoritma *apriori* bertujuan untuk menemukan semua aturan *apriori* yang memenuhi syarat minimum *support* (nilai penunjang), yaitu kombinasi tiap item dalam database. Dan syarat minimum *confidence* (nilai kepastian), yaitu kuatnya hubungan antar item dalam aturan asosiasi. Representasi data transaksi dibuat berdasarkan data transaksi yang terdapat pada tabel 2 dibawah ini:

**Tabel 2** representasi data pemakaian obat puskesmas poriaha tapian nauli

| Transaksi | Nama obat                                                                                                                                   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | Amoxicilin500mg tab, paracetamol 500mg tab, prednison 5mg tab, bionic m syrup, coparctetin tab, gliseril glucoat 100mg tab.                 |
| 2         | Loratadine 10mg tab, coparctetin tab, meloxicam 15mg tab, gliseril glucoat 100mg tab.                                                       |
| 3         | Captopril 12,5 mg tab, furosemid 40mg tab, ranitidine tab, hyomida plus tab, vitamin b1, ranitidine injeksi.                                |
| 4         | Amoxicilin 500mg tab, paracetamol 500mg tab, prednison 5mg tab, vitamin c, vitamin b complex.                                               |
| 5         | Asam mefenamat 500mg tab, paracetamol 500mg tab, prednison 5mg tab, amoxilin 500mg, caranal tab.                                            |
| 6         | Amoxicilin 500mg tab, paracetamol 500mg tab, gliseril glucoat 100mg tab, vitamin c, chlorpheniramin maleat (ctm) tab, vitamin b complex.    |
| 7         | Gliseril glucoat 100mg tab, obat batuk papermint (obp), amoxicilin 500mg, paracetamol 500mg tab, vitamin c, vitamin b complex.              |
| 8         | Amoxicilin 500mg tab, paracetamol 500mg tab, gliseril glucoat 100mg tab, vitamin b complex, coparctetin tab.                                |
| 9         | Captopril 12,5 mg tab, vitamin b complex , paracetamol 500mg tab, cat gut , silk, povidone iodida 10% 30ml, kassa steril.                   |
| 10        | Mineral mix, ampicilin syrup 5ml, paracetamol 500mg tab, coparctetin tab, chlorpheniramin maleat (ctm) tab, bionic m syrup.                 |
| 11        | Captopril 12,5 mg tab, coparctetin tab, zinc 20mg tab, cotrimoxazole tab, metronidazole 500mg tab, gliseril glucoat 100mg tab, licopec tab. |
| 12        | Paracetamol 500mg tab, ampicilin 500mg tab, chlorpheniramin maleat (ctm) tab, vitamin b complex.                                            |
| 13        | Amoxicilin 500mg tab, gliseril glucoat 100mg tab, coparctetin tab, vitamin b complex.                                                       |
| 14        | Paracetamol 500mg tab, gliseril glucoat 100mg tab, coparctetin tab, ampicilin 500mg tab, vitamin b complex.                                 |
| 15        | Dexametason injeksi 5mg, meloxicam 15mg tab, vitamin b1tab,calsium laktat tab.                                                              |
| 16        | Captopril 12,5 mg tab, paracetamol 500mg tab, vitamin b1tab, calsium laktat tab, prednison 5mg tab, natrium diklofenak 25mg tab.            |
| 17        | Amoxicilin 500mg tab, prednison 5mg tab, paracetamol 500mg tab, vitamin b complex, asammefenamat 500mg tab                                  |

|    |                                                                                                                                                                  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | Loratadine 10mg tab, vitamin c, prednison 5mg tab, dexametason injeksi 1cc .                                                                                     |
| 19 | Loratadine 10mg tab, vitamin c, vitamin b complex, prednison 5mg tab, cotrimoxazole suspensi.                                                                    |
| 20 | Captopril 12,5 mg tab, pirantel pamoat 125mg tab, chlorpheniramin maleat (ctm) tab, ranitidine tab, zinc 20mg tab, loratadine 10mg tab, metronidazole 500mg tab. |
| 21 | Oxytetrasiklikin 1%, prednison 5mg tab, asam mefenamat 500mg tab, vitamin b complex, pirantel pamoat 125mg tab.                                                  |
| 22 | Paracetamol 500mg tab, prednison 5mg tab, vitamin c, cefadroxyl 500mg.                                                                                           |
| 23 | Bionic m syrup, ampicilin syrup 5ml, paracetamol 500mg tab, vitamin c, chlorpheniramin maleat (ctm) tab.                                                         |
| 24 | Cotrimoxazole suspensi , metronidazole 500mg tab, bionic m syrup, paracetamol 500mg tab, chlorpheniramin maleat (ctm) tab, pirantel pamoat 125mg tab.            |
| 25 | Amoxicilin 500mg tab, obat batuk peppermint (obp), ranitidine tab.                                                                                               |
| 26 | Paracetamol 500mg tab, chlorpheniramin maleat (ctm) tab, zinc 20mg tab, bionic m syrup, cotrimoxazole suspensi.                                                  |
| 27 | Chlorpheniramin maleat (ctm) tab, nifedipin 10mg tab, natrium diklofenak 25mg tab, vitamin b1 tab, paracetamol 500mg tab.                                        |
| 28 | Natrium diklofenak 25mg tab, amoxicilin 500mg tab, vitamin b complex, meloxicam 15 mg tab,.                                                                      |
| 29 | Paracetamol 500mg tab, chlorpheniramin maleat (ctm) tab, bionic m syrup, cotrimoxazole suspensi.                                                                 |
| 30 | Ranitidine injeksi, rantidine tab, vitamin b1tab, chlorpheniramin maleat (ctm) tab.                                                                              |
| 31 | Cotrimoxazole suspensi, loratadin tab, coparcetin tab, meloxicam 15 mg tab.                                                                                      |
| 32 | Captopril 12,5mg tab, furosemid 40mg tab, asam mefenamat 500mg tab, vitamin b complex.                                                                           |
| 33 | Mirabion tab, meloxicam 15mg tab, ranitidine tab, Dexametason injeksi 1cc.                                                                                       |
| 34 | Loratadin tab, vitamin c, prednison 5mg tab, griseofulvin 125mg tab, vitamin b complex, dexametason injeksi.                                                     |
| 35 | Vitamin k, gliseril glucoat 100mg tab, vitamin b complex, coparcetin tab.                                                                                        |
| 36 | Ranitidine tab, captopril 12,5mg tab, salbutamol 2mg tab, gliseril glucoat 100mg tab, vitamin b1 tab, coparcetin tab, ketokonazole 200mg tab.                    |
| 37 | Salbutamol 2mg tab, gliseril glucoat 100mg tab, ciprofloxacin 500mg tab, vitamin b complex, coparcetin tab.                                                      |
| 38 | Amoxicilin 500mg tab, asam mefenamat 500mg tab, prednison 5mg tab, vitamin b complex.                                                                            |
| 39 | Glimepiride 5mg tab, hidrocortiazida (hct) 25%, captopril 12,5mg tab, vitamin b1 tab, nifedepin 10mg tab, ciprofloxacin 500mg tab                                |
| 40 | Papaverin injeksi, licopec tab, metronidazole 500mg tab, ranitidine tab.                                                                                         |
| 41 | Ranitidine injeksi, ranitidine tab, vitamin b complex                                                                                                            |
| 42 | Asam mefenamat 500mg tab, vitamin b complex, ampicilin 500mg tab.                                                                                                |
| 43 | Ranitidine 150mg tab, vitamin b complex, paracetamol 500mg tab.                                                                                                  |
| 44 | Asam mefenamat 500mg tab, prednison 5mg tab, amoxicilin 500mg tab, vitamin b complex.                                                                            |
| 45 | Cefadroxol 500mg tab, paracetamol 500mg tab, vitamin b complex, metronidazole 500mg tab, cat gut , silk.                                                         |
| 46 | Amoxicilin 500mg tab, paracetamol 500mg tab, metil prednison 4 mg tab, ampicilin 500mg tab.                                                                      |
| 47 | Ampicilin syrup 5 ml, gliseril glucoat 100mg tab, paracetamol 500mg tab, chlorpheniramin maleat (ctm) tab, metil prednisolon 4mg.                                |
| 48 | Cefadroxil 500mg tab, loratadin 10 mg tab, prednison tab, natrium diklofenak 50mg tab.                                                                           |
| 49 | Amoxicilin 500mg tab, gliseril glucoat 100mg tab, prednison tab, ranitidine 500mg tab, paracetamol 500mg tab, ampicilin 500mg tab.                               |
| 50 | Hyomida plus tab, ranitidine tab.                                                                                                                                |

Setelah menetapkan item-item yang menjadi data representasi, maka langkah selanjutnya adalah membuat format tabular yang digunakan untuk mempermudah mengetahui jumlah kemunculan item dalam transaksi.

**Tabel 3** format tabular transaksi

| Tanggal   | Amoxi Cilin | Asam mefenamat | Ampicilin | Ampicilin syrup | Anta Sida | Adidryl injeksi | Copar Cetin | Cap Topril | Chlorpheniramin maleat |
|-----------|-------------|----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-------------|------------|------------------------|
| 2/1/2015  | 1           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 1           | 0          | 0                      |
| 2/1/2015  | 0           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 1           | 0          | 0                      |
| 5/1/2015  | 0           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 1          | 0                      |
| 5/1/2015  | 1           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 0          | 0                      |
| 6/1/2015  | 1           | 1              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 0          | 0                      |
| 6/1/2015  | 1           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 0          | 1                      |
| 7/1/2015  | 1           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 0          | 0                      |
| 7/1/2015  | 1           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 1           | 0          | 0                      |
| 10/1/2015 | 0           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 1          | 0                      |
| 10/1/2015 | 0           | 0              | 0         | 1               | 0         | 0               | 1           | 0          | 1                      |
| 20/1/2015 | 0           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 1           | 1          | 0                      |
| 20/1/2015 | 0           | 0              | 1         | 0               | 0         | 0               | 0           | 0          | 1                      |
| 20/1/2015 | 1           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 1           | 0          | 0                      |
| 20/1/2015 | 0           | 0              | 1         | 0               | 0         | 0               | 1           | 0          | 0                      |
| 22/1/2015 | 0           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 0          | 0                      |
| 22/1/2015 | 0           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 1          | 0                      |
| 22/1/2015 | 1           | 1              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 0          | 0                      |
| 24/1/2015 | 0           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 0          | 0                      |
| 24/1/2015 | 0           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 0          | 0                      |
| 27/1/2015 | 0           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 1          | 1                      |
| 27/1/2015 | 0           | 1              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 0          | 0                      |
| 27/1/2015 | 0           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 0          | 0                      |
| 30/1/2015 | 0           | 0              | 0         | 1               | 0         | 0               | 0           | 0          | 1                      |
| 30/1/2015 | 0           | 0              | 0         | 0               | 0         | 0               | 0           | 0          | 1                      |

Pada tahap ini mencari semua nama jenis *item* obat yang ada didalam list data pemakaian obat untuk proses pembentukan  $c_1$  atau disebut dengan 1 *itemset*. Nilai *support* sebuah *item* diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$Support(A) = \frac{\sum \text{transaksimengandung} A}{\sum \text{transaksi}} * 100\%$$

Ini adalah tabel dari dari semua jenis *item* obat yang ada didalam data pemakaian obat.

**Tabel 4** hasil perhitungan kombinasi satu *itemset*

| No. | Nama <i>item</i>             | Support | Support(%) |
|-----|------------------------------|---------|------------|
| 1.  | Amoksilin                    | 24      | 8,00%      |
| 2.  | Asam mefenamat               | 51      | 17,00%     |
| 3.  | Ampicilin                    | 34      | 11,33%     |
| 4.  | Ampicilin syrup              | 31      | 10,33%     |
| 5.  | Antasida                     | 23      | 7,70%      |
| 6.  | Adidryl injeksi              | 3       | 1,00%      |
| 7.  | Coparcetin                   | 28      | 9,33%      |
| 8.  | Captopril                    | 55      | 18,33%     |
| 9.  | Chlorpheniramin maleat (ctm) | 95      | 31,70%     |
| 10. | Cat gut                      | 3       | 1,00%      |
| 11. | Cotrymoxazole                | 5       | 1,70%      |
| 12. | Calsium laktat               | 16      | 5,33%      |
| 13. | Cotrymoxazole syrup          | 8       | 2,70%      |
| 14. | Cefadroxyl                   | 21      | 7,00%      |
| 15. | Ciprofloxacine               | 16      | 5,33%      |
| 16. | Camidon injeksi              | 5       | 1,70%      |
| 17. | Cefadroxyl syrup             | 5       | 1,70%      |
| 18. | Cyanocobalamin injeksi       | 1       | 0,33%      |
| 19. | Dexametason injeksi          | 8       | 2,70%      |
| 20. | Diazepam                     | 2       | 0,70%      |
| 21. | Domperidone                  | 4       | 1,33%      |
| 22. | Furosemid                    | 11      | 3,70%      |
| 23. | Fervital                     | 5       | 1,70%      |
| 24. | Gliseril glucoat             | 58      | 19,33%     |
| 25. | Glimpiride                   | 3       | 1,00%      |
| 26. | Griseofulvin                 | 1       | 0,33%      |
| 27. | Glibenklamid                 | 1       | 0,33%      |
| 28. | Hyomida plus                 | 2       | 0,70%      |
| 29. | Hct                          | 4       | 1,33%      |
| 30. | Kassa                        | 4       | 1,33%      |
| 31. | Ketokonazole                 | 4       | 1,33%      |
| 32. | Ketokonazole zalf            | 1       | 0,33%      |
| 33. | Loratadine                   | 25      | 8,33%      |
| 34. | Licopec                      | 4       | 1,33%      |
| 35. | Lansoprazole                 | 2       | 0,70%      |
| 36. | Loperamide                   | 3       | 1,00%      |
| 37. | Mild bionic syrup            | 24      | 8,00%      |
| 38. | Meloxicam                    | 19      | 6,33%      |
| 39. | Mineral mix                  | 1       | 0,33%      |
| 40. | Metronidazole                | 11      | 3,70%      |
| 41. | Metil prednisolon            | 7       | 2,33%      |
| 42. | Mirasic plus                 | 7       | 2,33%      |
| 43. | Mirabion                     | 14      | 4,70%      |
| 44. | Mikonazole zalf              | 2       | 0,70%      |
| 45. | Metformin                    | 1       | 0,33%      |
| 46. | Natrium diklofenak           | 12      | 4,00%      |
| 47. | Nifedipine                   | 30      | 10,00%     |
| 48. | Obp syrup                    | 7       | 2,33%      |
| 49. | Oxytetrasiklikin 1%          | 1       | 0,33%      |
| 50. | Ondansetron                  | 1       | 0,33%      |
| 51. | Paracetamol tab              | 129     | 43,00%     |
| 52. | Prednison tab                | 60      | 20,00%     |
| 50. | Ondansetron                  | 1       | 0,33%      |
| 53. | Pirantel pamoat tab          | 3       | 1,00%      |
| 54. | Phytomenadion injeksi        | 1       | 0,33%      |

|     |                         |     |        |
|-----|-------------------------|-----|--------|
| 55. | Papaverin tab           | 1   | 0,33%  |
| 56. | Povidone 10%            | 2   | 0,70%  |
| 57. | Penital tab             | 1   | 0,33%  |
| 58. | Ranitidine tab          | 62  | 20,70% |
| 59. | Ranitidine injeksi      | 7   | 2,33%  |
| 60. | Silk                    | 4   | 1,33%  |
| 61. | Salbutamol tab          | 12  | 4,00%  |
| 62. | Salicil serbuk bedak 2% | 5   | 1,70%  |
| 63. | Sulfas fegrasus tab     | 3   | 1,00%  |
| 64. | Tt injeksi              | 1   | 0,33%  |
| 65. | Vitamin b1 tab          | 19  | 6,33%  |
| 66. | Vitamin b complex tab   | 140 | 46,70% |
| 67. | Vitamin c tab           | 17  | 5,70%  |
| 68. | Vitamin k tab           | 7   | 2,33%  |
| 69. | Vitamin b6 tab          | 26  | 8,70%  |
| 70. | Vitamin b12 injeksi     | 2   | 0,70%  |
| 71. | Vitamin b12 tab         | 8   | 2,70%  |
| 72. | Vitamin k injeksi       | 2   | 0,70%  |
| 73. | Zinc tab                | 6   | 2,00%  |

Proses pembentukan  $c_2$  atau disebut dengan *2itemset*.dapat diselesaikan dengan rumus berikut:

$$Support(A,B) = P(A \cap B)$$

$$Support(A,B) = \frac{\sum \text{transaksi yang mengandung A dan B}}{\sum \text{transaksi}} * 100\%$$

Berikut ini tabel hasil hasil kombinasi dua *items* :

**Tabel 5** hasil perhitungan kombinasi dua *itemset*

| No. | Nama item                                      | Support | Support(%) |
|-----|------------------------------------------------|---------|------------|
| 1.  | Asam mefenamat, captopril                      | 12      | 4,00%      |
| 2.  | Asam mefenamat, chlorpheniramin maleat (ctm)   | 9       | 3,00%      |
| 3.  | Asam mefenamat, gliseril glucoat               | 0       | 0,00%      |
| 4.  | Asam mefenamat, paracetamol                    | 4       | 1,33%      |
| 5.  | Asam mefenamat,prednison                       | 18      | 6,00%      |
| 6.  | Asam mefenamat,ranitidine                      | 12      | 4,00%      |
| 7.  | Asam mefenamat, vitamin b complex              | 31      | 10,33%     |
| 8.  | Captopril, chlorpheniramin maleat (ctm)        | 14      | 4,70%      |
| 9.  | Captopril, gliseril glucoat                    | 5       | 1,70%      |
| 10. | Captopril, paracetamol                         | 16      | 5,33%      |
| 11. | Captopril, prednison                           | 8       | 2,70%      |
| 12. | Captopril, ranitidine                          | 16      | 5,33%      |
| 13. | Captopril, vitamin b complex                   | 21      | 7,00%      |
| 14. | Chlorpheniramin maleat (ctm),gliseril glucoat  | 23      | 7,70%      |
| 15. | Chlorpheniramin maleat (ctm),paracetamol       | 58      | 19,33%     |
| 16. | Chlorpheniramin maleat (ctm),prednison         | 19      | 6,33%      |
| 17. | Chlorpheniramin maleat (ctm),ranitidine        | 13      | 4,33%      |
| 18. | Chlorpheniramin maleat (ctm),vitamin b complex | 38      | 12,70%     |
| 19. | Gliseril glucoat ,paracetamol                  | 42      | 14,00%     |
| 20. | Gliseril glucoat ,prednison                    | 6       | 2,00%      |
| 21. | Gliseril glucoat ,ranitidine                   | 3       | 1,00%      |
| 22. | Gliseril glucoat ,vitamin b complex            | 27      | 9,00%      |
| 23. | Paracetamol ,prednison                         | 23      | 7,70%      |
| 24. | Paracetamol ,ranitidine                        | 18      | 6,00%      |
| 25. | Paracetamol ,vitamin b complex                 | 64      | 21,33%     |
| 26. | Prednison ,ranitidine                          | 5       | 1,70%      |
| 27. | Prednison ,vitamin b complex                   | 27      | 9,00%      |
| 28. | Ranitidine tab,vitamin b complex tab           | 23      | 7,70%      |

Dari tabel diatas calon kombinasi dua *itemset* data yang terpilih dengan *support minimum* 16%, maka maka data yang terpilih pada tabel berikut ini:

**Tabel 6** kombinasi dua *itemset* terpilih

| No. | Nama item | Support | Support(%) |
|-----|-----------|---------|------------|
|-----|-----------|---------|------------|

|    |                                          |    |        |
|----|------------------------------------------|----|--------|
| 1. | Chlorpheniramin maleat (ctm),paracetamol | 58 | 19,33% |
| 2. | Paracetamol ,vitamin b complex           | 64 | 21,33% |

Setelah semua pola frekuensi tinggi ditemukan, barulah dicari aturan asosiasi yang memenuhi syarat minimum untuk *confidence* dengan menghitung *confidence* aturan asosiatif **a → b**.

Nilai *confidence* dari aturan **a → b** diperoleh dari rumus berikut :

$$confidence = p(b|a) = \frac{\sum \text{transaksi mengandung a dan b}}{\sum \text{transaksi mengandung a}}$$

Dari kombinasi 2 *itemset* yang telah ditemukan, dapat dilihat besarnya nilai support 16 %, dan minimum *confidence* 45 % dari calon aturan asosiasi seperti tampak pada tabel 4.20 di bawah ini:

**Tabel 7** aturan asosiasi

| No. | kombinasi item (merek)                                                   | Confidence |        |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|------------|--------|
| 1.  | Jika diminta chlorpheniramin maleat (ctm), maka akan diminta paracetamol | 58/95      | 61,05% |
| 2.  | Jika diminta paracetamol, maka akan Diminta vitamin b complex            | 64/140     | 45,71% |
| 3.  | Jika diminta vitamin b complex, maka akan diminta paracetamol            | 64/129     | 49,61% |

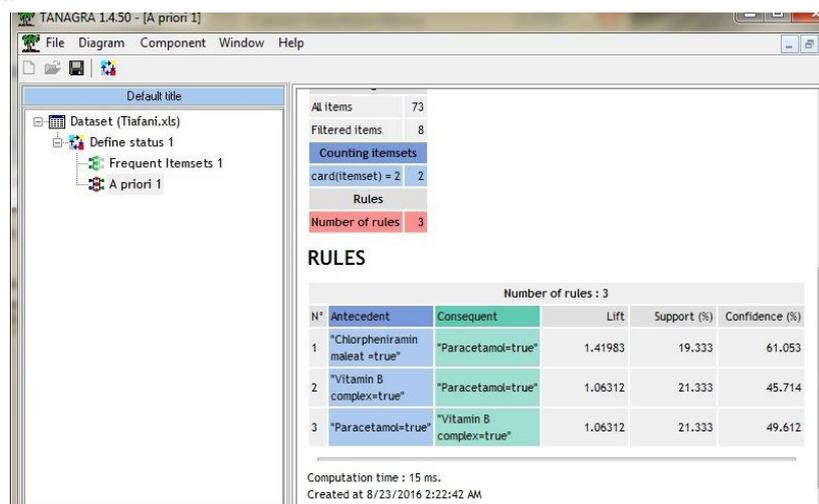
Aturan asosiasi final terurut berdasarkan minimal *support* dan minimal *confidence* yang telah ditentukan, dapat dilihat pada tabel 8 dibawah ini:

**Tabel 8** aturan asosiasi final

| Aturan                                                                   | Support | Confidence |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| Jika diminta chlorpheniramin maleat (ctm), maka akan diminta paracetamol | 58/95   | 61,05%     |
| Jika diminta paracetamol, maka akan Diminta vitamin b complex            | 64/140  | 45,71%     |
| Jika diminta vitamin b complex, maka akan diminta paracetamol            | 64/129  | 49,61%     |

Jadi, berdasarkan tabel 8 diatas, obat yang paling banyak dipakai dalam pengobatan pasien adalah chlorpheniramin maleat (ctm), paracetamol dan vitamin b complex. Dengan diketahuinya obat yang paling banyak diminta tersebut, sehingga petugas pengelola obat dapat menyediakan obat chlorpheniramin maleat (ctm), paracetamol dan vitamin b complex disediakan dalam jumlah besar untuk persediaan obat pada puskesmas poriaha tapiian nauli.

Untuk pengujian akan digunakan tools bantuan yang sudah khusus digunakan untuk membantu proses data mining yaitu dengan menggunakan tanagra. Berikut hasil dari implementasi dengan menggunakan aplikasi tanagra.



**KESIMPULAN.**

1. Pengimplementasian algoritma apriori pada *tools* tanagra versi 1.4 dimulai dengan penginputan data obat yang menjadi *database* pada *ms.excel*, semakin banyak data maka pembuatan tabel tabular akan semakin sulit. Tabel tabular tersebut yang kemudian dikoneksikan ke dalam *tools* tanagra, dan mulailah pembentukan *support* dan *confidence* dan kemudian akan menghasilkan asosiasi final yang memenuhi *support* dan *confidence* .

2. Banyaknya asosiasi antar data, pembentukan kombinasi dan *rules*, didapat berdasarkan banyak data dan level *confidence* dan *support* yang bervariasi.
3. Setelah dilakukan pengimplementasian algoritma apriori pada *tools* tanagra versi 1.4, maka hasil pengolahan data obat paling banyak dipakai untuk pengobatan pada puskesmas poriaha tapian nauli adalah chlorpheniramin maleat (ctm), paracetamol dan vitamin b complex.

#### DAFTAR PUSTAKA

Fajar astuti herawati,2013,"*data mining*". Penerbit andi offset:yogyakarta.

Kusrini, emha taufiq luthfi,2009, "*algoritma data mining*".penerbit andi offset: yogyakarta.

Hendra kusuma,2009, "*manajemen produksi*".penerbit andi offset:yogyakarta..

Zuhri,*convergenitive design*, 2016 :216. From: <https://books.google.co.id/books?id>

<http://inosispro.com/exceltutorial/tutorial-ms-excel-proyeksi-penjualan>.

[http://www.thefullwiki.org/tanagra\\_%28software%29](http://www.thefullwiki.org/tanagra_%28software%29).

Kennedi tampubolon,*implementasi data mining algoritma apriori pada sistem persediaan alat-alat kesehatan*.2013.

Ricco rakotomalala,"*tanagra : a free software for research and academic purpose*". 2012,  
from:<https://archive.is>.

## PENERAPAN ALGORITMA APRIORI DALAM PENENTUAN STOK ULOS BATAK TOBA (STUDI KASUS : UD. A.M. SIHOMBING)

Tiurma Ida Simamora

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[tiurmaidasimamora15@gmail.com](mailto:tiurmaidasimamora15@gmail.com)

**Abstrak.** UD.A.M.Sihombing adalah salah satu usaha dagang yang bergerak dibidang penjualan ulos. Salah satu yang berhubungan dengan pengembangan bisnis tersebut diperlukannya pengelolaan dan pemeriksaan yang memadai terhadap inventori berbagai jenis stok barang yang berada di gudang secara kontiniu. Pengelolaan inventori stok barang merupakan fungsi manajerial yang dapat mempengaruhi efektifitas dan efisiensi kegiatan perusahaan. Salah satu masalah dalam persediaan adalah kesulitan dalam menentukan besarnya jumlah persediaan yang harus disediakan dalam memenuhi jumlah permintaan. Sering terjadi suatu perusahaan mempunyai jumlah persediaan terlalu sedikit dibanding dengan permintaan konsumen. Keadaan ini dapat menyebabkan perusahaan mengeluarkan biaya yang lebih besar lagi untuk memenuhi jumlah permintaan. Selain itu, hal ini dapat menyebabkan hilangnya kepercayaan konsumen terhadap perusahaan dan bisa saja konsumen akan beralih ke produk sejenis dari perusahaan lain, sehingga dapat mengurangi kesempatan perusahaan untuk memperoleh laba. Untuk mengetahui ulos apa saja yang dibeli oleh para konsumen, dapat dilakukan dengan menggunakan teknik analisis keranjang pasar yaitu analisis dari kebiasaan membeli konsumen. Pendeteksian mengenai ulos yang sering terbeli secara bersamaan disebut association rule (aturan asosiasi). Aturan asosiasi didafenisikan sebagai proses untuk menemukan semua aturan asosiasi yang memenuhi syarat minimum untuk support dan syarat minimum untuk confidence. Proses pencarian asosiasi atau hubungan antar item data ini diambil dari suatu basis data relasional. Suatu asosiasi dikatakan penting atau tidak dapat diketahui dengan cara mencari nilai penunjang (support) dan nilai kepastian (confidence). Proses tersebut menggunakan algoritma apriori.

**Kata kunci :** algoritma apriori, ulos, invntori, data mining.

### PENDAHULUAN

Salah satu masalah dalam persediaan adalah kesulitan dalam menentukan besarnya jumlah persediaan yang harus disediakan dalam memenuhi jumlah permintaan. Sering terjadi suatu perusahaan mempunyai jumlah persediaan terlalu sedikit dibanding dengan permintaan konsumen. Keadaan ini dapat menyebabkan perusahaan mengeluarkan biaya yang lebih besar lagi untuk memenuhi jumlah permintaan. Selain itu, hal ini dapat menyebabkan hilangnya kepercayaan konsumen terhadap perusahaan dan bisa saja konsumen akan beralih ke produk sejenis dari perusahaan lain, sehingga dapat mengurangi kesempatan perusahaan untuk memperoleh laba. UD.A.M.Sihombing juga menerima pemesanan segala jenis ulos, untuk keperluan adat batak toba. Usaha ini berlokasi di pasar baru lintongnihuta, perkembangan usaha ini sangat pesat setiap bulannya. Salah satu yang berhubungan dengan pengembangan bisnis tersebut diperlukannya pengelolaan dan pemeriksaan yang memadai terhadap inventori berbagai jenis stok barang yang berada di gudang secara kontiniu. Pengelolaan inventori stok barang merupakan fungsi manajerial yang dapat mempengaruhi efektifitas dan efisiensi kegiatan perusahaan. Adanya dukungan perkembangan teknologi, semakin berkembang pula kemampuan dalam mengumpulkan dan mengolah data. Karena minimnya stok bahan yang di order serta lokasi yang susah dijangkau akan dapat berpengaruh inventory barang, pelayanan konsumen dan pendapatan perusahaan. Inventory adalah salah satu aspek yang penting dalam suatu perusahaan. Persaingan di dunia bisnis, khususnya dalam perdagangan ulos, menuntut para pengembang untuk menemukan suatu strategi yang dapat meningkatkan penjualan khusus penjualan ulos dengan memaksimalkan pelayanan kepada konsumen. Salah satu caranya adalah dengan tetap tersediaannya stok ulos digudang. Untuk mengetahui ulos apa saja yang dibeli oleh para konsumen, dapat dilakukan dengan menggunakan teknik analisis keranjang pasar yaitu analisis dari kebiasaan membeli konsumen. Data mining adalah serangkaian proses untuk menggali nilai tambah dari suatu kumpulan data berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual.Salah satu jenis aturan asosiasi data mining yaitu algoritma apriori. Algoritma apriori merupakan jenis aturan asosiasi pada data mining yang digunakan untuk menentukan pola frekuensi tinggi.

### BAHAN dan METODE

#### Bahan

Ulos adalah kain adat dari batak toba Secara harafiah arti ulos adalah selimut, tetapi dalam kehidupan nyata ulos pada awalnya kain atau tenununan yang digunakan untuk melindungi tubuh dari cuaca atau dari hal-hal yang bersifat fisik, juga unutm melindungi jiwa dan raga. Ulos digunakan unutm mangulosi

dalam adat batak, biasa digunakan saat menari atau manortor. Ulos adalah kain tenun tradisional Batak yang terdiri dari berbagai jenis, corak atau motif, fungsi serta ukuran.

**Metode**

**Data Mining**

Data mining, sering juga disebut Sebagai *Knowledge Discovery In Database* (KDD). *Knowledge Discovery* dan *Data Mining* (KDD) adalah sebuah daerah interdisipliner yang berfokus pada metodologi untuk mengekstrak pengetahuan yang berguna dari data. Pertumbuhan yang berkelanjutan cepat data online karena Internet dan meluasnya penggunaan database telah menciptakan kebutuhan yang besar untuk KDD metodologi.

**Algoritma Apriori**

Algoritma apriori termasuk jenis aturan asosiasi pada data mining. Aturan yang menyatakan asosiasi antara beberapa atribut sering disebut *affinity analysis* atau *market basket analysis*. Analisa asosiasi atau *association rule mining* adalah teknik data mining untuk menemukan aturan suatu kombinasi *item*. Salah satu tahap analisis asosiasi yang menarik perhatian banyak peneliti untuk menghasilkan algoritma yang efisien adalah analisis pola frekuensi tinggi (*frequent pattern mining*).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

UD. A.M.Sihobing perlu melakukan analisa persediaan barang yang bertujuan agar pihak pemilik usaha memperoleh penerapan penjualan barang untuk mendapatkan penerapan tersebut UD. A.M.Sihombing harus melakukan sebuah proses dengan data– data jumlah ulos yang telah terjual selama 2 tahun terakhir yang telah diperoleh oleh pihak supervisor UD. A.M.Sihombing.

**Tabel 1 :** Keterangan Jenis *Items* Ulos

| <i>items</i>                      | <i>Support</i> | <i>Support %</i> |
|-----------------------------------|----------------|------------------|
| Ulos rasi hotang                  | 24             | 18,18            |
| Ulos pinuncaan                    | 7              | 31,81            |
| Ulos si bunga umbasang dan simpar | 7              | 31,81            |
| Ulos tumtuman                     | 8              | 36,36            |
| Ulos suri-suri ganjang            | 13             | 59,09            |
| Ulos antak-antak                  | 7              | 31,81            |
| Ulos bolean                       | 10             | 45,45            |
| Ulos padang ursa                  | 3              | 13,63            |
| Ulos pinan lobu-lobu              | 1              | 4,54             |

Data di atas menggambarkan bentuk data satu *item*, yang terdiri atas *attribute item* sebagai nama *item* jenis semua ulos yang ada didalam transaksi, *support* yaitu jumlah setiap *item* yang ada disemua transaksi, sedangkan *support (%)* adalah presentasi jumlah *item* yang ada didalam transaksi, yang didapat dari jumlah *item* dibagi jumlah semua transaksi di kali seratus persen.

**Tabel 2 :** Keterangan Jenis *Items* Ulos yang Memenuhi *Support* Minimal

| <i>items</i>                      | <i>Support</i> | <i>Support %</i> |
|-----------------------------------|----------------|------------------|
| Ulos rasi hotang                  | 24             | 18,18            |
| Ulos pinuncaan                    | 7              | 31,81            |
| Ulos si bunga umbasang dan simpar | 7              | 31,81            |
| Ulos tumtuman                     | 8              | 36,36            |
| Ulos suri-suri ganjang            | 13             | 59,09            |
| Ulos antak-antak                  | 7              | 31,81            |
| Ulos bolean                       | 10             | 45,45            |
| Ulos padang ursa                  | 3              | 13,63            |

**Tabel 3:** Pola Kombinasi Dua *Itemsets* yang Memenuhi *Support* Minimal

| <i>items</i>                                        | <i>Support</i> | <i>Support %</i> |
|-----------------------------------------------------|----------------|------------------|
| Ulos rasi hotang, ulos pinuncaan                    | 8              | 72,72            |
| Ulos rasi hotang, ulos si bunga umbasang dan simpar | 11             | 100              |
| Ulos rasi hotang, ulos tumtuman                     | 8              | 72,72            |
| Ulos rasi hotang, ulos suri-suri ganjang            | 14             | 127,27           |
| Ulos rasi hotang, ulos antak-antak                  | 7              | 63,63            |
| Ulos rasi hotang, ulos bolean                       | 10             | 90,90            |
| Ulos rasi hotang, ulos padang ursa                  | 3              | 27,27            |
| Ulos pinuncaan, ulos tumtuman                       | 3              | 27,27            |
| Ulos pinuncaan, ulos suri-suri ganjang              | 5              | 45,45            |
| Ulos pinuncaan, ulos antak-antak                    | 4              | 36,36            |

|                                                           |   |       |
|-----------------------------------------------------------|---|-------|
| Ulos pinuncaan, ulos padang ursa                          | 2 | 18,18 |
| Ulos si bunga umbasang dan simpar, ulos tumtuman          | 3 | 27,27 |
| Ulos si bunga umbasang dan simpar, ulos suri-suri ganjang | 5 | 45,45 |
| Ulos si bunga umbasang dan simpar, ulos antak-antak       | 2 | 18,18 |
| Ulos si bunga umbasang dan simpar, ulos bolean            | 4 | 36,36 |
| Ulos si bunga umbasang dan simpar, ulos padang ursa       | 2 | 18,18 |
| Ulos tumtuman, ulos suri-suri ganjang                     | 6 | 54,54 |
| Ulos suri-suri ganjang, ulos antak-antak                  | 4 | 36,36 |
| Ulos suri-suri ganjang, ulos bolean                       | 6 | 54,54 |
| Ulos suri-suri ganjang, ulos padang ursa                  | 2 | 18,18 |
| Ulos antak-antak, ulos bolean                             | 3 | 27,27 |

Data diatas merupakan calon kombinasi dua *item* yang merupakan hasil dari semua kombinasi semua jenis *item*. Dengan menetapkan *support* minimal sama dengan 16% persen, maka data diatas terseleksi atau terpilih, seperti pada tabel 5 berikut ini:

**Tabel 4:** Daftar Pola kombinasi dua *items* yang memenuhi *support* minimal

| <i>items</i>                                        | <i>Support</i> | <i>Support %</i> |
|-----------------------------------------------------|----------------|------------------|
| Ulos ragi hotang, ulos si bunga umbasang dan simpar | 11             | 100              |
| Ulos ragi hotang, ulos suri-suri ganjang            | 14             | 127,27           |

Contoh sederhana :

Ketersediaan item dalam setiap transaksi artinya kita melihat ada beberapa banyak item ke-1 dalam transaksi di atas begitupula dengan item ke-2 dan seterusnya hasilnya adalah :

| Item ke | Banyaknya |
|---------|-----------|
| 1       | 2         |
| 2       | 3         |
| 3       | 3         |
| 4       | 1         |
| 5       | 3         |

Selanjutnya kita menentukan minimum support, biasanya dalam apriori, minimum support adalah 50% artinya jika dihitung, nilainya adalah sebesar 2 sebab total transaksi ada 4 (T100,...,T400) sehingga 50% dari 4 adalah 2. Lalu dari tabel di atas akan mengeliminasi item yang tidak mencapai 2 jumlahnya maka hasilnya adalah :

| Item ke | Banyaknya |
|---------|-----------|
| 1       | 2         |
| 2       | 3         |
| 3       | 3         |
| 5       | 3         |

Jika dikombinasikan maka hasilnya adalah :

| Item ke | Banyaknya |
|---------|-----------|
| (1,2)   | 1         |
| (1,3)   | 2         |
| (1,5)   | 1         |
| (2,3)   | 2         |
| (2,5)   | 3         |
| (3,5)   | 2         |

Kolom banyaknya diisi dengan seberapa banyak kombinasi item muncul pada setiap transaksi. Selanjutnya kita kemudian kembali mengeliminasi kombinasi item yang jumlahnya dibawah 2, dan hasilnya adalah :

| Item ke | Banyaknya |
|---------|-----------|
| (1,3)   | 2         |
| (2,3)   | 2         |
| (2,5)   | 3         |
| (3,5)   | 2         |

Jika kombinasi menghasilkan 3 elemen hasilnya adalah :

| Item ke | Banyaknya |
|---------|-----------|
| (1,2,3) | 1         |
| (1,2,5) | 1         |
| (1,3,5) | 1         |
| (2,3,5) | 2         |

Jadi yang memenuhi syarat adalah kombinasi 2,3,5 kemudian kita menentukan tingkat *confidence* dari kombinasi 2,3,5 caranya adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Confidence } 2,3,5 &= \frac{\text{Confidence } 2 + \text{Confidence } 3 + \text{Confidence } 5}{\text{Confidence } 2 \times 3 \times 5} \\
 &= \frac{2}{(2 \times 3)} \\
 &= \frac{2}{6} \\
 &= 0,33 = 33\%
 \end{aligned}$$

Jadi 33 persen dari total pembelian yang membeli barang 2 dan 3 pasti membeli barang 5. Proses aturan *association rules*, dikenal dengan istilah mencari nilai *confidence* dan *support*, dimana *support* adalah jumlah *item-item* yang berkombinasi di dalam transaksi sedangkan *confidence* adalah nilai yang mendefinisikan kuat tidaknya hubungan antara *item-item* tersebut. Dengan menetapkan *confidence* minimal adalah 60 persen(%), maka *rules* yang *interesting* yang dihasilkan seperti pada tabel berikut ini:

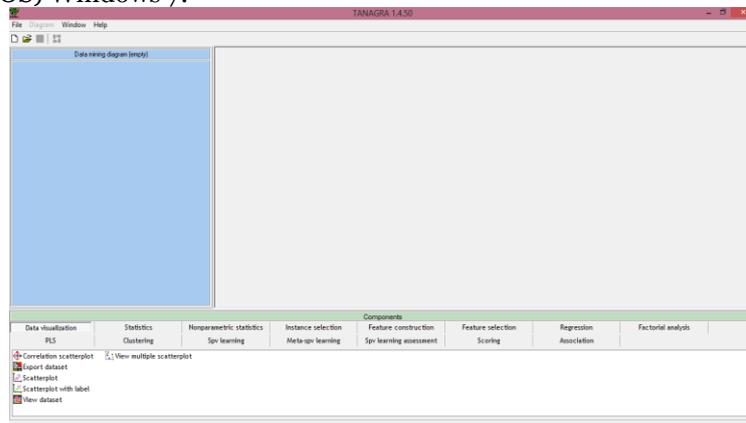
**Tabel 5:** Assosiation Rules yang Memenuhi Confidence Minimal

| items                                                                             | Confidence | Lift  |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|---------|
| Jika dibeli Ulos ragi hotang, maka akan membeli ulos si bunga umbasang dan simpar | 11/24      | 45,83 | 416,636 |
| Jika dibeli Ulos ragi hotang, maka akan dibeli ulos suri-suri ganjang             | 14/24      | 58,33 | 416,642 |

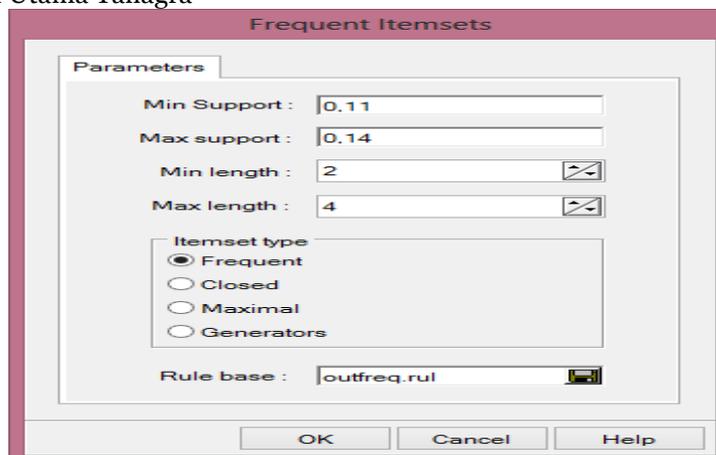
**Implementasi**

Hasil dari tahap analisa dan perancangan sistem selanjutnya di implementasikan kedalam bahasa pemrograman, spesifikasi disesuaikan agar aplikasi ini dapat berjalan dengan baik, maka diperlukan komputer yang memiliki spesifikasi minimum sebagai berikut ini:

10. Processor Intel (R) Celeron (R).
11. Memori RAM yang digunakan minimal 1 GB.
12. VGA Card 32 MB.
13. Harddisk 320 GB.
14. Microsoft.NET Framework 2.0 SP2
15. Keyboard dan Mouse.
16. Monitor dengan resolusi 1024 x 768.
17. Sistem Operasi (OS) Windows 7.

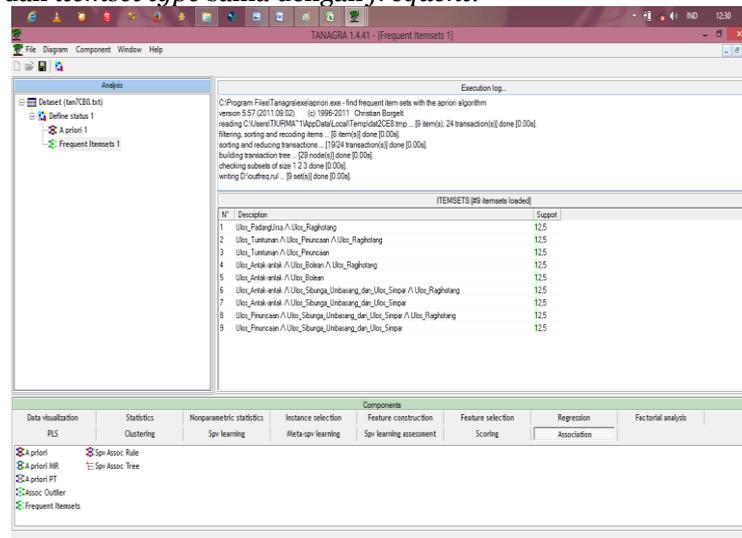


**Gambar 1:** Tampilan Utama Tanagra

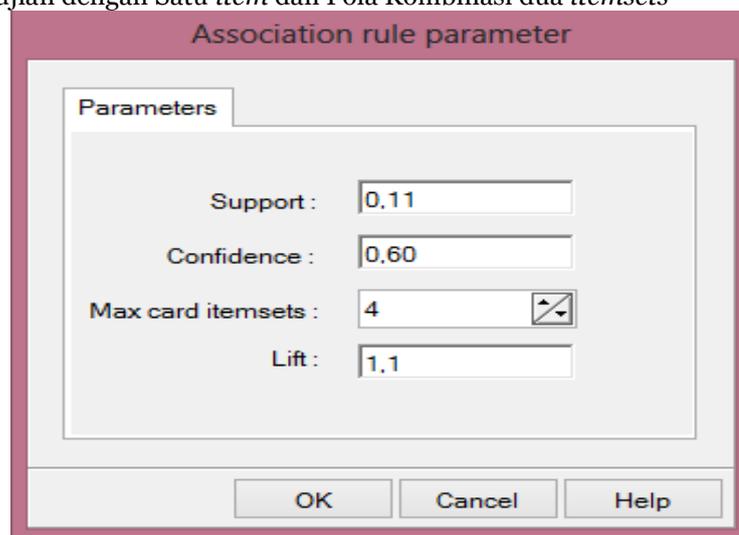


**Gambar 2:** Jendela *Frequent Itemsets*

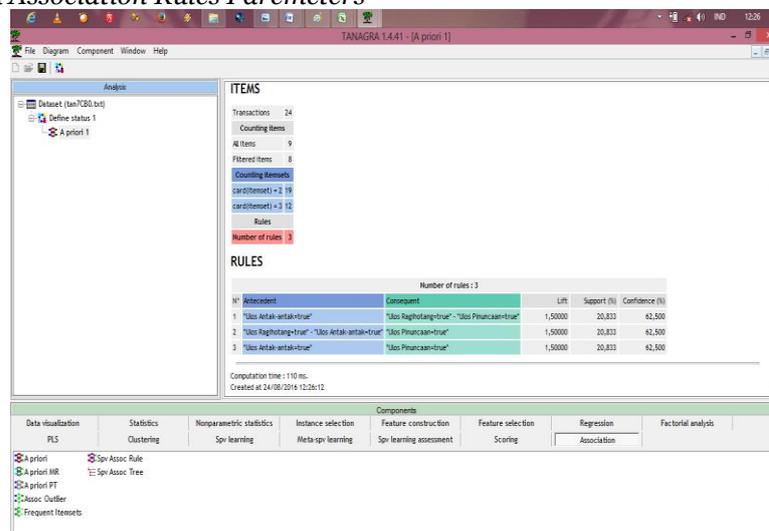
Pengujian pertama yang dilakukan dengan aplikasi Tanagra adalah dengan menghitung frekuensi *items* atau *frequent itemsets*. Pengujian yang dilakukan pertama adalah pengujian untuk menghasilkan jenis *item* dan pola kombinasi dua *items* dengan parameters adalah minimal *support* sama dengan 33 persen (%), maximal *support* sama dengan 60 persen (%), minimal *length* sama dengan dua, maksimal *length* sama dengan empat, dan *itemset type* sama dengan *frequent*.



Gambar 3: Hasil Pengujian dengan Satu *item* dan Pola Kombinasi dua *itemsets*



Gambar 4: Jendela *Association Rules Parameters*



Gambar 5: Pengujian dengan *rules* dari pola kombinasi dua *itemsets*

**KESIMPULAN**

1. Data Mining dapat di implementasikan dengan menggunakan *database* penjualan ulos batak toba karena dapat menemukan kecenderungan pola kombinasi *itemsets* sehingga dapat dijadikan sebagai informasi yang sangat berharga dalam pengambilan keputusan untuk mempersiapkan stok jenis barang apa yang diperlukan kemudian.
2. Penerapan Algoritma Apriori pada teknik Data Mining sangat efisien dan dapat mempercepat proses pembentukan kecenderungan pola kombinasi itemset hasil penjualan ulos batak toba di UD. A.M.Sihombing, yaitu dengan *support* dan *confidence* tertinggi adalah *Ulos ragi hotang*, *Ulos si bunga umbasang* dan *simpar* dengan *Ulos ragi hotang*, *Ulos suri-suri ganjang*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Benni R. Siburian (2014). Aplikasi Data Mining Untuk Menampilkan Tingkat kelulusan Mahasiswa Dengan Algoritma Apriori. Pelita Informatika Budi Darma.
- Dana Sulistiyo, Moch.Arief Bijaksana dan Dhinta Darmantoro (2003). Data Mining Dengan Algoritma Apriori pada RDBMS ORACLE.
- Devi Dinda Setiawati (2009). Penggunaan Metode Apriori Untuk Analisa Keranjang Pasar Pada Data Transaksi Penjualan Minimarket Menggunakan Java dan Mysql.
- Efori Buulolo (2013). Implementasi Algoritma Apriori Pada Sistem Persediaan Obat (Studi Kasus : Apotik Rumah Sakit Estomihi Medan. Pelita Informatika Budi Darma.
- Feri Sulianto dan Dominikus Juju (2010). Data Mining, Meramalkan Bisnis Perusahaan. Jakarta. Penerbit Elex Media Komputindo.19-22.
- Kusrini dan Emha Taufiq Luthfi (2009). Algoritma Data Mining. Yogyakarta. Penerbit Andi.3-12,
- Santoso, Budi (2007). Data Mining Teknik Pemanfaatan Data Untuk Keperluan Bisnis. Graha Ilmu. Yogyakarta.

## PERANCANGAN APLIKASI PERBAIKAN CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION DAN MENGKOMPRESI CITRA DENGAN ALGORITMA HUFFMAN

Vermina Marbun

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[verminamarboen@gmail.com](mailto:verminamarboen@gmail.com)

**Abstrak.** Derau (Noise) adalah gambar atau piksel yang mengganggu kualitas citra. Derau dapat disebabkan oleh gangguan fisis(optik) pada alat akuisisi maupun secara disengaja akibat proses pengolahan yang tidak sesuai. Contohnya adalah bintik hitam atau putih yang muncul secara acak yang tidak diinginkan di dalam citra. bintik acak ini disebut dengan derau salt & pepper. Banyak metode yang ada dalam pengolahan citra bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan noise salah satunya adalah Histogram Equalization. Noise dapat mempengaruhi proses pengolahan (fitra pada langkah selanjutnya). Kompresi citra digital merupakan upaya untuk melakukan transformasi terhadap data atau simbol penyusun citra digital menjadi data atau simbol lain, tanpa menimbulkan perubahan yang signifikan atas citra digital tersebut bagi mata manusia yang mengamatinya. Kompresi harus dilakukan secara efektif, sehingga citra digital yang dihasilkan setelah proses kompresi mempunyai ukuran yang lebih kecil dibandingkan sebelum proses kompresi. Huffman pada citra digital yang dibatasi pada gambar JPEG, dan tujuannya yaitu untuk membandingkan nilai koefisien dan prosentase tingkat kompresi. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu proses noise untuk mengurangi noise dan mengompresikan pada suatu citra Dengan proses pengurangan noise tersebut akan didapatkan data yang lebih akurat dan representatif pada keadaan sesungguhnya, dan akan dikompresikan kedalam metode huffman. Sehingga hasil yang didapatkan pada proses selanjutnya lebih baik.

**Kata Kunci :** Histogram Equalization, Noise, Huffman, JPEG, Perbaikan Citra

### PENDAHULUAN

Citra (*image*) adalah sebagai salah satu komponen multimedia memegang peranan penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu data kaya akan informasi. Data dan informasi tidak hanya disajikan dalam bentuk teks, tetapi berupa gambar, audio (bunyi, suara, musik) dan video. Akan tetapi, seringkali informasi yang disajikan dengan citra berbeda dengan informasi aslinya. Dalam hal ini, citra mengalami penurunan mutu misalnya mengandung cacat atau derau, warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur, dan masih banyak lagi. Agar citra mudah diinterpretasi, maka citra yang mengalami *degradasi* tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik yaitu melalui sebuah proses yang dinamakan pengolahan citra (*image processing*). Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh *bit-bit* tertentu. Umumnya citra digital berbentuk persegi panjang atau bujur sangkar (pada beberapa sistem pencitraan ada pula yang berbentuk segi enam) yang memiliki lebar dan tinggi tertentu.

Ukuran ini biasanya dinyatakan dalam banyaknya titik atau *pixel* sehingga ukuran citra selalu bernilai bulat. Setiap titik memiliki koordinat sesuai posisinya dalam citra. Koordinat ini biasanya dinyatakan dalam bilangan bulat positif, yang dapat dimulai dari 0 atau 1 tergantung pada sistem yang digunakan. Setiap titik juga memiliki nilai berupa angka digital yang merepresentasikan informasi yang diwakili oleh titik tersebut. Sebuah citra (*image*) yang memiliki kekurangan, dapat dilakukan suatu perbaikan citra dengan cara melakukan perataan histogram. Pemerataan histogram adalah suatu teknik kompensasi fitur populer yang telah diteliti dengan baik dan dipraktekkan di bidang pengolahan citra untuk normalisasi fitur visual digital gambar, seperti kecerahan, grey-level skala, kontras, dan sebagainya. Menggunakan metode *histogram equalization* sangat efektif digunakan tidak hanya dalam meningkatkan seluruh gambar tetapi juga dalam meningkatkan detail tekstur. Histogram didefinisikan sebagai suatu bagan yang menampilkan distribusi intensitas dalam indeks atau intensitas warna citra. Persamaan histogram equalization adalah teknik yang sangat populer untuk peningkatan kontras terhadap gambar. Konsep dasar dari *histogram equalization* adalah dengan merenggakan *histogram*, sehingga perbedaan *pixel* menjadi lebih besar atau dengan kata lain informasi menjadi lebih kuat sehingga mata dapat menangkap informasi yang disampaikan.

Besarnya kapasitas ukuran data yang akan disimpan biasanya membutuhkan kapasitas yang lebih besar. Kompresi pada data teks dan citra *digital* banyak berbagai macam teknik pengkompresian yang berbeda, yang merupakan suatu upaya untuk melakukan *transformasi* terhadap data atau

simbol penyusun. Ada teknik kompresi data dan citra digital yang menghilangkan beberapa informasi dan teknik ini disebut *Huffman*, sehingga memori yang dibutuhkan untuk citra menjadi lebih sedikit dari pada citra semula. Untuk memecahkan masalah tersebut di atas diperlukan sebuah Metode kompresi untuk meningkatkan rasio kompresi, mengurangi ukuran, mengurangi pemakaian, *bandwidth* dan mensimulasikannya pada saat pengiriman data.

**BAHAN PENELITIAN**

**Bahan**

Citra digital adalah sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu.

**Metode**

**Histogram Equalization**

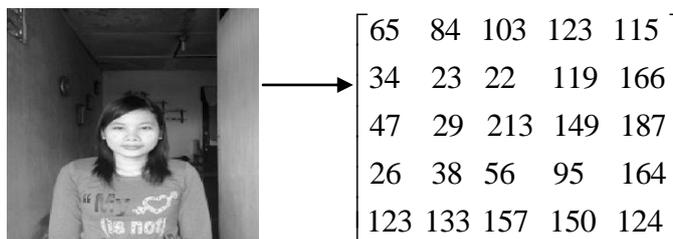
Histogram *Equalization* (perataan Histogram) adalah mengubah nilai-nilai intensitas citra sehingga penyebarannya seragam (*uniform*). Perataan histogram diperoleh dengan cara mengubah derajat keabuan suatu *pixel* (*r*) dengan derajat keabuan yang baru (*s*) dengan suatu fungsi transformasi *T*, yang dalam hal ini  $s=T(r)$ .

**Algoritma Huffman**

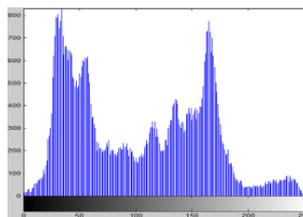
Metode Huffman adalah metode pengkodean yang telah banyak diterapkan untuk aplikasi kompresi citra. Seperti metode shannon Fano, metode Huffman juga membentuk pohon atas dasar probabilitas setiap simbol, namun teknik pembentukan pohonnya berbeda

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Objek citra gambar *Input* merupakan citra yang memiliki intensitas warna berkisar antara 0 sebagai nilai minimum sampai 255 yang merupakan nilai maksimum. Objek citra gambar *Input* yang memiliki ukuran  $5 \times 5$  *pixel* kemudian dikonversi ke dalam bentuk matriks  $5 \times 5 = 25$ , untuk masing-masing Objek citra.



**Gambar 1 :** Matriks Pikel Gambar



**Gambar 2:** Histogram Gambar

*Histogram equalization* atau perataan histogram adalah suatu proses perataan histogram, dimana distribusi nilai derajat keabuan suatu citra dibuat rata. Untuk dapat melakukan histogram equalization ini diperlukan suatu fungsi distribusi kumulatif yang merupakan kumulatif dari histogram.

$$k_o = \text{round}\left(\frac{1x(2^8 - 1)}{5x5}\right) = \text{round}\left(\frac{255}{25}\right) = 10$$

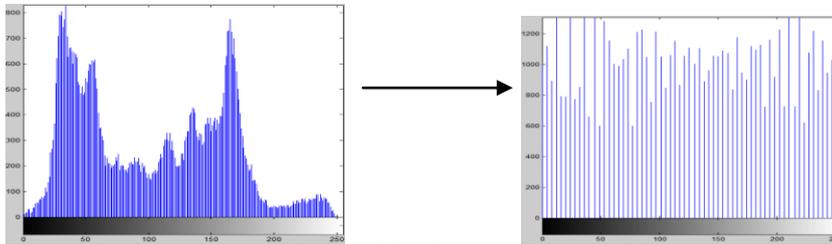
$$k_o = \text{round}\left(\frac{2x(2^8 - 1)}{5x5}\right) = \text{round}\left(\frac{510}{25}\right) = 20$$

$$k_o = \text{round}\left(\frac{3x(2^8 - 1)}{5x5}\right) = \text{round}\left(\frac{765}{25}\right) = 31$$

$$k_o = \text{round}\left(\frac{4x(2^8 - 1)}{5x5}\right) = \text{round}\left(\frac{1020}{25}\right) = 41$$

$$k_o = \text{round}\left(\frac{5x(2^8 - 1)}{5x5}\right) = \text{round}\left(\frac{1275}{25}\right) = 51$$

Dan histogram yang di dapatkan dari gambar matriks adalah sebagai berikut :



**Gambar 3 :** (a) Histogram Awal Dan (b) Histogram Hasil Akhir Yang

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 82  | 102 | 122 | 163 | 133 |
| 51  | 20  | 10  | 143 | 235 |
| 71  | 41  | 255 | 194 | 247 |
| 31  | 61  | 92  | 112 | 224 |
| 163 | 184 | 214 | 204 | 173 |

**Gambar 4:** Hasil Matriks Histogram

Proses perhitungan kompresi dengan menerapkan algoritma Huffman.

Berikut ini adalah tabel simbol dan frekuensinya yang di urutkan berdasarkan frekuensi terkecil yang terlihat adalah sebagai berikut :

**Tabel 1 :** Frekuensi Simbol Desimal

| Simbol | Frekuensi |
|--------|-----------|
| 163    | 2         |
| 10     | 1         |
| 21     | 1         |
| 31     | 1         |
| 41     | 1         |
| 51     | 1         |
| 61     | 1         |
| 71     | 1         |
| 82     | 1         |
| 92     | 1         |
| 102    | 1         |
| 112    | 1         |
| 122    | 1         |
| 133    | 1         |
| 143    | 1         |
| 173    | 1         |
| 184    | 1         |
| 194    | 1         |
| 204    | 1         |
| 214    | 1         |
| 224    | 1         |
| 235    | 1         |
| 245    | 1         |
| 255    | 1         |

1. Dua data yang memiliki frekuensi kemunculan paling kecil dipilih sebagai simpul pertama pada pohon Huffman.
2. Dari dua simpul induk yang mencatat jumlah frekuensi dua simpul pertama.
3. Kemudian dua simpul tersebut dihapus dari tabel digantikan oleh simpul induk tadi. Simpul ini kemudian dijadikan acuan untuk membentuk pohon.

4. Langkah 3-5 dilakukan dengan berulang-ulang hingga isi tabe tinggal satu saja. Data inilah yang akan menjadi simpul bebas atau simpul akar.
5. Setiap simpul yang terletak pada cabang kiri (simpul frekuensi yang lebih besar) diberi nilai 0 dan simpul yang terletak pada cabang kanan (simpul frekuensi lebih kecil) diberi nilai 1.
6. Pembacaan dilakukan dari simpul akar ke arah simpul daun dengan memperhatikan nilai setiap cabang.

**Tabel 2 :** Hasil Proses Pengkodean Huffman

| .Simbol | Frekuensi | Kode  | Jumlah Bit Kode | Total Bit |
|---------|-----------|-------|-----------------|-----------|
| 163     | 2         | 0     | 1               | 2         |
| 10      | 1         | 01    | 2               | 2         |
| 20      | 1         | 11    | 2               | 2         |
| 31      | 1         | 100   | 3               | 3         |
| 41      | 1         | 101   | 3               | 3         |
| 51      | 1         | 110   | 3               | 3         |
| 61      | 1         | 111   | 3               | 3         |
| 71      | 1         | 1000  | 4               | 4         |
| 82      | 1         | 1001  | 4               | 4         |
| 92      | 1         | 1010  | 4               | 4         |
| 102     | 1         | 1011  | 4               | 4         |
| 112     | 1         | 1100  | 4               | 4         |
| 122     | 1         | 1101  | 4               | 4         |
| 133     | 1         | 1110  | 4               | 4         |
| 143     | 1         | 1111  | 4               | 4         |
| 173     | 1         | 10000 | 5               | 5         |
| 184     | 1         | 10001 | 5               | 5         |
| 194     | 1         | 10010 | 5               | 5         |
| 204     | 1         | 10011 | 5               | 5         |
| 214     | 1         | 10100 | 5               | 5         |
| 224     | 1         | 10101 | 5               | 5         |
| 235     | 1         | 10110 | 5               | 5         |
| 245     | 1         | 10111 | 5               | 5         |
| 255     | 1         | 11000 | 5               | 5         |
| Total   | 25        |       |                 | 95 bit    |

Ukuran data sebelum pemampatan (dalam kode ASCII) adalah :

$$= 25 \times 8 \text{ bit}$$

$$= 200 \text{ bit}$$

Setelah pemampatan frekuensi  $\times$  panjang kode adalah 95 bit

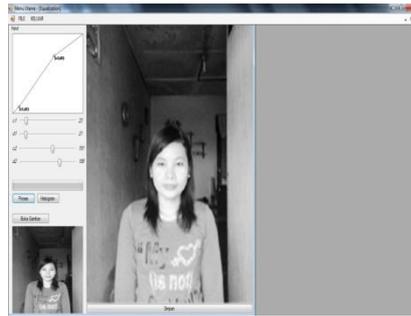
$$\text{Rasio pemampatan} = \left( 100\% - \frac{95}{200} \times 100\% \right) = 52.5\% , \text{ artinya } 52.5\% \text{ dari citra semula telah berhasil}$$

dimampatkan .

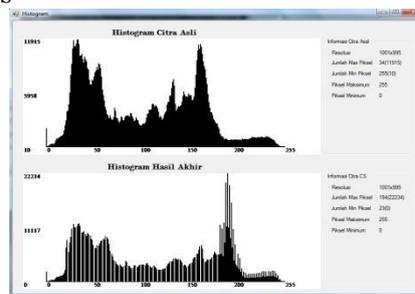
### Implementasi

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk implementasi pembuatan dan menjalankan program agar berjalan dengan baik. Perangkat keras yang digunakan komputer dengan spesifikasi sebagai berikut:

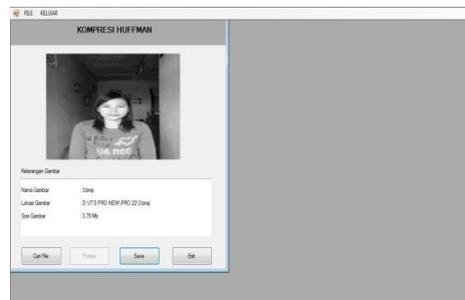
1. *Processor* : Intel Dualcore
2. *Memory* : 2 GB
3. *Harddisk* : 320 GB
4. *Windows* : Windows 7 Ultimate
5. *Monitor* : Resolusi monitor 1366 x 768 pixel
6. *Os* : Windows 7 Ultimate.



**Gambar 5:** Citra sebelum diproses



**Gambar 6:** Citra Histogram



**Gambar 7:** Citra hasil

## KESIMPULAN

1. Proses perbaikan citra dengan menggunakan Metode Histogram Equalization, sangat tergantung pada besarnya ukuran data citra dan kualitas data citra.
2. Proses perbaikan citra dengan menggunakan Metode Histogram Equalization membutuhkan proses yang cukup lama bergantung pada spesifikasi citra referensi.
3. Teknik kompresi citra dengan metode Huffman pada citra *gray scale* 8 bit dilakukan dengan pembuatan pohon Huffman berdasarkan frekuensi kemunculan nilai piksel. Pohon Huffman akan menghasilkan kode biner yang disimpan dalam tabel Huffman tiap 8 bit.
4. Tingkat efisiensi memori file hasil kompresi dengan menggunakan Metode Huffman diukur dari besarnya rasio kompresi yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Subhan, M, "Analisa Perancangan Sistem", Jakarta, Lentera Ilmu Cendekia, 2012.
- Jogyanto HM, 2009, "Perancangan Sistem Informasi Pengenalan Komputer", Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Dhanta, Rizky, 2009, "Pengantar Ilmu Komputer", Surabaya, Indah.
- Putra, Darma, 2010, "Pengolahan Citra Digital", C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Hermawan, Fajar Astuti, 2013, "Pengolahan Citra Digital Konsep & Teori", C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Binanto, Iwan, 2010, "Multimedia Digital Dasar Teori Pengembangan", C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Sutoyo, 2009, T, "Teori Pengolahan Citra Digital", C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Munir, Prof, Dr, M.IT, 2012, "Multimedia Konsep & Aplikasi Dalam Pendidikan", Alfabeta, Bandung.
- A.S Rosa dan Shalahuddin. M, 2011, "Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur Dan Berorientasi Objek)", Modula, Bandung.
- Jogyanto HM, 2005, "Analisis dan Desain Sistem Informasi", Yogyakarta.
- Mesran, 2009, "Visual Basic Mitra Wacana Media".

## IMPLEMENTASI STEGANOGRAFI MENGGUNAKAN METODE BIT PLANE COMPLEXITY SEGMENTATION PADA CITRA DIGITAL

Veronika Siregar

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan

[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Steganografi merupakan ilmu dan seni yang mempelajari cara penyembunyian informasi pada suatu media sedemikian rupa sehingga keberadaannya tidak terdeteksi oleh pihak lain yang tidak berhak atas informasi tersebut. Pengguna pertama (pengirim pesan) dapat mengirim media yang telah disisipi informasi rahasia tersebut melalui jalur komunikasi publik, hingga dapat diterima oleh pengguna kedua (penerima pesan). Penerima pesan dapat mengekstraksi informasi rahasia yang ada di dalamnya. Metode Bit Plane Complexity Segmentation (BPCS) dapat dijadikan salah satu media untuk menyembunyikan informasi rahasia berupa pesan teks. Metode BPCS ini memanfaatkan perhitungan kompleksitas pada Bit Plane dalam menyisipkan informasi rahasia, proses penyisipan data dilakukan pada segmen yang memiliki kompleksitas yang tinggi. sedangkan citra rekonstruksi yang sangat mirip dengan aslinya, karena hanya mengubah bit tertentu dari citra. Adapapun rancangan aplikasi dengan menerapkan Metode Bit Plane Complexity Segmentation dapat menyembunyikan pesan yang bersifat sangat rahasia kedalam file citra sehingga informasi yang penting tidak dapat diketahui oleh pihak yang tidak berkepentingan.

**Kata Kunci :** Steganografi, Citra Digital, Metode Bit Plane Complexity Segmentation.

### PENDAHULUAN

Pertukaran informasi di internet telah menjadi bagian yang penting dalam perkembangan teknologi informasi. Media internet memiliki banyak kelebihan dibandingkan media komunikasi lainnya, terutama dari segi kecepatannya. Tetapi Informasi yang dikirimkan melalui internet tidak dapat dijamin keamanannya. Ancaman dari keamanan komunikasi lewat jaringan internet berupa interupsi, intersepsi, penyadap, fabrikasi dan modifikasi. Penyerangan telah menjadi semakin otomatis dan dapat menimbulkan kerusakan yang lebih besar pada data-data atau informasi yang dikomunikasikan. Ketika ingin melakukan pertukaran informasi melalui pengiriman pesan teks, gambar dan audio yang bersifat rahasia harus menggunakan teknik yang aman sehingga kerahasiaan terhadap pesan tersebut tetap terjaga. Maka terdapat beberapa usaha untuk menangani masalah keamanan data rahasia yang dikirimkan melalui internet, diantaranya menggunakan teknik kriptografi dan steganografi. Kriptografi adalah teknik pengubahan pesan untuk membuat pesan tersebut aman dan tahan dari serangan sedangkan steganografi adalah teknik menyembunyikan pesan rahasia kedalam pesan lainnya sehingga keberadaan pesan rahasia tidak dapat diketahui. Keuntungan steganografi dibandingkan kriptografi yaitu pesan yang dikirim tidak menarik perhatian sehingga media penampung yang membawa pesan tidak menimbulkan kecurigaan bahwa pesan tersebut merupakan pesan rahasia.

Perkembangan steganografi menjadi salah satu alternatif pengamanan dalam komunikasi data di jaringan internet. Pada umumnya, pesan steganografi muncul dengan rupa lain seperti gambar, artikel, daftar belanjaan, atau pesan-pesan lainnya. Pesan yang tertulis ini merupakan tulisan yang menyelubungi atau menutupi. Contohnya, suatu pesan dapat disembunyikan dengan menggunakan tinta yang tidak terlihat diantara garis-garis yang kelihatan. Teknik steganografi meliputi banyak sekali metode komunikasi untuk menyembunyikan pesan rahasia (teks atau gambar) di dalam file-file lain yang mengandung teks, *image*, bahkan audio tanpa menunjukkan ciri-ciri perubahan yang nyata atau terlihat dalam kualitas dan struktur dari file semula.

### BAHAN dan METODE

#### Bahan

Penyerangan telah menjadi semakin otomatis dan dapat menimbulkan kerusakan yang lebih besar pada data-data atau informasi yang dikomunikasikan.

#### Metode

##### Steganografi

Tujuan dari steganografi adalah menyembunyikan keberadaan pesan dan dapat dianggap sebagai pelengkap dari kriptografi yang bertujuan untuk menyembunyikan isi pesan.

##### Citra

Citra Digital adalah representasi dari sebuah citra dua dimensi sebagai sebuah kumpulan nilai digital yang disebut elemen gambar atau piksel. Piksel adalah elemen terkecil yang menyusun citra dan mengandung nilai yang mewakili kecerahan dari sebuah warna pada sebuah titik tertentu.

**Algoritma Bit-Plane Complexity Segmentation (BPCS)**

Bit-plane complexity segmentation (BPCS) adalah teknik steganografi yang memiliki kapasitas penyembunyian yang besar. Segmen bit-plane yang dianggap noisy dapat diganti dengan pesan rahasia yang ingin di embed.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penyisipan Pesan Pada Dokumen Citra PNG**

pesan yang disisipkan merupakan pesan teks yaitu “Kill the king tonight”.



**Gambar 1:** Cover Image 8X8 pixel

1. Mencari nilai RGB dengan menggunakan Matlab :

|                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| R=226<br>G=137<br>B=125 | R=226<br>G=137<br>B=125 | R=223<br>G=137<br>B=133 | R=223<br>G=136<br>B=128 | R=226<br>G=138<br>B=120 | R=226<br>G=129<br>B=116 | R=228<br>G=138<br>B=123 | R=227<br>G=134<br>B=124 |
| R=226<br>G=137<br>B=125 | R=226<br>G=137<br>B=125 | R=223<br>G=137<br>B=133 | R=223<br>G=136<br>B=128 | R=226<br>G=138<br>B=120 | R=226<br>G=129<br>B=116 | R=228<br>G=138<br>B=123 | R=227<br>G=134<br>B=124 |
| R=226<br>G=137<br>B=125 | R=226<br>G=137<br>B=125 | R=223<br>G=137<br>B=133 | R=223<br>G=136<br>B=128 | R=226<br>G=138<br>B=120 | R=226<br>G=129<br>B=116 | R=228<br>G=138<br>B=123 | R=227<br>G=134<br>B=124 |
| R=226<br>G=137<br>B=125 | R=226<br>G=137<br>B=125 | R=223<br>G=137<br>B=133 | R=223<br>G=136<br>B=128 | R=226<br>G=138<br>B=120 | R=226<br>G=129<br>B=116 | R=228<br>G=138<br>B=123 | R=227<br>G=134<br>B=124 |
| R=226<br>G=137<br>B=125 | R=226<br>G=137<br>B=125 | R=223<br>G=137<br>B=133 | R=223<br>G=136<br>B=128 | R=226<br>G=138<br>B=120 | R=226<br>G=129<br>B=116 | R=228<br>G=138<br>B=123 | R=227<br>G=134<br>B=124 |
| R=227<br>G=140<br>B=123 | R=227<br>G=140<br>B=123 | R=227<br>G=131<br>B=113 | R=222<br>G=130<br>B=111 | R=226<br>G=136<br>B=120 | R=228<br>G=133<br>B=115 | R=226<br>G=132<br>B=120 | R=230<br>G=133<br>B=113 |
| R=228<br>G=134<br>B=119 | R=228<br>G=134<br>B=119 | R=225<br>G=141<br>B=116 | R=224<br>G=133<br>B=115 | R=225<br>G=134<br>B=125 | R=229<br>G=137<br>B=112 | R=229<br>G=132<br>B=116 | R=226<br>G=128<br>B=105 |
| R=223<br>G=133<br>B=121 | R=223<br>G=133<br>B=121 | R=226<br>G=129<br>B=106 | R=221<br>G=132<br>B=114 | R=227<br>G=131<br>B=120 | R=225<br>G=133<br>B=116 | R=226<br>G=129<br>B=122 | R=228<br>G=131<br>B=106 |

2. Nilai intensitas dari masing-masing komponen warna direpresentasikan dengan nilai binernya dan nilai biner tersebut diubah dari sistem *PBC* menjadi *CGC* menggunakan matlab. Kemudian dilakukan proses *bit-plane slicing* untuk membagi gambar menjadi *bitplane* dan hitung nilai kompleksitas ( $\alpha$ ) dari masing-masing *bit-plane*.

Baca pesan rahasia sebagai string pada karakter *ASCII* dan representasikan dengan nilai binernya, kemudian bentuk pesan rahasia menjadi blok 8x8 dan hitung nilai kompleksitas ( $\alpha$ ) dari setiap blok.

Pesan rahasia: Kill the king tonight

Nilai *ASCII* : 75 105 108 108 32 116 104 101 32 107 105 110 103 32 116 111 110 105 103 104 116

Representasi biner pesan rahasia :

01001011 01101001 01101100 01101100 00100000 01110100 01101000 01100101 00100000  
01101011 01101001 01101110 01100111 00100000 01110100 01101111 01101110 01101001 01100111  
01101000 01110100

Blok-blok pesan rahasia:

**Tabel 1** Blok 1

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

Nilai kompleksitas ( $\alpha$ ) =  $49/112 = 0,44$

**Tabel 2** Blok 2

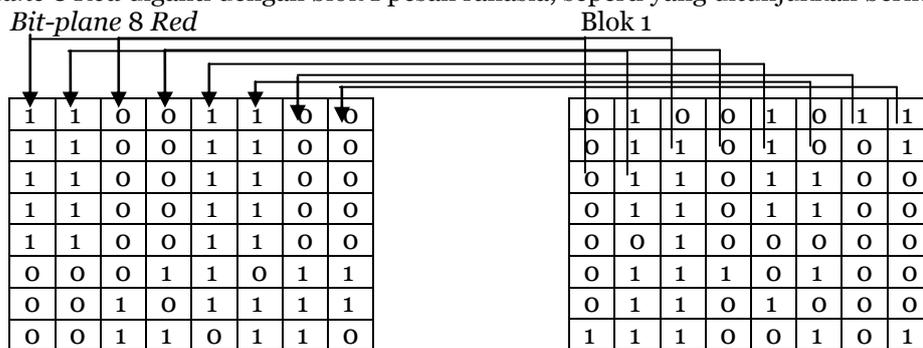
|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Nilai kompleksitas ( $\alpha$ ) =  $49/112 = 0,44$

Peta konjugasi tidak kompleks ( $\alpha < 0,3$ ) sehingga harus dikonjugasi dengan cara meng-XOR-kan P dengan blok Wc. Setelah dikonjugasi, peta konjugasi menjadi:

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

Bit-plane 8 Red diganti dengan blok 1 pesan rahasia, seperti yang ditunjukkan berikut:



Sehingga isi Bit-plane 8 Red menjadi :

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

Sehingga isi Bit-plane 7 Green menjadi :

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Sehingga isi *Bit-plane 6 Blue* menjadi :

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Nilai intensitas segmen pertama pada gambar setelah disisipi pesan menjadi:

|                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| R=227<br>G=137<br>B=125 | R=226<br>G=137<br>B=121 | R=223<br>G=138<br>B=133 | R=223<br>G=136<br>B=128 | R=226<br>G=137<br>B=123 | R=227<br>G=129<br>B=123 | R=229<br>G=137<br>B=123 | R=226<br>G=134<br>B=127 |
| R=227<br>G=137<br>B=126 | R=226<br>G=138<br>B=122 | R=222<br>G=138<br>B=134 | R=223<br>G=136<br>B=131 | R=226<br>G=138<br>B=120 | R=227<br>G=129<br>B=114 | R=228<br>G=138<br>B=127 | R=226<br>G=133<br>B=123 |
| R=227<br>G=137<br>B=126 | R=226<br>G=138<br>B=121 | R=222<br>G=138<br>B=133 | R=223<br>G=136<br>B=128 | R=226<br>G=138<br>B=124 | R=226<br>G=129<br>B=123 | R=228<br>G=137<br>B=123 | R=227<br>G=133<br>B=120 |
| R=227<br>G=137<br>B=126 | R=226<br>G=138<br>B=122 | R=222<br>G=138<br>B=134 | R=223<br>G=136<br>B=131 | R=226<br>G=138<br>B=120 | R=226<br>G=130<br>B=115 | R=228<br>G=138<br>B=127 | R=227<br>G=134<br>B=124 |
| R=227<br>G=137<br>B=125 | R=227<br>G=138<br>B=121 | R=222<br>G=138<br>B=133 | R=223<br>G=137<br>B=135 | R=227<br>G=137<br>B=124 | R=227<br>G=130<br>B=123 | R=228<br>G=138<br>B=124 | R=227<br>G=133<br>B=127 |
| R=227<br>G=143<br>B=127 | R=226<br>G=143<br>B=124 | R=226<br>G=131<br>B=113 | R=222<br>G=129<br>B=113 | R=227<br>G=136<br>B=127 | R=229<br>G=134<br>B=115 | R=227<br>G=135<br>B=127 | R=231<br>G=134<br>B=114 |
| R=228<br>G=134<br>B=115 | R=229<br>G=133<br>B=112 | R=225<br>G=141<br>B=115 | R=224<br>G=133<br>B=112 | R=225<br>G=134<br>B=125 | R=228<br>G=138<br>B=112 | R=228<br>G=135<br>B=115 | R=228<br>G=128<br>B=110 |
| R=223<br>G=134<br>B=126 | R=222<br>G=133<br>B=125 | R=226<br>G=130<br>B=110 | R=220<br>G=135<br>B=114 | R=227<br>G=131<br>B=127 | R=225<br>G=133<br>B=115 | R=227<br>G=130<br>B=112 | R=229<br>G=131<br>B=109 |

**Implementasi**

Perangkat keras yang diperlukan komputer dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Processor core i3
2. Memory 1 GB atau lebih
3. Hardisk 500 GB
4. Keyboard, mouse
5. Monitor VGA atau SVGA
6. sistem operasi Windows 7.
7. Microsoft Visual Studio 2008.



**Gambar 2:** Tampilan Penyisipan Pesan



**Gambar 3:** Tampilan Enkripsi Pesan

## KESIMPULAN

1. Penerapan metode *Bit Plane Complexity Segmentation (BPCS)* pada citra gambar *Portable Network Grafik (PNG)* tidak akan terjadi kerusakan pesan karena *PNG* menggunakan teknik kompresi yang bersifat *lossless*.
2. Jenis pewarnaan *PNG* yang cocok digunakan untuk penerapan teknik *BPCS* pada *PNG* adalah *RGB* dan *grayscale* karena tidak menyebabkan kerusakan pada *stego image*.
3. Terdapat perbedaan ukuran antara *cover image* dan *stego image* yang disebabkan oleh perubahan nilai bit yang terjadi pada proses penyisipan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariyus, Dony.2007.Keamanan Multimedia. Andi. Yogyakarta.
- Fajar Astuti Hermawati. 2013.Pengolahan Citra Digital. Andi. Yogyakarta.
- T.sutoyo,S.Si,M.Kom, dkk. 2009, Teori pengolahan citra digital, andi, Yogyakarta.
- Putra, Darma.2010.Pengolahan Citra Digital. Andi. Yogyakarta.
- Arif Aditya, Primananda S.Si, M.M, 2012 Programan Visual. Medan.
- Abdul kadir,Adhisusanto.2013. Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra. Andi. Yogyakarta.
- Rinaldi Munir. 2006. Kriptografi Steganografi dan Watermaking.Bandung Informatika. Bandung.
- Widyanarko,Arya 2008.Implementasi Steganografi dengan Metode Bit-Plane Complexity Segmentation (BPCS) untuk Dokumen Citra *Terkompresi*, Tugas akhir Informatika ITB.
- Heryanto.2005.Bit Plane Complexity Steganography dan perbandingannya dengan Least Significant Bit Steganography, Teknik Informatika ITB.
- Solichin,Achmad dan Wulandari,Ni Putu.2015.Implementasi Steganografi dengan metode Bit Plane Complexity Segmentation untuk menyembunyikan pesan pada citra digital.Teknik Informatika , Universitas Budi Luhur.

## IMPLEMENTASI METODE *NAIVE BAYES* UNTUK KLASIFIKASI GENRE PADA MUSIK

Vicky Faldhy Agita

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
vickyfaldhyagita@gmail.com

**Abstrak.** Musik adalah suara yang disusun demikian rupa sehingga mengandung irama, lagu, dan keharmonisan terutama suara yang dihasilkan dari alat-alat yang dapat menghasilkan irama. Elemen terkecil dari musik adalah nada. Nada adalah suara yang memiliki nilai frekuensi tertentu. Dalam musik, nada berada pada ruang dua dimensi, dimensi vertikal dan horizontal. Kenyataan bahwa musik dapat terkait dengan genre tertentu adalah fakta umum yang diketahui dan tidak dapat dibantah. Dari sudut pandang seniman musik, genre merupakan salah satu cara penggolongan atau klasifikasi musik yang paling penting. Klasifikasi musik berdasarkan genre dapat dilakukan secara manual dan subjektif oleh manusia. Namun adapun masalah saat mengelompokkan dokumentasi berupa file musik yang akan disusun dan disimpan kedalam suatu kelas berdasarkan jenis musik tersebut. Untuk menentukan sebuah genre yang akan digolongkan dari sebuah rekaman musik, bukan suatu perkara yang mudah. Hingga saat ini menentukan genre didalam musikalitas sebuah lagu, memiliki beberapa kesalahan. Perkiraan dalam menentukan sebuah jenis musik dapat menimbulkan kesalahpahaman sehingga masih memiliki keraguan akan genre musik tersebut. Dengan demikian, genre tidak dapat terklasifikasi dengan baik. Genre yang ada pada sebuah lagu memiliki beragam jenis musik sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk mengelompokkan jenis musik tersebut, khususnya musik yang tersimpan didalam file. Melihat hal tersebut, menjadikan pemilihan genre musik sebagai kebutuhan akan keinginan masyarakat umum untuk mendengar genre musik yang diinginkan, khususnya penikmat musik dan seniman musik. Metode Naive Bayes telah banyak digunakan dalam berbagai macam keperluan antara lain untuk klasifikasi dokumen, deteksi spam atau filtering spam, dan masalah klasifikasi lainnya. Dengan melalui beberapa tahap proses seperti masukan data latih, pembangunan model, masukan data uji, penerapan model dan keluaran data uji. Suatu model yang menerima masukan, kemudian mampu melakukan pemikiran terhadap masukan tersebut dan memberikan jawaban sebagai keluaran dari hasil pemikirannya. Model yang sudah dibangun pada saat pelatihan kemudian dapat digunakan untuk memprediksi label kelas baru yang belum diketahui.

**Kata Kunci :** Genre Musik, Metode Naïve Bayes.

### PENDAHULUAN

Musik berdasarkan genre dapat dilakukan secara manual dan subjektif oleh manusia. Namun adapun masalah saat mengelompokkan dokumentasi berupa file musik yang akan disusun dan disimpan kedalam suatu kelas berdasarkan jenis musik tersebut. Untuk menentukan sebuah genre yang akan digolongkan dari sebuah rekaman musik, bukan suatu perkara yang mudah. Hingga saat ini menentukan genre didalam musikalitas sebuah lagu, memiliki beberapa kesalahan. Perkiraan dalam menentukan sebuah jenis musik dapat menimbulkan kesalahpahaman sehingga masih memiliki keraguan akan genre musik tersebut. Elemen terkecil dari musik adalah nada. Nada adalah suara yang memiliki nilai frekuensi tertentu. Dalam musik, nada berada pada ruang dua dimensi, dimensi vertikal dan horizontal. Kenyataan bahwa musik dapat terkait dengan genre tertentu adalah fakta umum yang diketahui dan tidak dapat dibantah. Dari sudut pandang seniman musik, genre merupakan salah satu cara penggolongan atau klasifikasi musik yang paling penting.

Musik adalah suara yang disusun demikian rupa sehingga mengandung irama, lagu, dan keharmonisan terutama suara yang dihasilkan dari alat-alat yang dapat menghasilkan irama. Musik memiliki beberapa kategori, salah satu-nya adalah jenis musik atau disebut genre. Genre merupakan kategori dari bentuk seni, dan kata tersebut digunakan untuk menyebut bagian dari film, televisi, *show*, bahkan musik yang sesuai dengan kriteria. Secara khusus, musik diartikan sebagai ilmu dan seni suara, yakni berupa bentuk dan sinkronisasi suara-suara yang membentuk harmoni nada-nada sehingga terdengar estetik.

### BAHAN PENELITIAN

#### Bahan

Etimologi kata “seni” berasal dari bahasa Sanskerta yang berarti “penyembahan, pelayanan, pemberian”. Ada juga yang mengatakan bahwa asal mula istilah “seni” berasal dari bahasa Belanda *genie* yang berasal dari bahasa Latin yang berarti “jenius”. Sedangkan etimologi kata “musik” berasal dari bahasa Inggris *music* yang berasal dari bahasa Yunani *mousikê*. *Mousikê* merujuk kepada semua seni yang dipimpin oleh *Muses* yang berupa musik dan puisi. Genre musik adalah pengelompokan musik sesuai dengan kemiripannya satu sama lain. Musik juga dapat dikelompokkan sesuai dengan kriteria lain, misalnya geografi. Sebuah genre dapat didefinisikan oleh teknik musik, gaya, konteks, dan tema musik. Secara

umum, genre musik dikelompokkan menurut kegunaannya, yang dapat dikelompokkan dalam tiga ranah besar, yaitu Musik Seni, Musik Populer, dan Musik Tradisional.

## Metode

### Metode Naive Bayes

*Naive bayesian* klasifikasi adalah suatu klasifikasi berpeluang sederhana berdasarkan aplikasi teorema *Bayes* dengan asumsi antar variabel penjelas saling bebas (independen). Dalam hal ini, diasumsikan bahwa kehadiran atau ketiadaan dari suatu kejadian tertentu dari suatu kelompok tidak berhubungan dengan kehadiran atau ketiadaan dari kejadian lainnya. *Naive Bayesian* dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan antara lain untuk klasifikasi dokumen, deteksi *spam* atau *filtering spam*, dan masalah klasifikasi lainnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan awal dalam proses adalah menentukan file musik yang akan diolah dan benar-benar siap untuk diproses serta melakukan pencarian frekuensi nada. Dalam tahap proses ini akan menghasilkan kumpulan lagu - lagu dalam bentuk format mp3. Setelah dilakukan penentuan file musik, kemudian dilakukan proses pencarian frekuensi lagu dimana proses ini akan mengolah data dari lagu menjadi fitur-fitur yaitu frekuensi maksimum, median dan minimum, sehingga kemudian dapat digunakan sebagai data untuk mendukung proses klasifikasi. Proses pencarian frekuensi menggunakan *Software Wafepad*. *Wafepad* merupakan *Software* Audio dengan fitur lengkap yang professional dalam cara kerjanya. *Software* ini aktif dalam os Windows dan Mac. *Software* ini memungkinkan untuk merekam dan mengedit musik, suara dan rekaman audio lainnya. Kemudian menambahkan efek seperti *echo*, amplifikasi, dan pengurangan kebisingan. Dimana di dalam aplikasi ini, aplikasi ini dapat menampilkan suatu lagu menjadi frekuensi. Selanjutnya, akan dihasilkan data dari pada hasil pencarian frekuensi nada. Untuk mempermudah dalam melakukan klasifikasi, data tersebut diubah menjadi data kategorikal dimana rentang frekuensi setiap fitur dibagi menjadi kategori rendah, sedang dan tinggi.

**Tabel 1** : File Musik yang telah ditentukan

| Folder ke- | Genre | Jumlah Lagu | Ekstensi |
|------------|-------|-------------|----------|
| 1.         | Pop   | 4           | *.mp3    |
| 2.         | Rock  | 3           | *.mp3    |
| 3.         | Metal | 4           | *.mp3    |
| 4.         | Blues | 3           | *.mp3    |

Setelah penentuan file musik berjalan dengan lancar, langkah selanjutnya adalah melakukan pencarian frekuensi pada lagu yang akan diproses. Frekuensi yang diterima tersebut akan berguna untuk mendukung proses klasifikasi. Frekuensi disebut dalam satuan hertz (Hz) dan amplitudo dalam satuan decibel (db). Langkah ini merupakan proses kegiatan untuk mencari fitur – fitur yang terdapat pada setiap data. Pada setiap data akan diekstraksi untuk mendapatkan nilai frekuensi minimal, frekuensi mean dan frekuensi maksimal, fitur dari setiap data mempunyai nilai – nilai yang berbeda. Nilai dari setiap fitur ini yang nantinya akan diolah menggunakan metode *Naive Bayes Classifier* untuk menentukan genre dari setiap data musik yang telah diinputkan.

Berikut ini hasil pengamatan menggunakan fungsi (*Fast Fourier Transform*) FFT pada *wafepad*, dari penggunaan fungsi tersebut data menghasilkan nilai minimal, nilai mean dan nilai maksimal. Pada percobaan pertama terdapat lagu dengan genre Rock dan didapat hasil berikut.

Nilai frekuensi minimal : 11477 Hz  
 Nilai frekuensi mean : 13738 Hz  
 Nilai frekuensi maksimal : 16000 Hz  
 Nilai amplitudo minimal : -67 db  
 Nilai amplitudo mean : -83.5 db  
 Nilai amplitudo maksimal : -100 db

Setelah didapat hasil pertama, lalu pada percobaan kedua dengan lagu genre pop didapat hasil berikut.

Nilai frekuensi minimal : 3800 Hz  
 Nilai frekuensi mean : 9950 Hz  
 Nilai frekuensi maksimal : 16000 Hz  
 Nilai amplitudo minimal : -50 db  
 Nilai amplitudo mean : -70 db  
 Nilai amplitudo maksimal : -90 db

Setelah didapat hasil kedua, lalu pada percobaan ketiga dengan lagu genre blues didapat hasil berikut.

Nilai frekuensi minimal : 5300 Hz  
 Nilai frekuensi mean : 10900 Hz  
 Nilai frekuensi maksimal : 16500 Hz

Nilai amplitudo minimal : -46 db  
 Nilai amplitudo mean : -73 db  
 Nilai amplitudo maksimal : -100 db

Setelah didapat hasil ketiga, lalu pada percobaan keempat dengan lagu bergenre metal didapat hasil berikut.

Nilai frekuensi minimal : 732 Hz  
 Nilai frekuensi mean : 7216 Hz  
 Nilai frekuensi maksimal : 13700 Hz  
 Nilai amplitudo minimal : -39 db  
 Nilai amplitudo mean : -60 db  
 Nilai amplitudo maksimal : -81 db

**Tabel 2** : Hasil Keseluruhan

| Genre | Frekuensi (Hz) |       |       | Amplitudo (db) |       |      |
|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|------|
|       | Min            | Mean  | Max   | Min            | Mean  | Max  |
| Rock  | 11477          | 13738 | 16000 | -67            | -83.5 | -100 |
| Pop   | 3800           | 9950  | 16000 | -50            | -70   | -90  |
| Blues | 5300           | 10900 | 16500 | -46            | -73   | -100 |
| Metal | 732            | 7216  | 13700 | -39            | -60   | -81  |

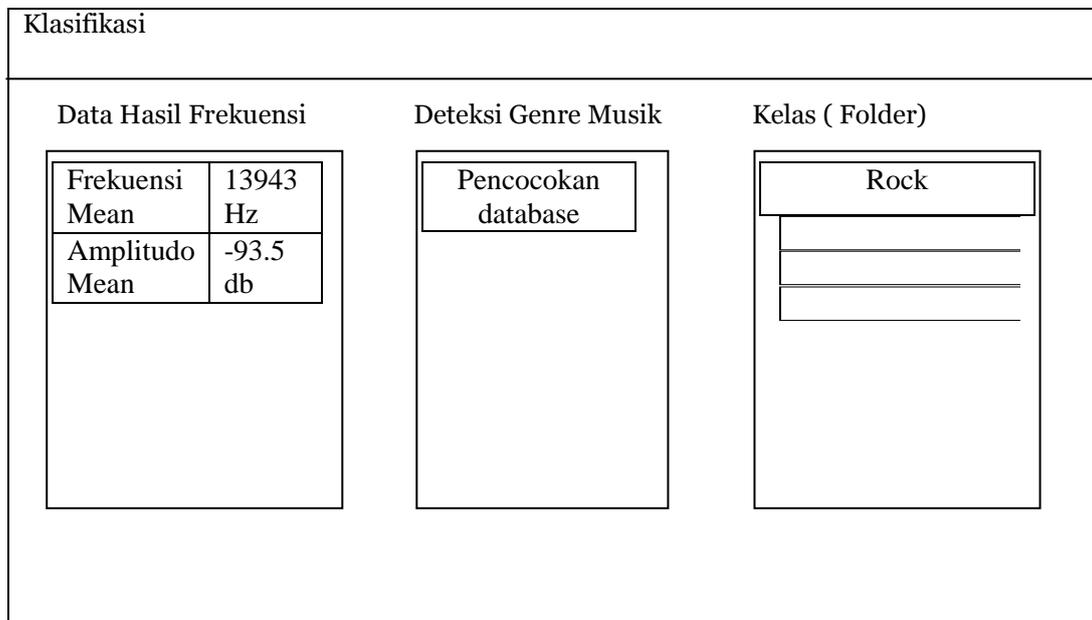
Kemudian nilai – nilai tersebut akan diolah menggunakan metode *Naive Bayes* untuk menghasilkan klasifikasi genre berdasarkan kelas.

Nama Artist: Alterbridge  
 Judul lagu : Down to my last  
 Genre : Rock

Setelah dilakukan pemilihan lagu, selanjutnya akan dilakukan pengambilan data frekuensi dan nilai amplitudo untuk memenuhi proses ketahap selanjutnya, yaitu tahap klasifikasi. Hasil yang didapat adalah sebagai berikut.

Nilai frekuensi minimal : 11886 Hz  
 Nilai frekuensi mean : 13943 Hz  
 Nilai frekuensi maksimal : 16000 Hz  
 Nilai amplitudo mean : -93.5 db

Nilai frekuensi yang telah didapatkan lalu diproses ketahap selanjutnya, yaitu tahap klasifikasi dimana pada tahap ini akan dilakukan pencocokan database dan probabilitas nilai maksimum dengan menggunakan metode *Naive Bayes*.



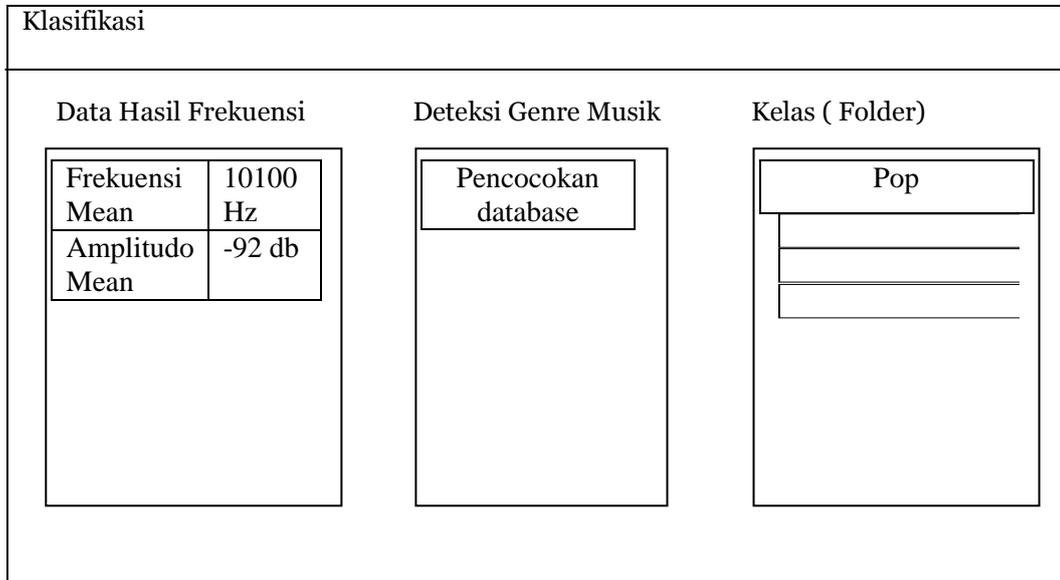
**Gambar 1** : Contoh kasus I

Nama Artis : Adele  
 Judul lagu : All I ask  
 Genre : Pop

Setelah dilakukan pemilihan lagu, selanjutnya akan dilakukan pengambilan data frekuensi dan nilai amplitudo untuk memenuhi proses ketahap selanjutnya, yaitu tahap klasifikasi. Hasil yang didapat adalah sebagai berikut.

Nilai frekuensi minimal : 4200 Hz  
 Nilai frekuensi mean : 10100 Hz  
 Nilai frekuensi maksimal : 16000 Hz  
 Nilai amplitudo mean : -92 db

Nilai frekuensi yang telah didapatkan lalu diproses ketahap selanjutnya, yaitu tahap klasifikasi dimana pada tahap ini akan dilakukan pencocokan database dan probabilitas nilai maksimum dengan menggunakan metode *Naive Bayes*.



**Gambar 2 :** Contoh kasus II

Hasil dari ekstraksi fitur yang sudah didapat, selanjutnya akan dimulai pengelompokkan atau klasifikasi dengan Metode *Naive Bayes*, dengan memilih frekuensi yang terbesar hingga terkecil sebagai kelas yang dipilih sebagai hasil prediksi.

**Tabel 3 :** Tahap Klasifikasi

| No. | Genre   | Jenis File | Frekuensi Mean | Amplitudo Mean |
|-----|---------|------------|----------------|----------------|
| 1.  | Pop     | Mp3        | 9950 Hz        | -70 db         |
| 2.  | Pop     | Mp3        | 8900 Hz        | -71 db         |
| 3.  | Rock    | Mp3        | 13738 Hz       | -83.5 db       |
| 4.  | Unknown | Mp3        | 12980 Hz       | -80 db         |
| 5.  | Blues   | Mp3        | 10900 Hz       | -100 db        |
| 6.  | Blues   | Mp3        | 11240 Hz       | -95 db         |
| 7.  | Pop     | Mp3        | 9700 Hz        | -75 db         |
| 8.  | Metal   | Mp3        | 7216 Hz        | -81 db         |
| 9.  | Metal   | Mp3        | 7400 Hz        | -80 db         |
| 10. | Unknown | Mp3        | 6970 Hz        | -78 db         |
| 11. | Rock    | Mp3        | 14120 Hz       | -82 db         |
| 12. | Pop     | Mp3        | 10150 Hz       | -74 db         |
| 13. | Blues   | Mp3        | 11787 Hz       | -90 db         |
| 14. | Uknown  | Mp3        | 7225 Hz        | -79 db         |

Hitung  $P(x|i)$  untuk setiap class  $i$  :

- $P(F\_mean="8000\text{ Hz}-11000\text{ Hz}" | genre="pop") = 4/14=0.285$
- $P(A\_mean="-70\text{ db} - -78\text{ db}" | jenis\ file="mp3") = 4/14 =0.285$
- $P(F\_mean="12000\text{ Hz}-15000\text{ Hz}" | genre="rock") = 2/14=0.142$
- $P(A\_mean="-80\text{ db} - -90\text{ db}" | jenis\ file="mp3") = 2/14 =0.142$
- $P(F\_mean="10000\text{ Hz}-14000\text{ Hz}" | genre="blues") = 3/14=0.214$
- $P(A\_mean="-90\text{ db} - -105\text{ db}" | jenis\ file="mp3") = 3/14 =0.214$
- $P(F\_mean="4000\text{ Hz}-8000\text{ Hz}" | genre="metal") = 2/14=0.142$
- $P(A\_mean="-75\text{ db} - -85\text{ db}" | jenis\ file="mp3") = 2/14 =0.142$

Bila data baru yang tidak memiliki genre dan tidak diketahui adalah:

$X = (F\_mean=6970 \text{ Hz}, A\_mean=-78 \text{ db}, \text{ jenis file}=mp3, )$   
 Hitung  $P(x|i)$  untuk genre :  
 $P(X|\text{genre}=\text{"unknown"}) = 3/14 = 0.214$

$$P(X|\text{genre}=\text{"unknown"}) = 0.214 * 6970 = 1491$$

$$= 1491 * 3 = 4473$$

$P(X|\text{genre}=\text{"unknown"}) = 4473 = \text{nilai frekuensi terendah}$   
 $P(X|\text{genre}=\text{"unknown"}) = \text{"metal"}$

Maka dapat disimpulkan  $X$  memiliki genre "metal" karena  $P(X|\text{unknown}=\text{"genre"})$  memiliki nilai terendah pada perhitungan tabel di atas.

**Tabel 4 : Hasil Klasifikasi data**

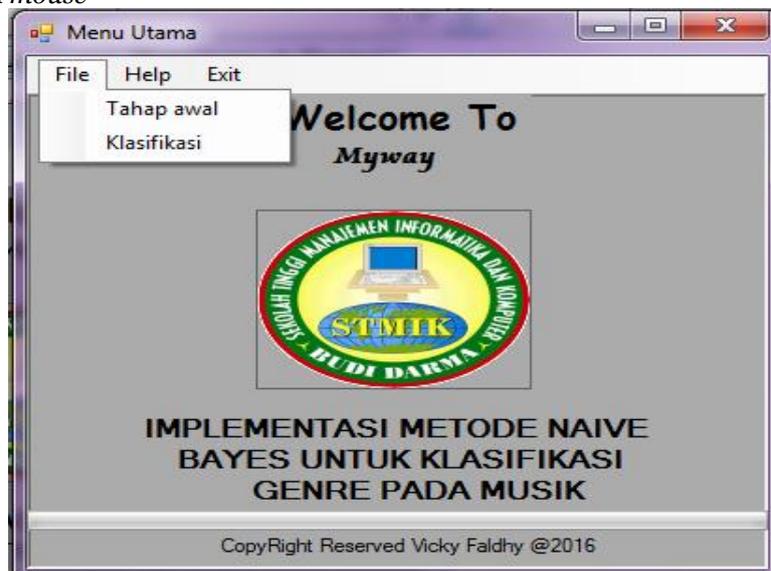
| No | Genre   | Jumlah awal | Jumlah proses | Kelas          |
|----|---------|-------------|---------------|----------------|
| 1. | Pop     | 4           | 4             | P <sup>1</sup> |
| 2. | Rock    | 2           | 2             | P <sup>2</sup> |
| 3. | Blues   | 3           | 3             | P <sup>3</sup> |
| 4. | Metal   | 2           | 2             | P <sup>4</sup> |
| 5. | Unknown | 3           | 3             | P <sup>4</sup> |
|    |         | -           | -             | P <sup>4</sup> |
|    |         | -           | -             | P <sup>2</sup> |
|    | Jumlah  | 14          | 14            | -              |

**Implementasi**

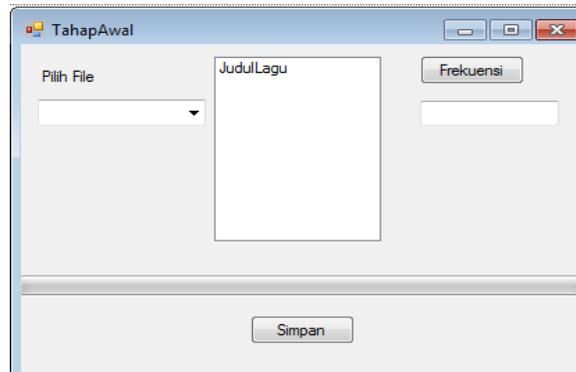
Tahap implementasi dan pengujian sistem merupakan lanjutan dari tahap analisis dan perancangan sistem. Implementasi merupakan tahap dimana sistem melakukan fungsionalitas utamanya setelah suatu program atau perangkat lunak selesai dirancang

Adapun Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk implementasi pembuatan dan menjalankan program agar berjalan dengan baik. Perangkat keras yang digunakan komputer dengan spesifikasi sebagai berikut :

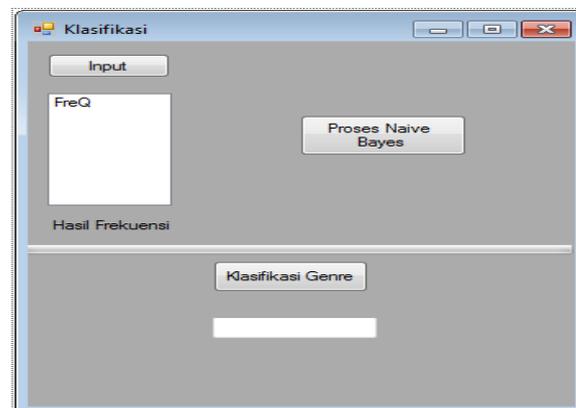
1. *Procesor Intel(R) Core (TM) i3-2320 CPU @2.10 GHz*
2. *Memory (RAM) 2GB*
3. *System type 32-bit Operating System*
4. *VGA card 1 GB atau lebih tinggi lagi*
5. *Monitor dengan resolusi 1366 x 768 pixel*
6. *Keyboard dan mouse*



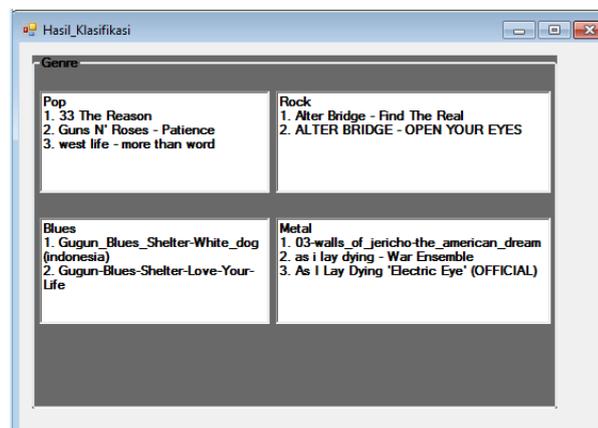
**Gambar 3:** Tampilan Menu Utama



**Gambar 4:** Tampilan Tahap awal



**Gambar 5** Tampilan Menu Klasifikasi



**Gambar 6 :** Tampilan Tombol Klasifikasi

## KESIMPULAN

1. Pengenalan proses dari berbagai genre musik menjadi cukup penting untuk dirancang, karena dapat menjadi alat bantu dalam pengklasifikasian genre sehingga dapat tersusun sesuai kelas.
2. Metode *Naive Bayes* dapat diterapkan untuk menentukan suatu klasifikasi genre pada musik digital.
3. Dengan adanya hasil rancangan aplikasi klasifikasi genre, dapat mengetahui beragam jenis musik yang didengar dengan mudah.

## DAFTAR PUSTAKA

Jogiyanto H. M, 2005, Analisis dan Desain, Penerbit Andi, Yogyakarta.  
Nurdin Usman, 2002, *Konteks Implementasi Berbasis Kurikulum*, Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

## IMPLEMENTASI KOMBINASI ALGORITMA HILL CIPHER DAN RIJNDAEL DALAM PENYANDIAN TEKS

Wani Melani

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan

[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Keamanan data adalah suatu cara yang dilakukan untuk menjaga informasi agar tidak diambil atau diubah oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Aspek-aspek keamanan data meliputi *authentication, integrity, nonrepudation, authority, confidentiality, privacy, availability* dan *aces control*. Salah satu masalah keamanan data yang sering terjadi adalah pengambilan data rahasia yang dimiliki suatu perusahaan ataupun perorangan yang sangat merugikan apabila disalahgunakan oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Algoritma hill cipher dan rijndael adalah algoritma kriptografi yang dapat dikombinasikan dalam penyandian data teks. Hill cipher tidak mengganti setiap abjad yang sama pada *plaintext* dengan abjad lainnya yang sama pada *ciphertext* karena menggunakan perkalian matriks pada dasar enkripsi dan dekripsinya. Algoritma rijndael termasuk kepada algoritma kriptografi modern, yaitu sistem penyandian blok yang bersifat non-Feistel. Rijndael menggunakan komponen yang selalu memiliki invers dengan panjang blok 128 bit. Kunci rijndael dapat memiliki panjang kunci bit 128, 192, dan 256 bit. Penyandian rijndael menggunakan proses yang berulang yang disebut dengan *ronde*. Aplikasi dari pengkombinasian dua algoritma tersebut dapat diterapkan dalam menyandikan data teks yang hasilnya berupa karakter yang sulit dimengerti oleh orang yang tidak memiliki izin untuk melihat data teks tersebut.

**Kata Kunci:** Kriptografi, hill cipher, rijndael.

### PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang semakin berkembang, dengan banyaknya aplikasi-aplikasi yang dapat membantu dalam memecahkan kode keamanan yang ada, sehingga diperlukan suatu sistem keamanan yang berfungsi untuk melindungi informasi dari berbagai ancaman. Saat ini metode-metode pengaman masih digunakan secara individual artinya metode yang digunakan dalam mengamankan data teks hanya dilakukan berdasarkan satu metode saja, sehingga masih dapat mempermudah para penyerang untuk mengetahui atau memecahkan algoritma yang digunakan pada saat menyandikan teks. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keamanan data adalah dengan mengkombinasikan algoritma-algoritma yang ada di dalam teknik kriptografi. Keamanan data adalah suatu cara yang dilakukan untuk menjaga informasi agar tidak diambil atau diubah oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Aspek-aspek keamanan data meliputi *authentication, integrity, nonrepudation, authority, confidentiality, privacy, availability* dan *aces control*. Salah satu masalah keamanan data yang sering terjadi adalah pengambilan data rahasia yang dimiliki suatu perusahaan ataupun perorangan yang sangat merugikan apabila disalahgunakan oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Teknik kriptografi memiliki algoritma yang tidak lagi rahasia, yang dirahasiakan hanyalah kunci untuk melakukan enkripsi dan dekripsi pesan. Berdasarkan sejarahnya kriptografi dapat dibagi menjadi kriptografi klasik dan kriptografi modern. Teknik kriptografi klasik berbasis karakter, semua teknik kriptografi klasik memakai kunci simetris. Teknik yang dipakai dalam kriptografi klasik ada 2, yaitu teknik substitusi dan teknik transposisi. Algoritma kriptografi modern memiliki 2 jenis kunci, yaitu algoritma simetris (*konvensional*) dan algoritma asimetris (kunci publik). Algoritma simetris modern beroperasi dalam mode *bit* dan dapat dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu *cipher* aliran (*stream cipher*) dan *cipher* blok (*block cipher*). Algoritma *hill cipher* dan *rijndael* adalah algoritma kriptografi yang dapat dikombinasikan dalam penyandian data teks. *Hill cipher* tidak mengganti setiap abjad yang sama pada *plaintext* dengan abjad lainnya yang sama pada *ciphertext* karena menggunakan perkalian matriks pada dasar enkripsi dan dekripsinya.

### BAHAN PENELITIAN

#### Bahan

Kriptografi berasal dari bahasa Yunani, *crypto* dan *graphia*. *Crypto* berarti *secret* (rahasia) dan *graphia* berarti *writing* (tulisan). Menurut terminologinya, kriptografi adalah ilmu dan seni untuk menjaga keamanan pesan ketika pesan dikirim dari suatu tempat ke tempat lain.

#### Metode

#### Algoritma Hill Cipher

*Hill cipher* diperkenalkan pertama kali pada tahun 1929 oleh Letser S.Hill. Proses enkripsi dan dekripsi pada *hill cipher* menggunakan operasi perkalian matriks atas *ring*  $Z_{26}$ . Ide dasar dari *hill cipher* adalah untuk membuat kombinasi linier dari *plaintext* untuk mendapatkan *cipherteks*. Kunci yang digunakan berupa matriks persegi  $z_{26}$  yang determinannya *invertibel* pada  $z_{26}$ .

**Algoritma Rijndael**

Algoritma *rijndael* disebut juga dengan *Advanced encryption standard* (AES). Algoritma *rijndael* menggunakan substitusi dan permutasi, dan sejumlah putaran (*cipher* berulang), setiap putaran menggunakan kunci internal yang berbeda (kunci setiap putaran disebut *round key*).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Contoh kasus berikut ini:

- a. Berdasarkan algoritma *hill cipher*.

*Plaintext* = WANI\_MELANI\_ABCD

Kunci =  $\begin{matrix} 5 & 6 \\ 2 & 3 \end{matrix}$

Langkah proses enkripsinya adalah:

- 1) Ubah *plaintext* ke dalam nilai desimal.

*Plaintext* = WANI\_MELANI\_ABCD

Desimal = 87 65 78 73 95 77 69 76 65 78 73 95 65 66 67 68

- 2) Pecah *plaintext* menjadi blok-blok sesuai dengan kunci yang dipakai. Karena kunci berordo  $2 \times 2$ , maka blok *plaintext* akan dibagi per 2 karakter.

$P_0 = \begin{matrix} 87 & 65 \\ 78 & 73 \end{matrix}$      $P_1 = \begin{matrix} 95 & 77 \\ 69 & 76 \end{matrix}$      $P_2 = \begin{matrix} 65 & 78 \\ 73 & 77 \end{matrix}$      $P_3 = \begin{matrix} 69 & 76 \\ 65 & 66 \end{matrix}$      $P_4 = \begin{matrix} 67 & 68 \\ 95 & 66 \end{matrix}$

- 3) Melakukan operasi perkalian matriks antara karakter *plaintext* yang telah di blok dengan matriks kunci yang digunakan serta operasi modulus 256 untuk mendapatkan *ciphertext*.

$P_0 = \begin{matrix} 5 & 6 \\ 2 & 3 \end{matrix} \times \begin{matrix} 87 & 65 \\ 78 & 73 \end{matrix} \pmod{256}$   
 $= \begin{matrix} (87 * 5) + (65 * 6) \\ (87 * 2) + (65 * 3) \end{matrix} \pmod{256}$   
 $= \begin{matrix} 825 \\ 369 \end{matrix} \pmod{256}$   
 $= \begin{matrix} 57 \\ 113 \end{matrix}$   
 $= \begin{matrix} 9q \\ 113 \end{matrix}$   
 $P_1 = \begin{matrix} 5 & 6 \\ 2 & 3 \end{matrix} \times \begin{matrix} 78 & 73 \\ 95 & 66 \end{matrix} \pmod{256}$   
 $= \begin{matrix} (78 * 5) + (73 * 6) \\ (78 * 2) + (73 * 3) \end{matrix} \pmod{256}$   
 $= \begin{matrix} 828 \\ 375 \end{matrix} \pmod{256}$   
 $= \begin{matrix} 60 \\ 119 \end{matrix}$   
 $= \begin{matrix} < w \\ 119 \end{matrix}$

Jadi, *ciphertext* untuk blok proses tersebut dilakukan sampai semua blok *plaintext* sudah dikalikan dengan kunci, sehingga *ciphertext* yang dihasilkan:

$C_0 = \begin{matrix} 57 & 113 \\ 60 & 119 \end{matrix}$      $C_1 = \begin{matrix} 169 & 110 \\ 165 & 108 \end{matrix}$      $C_2 = \begin{matrix} 33 & 108 \\ 231 & 82 \end{matrix}$      $C_3 = \begin{matrix} 33 & 108 \\ 231 & 82 \end{matrix}$      $C_4 = \begin{matrix} 25 & 108 \\ 167 & 175 \end{matrix}$   
 $C_5 = \begin{matrix} 167 & 175 \\ 209 & 72 \end{matrix}$      $C_6 = \begin{matrix} 209 & 72 \\ 231 & 82 \end{matrix}$      $C_7 = \begin{matrix} 231 & 82 \\ 167 & 175 \end{matrix}$

Kemudian jika diurutkan menghasilkan nilai:

57 113 60 119 169 165 33 110 25 108 167 175 209 72 231 82

Jika dikonversi menjadi karakter adalah: 9q<w©¥!n lš ÑHçR.

*Ciphertext* hasil enkripsi *hill cipher* akan dienkripsi kembali menggunakan algoritma *rijndael*.

**Berdasarkan algoritma rijndael.**

Pada proses enkripsi *rijndael*, teks yang dienkripsi sama dengan panjang kunci, karena panjang kunci yang digunakan 128 bit, maka karakter teks yang dienkripsi adalah 16 karakter pertama, kemudian dilanjutkan 16 karakter selanjutnya sampai seluruh karakter selesai dienkripsi. Jika teks terakhir tidak mencukupi 16 karakter, maka ditambahkan *padding* oo.

Plaintext (Ciphertext hill cipher) = 9q<w©¥!nł§ ~ÑHçR  
Kunci = STMIKBUDIDARMAMD

Konversi ke dalam bilangan heksadesimal:

Ciphertext = 39 71 3c 77 a9 a5 21 6e 19 6c a7 af d1 48 e7 52  
Kunci = 53 54 4d 49 4b 42 55 44 49 44 41 52 4d 41 4d 44

Langkah proses enkripsinya adalah:

Ekspansi kunci

Kunci dibagi menjadi beberapa blok, jika panjang kunci 128 bit, maka panjang kunci (Nk) dibagi 32. 128/32 = 4, urutan pengisian baris dan kolom adalah berdasarkan kolom, maka:

W<sub>0</sub> = 53544d49                      W<sub>2</sub> = 49444152  
W<sub>1</sub> = 4b425544                      W<sub>3</sub> = 4d414d44

**Tabel 1 : Roundkey Enkripsi Rijndael**

| Cipherkey    |    |    |    | Roundkey I   |    |    |    | RoundKey II   |    |    |    |
|--------------|----|----|----|--------------|----|----|----|---------------|----|----|----|
| 53           | 4b | 49 | 4d | 49           | 02 | 4b | 06 | 0a            | 08 | 43 | 45 |
| 54           | 42 | 44 | 41 | b7           | f5 | b1 | fo | d8            | 2d | 9c | 6c |
| 4d           | 55 | 41 | 4d | Ce           | 9b | da | 97 | 42            | d9 | 03 | 94 |
| 49           | 44 | 52 | 44 | Aa           | ee | bc | f8 | 22            | cc | 70 | 88 |
| Roundkey III |    |    |    | Roundkey IV  |    |    |    | Roundkey V    |    |    |    |
| 64           | dd | 2f | db | 71           | ac | 83 | 58 | d4            | 78 | fb | a3 |
| 4b           | 4e | Fa | be | 62           | 2c | d6 | 68 | 32            | 1e | c8 | a0 |
| 5f           | b8 | 85 | 2f | 10           | a8 | 2d | 02 | 2d            | 85 | a8 | Aa |
| 06           | f7 | Ba | of | 3a           | cd | 77 | 78 | 75            | b8 | cf | Cf |
| Roundkey VI  |    |    |    | Roundkey VII |    |    |    | Roundkey VIII |    |    |    |
| 3e           | 46 | Bd | 1e | 32           | 74 | c9 | d7 | b8            | cc | 05 | d2 |
| a9           | b7 | 7f | df | 60           | d7 | a8 | 77 | d9            | 0e | a6 | d1 |
| 80           | c5 | 6d | c7 | 41           | 84 | e9 | 2e | 82            | 06 | ef | c1 |
| 06           | be | 71 | c6 | 01           | bf | Ce | 08 | 1f            | ao | 6e | 66 |
| Roundkey IX  |    |    |    | Roundkey X   |    |    |    |               |    |    |    |
| 4e           | 82 | 87 | 55 | a5           | 27 | ao | f5 |               |    |    |    |
| 67           | 69 | cf | 1e | a9           | co | of | 11 |               |    |    |    |
| ef           | e9 | 06 | c7 | 6c           | 85 | 83 | 44 |               |    |    |    |
| b9           | 19 | 77 | 11 | 01           | 18 | 6f | 7e |               |    |    |    |

**Tabel 2: Hasil Round Enkripsi Algoritma Rijndael 9 putaran**

| Putaran 1 |    |    |    | Putaran 2 |    |    |    | Putaran 3 |    |    |    |
|-----------|----|----|----|-----------|----|----|----|-----------|----|----|----|
| 2d        | 46 | a8 | 0b | 49        | 55 | da | 1f | fa        | 25 | 40 | 57 |
| 48        | f5 | d6 | 84 | 15        | e5 | Ca | 0a | 63        | b3 | 66 | 24 |
| 96        | b9 | e1 | 98 | 59        | d7 | 94 | 63 | 6a        | 39 | 8a | 4d |
| 38        | ba | 17 | a9 | 8f        | ao | Fa | ff | 28        | 09 | 31 | 17 |
| Putaran 4 |    |    |    | Putaran 5 |    |    |    | Putaran 6 |    |    |    |
| 24        | 69 | 6e | 88 | c8        | 9b | 25 | b0 | c6        | f7 | cc | 84 |
| 72        | 66 | d2 | 42 | 16        | 7a | 02 | 26 | 2f        | 5e | 79 | f9 |
| 40        | b3 | 75 | 5b | 77        | c9 | 79 | 19 | e1        | ed | 39 | Cf |
| 23        | fa | 32 | 63 | Bc        | 3b | 92 | 96 | 09        | c3 | 5d | 5d |
| Putaran 7 |    |    |    | Putaran 8 |    |    |    | Putaran 9 |    |    |    |
| b4        | d6 | Fd | 05 | 35        | f1 | bd | f2 | 0b        | ab |    |    |
| 55        | 6f | 83 | e5 | 47        | fe | 6e | b5 | a1        | 10 |    |    |
| 94        | f4 | Ba | do | 96        | 37 | 7c | 77 | 21        | b6 |    |    |
| ad        | 1f | d2 | d7 | 4e        | f1 | 3d | 9e | 6e        | 89 |    |    |

Final Round

Proses enkripsi pada putaran kesepuluh tidak menggunakan transformasi *mixcolumns*. maka: Subbyte

Hasil roundkey 9 Tabel S-box  
bd f2 0b ab                      7a 89 2b 62

|                    |                       |                       |             |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
|                    | 6e b5 a1 10 ⊕         | 9f d5 f1 ca           |             |
|                    | 7c 77 21 b6           | 10 f5 fd 4e           |             |
|                    | 3d 9e 6e 89           | 27 0b 9f a7           |             |
| <i>Shiftrow</i>    | Hasil <i>Subbyte</i>  | Hasil <i>Shiftrow</i> |             |
|                    | 7a 89 2b 62           | 7a 89 2b 62           |             |
|                    | 9f d5 f1 ca =         | d5 f1 ca 9f           |             |
|                    | 10 f5 fd 4e           | fd 4e 10 f5           |             |
|                    | 27 0b 9f a7           | a7 27 0b 9f           |             |
| <i>Addroundkey</i> | Hasil <i>Shiftrow</i> | <i>Roundkey 10</i>    |             |
|                    | 7a 89 2b 62           | a5 27 a0 f5           | df ae 8b 97 |
|                    | d5 f1 ca 9f ⊕         | a9 c0 0f 11 =         | 7c 31 c5 8e |
|                    | fd 4e 10 f5           | 6c 85 83 44           | 91 cb 93 b1 |
|                    | a7 27 0b 9f           | 01 18 6f 7e           | a6 3f 64 e1 |

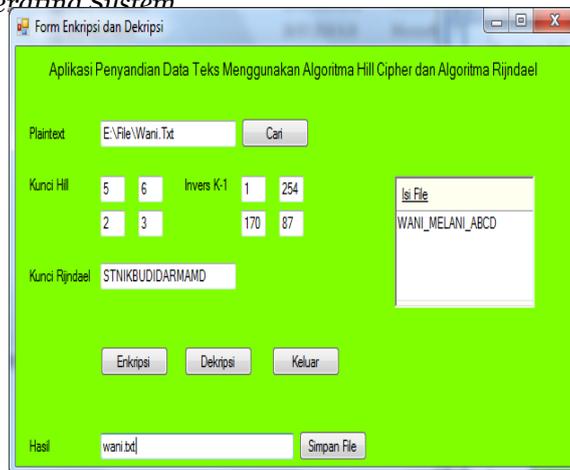
Maka *ciphertext* yang dihasilkan adalah:  
df7c91a6ae31cb3f8bc59364978eb1e1  
Jika dikonversi menjadi karakter adalah:  
β|'!@1Ë?<Å“d—Ž ±á.

**Implementasi**

Implementasi dari perangkat lunak ini mencakup spesifikasi kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang dibutuhkan dalam melakukan pengujian kombinasi algoritma *hill cipher* dan algoritma *rijndael* adalah sebagai berikut:

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk menjalankan aplikasi, yaitu:

1. *Processor* AMD C-60 AOU 1,00 Ghz.
2. *Memory* 2 GB.
3. *Harddisk* 250 GB.
4. *VGA card* 128 MB.
5. *Monitor* dengan resolusi 1024 x 728 *pixel*.
6. *Keyboard* dan *Mouse*.
7. *Windows 7 64 bit Operatina Sistem*



**Gambar 1:** Tampilan Hasil Enkripsi

Berikut ini adalah hasil pengujian yang dilakukan terhadap program yang telah dibuat, pengujian dilakukan dengan meng-*input*-kan *file* wani.txt yang memiliki data teks WANI\_MELANI\_ABCD dengan menggunakan kunci untuk algoritma *hill cipher* adalah matriks berordo 2x2 dengan nilai 5, 6, 2, 3 dan kunci untuk algoritma *rijndael* adalah STMIKBUDIDARMAMD.

**KESIMPULAN**

1. Pengamanan data teks menggunakan teknik kriptografi adalah dengan melakukan penyandian terhadap teks memakai kunci dan langkah-langkah berdasarkan algoritma yang digunakan.
2. Algoritma *hill cipher* menggunakan operasi perkalian matriks atas *ring Z26* dalam proses enkripsi dan dekripsinya. Algoritma *rijndael* menggunakan substitusi dan permutasi dan sejumlah putaran, setiap putaran menggunakan kunci internal yang berbeda.

3. Perancangan aplikasi enkripsi dan dekripsi data teks menggunakan *unified modelling language* sebagai alat bantu perancangannya dan pembangunan aplikasi menggunakan *software microsoft visual studio .net* 2008.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Zaid. 2012. Desain dan Implementasi Tunneling IPSEC Berbasis UNIX dengan ESP (Encapsulating Security Payload). Palembang: STMIK PalComTech, 2.
- Ariyus, Dony. 2008. Pengantar Ilmu Kriptografi Teori Analisis dan Implementasi. Andi. Yogyakarta.
- Binatari, Nikenasih. 2009. Super Genius Olimpiade MATEMATIKA SMP. Widyatama . Yogyakarta.
- Cristian, Harry. (2015). Studi tentang Pelaksanaan Rencana Kerja Pembangunan Desa (RKPDDes) Tahun 2013 di Desa Loa Janan Ulu Kecamatan Loa Janan Kabupaten Kutai Kartanegara. Kutai: eJournal Pemerintahan Integratif, 3, 2337-8670.
- Enterprise, Jubilee. (2010) Rahasia Manajemen File. PT.Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Gata, Windu., & Gata, Grace. 2013. Sukses Membangun Aplikasi Penjualan Dengan Java. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Hasugian, Abdul Halim. (2013). Implementasi Algoritma Hill Cipher dalam Penyandian Data. Medan: Pelita Informatika Budi Darma, 4, 2301-9425.
- Marsigit. 2008. Matematika 2 SMA Kelas XI Program IPA. Jakarta: Quadra.
- Munir, Rinaldi. 2011. Algoritma dan Pemrograman. Bandung: Informatika Bandung.
- Munir, Rinaldi. 2006. Kriptografi. Informatika Bandung. Bandung.
- Nugroho, Adi. 2010. Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek dengan Metode USDP. Andi. Yogyakarta.
- Paridyono. 2010. Prestasi Bisa! Bahasa Indonesia- Pasti Lulus UASBN untuk SD Kelas VI. Andi. Yogyakarta..
- Rachmat C, Antonius. 2010. Algoritma dan Pemrograman dengan Bahasa C-Konsep, Teori & Implementasi. Andi. Yogyakarta.
- Sadikin, Rifki. 2010. Kriptografi untuk Keamanan Jaringan dan Implementasinya dalam Bahasa Java. Andi. Yogyakarta.
- Santosa, Egar Dika. 2012. Implementasi Algoritma Caesar Cipher dan Hill Cipher pada Database Sistem Inventori TB Mitra Jepara. Semarang: Universitas Dian Nuswantoro, 3.
- Sanusi, Muzammil. 2010. The Genius: Hacking Sang Pembobol Data. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Sulistiyorini, Prastuti. 2009. Pemodelan Visual dengan Menggunakan UML dan Rational Rose, 14, 0854-9524.
- Widyanarko, Arya. 2010. Studi dan Analisis Mengenai Hill Cipher, Teknik Kriptanalisis dan Upaya Penanggulangannya. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 6.
- Winarno, Edy. 2015. VB.NET Untuk Skripsi. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.

## PERANCANGAN APLIKASI STEGANOGRAFI DENGAN METODE LEAST SIGNIFICANT BIT (LSB) UNTUK DATA TERENKRIPSI DARI ALGORITMA GOST

Widia Asnita

Mahasiswa STMIK Budidarma Medan  
[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Steganografi merupakan ilmu dan seni yang mempelajari cara menyembunyikan informasi pada suatu media sedemikian rupa sehingga keberadaannya tidak terdeteksi oleh pihak lain yang tidak berhak atas informasi tersebut. Keamanan data adalah suatu cara yang dilakukan untuk menjaga informasi agar tidak diambil atau diubah oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Aspek-aspek keamanan data meliputi authentication, integrity, nonrepudation, authority, confidentiality, privacy, availability dan acces control. Salah satu masalah keamanan data yang sering terjadi adalah pengambilan data rahasia yang dimiliki suatu perusahaan ataupun perorangan yang sangat merugikan apabila disalahgunakan oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Algoritma substitusi LSB adalah skema yang paling sederhana untuk menyembunyikan pesan dalam sebuah citra host. Ia mengganti bit yang tidak signifikan dari masing-masing piksel dengan sedikit aliran pesan terenkripsi (Kekre et al 2008) sedangkan algoritma Gost merupakan blok cipher 64 bit dengan panjang kunci 256 bit. Algoritma ini mengiterasi algoritma enkripsi sederhana sebanyak 32 putaran (round). Untuk mengenkripsi pertama-tama plainteks 64 bit dipecah menjadi 32 bit bagian kiri, L dan 32 bit bagian kanan, R. Subkunci (subkey) untuk putaran i adalah  $K_i$ . Rancangan aplikasi untuk pengaman data teks dengan menerapkan lsb dan algoritma ghost dapat membantu pengguna untuk mengamankan informasi yang bersifat rahasia.

**Kata kunci :** Steganografi, Least Significant Bit(LSB), Algoritma Ghost.

### PENDAHULUAN

Keamanan telah dikembangkan untuk melindungi dan menjaga kerahasiaan data atau pesan agar terhindar dari orang yang tidak berhak, salah satunya yaitu teknik kriptografi. Kriptografi adalah suatu ilmu dan seni untuk menjaga kerahasiaan pesan dengan cara menyandikannya ke dalam bentuk yang tidak dapat dimengerti lagi maknanya. Teknik menjaga kerahasiaan data tidak hanya menggunakan kriptografi. Teknik lain yang dapat digunakan yaitu steganografi. Penyandian yang penulis buat adalah penyandian teks ke gambar. Dimaksudkan agar teks dalam gambar tersebut tidak mudah di baca oleh orang lain. Itu sebabnya penulis menggunakan metode least significant bit, untuk penyandiannya dan untuk mengamankannya penulis menggunakan metode algoritma GOST.

Kombinasi kriptografi dan steganografi dapat memberikan keamanan pada pesan rahasia. Pesan rahasia terlebih dahulu dienkripsi dengan kombinasi algoritma GOST kemudian chiperteks hasil kriptografi tersembunyi di dalam media gambar/citra dengan metode steganografi. Steganografi dapat dipandang sebagai kelanjutan Kriptografi, terkait dengan fungsi stegokey sebagai kunci untuk proses enkripsi atau dekripsi. Pesan rahasia dienkripsi dengan kunci lalu disembunyikan dalam citra, dan pesan rahasia dapat diekstraksi dan didekripsi kembali persis sama seperti aslinya dengan menggunakan kunci yang sama.

### BAHAN PENELITIAN

#### Bahan

Keamanan adalah keadaan bebas dari bahaya. Istilah ini bisa digunakan dengan hubungan kepada kejahatan, segala bentuk kecelakaan, dan lain-lain. Keamanan merupakan topik yang luas termasuk keamanan nasional terhadap serangan teroris, keamanan komputer terhadap hacker, keamanan rumah terhadap maling dan penyelusup lainnya, keamanan finansial terhadap kehancuran ekonomi dan banyak situasi berhubungan lainnya

#### Metode

Steganografi adalah jenis komunikasi yang tersembunyi, yang secara harfiah berarti "tulisan tertutup." Pesannya terbuka, selalu terlihat, tetapi tidak terdeteksi bahwa adanya pesan rahasia. Deskripsi lain yang populer untuk steganografi adalah *Hidden in Plain Sight* yang artinya tersembunyi.

#### Least Significant Bit

Bit *least significant bit* yang dipakai untuk menampung bit data tidak selalu *least significant bit* bit pertama, tetapi juga memakai *least significant bit* bit kedua. Penerapan metode ini dilakukan bersamaan dengan pembangkitan angka random dari sebuah fungsi random generator sebagai acuan untuk penyisipan.

**Algoritma Gost**

*Gost* merupakan blok cipher 64 bit dengan panjang kunci 256 bit. Algoritma ini mengiterasi algoritma enkripsi sederhana sebanyak 32 putaran (*round*). Untuk mengenkripsi pertama-tama plainteks 64 bit dipecah menjadi 32 bit bagian kiri, L dan 32 bit bagian kanan, R. Subkunci (*subkey*) untuk putaran *i* adalah *K<sub>i</sub>*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses penyembunyian pesan adalah sebagai berikut :

1. Mengkonversi teks yang akan disembunyikan ke dalam bentuk biner.
2. Mengkonversi nilai tingkat derajat keabuan citra ke dalam bilangan biner dalam bentuk matrik.
3. Mengambil bit-bit dari setiap byte teks untuk disembunyikan ke dalam blok-blok biner citra tersebut.
4. Biti-bit teks yang disembunyikan akan ditempatkan dibit akhir dari biner citra dengan mengganti biner dari citra sesuai dengan bit dari teks yang disisipkan.
5. Citra yang telah disembunyikan teks tersebut disebut dengan *stego image*.

Text pesan yang ingin disisipkan adalah karakter “ WIDIA”,

**Tabel 1:** Pesan yang disisipkan

| Text | Desimal | Biner    |
|------|---------|----------|
| W    | 87      | 01010111 |
| I    | 73      | 01001001 |
| D    | 68      | 01000100 |
| I    | 73      | 01001001 |
| A    | 65      | 01000001 |



**Gambar 1:** Citra Penampung pesan

Pada dasarnya sebuah gambar merupakan kumpulan dari titik-titik yang disebut pixel. Pixel-pixel disetiap gambar mempunyai nilai berbeda-beda.

**Tabel 2 :** Citra grayscale 10 x 10 *pixel*

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6 | 5 | 3 | 7 | 4 | 7 | 4 | 1 | 0 |
| 3 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7 | 7 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 7 | 3 |
| 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 5 | 5 | 5 | 7 | 7 | 7 | 6 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 7 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 3 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 6 | 2 |

Jumlah putaran di dalam *Gost* adalah 32 putaran, setiap putaran menggunakan kunci internal. Kunci internal ditunjukkan untuk 32 putaran pada tabel bawah ini.

**Tabel 3:** kunci internal *Gost*

|                |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Putaran        | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| Kunci Internal | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 |
| Putaran        | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Kunci Internal | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 |
| Putaran        | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Kunci Internal | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 |

|                |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Putaran        | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| Kunci Internal | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | K8 |

Kunci eksternal yang panjangnya 256 bit dibagi ke dalam delapan bagian yang masing-masing panjang 32 bit. Delapan bagian ini yang dinamakan  $k_1, k_2, \dots, k_8$ .  $L_i = R_{i-1}$

$$R_i = L_{i-1} \oplus R_{i-1}, K_i$$

Enkripsi putaran ke-31:

- Nilai biner 64 bit dipecah menjadi 32 bit bagian kiri, L dan 32 bit bagian kanan, R:  
 $L(31) = 1110110011001010111111010100011$   
 $R(31) = 1010000010011111010101001001111$
- 32 bit bagian kanan, R(31) ditambah dengan upa-kunci K(0) modulus  $2^{32}$ ,  $R(31) + K(0) \text{ Mod } 2^{32}$ :  
 $R(31) = 1010000010011111010101001001111 = 2694818383$   
 $K(0) = 10010010101100100010101011001010 = 2461149898$   
 $= (2694818383 + 2461149898) \text{ Mod } 2^{32} = 861000985$   
 $= 00110011010100011101010100011001$
- Hasil biner 32 bit dipecah menjadi 8 kelompok masing-masing 4 bit dan masukkan ke tabel SBox:  
 $0011 = 3 \rightarrow \text{SBOX}(0) \rightarrow 2 = 0010$   
 $0011 = 3 \rightarrow \text{SBOX}(1) \rightarrow 12 = 1100$   
 $0101 = 5 \rightarrow \text{SBOX}(2) \rightarrow 3 = 0011$   
 $0001 = 1 \rightarrow \text{SBOX}(3) \rightarrow 13 = 1101$   
 $1101 = 13 \rightarrow \text{SBOX}(4) \rightarrow 3 = 0011$   
 $0101 = 5 \rightarrow \text{SBOX}(5) \rightarrow 2 = 0010$   
 $0001 = 1 \rightarrow \text{SBOX}(6) \rightarrow 11 = 1011$   
 $1001 = 9 \rightarrow \text{SBOX}(7) \rightarrow 2 = 0010$
- Hasil nilai biner keluaran dari tabel SBox digabungkan kembali dan lakukan Rotate Left Shift sebanyak 11 kali:  
 Hasil penggabungan:  $00101100001111010011001010110010$   
 Setelah Rotate Left Shift:  $11101001100101011001000101100001$
- Lakukan proses XOR pada R(31) dan L(31) untuk mendapatkan R(32),  $R(32) = R(31) \text{ XOR } L(31)$ :  
 $R(31) = 11101001100101011001000101100001$   
 $L(31) = 1110110011001010111111010100011$   
 $\oplus$   
 $R(32) = 1010000010011111010101001001111$
- Untuk mendapatkan L(32), nilai R(31) diambil sebelum proses L(32) = R(31) sebelum proses:  
 $L(32) = 0000010101011111011011111000010$
- Lakukan pembalikan string untuk nilai R(32) dan L(32):  
 $R(32) = 1010000010011111010101001001111$   
 $L(32) = 0000010101011111011011111000010$

Setelah dilakukan pembalikan string, menjadi:

$$R(32) = 1111001001010101111100100000101$$

$$L(32) = 010000111110110111101010100000$$

- Gabung nilai R(32) dan L(32) untuk mendapatkan nilai biner 64 bit, Biner (64 bit) = R(32) dan L(32):

$$1111001001010101111100100000101010000111110110111101010100000$$

- Hasil biner 64 bit dipecah menjadi 8 kelompok masing-masing 8 bit dan konversi ke nilai ASCII:

$$11110010 = \backslash$$

$$01011000 = X$$

$$01100010 = S = b$$

$$01010111 = W$$

$$01010100 = T$$

Hasil enkripsi yang didapatkan adalah:

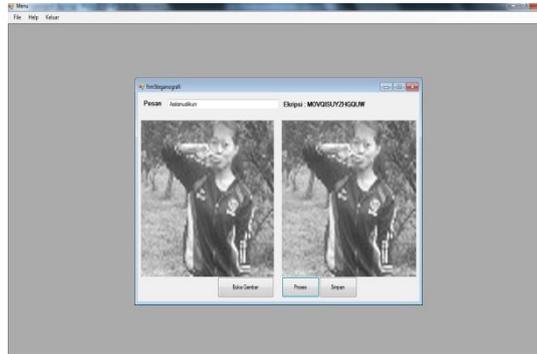
\ X b W T

### Implementasi

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk implementasi pembuatan dan menjalankan program agar berjalan dengan baik. Perangkat keras yang digunakan komputer dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Processor : Intel Dualcore
- Memory : 2 GB
- Harddisk : 320 GB

- 4. Windows : Windows 7 Ultimate
- 5. Monitor : Resolusi monitor 1366 x 768 pixel
- 6. Os : Windows 7 Ultimate.
- 7. Software : Visual basic 2008



**Gambar 2:** Form Enkrip Pesan



**Gambar 3:** Hasil Enkrip

## KESIMPULAN

1. Perancangan perangkat lunak yang dapat menyembunyikan sebuah file ke dalam *gambar grayscale* menggunakan bahasa pemrograman visual basic, dan proses penyisipan berjalan dengan baik.
2. Penerapan *least significant bit* dengan menggunakan program bisa dilakukan .
3. Dengan merancang aplikasi perangkat lunak grayscale, maka pengguna dapat menyimpan data ke dalam gambar hanya dengan format jpg dengan kapasitas data penyimpanan tergantung pada ukuran gambar yang dijadikan sebagai media.
4. Proses kompresi dan dekomposisi gambar dengan menggunakan metode gost telah berhasil dilakukan.
5. Jenis gambar yang di kompresi adalah citra yang berketerangan jpg dengan kedalaman gambar 8 bit dengan ukuran citra yang digunakan yaitu 10 x 10 *pixel*

## DAFTAR PUSTAKA

- Andi, 2008, “Visual Basic”, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Jurnal Zuhadi Hasibuan “Perancangan Aplikasi Steganografi Dengan Metode Least Significant Bit (LSB) Untuk Data Terenkripsi Dari Algoritma Gost” Pelita Informatika Budi darma,volume: Nomor: 2, April 2014
- Rinaldi Munir, 2006, Kriptografi, Penerbit Informatika, Bandung.

## PERANCANGAN APLIKASI PERBAIKAN KUALITAS CITRA MENGUNAKAN METODE GAUSSIAN DAN INTERPOLASI

Wira Sembada

STMIK Budidarma Medan

[www.stmik-budidarma.ac.id](http://www.stmik-budidarma.ac.id), [pandi.simangunsong@gmail.com](mailto:pandi.simangunsong@gmail.com)

**Abstrak.** Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) merupakan proses pengolahan citra untuk menghasilkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia (*Human Visual System/HVS*). Perbaikan kualitas citra dapat digunakan sebagai proses awal dalam manipulasi dan analisa serta sintesis citra. Citra yang berkualitas akan sangat dibutuhkan untuk proses analisis lebih lanjut. Perbaikan kualitas citra dapat dilakukan dalam domain ruang maupun frekuensi. Dalam domain ruang akan menghasilkan waktu komputasi yang lama karena nilai-nilai diskrit citra mempunyai angka yang besar. Untuk meningkatkan kualitas hasil proses perbaikan kualitas citra maka lebih baik manipulasi citra dilakukan dalam domain frekuensi. Mask lain yang sering pula digunakan untuk penghalusan citra adalah mask penghalusan Gaussian (*gaussian smoothing*). Bobot pada mask penghalusan gaussian mengikuti distribusi normal sedangkan metode interpolasi bilinier, nilai keabuan dari keempat titik yang saling bertetangga tadi memberi sumbangan terhadap nilai keabuan hasil, dengan bobot masing-masing yang linier dengan jaraknya terhadap koordinat. Adapun rancangan aplikasi dengan menerapkan metode gaussian dan metode interpolasi dapat memperbaiki kualitas citra jauh lebih baik dari citra sebelumnya.

**Kata Kunci:** Kualitas Citra, Metode Gaussian, Metode Interpolasi

### PENDAHULUAN

Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) merupakan proses pengolahan citra untuk menghasilkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia disebut *Human Visual System (HVS)*. Perbaikan kualitas citra dapat digunakan sebagai proses awal dalam manipulasi dan analisa serta sintesis citra. Untuk meningkatkan kualitas hasil proses perbaikan kualitas citra maka lebih baik manipulasi citra dilakukan dalam domain frekuensi. Citra yang terbentuk menjadi kualitas buruk akan mengalami derau (*noise*) pada saat pengambilan gambar, akibat pengiriman melalui saluran transmisi, kurang cahaya sehingga gelap atau terang, kurang tajam, kabur akibat pergerakan *horizontal* maupun *vertikal* dan sebagainya. Citra tersebut dapat di simpan di dalam berkas (*file*) dengan format tertentu. Format citra yang baku di lingkungan sistem operasi *Microsoft Windows* adalah berkas *JPEG*. Citra dalam format *JPEG* lebih bagus dari pada citra dalam format lainnya, karena citra dalam format tersebut umumnya tidak dimampatkan sehingga tidak ada informasi yang hilang. *JPEG* adalah pemetaan bit. Artinya, nilai intensitas piksel di dalam citra dipetakan ke sejumlah bit tertentu. Aplikasi – aplikasi seperti fotografi, *remote sensing*, sampai dengan multimedia. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer.

Metode-metode yang digunakan untuk memperbaiki kualitas citra adalah menggunakan metode gaussian dan metode interpolasi. Metode *gaussian* adalah salah satu filter linear dengan nilai pembobotan untuk setiap anggotanya dipilih berdasarkan bentuk fungsi *gaussian*. Interpolasi adalah suatu cara mencari nilai diantara beberapa titik data yang telah diketahui.

### BAHAN PENELITIAN

#### Bahan

Citra adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses *sampling*. Citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi dua variabel,  $f(x,y)$ , dimana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat spasial sedangkan nilai  $f(x,y)$  adalah intensitas citra pada koordinat tersebut. Teknologi dasar untuk menciptakan dan menampilkan warna pada citra digital berdasarkan penelitian bahwa sebuah warna merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah, hijau, dan biru (*Red, Green, Blue - RGB*).

#### Metode

##### Interpolasi Bilinear

Interpolasi bilinear, nilai keabuan dari keempat titik yang saling bertetangga tadi memberi sumbangan terhadap nilai keabuan hasil, dengan bobot masing-masing yang linier dengan jaraknya terhadap koordinat yang dimaksud, dalam matematika, interpolasi *bilinear* adalah perluasan dari interpolasi *linear* untuk interpolasi fungsi dari dua variabel (misalnya,  $x$  dan  $y$ ) pada grid regularisasi. Fungsi interpolasi tidak selalu menggunakan istilah  $x_2$  dan  $y_2$  tapi  $xy$ , yang merupakan bentuk *bilinear* dari interpolasi  $x$  dan  $y$ .

**Metode Gaussian**

Mask lain yang sering pula digunakan untuk penghalusan citra adalah mask penghalusan Gaussian (*gaussian smoothing*).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Citra masukan (*input*) merupakan citra yang memiliki intensitas warna berkisar antara 0 sebagai nilai minimum sampai 255 yang merupakan nilai maksimum.



**Gambar 1:** Citra Awal

Perataan histogram adalah mengubah derajat keabuan suatu *pixel* (*r*) dengan derajat keabuan yang baru (*s*) dengan suatu fungsi transformasi *T*, yang dalam hal ini  $s = T(r)$ . Gambar 3.2 memperlihatkan transformasi *r* menjadi *s*. Misalkan terdapat citra yang berukuran 64 ´ 64 dengan jumlah derajat keabuan (*L*) = 8 dan jumlah seluruh *pixel* (*n*) = 64 ´ 64 = 4096:

| <i>k</i> | <i>rk</i>  | <i>nk</i> | $Pr(rk) = nk/n$ |
|----------|------------|-----------|-----------------|
| 0        | 0/7 = 0.00 | 790       | 0.19            |
| 1        | 1/7 = 0.14 | 1023      | 0.25            |
| 2        | 2/7 = 0.29 | 850       | 0.21            |
| 3        | 3/7 = 0.43 | 656       | 0.16            |
| 4        | 4/7 = 0.57 | 329       | 0.08            |
| 5        | 5/7 = 0.71 | 245       | 0.06            |
| 6        | 6/7 = 0.86 | 122       | 0.03            |
| 7        | 7/7 = 1.00 | 81        | 0.02            |

dan seterusnya, diperoleh:

$s_3 = 0.81$      $s_6 = 0.98$

$s_4 = 0.89$      $s_7 = 1.00$

$s_5 = 0.95$

Karena pada citra ini hanya ada 8 nilai intensitas, maka nilai-nilai *sk* harus dibulatkan ke nilai-nilai *r* yang terdekat:

$s_0 = 0.19$  lebih dekat ke nilai 1/7 (= 0.14), maka  $s_0 = 1/7$

$s_1 = 0.44$  lebih dekat ke nilai 3/7 (= 0.43), maka  $s_1 = 3/7$

$s_2 = 0.65$  lebih dekat ke nilai 5/7 (= 0.71), maka  $s_2 = 5/7$

$s_3 = 0.81$  lebih dekat ke nilai 6/7 (= 0.86), maka  $s_3 = 6/7$

$s_4 = 0.89$  lebih dekat ke nilai 6/7 (= 0.86), maka  $s_4 = 6/7$

$s_5 = 0.95$  lebih dekat ke nilai 7/7 (= 1.00), maka  $s_5 = 7/7$

$s_6 = 0.98$  lebih dekat ke nilai 7/7 (= 1.00), maka  $s_6 = 7/7$

$s_7 = 1.00$  lebih dekat ke nilai 7/7 (= 1.00), maka  $s_7 = 7/7$

Karena  $r_0 = 0$  dipetakan ke  $s_0 = 1/7$ , terdapat 790 *pixel* hasil transformasi yang memiliki nilai intensitas 1/7. Selanjutnya,  $s_1 = 3/7$  memiliki 1023 *pixel*,  $s_2 = 5/7$  memiliki 850 *pixel*. Juga, karena  $r_3$  dan  $r_4$  dipetakan ke nilai yang sama,  $s_3 = 6/7$ , maka jumlah *pixel* yang bernilai 6/7 adalah 656 + 329 = 985. Jumlah *pixel* hasil transformasi diringkas pada tabel di bawah ini:

**Tabel 1 :** Hasil Perhitungan Gaussian

| <i>Sk</i> | <i>nk</i>            | $P_s(s_k) = nk/n$ |
|-----------|----------------------|-------------------|
| 1/7       | 790                  | 0.19              |
| 3/7       | 1023                 | 0.25              |
| 5/7       | 850                  | 0.21              |
| 6/7       | 656 + 329 = 985      | 0.23              |
| 7/7       | 245 + 122 + 81 = 448 | 0.11              |

**Algoritma Interpolasi**  
Perhitungan Nilai RGB:

1. Nilai *pixel* (0,0) adalah 111100001111000011111111

$$\text{Nilai R} = 111100001111000011111111 \text{ and } 11111111 \\ = 11111111 \text{ dalam biner} = 255 \text{ (desimal)}$$

$$\text{Nilai G} = (111100001111000011111111 \text{ and } 1111111100000000) / 100000000 \\ = 11110000 \text{ (biner)} = 240 \text{ (desimal)}$$

$$\text{Nilai B} = ((111100001111000011111111 \text{ and } 111111110000000000000000) / \\ 100000000) / 100000000 = 11110000 = 240 \text{ (desimal)}$$

Sehingga diperoleh nilai R G B *pixel* (0,0):

$$R = 11110001 = 255 \text{ (desimal)}$$

$$G = 10110100 = 240 \text{ (desimal)}$$

$$B = 10010000 = 240 \text{ (desimal)}$$

2. Nilai *pixel* (0,1) adalah 100000011110000111110000 (24 bit).

$$\text{Nilai R} = 100000011110000111110000 \text{ and } 11111111 \\ = 11110000 \text{ dalam biner} = 240 \text{ (desimal)}$$

$$\text{Nilai G} = (100000011110000111110000 \text{ and } 1111111100000000) / 100000000 \\ = 11100001 \text{ (biner)} = 225 \text{ (desimal)}$$

$$\text{Nilai B} = ((100000011110000111110000 \text{ and } 111111110000000000000000) / \\ 100000000) / 100000000 = 10000001 = 129 \text{ (desimal)}$$

Sehingga diperoleh nilai R G B *pixel* (0,1):

$$R = 11110001 = 240 \text{ (desimal)}$$

$$G = 10110100 = 225 \text{ (desimal)}$$

$$B = 10010000 = 129 \text{ (desimal)}$$

Nilai *pixel* (0,2) adalah 110000001111000011111111 (24 bit).

$$\text{Nilai R} = 110000001111000011111111 \text{ and } 11111111 \\ = 11111111 \text{ dalam biner} = 255 \text{ (desimal)}$$

$$\text{Nilai G} = (110000001111000011111111 \text{ and } 1111111100000000) / 100000000 \\ = 11110000 \text{ (biner)} = 240 \text{ (desimal)}$$

$$\text{Nilai B} = ((110000001111000011111111 \text{ and } 111111110000000000000000) / \\ 100000000) / 100000000 = 11000000 = 192 \text{ (desimal)}$$

Sehingga diperoleh nilai R G B *pixel* (0,2):

$$R = 11110001 = 255 \text{ (desimal)}$$

$$G = 10110100 = 240 \text{ (desimal)}$$

$$B = 10010000 = 192 \text{ (desimal)}$$

Selanjutnya nilai RGB semua *pixel* pada citra nois blok 1 dimasukkan ke dalam matriks.

$$\begin{bmatrix} 255,240,240 & 240,225,129 & 255,240,192 \\ 240,225,185 & 243,252,249 & 114,225,217 \\ 231,240,80 & 252,48,187 & 156,240,187 \end{bmatrix}$$

**Gambar 2** : Matriks Nilai RGB Perbaikan Kualitas Citra Blok 1

### Implementasi

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk implementasi pembuatan dan menjalankan program agar berjalan dengan baik. Perangkat keras yang digunakan komputer dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. *Processor* : Intel Dualcore
2. *Memory* : 2 GB
3. *Harddisk* : 320 GB
4. *Windows* : Windows 7 Ultimate
5. *Monitor* : Resolusi monitor 1366 x 768 pixel
6. *Os* : Windows 7 Ultimate.

Tampilan Form Merancang Kernal adalah program yang melakukan (perampingan) terhadap citra. Pada tampilan ini terdapat dua kotak gambar yang berfungsi untuk menampilkan nilai citra.



**Gambar 3:** Form Merancang Kernal

Tampilan Form Kualitas Citra Gaussian Dan Interpolasi adalah program yang melakukan pemrosesan terhadap citra. Pada tampilan ini terdapat dua kotak gambar yang berfungsi untuk menampilkan citra.



**Gambar 4 :** Form Kualitas Citra Gaussian Dan Interpolasi

### KESIMPULAN

1. Metode Gaussian dan Interpolasi dapat digunakan untuk melakukan perbaikan kualitas citra, Hal ini dibuktikan dengan analisa subyektif dari citra.
2. Kualitas citra yang diproses dengan dilakukan pada nilai kostanta pada Gaussian dan Interpolasi dalam konteks perbaiakan kualitas citra yang telah memiliki nilai dari data citra yang diinpiutkan.
3. Dari pengujian tampilan hasil proses perbaikan kualitas citra, citra tanpa warna latar belakang memberikan hasil yang lebih baik di dibandingkan dengan citra yang memiliki warna latar belakang

### DAFTAR PUSTAKA

- Ryanto,S,2000 Rekayasa Perangkat Lunak .Penerbit Andi  
 Sutoyoso, 2009 , Komponen Komponen Pada Citra, Penerbit Bandung.  
<http://www.home.unpar.ac.id>, 13, 04, 2013  
 Munir, 2002. Pengenalan Citra Digital, Penerbit Bandung.  
 Darma Putra 2010, Pengolahan Citra, Penerbit Andi Yogyakarta.  
 Jogyanto H. M, 2005, Analisis dan Desain, Penerbit Andi, Yogyakarta.

## PENERAPAN ALGORITMA HUFFMAN UNTUK KOMPRESI DATA TEKS YANG TERENKRIPSI DENGAN ALGORITMA HILL CIPHER

Revno Purba

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
revnopurbas@gmail.com

**Abstrak.** Keamanan merupakan sebuah keadaan yang ingin lepas dari segala bentuk serangan apapun dan bertujuan melindungi data maupun informasi dari berbagai tindakan kejahatan cyber seperti yang dilakukan oleh para hacker dan cracker. Selain keamanan data, pemampatan data juga dibutuhkan untuk memperkecil ruang penyimpanan data. Keamanan memiliki teknik yang digunakan adalah algoritma hill cipher. File yang berbentuk teks akan dienkripsi menjadi ciphertext atau teks yang tidak dapat dimengerti apa artinya. Teks yang berbentuk file yang terenkripsi akan dikompres atau dimampatkan dengan algoritma huffman. Pada saat proses enkripsi terjadi penambahan bit atau sering disebut padding, oleh karena itu proses kompresi sangat dibutuhkan untuk mengurangi kapasitas pada file teks tersebut. Kombinasi kedua teknik tersebut dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan keamanan data teks sekaligus untuk memperkecil kapasitas data, dimana teknik kriptografi digunakan untuk menyandikan teks. Data teks yang telah dienkripsi maupun file teks yang telah dikompresi dapat di kembalikan kembali pada keadaan aslinya.

**Kata kunci:** Keamanan, Pemampatan, Kriptografi, Hill Cipher, Huffman.

### PENDAHULUAN

Masalah keamanan merupakan salah satu aspek terpenting pada sebuah sistem informasi. Masalah keamanan sering kali kurang mendapatkan perhatian dari para perancang dan pengelola sistem informasi serta berada di urutan setelah tampilan, atau bahkan diurutan terakhir dalam daftar yang dianggap penting. Apabila mengganggu performa sistem, sering kali masalah keamanan tidak begitu dipedulikan bahkan ditiadakan (Dony Ariyus, 2006). Penyimpanan data yang terlalu besar juga menjadi suatu hambatan bagi users. Semakin banyaknya data yang akan disimpan, maka akan semakin sedikit pula kapasitas penampungan data untuk menyimpan. Data dengan ukuran besar akan memakan waktu transfer yang lebih lama dibandingkan dengan data yang memiliki ukuran yang lebih kecil, terkadang ada resiko tidak dapat tertampung pada media penyimpanan. Oleh karena itu data-data yang akan disimpan perlu di kompres menjadi lebih kecil dari ukuran aslinya, maka secara otomatis memori dapat menyimpan data lebih banyak lagi dan dari segi pengiriman akan semakin cepat.

Dalam proses enkripsi, blok cipher memiliki sifat bahwa setiap blok harus memiliki panjang yang sama (misalnya 128 bit). Namun apabila file teks yang akan dienkripsi memiliki panjang blok tidak tepat 128 bit, maka diperlukan mekanisme padding karena tidak terpenuhinya syarat pengelompokan. Padding adalah penambahan karakter pada blok terakhir plaintext. Dengan adanya padding maka kapasitas plaintext akan semakin besar, oleh karena itu pemampatan data dilakukan untuk mereduksi ukuran data file yang telah terenkripsi. Dengan melakukan pemampatan data, maka ukuran file atau data akan lebih kecil sehingga dapat mengurangi waktu transmisi sewaktu data dikirim dan tidak banyak menghabiskan ruang media penyimpan, mengurangi bottleneck pada proses I/O dan transmisi data, serta mempersulit pembacaan data removable seperti flash disk, CD maupun DVD.

Kriptografi adalah seni atau ilmu yang meliputi prinsip-prinsip dan metode mengubah pesan yang dimengerti (plaintext) menjadi pesan yang tidak dapat dimengerti (ciphertext). Substitution cipher adalah salah satu komponendasar dari cipher klasik yaitu polyalphabetic substitution cipher dan monoalphabetic substitution cipher. Dalam polyalphabetic substitution cipher, enkripsi terhadap satu huruf yang sama bisa menghasilkan simbol yang berbeda sehingga lebih sulit untuk menemukan pola enkripsinya. Dalam monoalphabetic substitution cipher, satu huruf tertentu pasti akan berubah menjadi simbol tertentu yang lain, sehingga pola enkripsinya lebih mudah diketahui, karena satu huruf pada ciphertext pasti merepresentasikan satu huruf pada plaintext. Hill Cipher termasuk dalam salah satu kriptosistem polialfabetik, artinya setiap karakter alfabet bisa dipetakan ke lebih dari satu macam karakter alfabet. Cipher tersebut ditemukan pada tahun 1929 oleh Lester S. Hill. Misalkan  $m$  adalah bilangan bulat positif,  $p = c = (Z_{26})^m$ . Ide dari hill cipher adalah dengan mengambil  $m$  kombinasi linier dari  $m$  karakter alfabet dalam satu elemen plaintext sehingga menghasilkan  $m$  alfabet karakter dalam satu elemen plaintext (Dony Arius, 2015).

Kompresi data merupakan proses mengubah input data stream (data asli) menjadi data steam lainnya yang berukuran lebih kecil (David Salomon, 2007). Data tidak hanya disajikan dalam bentuk teks, tetapi dapat juga berupa gambar, audio dan video. Tujuan dari kompresi data adalah untuk merepresentasikan suatu data digital dengan sedikit mungkin bit, akan tetapi tetap mempertahankan kebutuhan minimum untuk membentuk kembali data aslinya. Dalam penelitian sebelumnya yaitu Jurnal Telematika ISSN:2829-667X Vol. 11, No. 1/ Juli 2014 yang berjudul "Aplikasi Kompresi Data Menggunakan Metode

Huffman". Algoritma *Huffman* adalah salah satu algoritma kompresi. Algoritma *Huffman* merupakan algoritma yang paling tepat untuk kompresi/pemampatan data teks. Terdapat tiga fase dalam menggunakan algoritma *huffman* untuk pemampatan sebuah karakter. Pertama adalah fase pembentukan pohon *huffman*, kedua fase *encoding* dan ketiga adalah fase *decoding*. Prinsip yang digunakan oleh algoritma *Huffman* adalah karakter yang sering muncul di-*encoding* dengan rangkaian bit yang pendek dan karakter yang jarang muncul di-*encoding* dengan rangkaian bit yang lebih panjang. Teknik kompresi algoritma *huffman* mampu memberikan penghematan pemakaian memori sampai 30%. Algoritma *huffman* mempunyai kompleksitas untuk himpunan dengan karakter. Dalam kompresi data terdapat 4 (empat) faktor penting yang harus diperhatikan, yaitu *time process* (waktu yang akan dibutuhkan dalam menjalankan proses), *completeness* (kelengkapan data setelah file-file tersebut dikompres), *ratio compress* (ukuran data setelah dilakukan pemampatan), *optimally* (perbandingan apakah ukuran file sebelum dikompres sama atau tidak sama dengan file yang telah di kompres).

Algoritma *hill cipher* dan algoritma *huffman* akan diterapkan dalam perancangan sebuah aplikasi keamanan data yang dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan dan pemampatan data. Aplikasi yang telah siap dirancang, dapat dipergunakan untuk data-data yang bersifat pribadi maupun rahasia dan kapasitas penyimpanan yang kecil akan membantu pemakaian memori yang terlalu besar.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menguraikan prosedur pengaman data teks berdasarkan teknik kriptografi dan pemampatan data teks berdasarkan teknik kompresi dan menerapkan algoritma *hill cipher* dan algoritma *huffman* untuk mengamankan serta mengkonfres data teks serta merancang aplikasi pengamanan dan pemampatan data teks berdasarkan teknik kriptografi dan kompresi.

## BAHAN DAN METODE

Pemampatan merupakan salah satu dari teori informasi yang diperkenalkan oleh Shannon yang bertujuan untuk menghilangkan redundansi dari sumber. Pemampatan bermanfaat dalam membantu mengurangi konsumsi sumber daya yang mahal, seperti ruang *hard disk* atau perpindahan data melalui internet.

Pemampatan data memiliki beberapa aplikasi, diantaranya (Rinaldi Munir, 2006):

1. Pengiriman data (*data transmission*) pada saluran komunikasi data  
Data yang telah dimampatkan membutuhkan waktu yang lebih singkat dibandingkan data yang tidak dimampatkan.
2. Penyimpanan data (*data storing*) di dalam media sekunder ( *storage* )

Metode pemampatan berdasarkan output ada 2 jenis, yaitu:

### 1. Metode *Lossless*

Pemampatan data yang menghasilkan *file* data hasil pemampatan yang dapat dikembalikan menjadi *file* data asli sebelum dimampatkan secara utuh tanpa perubahan apapun. Pemampatan data *lossless* bekerja dengan menemukan pola yang berulang di dalam pesan yang akan dimampatkan tersebut dan melakukan proses pengkodean pola tersebut secara efisien. Pemampatan ini juga dapat berarti proses untuk mengurangi *redundancy*. Pemampatan jenis ini ideal untuk pemampatan text. Algoritma yang termasuk dalam metode pemampatan *lossless* diantaranya adalah teknik *dictionary coding* dan *Huffman coding* (Fernando, Hary, 2004).

### 2. Metode *Lossy*

Pemampatan data yang menghasilkan *file* data hasil pemampatan yang tidak dapat dikembalikan menjadi *file* data sebelum dimampatkan secara utuh. Ketika data hasil pemampatan di-*decode* kembali, data hasil *decoding* tersebut tidak dapat dikembalikan menjadi sama dengan data asli tetapi ada bagian data yang hilang. Oleh karena itu, pemampatan jenis ini tidak baik untuk kompresi data yang kritis seperti data teks. Bentuk pemampatan ini sangat cocok untuk digunakan pada *file-file* gambar, suara, dan film. Contoh penggunaan pemampatan *lossy* adalah pada format file JPEG, MP3 dan MPEG . ( Nelson, Mark *et al*, 1996).

Efek pemampatan pada metode pemampatan *losseless* dapat diukur melalui sejumlah penyusutan suatu file asal dalam membandingkan ukuran dari jenis-jenis pemampatan, yaitu :

1. Rasio pemampatan, merupakan perbandingan ukuran file setelah pemampatan dengan file semula yang ditunjukkan dalam persentase (ditulis dalam %):

$$\text{Rasio pemampatan} = \left( \frac{\text{ukuran file hasil pemampatan}}{\text{ukuran file semula}} \right) \times 100\%$$

2. Kecepatan proses pemampatan (ditulis dalam satuan Kbyte/s):

$$\text{Kecepatan Proses Pemampatan} = \frac{\text{ukuran file semula}}{\text{waktu komputasi yang dibutuhkan}}$$

Ada beberapa kriteria yang sering menjadi pertimbangan dalam memilih suatu metode pemampatan yang tepat diantaranya kecepatan pemampatan, sumber daya yang dibutuhkan, kualitas, ukuran file, kompleksitas algoritma dan lain-lain (Munir, Rinaldi, 2006). Kualitas pemampatan dengan kebutuhan memori biasanya berbanding terbalik. Kualitas pemampatan yang bagus umumnya dicapai pada proses pemampatan yang menghasilkan pengurangan memori yang tidak begitu besar dan begitu juga sebaliknya.

Metode *huffman* adalah metode pengkodean yang telah banyak diterapkan untuk aplikasi kompresi data teks. Metode *huffman* juga membentuk pohon atas dasar probabilitas setiap simbol, namun teknik pembentukan pohonnya berbeda. Metode *huffman* ditemukan oleh David Huffman pada tahun 1952. Metode ini menggunakan pengkodean yang mirip dengan kode Morse. Berdasarkan tipe kode yang digunakan algoritma *huffman* termasuk metode *statistic*.

Berikut ini adalah langkah-langkah metode *huffman* yaitu:

1. Data di analisis dahulu dengan cara membuat tabel frekuensi kemunculan setiap simbol *ASCII*, tabel frekuensi tersebut memiliki atribut berupa simbol *ASCII* dan frekuensi.
2. Dua data yang memiliki frekuensi kemunculan paling kecil dipilih sebagai simpul pertama pada pohon *huffman*.
3. Dari dua simpul ini dibuat simpul induk yang mencatat jumlah frekuensi dua simpul pertama.
4. Kemudian dua simpul tersebut dihapus dari tabel digantikan oleh simpul induk tadi. Simpul ini kemudian dijadikan acuan untuk membentuk pohon.
5. Langkah 3-5 dilakukan dengan berulang-ulang hingga isi tabel tinggal satu jam. Data inilah yang akan menjadi simpul bebas atau simpul akar.
6. Setiap simpul yang terletak pada cabang kiri (simpul dengan frekuensi lebih besar) diberi nilai 0 dan simpul yang terletak pada cabang kanan (simpul dengan frekuensi lebih kecil) diberi nilai 1.
7. Pembacaan dilakukan dari simpul akar ke arah simpul daun dengan memperhatikan nilai setiap cabang (Pengolahan Citra Digital, 2010).

Algoritma *huffman* merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk memproses teks. Algoritma *huffman* secara lengkap :

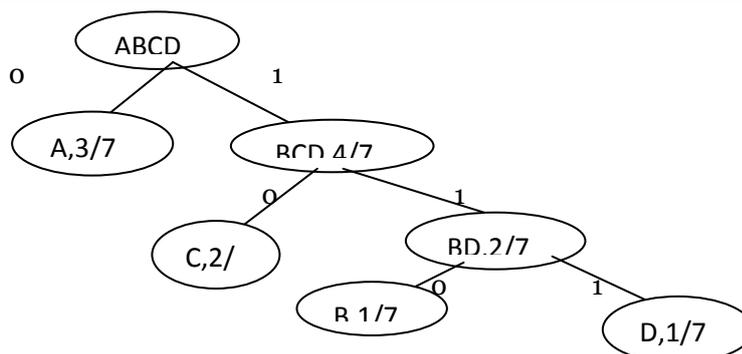
1. Pilih dua simbol dengan peluang (*probability*) paling kecil (pada contoh di atas simbol B dan D). kedua simbol tadi di kombinasikan sebagai simpul orangtua dari simbol B dan D sehingga menjadi simbol BD dengan peluang  $1/7 + 1/7 = 2/7$ , yaitu jumlah peluang kedua anaknya.
  2. Selanjutnya, pilih dua simbol berikutnya, termasuk simbol baru, yang mempunyai peluang terkecil.
  3. Ulangi langkah 1 dan 2 sampai seluruh simbol habis.
- Sebagai contoh, dalam kode *ASCII string* 7 huruf " ABACCCDA" membutuhkan representasi 7 x 8 bit = 56 bit (7 byte), dengan rincian sebagai berikut :

$\underbrace{01000001}_A \underbrace{01000010}_B \underbrace{01000001}_A \underbrace{01000011}_C \underbrace{01000011}_C$   
 $\underbrace{01000110}_D \underbrace{01000001}_A$

Untuk mengurangi bit yang dibutuhkan panjang kode untuk setiap karakter dapat dipersingkat, terutama untuk karakter yang frekuensi kemunculannya besar. Pada *string* di atas, frekuensi kemunculan A = 3, B = 1, C = 2 dan D = 1, sehingga dengan menggunakan algoritma di atas diperoleh kode *Huffman* seperti pada tabel.

**Tabel 1** Kode *Huffman*

| Karakter | Frekuensi | Peluang | Kode Huffman |
|----------|-----------|---------|--------------|
| A        | 3         | 3/7     | 0            |
| B        | 1         | 1/7     | 110          |
| C        | 2         | 2/7     | 10           |
| D        | 1         | 1/7     | 110          |



**Gambar 1** Pohon Huffman untuk “ABACCCA”

Dengan menggunakan kode Huffman ini, string “ABACCCA” dipresentasikan menjadi rangkaian bit : 0110 01 01 01 111 0 jadi, jumlah bit yang dibutuhkan hanya 13 bit dari yang seharusnya dibutuhkan 56 bit. Untuk menguraikan kembali nilai data yang sudah dikodekan sebelumnya dengan algoritma Huffman, dapat digunakan cara sebagai berikut :

1. Baca bit pertama dari string biner masukan.
2. Lakukan *traversal* pada pohon Huffman mulai dari akar sesuai dengan bit yang dibaca adalah 0 maka baca anak kiri, tetapi jika bit yang dibaca adalah 1 maka baca anak kanan.
3. Jika anak dari pohon bukan daun (simpul tanpa anak) maka baca bit berikutnya dari string biner masukan.
4. Hal ini di ulang (*traversal*) hingga ditemukan daun.
5. Pada daun tersebut simbol ditemukan dan proses penguraian kode selesai.  
Proses penguraian kode ini dilakukan hingga keseluruhan string biner masukan diproses.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Hill cipher* menggunakan matriks untuk mentransformasikan string berupa blok huruf. *Hill cipher* berdasarkan pada aljabar linier dan seperti sandi *vigenere*, *hill cipher* merupakan *block cipher*. Sandi ini dapat dipecahkan dengan *known-plaintext attack* tetapi tahan melawan *chiphertext-only attack*. Cara kerja sandi ini berdasarkan atas perkalian matriks dengan menggunakan sebuah kunci. Misalkan  $m$  adalah bilangan bulat positif dan  $P = C = (Z_{26})^m$  dan misalkan  $K = \{m \times m$  merupakan matriks yang nilai elemennya terdiri dari  $Z_{26}\}$  maka untuk suatu kunci  $K$ , dapat didefinisikan sebagai  $(x) \bmod 26$  dan  $dk (y) = k - 1$  y mode 26 dimana semua operasi dilakukan dalam matriks  $Z_{26}$ .

Proses yang dilakukan dalam penyandian (enkripsi) pesan berdasarkan algoritma *hill cipher* dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

1. Pilih suatu matriks kunci  $K$  yang berupa matriks bujur sangkar yang dipakai sebagai kunci.
2. Transformasikan setiap huruf dalam teks kedalam bilangan bulat yang sesuai ( $A=0; B=1; \dots Z=25$ ).
3. Kelompokkan barisan angka yang didapat ke dalam beberapa blok vektor  $P$  yang panjangnya sama dengan ukuran matriks  $K$ .
4. Hitung  $C = K.P \pmod{26}$  untuk tiap vektor  $P$ .

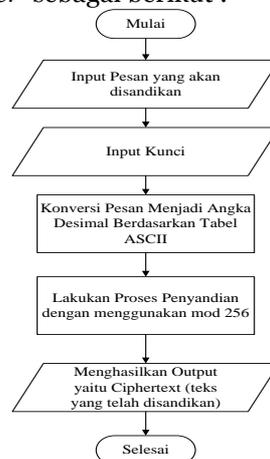
Tanda baca yang digunakan pada proses enkripsi maupun dekripsi adalah tanda baca yang sering digunakan atau standard kegunaan *keyboard* pada umumnya yaitu seperti terdapat pada tabel berikut ini.

| No | Biner    | Simbol | No | Biner    | Simbol  |
|----|----------|--------|----|----------|---------|
| 1  | 01000001 | A      | 42 | 01110000 | p       |
| 2  | 01000010 | B      | 43 | 01110001 | q       |
| 3  | 01000011 | C      | 44 | 01110010 | r       |
| 4  | 01000100 | D      | 45 | 01110011 | s       |
| 5  | 01000101 | E      | 46 | 01110100 | t       |
| 6  | 01000110 | F      | 47 | 01110101 | u       |
| 7  | 01000111 | G      | 48 | 01110110 | v       |
| 8  | 01001000 | H      | 49 | 01110111 | w       |
| 9  | 01001001 | I      | 50 | 01111000 | x       |
| 10 | 01001010 | J      | 51 | 01111001 | y       |
| 11 | 01001011 | K      | 52 | 01111010 | z       |
| 12 | 01001100 | L      | 53 | 00110000 | 0       |
| 13 | 01001101 | M      | 54 | 00110001 | 1       |
| 14 | 01001110 | N      | 55 | 00110010 | 2       |
| 15 | 01001111 | O      | 56 | 00110011 | 3       |
| 16 | 01010000 | P      | 57 | 00110100 | 4       |
| 17 | 01010001 | Q      | 58 | 00110101 | 5       |
| 18 | 01010010 | R      | 59 | 00110110 | 6       |
| 19 | 01010011 | S      | 60 | 00110111 | 7       |
| 20 | 01010100 | T      | 61 | 00111000 | 8       |
| 21 | 01010101 | U      | 62 | 00111001 | 9       |
| 22 | 01010110 | V      | 63 | 00100000 | (spasi) |
| 23 | 01010111 | W      | 64 | 00100001 | !       |
| 24 | 01011000 | X      | 65 | 01000000 | @       |
| 25 | 01011001 | Y      | 66 | 00100011 | #       |
| 26 | 01011010 | Z      | 67 | 00100100 | \$      |

|    |          |   |    |          |   |
|----|----------|---|----|----------|---|
| 27 | 01100000 | a | 68 | 00100101 | % |
| 28 | 01100001 | b | 69 | 01011110 | ^ |
| 29 | 01100010 | c | 70 | 00100110 | & |
| 30 | 01100011 | d | 71 | 00101010 | * |
| 31 | 01100100 | e | 72 | 00101000 | ( |
| 32 | 01100101 | f | 73 | 00101001 | ) |
| 33 | 01100111 | g | 74 | 01011111 | _ |
| 34 | 01101000 | h | 75 | 00101101 | - |
| 35 | 01101001 | i | 76 | 00101011 | + |
| 36 | 01101010 | j | 77 | 00111101 | = |
| 37 | 01101011 | k | 78 | 01111101 | { |
| 38 | 01101100 | l | 79 | 01111110 | ~ |
| 39 | 01101101 | m | 80 | 00100111 | ` |
| 40 | 01101110 | n | 81 | 00111010 | : |
| 41 | 01101111 | o | 82 | 00111011 | ; |

| No | Biner    | Simbol  |
|----|----------|---------|
| 83 | 01011011 | [       |
| 84 | 01111101 | }       |
| 85 | 00111100 | <       |
| 86 | 00101100 | ,       |
| 87 | 00111110 | >       |
| 88 | 00101110 | .       |
| 89 | 00111111 | ?       |
| 90 | 01011101 | ]       |
| 91 | 01111100 |         |
| 92 | 01011100 | \       |
| 93 | 01011101 | (enter) |

Langkah-langkah dari proses penyandian (enkripsi) data teks sebelumnya dapat diuraikan melalui diagram alir proses algoritma *Hill Cipher* sebagai berikut :



**Gambar 2** Diagram Alir Proses Enkripsi dengan *Hill Cipher*

Berikut ini akan diuraikan contoh penyandian (enkripsi) data teks berdasarkan algoritma *Hill Cipher*.

1. Siapkan pesan yang akan disandikan  
Pesan yang disandikan merupakan karakter-karakter dari tabel ASCII yang dirangkai menjadi data teks. Plaintext : REVNOPURBA
2. Input kunci yang digunakan  
Kunci yang digunakan adalah matriks ordo 3x3

|   |   |   |
|---|---|---|
| 4 | 2 | 3 |
| 6 | 3 | 3 |
| 3 | 2 | 1 |

3. Konversi pesan menjadi angka desimal berdasarkan tabel ASCII  
Pesan dikonversi ke dalam angka desimal berdasarkan tabel ASCII dan kemudian pesan dibagi menjadi 3 kolom yang masing-masing terdiri dari 3 karakter (dilakukan secara berurutan). Jika karakter pesan tidak mencukupi jumlah keseluruhan dari kolom pesan, maka dapat menambahkan



- b. Dua data yang memiliki frekuensi kemunculan paling kecil dipilih sebagai simpul pertama pada pohon *huffman*, dari dua simpul ini dibuat simpul induk yang mencatat jumlah frekuensi dua simpul pertama.
  - c. Kemudian dua simpul tersebut dihapus dari tabel digantikan oleh simpul induk. Simpul ini kemudian dijadikan acuan untuk membentuk pohon sehingga setiap karakter yang sama memiliki jumlah bit yang lebih sedikit dibandingkan sebelum dilakukannya proses pengelompokan
3. Perancangan aplikasi pemampatan file teks terenkripsi merupakan langkah yang memberikan dampak positif dalam mengamankan data teks sekaligus untuk penghematan daya tampung data, dimana dampak positif tersebut berupa kemudahan dan efektifitas waktu yang dipergunakan dalam melakukan proses penyandian dan pemampatan data teks terenkripsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, 2013, "*Pengenalan Algoritma Pendekatan Secara Visual dan Interaktif Menggunakan Raptor*", Andi, Yogyakarta.
- Agus Wibowo dan Fachroni Akbar, "Diagram Alir Perancangan Sistem", Jurnal.KOM, Vol 2, No.5 Juli 2009.
- Deni Mahdiana, "*Analisa dan Perancangan Sistem Informasi Pengadaan Barang Dengan Metodologi Berorientasi Obyek*", Telematika MKOM, Vol.3 No.2, September 2011.
- Desi Lilyani, "*Implementasi Steganografi Pada Citra Digital Dengan Menggunakan Metode Dynamic Cell Spreading*", Pelita Informatika Budidarma, Volume : VI, Nomor : 1, Maret 2014.
- Dian Riski Nugroho, "Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe (Team Games Tournamen) TGT Terhadap Motivasi Siswa Mengikuti Pembelajaran Bola Voli Di Kelas X SMAN 1 Panggul Kabupaten Trenggalek", UNS JURNAL, Vol 3, No.2, Agustus 2009.
- Dony Ariyus, 2006, "*Computer Security*", Andi, Yogyakarta.
- Drs. Suarga, M.Sc., M.Math., Ph.D. , 2006, "*Algoritma dan Pemrograman*", Andi, Yogyakarta.
- Edy Prasetyo Utomo, "Analisa dan Perancangan Sistem Informasi Parkir Di Universitas Maria Kudus", Jurnal SIMETRIS, Vol 3, No 1, April 2013.
- Emy Setyaningsih, S.Si., M.kom, 2015, "*Kriptografi dan Implementasinya Menggunakan MATLAB*", Andi, Yogyakarta.
- Rahimah, "*Implementasi Penyembunyian dan Penyandian Pesan Pada Citra Menggunakan Algoritma Affine Cipher dan Metode Least Significant Bit*", Pelita Informatika Budidarma, Volume : VI, Nomor : 1, Maret 2014.
- Rahmat Priyanto, 2009, "*Visual Basic.NET 2008*", Andi, Yogyakarta.
- Rinaldi Munir, 2006, "*Kriptografi*", Informatika, Bandung.
- Sri Dharwiyanti dan Romi Satria Wahono, "*Pengantar Unified Modeling Language (UML)*", Ilmu Komputer.com.
- Sulindawati dan Muhammad Fathoni, "Pengantar Analisa Perancangan Sistem", Jurnal SAINTIKOM, Vol.9, No.2 Agustus 2010.

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN LOKASI TOKO TERBAIK PADA PT. SUMBER PENERAPAN METODE *FORECASTING DOUBLE MOVING AVERAGE* DISTRIBUSI PRODUK PADA PT. INDOMARCO PRISMATAMA**

**Rudi Candra Ritonga**

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
candrartg@gmail.com

**Abstrak.** PT. Indomarco Prismatama adalah sebuah Badan Usaha Milik Swasta (BUMS) yang bergerak dalam bidang penjualan produk. Perusahaan ini sudah berdiri selama cukup lama, saat ini PT. Indomarco Prismatama sedang menerapkan proses peramalan pendistribusian produk agar nantinya peramalan pendistribusian produk dapat menjadi akurat untuk meningkatkan penjualan produk. Sampai saat ini pihak perusahaan masih kesulitan dalam melakukan peramalan distribusi produk karena seringkali peramalan distribusi produk sering tidak valid. Sistem *Forecasting Distribusi Produk* digunakan untuk memudahkan reseller dalam melakukan input transaksi penjualan dan untuk melakukan peramalan pendistribusian produk agar dapat lebih akurat. Sehingga informai dapat update dalam melakukan input transaksi penjualan dan juga distributor dapat lebih akurat dalam meramalkan pendistribusian barang agar mendapatkan keuntungan lebih maksimal. Dalam melakukan *forecasting pendistribusian* ini menggunakan metode *forecasting Double Moving Average* karena metode *double moving average* adalah metode yang paling tepat untuk meramalkan pendistribusian produk. Diharapkan dengan penerapan metode *Double Moving Average* proses pendistribusian barang lebih tepat dan maksimal sehingga barang yang didistribusikan tidak overload maupun menumpuk.

**Kata kunci:** *Forecasting, Peramalan, Double Moving Average, Aplikasi, Peramalan.*

### **PENDAHULUAN**

PT. Indomarco Prismatama (Indomaret group) merupakan perusahaan ritel nasional dan jejaring peritel waralaba terbesar di Indonesia. Indomaret group memiliki 7 sektor bisnis yaitu: Retail, Grocery, IT Consultant, Food and Beverages, Shopping Plaza, Bakery dan Japanese restaurant. Pertumbuhan bisnis Indomaret Group sangatlah cepat dan *massive*. Total gerai pada tahun 2014 telah mencapai 10.600 gerai dan akan terus bertambah dan berkembang setiap harinya dan saat ini Indomaret Group telah memiliki 24 cabang yang tersebar di berbagai kota di seluruh wilayah Indonesia. Untuk mencapai visi dari Indomaret group yaitu menjadi aset nasional dalam bentuk jaringan ritel waralaba yang unggul dalam persaingan global, dibutuhkan tenaga profesional muda yang memiliki jiwa kepemimpinan yang tinggi serta *technical skill* yang baik yang nantinya akan dipersiapkan untuk menjadi *future leader Indomaret Group* (indomaret.co.id).

Dalam distribusi produk PT. Indomarco Prismatama kadang banyak kesalahan dalam penyebaran distribusi khususnya banyaknya jumlah unit produk yang didistribusikan dalam sekali waktu. Kurang lebih sebesar 75% dari semua *reseller* (toko) mengalami permasalahan dalam pendistribusian produk. Dalam pendistribusian produk, tidak ada perkiraan jumlah yang akan didistribusikan sehingga akibatnya kadang stok *limit* padahal masih banyak *enduser* (pembeli) yang berminat ataupun kadang kadang stok berlebih sehingga unit produk susah untuk terjual karena merupakan stok lama, di beberapa *reseller* tertentu yang tingkat penjualannya tinggi, kadang-kadang sering kehabisan stok karena banyaknya permintaan dari *enduser*, sedangkan di beberapa *reseller* yang lain yang tingkat penjualannya lebih rendah stok masih ada, ini menimbulkan distribusi tidak merata dalam menyalurkan stoknya. Sehingga distributor menginginkan agar pendistribusian barangnya lebih efisien dengan mengirim lebih banyak stok ke *reseller* yang tingkat penjualannya lebih tinggi dibandingkan dengan *reseller* yang tingkat penjualannya lebih rendah, baik itu di dalam kota dengan kepadatan penduduk yang tinggi ataupun pinggir kota. Selain itu MSR (*Marketing Service Representative*) yaitu pengawas PT. Indomarco Prismatama juga mengalami permasalahan dalam pengiriman report yang dilakukan MSR ke kantor pusat, sebelumnya pengiriman report dilakukan melalui email, namun masih kurang efisien karena belum bisa mengirim report secara update. Sehingga dibutuhkan suatu aplikasi yang dapat digunakan untuk memfasilitasi pengiriman report agar bisa terupdate setiap waktu, untuk mengetahui seberapa banyak jumlah distribusi produk digunakan sebuah metode agar perhitungan kebutuhan tidak jauh lari dari perkiraan.

Metode *Double Moving Average* adalah metode dalam *forecasting* yang digunakan untuk meramalkan sesuatu yang akan diketahui pada periode yang akan datang, metode ini juga dapat digunakan untuk menentukan tren dari suatu deret waktu, metode *Double Moving Average* digunakan untuk data yang perubahannya tidak cepat dan tidak mempunyai karakteristik musiman atau seasonal selain itu metode ini juga digunakan untuk mengestimasi permintaan periode berikutnya sebagai rata-rata permintaan produk pada periode tertentu. Untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang telah disebutkan

diatas dalam rangka mencapai tujuan-tujuan yang inginkan oleh pihak PT. Indomarco Prismatama, yaitu tentang pendistribusian produk di wilayah kota Medan, maka akan dibangun sebuah sistem *Forecasting* Distribusi Produk dengan Metode *Double Moving Average* agar nantinya pendistribusian dapat merata dan bisa diperkirakan jumlah unit yang akan distribusikan dan juga ditentukan lokasi untuk mendistribusikan produk-produk untuk periode kedepannya, baik lokasi *reseller* yang produktif menjual produk ataupun lokasi *reseller* yang kurang produktif menjual produk, selain itu dapat mengetahui trend-trend yang sedang berlangsung pada suatu periode tertentu, metode *Double Moving Average* yang digunakan akan mengambil dan menganalisa suatu data berdasarkan tren yang ada agar produk yang kurang memiliki permintaan tidak di distribusikan lebih banyak dari produk yang memiliki permintaan lebih banyak.

Penelitian yang dilakukan Padrul Jana dengan judul penelitian “Peramalan Kurs IDR terhadap USD menggunakan *Double Moving Averages* Dan *Double Exponential Smoothing*”, Jurnal Derivat Volume 2 No. 2 Desember 2015 (ISSN: 2407 – 3792), berdasarkan pembahasan yang dilakukan menarik kesimpulan bahwa penerapan metode *Double Moving Average* bisa meramalkan kondisi nilai tukar Rupiah Terhadap Dolar dengan tingkat akurasi 95% dengan *error margin* 2%, penghitungan nilai tukar dipengaruhi oleh tren yang ada sehingga nilainya selalu berubah.

Tujuan dari penelitian ini, adalah menentukan jumlah distribusi yang sesuai untuk reseler berdasarkan kebutuhan dan tren di *reseller* tersebut menerapkan metode *Double Moving Average* untuk permasalahan distribusi produk dan menerapkan metode *Double Moving Average* dalam penentuan distribusi serta untuk membuat aplikasi yang khusus untuk melakukan perhitungan distribusi produk menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic.Net* 2008

## BAHAN DAN METODE

Pengertian Prediksi adalah sama dengan ramalan atau perkiraan. Menurut kamus besar bahasa Indonesia, prediksi adalah hasil dari kegiatan memprediksi atau meramal atau memperkirakan. Prediksi bisa berdasarkan metode ilmiah ataupun subjektif belaka. Ambil contoh, prediksi cuaca selalu berdasarkan data dan informasi terbaru yang didasarkan pengamatan termasuk oleh satelit. Begitupun prediksi gempa, gunung meletus ataupun bencana secara umum. Namun, prediksi seperti pertandingan sepakbola, olahraga, dll umumnya berdasarkan pandangan subjektif dengan sudut pandang sendiri yang memprediksinya (Ririanti, 2014).

Jenis peramalan berdasarkan metode peramalan yang digunakan, peramalan dibedakan menjadi metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif merupakan metode peramalan yang tidak menggunakan data historis masa lalu, lebih didasarkan pada intuisi. Metode kuantitatif merupakan metode peramalan yang menggunakan data historis masa lalu, memanipulasi data historis yang tersedia secara memadai dan tanpa intuisi, metode ini umumnya didasarkan pada analisis statistik. Menurut Makridakis, Wheelwright, dan McGee (1983, h.8-9), peramalan kuantitatif dapat diterapkan bila tiga kondisi terpenuhi yaitu informasi mengenai keadaan waktu yang lalu tersedia, informasi itu dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik, dan dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek dari pola di waktu yang lalu akan berlanjut ke waktu yang akan datang. Metode yang termasuk kedalam metode kuantitatif, salah satunya adalah metode rata-rata bergerak (*Moving Average*) (Ade Abdul Gofur, 2013).

Dalam metode ini pertama-tama dicari *moving average*, hasilnya ditaruh pada nilai terakhir. Kemudian dicari *moving average* lagi dari *moving average* pertama, baru kemudian dibuat *forecast*. Prosedur peramalan *Double Moving Average* meliputi tiga aspek (Romy Biri, 2013) yaitu:

1. Penggunaan rata-rata bergerak tunggal pada waktu ( $S_t^i$ )
2. Penyesuaian, yang merupakan perbedaan antara rata-rata bergerak tunggal dan ganda pada waktu ( $S_t^i - S_t^n$ )
3. Penyesuaian untuk kecenderungan dari periode  $t$  ke periode  $t + 1$  (atau ke periode  $t + m$  jika kita ingin meramalkan  $m$  periode ke muka).

Dari prosedur di atas, dapat diterangkan melalui persamaan berikut (Makridakis et. al., 1983):

$$S_T^i = \frac{x_t + x_{t-1} + \dots + x_{t-n+1}}{n} \quad S_t^n = \frac{S_t^i + S_{t-1}^i + \dots + S_{t-n+1}^i}{n}$$

$$a_t = S_t^i + (S_t^i - S_t^n) b_t = \frac{2}{n-1} (S_t^i - S_t^n) \quad F_{t+m} = a_t + b_t m$$

Sebagai contoh dari penerapan metode *Double Moving Average* dapat dilihat pada prediksi permintaan barang, berikut adalah tabel proses metode *Double Moving Average*

**Tabel 1** Double Moving Average

| (Periode) Tahun | Permintaan | 4 Tahun S't | 4 Tahun S''t | Nilai a<br>at=S't +<br>(S't-S''t) | Nilai b<br>bt=2 * (S't-S''t)/(V-1)<br>V=jangka Waktu | Forecast            |
|-----------------|------------|-------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|
| 1               | 120        | -           | -            | -                                 | -                                                    | -                   |
| 2               | 125        | -           | -            | -                                 | -                                                    | -                   |
| 3               | 129        | -           | -            | -                                 | -                                                    | -                   |
| 4               | 124        | 14,5        | -            | -                                 | -                                                    | -                   |
| 5               | 130        | 127,00      | -            | -                                 | -                                                    | -                   |
| 6               | 140        | 130,75      | -            | -                                 | -                                                    | -                   |
| 7               | 128        | 130,50      | 128,19       | 132,81                            | 1,54                                                 | -                   |
| 8               | 136        | 133,50      | 130,44       | 136,56                            | 2,04                                                 | =132,81+1,54=134,35 |
| 9               | 142        | 136,50      | 132,81       | 140,19                            | 2,46                                                 | 128,60              |
| 10              | 1130       | 134,00      | 133,94       | 134,37                            | 0,25                                                 | 142,65              |

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Perhitungan distribusi suatu produk PT. Indomarco Prismatama kepada Reseller biasanya dilakukan per 7 hari kerja (*Week*) dengan catatan bahwa 1 tahun ada 52 minggu (*Week*), penerapan metode *Double Moving Average* yang penulis teliti dilakukan per hari kerja, berikut adalah beberapa transaksi penjualan per harinya, sebagai tambahan data ini hanya sebagian dari data penjualan yang terjadi setiap harinya dan perhitungan penulis buat dalam bentuk harian daripada mingguan.

**Tabel 2** Daftar Penjualan Harian

| No | Tanggal          | Nama Barang               | Jumlah |
|----|------------------|---------------------------|--------|
| 1  | 05 Juli 2016     | Indomilk Kid 115          | 20     |
| 2  |                  | Sun Kara Santan 200 ml    | 12     |
| 3  |                  | Buavita Apple 250         | 5      |
| 4  |                  | Frisian Flag Choco 180 ml | 8      |
| 5  |                  | Cocomas Santan 200 ml     | 4      |
| 6  |                  | Kraft Cheddar             | 20     |
| 7  |                  | Real Good 150 ml          | 5      |
| 8  |                  | Indomilk UHT              | 11     |
| 9  |                  | Frisian Flag Choco 800 ml | 40     |
| 10 |                  | Sosro Tea Botol           | 3      |
| 11 |                  | FF Low Fat                | 8      |
| 12 |                  | L-Men                     | 10     |
| 13 |                  | Sari Murni Teh Celup      | 4      |
| 14 |                  | Indomilk Coklat           | 8      |
| 15 |                  | Midoran Susu              | 5      |
| 16 | 06 Juli 2016     | Lipton Yellow             | 2      |
| 17 |                  | Energen Choco             | 3      |
| 18 |                  | Nyam-nyam stick           | 2      |
| 19 |                  | Indomilk UHT              | 20     |
| 20 |                  | ABC Lampu                 | 2      |
| 21 |                  | Yeos Soya                 | 3      |
| 22 |                  | Poci Teh                  | 5      |
| 23 |                  | Cho-Cho Stew              | 6      |
| 24 |                  | Energen Vanila            | 1      |
| 25 |                  | Lotte Snack               | 5      |
| 26 |                  | HiLo Teen UHT             | 2      |
| 27 |                  | F/F Fullcream             | 4      |
| 28 |                  | Pro Chiz                  | 4      |
| 29 |                  | Markizza 330 ml           | 1      |
| 30 | Frisian Flag 800 | 35                        |        |
| 31 | 07 Juli 2016     | Nyam-nyam                 | 4      |
| 32 |                  | Pepsi Cola 1.75 L         | 4      |
| 33 |                  | Pepsi Soft Drink 450      | 10     |
| 34 |                  | Indomilk UHT              | 17     |

|    |              |                           |    |
|----|--------------|---------------------------|----|
| 35 |              | Maya Sardine              | 2  |
| 36 |              | Yeos Bird Nest            | 2  |
| 37 |              | Mogu-Mogu Mangga          | 6  |
| 38 |              | Kiyora Green Tea          | 1  |
| 39 |              | Good Day                  | 5  |
| 40 | 08 Juli 2016 | Glade Fresh               | 7  |
| 41 |              | Kamper Toilet             | 4  |
| 42 |              | Ponds White Beauty        | 3  |
| 43 |              | Shinzui Soap              | 6  |
| 44 |              | Shinzul Facial            | 3  |
| 45 |              | Indomilk UHT              | 26 |
| 46 |              | Nivea                     | 7  |
| 47 |              | ABC Kopi                  | 3  |
| 48 |              | Top Chocalate             | 20 |
| 49 |              | Rexon                     | 5  |
| 50 | 09 Juli 2016 | Yeos Soya                 | 4  |
| 51 |              | Poci Teh                  | 3  |
| 52 |              | Cho-Cho Stew              | 3  |
| 53 |              | Energen Vanila            | 2  |
| 54 |              | Lotte Snack               | 2  |
| 55 |              | HiLo Teen UHT             | 7  |
| 56 |              | F/F Fullcream             | 4  |
| 57 |              | Kamper Toilet             | 3  |
| 58 |              | Ponds White Beauty        | 8  |
| 59 |              | MayTea Lemon Tea          | 3  |
| 60 |              | Frisian Flag Choco 800 ml | 2  |
| 61 |              | Indomilk UHT              | 11 |
| 62 | 10 Juli 2016 | Nivea                     | 1  |
| 63 |              | ABC Kopi                  | 2  |
| 64 |              | Top Chocalate             | 9  |
| 65 |              | Rexona                    | 3  |
| 66 |              | Nyam-nyam                 | 1  |
| 67 |              | Pepsi Cola 1.75 L         | 4  |
| 68 |              | Pepsi Soft Drink 450      | 4  |
| 69 |              | Indomilk UHT              | 13 |
| 70 |              | Lotte Snack               | 4  |
| 71 |              | HiLo Teen UHT             | 7  |
| 72 |              | F/F Fullcream             | 10 |

Data pada tabel diatas merupakan sebagian data yang penulis dapat dari perusahaan dan hanya data bulan ini yang bisa dikeluarkan dan itupun hanya beberapa hari saja, pada penelitian ini penulis akan menguji salah satu sampel produk **Indomilk Susu UHT** untuk diketahui jumlah distribusi pada tanggal 11/7/2016 berdasarkan data penjualan dari tanggal 5-7-2016 sampai dengan 10-7-2016, berikut tabelnya :

**Tabel 3** Tabel Penjualan

| No | Tanggal   | Penjualan | Peramalan |
|----|-----------|-----------|-----------|
| 1  | 5-7-2016  | 11        | 0         |
| 2  | 6-7-2016  | 20        | 0         |
| 3  | 7-7-2016  | 17        | 0         |
| 4  | 8-7-2016  | 26        | 0         |
| 5  | 9-7-2016  | 11        | 0         |
| 6  | 10-7-2016 | 13        | 0         |
| 7  | 11-7-2016 | ?         | ?         |

Berikut adalah peramalan berdasarkan rumus *double moving average*

$$S'_T = \frac{x_t + x_{t-1} + \dots + x_{t-n+1}}{n}$$

$$S''_t = \frac{S'_t + S'_{t-1} + \dots + S'_{t-n+1}}{n}$$

$$a_t = S_t + (S_t - S_t^n) \quad b_t = \frac{2}{n-1} (S_t - S_t^n) \quad F_{t+m} = a_t + b_t m$$

Dari rumus diatas adapun perhitungan peramalan dengan metode *Double Moving Average* dapat dilihat pada tabel proses dibawah ini:

**Tabel 4** Proses Double Moving Average

| (Periode) Hari | Jumlah Jual | Hitungan S't | Hitungan S''t | Nilai a at=S't + (S't-S''t) | Nilai b bt=2 * (S't-S''t)/(V-1)<br>V=jangka Waktu | Forecast           |
|----------------|-------------|--------------|---------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|
| 1              | 11          | -            | -             | -                           | -                                                 | -                  |
| 2              | 20          | -            | -             | -                           | -                                                 | -                  |
| 3              | 17          | -            | -             | -                           | -                                                 | -                  |
| 4              | 26          | 8            | -             | -                           | -                                                 | -                  |
| 5              | 11          | 12.33        | -             | -                           | -                                                 | -                  |
| 6              | 13          | 14.16        | -             | -                           | -                                                 | -                  |
| 7              | ?           | 16.33        | 12.70         | 19.66                       | 1.21                                              | 19.66 + 1.21=20.87 |

Tabel di atas merupakan hasil proses peramalan untuk distribusi produk indomilk susu UHT tanggal 11-7-2016, dari hasil perhitungan tampak jumlah distribusi produk 20.87 yang jika dibulatkan 21 pack. Tampilan utama dari aplikasi yang penulis buat untuk memanggil form-form yang ada, sebagai contoh penulis memanggil form data barang, berikut tampilannya

**Gambar 2** Form Data Barang

**Gambar 3** Form Penjualan Barang

**Gambar 4** Form Peramalan

The screenshot shows a web application interface for data testing. At the top, there are input fields for 'ID Barang' (00002), 'Nama' (Susu Milo), and 'Tanggal' (8/11/2016). Below these is a table with the following data:

|   | kodebarang | namabarang | tanggal   | jumlah |
|---|------------|------------|-----------|--------|
| ▶ | 00002      | Susu Milo  | 5/18/2016 | 12     |
|   | 00002      | Susu Milo  | 6/18/2016 | 7      |
|   | 00002      | Susu Milo  | 7/18/2016 | 5      |
|   | 00002      | Susu Milo  | 8/18/2016 | 4      |
|   | 00002      | Susu Milo  | 9/18/2016 | 12     |

Below the table, there is a summary section:

Jumlah Penjualan Tanggal : 5/18/2016 Adalah : 12  
Jumlah Penjualan Tanggal : 6/18/2016 Adalah : 7  
Jumlah Penjualan Tanggal : 7/18/2016 Adalah : 5  
Jumlah Penjualan Tanggal : 8/18/2016 Adalah : 4  
Jumlah Penjualan Tanggal : 9/18/2016 Adalah : 12

-----  
Hasil Distribusi barang berdasarkan Peramalan untuk tanggal berikutnya adalah 8

At the bottom, there are three buttons: 'Proses', 'Batal', and 'Keluar'.

**Gambar 5** Pengujian Data

## KESIMPULAN

1. Penentuan jumlah distribusi produk untuk memenuhi kebutuhan konsumen dari suatu *reseller* bisa diramalkan walaupun pada faktanya yang namanya peramalan hanya merupakan prediksi dan bisa benar juga bisa salah.
2. Penyelesaian permasalahan jumlah permintaan *reseller* agar distribusi merata dan optimal bisa direncanakan dengan baik dengan sistem peramalan menggunakan metode *Double Moving Average*.
3. Sistem yang dirancang dalam proses penentuan jumlah barang yang akan didistribusikan harus mengetahui jumlah barang yang sudah terjual sebelumnya.
4. Sistem yang dirancang menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic.Net 2008 adalah aplikasi yang sudah cukup baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ade Abdul Ghofur, "Analisis Metode Single Moving Average Pada Peramalan Jumlah Siswa" 2012, Jurnal STMIK IBBI
- Beny Mulyandi, "Analisis Peramalan Penjualan Bahan Bakar Jenis Premium di SPBU Pahlawan Asri Bandung", National Conference : Design and Application of Technology, 2010
- Djon Irwanto, "Perancangan Object Oriented Software dengan UML", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2007
- Indrajni, "Pengantar Sistem Basis Data", Elex Media Komputindo, Jakarta, 2010
- Mahmud Nasapi, "Peramalan Permintaan Susu Pasteurisasi Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan dan Time Series Studi Kasus di Koperasi Susu SAE Pujon, Malang", Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya
- Tata Sutabri, "Analisis dan Perancangan Sistem", Penerbit Andi, Yogyakarta, 2012
- Padrul Jana, "Peramalan Kurs IDR terhadap USD menggunakan Double Moving Averages dan Double Exponential Smoothing", Jurnal Derivat Volume 2 No. 2 Desember 2015 (ISSN: 2407 – 3792), Halaman 48-55
- Romy Biri, "Penggunaan Metode Smoothing Eksponensial Dalam Meramal Pergerakan Inflasi Kota Palu", Jurnal Ilmiah Sains Vol. 13 No. 1, April 2013
- Zulhalim, "Desain Dan Implementasi Aplikasi Surat Perjalanan Dinas Dalam Negeri Menggunakan Visual Basic.Net, Postgresql Dan Crystal Report", Jurnal : Manajemen Informatika. Edisi: No.7 Tahun VII/ Nopember 2014. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Jayakarta ISSN : 2086 – 1052.

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN LOKASI TOKO TERBAIK PADA PT. SUMBER PERANCANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN TATA BAHASA INGGRIS BERBASIS WEB DENGAN METODE COMPUTER ASSISTED LANGUAGE LEARNING (CALL)**

**Toberto Lumban Gaol**

Mahasiswa STMIK Budi Darma Medan  
Bert.marb@gmail.com

**Abstrak.** Pembelajaran adalah kegiatan komunikatif interaktif antara guru dan pelajar yang berlangsung dalam situasi edukatif untuk mencapai tujuan belajar. Dengan kata lain, Pembelajaran adalah proses untuk membantu peserta didik agar dapat belajar dengan baik. Bahasa Inggris merupakan salah satu mata pelajaran wajib bagi siswa SMP. Di dalam Bahasa Inggris terdapat lagi sub pembahasan-pembahasan, salah satunya Tenses yang merupakan dasar dalam mempelajari bahasa Inggris. Sebab itu untuk dapat berkomunikasi dengan baik dan dapat dimengerti dengan yang lain. Tetapi dalam kenyataannya masih banyak yang mengalami kesulitan dalam penyusunan struktur kalimat maupun dalam pemahaman bahasa. Pembelajaran bahasa dengan metode Computer Assisted Language Learning (CALL) dewasa ini telah berkembang pesat dengan segala bentuk inovasinya. Metode ini dapat digunakan sebagai alternatif untuk mendampingi metode klasikal yang biasanya digunakan guru untuk mengajar di kelas. Computer Assisted Language Learning (CALL) merupakan suatu pendekatan dalam kegiatan belajar mengajar bahasa dimana teknologi komputer digunakan sebagai media bantu untuk menampilkan.

**Kata kunci:** Pembelajaran, Bahasa Inggris, Tenses, Computer Assisted Learning (CALL).

### **PENDAHULUAN**

Pembelajaran adalah kegiatan komunikatif interaktif antara guru dan pelajar yang berlangsung dalam situasi edukatif untuk mencapai tujuan belajar. Dengan kata lain, Pembelajaran adalah proses untuk membantu peserta didik agar dapat belajar dengan baik. Bahasa Inggris merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan pada setiap jenjang pendidikan di Indonesia khususnya Sekolah Menengah Pertama (SMP). Namun setiap bahasa yang satu dengan bahasa yang lain sangat berbeda, salah satunya bahasa Indonesia dengan bahasa Inggris yang mempunyai struktur kalimat yang berbeda sehingga harus dipelajari lagi perbedaan bahasa tersebut. Struktur kalimat yang harus dipelajari adalah struktur kalimat dalam bahasa Inggris, atau yang sering dikenal dengan *tenses*.

Banyak buku atau pun kamus yang bisa digunakan, namun tidak semua kalangan khususnya pelajar yang setiap saat membawa buku atau pun kamus di luar sekolah. Dalam kegiatan belajar di sekolah siswa-siswi cenderung merasa bosan karena hanya mempelajarinya dari buku pelajaran di sekolah yang bersifat konvensional. Berdasarkan keterangan tersebut, dibuatlah aplikasi untuk memberikan pemahaman materi pembelajaran kepada siswa-siswi dengan tampilan yang menarik perhatian siswa-siswi untuk mencoba aplikasi tersebut yang dilengkapi dengan evaluasi sehingga dapat memahaminya dengan sangat mudah dan dapat mendorong siswa-siswi menyukai pembelajaran tata bahasa Inggris. Oleh karena itu, penulis membuat suatu aplikasi untuk pembelajaran tata bahasa Inggris berbasis *Web* agar dapat belajar secara interaktif. *Web* adalah salah satu layanan yang didapat oleh pemakai komputer yang terhubung ke internet. *Website* atau Situs sebagai kumpulan halaman-halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi teks, gambar diam atau gerak, animasi, suara dan atau gabungan dari semuanya itu baik yang bersifat statis maupun dinamis yang membentuk satu rangkaian bangunan yang saling terkait dimana masing-masing dihubungkan dengan jaringan-jaringan halaman (*hyperlink*). Metode pembelajaran yang mendukung aplikasi ini adalah Pembelajaran Bahasa Berbantuan Komputer atau *Computer Assisted Language Learning (CALL)*.

*Computer Assisted Language Learning (CALL)* adalah suatu metode dalam pengajaran dan pembelajaran bahasa dengan menggunakan teknologi sebagai sarana presentasi, pembantu dan penafsir materi yang diajarkan dan biasanya dimasukkan unsur interaksi dengan penggunaan bahasa asing dalam penyampaian materi. Menurut Arimurti (2007 : 1) "*CALL (Computer Assisted Language Learning) is any process in which learners use computer and as the result, improves his or her language*". Kunlun (2007:82) mengatakan, munculnya metode *Computer Assisted Language Learning (CALL)* dapat memberikan warna baru dalam proses pembelajaran dan meningkatkan interaksi pembelajaran antara siswa dengan guru. Apabila dirancang secara cermat, pembelajaran dengan media elektronik dapat meningkatkan interaksi pembelajaran, baik siswa dengan guru, atau siswa dengan siswa maupun dengan bahan belajar (*enhance interactivity*). Penggunaan *Computer Assisted Language Learning (CALL)* dapat memberikan pengalaman belajar yang nyata kepada siswa, meningkatkan motivasi belajar siswa, meningkatkan hasil belajar, menyajikan materi belajar yang lebih otentik, meningkatkan interaksi, mendorong belajar mandiri, memberikan sumber informasi alternatif, dan menyajikan pengalaman belajar secara global.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempersiapkan materi pembelajaran tata bahasa Inggris khususnya *tenses* menerapkan metode *Computer Assisted Language Learning (CALL)* pada pembelajaran tata bahasa Inggris berbasis *Web* dan merancang suatu aplikasi pembelajaran tata bahasa Inggris berbasis *Web* dengan metode *Computer Assisted Language Learning (CALL)*.

## BAHAN DAN METODE

Defenisi perancangan menurut George M. Scott dalam buku Jogiyanto HM (1991 : 196). George M. Scott memberikan definisi mengenai perancangan sebagai berikut : “Desain sistem menentukan bagaimana suatu sistem akan menyelesaikan apa yang mesti diselesaikan, tahap ini menyangkut mengkonfigurasi dari komponen-komponen perangkat lunak dan perangkat keras dari suatu sistem sehingga setelah instalasi dari sistem akan benar-benar memuaskan rancang bangun yang telah ditetapkan pada akhir analisis sistem. (Jogiyanto HM, *Analisis dan Desain Sistem Informasi*, 1991 : 196). Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada.

Aplikasi adalah suatu program komputer yang dibuat untuk mengerjakan atau menyelesaikan masalah-masalah khusus (Wahana Komputer, 2002 : 12). Aplikasi adalah masalah yang memakai teknik pemrosesan data aplikasi biasanya mengacu pada komputer yang diinginkan, pemrosesan data (Tim Dinastindo, 1993 : 9). Aplikasi adalah sebuah kegiatan pengolahan data suatu urusan tertentu dari sebuah perusahaan (Edi Purnomo, 2003 : 2). Pembelajaran adalah kegiatan komunikatif interaktif antara guru dan pelajar yang berlangsung dalam situasi edukatif untuk mencapai tujuan belajar. Dengan kata lain, Pembelajaran adalah proses untuk membantu peserta didik agar dapat belajar dengan baik. Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. (Stephen Robbins 2007 : 69)

Pembelajaran merupakan bantuan yang diberikan pendidik agar terjadi pemerolehan ilmu dan pengetahuan, penguasaan kemahiran dan tabiat serta pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik. Dengan kata lain pembelajaran adalah proses untuk membantu peserta didik agar dapat belajar dengan baik. *Computer Assisted Language Learning (CALL)* adalah suatu metode dalam pengajaran dan pembelajaran bahasa dengan menggunakan teknologi sebagai sarana presentasi, pembantu dan penafsir materi yang diajarkan biasanya dimasukkan unsur interaksi dengan penggunaan program serta penggunaa bahasa asing dalam penyampaian materi.

Menurut Arimurti (2007 : 1) “*CALL (Computer Assisted Language Learning) is any process in which learners use computer and as the result, improves his or her language*”. Richards dan Schmidt (2002:101) *state that CALL is an activity which is parallel learning through other media*. Dulu masyarakat sudah mengenal pembelajaran menggunakan komputer. Pada waktu itu dinamakan CAI (*Computer Assisted Instruction*). Aswar Arsyad (1995 : 35) menyebutkan, “*Computer Assisted Instruction* yaitu suatu sistem penyampaian materi pelajaran berbasis mikroprosesor yang pelajarannya dirancang dan diprogram kedalam sistem tersebut”.

Menurut Warschauer dan Healey (1998 in Lee, 2007:2), tahap-tahap CALL dapat dibagi menjadi tiga tahap utama :

1. *Behavioristic CALL* CALL behavioristik di implementasikan pada tahun 1960, dan didasarkan pada teori-teori behavioris belajar. Tahap ini komputer adalah sebagai wahana untuk penyampaian bahan ajar kepada siswa. Pada tahap ini ada beberapa bagian *CALL program* menurut Davies dan Higgins (1985) yaitu *Tutorial Program* (Program Tutorial), *Simulation* (Simulasi), *Drill-Practic* (Latihan-Praktek) dan *Game* (Permainan)
2. *Communicative CALL* Dalam tahap ini, yang menjadi menonjol di tahun 1970-an sampai 1980-an, komputer terus digunakan sebagai alat keterampilan bahasa, tapi dalam format *Non-drill*.
3. *Integrative CALL Multimedia Integrative CALL Multimedia* menyediakan berbagai *media text* (teks media), *sound* (suara) dan *animation Video* (video animasi). Multimedia CALL berarti bahwa menulis, membaca, berbicara dan mendengarkan bisa dikombinasikan dalam satu kegiatan tunggal.

Masalah yang dihadapi adalah bagaimana membuat sebuah sistem pembelajaran yang sistematis, terstruktur dan menarik sehingga dapat mempermudah peserta didik dalam memahami pelajaran, dalam hal ini belajar tentang pembelajaran tata bahasa Inggris khususnya *Tenses*. Banyak buku atau pun kamus yang bisa digunakan, namun tidak semua kalangan khususnya pelajar yang setiap saat membawa buku atau pun kamus di luar sekolah. Dalam kegiatan belajar di sekolah siswa-siswi cenderung merasa bosan karena hanya mempelajarinya dari buku pelajaran di sekolah yang bersifat konvensional. Berdasarkan keterangan tersebut, dibuatlah aplikasi untuk memberikan pemahaman materi pembelajaran kepada siswa-siswi dengan tampilan yang menarik perhatian siswa-siswi untuk mencoba aplikasi tersebut yang dilengkapi dengan evaluasi sehingga dapat memahaminya dengan sangat mudah dan dapat mendorong siswa-siswi menyukai pembelajaran tata bahasa Inggris

*Tenses* adalah perubahan waktu yang mempengaruhi kata kerja dalam bahasa Inggris. Dalam bahasa Inggris keterangan waktu yang berbeda dapat mempengaruhi bentuk suatu kalimat, khususnya terhadap kata kerjanya. Dan perubahan bentuk kata kerja dalam suatu kalimat yang disebabkan perubahan keterangan waktunya disebut sebagai perubahan *Tenses*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pembelajaran yang mendukung aplikasi ini adalah Pembelajaran Bahasa Berbantuan Komputer atau *Computer Assisted Language Learning (CALL)*. Sistem ini dibuat dengan alasan-alasan antara lain:

1. Adanya kesulitan dalam memahami struktur kalimat dari setiap kurun waktu.
  2. Adanya kesulitan dalam mengungkapkan kalimat yang dimaksud sesuai dengan waktu kejadian.
  3. Adanya kesulitan dalam menggunakan kata kerja, *to be* dan kata bantu lainnya seperti *will* dan *have*.
- Pembelajaran menggunakan *CALL (Computer Assisted Language Learning)* berkembang seiring perkembangan komputer dan teknologi. Banyak mata pelajaran yang memanfaatkan *CALL (Computer Assisted Language Learning)*. Metode *CALL (Computer Assisted Language Learning)* memiliki 3 tahap perkembangan yaitu :

1. *Behavioristic CALL (CALL Behavioristi)*

Tahap ini komputer adalah wahana untuk pembelajaran siswa dalam bentuk *Tutorial* (penjelasan), *Drill & Practice* (latihan dan praktek), *Simulation* (Simulasi) dan *Game* (Permainan).

- a. *Tutorial* (Penjelasan)

*Tutorial* (Penjelasan) merupakan pembelajaran melalui komputer di mana *user* dikondisikan untuk mengikuti alur pembelajaran yang sudah terprogram dengan menyajikan materi dan contoh soal seperti pada model *drill*. Model *tutorial* pada dasarnya mengikuti pola pembelajaran terprogram tipe *Branching* atau bercabang. Pada tipe ini materi disajikan dalam unit-unit kecil (sub bab) dan setiap bab maupun sub bab diakhiri dengan contoh-contoh.

*Tutorial* dalam pembelajaran komputer ditujukan sebagai pengganti *tutor* (guru) yang proses pembelajarannya diberikan lewat teks, dan suara.

Adapun *Tutorial* yang akan disajikan dalam aplikasi ini adalah:

1. Present Tense
    - a. Simple Present Tense.
    - b. Present Continuous Tense.
    - c. Present Perfect Tense.
    - d. Present Perfect Continuous Tense.
  2. Past Tense
    - a. Simple Past Tense.
    - b. Past Continuous Tense.
    - c. Past Perfect Tense.
    - d. Past Perfect Continuous Tense.
  3. Future Tense
    - a. Simple Future Tense.
    - b. Future Continuous Tense.
    - c. Future Perfect Tense.
    - d. Future Perfect Continuous Tense.
  4. Past Future Tense
    - a. Simple Past Future Tense.
    - b. Past Future Continuous Tense.
    - c. Past Future Perfect Tense.
    - d. Past Future Perfect Continuous Tense.
- b. *Drill & Practice* (Latihan & Praktek)

*Drill* (Latihan) merupakan teknik pembelajaran berbantu komputer yang bertujuan untuk memberikan pengalaman-pengalaman belajar pada *user* melalui penyediaan soal latihan-latihan untuk menguji keterampilan *user* melalui kecepatan menyelesaikan latihan yang disediakan oleh sistem. Program menyediakan latihan pilihan ganda dan isian, dan 10 soal dari tiap bentuk latihan. Program ini dilengkapi dengan jawaban yang benar sehingga *user* dapat memahami suatu konsep tertentu. Pada bagian akhir peserta didik bisa melihat skors akhir yang dicapai, sebagai indikator untuk mengukur keberhasilan dalam memecahkan soal-soal yang diajukan.

Adapun soal-soal dari pertanyaan latihan adalah sebagai berikut:

- a. Soal Pilihan Ganda:

1. (+) Tiara read story book every Sunday.  
(-) Tiara does not read story book every Sunday.  
(?) Does Tiara read story book every Sunday?

Pola kalimat tersebut merupakan bentuk kalimat dari....

- a. Simple Present Tense
  - b. Simple Past Tense
  - c. Simple Future Tense
  - d. Simple Past Future Tense
2. My sister is studying at the moment  
Pola kalimat positif di atas merupakan pola kalimat positif...
    - a. Simple Present Tense
    - b. Simple Past Tense
    - c. Present Continuous Tense
    - d. Present Perfect Tense
  3. Rina has walked for 2 hours.  
Pola kalimat positif di atas merupakan pola kalimat positif...
    - a. Simple Past Tense
    - b. Present Perfect Tense
    - c. Simple Past Future Tense
    - d. Simple Past Future Tense
  4. Andra has been reading newspaper for an hour  
Pola kalimat positif di atas merupakan pola kalimat positif...
    - a. Simple Past Tense
    - b. Simple Future Tense
    - c. Past Continuous Tense
    - d. Present Perfect Continuous Tense
  5. I was sleeping 2 hours ago  
Pola kalimat positif di atas merupakan pola kalimat positif...
    - a. Past Continuous Tense
    - b. Simple Past Future Tense
    - c. Simple Future Tense
    - d. Past Perfect Tense
- b. Soal Isian :
1. (+) We play football with him  
(-) .....  
(?) .....
  2. (+) .....  
(-) She is not reading her favorite novel  
(?) .....
  3. (+) .....  
(-) .....  
(?) Are they coming to my house right now?
  4. (+) Keyla has eaten this fried rice for 10 minute  
(-) .....  
(?) .....
  5. (+) .....  
(-) Marley and Mona have not read this module since yesterday  
(?) .....
- c. *Simulation* (Simulasi)
- Program multimedia dengan format simulasi ini mencoba menyamai proses dinamis yang terjadi di dunia nyata. Dalam mempelajari *tenses* terkadang *user* mengalami kesulitan dalam penggunaan kalimat di dunia nyata. Oleh karena itu aplikasi ini menampilkan kejadian di dunia nyata dengan mengikuti kalimat yang diberikan oleh sistem, agar *user* dapat mengerti maksud dari kalimat tersebut termasuk jenis *tenses* apakah kalimat tersebut ketika disimulasikan. Isi materi yang akan disimulasikan sebagai berikut :
1. Animasi kalimat *tenses* :
    - (+) We always read books
    - (-) We do not always read books
    - (?) Do we always read books?
 Bentuk kalimat : *Simple Present tense*
  2. Animasi kalimat *tenses* :
    - (+) I am living at my uncle's house these days
    - (-) I am not living at my uncle's house these days
    - (?) Am I living at my uncle's house these days?
 Bentuk kalimat : *Present Continuous Tense*
  3. Animasi kalimat *tenses* :

- (+) Iqbal and Fitri have eaten this delicious meatball twice
- (-) Iqbal and Fitri have not eaten this delicious meatball twice
- (?) Have Iqbal and Fitri eaten this delicious meatball twice?

Bentuk kalimat : *Present Perfect Tense*

4. Animasi kalimat tenses :

- (+) Putri has been being hungry since 5 hours ago
- (-) Putri has not been being hungry since 5 hours ago
- (?) Has Putri been being hungry since 5 hours ago?

Bentuk kalimat : *Present Perfect Continuous Tense*

d. *Game* (Permainan)

Bentuk permainan yang disajikan di sini tetap mengacu pada proses pembelajaran, dan dengan program multimedia berformat ini diharapkan terjadi aktivitas belajar sambil bermain. Dengan demikian, *user* tidak merasa sesungguhnya sedang mempelajari suatu konsep sehingga sangat menyenangkan. Dalam permainan ini mengacu pada tema menyusun kata menuju bentuk kalimat *tenses* yang ditampilkan oleh sistem.

Materi dari *game* (permainan) merupakan hal yang ingin diajarkan seperti :

a. *Feedback* (umpan balik)

Setelah memberikan respon, *user* harus segera diberi umpan balik. Umpan balik bisa berupa peringatan atau perintah tertentu bahwa respon tersebut benar atau salah. Umpan balik akan semakin menarik dan menambah motivasi belajar apabila disertai ilustrasi suara, dan gambar.

b. *Score* (skor)

*Game* (permainan) yang baik harus dilengkapi dengan skor. Untuk mengetahui seberapa jauh *user* memahami materi yang dipelajari, pada setiap sub topik *user* perlu diberi tes atau soal latihan.

Dalam permainan ini mengacu pada tema menyusun kata menuju bentuk kalimat *tenses* yang ditampilkan oleh sistem. *Game* yang disediakan di sini adalah bentuk kalimat yang akan disusun, kalimat tersebut sebagai berikut :

1. Bentuk tenses: Simple Present Tense  
I always clean my room every morning
2. Bentuk tenses: Present Continuous Tense  
I am reading a novel now
3. Bentuk tenses: Present Perfect tense  
We have lived with my uncle since 3 years ago
4. Bentuk tenses: Present Perfect Continuous Tense  
We have just been arriving in Bali
5. Bentuk tenses: Simple Past Tense  
We visited our teacher yesterday
6. Bentuk tense: Past Continuous Tense  
I was sleeping at 5 pm yesterday
7. Bentuk tense: Past Perfect Tense  
I had drunk this milk five times
8. Bentuk tenses: Past Perfect Continuous Tense  
We had been repairing this computer when you slept
9. Bentuk tenses: Simple Future Tense  
He will come to my house soon
10. Bentuk tenses: Future Continuous Tense  
He will be cooking next 2 hours

2. *Communicative CALL* (CALL Komunikatif)

Dalam tahap ini, yang menjadi menonjol di tahun 1970-an sampai 1980-an, komputer terus digunakan sebagai alat keterampilan bahasa, tapi dalam format *Non-drill*.

3. *Integrative CALL Multimedia*

*Integrative CALL Multimedia* menyediakan berbagai *media text* (teks media), *sound* (suara) dan *animation Video* (video animasi). Multimedia CALL berarti bahwa menulis, membaca, berbicara dan mendengarkan bisa dikombinasikan dalam satu kegiatan tunggal.

Video merupakan gambar bergerak yang disertai dengan suara. Video menyediakan sumber yang kaya dan hidup untuk aplikasi multimedia. Dengan video dapat menerangkan hal-hal yang sulit digambarkan lewat kata-kata atau gambar diam dan dapat menggambarkan *emosi* dan *psikologi* manusia secara lebih jelas. (Suryanto Tabrani 2009;12)

Bentuk video yang disajikan di sini tetap mengacu pada proses materi pembelajaran, yaitu *tenses*



Gambar 1 Tampilan Tutorial



Gambar 2 Tampilan Simulasi



Gambar 3 Tampilan Latihan Isian



Gambar 4 Tampilan Game

**KESIMPULAN**

1. Proses pembelajarannya menggunakan fasilitas multimedia seperti gambar, teks dan suara pada program visualisasi belajar *Tenses* dapat membantu siswa belajar dengan baik dan benar.
2. Pemanfaatan *Computer Assisted Language Learning (CALL)* khususnya bidang studi bahasa Inggris pelajaran *tenses* sangat bermanfaat karena dapat menutupi kekurangan dari media belajar lainnya seperti buku yang tidak dapat bersuara dan tidak atraktif.
3. Aplikasi pembelajaran dirancang dengan menggunakan *Macromedia Dreamweaver 8*, perangkat ini memberikan kemudahan dalam manajemen file yang digunakan dalam membuat halaman *web*. Dengan menggunakan perangkat lunak ini dapat membantu pengajar dalam menyampaikan materi pelajaran dan aplikasi ini dapat dijadikan sebagai fasilitas pendukung dalam proses belajar mengajar tata bahasa Inggris khususnya mengenai *Tenses*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Wicaksono. I.A, 2002, "*Complete English Grammar Special Edition*", Penerbit Sendang Ilmu, Solo.
- Firdaus Ditya Pamungkas, 2015, "*Super Perfect 16 Tenses*", Penerbit Cakrawala, Yogyakarta.
- Ali, Faidlal Rahman, 2009, "*Cara Cepat Belajar 16 Tenses*", Penerbit Pustaka Widyatama, Yogyakarta.
- Al-Bahra Bin Ladjamudin, 2005, Analisis & Desain Sistem Informasi.
- Frieyadie, 2003, "*Panduan Praktis Mysql*", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Lasro Sagala,"Perancangan Aplikasi Bahasa Inggris Untuk Pendidikan Anak Usia Dini Dengan Metode *Computer Assisted Language Learning*", "Pelita Informatika Budidarma", Volume:6, 2301-9425, April 2014.
- Widiawati, D.N., Sukadi, Warpala, I.W. S, "Penerapan *Computer Assisted Language Learning* Berbantuan Media Video Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Berbicara", "e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha", Volume 3, 2013.
- <http://iznanew.blogspot.co.id/2010/01/implementasi-metode-call-computer.html>. Diakses tgl 16 Mei 2014.
- <http://www.history-of-call.org/research.html>. Diakses tanggal 20 Mei 2015

## PERANCANGAN APLIKASI MOBILE LITERATURE BERBASIS ANDROID DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA KNUTH-MORRIS-PRATT

**Abdul Rahman Anshari**

STMIK Budidarma Medan  
Email : iqbalpj87@gmail.com

**Abstrak** Buku merupakan salah satu kebutuhan bagi setiap orang, maka semua orang pasti akan mencari buku yang diinginkan untuk dapat mengetahui dan mempelajari materi – materi yang belum dikuasai. Berbagai macam jenis buku yang ada pada saat ini, begitu juga dengan buku pemrograman android, banyak jenis – jenis buku pemrograman android, dari mulai belajar android untuk pemula sampai pemrograman android bagi yang sudah mahir. Untuk itu dibutuhkan sebuah aplikasi yang dapat memudahkan setiap orang yang ingin mencari buku khususnya buku pemrograman android tanpa perlu memilih satu persatu buku secara manual.. Aplikasi mobile literature bekerja dengan cara mencari kata yang dibutuhkan oleh pengguna smartphone yang berbasis android. Untuk menyelesaikan masalah pencarian buku ini, penulis menggunakan salah satu algoritma string matching yaitu algoritma Knuth-Morris-Pratt. Dengan algoritma ini diharapkan mampu menyelesaikan masalah pencarian buku pada aplikasi mobile literature.

**Kata Kunci** : Aplikasi Pencarian, Buku Pemrograman Android, Mobile Android, Knuth-Morris-Pratt

### PENDAHULUAN

Perkembangan Aplikasi berbasis Android sangat maju dari tahun ke tahun, hal ini dapat dilihat dari aplikasi Android yang dibuat dan dikembangkan. Aplikasi Mobile Literature merupakan Aplikasi Android yang dapat melakukan pencarian judul buku serta nama pengarangnya, dasar pemikiran penulis dalam menganalisa dan merancang Aplikasi *Mobile Literature* didasari oleh sulitnya mencari judul buku dan pengarangnya dari berbagai judul buku dengan kategori sama, waktu pencarian menjadi lebih lama ketika melakukan pencarian buku secara manual. Oleh karena itu penulis berpikir untuk membuat sebuah Aplikasi yang dapat melakukan pencarian judul buku serta nama pengarangnya, buku yang ditampilkan pada hasil pencarian dalam Aplikasi ini berisi sampai level abstrak, karena pada bagian abstrak dapat menggambarkan sebagian dari isi buku sehingga dapat memudahkan *user* dalam menentukan buku yang dibutuhkan.

Aplikasi *Mobile Literature* ini menggunakan Algoritma *Knuth-Morris-Pratt* (KMP) untuk melakukan pencarian judul buku dan pengarangnya, Algoritma *Knuth-Morris-Pratt* merupakan suatu algoritma untuk melakukan pencocokan *string* dari sebuah teks, algoritma ini merupakan jenis *Extract String Matching Algorithm* yang merupakan pencocokan *string* secara tepat dengan susunan karakter yang dicocokkan pada urutan karakter dalam *string* yang sama. Algoritma ini telah berhasil diaplikasikan pada jurnal “Aplikasi Algoritma Pencarian String *Knuth-Morris-Pratt*. Adapun tujuan penelitian ini yaitu : untuk melakukan pencarian judul buku, abstrak serta nama pengarangnya dengan Algoritma *Knuth-Morris-Pratt*, Menerapkan Algoritma *Knuth-Morris-Pratt* pada Aplikasi *Mobile Literature* berbasis Android, dan

Untuk erancang Aplikasi *Mobile Literature* dengan Android.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu Sistem Operasi Android sebagai system operasi yang akan digunakan untuk mebangun aplikasi yang digunakan dalam membangun *Mobile Literature*, kertas saring whatman, HCl 0,5 M, PVDF, DMAC, Akuades, elektrolit KOH 1M, dan separator.

#### Metode

Algoritma *Knuth-Morris-Pratt* merupakan proses pencocokan *string* (Riyanarto Sarno, Yeni Anistiyasari, dan Rahimi Fitri, 2012 : 18). Bila terjadi ketidak cocokan pada saat *pattern* sejajar dengan teks  $[i..i + n - 1]$ , kita bisa menganggap ketidak cocokan pertama terjadi di antara teks  $[i + j]$  dan *pattern*  $[j]$ , dengan  $<j < n$ . Berarti, teks  $[i..i + j] = \text{pattern}[0..j + 1]$  dan  $a = \text{teks}[i+j]$  tidak sama dengan  $b = \text{pattern}[j]$ , ketika kita menggeser.

Dengan kata lain, pencocokan *string* akan berjalan secara efisien bila kita mempunyai tabel yang menentukan berapa panjang kita seharusnya menggeser seandainya terdeteksi ketidak cocokan di karakter ke- $j$  dari *pattern*. Tabel itu harus memuat  $\text{next}[j]$  yang merupakan posisi karakter *pattern* $[j]$  setelah digeser, sehingga kita menggeser *pattern* secara besar  $j - \text{next}[j]$  relatif terhadap teks.

Secara sistematis, langkah-langkah yang dilakukan algoritma *Knuth-Morris-Pratt* pada saat mencocokkan *string* adalah sebagai berikut :

1. Algoritma *Knuth-Morris-Pratt* mulai mencocokkan *pattern* pada awal teks.
2. Dari kiri ke kanan, algoritma ini akan mencocokkan karakter per karakter *pattern*, dengan karakter di teks yang bersesuaian sampai salah satu kondisi berikut terpenuhi:
  - a. Karakter di *pattern* dan di teks yang dibandingkan tidak cocok (*mismatch*).
  - b. Semua karakter di *pattern* cocok. Kemudian algoritma akan memberitahukan penemuan diposisi ini.
3. Algoritma kemudian menggeser *pattern* berdasarkan *table next*, lalu menghitung langkah 2 sampai *pattern* berada di ujung teks.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pencarian buku pada aplikasi ini dirancang akan menggunakan algoritma *String Matching* sebagai solusi dalam pencarian buku khususnya buku pemrograman Android, terhubung buku pemrograman Android yang sangat banyak dan berbagai macam jenis buku, maka sangat sulit untuk memilih buku-buku tersebut secara manual, pada saat ini pencarian buku masih banyak dilakukan dengan cara membaca judul sampai isi buku satu persatu sampai ditemukan buku yang diinginkan. Untuk mengatasi masalah tersebut penulis mencoba membuat sebuah aplikasi *Mobile Literature* untuk pencarian buku, hasil pencarian buku pada aplikasi ini akan menampilkan judul buku sampai level abstrak serta nama pengarangnya, aplikasi ini dirancang dengan menggunakan algoritma *String Matching* yaitu algoritma *Knuth Morris Pratt*, Oleh karena itu pada implementasi algoritma *String Matching* dalam aplikasi *Mobile Literature* untuk pencarian buku diharapkan dapat menyelesaikan masalah tersebut, dimana dalam algoritma *String Matching* penyajian buku lebih sedikit karena adanya proses seleksi sampai ditemukan buku yang akan dicari dengan menggunakan kata kunci. Dalam algoritma *String Matching* pencarian *string* dirumuskan sebagai berikut :

1. Sebuah teks (*text*), yaitu sebuah *long string* yang panjang n karakter
2. *Pattern*, yaitu sebuah *string* dengan panjang m karakter ( $m < n$ ) yang dicari.

Dalam algoritma pencocokan *string*, teks dirumuskan berada dalam memori, sehingga bila kita mencari *string* di dalam sebuah arsip, maka semua isi arsip perlu dibaca terlebih dahulu kemudian disimpan didalam memori. Jika *pattern* muncul lebih dari sekali didalam teks, maka pencarian hanya akan memberikan keluaran berupa lokasi *pattern* ditemukan pertama kali.

Aplikasi *Mobile Literature* yang akan dirancang akan menggunakan algoritma *Knuth-Morris-Pratt* sebagai solusi dalam penyelesaian masalah pencarian kata, seperti halnya dalam penggunaan kamus berbentuk buku para pengguna memanfaatkan cara penyajian kata yang sesuai dengan urutan abjadnya, sehingga para pengguna sangat terbantu dalam mencari kata yang ingin diterjemahkan. Pada aplikasi *Mobile Literature*, penyajian kata yang sesuai dengan urutan abjadnya sangat sulit untuk direalisasikan karena terbatasnya ukuran layar dari perangkat *mobile* seperti *Handphone*. Oleh karena itu pada aplikasi *Mobile Literature* ini algoritma *Knuth-Morris-Pratt* diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. Proses pencarian kata dengan menerapkan algoritma yang digunakan, merupakan hal penting dalam pembuatan aplikasi *Mobile Literature* ini karena proses tersebut merupakan bagian inti dari penggunaan aplikasi *Mobile Literature* tersebut.

Berikut ini adalah cara kerja dari algoritma *Knuth-Morris-Pratt* adalah sebagai berikut:

4. Algoritma *Knuth-Morris-Pratt* mulai mencocokkan *pattern* pada awal teks.
5. Dari kiri ke kanan, algoritma ini akan mencocokkan karakter per karakter *pattern*, dengan karakter di teks sampai salah satu kondisi berikut terpenuhi :
  - c. Karakter di *pattern* dan di teks yang dibandingkan tidak cocok (*missmatch*).
  - d. Semua karakter di *pattern* cocok. Kemudian algoritma akan memberitahukan penemuan diposisi ini.
6. Algoritma kemudian menggeser *pattern* berdasarkan *table next*, lalu menghitung langkah 2 sampai *pattern* berada di ujung teks.

Berikut contoh penggunaan algoritma *Knuth-Morris-Pratt* untuk pencarian *pattern* dalam teks :

Teks = APLIKASI ANDROID

*Pattern* = ANDROID

Tabel 1. Langkah ke-1

| Langkah ke-1   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| teks           | A | P | L | I | K | A | S | I |   | A  | N  | D  | R  | O  | I  | D  |
| <i>pattern</i> | A | N | D | R | O | I | D |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| indeks         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

Keterangan : *Pattern* 1 cocok dengan Teks 1, tapi *pattern* 2 tidak cocok dengan teks 2, maka dilakukan pergeseran 1 langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Tabel 2. Langkah ke-2

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Langkah ke-2 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| teks         | A | P | L | I | K | A | S | I |   | A  | N  | D  | R  | O  | I  | D  |
| pattern      |   |   | A | N | D | R | O | I | D |    |    |    |    |    |    |    |
| indeks       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

Keterangan : *Pattern* 1 Tidak cocok dengan Teks 2, maka dilakukan pergeseran 1 langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Tabel 3. Langkah ke-3

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Langkah ke-3 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| teks         | A | P | L | I | K | A | S | I |   | A  | N  | D  | R  | O  | I  | D  |
| pattern      |   |   |   | A | N | D | R | O | I | D  |    |    |    |    |    |    |
| indeks       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

Keterangan : *Pattern* 1 Tidak cocok dengan Teks 3, maka dilakukan pergeseran 1 langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Tabel 4. Langkah ke-4

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Langkah ke-4 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| teks         | A | P | L | I | K | A | S | I |   | A  | N  | D  | R  | O  | I  | D  |
| pattern      |   |   |   |   | A | N | D | R | O | I  | D  |    |    |    |    |    |
| indeks       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

Keterangan : *Pattern* 1 tidak cocok dengan Teks 4, maka dilakukan pergeseran 1 langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Tabel 5. Langkah ke-5

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Langkah ke-5 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| teks         | A | P | L | I | K | A | S | I |   | A  | N  | D  | R  | O  | I  | D  |
| pattern      |   |   |   |   |   | A | N | D | R | O  | I  | D  |    |    |    |    |
| indeks       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

Keterangan : *Pattern* 1 tidak cocok dengan Teks 5, maka dilakukan pergeseran 1 langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Tabel 6. Langkah ke-6

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Langkah ke-6 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| teks         | A | P | L | I | K | A | S | I |   | A  | N  | D  | R  | O  | I  | D  |
| pattern      |   |   |   |   |   |   | A | N | D | R  | O  | I  | D  |    |    |    |
| indeks       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

Keterangan : *Pattern* 1 cocok dengan Teks 6, tetapi *Pattern* 2 tidak cocok dengan Text 7 maka dilakukan pergeseran 1 langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Tabel 7. Langkah ke-7

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Langkah ke-7 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| teks         | A | P | L | I | K | A | S | I |   | A  | N  | D  | R  | O  | I  | D  |
| pattern      |   |   |   |   |   |   |   | A | N | D  | R  | O  | I  | D  |    |    |
| indeks       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

Keterangan : *Pattern* 1 tidak cocok dengan Teks 7, maka dilakukan pergeseran 1 langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Tabel 8. Langkah ke-8

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Langkah ke-8 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| teks         | A | P | L | I | K | A | S | I |   | A  | N  | D  | R  | O  | I  | D  |
| pattern      |   |   |   |   |   |   |   |   | A | N  | D  | R  | O  | I  | D  |    |
| indeks       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

Keterangan : *Pattern* 1 tidak cocok dengan Teks 8, maka dilakukan pergeseran 1 langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Tabel 9. Langkah ke-9

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Langkah ke-9 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| teks         | A | P | L | I | K | A | S | I |   | A  | N  | D  | R  | O  | I  | D  |
| pattern      |   |   |   |   |   |   |   |   | A | N  | D  | R  | O  | I  | D  |    |
| indeks       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

Keterangan : *Pattern* 1 tidak cocok dengan Teks 9, maka dilakukan pergeseran 1 langkah ke kanan menuju *indeks* berikutnya.

Tabel 10. Langkah ke-10

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Langkah ke-10 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| teks          | A | P | L | I | K | A | S | I |   | A  | N  | D  | R  | O  | I  | D  |
| pattern       |   |   |   |   |   |   |   |   | A | N  | D  | R  | O  | I  | D  |    |
| indeks        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

Keterangan : *Pattern* 1 sampai dengan *Pattern* 7 cocok dengan Teks 10 sampai dengan Teks 16. Maka *Pattern* ditemukan dan tidak ada lagi pergeseran.  
Hasil pencarian buku pada aplikasi *Mobile Literature*,

Tabel 11 Hasil Pencarian

| No | Kata Yang Dicari | Status          | Hasil Pencarian                                                                                                                                                                                                  |
|----|------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Android          | Ditemukan       | Aplikasi Berbasis Android<br>Pengarang : Nazruddin Safaat H<br>Abstrak : buku ini dirancang untuk yang berminat menjadi developer android serta sudah memiliki dasar-dasar pemrograman aplikasi yang sudah jadi. |
| 2  | Mobile           | Tidak ditemukan |                                                                                                                                                                                                                  |

**KESIMPULAN**

Setelah penulis selesai melakukan penerapan algoritma *Knuth-Morris-Pratt* pada aplikasi *Mobile Literature* untuk pencarian buku, penulis menarik kesimpulan sebagai berikut :  
Proses pencarian buku jadi lebih mudah karena hasil pencarian langsung tampil ketika di *input* kata kunci,  
Algoritma *Knuth-Morris-Pratt* baik dalam melakukan pencarian, karena algoritma ini mencocokkan karakter per karakter pada teks dan aplikasi cocok dirancang menggunakan bahasa pemrograman *Eclipse*, yang berbasis android.

**Daftar Pustaka**

Gahayu Handari Ekaputri, Yulie Anneria Sinaga. (2014) Aplikasi Algoritma Pencarian String *Knuth-Morris-Pratt* Dalam Permainan *Word Search*. 2301-9425.  
Aloysius Sigit, (2011). Perancangan Aplikasi. Grasindo, Jakarta.  
Darmono. (2010). Perpustakaan Sekolah. Grasindo, Jakarta.  
A.S, Rosa dan M. Shalahuddin, (2011). Rekayasa Perangkat Lunak. Informatika, Yogyakarta.  
Nazruddin Safaat H. 2012. Android : Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android. Informatika, Bandung.  
HM, Jogyanto. (2006). Analisa Desain Sistem Informasi. Andi, Yogyakarta.  
Supriyanto, Dodit Dkk. (2012). Pemrograman Aplikasi Android. Mediakom, Malang.  
Simarmata, Janner. (2012). Basis Data. Andi, Yogyakarta.  
Supardi, Yuniar. (2010). Pemrograman *Database* dengan Java dan MySQL. Elex Media Komputindo, Yogyakarta.

## **PERANCANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN PELAKSANAAN IBADAH HAJI BERBASIS MULTIMEDIA DENGAN METODE *COMPUTER BASED INSTRUCTION* (CBI)**

**Sherly Novita Sari Manulang**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** *Ibadah haji selain termasuk rukun Islam yang kelima, juga termasuk ibadah badaniyah dan sekaligus ibadah harta benda. Dengan semakin meningkatnya jumlah jamaah haji dari tahun ke tahun, maka semakin dibutuhkan pula panduan yang dapat membantu jamaah dalam mempermudah pelaksanaan ibadah haji. Dilain pihak seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada masa sekarang ini yang sangat cepat dan sangat maju yang mengakibatkan muncul ilmu-ilmu berbagai ilmu baru, salah satunya adalah bidang ilmu multimedia, dimana teknologi multimedia ini digunakan hampir disemua bidang, karena bisa mengintegrasikan teks, grafik, animasi, audio dan video. Multimedia telah mengembangkan proses pengajaran dan pembelajaran ke arah yang lebih dinamis. Computer Based Instruction (CBI) merupakan salah satu metode yang dapat mendukung penggunaan komputer untuk menyajikan materi pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpartisipasi secara aktif dan merespon aktivitas peserta didik.*

**Kata Kunci :** *Ibadah Haji, Multimedia, Computer Based Instruction (CBI)*

### **PENDAHULUAN**

Mayoritas agama penduduk di Indonesia adalah beragama Islam. Salah satu ajaran agama Islam yang sangat dianjurkan dalam rangka membentuk sumber daya manusia yang mempunyai nilai kebersamaan, tidak mementingkan suku, ras, golongan, kedudukan dan menomorsatukan persaudaraan dalam ajaran Islam adalah ibadah Haji. Ibadah haji dalam tata aturannya mempunyai syarat dan rukun yang harus dikerjakan secara sempurna. Ibadah haji termasuk Rukun Islam yang ke-lima juga ibadah badaniyah dan sekaligus ibadah harta benda. Haji merupakan ritual keagamaan yang dilaksanakan setiap tahun di bulan Dzulhijjah. Secara etimologi (bahasa) haji berarti niat (*al-qasdu*), sedangkan menurut syara' berarti niat menuju baitul haram dengan amal-amal yang khusus, ke tempat-tempat yang tertentu. Yang dimaksud tempat tertentu adalah Ka'bah, Mas'a (tempat sa'i), Padang Arafah (tempat wukuf), Muzdalifah (tempat mabit), dan Mina (tempat melempar jumrah). Sedangkan waktu tertentu adalah bulan haji yang sepuluh hari pertama bulan Dzulhijjah. Melaksanakan Ibadah Haji bukan hanya menunjukkan kesalahan individual tetapi juga meningkatkan iman dan taqwa kepada Allah SWT.

Dengan semakin meningkatnya jumlah Jamaah Haji dari tahun ketahun maka semakin dibutuhkan pula panduan-panduan yang dapat membantu masyarakat dalam mempermudah pelaksanaan Ibadah Haji. Oleh karena itu, berhubungan sangat dibutuhkannya informasi dalam melaksanakan Ibadah Haji untuk kaum muslimin yang akan melaksanakan ibadah tersebut maka di rancanglah sebuah aplikasi yang berbasis multimedia yang nantinya akan mempermudah kaum muslimin untuk memperoleh informasi mengenai pelaksanaan Ibadah. Haji dengan efektif dan praktis bagi pengguna. Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan sebuah ilmu pengetahuan dan teknologi.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memunculkan berbagai disiplin ilmu yang baru yang salah satunya adalah multimedia dan *Computer Based Instruction (CBI)*. Multimedia adalah suatu sarana (media) yang didalamnya terdapat perpaduan (kombinasi) berbagai bentuk elemen informasi, seperti teks, grafik, animasi, video, interaktif maupun suara sebagai pendukung untuk mencapai tujuannya yaitu menyampaikan informasi atau sekedar memberikan hiburan bagi target audiensnya. *Computer Based Instruction (CBI)* adalah sebuah pembelajaran terprogram yang menggunakan komputer sebagai sarana utama atau alat bantu yang mengkomunikasikan materi kepada pengguna.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui pelaksanaan Ibadah Haji sesuai tuntunan syariat Islam, untuk menguraikan penerapan metode *Computer Based Instruction (CBI)* pada aplikasi pelaksanaan Ibadah Haji berbasis multimedia dan untuk merancang aplikasi panduan manasik haji berbasis multimedia dengan metode *Computer Based Instruction (CBI)*.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu software macromedia flash 8 sebagai tempat merancang aplikasi pembelajaran, pembimbing atau lembaga yang menaungi manasik haji serta buku-buku panduan manasik haji sebagai bahan pembelajaran.

## Metode

### Media Pembelajaran

Media pembelajaran, Media berasal dari kata “Medium” yang berasal dari bahasa latin “Medius” yang berarti “tengah” atau “sedang”. Pengertian media mengarah pada sesuatu yang mengantar/meneruskan informasi (pesan) antara sumber (pemberi pesan) dan penerima pesan (Latuheru, 1988: 9). Menurut McLuhan (1985:2) media merupakan suatu sarana atau channel sebagai perantara antara pemberi pesan kepada penerima pesan. Blacks dan Horalsen (1999:1) juga mempunyai pendapat tentang media. Menurut mereka, media adalah saluran komunikasi atau medium yang digunakan untuk membawa atau menyampaikan suatu pesan dimana medium itu merupakan jalan atau alat dengan suatu pesan yang berjalan antara komunikator ke komunikan. Image Dengan berpedoman pada pendapat di atas maka dapat disimpulkan bahwa media adalah suatu alat atau sarana atau perangkat. Dalam hal ini bisa berupa software atau hardware. Perangkat lunak (software) berisi pesan atau informasi pendidikan yang biasanya disajikan dengan menggunakan peralatan. (Berutu Rellita Sastrina, 2014, Aplikasi Pembelajaran Ipa Untuk Sekolah Dasar Kelas V Sd Dengan Menggunakan Metode Computer Based Instruction (CBI), Pelita Informatika Budidarma, VI:1-4)

### Model-Model Pembelajaran Berbasis Komputer

Azhar Arsyad (2014: 149-157) dan Rusman (2014: 290-320) menyatakan bahwa model-model pembelajaran berbasis komputer dibagi menjadi empat model, yaitu sebagai berikut:

a. Model Drills and Practice

Model Drills adalah model pembelajaran yang dilakukan dengan menanamkan kepada siswa suatu kebiasaan tertentu dalam bentuk latihan (practice). Dengan melakukan latihan terus menerus disertai dengan adanya penambahan kecepatan, ketepatan, kesempurnaan dalam mengerjakan, maka akan mengasah siswa untuk menjadi terbiasa sehingga siswa bisa lebih kuat dalam memberikan tanggapan pada pelajaran.

b. Model Tutorial

Model tutorial pada dasarnya sama dengan model bimbingan, yang bertujuan memberikan bantuan pada siswa agar dapat mencapai hasil belajar secara optimal. Tutorial didefinisikan sebagai bentuk pembelajaran khusus dengan pembimbing yang terqualifikasi, penggunaan mikro 22 komputer untuk tutorial pembelajaran dengan memberikan arahan, bantuan, petunjuk, dan motivasi agar siswa belajar secara efisien dan efektif. Biasanya program ini berisi materi pembelajaran dan soal latihan.

c. Model Simulasi

Model simulasi pada dasarnya merupakan strategi pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret melalui penciptaan tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana sebenarnya dan berlangsung dengan suasana tanpa resiko. Model simulasi adalah model CBI yang menampilkan materi pembelajaran yang dikemas dalam bentuk simulasi-simulasi pembelajaran dalam bentuk animasi yang menjelaskan konten secara menarik, hidup, dan memadukan unsur teks, gambar, audio, gerak dan paduan warna yang serasi dan harmonis.

d. Model *Instructional Games*

Model *Instructional Games* adalah model pembelajaran yang bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang memberikan fasilitas belajar untuk menambah kemampuan siswa melalui bentuk permainan yang mendidik. *Instructional games* tidak menirukan realita namun memiliki karakter yang menyediakan tantangan yang menyenangkan bagi siswa.

Pembelajaran CBI merupakan istilah umum untuk segala kegiatan belajar yang menggunakan komputer, baik sebagian maupun keseluruhan. 23 Dewasa ini CBI berkembang menjadi berbagai macam model, mulai dari CAI (Computer Assist Interaction) kemudian mengalami perbaikan menjadi ICAI (Intelligent Computer Assisted Instruction) dengan dasar orientasi aktivitas yang berbeda muncul pula CAL (Computer Aided Learning), CBL (Computer based learning), CAPA (Computer Assisted Personalized Assigment), ITS (Intelligent Tutoring System) (Rusman 2014: 300). CBI adalah sebuah pembelajaran terprogram yang menggunakan komputer sebagai sarana utama atau alat bantu yang mengkomunikasikan materi kepada siswa dalam bentuk media pembelajaran yang dikemas dalam program komputer yang bertujuan agar proses belajar mengajar dapat berjalan efektif dan efisien (Siregar 2014: 1).

### Computer Based Instructin (CBI)

*Computer Based Instructin* (CBI) merupakan istilah yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran yang menggunakan komputer dalam proses belajar mengajarnya, baik sebagian ataupun keseluruhannya. Pada *Computer Based Instructin* (CBI), komputer menjadi pusat pembelajaran (*center of learning*) dimana siswa berperan lebih aktif dalam mempelajari suatu materi dengan media utama komputer. Dalam hal ini materi pengajaran disusun secara sistematis dan dirancang menggunakan bahasa

pemograman. Perangkat lunak atau *software* animasi (seperti *flash*). Pemograman materi pembelajaran tersebut meliputi penyampaian informasi, pemberian contoh soal, dan tugas-tugas latihan.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Metode pembelajar melalui media buku masih belum cukup untuk memenuhi segala keingintahuan dalam belajar dan butuh waktu dalam pemahaman materi. Selama ini proses belajar dalam pemahaman pelaksanaan Ibadah Haji berlangsung dalam kondisi yang monoton dan membosankan. Materi yang diajarkan hanya diceramahkan tanpa ada upaya melibatkan potensi jamaah untuk berfikir dan memberi respon terhadap pengetahuan yang diberikan.

Agar dapat menyelesaikan permasalahan tersebut, banyak perubahan yang perlu dilakukan agar dapat membuat jamaah memahami pembelajaran pelaksanaan Ibadah Haji. Perubahan yang perlu dilakukan mencakup pengadaan strategi dan metode pembelajaran yang dapat menjadi proses belajar yang lebih baik dan proses pembelajaran yang menyenangkan.

Untuk mengatasi permasalahan pada perancangan aplikasi pembelajaran pelaksanaan Ibadah Haji berbasis multimedia dengan metode *Computer Based Instruction* (CBI) ini didesain semenarik dan sebaik mungkin agar lebih cepat dan lebih mudah dipahami oleh jamaah haji dalam mempelajari pelaksanaan Ibadah Haji.

### **PENERAPAN METODE *Computer Based Instruction* (CBI)**

Pada umumnya aplikasi ini menggunakan metode pembelajaran, belajar tuntas dan berlatih. Selain itu materi pembelajaran dalam metode ini akan disajikan dalam bentuk teks, video, dan audio (*multimedia*). Sistem yang akan dirancang nantinya menggunakan metode *Computer Based Instruction* (CBI) yang dibagi dalam empat komponen yaitu :

#### 1. *Tutorial* (Penjelasan)

Tipe perangkat pengajaran ini digunakan untuk menyampaikan suatu materi pengajaran. Dalam sistem pembelajaran ini komputer bertindak seolah-olah sebagai tutor yang akan memberikan suatu materi pembelajaran kepada jamaah. Dalam tutorial metode yang digunakan adalah metode *Computer Based Instruction* (CBI) dengan metode ini maka aplikasi yang dibuat akan dilengkapi dengan suara.

Pada perancangan media pembelajaran pelaksanaan Ibadah Haji, penyajian materi disusun berdasarkan urutan pokok pembahasan sesuai kebutuhan yang dapat dipelajari oleh jamaah haji. Adapun materi yang dibahas pada pembelajaran ini adalah rukun haji, wajib haji, urutan pelaksanaan haji, dam haji, dan persiapan haji.

#### 1. Rukun Haji

Rukun haji adalah suatu perbuatan yang mesti dilakukan pada saat beribadah haji dan tidak dapat diganti dengan yang lain, walaupun dengan dam. Jika tidak dilakukan maka tidak sah hajinya. Rukun Haji ada 6, yaitu:

- a. Ihram (niat)
- b. Wukuf di Arafah
- c. Thawaf Ifadhah
- d. Sa'i
- e. Tahallul
- f. Tertib

#### 2. Wajib Haji

Wajib haji adalah rangkaian haji yang harus dilakukan. Apabila tidak dilakukan karena udzur, maka haji tetap sah, maka akan membayarat khifarat atau dam, berdosa jika sengaja meninggalkan dengan tidak ada uzur syar'i. Wajib haji adalah:

- a. Ihram Haji dari Miqad
- b. Mabit di Muzdalifah
- c. Mabit di Mina
- d. Melontar Jamrah
- e. Tawaf Wada' bagi yang akan meninggalkan Makkah

#### 3. Urutan Pelaksanaan Haji

Salah satunya tentang pelaksanaan ibadah Haji Tamattu'. Pada tanggal 8 Dzulhijjah jamaah haji yang akan melaksanakan haji tamattu' mempersiapkan hajinya dengan mengambil miqat di pemondokan Makkah, dengan kegiatan sebagai berikut:

- a. Di Makkah
  - b. Di Padang Arafah
  - c. Di Muzdhalifah
  - d. Di Mina
- #### 4. DAM Haji

DAM adalah Denda atau tebusan bagi mereka yang menunaikan haji atau umrah tetapi melakukan pelanggaran ketentuan atau peraturan yang telah ditetapkan. Pelanggaran itu misalnya melakukan

larangan – larangan Ihram atau tidak dapat menyempurnakan wajib haji seperti mabit di Mina atau Muzdalifah. Para Ulama tela sepakat bahwa seseorang yang menunaikan ibadah haji akan dikenakan Dam apabila melakukan antara lain pelanggaran – pelanggaran diantaranya :

- a. Melakukan Haji Qiran atau Tamattu.
- b. Tidak Ihram dari Miqat
- c. Tidak Mabit I di Muzdalifah
- d. Tidak Mabit II di Mina
- e. Tidak melontar Jumrah
- f. Tidak melakukan Tawaf Wada

Ada beberapa jenis jenis DAM antara lain:

- DAM Takhyir Ta'dil
- DAM Takhyir Takdir.  
Membayar denda karena melakukan satu dari larangan-larangan berikut ini :
  - a. Memotong ,mencabut rambut atau bulu badan,
  - b. Mengenakan pakaian terlarang sewaktu ihram
  - c. Memakai minyak wangi pada rambut atau jenggot
  - d. Memawak wewangian pada badan atau pakaian
  - e. Bersetubuh sebelum Tahallul kedua.

Dam yang dikenakan terhadap pelanggaran tersebut adalah memotong seekor kambing atau memberi makan fakir miskin senilai kambing itu atau berpuasa selama 10 hari.

- DAM Tartib Ta'dil  
Membayar denda karena bersetubuh dengan istri sebelum tahallul, yaitu dengan menyembelih seekor unta atau 7 ekor kambing atau memberi makan fakir miskin senilai satu unta atau berpuasa selama 10 hari.
- DAM Tartib Takdir  
Membayar denda karena melakukan salah satu perkara – perkara sebagai berikut ;
  - a. Melakukan Haji Tamattu atau Qiran.
  - b. Tidak melakukan Wukuf di Arafah
  - c. Tidak Melontar Jumrah
  - d. Tidak Mabit di Muzdalifah
  - e. Tidak Mabit di Mina
  - f. Tidak Ihram di Miqat
  - g. Tidak melakukan Tawaf Wada
  - h. Tidak memenuhi nazar yang diikrarkan.

Dam yang dikenakan terhadap pelanggaran tersebut adalah memotong seekor kambing atau memberi makan fakir miskin senilai kambing itu atau berpuasa selama 10 hari.

#### 1. Persiapan Haji

Dalam melaksanakan kegiatan apapun, persiapan merupakan sesuatu yang penting jika kita ingin mendapatkan hasil yang baik. Teristimewa ibadah haji yang mempunyai kedudukan tinggi dalam pandangan Allah SWT. Berdasarkan hadits Rasulullah SAW yang akan memperoleh balasan surga adalah haji mabrur. Predikat mabrur yang melekat pada kata 'haji' tentu memerlukan upaya maksimal. Secara logika, haji mabrur tidak mungkin bisa diperoleh tanpa adanya usaha serius. Usaha tersebut tentu berbentuk persiapan yang harus kita lakukan sebelum kita berangkat ke tanah suci. Pada umumnya persiapan dalam rangka melaksanakan ibadah haji meliputi persiapan jasmani, rohani dan perlengkapan. Hal-hal yang berkaitan dengan persiapan perlengkapan akan disajikan dalam judul tersendiri.

##### a. Persiapan Jasmani

Ibadah haji berbeda dengan ibadah lainnya. Dalam pelaksanaannya melibatkan perpaduan antara kegiatan fisik dan mental. Bahkan tiga kegiatan haji mutlak memerlukan ketangguhan fisik yang prima, yaitu, thawaf, sa'i, dan melontar jumrah. Untuk itu, setiap jemaah haji perlu memperhatikan hal-hal di bawah ini :

- Menciptakan dan memelihara kondisi fisik agar tetap prima dengan memperhatikan makanan yang seimbang.
- Melatih diri dengan berjalan kaki beberapa kilometer setiap pagi agar otot menjadi lentur. Membiasakan berjalan menjadi penting karena pada praktiknya ibadah haji dilakukan dengan berjalan, baik siang maupun malam hari.
- Melatih diri dengan berjalan di bawah terik matahari. Panas di daerah tropis sebenarnya belum seberapa jika dibandingkan dengan panas di Arab Saudi. Meskipun demikian latihan semacam ini dipandang cukup untk menghadapi terik matahari saat menunaikan ibadah haji.

- Memeriksa kesehatan kepada dokter atau rumah sakit terutama jemaah haji yang mempunyai penyakit khusus, seperti penyakit jantung, hipertensi, maag, asma, dan penyakit lainnya.

b. Persiapan Rohani

Jemaah haji perlu secara sadar untuk berniat melakukan persiapan rohani atau mental karena ia akan membersihkan diri dari segala cacat dan cela. Dengan demikian jemaah haji bisa berangkat ke tanah suci dalam keadaan bersih dan suci, terlepas dari segala beban duniawi yang akan memberatkan pikiran selama menjalankan ibadah haji. Usahakan agar perjalanan rohani ini bisa berlangsung dengan baik dan lancar serta berharap ibadah hajinya mendapat ridho Allah SWT.

Dalam rangka berusaha memperoleh haji mabrur, maka kepada calon jemaah haji diharapkan dapat melakukan pendalaman sikap dan tabiat religius berupa ikhlas, sabar, tolong menolong dan uang halal.

- Ikhlas

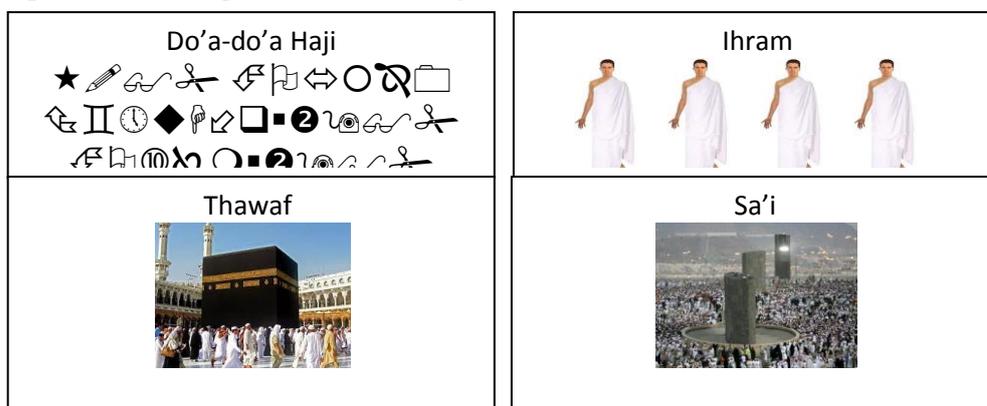
Menunaikan ibadah haji merupakan perintah Allah kepada setiap manusia yang mampu. Luruskan niat dan kobarkan semangat dengan perasaan tulus dan ikhlas bahwa menunaikan ibadah haji hanya karena melaksanakan perintah Allah dan mengharapkan ridho-Nya semata. Hindarkan diri dari perasaan riya, ingin dipuji, takabur, sombong, merasa hebat serta sifat-sifat buruk lainnya.

- Sabar

Sikap sabar amat diperlukan dalam melaksanakan ibadah haji. Sikap ini bahkan mulai diuji begitu seseorang memutuskan untuk berangkat ke tanah suci. Semua urusan memerlukan kesabaran, baik pada saat pembayaran ongkos haji, pemeriksaan kesehatan, pendaftaran, menunggu panggilan untuk pemberangkatan dan lain sebagainya. Di tanah suci apalagi, saat berkumpulnya jutaan jemaah dengan berbagai sifat, tabiat, dan kebiasaan yang berbeda tentu akan ada perilaku yang bisa membuat jemaah marah.

2. Simulasi

model yang digunakan ini akan menampilkan materi pelajaran yang dikemas dalam bentuk simulasi-simulasi pembelajaran dalam bentuk animasi yang menjelaskan konten secara menarik, hidup dan memadukan unsur teks, gambar, audio, gerak, dan paduan warna yang serasi dan menarik agar para jemaah tidak bosan dalam mempelajari pelajaran pelaksanaan Ibadah Haji yang telah penulis rancang. Didalam simulasi ini menampilkan simulasi berupa video, gambar yang bergerak. Pada simulasi ini dapat diketahui bagaimana doa-doa haji, ihram, thawaf ifadhah, dan sa'i.



Gambar 1 Simulasi

3. *Drill and Practise* (latihan dan Praktek)

Jenis ini digunakan untuk menguji tingkat kemampuan jemaah dan mempraktekkan pengetahuan mereka sehingga disesuaikan dengan tingkat kemampuan masing-masing jemaah. Untuk *Drill and Practise*, jemaah akan dilatih dalam mengenal gambar, pengucapan dan penulisan ejaan dari materi pembelajaran pelaksanaan Ibadah Haji yang telah dipersiapkan sebelumnya dalam aplikasi ini.

Di Model *Drills* adalah model pembelajaran yang dilakukan dengan menanamkan kepada jemaah suatu kebiasaan tertentu dalam bentuk latihan (*practice*). Soal yang dibahas sebagai berikut:

1. Arti Haji menurut bahasa ialah...
  - a. Menahan
  - b. Melontar
  - c. Berziarah
  - d. Beragama Islam
2. Salah satu ayat Al-Qur'an yang menjelaskan tentang kewajiban haji adalah....
  - a. Surat Ali Imran, ayat 97
  - b. Surat Al Baqarah, ayat 183
  - c. Surat Al Maidah, ayat 3
  - d. Surat Al Hajj, ayat 27-28
3. Tanggal 10 Dzulhijjah melontar Jamrah Aqabah sebanyak.....
  - a. 7 kali
  - b. 9 kali
  - c. 8 kali
  - d. 10 kali
4. Bagi jemaah haji yang mengambil Nafar Awal, maka meninggalkan Mina pada tanggal....
  - a. 11 Dzulhijjah
  - b. 12 Dzulhijjah



Gambar 3 Tampilan Desain Menu Utama hasil perancangan aplikasi pembelajaran pelaksanaan ibadah haji berbasis multimedia dengan metode *computer based instruction* (CBI).



Gambar 4 Tampilan Menu Utama

### Kesimpulan

Aplikasi ini dapat membantu para calon Jamaah Haji maupun para penyelenggara Ibadah Haji, dalam mempelajari cara-cara pelaksanaan Ibadah Haji, aplikasi ini menyajikan cara pelaksanaan Ibadah Haji dengan informasi yang terkandung didalamnya antara lain teks, video, gambar, narasi, dan animasi teks serta *image* sederhana yang nantinya akan memudahkan calon Jamaah Haji dalam memahami cara-cara pelaksanaan Ibadah Haji yang disampaikan dan hasil akhir penelitian ini berupa aplikasi pembelajaran pelaksanaan Ibadah Haji berbasis multimedia dengan metode *computer based instruction* (CBI).

### DAFTAR PUSTAKA

- Iman Soeharto, 1995. Manajemen Proyek. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Pengestu Subagyo Marwan Asri dan T. Hani Handoko. 1983 Dasar-Dasar Operations Research. Penerbit BPFE - Yogyakarta, Yogyakarta, Edisi 2.
- Kusrini dan Andri Koniyo, 2007. Membangun Sistem Informasi Akuntansi dengan Visual Basin dan Microsoft SQL Server ", Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Yuni Sugiarti, 2013. Analisis & Perancangan UML Generated VB. 6, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, Edisi 1.
- Ketut Darmayuda. 2008, Pemrograman Aplikasi Database dengan Microsoft Visual Basic.Net. Bandung : Informatika.
- Berutu Rellita Sastrina, 2014, Aplikasi Pembelajaran Ipa Untuk Sekolah Dasar Kelas V Sd Dengan Menggunakan Metode Computer Based Instruction (CBI), Pelita Informatika Budidarma, VI:1-4)
- Siregar, A. A. 2014. Aplikasi Pembelajaran Tenses Menggunakan Metode Somputer Based Instruction (CBI). Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI) 4(3): 1-6
- Rusman. 2014. Model-model Pembelajaran : Mengembangkan Profesionalisme Guru. PT RAJAGRAFINDO PERSADA, Jakarta

## PERANCANGAN APLIKASI KOMPRESI DATA DENGAN MENGGUNAKAN METODE SHANNON FANO DENGAN LEVENSTEIN

Dina Hasni Lubis

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Kompresi merupakan suatu proses untuk mengecilkan data dari ukuran aslinya. Kompresi data bertujuan untuk mengurangi jumlah bit yang digunakan untuk menyimpan dan mengirim informasi. Selain itu juga membantu mempercepat proses mengirim file dari satu media ke media lain nya, di mana pada saat sekarang ini dikembangkan cloud computing yaitu sebuah media penyimpanan yang terdapat pada media online yang dapat diakses dimana saja dengan memerlukan koneksi internet. Dalam kompresi data ada dua metode yang digunakan yaitu metode Shannon fano dan levenstein. Metode Shannon fano metode yang mengkodekan simbol secara efektif. Metode levenstein adalah metode yang menentukan kode yang sediki diketahui untuk bilangan bulat non negatif. Metode ini dapat mengkompres hasil data dengan menentukan nilai yang optimal.

**Kata Kunci :** kompresi ,media online, metode Shannon Fano, metode Levenstein

### PENDAHULUAN

Pada saat ini aplikasi kompresi yang sering digunakan adalah WinZip, WinRar, dan 7-Zip, yaitu dengan tujuan memampatkan dokumen dan menghemat ruang pada memori atau transmisi data. Data yang dikompresikan akan melalui proses dengan waktu yang relatif, artinya proses kompresi tergantung pada ukuran data, semakin besar ukuran data maka semakin lama pula proses kompresinya. Ukuran data yang besar akan mempengaruhi kecepatan pada proses pengkompresan, untuk data yang lebih kecil tentunya proses akan lebih cepat.

Untuk mengetahui metode Kompresi yang Efektif. Dalam tulisan ini metode Kompresi yang digunakan adalah metode Shannon Fano dan Levenstein yang telah dimodifikasi. Dengan menggunakan metode Levenstein dilakukan dengan mengetahui Frekuensi dari setiap simbol pada sebuah string. Frekuensi ini kemudian akan diurutkan dan dibagi sehingga diperoleh kode untuk setiap simbol. Untuk simbol-simbol yang berulang (yang mempunyai tingkat frekuensi yang tinggi) akan dihasilkan kode yang lebih pendek. Pada Metode Levenstein Kompresi dilakukan dengan mengetahui Frekuensi dari setiap simbol pada sebuah string. Kemudian Frekuensi akan diurutkan secara descending order. Perolehan  $n$  untuk setiap simbol yang diperoleh dari penomoran secara descending order inilah yang kemudian akan dikodekan dengan  $n-1$  bit 1 diikuti satu bit 0. Untuk simbol terakhir, perolehan kode dengan metode Levenstein akan dimodifikasi, yaitu  $n-1$  bit 1 tanpa diikuti satu bit 0. Setelah proses Kompresi selesai, maka akan diperoleh ukuran file yang telah dikompresi, rasio Kompresi, dan redundancy dan waktu Kompresi untuk masing-masing metode. Rasio Kompresi, redundancy, dan waktu. Penelitian bertujuan Mengkompresi file agar ukuran lebih kecil dari ukuran aslinya, Menerapkan metode Shannon Fano dengan Levenstein untuk kompresi file dengan hasil yang baik dan Merancang aplikasi pengkompresi pada file dokumen dengan Microsoft Visual Basic .Net 2008.

Untuk mengetahui metode Kompresi yang Efektif. Dalam tulisan ini metode Kompresi yang digunakan adalah metode Shannon Fano dan Levenstein yang telah dimodifikasi. Dengan menggunakan metode Levenstein dilakukan dengan mengetahui Frekuensi dari setiap simbol pada sebuah string. Frekuensi ini kemudian akan diurutkan dan dibagi sehingga diperoleh kode untuk setiap simbol. Untuk simbol-simbol yang berulang (yang mempunyai tingkat frekuensi yang tinggi) akan dihasilkan kode yang lebih pendek.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu software Visual Basic.Net 2008 yang digunakan sebagai tempat merancang aplikasi kompresi data jenis data yang akan dikompresi adalah teks (.txt),

#### Metode

##### Kompresi Data

Kompresi data di dalam konteks ilmu komputer adalah merupakan ilmu atau seni dalam merepresentasikan informasi yang terdapat pada data ke dalam suatu bentuk yang lebih padat (kecil) (Pandi urib, 2006). Perkembangan komputer dan multimedia mengakibatkan kompresi data menjadi hal yang sangat penting dan berguna dalam teknologi pada saat sekarang ini. Solomon (2010) mengemukakan definisi kompresi data adalah proses yang mengkonversi sebuah masukan berupa aliran

data (*the source* atau data asli mentah) menjadi suatu aliran data lain (*the Output*, aliran bit, atau aliran sudah dikompres) yang memiliki ukuran lebih kecil. Aliran data (stream) dapat berupa sebuah *file* atau *buffer* pada memori. Data dalam konteks kompresi data melingkupi segala bentuk digital dari informasi, yang dapat diproses oleh sebuah program komputer. Bentuk dari informasi tersebut secara luas dapat diklasifikasikan sebagai teks, suara, gambar dan video.

**Metode Shannon Fano**

Metode pertama yang dikenal untuk mengkodekan simbol secara efektif adalah Shannon Fano. Claude Shannon di Bell Labs dan R M Fano di MIT mengembangkan metode ini secara bersamaan. Pada metode Shannon Fano kompresi dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan membangun pohon biner dan dengan membangun tabel pembagian berdasarkan probabilitas pada setiap simbol. Pada tugas akhir ini, kompresi dilakukan dengan membangun tabel pembagian berdasarkan probabilitas setiap simbol pada *file* teks. Metode ini dapat dilakukan dengan mengetahui probabilitas dari setiap simbol kemunculan simbol pada sebuah pesan. Dengan mengetahui probabilitas, sebuah tabel kode dapat dibangun dengan properti sebagai berikut:

1. Setiap simbol yang berbeda memiliki kode yang berbeda.
2. Simbol dengan probabilitas kemunculan yang lebih kecil memiliki kode panjang bit yang lebih panjang dan simbol dengan probabilitas yang lebih besar memiliki panjang bit yang lebih pendek.
3. Meskipun kode yang dihasilkan memiliki panjang bit yang berbeda dengan kode pada karakter asli, tetapi dapat didekodekan secara unik (Nelson, 1996).

Berikut adalah langkah-langkah dalam metode Shannon Fano (Nelson, 1996):

1. Buatlah daftar probabilitas atau kehadiran setiap simbol dari data (pesan yang akan dikodekan).
2. Urutkanlah daftar tersebut menurut frekuensi kehadiran simbol secara menurun (dari simbol yang frekuensi kemunculannya paling banyak sampai simbol dengan frekuensi kemunculan paling sedikit).
3. Bagilah daftar tersebut menjadi dua bagian dengan pembagian didasari pada jumlah total frekuensi suatu bagian (disebut bagian atas) sedekat mungkin dengan jumlah frekuensi dengan bagian yang lain (disebut bagian bawah).
4. Daftar bagian atas dengan digit 0 dan bagian bawah dinyatakan dengan digit 1. Hal tersebut berarti kode untuk simbol-simbol pada bagian atas akan dimulai dengan 0 dan kode untuk simbol-simbol pada bagian bawah akan dimulai dengan 1.
5. Lakukanlah proses secara rekursif langkah 3 dan 4 pada bagian atas dan bawah. Bagilah menjadi kelompok-kelompok dan tambahkanlah bit-bit pada kode sampai setiap simbol memperoleh kode.

Berikut merupakan sebuah string yang terdiri dari simbol-simbol sebagai berikut: AAABBBCCDDAAAEAAAABDDAAACCEEBBCCDDAAA. Tabel di bawah ini merupakan simbol A, B, C, D, dan E dan kode yang diperoleh untuk setiap simbol dengan menggunakan metode Shannon Fano.

Tabel 1 Tabel Shannon Fano

| Simbol | Kode |
|--------|------|
| A      | 00   |
| B      | 01   |
| C      | 10   |
| D      | 110  |
| E      | 111  |

1. Langkah pertama yang harus dilakukan untuk memperoleh kode adalah dengan membuat daftar probabilitas atau frekuensi dari setiap simbol.

Tabel 2 Tabel Frekuensi Simbol

| Simbol | Frekuensi |
|--------|-----------|
| A      | 15        |
| B      | 7         |
| C      | 6         |
| D      | 6         |
| E      | 5         |

2. Urutkanlah daftar tersebut menurut frekuensi kehadiran simbol secara menurun (dari simbol yang frekuensi kemunculannya paling banyak sampai simbol dengan frekuensi kemunculan paling sedikit).

Tabel 3 Tabel Frekuensi

| Simbol | Frekuensi |
|--------|-----------|
| A      | 15        |
| B      | 7         |
| C      | 6         |
| D      | 6         |

|       |    |
|-------|----|
| E     | 5  |
| Total | 39 |

3. Bagilah daftar tersebut menjadi dua bagian dengan pembagian didasari pada jumlah total frekuensi suatu bagian (disebut bagian atas) sedekat mungkin dengan jumlah frekuensi dengan bagian yang lain (disebut bagian bawah).

Tabel 4 Tabel Pembagian Frekuensi

| Simbol | Frekuensi |
|--------|-----------|
| A      | 15        |
| B      | 7         |
| C      | 6         |
| D      | 6         |
| E      | 5         |

4. Daftar bagian atas dengan digit 0 dan bagian bawah dinyatakan dengan digit 1. Hal tersebut berarti kode untuk simbol-simbol pada bagian atas akan dimulai dengan 0 dan kode untuk simbol-simbol pada bagian bawah akan dimulai dengan 1.

Tabel 5 Tabel Pembentukan Kode Shannon Fano

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 15        | 0    |
| B      | 7         | 0    |
| C      | 6         | 1    |
| D      | 6         | 1    |
| E      | 5         | 1    |

5. Lakukanlah proses secara rekursif langkah 3 dan 4 pada bagian atas dan bawah. Bagilah menjadi kelompok-kelompok dan tambahkanlah bit-bit pada kode sampai setiap simbol memperoleh kode.

**Pembagian Pertama**

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa diperoleh total frekuensi sebesar 39. Tabel di atas kemudian dibagi menjadi 2 berdasarkan total frekuensi bagian atas sedekat mungkin dengan total frekuensi bagian bawah. Pembagian tersebut menghasilkan simbol A dan B menjadi bagian atas dengan total frekuensi 22. Sedangkan total frekuensi C,D, dan E adalah 17. Simbol A dan B akan dimulai dengan 0 sedangkan C,D, dan E dimulai dengan kode 1.

Tabel 6 Tabel Pembentukan Pembagian Pertama

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 15        | 0    |
| B      | 7         | 0    |
| C      | 6         | 1    |
| D      | 6         | 1    |
| E      | 5         | 1    |

**Pembagian Kedua**

Pembagian kedua dilakukan dengan membagi dua frekuensi A dan B. A merupakan bagian atas dengan total 15 dan B bagian bawah dengan total 7. Dari pembagian tersebut diperoleh kode untuk simbol A, yaitu 00 dan kode untuk simbol B, yaitu 01

Tabel 7 Tabel Pembagian Kedua

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 15        | 00   |
| B      | 7         | 01   |
| C      | 6         | 1    |
| D      | 6         | 1    |
| E      | 5         | 1    |

**Pembagian Ketiga**

Pembagian ketiga dilakukan dengan membagi dua frekuensi simbol C dengan total 6 dengan simbol D dan E dengan total 11. Diperoleh kode untuk simbol C, yaitu 10.

Tabel 8 Tabel Pembagian Ketiga

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 15        | 00   |
| B      | 7         | 01   |
| C      | 6         | 10   |
| D      | 6         | 11   |
| E      | 5         | 11   |

**Pembagian Keempat**

Pembagian keempat dilakukan dengan membagi dua frekuensi D dengan total 6 dan E dengan total 5. Sehingga diperoleh kode untuk D, yaitu 110 dan E, yaitu 111.

Tabel 9 Tabel Pembagian Ketiga

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 15        | 00   |
| B      | 7         | 01   |
| C      | 6         | 10   |
| D      | 6         | 110  |
| E      | 5         | 111  |

**Algoritma Levenstein**

Kode yang sedikit diketahui untuk bilangan bulat non-negatif ini digagas pada tahun 1968 oleh Vladimir Levenshtein. Baik *encoding* dan *decoding* adalah proses multi langkah (Salomon, 2007). Levenstein kode untuk nol adalah 0 tunggal. Untuk kode angka positif *n*.

Berikut adalah langkah *encode*-nya(Salomon, 2007):

1. Set angka pertama dari *C* dengan 1. Letakkan kode-sejauh-ini pada string kosong.
2. Ambil nilai biner dari *n* tanpa angka 1 di awal dan tambahkan pada kodesejauh-ini.
3. Nyatakan *M* sebagai jumlah bit yang ditambahkan pada tahap 2.
4. Jika *M* ≠ 0, tambah an *C* dengan 1 dan lakukan langkah 2 kembali, tetapi dengan nilai *M*, bukan *n*. 5. Jika *M* = 0, tambahkan 1 diikuti dengan 0 pada *C* ke kode-sejauh-ini dan berhenti.

Untuk contoh kasus, kita anggap *n* = 18. Nilai biner dari 18 adalah 10010, kita ambil 0010 dan tambahkan dibelakang 1. Tambahkan 1 pada kode, kemudian hitung jumlah karakter pada 0010, kita dapatkan 4. Tambahkan kembali 1, Ambil nilai 00, tambahkan di belakang penambahan tadi. Ulangi langkah tersebut sampai kita dapati nilai *M* = 0, kemudian tambahkan 10. Sehingga 18 pada kode Levenstein adalah 11110000010.

Tabel 10 Tabel Levenstein

| N | Kode Levenstein | n  | Kode Levenstein  |
|---|-----------------|----|------------------|
| 0 | 0               | 9  | 11100 1 001      |
| 1 | 10              | 10 | 11100 1 010      |
| 2 | 110 0           | 11 | 11100 1 011      |
| 3 | 110 1           | 12 | 11100 1 100      |
| 4 | 1110 0 00       | 13 | 11100 1 101      |
| 5 | 1110 0 01       | 14 | 11100 1 110      |
| 6 | 1110 0 10       | 15 | 11100 1 111      |
| 7 | 1110 0 11       | 16 | 111100 1 00 0000 |
| 8 | 11100 1 000     | 17 | 111100 1 00 0001 |

*Decoding* dilakukan sebagai berikut(Salomon, 2007):

1. Set *C* dengan jumlah berturut-turut angka1 sebelum angka 0 yang pertama.
2. Jika *C* = 0, nilai di-*decode* adalah nol, berhenti.
3. Set *N* = 1, dan ulangi langkah 4 (*C*-1) kali.
4. Baca *N* bit, tambahkan 1, dan tetapkan hasil bitstring ke *N* (dengan demikian menghapus nilai sebelumnya dari *N*). String ditugaskan untuk *N* dalam iterasi terakhir adalah nilai *decode*-nya. Sebagai contoh kita ambil kode Levenstein 11110|0|00|0010. *Decoder* pertama menghitung jumlah 1 sebelum 0 dan menemukan bahwa ada 4 iterasi. Kemudian baca 0 dan tambahkan awalan 1 menjadi 10. *Decode* 10 dan menemukan bahwa jumlah bit dalam representasi biner dari panjang *codeword* sama dengan 2. Kemudian baca 00 dan tambahkan awalan 1 menjadi 100. Artinya bahwa panjang representasi biner sama dengan 4. Akhirnya, baca 0111, tambah awalan 1 dan *decode* 10111, yaitu 23.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pemampatan data merupakan suatu cara penggambaran sumber data digital seperti file teks, gambar, suara atau kombinasi apa saja dari tipe ini dengan sedikit jumlah bit yang bertujuan untuk mengurangi ukuran file sebelum menyimpan atau memindahkan data tersebut ke dalam media penyimpanan.

Algoritma ini dimulai dengan memberikan rangkaian string sebagai masukan, bagaimana menghasilkan keluaran algoritma berupa string biner atau kode yang menterjemahkan setiap string masukan agar string tersebut mempunyai jumlah bit yang sedikit dibandingkan dengan string yang tidak dimampatkan. Dengan demikian, masalahnya adalah bagaimana memperoleh kode tersebut dengan karakter yang telah diurutkan dan tabel frekuensinya sebagai masukan dan kode biner yang lebih pendek sebagai keluaran. Untuk memperoleh kode dengan jumlah bit yang lebih sedikit tersebut dapat

digambarkan dengan pohon biner 0-1, di mana semua karakter disimbolkan sebagai daun dan kode untuk setiap karakter terdiri dari rangkaian angka 0 dan 1 yang diperoleh dengan menuruni pohon dari akar ke daun. Kode yang lebih pendek berada pada daun dengan tingkat terendah dan kode yang panjang berada pada daun dengan tingkat tertinggi. Ada dua cara untuk membangun pohon biner yaitu menggunakan algoritma Shannon-Fano.

**Shannon Fano**

Suatu metode yang dikenal pertama kali mampu melakukan pengkodean terhadap simbol secara efektif adalah metode Shannon-Fano. Metode ini dikembangkan secara bersamaan oleh Claude Shannon dan Bell Labs dan RM Fano dari MIT. Metode ini bergantung pada probabilitas dari setiap simbol yang muncul pada suatu data (pesan). Berdasarkan probabilitas tersebut kemudian dibentuk daftar kode untuk setiap simbol dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Setiap simbol berbeda memiliki kode berbeda.
2. Simbol dengan probabilitas kehadiran yang lebih rendah memiliki kode jumlah bit yang lebih panjang dan simbol dengan probabilitas yang lebih tinggi memiliki jumlah yang lebih pendek.
3. Meskipun memiliki panjang kode yang berbeda, simbol tetap dapat dikodekan secara unik.

Berikut adalah langkah-langkah dalam algoritma Shannon-Fano:

1. Buatlah daftar peluang atau kehadiran setiap simbol dari data (pesan yang akan dikodekan).
2. Urutkanlah daftar tersebut menurut frekuensi kehadiran simbol secara menurun (dari simbol yang frekuensi kemunculannya paling banyak sampai simbol dengan frekuensi kemunculan paling sedikit).
3. Bagilah daftar tersebut menjadi dua bagian dengan pembagian didasari pada jumlah total frekuensi suatu bagian (disebut bagian atas) sedekat mungkin dengan jumlah frekuensi dengan bagian yang lain (disebut bagian bawah).
4. Daftar bagian atas dengan digit 0 dan bagian bawah dinyatakan dengan digit 1. Hal tersebut berarti kode untuk simbol-simbol pada bagian atas akan dimulai dengan 0 dan kode untuk simbol-simbol pada bagian bawah akan dimulai dengan 1.
5. Lakukanlah proses secara rekursif langkah 3 dan 4 pada bagian atas dan bawah. Bagilah menjadi kelompok-kelompok dan tambahkanlah bit-bit pada kode sampai setiap simbol memperoleh kode.

Berikut disajikan suatu contoh pengkodean Shannon Fano. File Teks yang akan dikodekan:BBCEEDDBEEDDDAAAAACCDAAAABBBAAABBBBAAAABBBAAAACCCCDFFFGHHGGH HIIJIIJ.

Berikut adalah daftar frekuensi kemunculan simbol pada pesan yang telah diurutkan secara menurun berdasarkan frekuensi kemunculan.

Tabel 11 Tabel Frekuensi

| Simbol          | Frekuensi |
|-----------------|-----------|
| A               | 20        |
| B               | 13        |
| C               | 8         |
| D               | 6         |
| E               | 4         |
| H               | 4         |
| F               | 3         |
| G               | 3         |
| I               | 3         |
| J               | 3         |
| Total Frekuensi | 67        |

- a. Pembagian Pertama Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa diperoleh total frekuensi sebesar 67. Tabel diatas kemudian dibagi menjadi 2 didasari pada total frekuensi bagian atas sedekat mungkin dengan total frekuensi bagian bawah. Pembagian tersebut menghasilkan simbol A dan B menjadi bagian atas dengan total frekuensi 33. Sedangkan, C, D, E, F, G, H, I, dan J menjadi bagian bawah dengan total frekuensi 34, sehingga simbol A dan B akan dimulai dengan kode 0, sedangkan C,D, E, F, G, H, I dan J dimulai dengan kode 1.

Tabel 12 Tabel Pembagian Pertama

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 20        | 0    |
| B      | 13        | 0    |
| C      | 8         | 1    |
| D      | 6         | 1    |
| E      | 4         | 1    |

|   |   |   |
|---|---|---|
| H | 4 | 1 |
| F | 3 | 1 |
| G | 3 | 1 |
| I | 3 | 1 |
| J | 3 | 1 |

- b. Pembagian Kedua Pembagian kedua dilakukan dengan membagi dua frekuensi simbol A dan B. A merupakan bagian atas dengan total 20 dan B bagian bawah dengan total 13. Sehingga simbol A diberi kode 0 dan simbol B diberi kode 1. Dari pembagian tersebut diperoleh kode untuk simbol A, yaitu 00 dan kode untuk simbol B yaitu 01.

Tabel 13 Tabel Pembagian Kedua

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 20        | 01   |
| B      | 13        | 01   |
| C      | 8         | 1    |
| D      | 6         | 1    |
| E      | 4         | 1    |
| H      | 4         | 1    |
| F      | 3         | 1    |
| G      | 3         | 1    |
| I      | 3         | 1    |
| J      | 3         | 1    |

- c. Pembagian Ketiga Pembagian ketiga dilakukan dengan membagi dua frekuensi simbol C, D, E dan H, F, G, I, J. C, D, E merupakan bagian atas dengan total 18 dan H, F, G, I, J bagian bawah dengan total 16. Sehingga simbol C, D, E diberi kode 0 dan simbol H, F, G, I, J diberi kode 1.

Tabel 14 Tabel Pembagian Ketiga

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 20        | 00   |
| B      | 13        | 01   |
| C      | 8         | 10   |
| D      | 6         | 10   |
| E      | 4         | 10   |
| H      | 4         | 10   |
| F      | 3         | 10   |
| G      | 3         | 10   |
| I      | 3         | 10   |
| J      | 3         | 10   |

- d. Pembagian Keempat Pembagian keempat dilakukan dengan membagi dua frekuensi simbol C merupakan bagian atas dengan total 8 dan D,E bagian bawah dengan total 10. Sehingga simbol C diberi kode 0 dan simbol D dan E diberi kode 1. Sehingga diperoleh kode untuk simbol C, yaitu 100.

Tabel 15 Tabel Pembagian Keempat

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 20        | 00   |
| B      | 13        | 01   |
| C      | 8         | 100  |
| D      | 6         | 101  |
| E      | 4         | 101  |
| H      | 4         | 11   |
| F      | 3         | 11   |
| G      | 3         | 11   |
| I      | 3         | 11   |
| J      | 3         | 11   |

- e. Pembagian Kelima Pembagian kelima dilakukan dengan membagi dua frekuensi simbol D merupakan bagian atas dengan total 6 dan E bagian bawah dengan total 4. Sehingga simbol D diberi kode 0 dan simbol E diberi kode 1. Sehingga diperoleh kode untuk simbol D, yaitu 1010 dan kode untuk simbol E, yaitu 1011.

Tabel 16 Tabel Pembagian Kelima

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 20        | 00   |
| B      | 13        | 01   |

|   |   |      |
|---|---|------|
| C | 8 | 100  |
| D | 6 | 1010 |
| E | 4 | 1011 |
| H | 4 | 11   |
| F | 3 | 11   |
| G | 3 | 11   |
| I | 3 | 11   |
| J | 3 | 11   |

- f. Pembagian Keenam Pembagian keenam dilakukan dengan membagi dua frekuensi simbol H dan F merupakan bagian atas dengan total 7 dengan G,I, dan J bagian bawah dengan total 9. Barisan simbol H dan F diberi kode 0 dan simbol G,I, dan J diberi kode 1.

Tabel 17 Tabel Pembagian Keenam

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 20        | 00   |
| B      | 13        | 01   |
| C      | 8         | 100  |
| D      | 6         | 1010 |
| E      | 4         | 1011 |
| H      | 4         | 110  |
| F      | 3         | 110  |
| G      | 3         | 110  |
| I      | 3         | 110  |
| J      | 3         | 110  |

- g. Pembagian ketujuh Pembagian ketujuh dilakukan dengan membagi dua frekuensi simbol H merupakan bagian atas dengan total 4 dengan F bagian bawah dengan total 3. Barisan simbol H diberi kode 0 dan simbol F diberi kode 1. Sehingga diperoleh kode untuk simbol H, yaitu 1100 dan kode untuk simbol F, yaitu 1101

Tabel 18 Tabel Pembagian Ketujuh

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 20        | 00   |
| B      | 13        | 01   |
| C      | 8         | 100  |
| D      | 6         | 1010 |
| E      | 4         | 1011 |
| H      | 4         | 1100 |
| F      | 3         | 1101 |
| G      | 3         | 111  |
| I      | 3         | 111  |
| J      | 3         | 111  |

- h. Pembagian Kedelapan Pembagian kedelapan dilakukan dengan membagi dua frekuensi simbol G merupakan bagian atas dengan total 3 dengan I dan J bagian bawah dengan total 6. Barisan simbol G diberi kode 0 dan simbol I dan J diberi kode 1. Sehingga diperoleh kode untuk simbol G, yaitu 1110

Tabel 19 Tabel Pembagian Kedelapan

| Simbol | Frekuensi | Kode |
|--------|-----------|------|
| A      | 20        | 00   |
| B      | 13        | 01   |
| C      | 8         | 100  |
| D      | 6         | 1010 |
| E      | 4         | 1011 |
| H      | 4         | 1100 |
| F      | 3         | 1101 |
| G      | 3         | 1110 |
| I      | 3         | 1111 |
| J      | 3         | 1111 |

- i. Pembagian Kesembilan Pembagian kesembilan dilakukan dengan membagi dua frekuensi simbol I merupakan bagian atas dengan total 3 dengan J bagian bawah dengan total 3. Barisan simbol I diberi kode 0 dan simbol J diberi kode 1. Sehingga diperoleh kode untuk simbol I, yaitu 11110 dan kode untuk simbol J, yaitu 11111.

Tabel 20 Tabel Pembagian Kesembilan

| Simbol | Frekuensi | Kode  |
|--------|-----------|-------|
| A      | 20        | 00    |
| B      | 13        | 01    |
| C      | 8         | 100   |
| D      | 6         | 1010  |
| E      | 4         | 1011  |
| H      | 4         | 1100  |
| F      | 3         | 1101  |
| G      | 3         | 1110  |
| I      | 3         | 11110 |
| J      | 3         | 11117 |

Kode yang diperoleh untuk setiap dapat dilihat pada tabel di bawah ini:  
Tabel 21 Tabel Hasil Pengkodean

| Simbol | Frekuensi | Kode  |
|--------|-----------|-------|
| A      | 20        | 00    |
| B      | 13        | 01    |
| C      | 8         | 100   |
| D      | 6         | 1010  |
| E      | 4         | 1011  |
| H      | 4         | 1100  |
| F      | 3         | 1101  |
| G      | 3         | 1110  |
| I      | 3         | 11110 |
| J      | 3         | 11111 |

Hasil perhitungan ukuran *file* setelah dikompresi dapat dilihat pada tabel di bawah ini.  
Tabel 22 Tabel Perhitungan

| Simbol | Frekuensi | Kode  | Panjang Kode | Total Bit (Panjang Kode x Frekuensi) |
|--------|-----------|-------|--------------|--------------------------------------|
| A      | 20        | 00    | 2            | 40                                   |
| B      | 13        | 01    | 2            | 26                                   |
| C      | 8         | 100   | 3            | 24                                   |
| D      | 6         | 1010  | 4            | 24                                   |
| E      | 4         | 1011  | 4            | 16                                   |
| H      | 4         | 1100  | 4            | 16                                   |
| F      | 3         | 1101  | 4            | 12                                   |
| G      | 3         | 1110  | 4            | 12                                   |
| I      | 3         | 11110 | 5            | 15                                   |
| J      | 3         | 11111 | 5            | 15                                   |
| Total  | 67        |       |              | 200                                  |

Tabel di atas menunjukkan kode dari setiap simbol yang ada pada pesan. Berdasarkan tabel tersebut total bit yang dibutuhkan untuk mewakili pesan diatas adalah 200 bit. Sedangkan bila menggunakan ASCII 8 bit, dibutuhkan 67 x 8 bit = 536 bit, sehingga kompresi rasionya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Rasio Kompresi} &= 200/536 \times 100\% = 37,31 \\ \text{Sedangkan } \textit{redundancy} \text{ datanya adalah:} \\ \text{Redudancy} &= (536-200)/536 \times 100\% = 62\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode Shannon Fano deretan string

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metode Shannon Fano deretan string:

BBCEEDDBEEDDDAAAAACCDAAAABBBAAABBBBAAAABBBAAAACCCC CDDFFFGHHGGHHIILJJJ dapat dikompresi menjadi 37,31 %

**Lavenstein**

Berikut akan ditampilkan proses kompresi data sebagai berikut “ KUKU KAKI KAKAK KAKEKKU KAKU”

Konversi data menjadi *string* bit

“10110110110111100001011001011100011110000101100101100101110000101100  
101110010101011011110000101100101101”.

Tabel 23 Tabel Hasil Perhitungan

| Char      | Levenstein | Bit | Frek | Bit x Frek |
|-----------|------------|-----|------|------------|
| K         | 10         | 2   | 13   | 26         |
| A         | 1100       | 4   | 5    | 20         |
| U         | 1101       | 4   | 4    | 16         |
| Sp        | 1110000    | 7   | 4    | 28         |
| I         | 1110001    | 7   | 1    | 7          |
| E         | 1110010    | 7   | 1    | 7          |
| Total Bit |            |     |      | 104        |

Sebelum ditulis ke sebuah *file* hasil kompresi dilakukan penambahan bit-bit *padding* dan *flagging* diakhir *string* bit. Bit-bit itu dihasilkan dari panjang *string* bit itu sendiri apakah habis dibagi tujuh dan berapa sisanya jika dibagi tujuh. Karena jumlah *string* bit 104 tidak habis dibagi tujuh dan sisanya adalah enam. Maka dapat dibuat *padding* “0” dan *flagging*nya adalah “0000001” menjadi “0000001”.

Sehingga total bit seluruhnya setelah penambahan *padding* dan *flagging* adalah 112 bit.

Dari hasil kompresi dengan Levenstein di atas dapat dihitung kinerja kompresinya yaitu:

- a. Ratio Of Compression (RC)

$$Rc = \frac{\text{Ukuran data sebelum dikompresi}}{\text{Ukuran data setelah dikompresi}}$$

$$Rc = \frac{224 \text{ bit}}{204 \text{ bit}}$$

$$Rc = 2.2$$

- b. Compression Ratio (CR)

$$Cr = \frac{\text{Ukuran data setelah dikompresi}}{\text{Ukuran data sebelum dikompresi}} \times 100\%$$

$$Cr = \frac{104 \text{ bit}}{224 \text{ bit}} \times 100\%$$

$$Cr = 46,42\%$$

- c. Redudancy (RD)

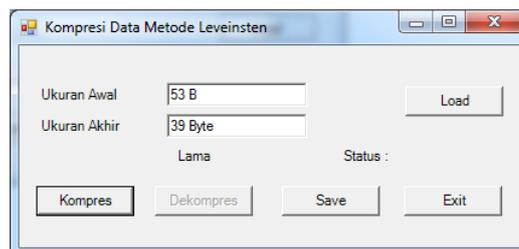
$$Rd = 100\% - Cr$$

$$Rd = 100\% - 46,42\%$$

$$Rd = 53,58\%$$

### Tampilan Kompresi *Leveinsten*

Pada saat membuka *file* yang akan dikompresi, maka kita akan memilih tombol pada *Load*, akan muncul tampilan yang bertuliskan “*silahkan pilih file*”, setelah itu memilih *file* yang berformat “*test.txt*” karena yang akan bisa dibuka hanya *file* yang berekstensi \*.*txt*, dan terakhir untuk proses kompresi. Setelah memilih *file* yang akan dikompresi, maka kita dapat melakukan proses kompresi dengan memilih *button* “*Kompres*”. Berikut ini adalah tampilan untuk melakukan proses kompresi pada gambar dibawah ini :



Gambar 1 Tampilan *Load File* Kompresi

### Tampilan Dekompresi *Leveinsten*

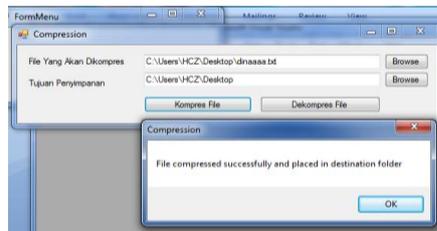
Form ini digunakan untuk proses dekompresi. Dimana dalam form ini terlebih dahulu memilih file hasil kompresi sebagai file yang akan dioperasikan. Adapun form tersebut dapat dilihat pada form dibawah ini.



Gambar 2 Tampilan *Load File* Dekompresi

### Tampilan Kompresi *Shannon Fano*

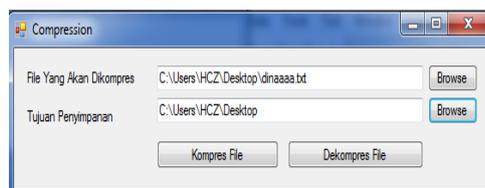
Form ini digunakan untuk proses kompresi. Dimana dalam form ini terlebih dahulu memilih file yang akan dikompresi sebagai file yang akan dioperasikan. Adapun form tersebut dapat dilihat pada form dibawah ini



Gambar 3 Tampilan Proses Kompresi *Shannon Fano*

### Tampilan Dekompresi *Shannon Fano*

Form ini digunakan untuk proses dekompresi. Dimana dalam form ini terlebih dahulu memilih file hasil kompresi sebagai file yang akan dioperasikan. Adapun form tersebut dapat dilihat pada form dibawah ini



Gambar 4 Tampilan Proses Dekompresi *Shannon Fano*

## KESIMPULAN

Pada Kompresi dengan menggunakan kode *Shannon Fano* akan lebih optimal jika variasi karakter dari informasi tersebut tidak terlalu banyak walaupun frekuensinya tinggi karena pohon *Shannon Fano* yang akan terbentuk tidak terlalu panjang sehingga kode *Shannon Fano* yang mewakili karakter tersebut menjadi lebih singkat, Program kompresi *file* yang diterapkan kedalam bahasa pemrograman *Visual Basic .Net 2008* cukup bagus dalam proses kompresi maupun dekompresi *file* dan Nilai rasio kompresi dipengaruhi oleh isi dari *file* yang dikompresi. Semakin banyak pengulangan karakter pada suatu *file* yang dikompresi maka semakin tinggi pula rasio kompresinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Pandi Urih.2006. Kompresi Data Dalam Bentuk Ilmu Komputer  
Nelson, 1996, Pengguna Jenis Ilmu Komputer  
Saloman Dan Motta. 2010. Pengukur Kinerja Kompresi Data.  
Bell Labs Dan R M Fanno. Pengguna Metode Shannon Fano  
Viadimir Levenstein Dan Salomon. 2007. Pengguna Algoritma Levenstein.  
Sudewa. 2003. Perancang Untuk Di Manipulasi Secara Konsisten Oleh Komputer.  
Widodo Pudjo Prabowo. 2011. Menggunakan *UML*. Informatika. Bandung.  
Prabowo Pudjo Widodo Herlawati, Pengguna Use Case Diagram  
Hendrayudi, 2011. Pengguna Visual Basic Net. *IDE 2008*.

**PERANCANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN SENI BUDAYA BATAK  
SIMALUNGUN MENGGUNAKAN METODE *COMPUTER ASSISTED  
INSTRUCTION (CAI)* DI SEKOLAH DASAR  
(STUDI KASUS : “SD NEGERI 091431 KEC.  
SIDAMANIK, KAB. SIMALUNGUN)**

**Simon Samosir**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpj87@gmail.com](mailto:iqbalpj87@gmail.com)

**Abstrak,** Seni Budaya Batak Simalungun tidak dapat mengikuti dan ketinggalan akan pelajaran tersebut Sehingga diperlukan terobosan terbaru untuk menyajikan materi pembelajaran seni budaya batak simalungun semenarik mungkin dan siswa dapat mempelajari kapan saja CAI (computer Assisted instruction) merupakan pengembangan dari teknologi informasi terpadu yaitu komunikasi (interaktif), audio, video, penampilan citra (image) yang dikemas dengan sebutan teknologi multimedia. Pemanfaatan komputer sebagai sarana pembelajaran dapat memberikan pengaruh yang sangat positif, perkembangan teknologi pembelajaran juga memiliki sifat yang interaktif. Aplikasi yang dirancang menggunakan Macromedia Flash 8 untuk Pembelajaran Seni budaya Batak Simalungun dengan Metode CAI (computer Assisted instruction) dapat Membantu Proses Penyajian Materi Dengan Baik. Hasil uji coba dan evaluasi dari program tersebut menyatakan bahwa Materi dapat disajikan dengan baik dan dapat disimpan dalam penyimpanan data (storage) dan sewaktu-waktu dapat digunakan.

**Kata Kunci :** Pembelajaran Seni Budaya Batak simalungun, Computer Assisted Intructions (CAI) Berbasis Multimedia, macromedia flash 8.

## **PENDAHULUAN**

Batak simalungun adalah salah satu suku bangsa batak yang berada di Provinsi Sumatra Utara, Indonesia yang menetap di Kabupaten Simalungun dan sekitarnya. Seni Budaya Batak Simalungun Merupakan suatu cara hidup yang berkembang secara bersama pada suatu kelompok orang secara turun-temurun dari generasi ke generasi. budaya terbentuk dari banyak unsur yang meliputi sistem adat istiadat, bahasa, pakaian, karya seni, perkakas dan bangunan, dimana didalam suku batak Simalungun terdapat seni-seni budaya dengan bentuk wujud seni tari, rupa, dan musik. semua bentuk dan jenis budaya seperti itu memuat nilai-nilai kearifan lokal dan nilai kebersamaan, toleransi, penghormatan, ketaatan dan lain-lain yang tak terbantahkan.

Sekolah sebagai tempat program pendidikan merupakan bagian dari masyarakat. oleh karena itu, program pendidikan di sekolah perlu memberikan wawasan yang luas pada peserta didik tentang kekhususan yang ada pada lingkungannya. Pengenalan keadaan lingkungan, social dan budaya kepada peserta didik memungkinkan peserta didik untuk lebih akrab kepada lingkungan, pengenalan dan pengembangan lingkungan melalui pendidikan diarahkan untuk menunjang peningkatan kualitas sumber daya manusia dan meningkatkan kemampuan peserta didik. Seni budaya batak simalungun memiliki peranan dalam pembentukan pribadi peserta didik yang harmonis dengan memperhatikan kebutuhan perkembangan budaya di Indonesia dimana perkembangan budaya luar membawa pengaruh negative pada peserta didik.

Pada umumnya proses belajar mengajar ditingkat sekolah dasar masih menggunakan metode pembelajaran konvensional. Penyampaian materi pembelajaran khususnya Seni Budaya batak simalungun biasanya mendongeng dan memberikan contoh yang tidak nyata sehingga peserta didik cenderung menghayal sehingga penyampaian materi tidak efektif dan efisien. Begitu pula jika salah seorang peserta didik tidak dapat hadir pada satu hari dalam seminggupada pelajaran Seni Budaya Batak Simalungun tidak dapat mengikuti dan ketinggalan akan pelajaran tersebut Sehingga diperlukan terobosan terbaru untuk menyajikan materi pembelajaran seni budaya batak simalungun semenarik mungkin dan siswa dapat mempelajari kapan saja.

CAI (*computer Assisted instruction*) merupakan pengembangan dari teknologi informasi terpadu yaitu komunikasi (interaktif), audio, video, penampilan citra (image) yang dikemas dengan sebutan teknologi multimedia. Program CAI yang baik haruslah meliputi aktifitas yaitu: informasi yang diberikan atau (skill) diberikan model ,siswa harus diarahkan, dan diberi latihan- latihan, pencapaian belajar harus dinilai. pengajaran berbantuan komputer atau disingkat dengan CAI (*computer Assisted instruction*) dalam jurnal Mardi Iwan Gunawan Saragih Volume: VII Nomor: 2, Desember 2014, CAI merupakan penggunaan Komputer secara langsung dengan siswa untuk menyampaikan isi pelajaran, memberikan latihan dan menguji kemajuan belajar siswa. Komputer sebagai media akan lebih membantu siswa untuk lebih tertarik pada pembelajaran seni budaya batak simalungun dibandingkan dengan cara-cara konvensional yang lebih berpusat pada guru. Dan dengan

adanya Teknologi komputerisasi sebagai salah satu mediator dalam proses pembelajaran memungkinkan lebih interaktif dalam kegiatan belajar dan sangat membantu pemahaman Materi Pembelajaran, serta meningkatkan minat belajar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan proses menyajikan materi pembelajaran Seni Budaya Batak Simalungun Menggunakan Metode *Computer Assisted Instruction* (CAI), untuk menerapkan metode pembelajaran *Computer Assisted Instruction* (CAI) pada perancangan aplikasi pembelajaran Seni Budaya Batak Simalungun dan merancang sebuah aplikasi pembelajaran Seni Budaya Batak Simalungun dengan metode *Computer Assisted Instruction* (CAI)

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu guru atau pelatih yang melatih atau mengajar pembelajaran seni budaya batak simalungun, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) materi tentang seni budaya batak simalungun sebagai bahan yang akan diajarkan kepada peserta didik, peserta didik sebagai tujuan dari pembelajaran seni budaya batak simalungun dan *macromedia flash 8* sebagai tempat merancang aplikasi pembelajaran .

### **Metode**

#### **Pembelajaran**

Belajar adalah proses perubahan tingkah laku individu sebagai hasil pengalamannya dalam berinteraksi dengan lingkungan, Pembelajaran merupakan suatu sistem, yang terdiri dari atas berbagai komponen yang saling berhubungan satu dengan yang lain. Komponen tersebut meliputi: tujuan, materi, metode, dan evaluasi, keempat komponen pembelajaran tersebut harus diperhatikan oleh guru dalam memilih dan menentukan model-model pembelajaran apa yang akan digunakan dalam kegiatan pembelajaran (DR.Rusman, M.pd, 2014:1)

#### **Ciri-ciri Pembelajaran**

Menurut Dr.Rusman, M.pd, 2014:1 adapun ciri-ciri pembelajaran sebagai berikut:

1. Siswa menjadi pengkaji yang aktif terhadap lingkungannya melalui mengobservasi, membandingkan, menemukan kesamaan-kesamaan dan perbedaan-perbedaan serta membentuk konsep dan generalisasi berdasarkan kesamaan-kesamaan yang ditemukan.
2. Guru menyediakan materi sebagai fokus berpikir dan berinteraksi dalam pelajaran.
3. Aktivitas-aktivitas siswa sepenuhnya didasarkan pada pengkajian.
4. Guru secara aktif terlibat dalam pemberian arahan dan tuntutan kepada siswa dalam menganalisis informasi.
5. Orientasi pembelajaran penguasaan isi pelajaran dan pengembangan keterampilan berpikir, dan guru menggunakan teknik mengajar yang bervariasi sesuai dengan tujuan dan gaya mengajar guru.

#### **Kelebihan dan Kelemahan Pembelajaran Berbasis Komputer**

Pembelajaran berbasis komputer mempunyai beberapa kelebihan, dan kelemahan Wena (2011 : 204) menyebutkan kelebihan dan kelemahan dengan pembelajaran berbasis komputer, yaitu:

##### **1. Kelebihan**

Kelebihan pembelajaran berbasis computer :

- a. Memberi kesempatan kepada siswa untuk memecahkan masalah secara individual
- b. Menyediakan presentasi yang menarik dengan animasi
- c. Menyediakan pilihan isi pembelajaran yang banyak dan beragam
- d. Mampu membangkitkan memotivasi siswa dalam belajar
- e. Mampu mengaktifkan dan menstimulasi metode mengajar dengan baik
- f. Meningkatkan pengembangan pemahaman siswa terhadap materi yang di sajikan
- g. Merangsang siswa belajar dengan penuh semangat, materi yang disajikan mudah dipahami oleh siswa.
- h. Siswa mendapat pengalaman yang bersifat konkret, retensi siswa meningkat
- i. Member umpan balik secara langsung.
- j. Siswa dapat menentukan sendiri laju pembelajaran
- k. Siswa dapat melakukan evaluasi diri

##### **2. Kelemahan**

Kelemahan Pembelajaran berbasis Komputer:

- a. hanya efektif jika digunakan satu orang atau kelompok kecil kelemahan ini sudah diatasi karena pengadaan komputer saat ini sangat mudah

- b. jika tampilan fisik isi pembelajaran tidak dirancang dengan baik atau hanya merupakan tampilan seperti pada buku teks biasa, pembelajaran melalui komputer tidak mampu meningkatkan motivasi belajar siswa (siswa cepat bosan)
- c. guru yang tidak memahami aplikasi program komputer tidak dapat merancang lewat media komputer, ia harus bekerja sama dengan ahli program komputer grafis, juru kamera dan teknisi komputer.

### **Metode Computer Assisted Instruction (CAI)**

Pengajaran Berbantuan Komputer atau disingkat dengan CAI (*Computer Assisted Instruction*) merupakan penggunaan komputer secara langsung dengan siswa untuk menyampaikan isi pelajaran, memberikan latihan dan mengetes kemajuan belajar siswa. CAI (*Computer Assisted Instruction*) dapat sebagai tutor yang menggantikan guru dalam kelas. CAI (*Computer Assisted Instruction*) bermacam-macam bentuknya bergantung kecakapan pendesain dan pengembang pembelajaran. CAI (*Computer Assisted Instruction*) merupakan pengembangan dari pada teknologi informasi terpadu yaitu komunikasi (interaktif), audio, video, penampilan citra (*image*) yang dikemas dengan sebutan teknologi multimedia.

CAI (*Computer Assisted Instruction*) membantu siswa memahami suatu materi dapat mengulang materi tersebut berulang kali sampai dapat menguasai materi itu. Jadi dapat disimpulkan bahwa CAI adalah salah satu metode pengajaran yang digunakan untuk membantu pengajar dalam mengajarkan materi secara interaktif dalam sebuah program tutorial dengan menggunakan suatu aplikasi komputer. (Fitria, D, 2010).

### **Ciri-ciri Metode Computer Assisted Instruction (CAI)**

Ciri-ciri dari metode *Computer Assisted Instruction* (CAI), yaitu:

1. Pelajar dapat mengakses materi ajar tanpa dibatasi waktu:
  - a. Tanpa dibatasi waktu
  - b. Tanpa dibatasi ruang dan tempat
2. Dukungan komunikasi:
  - a. Sinkron
  - b. Asinkron
  - c. Dapat direkam
3. Jenis materi ajar:
  - a. Multimedia (teks, gambar, audio, video, dan animasi).
4. Paradigma pendidikan "*Learning-Oriented*":
  - a. Asumsi: setiap pelajar ingin belajar dengan sebaik-baiknya
  - b. Pelajar akan secara aktif terlibat dalam membangun pengetahuannya dan mengaitkannya dengan apa-apa yang telah diketahuinya atau dialaminya (<http://repository.usu.ac.id>)

### **Prinsip Pengembangan Program CAI**

Pada prinsipnya langkah pertama dalam mengembangkan program CAI adalah menentukan metode apa yang akan digunakan. Penentuan metode ini tergantung dari jenis mata pelajaran itu sendiri, level kognitif yang akan dicapai, dan macam kegiatan belajarnya. Menurut Heinich dalam Harjanto, A. (2012) metode CAI dibedakan menjadi lima jenis, yaitu: Tutorial, Latihan dan Praktik, Pemecahan Masalah, Simulasi, dan Permainan.

1. Tutorial  
Tutorial memakai teori dan strategi pembelajaran dengan memberikan materi, pertanyaan, contoh, latihan dan kuis agar murid dapat menyelesaikan suatu masalah, tujuannya adalah membuat siswa memahami suatu konsep/materi yg baku. Akan tetapi bila sistem ini disertai dengan modul remedial, maka bila gagal, siswa akan diberikan remedial terhadap topik yang ia salah saja (tidak mengulang semua).
2. Latih dan praktik  
Latih dan praktik merupakan metode pengajaran yang dilakukan dengan memberikan latihan yang berulang-ulang, tujuannya yaitu siswa akan lebih terampil, cepat, dan tepat dalam melakukan suatu keterampilan. Misalnya keterampilan mengetik atau menjawab soal hitungan.
3. Simulasi  
Proses simulasi biasanya digunakan untuk mengajarkan proses atau konsep yang tidak secara mudah dapat dilihat (abstrak), seperti bagaimana bekerjanya proses ekonomi, atau bagaimana hubungan antara supply and demand terhadap harga dan seterusnya.
4. Permainan (*Games*)  
Materi dari permainan merupakan hal yang ingin diajarkan, sekaligus ia juga berperan sebagai motivator. Pendekatan motivasi, dibedakan antara: motivasi intrinsik yaitu tidak ada *reward* diluar seperti *point* misalnya siswa menyenangi permainan tersebut. Sesudah menentukan metodenya,

langkah selanjutnya ialah memperhatikan beberapa aspek penting dalam perencanaan program CAI. Aspek-aspek ini menurut (Simonson dan Thomson dalam Sianturi, W. 2012), adalah:

- a. Umpan balik  
Setelah memberikan respon, siswa harus segera diberi umpan balik. Umpan balik bisa berupa komentar, pujian, peringatan atau perintah tertentu bahwa respon siswa tersebut benar atau salah. Umpan balik akan semakin menarik dan menambah motivasi belajar apabila disertai ilustrasi suara, gambar atau video klip.
- b. Percabangan  
Percabangan adalah beberapa alternatif jalan yang perlu ditempuh oleh siswa dalam kegiatan belajarnya melalui program CAI. Program memberikan percabangan berdasarkan respon siswa. Misalnya, siswa yang selalu salah dalam menjawab pertanyaan materi tertentu, maka program harus merekomendasikan untuk mempelajari lagi bagian tersebut. Atau bila siswa mencapai skor tertentu, siswa bisa langsung menuju ke tingkat atas dan sebaliknya.
- c. Penilaian  
Program CAI yang baik harus dilengkapi dengan aspek penilaian. Untuk mengetahui seberapa jauh siswa memahami materi yang dipelajari, pada setiap sub topik siswa perlu diberi tes atau soal latihan.
- d. Tampilan  
Disebabkan program CAI dikerjakan melalui layar monitor, maka perlu diperhatikan jenis informasi, komponen tampilan, dan keterbacaan. Jenis informasi yang ditampilkan bisa berupa teks, gambar, suara, animasi atau video klip. Ilustrasi dan warna bisa menarik perhatian siswa, tetapi bila berlebihan akan membuat siswa menjadi tidak fokus pada program tersebut. Satu layar bila mungkin berisi satu ide atau pokok bahasan saja. Komponen tampilan yang penting adalah identifikasi tampilan seperti nomor halaman, judul I atau sub - judul yang sedang dipelajari, perintah- perintah seperti untuk maju, mundur, berhenti dan sebagainya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam suatu perancangan aplikasi, analisis perlu dilakukan sebelum perancangan dilakukan. Perancang aplikasi harus menganalisis kebutuhan apa saja yang diperlukan untuk membangun suatu aplikasi pembelajaran. Aplikasi pembelajaran Seni Budaya Batak Simalungun berbasis multimedia ini diperbuat atas dasar kebutuhan umum khususnya pada bidang pembelajaran bagi pelajar. Berdasarkan dari pengamatan penulis mengenai analisis sistem yang berjalan mengenai pembelajaran seni budaya batak simalungun adalah terjadinya proses pembelajaran yang membosankan bagi para peserta didik, karena materi yang biasanya hanya disampaikan melalui ceramah atau dongeng dari para pengajar sehingga kurang minat belajar pada pelajaran seni budaya batak simalungun. Maka penulis mencoba merancang sebuah aplikasi pembelajaran seni budaya batak simalungun berbasis multimedia menggunakan metode *Computer Assisted Instruction (CAI)*.

### Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) SD Negeri 091431

Adapun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran ( RPP ) adalah sebagai berikut:

Nama Sekolah : SD Negeri 091431

Mata Pelajaran : Muatan Lokal Simalungun

Pembahasan : Sahap Pakon Aksara Simalungun

Kelas / Semester : V / Ganjil.

Pertemuan : 1 Jam 45 menit

#### A. STANDAR KOMPETENSI ,

1. Siswa Mambotoh Manurathon Aksara Simalungun

#### B. KOMPETENSI DASAR

1. Siswa Mampu Manurathon Aksara Aksara Simalungun
2. Siswa Lambin Manandai Aksara Simalungun
3. Siswa Manandai Surat Sapuluh Siah (Indungni Surat Simalungun)
4. Siswa Mangarusi Ahado Ai Anakni Surat Simalungun

#### C. Materi Pembelajaran

1. Surat sapuluhsiah
2. Anak ni surat
3. Turi-turian

Nama Sekolah : SD Negeri 091431

Mata Pelajaran : Muatan Lokal Simalungun

Pembahasan : Sahap Pakon Seni Budaya Simalungun

Kelas / Semester : V / Genap

Pertemuan : 1 Jam 45 menit

**A. STANDAR KOMPETENSI**

Siswa Mambotoh ahado Seni Budaya Simalungun

**B. KOMPETENSI DASAR**

1. Siswa Mangarusi Ahado na Adong I Seni budaya simalungun
2. Siswa Lambin Manandai Seni-seni na Adong I simalungun

**C. Materi Pembelajaran**

1. Seni Budaya Simalungun
  - a) Rumah Adat Simalungun
  - b) Pakaian Adat Simalungun
  - c) Alat musik Simalungun
  - d) Tarian Simalungun
  - e) Pengenalan Benda Pustaka

**Pemodelan *system* Pembelajaran Seni Budaya Batak Simalungun dengan Metode CAI (Computer Assisted Instruction).**

Perancangan aplikasi yang akan dibangun merupakan perangkat lunak pembelajaran seni budaya batak simalungun yang mampu memberikan pembelajaran materi-materi tentang seni budaya batak simalungun pada tahap analisa dilakukan materi pembelajaran khususnya pembelajaran seni budaya dan keterampilan. Hasil dari analisa digunakan sebagai acuan dalam menyusun spesifikasi yang akan diperlukan dalam aplikasi pembelajaran seni budaya dan keterampilan. Adapun ringkasan materinya adalah sebagai berikut:

**1. Model Tutorial**

Tutorial merupakan aplikasi media pembelajaran yang menyajikan materi-materi yang merupakan kumpulan topik-topik seni budaya dengan menggunakan perangkat lunak berupa program berisi materi pembelajaran yang akan dibahas. Berikut ini materi yang akan disampaikan dalam aplikasi yang berdasarkan sebagai berikut:

**a. Materi 1**

Waktu materi: 2 x 35 menit

Perihal yang dibahas : Surat SapuluhSiah

Bahan penyajian materi : Teks dan gambar

Pembahasan : membahas tentang cara penulisan aksara simalungun, mengenal surat sapuluhSiah pada aksara simalungun

Tujuan : siswa dapat menuliskan aksara simalungun, mengetahui akasara simalungun, mengetahui apa itu surat sapuluhSiah (indungni surat simalungun).

**b. Materi 2**

Waktu materi: 2 x 35 menit

Perihal yang dibahas : anakni surat

Bahan penyajian materi : Teks, gambar

Pembahasan : membahas tentang cara penulisan aksara simalungun, mengenal anakni surat pada aksara simalungun.

Tujuan : siswa dapat menuliskan aksara simalungun, mengetahui akasara simalungun, mengetahui apa itu anakni surat

**c. Materi 3**

Waktu materi: 2 x 35 menit

Perihal yang dibahas : tuturian

Bahan penyajian materi : Teks

Pembahasan : membahas cerita tentang asal usul simalungun

Tujuan : siswa dapat mengartikan apa saja makna dan tujuan kata simalungun dan mengetahui asal usul simalungun

**d. Materi 4**

Waktu materi: 2 x 35 menit

Perihal yang dibahas : rumah adat simalungun

Bahan penyajian materi : teks, gambar

Pembahasan : membahas tentang rumah adat pada batak simalungun

Tujuan : siswa dapat mengetahui seperti apa rumah adat batak simalungun

**e. Materi 5**

Waktu materi: 2 x 35 menit

Perihal yang dibahas : pakaian adat

Bahan penyajian materi : teks, gambar

Pembahasan : bercerita tentang pakaian adat pada batak simalungun

Tujuan : siswa dapat mengetahui tentang pakaian adat pada batak simalungun

**f. Materi 6**

Waktu materi: 2 x 35 menit

Perihal yang dibahas : alat musik

Bahan penyajian materi : teks, video

Pembahasan : membahas tentang alat musik yang ada di simalungun

Tujuan : siswa dapat mengetahui tentang apa saja alat musik yang ada di suku batak simalungun

g. Materi 7

Waktu materi: 2 x 35 menit

Perihal yang dibahas : tarian suku batak simalungun

Bahan penyajian materi : teks, video

Pembahasan : membahas tentang tarian apa saja yang ada pada suku batak simalungun

Tujuan : siswa dapat mengetahui tentang tarian apa saja yang ada pada suku batak simalungun

h. Materi 8

Waktu materi: 2 x 35 menit

Perihal yang dibahas : benda-benda pustaka

Bahan penyajian materi : teks, gambar

Pembahasan : membahas tentang benda-benda pustaka yang ada disuku batak simalungun

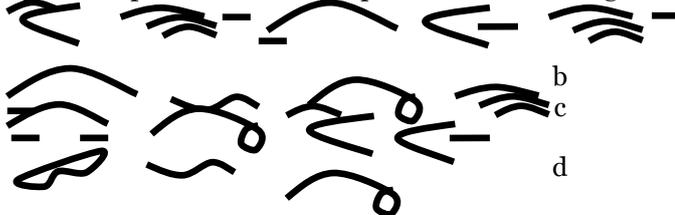
Tujuan : siswa dapat mengetahui tentang benda-benda pustaka yang ada disuku batak simalungun

2. Model Latihan (*Drill*)

Latihan dan praktek merupakan metode pengajaran yang dilakukan dengan memberikan latihan, tujuannya supaya Komputer akan menyediakan soal-soal mengenai topik seni rupa untuk dipecahkan oleh siswa dan memberikan umpan balik berupa pesan benar atau salah. Di bawah ini adalah contoh soal latihan dan praktek.

Adapun Contoh latihan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penulisan marlajar pada aksara simalungun dengan tepat?



2. Yang manakah gambar rumah adat batak simalungun

a.



b.



c.



d.



3. Model Simulasi

Simulasi merupakan suatu model atau penyederhanaan dari situasi, obyek atau kejadian sesungguhnya. Program *Computer Assisted Instruction* (CAI) dengan metode simulasi memungkinkan siswa memanipulasi berbagai aspek dari sesuatu yang disimulasikan. Siswa seolah-olah terlibat dan mengalami kejadian sesungguhnya dan umpan balik diberikan sebagai akibat dari keputusan yang diberikannya. Proses simulasi biasanya digunakan untuk mengajarkan proses atau konsep yang tidak secara mudah dapat dilihat (abstrak), seperti bagaimana cara membuat makrame gantungan kunci dan lain-lain. Merancang model simulasi perlu memperhatikan prinsip-prinsip sebagai berikut:

1. Simulasi berarti tiruan dari kondisi dan situasi sebenarnya, semakin tiruan tersebut mendekati aslinya maka semakin baik simulasi tersebut.
2. Model simulasi membutuhkan akurasi data objek rill yang disimulasikan meski objek dalam simulasi dibuat miniatur namun perlu disajikan skala perbandingannya, baik panjang, lebar, berat, bentuk maupun prosesnya.
3. Materi simulasi menampilkan objek-objek yang sulit, langka, berbahaya, dan membutuhkan biaya tinggi apabila siswa harus menggunakan objek nyata sebagai media pembelajaran.
4. Model simulasi menuntut interaksi siswa lebih tinggi, ketika mempelajari materi melalui simulasi siswa tidak hanya melihat namun terlibat langsung berinteraksi dengan program.

Adapun isi model Simulasi adalah sebagai berikut:

- a. Vidio 1 : Tortor Huda-huda
- b. Vidio 2 : Tortor Manduda
- c. Vidio 3 : Tortor Somba
- d. Vidio 4 : Tortor Haruan Bolon

4. Model Permainan

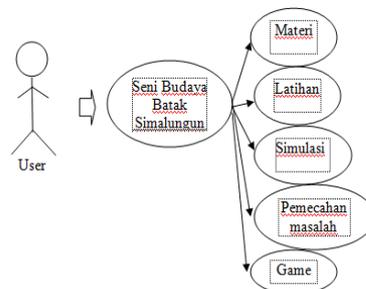
Model ini merupakan salah satu bentuk model dalam pembelajaran berbasis komputer yang didesain dan dirancang untuk menjadikan murid bermain sambil belajar. *Games* ini bertujuan untuk memotivasi siswa untuk belajar sambil bermain hingga tidak menimbulkan kejenuhan saat belajar. Di dalam aplikasi pembelajaran ini *games* yang akan dirancang dan gambaran tampilan permainan yaitu:

a. Permainan Susun Gambar

Cara menggunakan permainan ini adalah dengan cara memilih gambar yang tepat atau jawaban yang tepat dan juga mencocokkan gambar yang sesuai dengan contoh gambar.

**Use Case Diagram**

Sebuah *use case* mempresentasikan sebuah interaktif antar aktor dengan sistem. *Use case diagram* dirancang untuk mengorganisasikan dan memodelkan perilaku dari suatu sistem yang dibutuhkan serta diharapkan pengguna. *Use case diagram* menjelaskan manfaat sistem dilihat menurut pandangan orang lain yang berbeda diluar sistem (*actor*). Untuk membantu proses perancangan proses interaksi sistem ini, digunakan sebuah *use case diagram* sebagaimana dapat terlihat pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1 *Use case diagram*

**Tampilan Rancangan Menu Utama**

Tampilan menu utama adalah tampilan pertama yang akan di tampilkan ketika aplikasi dijalankan dan akan menampilkan beberapa menu pilihan bagian *user*. Tampilan menu utama dapat dilihat pada gambar berikut :

Adapun gambar tampilan Menu Utama adalah Sebagai Berikut:



Gambar 2 Rancangan Menu Utama hasil perancangan aplikasi pembelajaran pelaksanaan ibadah haji berbasis multimedia dengan metode *Computer Assisted Instruction (CAI)*.



Gambar 3 Menu Utama

## KESIMPULAN

Penyajian Materi Seni Budaya Secara Konvensional Membuat Siswa Merasa Bosan Dan Kurang Berminat. Karena Guru Lebih Banyak Menjelaskan Teori- Teori Seni Budaya Batak Simalungun Dengan Ceramah, Bercerita. pembelajaran konvensional juga masih terdapat banyak kekurangan misalnya dari segi waktu, buku, pengajar dan jarak, Materi Seni Budaya Batak Simalungun dengan Menggunakan Metode *Computer Assisted Intruction* di sajikan dalam bentuk Multimedia seperti teks audio, video, dapat disimpan kedalam penyimpanan data, dan pada sewaktu-waktu dapat dilihat kembali, sehingga metode ini sangat membantu kinerja guru dalam penyampaian materi dan Aplikasi yang dirancang menggunakan bahasa pemograman *Macro Media Flash propesional 8* sangat baik dipadukan dengan metode *computer assisted instruction*, sehinga memudahkan user dalam menyajikan materi Pembelajaran Seni Budaya Batak Simalungun dengan baik, Perancangan aplikasi sangat bergantung kepada kehandalan dari user, tampilan yang menarik menambah nilai *plus* bagi keberhasilan *system* dalam penerapannya dalam dunia pendidikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- DR rusman, M.pd. , 2004. Model-model Pembelajaran mengembangkan profesionalisme Guru, Rajawali pers, Jakarta, Ed. 2.
- Prof. Dr. La iru, SH dan La Ode Safiun Arihil. S.Pd,M.Pd, 2012. Analisis Penerapan, Pendekatan, Metode, Strategi & Mode-model Pembelajaran.
- Dony Ariyus, 2009” Keamanan multimedia”.
- Saragih Mardi Iwan Gunawan,2014.Perancangan Aplikasi Pembelajaran Bangun Ruang pada tingkat SD berbasis Flash Dengan *Computer Assisted Instruction (CAI)*,.Jurnal Pelita Budidarma, Volume: VII, Nomor: 2, ISSN: 2301-9425, Medan.

## **Implementasi Metode *Single Exponential Smoothing* Dalam Meramalkan Jumlah Peminat Pada Jurusan Administrasi Niaga (Studi Kasus Politeknik Negeri Medan)**

**Siti Murni**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Peramalan (*forecasting*) merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien khususnya dalam bidang ekonomi. Dalam organisasi modern mengetahui keadaan yang akan datang tidak saja penting untuk melihat yang baik atau buruk tetapi juga bertujuan untuk melakukan persiapan peramalan. Langkah penting setelah peramalan dilakukan adalah verifikasi peramalan sedemikian rupa sehingga mencerminkan data masa lalu dan sistem penyebab yang mendasari permintaan tersebut. Sepanjang representasi peramalan tersebut dapat dipercaya, hasil peramalan dapat terus digunakan. Proses peramalan merupakan hal yang penting bagi perusahaan dalam perumusan strategi. Oleh karena itu, sebuah metode peramalan yang tepat mutlak diperlukan agar perusahaan bisa mendapatkan keuntungan yang maksimal dari sebuah proses peramalan. Metode *Single Exponential Smoothing* merupakan metode yang populer digunakan dalam peramalan karena memiliki kinerja yang baik. Metode ini memiliki nilai parameter dan punya pengaruh yang besar terhadap hasil peramalan. Dengan menemukan nilai optimal dari parameter  $\alpha$  dengan menggunakan MSE (*Mean Square Error*) sehingga akan mendapatkan nilai parameter yang optimal dan memperoleh hasil peramalan dengan hasil kesalahan (MSE) kecil.

**Kata Kunci :** *Forecasting, Metode Single Exponential Smoothing, Mean Square Error*

### **PENDAHULUAN**

Politeknik Negeri Medan merupakan universitas terkemuka di Kota Medan memiliki beberapa Jurusan dengan tingkat keminatan yang berbeda. Salah satu Jurusan yang ada adalah Administrasi Niaga. Kemajuan sebuah Jurusan dipengaruhi oleh besar kecilnya kualitas kelulusan. Dilihat dari jumlah calon mahasiswa baru di Jurusan Administrasi Niaga mempunyai peminat yang besar dari dalam atau luar daerah di karenakan setiap tahunnya Jurusan Administrasi Niaga melakukan pengenalan Jurusan kesekolah-sekolah baik itu dalam atau luar daerah.

Seiring perkembangan waktu Politeknik Negeri Medan terus disibukkan dengan penerimaan calon mahasiswa baru yang setiap tahunnya terus meningkat. Dengan adanya peningkatan calon mahasiswa baru muncul permasalahan-permasalahan teknis yang dihadapi oleh pihak management Politeknik Negeri Medan, yakni calon mahasiswa yang meningkat tinggi melebihi kuota penerimaan sehingga berpengaruh terhadap keterbatasan ruang kelas. Dengan adanya permasalahan ini maka akan dibuat suatu sistem peramalan jumlah pendaftar calon mahasiswa Politeknik Negeri Medan khususnya pada jurusan Administrasi Niaga.

Peramalan (*forecasting*) adalah perkiraan sesuatu yang belum terjadi. Dalam ilmu pengetahuan social segala sesuatu itu serba tidak pasti, sukar diperkirakan secara tepat. Dalam hal ini diperlukan *forecasting*. Peramalan dilakukan berdasarkan data yang terdapat selama masa lampau yang dianalisis dengan menggunakan cara-cara tertentu. Baik tidaknya hasil dari suatu penelitian sangat ditentukan oleh ketepatan ramalan yang dibuat. (TaufanFahmi, April, 2103).

Hasil dari proses perhitungan peramalan ini adalah prediksi dari jumlah mahasiswa pada periode yang akan mendaftar sesuai dengan inputan parameter yang akan dimasukkan. Parameter disini adalah data dari periode-periode sebelumnya yang digunakan untuk mencari sebuah peramalan dan nilai ketetapan dari proses *single exponential smoothing*. Pada penelitian sebelumnya peramalan jumlah pendaftar sudah pernah dilakukan yaitu "Peramalan Jumlah Mahasiswa Pendaftar PMDK Jurusan Matematika Menggunakan Metode *Automatic Clustering* dan Relasi Logika *Fuzzy*".

Yang Menjadi tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi jumlah calon mahasiswa yang mendaftar di Jurusan Administrasi Niaga, menerapkan metode peramalan *Single Exponential Smoothing* dalam memprediksi jumlah calon mahasiswa yang mendaftar di Jurusan Administrasi Niaga dan merancang aplikasi peramalan yang berfungsi memprediksi jumlah calon mahasiswa yang mendaftar di Jurusan Administrasi Niaga.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu data jumlah peminat pada jurusan administrasi niaga.

**Metode**

**Peramalan**

Peramalan pada dasarnya merupakan suatu taksiran. Namun demikian dengan menggunakan teknik-teknik tertentu maka peramalan akan menjadi bukan hanya sekedar taksiran. Dapat dikatakan bahwa peramalan tersebut merupakan taksiran ilmiah. Tentu saja peramalan akan semakin baik jika mengandung sedikit mungkin kesalahan; walaupun kesalahan peramalan tetap merupakan suatu hal yang sangat manusiawi. (Hendra Kusuma, 1999 : 13)

Peramalan adalah prediksi, proyeksi atau estimasi tingkat kejadian yang tidak pasti dimasa yang akan datang. Ketepatan secara mutlak dalam memprediksi suatu peristiwa dan tingkat kegiatan yang akan datang adalah tidak mungkin dicapai, oleh karena itu ketika perusahaan tidak dapat melihat kejadian yang akan datang secara pasti, diperlukan waktu dan tenaga yang besar agar mereka dapat memiliki kekuatan untuk menarik kesimpulan terhadap kejadian di masa yang akan datang. (Volume: 3, Nomor: 3 Oktober 2013).

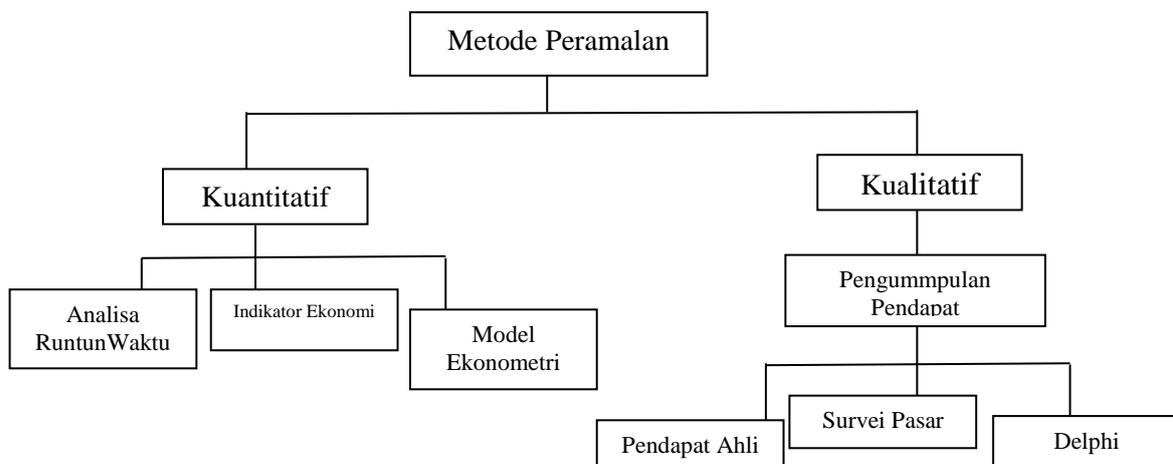
**Tahap-tahap Peramalan**

Tahapan dalam peramalan adalah sebagai berikut (Kuncoro, 2001:142)

1. Menentukan untuk apa peramalan digunakan: Tujuan apa yang hendak dicapai.
2. Pilih variabel yang mau diramal.
3. Tentukan horizon waktu peramalan: Apakah jangka pendek (1-30 hari), jangka menengah (1-12 bulan), atau jangka panjang (lebih dari 1 tahun).
4. Pilih model peramalan.
5. Kumpulan data yang diperlukan untuk meramal.
6. Lakukan validasi model peramalan terbaik.
7. Implementasikan hasil peramalan

**Metode Peramalan**

Banyak jenis metode peramalan yang tersedia untuk manajemen. Namun yang lebih penting bagi praktisi adalah bagaimana memahami karakteristik suatu metode peramalan agar cocok bagi situasi pengambilan keputusan tertentu. Berikut ini memperlihatkan empat dasar metode peramalan yaitu analisis runtun waktu, model ekonometri, dan pengumpulan pendapat.



Gambar 1 Klasifikasi Metode Peramalan

**Metode Exponential Smoothing**

Metode *Exponential Smoothing* merupakan prosedur perbaikan terus-menerus pada peramalan terhadap objek pengamatan terbaru. Metode peramalan ini menitik-beratkan pada penurunan prioritas secara eksponensial pada objek pengamatan sebelumnya. Dalam pemulusan eksponensial atau *exponential smoothing* terdapat satu atau lebih parameter pemulusan yang ditentukan secara eksplisit, dan hasil ini menentukan bobot yang dikenakan pada nilai observasi. Dengan kata lain, observasi terbaru akan diberikan prioritas lebih tinggi bagi peramalan daripada observasi yang lebih lama. Metode *exponential smoothing* dibagi lagi menjadi beberapa metode yaitu :

1. *Single Exponential Smoothing*, Metode ini mengasumsikan bahwa data berfluktuasi di sekitar nilai mean yang tetap tanpa *trend* atau pola pertumbuhan konsisten.
2. *Double Exponential Smoothing*, Metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya *trend*. Dengan adanya *trend* seperti pemulusan sederhana kecuali bahwa dua komponen harus di *update* setiap periode – level dan trendnya.

3. *Triple Exponential Smoothing*, Metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya *trend* dan perilaku musiman.

Dalam penelitian kali ini, metode yang akan dibahas adalah metode *Single Exponential Smoothing*. Metode yang digunakan pada peramalan jangka pendek, biasanya hanya 1 bulan ke depan. Model mengasumsikan bahwa data berfluktuasi di sekitar nilai mean yang tetap, tanpa *trend* atau pola pertumbuhan konsisten. Metode Penghalusan *exponential* orde satu (*Single exponential smoothing*) sebenarnya merupakan perkembangan dari metode rata-rata bergerak (*moving average*) sederhana menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_{t+1} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_t}{T} \quad (1)$$

Keterangan :

$X_t$  = Data pendaftar pada periode t

$F_t$  = Peramalan pada waktu t

$F_{t+1}$  = Peramalan pada waktu t + 1

Metode *moving average* memang mudah menghitungnya akan tetapi metode ini memberikan bobot yang sama pada setiap data . Untuk mengatasi hal ini maka digunakan metode *single exponential smoothing*. Pada metode *single exponential smoothing* bobot yang diberikan pada data yang ada adalah sebesar  $\alpha$  untuk data yang terbaru,  $\alpha(1-\alpha)$  untuk data yang lama,  $\alpha(1-\alpha)^2$  untuk data yang lebih lama, dan seterusnya. Besarnya  $\alpha$  adalah antara 0 dan 1. Semakin mendekati 1 berarti data terbaru lebih diperhatikan. Secara matematis besarnya Peramalan adalah:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \quad (2)$$

Keterangan :

$X_t$  = Data pendaftar pada periode t

$F_t$  = Peramalan pada waktu t

$F_{t+1}$  = Peramalan pada waktu t + 1

$\alpha$  = Konstanta perataan antara 0.1 sampai 0.9

Pendekatan penghalusan eksponensial mudah digunakan, dan telah berhasil diterapkan pada hampir setiap bisnis. Walaupun demikian, nilai yang tepat untuk konstanta penghalus ( $\alpha$ ) dapat membuat *diferensiasi* antara peramalan yang akurat dan tidak akurat. Nilai  $\alpha$  yang tinggi dipilih saat rata-rata cenderung berubah. Nilai  $\alpha$  yang rendah digunakan saat rata-rata cenderung stabil. Tujuan pemilihan suatu nilai untuk konstanta penghalus adalah untuk mendapatkan peramalan yang paling akurat. (sumber : Alda Raharja, Juli, 2010)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyeleksian mahasiswa baru dari suatu lembaga pendidikan sangat mempengaruhi banyak aspek penentu keberhasilan belajar dari lembaga pendidikan tersebut. Suatu lembaga pendidikan membutuhkan sumber daya manusia yang berkualitas salah satunya adalah mahasiswa yang dapat mendukung dan mewujudkan tujuan dari lembaga pendidikan tersebut menjadi suatu lembaga pendidikan yang berstandar nasional, maka diharapkan lembaga pendidikan dapat menjalankan semua proses belajar-mengajarnya dengan baik. Terdapat beberapa kendala dalam proses penyeleksian dan pengelolaan data calon mahasiswa baru, salah satunya adalah apabila Program Studi Administrasi Niaga memiliki jumlah pendaftar yang cukup banyak maka penyeleksian mahasiswa baru di Program Studi Administrasi Niagamendijadisuilit.

Saat ini, memprediksi dalam penyeleksian dan pengelolaan data calon mahasiswa baru yang dilakukan masih bersifat manual, sehingga dirasakan kurang optimal dan menghabiskan banyak waktu baik dalam menyusun laporan dan memutuskan calon mahasiswabarur yang akan diterima padahal idealnya penyeleksian calon mahasiswa baru tersebut harus ditentukan secepat mungkin untuk mendukung sistem yang lainnya.

Dalam memprediksi jumlah mahasiswabarur dibutuhkan data mahasiswa baru pada periode 2012 sampai dengan data 2016 tahun-tahun sebelum nya. Berikut ini adalah data-data jumlah mahasiswa baru:

Tabel 1 Data Penerimaan Mahasiswa Yang Diterima

| Perhitungan | No | Tahun Penerimaan | Mahasiswa Yang Diterima |     |                  | Data Jumlah Mahasiswa pada Program |
|-------------|----|------------------|-------------------------|-----|------------------|------------------------------------|
|             |    |                  | L                       | P   | Total Penerimaan |                                    |
| Baru        | 1  | 2012/2013        | 105                     | 98  | 203              |                                    |
|             | 2  | 2013/2014        | 120                     | 109 | 229              |                                    |
| Studi       | 3  | 2014/2015        | 179                     | 166 | 345              |                                    |
|             | 4  | 2015/2016        | 163                     | 146 | 309              |                                    |

**Administrasi Niaga**

Dalam tahap perhitungan data mahasiswabarbaru ini akan dijelaskan mengenai perhitungan memprediksi dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*. Berikut telah diketahui data jumlah mahasiswa baru di Politeknik Negeri Medan dari data 2012 sampai dengan data 2016. Maka berikut ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah perhitungan untuk mengetahui prediksi jumlah mahasiswa baru.

Dalam memprediksi jumlah mahasiswa baru di program Studi Administrasi Niaga dengan metode *Single Exponential Smoothing* diperlukan kriteria-kriteria dan bobot untuk melakukan perhitungannya sehingga akan didapatkan hasil yang terbaik. Dalam prediksi ini, alpha ( $\alpha$ ) yang akan dicoba (*trial*) secara acak sebagai nilai bobot dan contoh perhitungan adalah ( $\alpha=0.1$ ), ( $\alpha=0.3$ ), ( $\alpha=0.5$ ), ( $\alpha= 0.7$ ), dan ( $\alpha= 0.9$ ). Berikut rumus untuk *Forecasting Single Exponential Smoothing*:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t$$

Keterangan :

$F_{t+1}$ : Peramalan pada waktu t+1

$X_t$  :Data pendaftar pada periode t

$F_t$  :Peramalan pada waktu t

$\alpha$  :konstanta perataan antara 0.1 sampai 0.9

Tabel 2 Data mahasiswa baru pada Politeknik Negeri Medan

| No | Tahun penerimaan | Total penerimaan |
|----|------------------|------------------|
| 1  | 2012/2013        | 203              |
| 2  | 2013/2014        | 229              |
| 3  | 2014/2015        | 345              |
| 4  | 2015/2016        | 309              |
| 5  | 2016/2017        | ?                |

1. Berikut perhitungan untuk konstanta alpha ( $\alpha=0.1$ ) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_2 &= \alpha X_1 + (1 - \alpha)F_1 \\
 &= (0.1 * 203) + (0.9 * 203) \\
 &= 203 \\
 F_3 &= \alpha X_2 + (1 - \alpha)F_2 \\
 &= (0.1 * 229) + (0.9 * 203) \\
 &= 205.6
 \end{aligned}$$

2. Berikut perhitungan untuk konstanta alpha ( $\alpha=0.3$ ) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_2 &= \alpha X_1 + (1 - \alpha)F_1 \\
 &= (0.3 * 203) + (0.7 * 203) \\
 &= 203 \\
 F_3 &= \alpha X_2 + (1 - \alpha)F_2 \\
 &= (0.3 * 229) + (0.7 * 203) \\
 &= 210.8
 \end{aligned}$$

3. Berikut perhitungan untuk konstanta alpha ( $\alpha= 0.5$ ) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_2 &= \alpha X_1 + (1 - \alpha)F_1 \\
 &= (0.5 * 203) + (0.5 * 203) \\
 &= 203 \\
 F_3 &= \alpha X_2 + (1 - \alpha)F_2 \\
 &= (0.5 * 229) + (0.5 * 203) \\
 &= 216
 \end{aligned}$$

4. Berikut perhitungan untuk konstanta alpha ( $\alpha= 0.7$ ) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_2 &= \alpha X_1 + (1 - \alpha)F_1 \\
 &= (0.7 * 203) + (0.3 * 203) \\
 &= 203 \\
 F_3 &= \alpha X_2 + (1 - \alpha)F_2 \\
 &= (0.7 * 229) + (0.3 * 203) \\
 &= 221.2
 \end{aligned}$$

5. Berikut perhitungan untuk konstanta alpha( $\alpha= 0.9$ ) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_2 &= \alpha X_1 + (1 - \alpha)F_1 \\
 &= (0.9 * 203) + (0.1 * 203) \\
 &= 203 \\
 F_3 &= \alpha X_2 + (1 - \alpha)F_2 \\
 &= (0.9 * 229) + (0.1 * 203) \\
 &= 226.4
 \end{aligned}$$

### Cara mencari *Forecase* alpha 0.1 sampai Dengan *Forecase* alpha 0.9

Adapun cara mencari forecast adalah sebagai berikut:

Untuk mencari *Forecase* alpha 0.1

1.  $F_{t+1} = 203.00$
2.  $F_{t+2} = \alpha * X_1 + (1 - \alpha)F_1$   
 $= 0.1 * 203 + (1 - 0.1) * 203.00$   
 $= 20.3 + 0.9 * 203.00$   
 $= 20.3 + 182.7$   
 $= 203.00$
3.  $F_{t+3} = \alpha * X_2 + (1 - \alpha)F_1$   
 $= 0.1 * 229 + (1 - 0.1) * 203.00$   
 $= 22.9 + 0.9 * 203.00$   
 $= 22.9 + 182.7$   
 $= 205.60$
4.  $F_{t+4} = \alpha * X_3 + (1 - \alpha)F_1$   
 $= 0.1 * 345 + (1 - 0.1) * 205.60$   
 $= 34.5 + 0.9 * 205.60$   
 $= 34.5 + 185.04$   
 $= 219.54$
5.  $F_{t+5} = \alpha * X_4 + (1 - \alpha)F_1$   
 $= 0.1 * 309 + (1 - 0.1) * 219.54$   
 $= 30.9 + 0.9 * 219.54$   
 $= 30.9 + 197.586$   
 $= 228.49$

Untuk mencari *Forecase* alpha 0.3

1.  $F_{t+1} = 203.00$
2.  $F_{t+2} = \alpha * X_1 + (1 - \alpha)F_1$   
 $= 0.3 * 203 + (1 - 0.3) * 203.00$   
 $= 60.9 + 0.7 * 203.00$   
 $= 60.9 + 142.1$   
 $= 203.00$
3.  $F_{t+3} = \alpha * X_2 + (1 - \alpha)F_1$   
 $= 0.3 * 229 + (1 - 0.3) * 203.00$   
 $= 68.7 + 0.7 * 203.00$   
 $= 68.7 + 142.1$   
 $= 210.80$
4.  $F_{t+4} = \alpha * X_3 + (1 - \alpha)F_1$   
 $= 0.3 * 345 + (1 - 0.3) * 210.80$   
 $= 103.5 + 0.7 * 210.80$   
 $= 103.5 + 147.56$   
 $= 251.06$
5.  $F_{t+5} = \alpha * X_4 + (1 - \alpha)F_1$   
 $= 0.3 * 309 + (1 - 0.3) * 251.06$   
 $= 92.7 + 0.7 * 251.06$   
 $= 92.7 + 175.742$   
 $= 268.44$

Untuk mencari *Forecase* alpha 0.5

1.  $F_{t+1}=203.00$
2.  $F_{t+2} = \alpha * X_1 + (1 - \alpha) F_1$   
 $= 0.5 * 203 + (1 - 0.5) * 203.00$   
 $= 101.5 + 0.5 * 203.00$   
 $= 101.5 + 101.5$   
 $= 203.00$
3.  $F_{t+3} = \alpha * X_2 + (1 - \alpha) F_1$   
 $= 0.5 * 229 + (1 - 0.5) * 203.00$   
 $= 114.5 + 0.5 * 203.00$   
 $= 114.5 + 101.5$   
 $= 216.00$
4.  $F_{t+4} = \alpha * X_3 + (1 - \alpha) F_1$   
 $= 0.5 * 345 + (1 - 0.5) * 216.00$   
 $= 172.5 + 0.5 * 216.00$   
 $= 172.5 + 108$   
 $= 280.50$
5.  $F_{t+5} = \alpha * X_4 + (1 - \alpha) F_1$   
 $= 0.5 * 309 + (1 - 0.5) * 280.50$   
 $= 154.5 + 0.5 * 280.50$   
 $= 154.5 + 140.25$   
 $= 294.75$

Untuk mencari *Forecase* alpha 0.7

1.  $F_{t+1}=203.00$
2.  $F_{t+2} = \alpha * X_1 + (1 - \alpha) F_1$   
 $= 0.7 * 203 + (1 - 0.7) * 203.00$   
 $= 142.1 + 0.3 * 203.00$   
 $= 142.1 + 60.9$   
 $= 203.00$
3.  $F_{t+3} = \alpha * X_2 + (1 - \alpha) F_1$   
 $= 0.7 * 229 + (1 - 0.7) * 203.00$   
 $= 160.3 + 0.3 * 203.00$   
 $= 160.3 + 60.9$   
 $= 221.20$
4.  $F_{t+4} = \alpha * X_3 + (1 - \alpha) F_1$   
 $= 0.7 * 345 + (1 - 0.7) * 221.20$   
 $= 241,5 + 0.3 * 221.20$   
 $= 241.5 + 66.36$   
 $= 307.86$
5.  $F_{t+5} = \alpha * X_4 + (1 - \alpha) F_1$   
 $= 0.7 * 309 + (1 - 0.7) * 307.86$   
 $= 216.3 + 0.3 * 307.86$   
 $= 216.3 + 22.358$   
 $= 308.66$

Untuk mencari *Forecase* alpha 0.9

1.  $F_{t+1}=203.00$
2.  $F_{t+2} = \alpha * X_1 + (1 - \alpha) F_1$   
 $= 0.9 * 203 + (1 - 0.9) * 203.00$   
 $= 182.7 + 0.1 * 203.00$   
 $= 182.7 + 20.3$   
 $= 203.00$
3.  $F_{t+3} = \alpha * X_2 + (1 - \alpha) F_1$   
 $= 0.9 * 229 + (1 - 0.9) * 203.00$   
 $= 206.1 + 0.1 * 203.$   
 $= 206.1 + 20.3$   
 $= 226.40$
4.  $F_{t+4} = \alpha * X_3 + (1 - \alpha) F_1$   
 $= 0.9 * 345 + (1 - 0.9) * 226.40$   
 $= 310.5 + 0.1 * 226.40$   
 $= 310.5 + 22.64$   
 $= 333.14$
5.  $F_{t+5} = \alpha * X_4 + (1 - \alpha) F_1$   
 $= 0.9 * 309 + (1 - 0.9) * 333.14$

$$=278.11+0.1 \cdot 333.14$$

$$=278.1+33.314$$

$$=311.414$$

Dari hasil perhitungan jumlah mahasiswa baru pada Program Studi Administrasi Niaga dapat dilihat pada tabel 4.3 adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru pada Program Studi Administrasi Niaga dengan  $\alpha=0.1$

| No | Tahun penerimaan | Data Aktual (Xt) | Forecast(Ft) $\alpha=0.1$ | Xt-ft  | Ft*2            |
|----|------------------|------------------|---------------------------|--------|-----------------|
| 1  | 2012/2013        | 203              | 203,00                    | 0,00   | -               |
| 2  | 2013/2014        | 229              | 203,00                    | 26,00  | 676,00          |
| 3  | 2014/2015        | 345              | 205,60                    | 139,40 | 19432,36        |
| 4  | 2015/2016        | 309              | 219,54                    | 89,46  | 8003,09         |
| 5  | 2016/2017        | -                | <b>228,49</b>             | -      | -               |
| 6  | Jumlah           | 1086             | <b>856,63</b>             |        | <b>28111,45</b> |

Tabel 4 Hasil Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru pada Politeknik Negeri Medan dengan  $\alpha=0.3$

| No | Tahun Penerimaan | Data Aktual (Xt) | Forecast (Ft) $\alpha=0.3$ | Xt-ft  | Ft*2            |
|----|------------------|------------------|----------------------------|--------|-----------------|
| 1  | 2012/2013        | 203              | 203,00                     | 0,00   | -               |
| 2  | 2013/2014        | 229              | 203,00                     | 26,00  | 676,00          |
| 3  | 2014/2015        | 345              | 210,80                     | 134,20 | 18009,64        |
| 4  | 2015/2016        | 309              | 251,06                     | 57,94  | 3357,04         |
| 5  | 2016/2017        | -                | <b>268,44</b>              |        |                 |
| 6  | Jumlah           | 1086             | <b>933,30</b>              |        | <b>22042,68</b> |

Tabel 4.5 Hasil Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru pada Politeknik Negeri Medan dengan  $\alpha=0.5$

| No | Tahun Penerimaan | Data Aktual (Xt) | Forecast(Ft) $\alpha=0.5$ | Xt-ft  | Ft*2            |
|----|------------------|------------------|---------------------------|--------|-----------------|
| 1  | 2012/2013        | 203              | 203,00                    | 0,00   |                 |
| 2  | 2013/2014        | 229              | 203,00                    | 26,00  | 676,00          |
| 3  | 2014/2015        | 345              | 216,00                    | 129,00 | 16641,00        |
| 4  | 2015/2016        | 309              | 280,50                    | 28,50  | 812,25          |
| 5  | 2016/2017        | -                | <b>294,75</b>             |        |                 |
| 6  | Jumlah           | 1086             | <b>994,25</b>             |        | <b>18129,25</b> |

Tabel 6 Hasil Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru pada Politeknik Negeri Medan dengan  $\alpha=0.7$

| No | Tahun Penerimaan | Data Aktual (Xt) | Forecast(Ft) $\alpha=0.7$ | Xt-ft  | Ft*2            |
|----|------------------|------------------|---------------------------|--------|-----------------|
| 1  | 2012/2013        | 203              | 203,00                    | 0,00   |                 |
| 2  | 2013/2014        | 229              | 203,00                    | 26,00  | 676,00          |
| 3  | 2014/2015        | 345              | 221,20                    | 123,80 | 15326,44        |
| 4  | 2015/2016        | 309              | 307,86                    | 1,14   | 1,30            |
| 5  | 2016/2017        | -                | <b>308,66</b>             |        |                 |
| 6  | Jumlah           | 1086             | <b>1040,72</b>            |        | <b>16003,74</b> |

Tabel 7 Hasil Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru pada Politeknik Negeri Medan dengan  $\alpha=0.9$

| No | Tahun Penerimaan | Data Aktual (Xt) | Forecast (Ft) $\alpha=0.9$ | Xt-ft  | Ft*2            |
|----|------------------|------------------|----------------------------|--------|-----------------|
| 1  | 2012/2013        | 203              | 203,00                     | 0,00   |                 |
| 2  | 2013/2014        | 229              | 203,00                     | 26,00  | 676,00          |
| 3  | 2014/2015        | 345              | 226,40                     | 118,60 | 14065,96        |
| 4  | 2015/2016        | 309              | 333,14                     | -24,14 | 582,74          |
| 5  | 2016/2017        | -                | <b>311,414</b>             |        |                 |
| 6  | Jumlah           | 1086             | <b>1073,95</b>             |        | <b>15324,70</b> |

Menghitung kesalahan/*error* dengan menggunakan metode MSE (*Mean Square Error*).

- a. Perhitungan metode MSE pada *forecast* dengan  $\alpha = 0.1$

$$MSE = \frac{\sum(X_i - F_i)^2}{n}$$

$$= 28111,45 / 4$$

$$= 7027,86$$

- b. Perhitungan metode MSE pada *forecast* dengan  $\alpha = 0.3$

$$MSE = \frac{\sum(X_i - F_i)^2}{n}$$

$$= 22042,68 / 4$$

$$= 5510,67$$

- c. Perhitungan metode MSE pada *forecast* dengan  $\alpha = 0.5$

$$MSE = \frac{\sum(X_i - F_i)^2}{n}$$

$$= 18129,25 / 4$$

$$= 4532,31$$

- d. Perhitungan metode MSE pada *forecast* dengan  $\alpha = 0.7$

$$MSE = \frac{\sum(X_i - F_i)^2}{n}$$

$$= 16003,74 / 4$$

$$= 4000,93$$

- e. Perhitungan metode MSE pada *forecast* dengan  $\alpha = 0.9$

$$MSE = \frac{\sum(X_i - F_i)^2}{n}$$

$$= 15324,70 / 4$$

$$= 3831,17$$

Dari perhitungan diatas dapat dilihat bahwa *Mean Square Error (MSE)* terkecil diperoleh dengan  $\alpha = 0.9$  yaitu 3831,17. Hal ini menunjukkan bahwa *forecast* terbaik untuk meramalkan jumlah mahasiswa baru Universitas Politeknik Negeri Medan adalah dengan menggunakan  $\alpha = 0.9$ . Jadi, nilai prediksi **jumlah mahasiswa baru** untuk tahun ajaran 2016-2017 sebesar 311,414 dengan memprediksi dari data 2012 sampai dengan 2016 dengan  $\alpha = 0.9$  adalah sebesar 333,14 mahasiswa.

### Kesimpulan

Proses peramalan jumlah calon mahasiswa baru yang mendaftar pada Program Studi Administrasi Niaga dilakukan dengan cara mengumpulkan jumlah data mahasiswa yang mendaftar pada tahun sebelumnya, peramalan dengan menggunakan metode *single exponential smoothing* dengan  $\alpha = 0.9$  yang mempunyai nilai *error* yang lebih kecil. Sehingga hasil peramalan jumlah calon mahasiswa baru yang mendaftar untuk selanjutnya dapat di simpulkan dari hasil nilai *error* yang lebih terkecil dari perhitungannya dan dengan adanya penelitian ini, penulis telah merancang suatu aplikasi peramalan jumlah calon mahasiswa baru yang mendaftar dengan menggunakan bahasa pemrograman, sehingga dapat membantu pihak yang bersangkutan untuk mengetahui hasil prediksi jumlah mahasiswa baru yang mendaftar pada tahun selanjutnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Hendrayudi. 2011. Dasar-Dasar Pemrograman *Microsoft Visual Basic 2008*. Satu Nusa. Bandung.  
Jogiyanto H.M. 2005. Analisa dan Desain Sistem Informasi. Andi. Yogyakarta.  
Biri Romy. 2013. Penggunaan *Metode Smoothing Exponential* Dalam Meramal Pegerakan Inflasi Kota Palu. Manado.

- Fahmi Taufan. 2013. Perbandingan Pemulusan *Metode Exponential* Tunggal dan *Fuzzy Time* untuk Memprediksi Indeks Harga Saham. Semarang
- Rahmadayanti Riza. 2015. Perbandingan Keakuratan *Metode Autoregressive Integrated Moving Average (Arima)* dan *Exponential Smoothing* pada Peramalan Penjualan Semen Di PT.Sinar Abadi. Bengkulu
- Sahara Afni. 2013. Sistem Peramalan Persediaan Unit Mobil Mitsubishi Pada PT.Sardana Indah Berlian Motor Dengan Menggunakan *Metode Exponential Smoothing*. Medan
- Raharja Alda. 2010. Penerapan *Metode Exponential Smoothing* Untuk Peramalan Penggunaan Waktu Telepon Di PT.Telkomsel Divre3 Surabaya.Surabaya
- Kadir Abdul. 2013. Pengenalan Sistem Informasi. Andi. Yogyakarta.
- Kusuma Hendra. . 2009.Manajemen Produksi. Andi. Yogyakarta
- Kuncoro. 2001. Teori dan Aplikasi untuk Bisnis dan konomi.
- Mulanto sari. Membuat Aplikasi Client Server dengan Visual Basic 2008.
- Setiawan Guntur. 2010. Implementasi Dalam Birokrasi Pembangunan 2004
- Wibowo Raditya Herry. 2014. *Visual Basic Database*. Gramedia. Jakarta.
- Widodo Pudjo Prabowo. 2011. Menggunakan *UML*. Informatika. Bandung.
- Windu Gatta. 2013.Sukses Membangun Aplikasi Penjualan dengan Java.

## IMPLEMENTASI OPERASI MORFOLOGI PADA CITRA DIGITAL *CT SCAN* TULANG SENDI DENGAN METODE *CHAIN CODE*

Siti Wulansari

STMIK Budidarma Medan  
Email : [Iqbalpj87@gmail.com](mailto:Iqbalpj87@gmail.com)

**Abstrak,** *Pengolahan citra dalam dunia medis memegang peranan yang sangat penting dalam diagnosa pasien. Namun, sering tidak disadari akan pentingnya informasi yang ditampilkan dalam suatu pengolahan citra tersebut. Pada pemeriksaan dengan menggunakan Computed Tomography Scanner (CTScan), hasil perekaman data dari CT Scan digunakan untuk melihat, mengetahui atau memberikan suatu diagnosa berdasarkan anatomi yang dipresentasikan pada citra tersebut. Namun tidak jarang citra yang diperoleh penurunan kualitas (terdegradasi) dengan kontras yang tidak baik. Dengan demikian diperlukan proses pengolahan citra untuk meningkatkan kualitas citra khususnya dalam memperjelas struktur bentuk dari objek. Dengan menerapkan operasi morfologi serta metode chain Chain Code pada aplikasi pengolahan citra seperti matlab yang diharapkan akan diperoleh hasil citra CT Scan yang lebih baik. Operasi morfologi adalah teknik pengolahan citra yang didasarkan pada bentuk segmen atau region dalam citra.*

**Kata Kunci :** *Pengolahan Citra CT Scan, Operasi Morfologi, Metode Chain Code*

### PENDAHULUAN

Salah satu bagian tubuh yang sering dilakukan pemeriksaan *Scanning* oleh pasien adalah tulang pada sendi, khususnya tulang pada sendi untuk bagian kaki. Rendahnya kewaspadaan terhadap kemungkinan kecelakaan, tidak menjaga pola hidup sehat serta bertambahnya usia membuat orang sering mengalami masalah pada tulang sendi. Namun tidak jarang citra yang diperoleh dari hasil *CT Scan* sulit untuk diidentifikasi bentuk dan jenisnya. Karena pada umumnya citra medis terkadang mengalami penurunan kualitas (*terdegradasi*) dengan kontras yang tidak baik seperti kontras yang terlalu terang atau kontras yang terlalu gelap yang mengakibatkan struktur bentuk tulang menjadi tidak jelas terlihat dan sulit untuk diidentifikasi.

Dengan demikian diperlukan proses pengolahan citra untuk mengidentifikasi citra khususnya dalam mengidentifikasi struktur bentuk dari objek yang ada pada hasil *CT Scan* tersebut. Dengan menerapkan operasi morfologi serta metode *Chain Code* pada aplikasi pengolahan citra seperti matlab yang diharapkan diperoleh hasil citra *CT Scan* yang lebih baik agar lebih mudah dalam mengidentifikasi citra tersebut. Operasi morfologi sendiri sudah pernah diterapkan pada penelitian sebelumnya seperti pada penelitian (Koredianto Usman, 2008, ISSN: 1979-2328) yang membahas mengenai perhitungan dalam pemisahan citra sel darah merah yang bertumpuk dan pada penelitian (Eddy nuraharjo, 2011, ISSN : 08549524) yang menerapkan operasi morfologi dalam pengolahan citra digital untuk menentukan batas obyek pada citra. Sedangkan metode *Chain Code* digunakan untuk menggambarkan batas obyek atau jumlah piksel yang berada dalam satu obyek dengan tujuan untuk mendapatkan hasil citra yang lebih baik. Metode ini juga sudah pernah diterapkan pada penelitian Vidya Dwi Turisqi, Sendi Noviyanto, dan Umi Rosyidah, 2014, ISSN: 245-250) yang menerapkan metode *Chain Code* dalam mendeteksi huruf arab.

Adapun tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah Untuk menerapkan operasi morfologi dan metode *Chain Code* pada citra digital *CT Scan* tulang sendi dan Mengimplementasikan operasi morfologi dan metode *Chain Code* pada citra digital *CT Scan* tulang sendi dengan menggunakan aplikasi matlab.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu *CT Scan* tulang sendi sebagai bahan yang digunakan dalam penelitian.

#### Metode

##### Pengolahan Citra Digital

Secara umum, pengolahan citra digital menunjuk pada pemrosesan gambar dua dimensi menggunakan komputer. Dalam konteks yang lebih luas, pengolahan citra digital memacu pada pemrosesan setiap data dua dimensi. Citra digital merupakan sebuah larik (*array*) yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu.

Pengolahan citra merupakan bagian penting yang mendasari berbagai aplikasi nyata, seperti pengenalan pola penginderaan jarak jauh melalui satelit atau pesawat udara, dan *machine vision*. (Abdul

kadir dan Adhi Susanto, 2013:3) Pada pengenalan pola, pengolahan citra antara lain berperan memisahkan objek dari latar belakang secara otomatis. Pengolahan citra juga merupakan bidang yang bersifat multidisiplin yang terdiri dari banyak aspek, antara lain fisika (optik, nuklir, gelombang), elektronika, matematika, seni, fotografi, dan teknologi komputer. (Balza Ahmad dan Kartika Firdausy, 2013:1).

### Operasi Morfologi

Morfologi berarti bentuk dan struktur suatu objek, atau susunan dan hubungan internal antar bagian-bagian sebuah objek (Usman Ahmad, 2005:161). Kata morfologi pertama kali digunakan dalam ilmu bahasa dan ilmu biologi. Dalam ilmu bahasa, morfologi artinya mempelajari struktur kata-kata dalam sebuah kalimat dan ini telah diteliti oleh banyak orang selama bertahun-tahun. Dalam ilmu biologi, kata morfologi mempunyai hubungan langsung dengan organisme dan mikroorganisme.

Operasi morfologi adalah teknik pengolahan citra yang didasarkan pada bentuk segmen atau *region* dalam citra. Karena difokuskan pada bentuk objek, maka operasi ini biasanya diterapkan pada citra biner, namun operasi morfologi ini juga dapat diterapkan pada citra abu-abu atau bahkan citra berwarna. Morfologi berhubungan dengan bentuk, dan morfologi digital adalah suatu cara untuk menganalisis atau mendeskripsikan bentuk dari objek digital.

Karena komputer digital khususnya yang mempunyai kemampuan untuk mengolah citra relatif baru dibandingkan dengan perkembangan ilmu lainnya, maka morfologi juga relatif baru dipelajari oleh orang. Namun demikian, dengan adanya ilmu matematika yang melatarbelakangi morfologi menjadi pedoman yang cukup untuk mempelajari operasi morfologi lebih dalam. Gagasan yang mendasari morfologi digital adalah kenyataan bahwa citra mengandung serangkaian piksel-piksel yang membentuk sekumpulan data dalam bentuk dua dimensi. (Usman Ahmad, 2005:162).

### Operasi Dilasi

Proses dalam *dilasi* adalah penumbuhan atau penebalan dalam citra biner. Operasi *dilasi* biasa dipakai untuk mendapatkan efek pelebaran terhadap piksel. Dan dapat dirumuskan dengan rumus sebagai berikut :

$$D(A,B) = A \oplus B = \{z = a + b, \text{ dengan } a \in A \text{ dan } b \in B\}$$

Keterangan :

A = himpunan pada obyek citra yang akan dilakukan *dilasi*

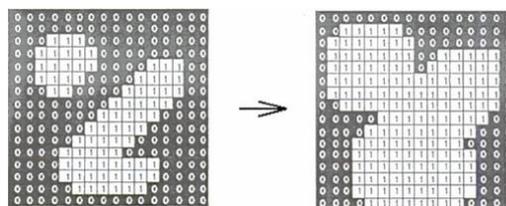
B = himpunan dari *structuring element* atau kernel

D = Proses *dilasi*

Z = hasil proses penjumlahan elemen A dan elemen B

Untuk lebih memahami *dilasi*, maka dapat dibayangkan bahwa kernel digerakkan sepanjang tepi citra (piksel paling pinggir/ tepi) dan kernel ditempatkan pada piksel tepi yang ditemukan tersebut. Untuk setiap irisan piksel kernel dengan daerah luar citra maka piksel irisan tersebut merupakan hasil *dilasi* dan piksel tersebut ikut bergabung menjadi obyek dalam citra biner.

*Dilasi* ini sangat berguna ketika diterapkan dalam obyek-obyek yang terputus dikarenakan hasil pengambilan citra yang terganggu oleh noise, kerusakan obyek fisik yang dijadikan citra digital, atau disebabkan resolusi yang jelek, misalnya teks pada kertas yang sudah rusak sehingga bentuknya kurang jelas. Dengan dilakukan operasi ini maka obyek pada citra atau tepi citra dapat disambung kembali. (Eko prasetyo, 2011:139). Gambar 2.1 berikut ini mengilustrasikan suatu citra sebelum dan sesudah proses *dilasi* dengan menggunakan SE berukuran 3x3 dengan setiap elemen SE bernilai 1.



Gambar 1 Proses *Dilasi*

### Computerized Tomography (CT Scanner)

Sejak 1972 telah diperkenalkan suatu alat canggih, yang meskipun sangat mahal namun telah merebut pasaran serta menempati tempat teratas dalam dunia kedokteran dalam waktu yang sangat cepat, yaitu alat tomogram yang dikendalikan dengan komputer, yang dikenal sebagai *computer assisted tomography* atau *computerized tomography (CT)*. (Iwan Ekayuda, 2005:573)

*CT Scan* atau kadang disebut *CAT Scan (Computerized Axial Tomography Scanner)* merupakan suatu contoh aplikasi pengolahan citra, yang dapat dipakai untuk melihat potongan atau penampang bagian tubuh manusia. (Abdul Kadir dan Adhi Susanto, 2013:4) Kata *Tomography* diperoleh dari bahasa

Yunani yaitu *Tomos* (iris) dan *Graphia* (gambar). *Tomography* adalah proses untuk menghasilkan citra berdimensi dua dari potongan objek berdimensi tiga dari sejumlah hasil pemindaian satu dimensi.

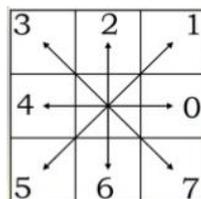
*CT Scan* umumnya digunakan dalam dunia kedokteran sebagai alat diagnostik dan sebagai pemandu untuk *interventional* prosedur. Kadang-kadang material seperti *barium* atau *intravenous iodinated contrast* dimasukkan ke tubuh pasien yang berguna dalam mempermudah proses *scanning* seperti untuk melihat isi perut atau bagian tubuh yang sukar untuk digambarkan dengan cara *scanning*. Penggunaan kontras material dapat juga membantu khususnya guna memperoleh informasi fungsional tentang jaringan pada tubuh pasien.

*Scanner* multi irisan telah dikenalkan sejak tahun 1998 dipandang sebagai pengembangan lanjut dalam penggambaran *CT*, detektor mempunyai arah gerakan multi row yang memungkinkan akuisisi multi irisan gambar selama satu putaran tabung sinar-x. Tergantung pada model pabrikan, *scanner* multi irisan mungkin delapan kali lebih cepat dari pada *scanner* spiral irisan tunggal dan irisan dapat setipis setengah irisan yang tipis yang dapat dicapai oleh *scanner* spiral. Teknologi multi irisan masih dalam tahap pengembangan sejak tahun 2001. Berkas elektron *CT scanner*, juga dinamakan *CT scanner* ultra cepat, menggunakan teknologi *scanning* yang berbeda dari pada *CT scanner* yang lain, dimana putaran tabung sinar-x secara mekanis.

Berkas elektron *CT scanner* tidak memiliki bagian yang bergerak, yang demikian ini memungkinkan melakukan *scan* dengan cepat. Berkas elektron yang dibangkitkan dari elektron gun difokuskan pada putaran sinar-x dan berkas sinar-x dikendalikan sepanjang ring sasaran tungsten. Waktu *scan* mendekati sepuluh kali lebih cepat dari pada *scanner* multi irisan karena hanya berkas elektron yang bergerak selama *scanning*. Berkas elektron *CT scan* telah dikenalkan pada pertengahan tahun 1980 dan dirancang untuk penggambaran jantung dan penggambaran bagian tubuh yang bergerak lainnya (seperti paru-paru) dan mempunyai kecepatan *scanning* tinggi.

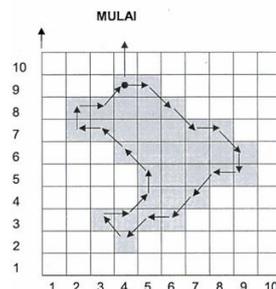
**Metode Chain Code**

*Chain Code* pertama kali diperkenalkan untuk merepresentasikan kurva digital oleh Herbert Freeman pada tahun 1974. Karena itu *Chain Code* disebut juga dengan *Freeman Code*, sesuai dengan nama pencetus idenya. Di Indonesia lebih dikenal dengan istilah kode rantai. Representasi yang dimaksud meliputi piksel-piksel dari tepi suatu obyek yang saling berhubungan dan memiliki arah tertentu. Kode rantai (*Chain Code*) sering digunakan untuk mendeskripsikan atau mengkodekan bentuk (*Countour*) suatu objek. (Darma Putra, 2010:228)



Gambar 2 Arah Kode Rantai

Urutan dalam pembacaan arah satu *pixel* ke *pixel* yang lain berdasarkan arah jarum jam seperti ditunjukkan pada gambar 2.4. Berikut ini disajikan contoh obyek dan kode rantainya.



Gambar 3 Contoh Obyek dan Kode Rantainya

Pembentukan kode rantai dimulai dengan menentukan *pixel* pertama dari obyek. Penentuan piksel pertama dilakukan dari arah paling ujung sebelah kiri obyek kemudian dilakukan terus mengikuti arah jarum jam dengan mengambil piksel tepi pada obyek saja. Berdasarkan *pixel* tersebut kode rantai objek dibentuk dengan mengikuti aturan arah kode rantai. Berdasarkan kode rantainya, analisis terhadap suatu objek dapat dilakukan dengan menghitung keliling, area, dan faktor bentuknya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Salah satu bagian tubuh yang sering dilakukan pemeriksaan *Scanning* oleh pasien adalah tulang dan sendi, khususnya tulang dan sendi bagian kaki. Hasil pemeriksaan dari *CT Scan* yang dilakukan adalah berupa citra. Kemudian citra tersebut akan di baca atau di presentasikan oleh tenaga medis untuk dapat dilihat dan diketahui hasil dari proses *Scanning* tersebut. Namun, terkadang citra yang di dapatkan dari

proses *CT Scan* mengalami penurunan kualitas seperti kontras citra yang terlalu gelap atau terlalu terang. Dengan demikian struktur bentuk objek pada citra akan terlihat tidak jelas, dan tentu saja hal ini akan mempersulit tenaga medis dalam mengidentifikasi hasil diagnosa dari citra *CT Scan* tersebut.

**Analisa Dengan Operasi Morfologi**

Operasi morfologi merupakan teknik pengolahan citra yang didasarkan pada bentuk segmen atau region dalam citra. Morfologi digital adalah suatu cara untuk menganalisis atau mendeskripsikan bentuk dari objek digital. Operasi morfologi bukanlah operasi yang mempunyai tujuan analisis, melainkan suatu operasi yang bertujuan untuk memfasilitasi analisis yang dilakukan terhadap obyek tersebut. Operasi morfologi pada citra biner bertujuan agar menghasilkan fitur-fitur yang lebih akurat ketika analisis dilakukan terhadap objek.

Langkah awal operasi morfologi adalah dengan menentukan citra yang akan dilakukan operasi morfologi, Berikut pada gambar 3.1 dibawah ini adalah citra hasil *CT Scan* tulang sendi bagian lutut dengan ukuran 150 x 150. Kemudian lakukan pemotongan pada citra yang akan dilakukan proses morfologi, pada gambar 3.2 menunjukkan bagian citra yang akan dilakukan proses morfologi. Langkah selanjutnya, setelah citra dipotong maka untuk mempermudah perhitungan citra tersebut diubah ukurannya menjadi 10 x 10, setelah citra diubah ukurannya, maka ubah citra tersebut menjadi citra biner untuk kemudian diambil nilai piksel pada objek. Nilai piksel pada objek dapat diperoleh dengan menggunakan aplikasi *matlab*. Berikut dibawah ini adalah nilai piksel pada objek yang telah diperoleh.



Gambar 4 Citra Asli



Gambar 5 Citra Yang Akan Dilakukan Operasi Morfologi

Tabel 1 Nilai Matriks Pada Citra input

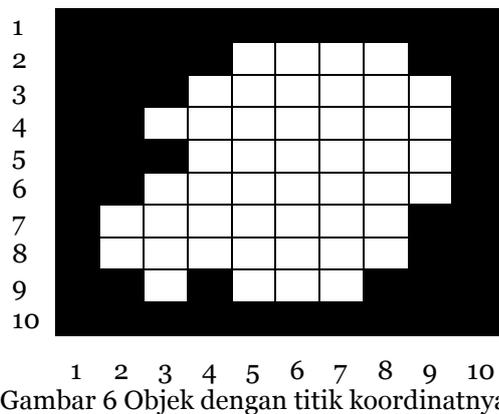
|   |   |   |     |     |     |     |     |   |   |
|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| 0 | 3 | 0 | 6   | 246 | 5   | 4   | 251 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 9 | 254 | 255 | 251 | 250 | 255 | 0 | 0 |
| 0 | 2 | 0 | 246 | 255 | 252 | 255 | 247 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 255 | 255 | 251 | 248 | 255 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 3 | 255 | 252 | 255 | 255 | 251 | 0 | 0 |
| 0 | 5 | 0 | 255 | 255 | 242 | 255 | 255 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 3 | 254 | 247 | 255 | 255 | 252 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 5 | 0   | 255 | 255 | 255 | 254 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 255 | 255 | 255 | 255 | 0   | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 255 | 255 | 255 | 255 | 0   | 0 | 0 |

Setelah nilai piksel diperoleh, maka ubah nilai tersebut menjadi nilai biner dengan nilai ambang 128. Berikut adalah nilai piksel yang diperoleh dari hasil binerisasi.

Tabel 2 Nilai Matriks Pada Citra input dalam bentuk biner

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Setelah nilai matriks pada citra biner diperoleh, maka objek pada citra yang akan dilakukan operasi morfologi dapat digambarkan sebagai berikut seperti pada gambar 6



Gambar 6 Objek dengan titik koordinatnya

Setelah objek dan titik koordinatnya diperoleh, maka proses operasi morfologi dapat dilakukan ke operasi selanjutnya yaitu dilasi dan erosi untuk mendapatkan hasil citra yang lebih baik.

**Dilasi**

Proses dilasi dilakukan dengan menjumlahkan setiap elemen pada citra input dengan setiap elemen pada kernel atau struktur elemen pembentuk citra (*Structuring Element*).Bila suatu objek (citra input) dinyatakan dengan A dan SE (*Structuring Elements*) dinyatakan dengan B maka operasi dilasi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$D(A,B) = A + B = \{z = a + b\}, \text{ dengan } a \in A \text{ dan } b \in B\}$$

Keterangan :

- A = citra yang akan dilakukan operasi dilasi
- B = Kernel atau *Structuring Element* yang digunakan
- D = Proses dilasi
- Z = hasil proses penjumlah elemen A dan elemen B

Jika A : {(7,2), (6,3), (5,4), (4,3), (3,4), (2,5), (2,6), (2,7) (2,8), (3,9), (4,9), (5,9), (6,9), (7,8), (8,8), (9,7), (9,6), (9,6), (9,5), (9,3), (8,2)}

B : {(-1,0), (0,0), (1,0)}

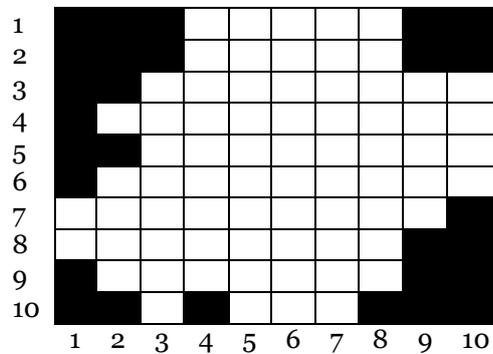
Dengan demikian maka proses dilasi dapat dihitung dengan menjumlahkan setiap koordinat pada elemen A dengan koordinat pada elemen B seperti berikut ini :

$$A \oplus B = \{(7,2) + (-1,0), (7,2) + (0,0), (7,2) + (1,0), (6,3) + (-1,0), (6,3) + (0,0), (6,3) + (1,0), (5,4) + (-1,0), (5,4) + (0,0), (5,4) + (1,0), (4,3) + (-1,0), (4,3) + (0,0), (4,3) + (1,0), (3,4) + (-1,0), (3,4) + (0,0), (3,4) + (1,0), (2,5) + (-1,0), (2,5) + (0,0), (2,5) + (1,0), (2,6) + (-1,0), (2,6) + (0,0), (2,6) + (1,0), (2,7) + (-1,0), (2,7) + (0,0), (2,7) + (1,0), (2,8) + (-1,0), (2,8) + (0,0), (2,8) + (1,0), (3,9) + (-1,0), (3,9) + (0,0), (3,9) + (1,0), (4,9) + (-1,0), (4,9) + (0,0), (4,9) + (1,0), (5,9) + (-1,0), (5,9) + (0,0), (5,9) + (1,0), (6,9) + (-1,0), (6,9) + (0,0), (6,9) + (1,0), (7,8) + (-1,0), (7,8) + (0,0), (7,8) + (1,0), (8,8) + (-1,0), (8,8) + (0,0), (8,8) + (1,0), (9,7) + (-1,0), (9,7) + (0,0), (9,7) + (1,0), (9,6) + (-1,0), (9,6) + (0,0), (9,6) + (1,0), (9,5) + (-1,0), (9,5) + (0,0), (9,5) + (1,0), (9,3) + (-1,0), (9,3) + (0,0), (9,3) + (1,0), (8,2) + (-1,0), (8,2) + (0,0), (8,2) + (1,0)\}$$

$$= \{(6,2), (7,2), (8,2), (5,3), (6,3), (7,3), (4,4), (5,4), (6,4), (3,3) (4,3), (5,3), (2,4), (3,4), (4,4), (1,5), (2,5), (3,5), (1,6), (2,6), (3,6), (1,7), (2,7), (3,7), (1,8), (2,8), (3,8), (2,9), (3,9), (4,9), (3,9), (4,9)\}$$

(5,9), (4,9), (5,9), (6,9), (6,8), (7,8), (8,8), (7,8), (8,8), (9,8), (8,7), (9,7), (10,7), (8,6), (9,6), (10,6), (8,5), (9,5), (10,5), (8,3), (9,3), (10,3), (7,2), (8,2), (9,2) }

Setelah hasil perhitungan diperoleh, maka untuk menunjukkan hasil proses *dilasi* pada citra, koordinat yang berulang pada hasil perhitungan ditulis hanya satu kali saja. Hasil dari proses *dilasi* akan menyebabkan pembengkakan pada nilai piksel tepi citra yang membuat objek menjadi terlihat lebih besar yang membuat lubang-lubang pada citra hasil binerisasi akan tertutup. Berikut dibawa ini adalah *output* dari proses dilasi pada objek citra.



Gambar 8 Citra Hasil Proses *Dilasi*

**Erosi**

Proses *erosi* merupakan kebalikan dari proses *dilasi*. Jika dalam proses dilasi menghasilkan objek yang lebih luas maka dalam proses *erosi* akan menghasilkan objek yang menyempit (mengecil). Adapun operasi *erosi* dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$E(A,B) = A \ominus B = \{z = A - B \}$$

Jika A : {(7,2), (6,3), (5,4), (4,3), (3,4), (2,5), (2,6), (2,7), (2,8), (3,9), (4,9), (5,9), (6,9), (7,8), (8,8), (9,7), (9,6), (9,6), (9,5), (9,3), (8,2) }

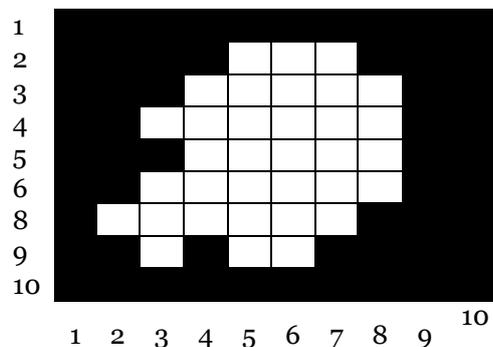
B : {(-1,0), (0,0), (1,0) }

Dengan demikian maka proses *erosi* dapat dihitung dengan mengurangkan setiap koordinat pada elemen A dengan koordinat pada elemen B seperti berikut ini :

$$A \ominus B = \{(7,2) - (-1,0), (7,2) - (0,0), (7,2) - (1,0), (6,3) - (-1,0), (6,3) - (0,0), (6,3) - (1,0), (5,4) - (-1,0), (5,4) - (0,0), (5,4) - (1,0), (4,3) - (-1,0), (4,3) - (0,0), (4,3) - (1,0), (3,4) - (-1,0), (3,4) - (0,0), (3,4) - (1,0), (2,5) - (-1,0), (2,5) - (0,0), (2,5) - (1,0), (2,6) - (-1,0), (2,6) - (0,0), (2,6) - (1,0), (2,7) - (-1,0), (2,7) - (0,0), (2,7) - (1,0), (2,8) - (-1,0), (2,8) - (0,0), (2,8) - (1,0), (3,9) - (-1,0), (3,9) - (0,0), (3,9) - (1,0), (4,9) - (-1,0), (4,9) - (0,0), (4,9) - (1,0), (5,9) - (-1,0), (5,9) - (0,0), (5,9) - (1,0), (6,9) - (-1,0), (6,9) - (0,0), (6,9) - (1,0), (7,8) - (-1,0), (7,8) - (0,0), (7,8) - (1,0), (8,8) - (-1,0), (8,8) - (0,0), (8,8) - (1,0), (9,7) - (-1,0), (9,7) - (0,0), (9,7) - (1,0), (9,6) - (-1,0), (9,6) - (0,0), (9,6) - (1,0), (9,5) - (-1,0), (9,5) - (0,0), (9,5) - (1,0), (9,3) - (-1,0), (9,3) - (0,0), (9,3) - (1,0), (8,2) - (-1,0), (8,2) - (0,0), (8,2) - (1,0) \}$$

$$= \{(8,2), (7,2), (6,2), (7,3), (6,3), (5,3), (6,4), (5,4), (4,4), (5,3), (4,3), (3,3), (4,4), (3,4), (2,4), (3,5), (2,5), (1,5), (3,6), (2,6), (2,6), (3,7), (2,7), (1,7), (3,8), (2,8), (1,8), (4,9), (3,9), (2,9), (5,9), (4,9), (3,9), (6,9), (5,9), (4,9), (8,8), (7,8), (6,8), (9,8), (8,8), (7,8), (10,7), (9,7), (8,7), (10,6), (9,6), (8,6), (10,5), (9,5), (8,5), (10,3), (9,3), (8,3), (9,2), (8,2), (7,2) \}$$

Setelah hasil perhitungan diperoleh, maka untuk menunjukkan hasil proses *erosi* pada citra, koordinat yang berulang pada hasil perhitungan ditulis hanya satu kali saja. Berikut adalah hasil *output* dari proses *erosi*.



Gambar 9 Citra Hasil Proses *erosi*

**Analisa Menggunakan Metode Chain Code**

Representasi yang dimaksud dalam metode *Chain Code* meliputi piksel-piksel dari tepi suatu obyek yang saling berhubungan dan memiliki arah tertentu. Kode rantai (*Chain Code*) sering digunakan untuk mendeskripsikan atau mengkodekan bentuk (*Countour*) suatu objek. Urutan dalam pembacaan arah satu *pixel* ke *pixel* yang lain berdasarkan arah jarum jam.

Setelah menentukan citra yang akan diterapkan metode *Chain Code*, maka bentuk lah kode rantai pada citra. Pembentukan kode rantai pada citra dimulai dengan mencari nilai matriks pada objek. Piksel pada citra dapat diperoleh dengan menggunakan aplikasi *Matlab* dengan merubah citra asli menjadi citra biner dengan ukuran 10 x 10 piksel. Adapun matriks yang diperoleh pada citra dapat dilihat pada tabel 3.1 dan matriks tersebut diubah ke bilangan biner dengan menentukan nilai ambang pada citra

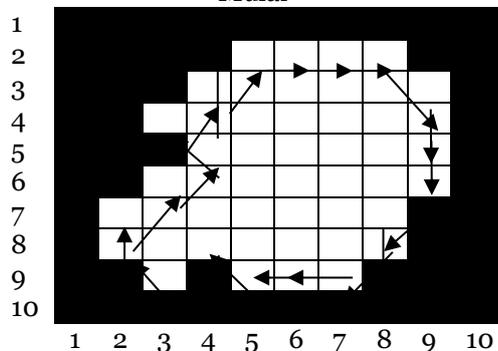


Gambar 10 Citra Asli

Tabel 3. Matriks Pada Citra dalam bentuk biner

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Mulai



Gambar 11 Objek Dengan Kode Rantainya

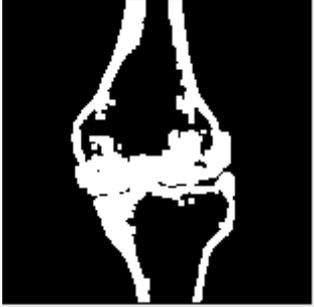
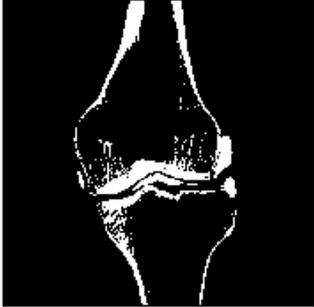
Berdasarkan objek diatas, maka diperoleh kode rantai objek pada citra, sebagai berikut :

000 766 656 544 353 211 311

Dengan diperoleh nya kode rantai berdasarkan objek diatas maka proses pengidentifikasian pun dapat dilakukan dengan cepat dan hasil yang akurat.

Setelah mendapatkan hasil pada perhitungan secara manual, maka pengujian dilanjutkan menggunakan aplikasi. Terdapat tiga gambar *ct scan* tulang sendi yang akan diujikan. Salah satu pengujian metode pada citra lainnya dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4 Pengujian Citra *CT Scan* Tulang

| No. | Citra Latih                                                                       | Citra Uji                                                                          | Deteksi |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1   |  |  | Benar   |

Berdasarkan gambar-gambar yang dilakukan pengujian pada program seperti gambar diatas, maka dari 3 gambar yang diujikan terdapat dua buah gambar tulang yang berhasil diidentifikasi dan satu buah gambar tulang lainnya tidak dapat diidentifikasi dikarenakan kualitas gambar yang kurang baik. Adapun gambar tulang yang berhasil teridentifikasi tersebut adalah hasil *ct scan* tulang sendi pada tangan dan pada lutut. Maka dapat diperkirakan bahwa tingkat akurasi program pada proses pengidentifikasian sebesar 70 %.

### KESIMPULAN

Penerapan operasi morfologi dan metode *chain code* pada citra digital *ct scan* tulang sendi dilakukan dengan mengambil nilai piksel pada citra biner. Kemudian untuk tahap awal dilakukan proses *dilasi* dan kemudian diikuti dengan proses *erosi* pada objek. Dan tahap akhir adalah menentukan kode rantai pada objek yang akan dilakukan proses pengidentifikasian, pengimplementasian operasi morfologi dan metode *chain code* pada citra digital *ct scan* tulang sendi dengan menggunakan aplikasi *matlab* dilakukan dengan menerapkan algoritma-algoritma dan kode pemrograman pada aplikasi *matlab* sehingga proses ini menghasilkan citra yang teridentifikasi dan Hasil-hasil pengujian pada program memberikan tingkat akurasi data yang lebih baik dan lebih cepat dalam proses pengidentifikasian objek pada citra *ct scan*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Koredianto Usman, 2008. *Perhitungan Sel Darah Merah Bertumpuk Berbasis Pengolahan Citra Digital Dengan Operasi Morfologi*.
- Eddy Nuraharjo, 2011. Implementasi Morphology Concept and Technique dalam Pengolahan Citra Digital Untuk Menentukan Batas Obyek dan Latar Belakang Citra.
- Vidya Dwi Turisqi Wijaya, Sendi Novianto, Umi Rosyidah, 2014. Deteksi Huruf Arab Menggunakan Metode Freeman Chain Code.
- Achmad, Balza dan Kartika Firdausy, 2013. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kadir, Abdul dan Adhi Susanto, 2013. *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra Digital*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kadir, Abdul, 2013. *Dasar Pengolahan Citra Dengan Delphi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Ahmad, Usman, 2005. *Pengolahan citra dan Teknik Pemrogramannya*. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Putra, Darma, 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Irianto, Koes, 2013. *Anatomi dan Fisiologi*, Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Ekayuda, Iwan, 2005. *Radiologi Diagnostik*, Penerbit Badan Penerbit FKUI, Jakarta.
- Wiarso, Giri, 2013. *Anatomi dan Fisiologi Sistem Gerak Manusia*, Penerbit Gosyen Publishinh, Yogyakarta.
- Sianipar, R.H, 2010. *Pemrograman Matlab*, Penerbit Informatika, Bandung.
- Nugroho, Adi, 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek Dengan Metode USDP*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Irwanto, Djon, 2007. *Perancangan Berorientasi Object Oriented Software Dengan UML*. Penerbit Andi, Yogyakarta.

## **APLIKASI STEGANOGRAFI MENGGUNAKAN METODE MASKING-FILTERING**

**Adliansyah**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Steganografi membuat data satu informasi yang dikirimkan menjadi lebih aman dengan berbagai cara. Salah satu metode steganografi adalah *Masking Filtering*. Data rahasia yang disembunyikan juga dapat berupa citra, suara, teks, atau video. Jika pada kriptografi, data yang telah disandikan (*ciphertext*) tetap tersedia, maka dengan steganografi *ciphertext* dapat disembunyikan sehingga pihak ketiga tidak mengetahui keberadaannya. *Masking-filtering* termasuk dalam *spatial domain*. Penyembunyian pesan dilakukan dengan memanipulasi nilai *luminance* gambar. Penggunaannya diterapkan pada gambar berwarna atau *grayscale*. *Masking* berfungsi sebagai penandaan tempat pada gambar yang bisa disisipkan pesan sedangkan *filtering* melewati nilai pada bagian yang telah ditandai tersebut. Metode *masking-filtering* ini biasanya dibatasi pada gambar dengan 24 bit warna atau gambar bermode *grayscale*. Metode ini mirip dengan *watermark*, dimana suatu *image* diberi tanda (*marking*) untuk menyembunyikan pesan rahasia. Hal ini dapat dilakukan, misalnya dengan memodifikasi tingkat *luminance* beberapa bagian pada gambar. Metode *masking* jauh lebih baik dari pada *LSB* karena memungkinkan adanya kompresi, *cropping*, dan beberapa pemrosesan terhadap gambar lainnya.

**Kata Kunci :** Pengamanan data, Steganografi, penyembunyian data, metode *masking filtering*.

### **PENDAHULUAN**

Digital steganografi memerlukan suatu media sebagai tempat penyembunyian informasi. Secara teori penyisipan informasi pada data digital dengan menggunakan teknik steganografi dapat dilakukan pada semua format data digital yang ada dalam komputer sebagai media *covernya* seperti format teks, format gambar, bahkan untuk format *audio* dan sebagainya asalkan *file-file* tersebut mempunyai *bit-bit* data redundan yang dapat dimodifikasi.

Steganografi membuat data satu informasi yang dikirimkan menjadi lebih aman dengan berbagai cara. Salah satu metode steganografi adalah *Masking Filtering*. Data rahasia yang disembunyikan juga dapat berupa citra, suara, teks, atau video. Jika pada kriptografi, data yang telah disandikan (*ciphertext*) tetap tersedia, maka dengan steganografi *ciphertext* dapat disembunyikan sehingga pihak ketiga tidak mengetahui keberadaannya.

*Masking-filtering* termasuk dalam *spatial domain*. Penyembunyian pesan dilakukan dengan memanipulasi nilai *luminance* gambar. Penggunaannya diterapkan pada gambar berwarna atau *grayscale*. *Masking* berfungsi sebagai penandaan tempat pada gambar yang bisa disisipkan pesan sedangkan *filtering* melewati nilai pada bagian yang telah ditandai tersebut.

Metode *masking-filtering* ini biasanya dibatasi pada gambar dengan 24 bit warna atau gambar bermode *grayscale*. Metode ini mirip dengan *watermark*, dimana suatu *image* diberi tanda (*marking*) untuk menyembunyikan pesan rahasia. Hal ini dapat dilakukan, misalnya dengan memodifikasi tingkat *luminance* beberapa bagian pada gambar. Metode *masking* jauh lebih baik dari pada *LSB* karena memungkinkan adanya kompresi, *cropping*, dan beberapa pemrosesan terhadap gambar lainnya. Teknik *masking* memasukkan informasi ke area tertentu yang signifikan sehingga pesan tersembunyi itu lebih dapat terselubung daripada hanya sekedar menutupi tingkatan *noise* pada gambar. Hal inilah yang membuat *masking* lebih baik daripada *LSB*, misalnya saja pada gambar dengan format *JPEG* yang dikompresi secara *lossy*.

Adapun tujuan penelitian adalah Untuk mengetahui proses penyisipan *pesan teks* ke citra dengan menerapkan metode *Masking Filtering*, Untuk mengekstrak *pesan Teks* yang disisipkan ke dalam citra dan Untuk merancang aplikasi steganografi yang dapat mengamankan data pada *file* dengan menggunakan bahasa pemrograman.

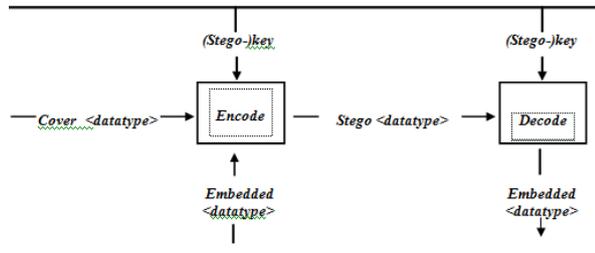
### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu Data yang disisipkan berupa teks dengan ukuran maksimum 150 karakter, File citra yang digunakan sebagai media penampung data hanya berekstensi *\*jpg* dan bahasa pemrograman yang digunakan yaitu *Microsoft Visual Studio 2008*.

**Metode  
Steganografi**

Menurut Jonathan Cummins dalam buku terjemahan Hapsari Muthi, (2005:135) steganografi adalah salah satu cara untuk menyembunyikan suatu pesan/data rahasia di dalam data atau pesan lain yang tampak tidak mengandung apa-apa, kecuali bagi orang yang mengerti kuncinya. Selain itu, pada kriptografi pesan disembunyikan dengan “diacak” sehingga pada kasus-kasus tertentu dapat dengan mudah mengundang kecurigaan, sedangkan pada steganografi pesan “disamarkan” dalam bentuk yang relatif “aman” sehingga tidak terjadi kecurigaan itu. Steganografi dapat digunakan pada berbagai macam bentuk data, yaitu *image*, *audio*, dan *video*.



Gambar 1 Sistem Steganography

Dikirim secara rahasia (*emb*) ke dalam data *cover* sebagai tempat menyimpannya (*cover*), dengan menggunakan kunci tertentu (*key*), sehingga dihasilkan data dengan pesan tersembunyi di dalamnya (*stego*). Di bagian penerima pesan (*recipient*), dilakukan proses *extracting* (*fE*) pada *stego* untuk memisahkan pesan rahasia (*emb*) dan data penyimpan (*cover*) tadi dengan menggunakan kunci yang sama seperti pada proses *embedding*. Jadi hanya orang yang tahu kunci ini saja yang dapat mengekstrak pesan rahasia tadi.

Steganografi bukan merupakan hal yang baru dan sudah dikenal sejak zaman Romawi dan Yunani kuno. Misalnya, pesan ditulis di kepala budak lalu menunggu sampai tumbuh cukup rambut untuk menutupi pesan tersebut sebelum ia dikirim kepada orang yang dituju dimana rambutnya akan dicukur sehingga pesan itu terlihat.

**Masking-Filtering**

Menurut Susanti, (2007:107) teknik *masking* dan *filtering* ini biasanya dibatasi pada *image* 24 bit *color* atau *image grayscale*. Metode ini mirip dengan *watermark*, dimana suatu *image* diberi tanda (*marking*) untuk menyembunyikan pesan rahasia. Hal ini dapat dilakukan, misalnya dengan memodifikasi *luminance* beberapa bagian dari *image*. Walaupun metode ini akan mengubah tampilan dari *image*, dimungkinkan untuk melakukannya dengan cara tertentu sehingga mata manusia tidak melihat perbedaannya. Karena metode ini menggunakan aspek *image* yang memang terlihat langsung, metode ini akan lebih “*robust*” terhadap kompresi (terutama *lossy compression*), *cropping*, dan beberapa *image processing* lain, bila dibandingkan dengan metode modifikasi *LSB*.

Teknik *masking* dan *filtering*, hanya terbatas ke gambar 24-bit dan *grayscale*, informasi disembunyikan dengan menandai suatu *image* dengan cara seperti *paper stego*. Teknik *steganografi* dapat di aplikasikan dengan resiko rusaknya gambar dalam kaitannya dengan *lossy compression*, karena bit-bit penyisip menyatu ke dalam *image*.

Steganografi umumnya merahasiakan pesan ke dalam *cover image*, dimana yang terpenting adalah pesannya. Dalam steganografi, objek dari komunikasi adalah pesan yang tersembunyi. Untuk membuat *stego image* dengan meningkatkan *luminance* dari area *masked* 15%. Jika diubah *luminance* dengan persentasi yang lebih kecil, *mask* akan tidak terdeteksi oleh mata manusia. Dapat menggunakan gambar *stego* untuk menyembunyikan *plaintext* atau informasi yang di-*encode*-kan. *Masking* lebih *robust* dari pada penyisipan *LSB* dengan hasil kompresi, *cropping*, dan beberapa pemrosesan gambar. Tehnik *masking* menempelkan informasi dalam area *significant* sehingga pesan yang tersembunyi itu lebih bersatu dengan gambar *cover image* dari pada penyembunyian dalam *level* “*noise*”.

Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk menyisipkan pesan dari sebuah citra *JPG* menggunakan algoritma *Masking Filter*:

1. Tentukan pesan yang akan disisipkan, kemudian ubahlah pesan itu ke bentuk biner.
2. Tambahkan angka 1 di depan rangkaian bilangan biner tersebut kemudian konversikan rangkaian tersebut ke desimal. Biasanya bilangan tersebut merupakan bilangan yang besar. Sebut bilangan ini sebagai *m*.
3. Kemudian tentukan citra *JPG* tempat pesan akan disisipkan. Hitunglah jumlah warna pada gambar tersebut. Sebut jumlah ini sebagai *n*. Jika  $m > n! - 1$  maka pesan terlalu panjang dan proses penyisipan tidak dapat dilakukan.

4. Urutkan warna pada palet warna berdasarkan urutan naturalnya. Setiap warna dengan format RGB dikonversikan dengan rumus berikut: (Nilai merah \* 65536) + (nilai hijau \* 256) + (nilai biru) Palet warna kemudian diurutkan berdasarkan besar bilangan integer yang mewakili warna tersebut.
5. Lakukan iterasi terhadap variable  $i$  dengan nilai  $i$  dari 1 sampai  $n$ . Setiap warna pada urutan  $n - 1$  dipindahkan ke posisi baru yaitu  $m \bmod i$ , kemudian  $m$  dibagi dengan  $i$ .
6. Palet warna baru hasil iterasi pada langkah kelima dimasukkan ke dalam palet warna berkas JPG. Apabila ada sebuah tempat yang diisi oleh 2 buah warna maka warna yang sebelumnya menempati tempat tersebut akan digeser satu tempat ke posisi berikutnya.
7. Apabila ternyata besar palet warna yang baru lebih kecil dari 256 maka palet warna urutan terakhir akan diisi dengan warna terakhir dari palet warna sebelumnya.
8. Berkas JPG kemudian akan dikompresi ulang dengan palet warna yang baru untuk menghasilkan berkas yang baru dengan ukuran dan gambar yang sama namun telah disisipi pesan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proses *masking* terhadap citra bertujuan sebagai penandaan tempat pada citra yang akan disisipkan pesan sedangkan *filtering* bertujuan untuk melewati nilai pada bagian yang telah ditandai tersebut. Sistem yang dirancang pada skripsi ini terdiri dari dua proses utama, yaitu proses penyisipan pesan dan proses pengestrakan pesan. Proses penyisipan akan menyisipkan teks ke dalam gambar asli (gambar sebelum disisipkan pesan). Proses ini akan menghasilkan gambar baru yang telah disisipkan pesan atau biasa disebut dengan *stego image*. Untuk dapat memperoleh kembali pesan asli, maka perlu dilakukan proses pengestrakan yang merupakan kebalikan dari proses penyisipan. Perlu diketahui bahwa proses pengestrakan yang dibuat dalam skripsi ini tidak mengembalikan kondisi citra ke keadaan sebelum citra disisipi pesan.

**Skema Penyisipan (Encoding)**

Skema penyisipan merupakan langkah-langkah untuk menyembunyikan pesan dalam sebuah citra JPG menggunakan algoritma *Masking Filter* dengan ukura file 300 x 400:



Gambar 1 Citra

Gambar tersebut diatas dapat kita konversikan ke dalam bentuk biner sebagai berikut :

$$\left( \begin{array}{cccccccccc} 11001 & 11001 & 11001 & 11001 & 10110 & 10111 & 11001 & 10010 & 10101 \\ 11001 & 11001 & 11001 & 11001 & 10010 & 10100 & 11001 & 10101 & 10111 \end{array} \right)$$

Adapun langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Tentukan pesan yang akan disisipkan, kemudian ubahlah pesan itu ke bentuk biner.
2. Tambahkan angka 1 di depan rangkaian bilangan biner tersebut kemudian konversikan rangkaian tersebut ke desimal. Biasanya bilangan tersebut merupakan bilangan yang besar. Sebut bilangan ini sebagai  $m$ .
3. Kemudian tentukan citra JPG tempat pesan akan disisipkan. Hitunglah jumlah warna pada gambar tersebut. Sebut jumlah ini sebagai  $n$ . Jika  $m > n! - 1$  maka pesan terlalu panjang dan proses penyisipan tidak dapat dilakukan.
4. Urutkan warna pada palet warna berdasarkan urutan naturalnya. Setiap warna dengan format RGB dikonversikan dengan rumus berikut: (Nilai merah \* 65536) + (nilai hijau \* 256) + (nilai biru) Palet warna kemudian diurutkan berdasarkan besar bilangan integer yang mewakili warna tersebut.
5. Lakukan iterasi terhadap variable  $i$  dengan nilai  $i$  dari 1 sampai  $n$  setiap warna pada urutan  $n - 1$  dipindahkan ke posisi baru yaitu  $m \bmod i$ , kemudian  $m$  dibagi dengan  $i$ .
6. Palet warna baru hasil iterasi pada langkah kelima dimasukkan ke dalam palet warna berkas JPG. Apabila ada sebuah tempat yang diisi oleh 2 buah warna maka warna yang sebelumnya menempati tempat tersebut akan digeser satu tempat ke posisi berikutnya.
7. Apabila ternyata besar palet warna yang baru lebih kecil dari 256 maka palet warna urutan terakhir akan diisi dengan warna terakhir dari palet warna sebelumnya.
8. Berkas JPG kemudian akan dikompresi ulang dengan palet warna yang baru untuk menghasilkan berkas yang baru dengan ukuran dan gambar yang sama namun telah disisipi pesan.

Untuk lebih mempermudah pemahaman langkah-langkah di atas, berikut ini merupakan contoh sederhana penyisipan pesan "A" ke dalam sebuah berkas JPG dengan jumlah warna pada palet warna sebanyak 6 buah.

1. Pesan yang akan disisipkan adalah "A" yang apabila diubah ke dalam bentuk biner berdasarkan pengkodean ASCII menghasilkan bilangan biner: 01000001 dimana nilai biner diperoleh dari pengkonversian A kedalam bentuk desimal yang bernilai 65 dan kemudian nilai 65 dikonversikan ke biner yang menghasilkan = 01000001.
2.  $m=101000001_2=321_{10}$
3. Jumlah warna palet warna adalah 6.  $6! > 321-1$  Maka penyisipan dapat dilakukan
4. Urutan warna pada palet warna citra tersebut adalah:

Tabel 1 Urutan warna pada palet warna citra

| 0        |    |    | 1        |    |    | 2        |    |    | 3        |    |    | 4        |    |    | 5        |    |    |
|----------|----|----|----------|----|----|----------|----|----|----------|----|----|----------|----|----|----------|----|----|
| Warna A  |    |    | Warna B  |    |    | Warna C  |    |    | Warna D  |    |    | Warna E  |    |    | Warna F  |    |    |
| R        | G  | B  | R        | G  | B  | R        | G  | B  | R        | G  | B  | R        | G  | B  | R        | G  | B  |
| 25       | 25 | 25 | 25       | 22 | 23 | 25       | 18 | 21 | 25       | 25 | 25 | 25       | 18 | 20 | 25       | 21 | 23 |
| 5        | 5  | 5  | 4        | 1  | 6  | 1        | 6  | 6  | 5        | 5  | 1  | 1        | 1  | 3  | 1        | 4  | 5  |
| 16777215 |    |    | 16703724 |    |    | 16497368 |    |    | 16777211 |    |    | 16496075 |    |    | 16504555 |    |    |

Susunan palet warna setelah diurutkan berdasarkan nilai di atas adalah:

Tabel 2 susunan palet warna setelah diurutkan

| 0       | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Warna A | Warna C | Warna F | Warna B | Warna D | Warna A |

5. Iterasi variabel i dari mulai 1 sampai n : Warna indeks ke- (n-1) dipindahkan ke indeks ke- (m mod i),  $m=m/i$

Untuk i=1

Warna indeks ke 5 dipindahkan ke 0

$$m=321, m=321/1=321$$

Untuk i=2

Warna indeks ke-4 dipindahkan ke indeks ke-1.

$$m=321, m=321/2=160$$

Untuk i=3

Warna indeks ke-3 dipindahkan ke indeks ke-1.

$$m=160, m=160/3=53$$

Untuk i=4

Warna indeks ke-2 dipindahkan ke indeks ke-1.

$$m=53, m=53/4=13$$

Untuk i=5

Warna indeks ke-1 dipindahkan ke indeks ke-3.

$$m=13, m=13/5=2$$

Untuk i=6

Warna indeks ke-0 dipindahkan ke indeks ke-2.

6. Pada tahap kelima, ada beberapa warna yang menempati indeks yang sama. Setiap ada warna yang menempati indeks yang telah terisi, maka warna yang sebelumnya menempati indeks tersebut akan bergeser sekali ke indeks berikutnya.

| 0       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|---|---|---|---|---|
| Warna A |   |   |   |   |   |

| 0       | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------|---------|---|---|---|---|
| Warna A | Warna D |   |   |   |   |

| 0       | 1       | 2       | 3 | 4 | 5 |
|---------|---------|---------|---|---|---|
| Warna A | Warna B | Warna D |   |   |   |

| 0       | 1       | 2       | 3       | 4 | 5 |
|---------|---------|---------|---------|---|---|
| Warna A | Warna F | Warna B | Warna D |   |   |

|         |         |         |         |         |   |
|---------|---------|---------|---------|---------|---|
| 0       | 1       | 2       | 3       | 4       | 5 |
| Warna A | Warna F | Warna B | Warna C | Warna D |   |

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0       | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |
| Warna A | Warna F | Warna E | Warna B | Warna C | Warna D |

- Urutan palet warna ini kemudian dimasukkan kembali ke berkas citra JPG untuk menghasilkan citra yang telah disisipi pesan.

**Skema Pengekstrakan (Decoding)**

Skema *decoding* merupakan pembalikan dari skema *encoding*. Inti dari proses *decoding* adalah untuk mencari nilai .Setelah nilai diperoleh, maka pesan asli dapat dengan mudah didapatkan. Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk mengekstrak kembali pesan dari sebuah citra JPG menggunakan algoritma *Masking Filter*:

- Berikan penomoran sesuai dengan posisinya untuk setiap warna pada palet warna citra JPG yang telah disisipi pesan.
- Warna kemudian diurutkan berdasarkan rumus:  
(Nilai merah \* 65536) + (nilai hijau \* 256) + (nilai biru)
- m diberi nilai 0.
- Iterasi variabel dari 0 sampai n-1  
 $m = m(n-1) + \text{posisi warna ke } 1$  .  
Iterasi variabel dari i+1 sampai n-1 .  
Jika nilai posisi warna ke j > nilai posisi warna ke , maka nilai posisi warna ke dikurangkan dengan 1.
- Setelah nilai m diperoleh, maka nilai m dikonversikan ke bilangan biner untuk memperoleh pesan asli.

Dari contoh pada proses *encoding* di atas, kita dapat mengekstrak pesan asli dengan mengikuti langkah-langkah berikut:

- Warna pada palet warna diberi nomor sesuai posisinya.

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0       | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |
| Warna A | Warna F | Warna E | Warna B | Warna C | Warna D |

- Nilai natural dari setiap warna adalah:

| 0        |    |    | 1        |    |    | 2        |    |    | 3        |    |    | 4        |    |    | 5        |    |    |
|----------|----|----|----------|----|----|----------|----|----|----------|----|----|----------|----|----|----------|----|----|
| Warna A  |    |    | Warna F  |    |    | Warna E  |    |    | Warna B  |    |    | Warna C  |    |    | Warna D  |    |    |
| R        | G  | B  | R        | G  | B  | R        | G  | B  | R        | G  | B  | R        | G  | B  | R        | G  | B  |
| 25       | 25 | 25 | 25       | 21 | 23 | 25       | 18 | 20 | 25       | 22 | 23 | 25       | 18 | 21 | 25       | 25 | 25 |
| 5        | 5  | 5  | 1        | 4  | 5  | 1        | 1  | 3  | 4        | 1  | 6  | 1        | 6  | 6  | 5        | 5  | 1  |
| 16777215 |    |    | 16504555 |    |    | 16496075 |    |    | 16703724 |    |    | 16497368 |    |    | 16777211 |    |    |

Urutan warna menurut nilai naturalnya adalah sebagai berikut:

| Posisi | 2       | 4       | 1       | 3       | 5       | 0       |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|        | Warna E | Warna C | Warna F | Warna B | Warna D | Warna A |
| I      | 0       | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |

- m diberi nilai 0
- Iterasi variabel I dari 0 sampai 5  
 $m = 0 * (6-i) + \text{posisi ke-}i$   
Iterasi variabel j dari I + 1 sampai 5  
Jika nilai posisi warna ke-j > nilai posisi warna ke-I, maka nilai posisi warna ke I dikurangkan dengan 1  
Untuk i=0  
 $m = 0 * (6-0) + \text{posisi ke } 0$   
 $m = 0 + 2$   
 $m = 2$   
  
Untuk j=1  
Posisi ke 1 > posisi ke 0  
 $4 > 2$  , ya maka posisi ke 1 = 4 - 1 = 3  
  
Untuk j=2  
Posisi ke-2 > posisi ke 0

1 > 2, tidak  
Untuk j=3  
Posisi ke 3 > posisi ke 0  
3 > 2, ya maka posisi ke 3 = 3 - 1 = 2

Untuk j=4  
Posisi ke 4 > posisi ke 0  
5 > 2, ya maka posisi ke 4 = 5 - 1 = 4

Untuk j=5  
Posisi ke 5 > posisi ke 0  
0 > 2, tidak

|        |         |         |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Posisi | 3       | 1       | 2       | 4       | 0       |
|        | Warna C | Warna F | Warna B | Warna D | Warna A |
| i      | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |

Untuk I = 1  
m = 2 \* (6 - 1) + posisi ke 1  
m = 2 \* 5 + 3  
m = 13

Untuk j = 2  
Posisi ke 2 > posisi ke 1  
1 > 3, tidak

Untuk j = 3  
Posisi ke 3 > posisi ke 1  
2 > 3, tidak

Untuk j = 4  
Posisi ke 4 > posisi ke 1  
4 > 3, ya maka posisi ke 4 = 4 - 1 = 3

Untuk j = 5  
Posisi ke 5 > posisi ke 1  
0 > 3, tidak

|        |         |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| Posisi | 1       | 2       | 3       | 0       |
|        | Warna F | Warna B | Warna D | Warna A |
| i      | 2       | 3       | 4       | 5       |

Untuk I = 2  
m = 13 \* (6 - 2) + posisi ke 2  
m = 13 \* 4 + 1  
m = 53

Untuk j = 3  
Posisi ke 3 > posisi ke 2  
2 > 1, ya maka posisi ke 3 = 2 - 1 = 1

Untuk j = 4  
Posisi ke 4 > posisi ke 2  
3 > 1, ya maka posisi ke 4 = 3 - 1 = 2

Untuk j = 5  
Posisi ke 5 > posisi ke 2  
0 > 1, tidak

|        |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|
| Posisi | 1       | 2       | 0       |
|        | Warna B | Warna D | Warna A |
| i      | 3       | 4       | 5       |

Untuk  $j = 4$   
Posisi ke 4 > posisi ke 3  
 $2 > 1$ , ya maka posisi ke 4 =  $2 - 1 = 1$

Untuk  $j = 5$   
Posisi ke 5 > posisi ke 3  
 $0 > 1$ , tidak

|        |         |         |
|--------|---------|---------|
| Posisi | 1       | 0       |
|        | Warna D | Warna A |
| i      | 4       | 5       |

Untuk  $I = 4$   
 $m = 160 * (6 - 4) + \text{posisi ke 4}$   
 $m = 160 * 2 + 1$   
 $m = 321$

Untuk  $j = 5$   
Posisi ke 5 > posisi ke 4  
 $0 > 1$ , tidak  
Untuk  $I = 5$   
 $m = 321 * (6 - 5) + \text{posisi ke 5}$   
 $m = 321 * 1 + 0$   
 $m = 321$

- $m = 321_{10} = 101000001_2$   
Angka 1 pada bagian depan rangkaian bilangan biner dihilangkan  
 $m = 01000001$   
 $m = A$

Setelah dilakukan pengajuan secara manual, maka pengujian dilanjutkan dengan menggunakan aplikasi steganografi penyisipan pesan dan *decode* pesan



Gambar 2 Form Sisip

### Kesimpulan

Melakukan penyisipan data teks kedalam file citra agar data tersebut tidak dapat diketahui keberadaanya oleh orang lain. Hal ini di sebabkan adanya perbedaan susunan warnapalet pada warna citra asli dengan *stego image*, proses penyisipan menggunakan metode *masking-filtering*. Karena metode ini cukup mudah untuk diterapkan sebab metode ini hanya mengandung langkah-langkah singkat yang tida krumit dan proses *decoding* pada algoritma *masking-filtering* tidak mengembalikan *stego image* menjadi gambar asli. Penyisipan data teks pada aplikasi ini menggunakan bahasa pemrograman visual basic.Net 2008

### DAFTAR PUSTAKA

- Hapsari Muthi, 2005. Steganografi  
Rinaldi Munir, 2007. Pengolahan Citra Digital.  
Sutoyo. T, 2009, Pengolahan Citra  
Rinaldi Munir, 2004, Pengolahan Citra  
Marvin Chandra Wijaya, 2007. Citra Digital  
Susanti, 2007. Masking Filtering  
Rahmat Priyanto, 2009. Aplikasi Visual Basic 2008.

## IMPLEMENTASI DATA MINING PEMINJAMAN BUKU DI PERPUSTAKAAN MENGUNAKAN ASSOCIATION RULE DAN ALGORITMA APRIORI

Andy pratama putra

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Data mining merupakan penambangan atau penemuan informasi baru dengan mencari pola atau aturan tertentu dari sejumlah data dalam jumlah besar yang diharapkan dapat mengatasi kondisi tersebut. Dengan memanfaatkan data kunjungan perpustakaan, dapat menggali informasi tentang buku-buku apa saja yang sering dipinjam mahasiswa-mahasiswi dan keterkaitan antar masing-masing peminjaman sehingga dapat melakukan penyusunan buku dan penyediaan stok buku sesuai dengan tingkat support dan confidence. Algoritma apriori termasuk jenis aturan asosiasi pada data mining. Salah satu tahap analisis asosiasi yang menarik perhatian banyak peneliti untuk menghasilkan algoritma yang efisien adalah analisis pola frekuensi tinggi (frequent pattern mining). Penting tidaknya suatu asosiasi dapat diketahui dengan dua tolak ukur, yaitu: support dan confidence. Support (nilai penunjang) adalah persentase kombinasi item tersebut dalam database, sedangkan confidence (nilai kepastian) adalah kuatnya hubungan antar-item dalam aturan asosiasi.

**Kata Kunci:** Data Mining, Algoritma Apriori, Peminjaman Buku, Tanagra.

### PENDAHULUAN

Pemanfaatan data yang ada di dalam sistem informasi untuk menunjang kegiatan pengambilan keputusan, tidak cukup hanya mengandalkan data operasional saja, diperlukan suatu analisis data untuk menggali potensi-potensi informasi yang ada. Para pengambil keputusan berusaha untuk memanfaatkan gudang data yang sudah dimiliki untuk menggali informasi yang berguna membantu mengambil keputusan. Hal ini mendorong munculnya cabang ilmu baru untuk mengatasi masalah pengolahan informasi atau pola yang penting atau menarik dari data dalam jumlah besar, yang disebut dengan Data Mining. Penggunaan teknik data mining diharapkan dapat memberikan pengetahuan-pengetahuan yang sebelumnya tersembunyi di dalam gudang data sehingga menjadi informasi yang berharga. Ada beberapa teknik dalam data mining yang dapat digunakan untuk mengolah data, seperti Algoritma Apriori, Algoritma C4.5, Association Rule, K-Nearest Neighbor dan sebagainya.

Di STMIK Budi Darma Medan, sebagai perguruan tinggi dilengkapi dengan fasilitas berupa perpustakaan. Perpustakaan ini memiliki koleksi buku yang cukup banyak dari mulai buku pelajaran sampai buku – buku ensiklopedi. Pengunjung perpustakaan pun cukup banyak. Pengunjung yang dalam hal ini mahasiswa-mahasiswi sering meminjam buku pada saat ada tugas dari dosen dan pada saat mau menyusun tugas akhir atau skripsi. Pada saat mahasiswa-mahasiswi meminjam buku kemungkinan ada lebih dari satu mahasiswa yang meminjam buku lebih dari satu judul dan bahkan ada juga buku yang sama dipinjam lebih dari satu mahasiswa. Kendala pada saat mahasiswa mau mencari buku yang akan dipinjam adalah penyusunan letak buku yang berkaitan tidak diletak berdekatan dan ketersediaan stok buku yang terbatas.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul Data Mining Untuk Memprediksi Prestasi Siswa Berdasarkan Sosial Ekonomi, Motivasi, Kedisiplinan dan Prestasi Masa Lalu (Heri Susanto, 2014) sudah menjadikan dasar bahwa data yang lama dalam bentuk besar dapat digali untuk menghasilkan pengetahuan yang baru, dimana berdasarkan kriteria yang ada dengan teknik data mining menggunakan metode CHAID dan J48 mampu menyelesaikan masalah dalam hal memprediksi.

Dian Wirdasari (2011) dalam jurnal yang berjudul Penerapan Data Mining Untuk Mengolah Data Penempatan Buku di Perpustakaan SMK TI PAB 7 Lubuk Pakam dengan Metode Association Rule sudah menyelesaikan permasalahan tentang penyusunan buku berdasarkan data peminjaman buku pada tahun sebelumnya, dengan maksud untuk mengetahui data buku yang sering dipinjam oleh siswa.

Algoritma apriori adalah salah satu teknik untuk mencari data yang bersamaan dalam satu transaksi, dimana data peminjaman buku yang ada pada database akan dibentuk menjadi satu item set sampai 3 item set dengan standart nilai confidence yang ditentukan, oleh karena itu apriori sangat cocok untuk menyelesaikan masalah yang ada pada saat peminjaman buku di perpustakaan, seperti penyusunan rak buku yang berdekatan terhadap beberapa buku yang sering dipinjam dan penyediaan stok buku. Berdasarkan uraian latar belakang masalah dan perumusan masalah yang telah ditentukan.

Untuk mengolah data peminjaman buku di perpustakaan sehingga menjadi informasi yang berguna, menerapkan *Association Rule* dan *Algoritma Apriori* untuk mengetahui tingkat support dan confidence dari peminjaman buku dan menguji hasil manual yang diperoleh dengan menggunakan metode kedalam *software*.

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu data peminjaman buku dari tahun 2015, pengujian dilakukan *Software Tanagra*

**Metode**

**Algoritma**

Algoritma berasal dari kata “*Al-Kwarizmi*” yang kemudian menjadi “*Algorism*” selanjutnya menjadi “*Algorithm*” artinya langkah-langkah dalam menyelesaikan persoalan aritmatika (aljabar). Algoritma adalah kumpulan instruksi, perintah, dan langkah yang berhingga jumlahnya, dituliskan secara sistematis, dan digunakan untuk menyelesaikan masalah atau persoalan logika dan matematika dengan bantuan computer. Ada dua defenisi algoritma secara umum adalah sebagai berikut :

1. Teknik penyusunan langkah-langkah penyelesaian masalah dalam bentuk kalimat dengan jumlah kata terbatas, tetapi tersusun secara logis dan sistematis.
2. Suatu prosedur yang jelas untuk menyelesaikan suatu persoalan dengan menggunakan langkah-langkah tertentu dan terbatas jumlahnya (Drs.Suarga,M,Sc, M.Math, Ph.D, September 2004).

**Defenisi Data Mining**

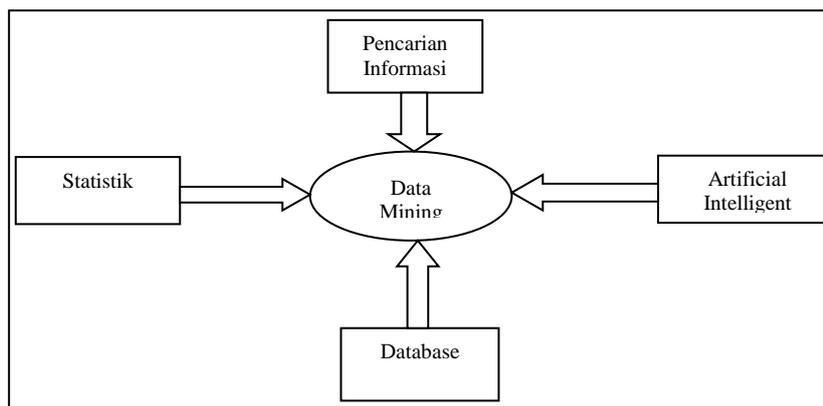
*Data mining*, sering juga disebut *knowledge discovery in database* (KDD), adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan, pemakaian data historis untuk menemukan keteraturan, pola atau hubungan dalam *set* data berukuran besar. Keluaran dari *data mining* bisa dipakai untuk memperbaiki pengambilan keputusan dimasa depan (Budi Santosa, 2007).

Kemajuan luar biasa yang terus berlanjut dalam bidang didorong oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Pertumbuhan yang cepat dalam kumpulan.
2. Penyimpanan data dalam data *warehouse*, sehingga seluruhnya perusahaan memiliki akses ke dalam *database* yang andal.
3. Adanya peningkatan akses data melalui navigasi *web* dan *internet*.
4. Tekanan kompetesi bisnis untuk meningkatkan penguasaan pasar dalam globalisasi ekonomi.
5. Perkembangan teknologi perangkat lunak untuk *data mining* (ketersediaan teknologi).
6. Perkembangan yang hebat dalam kemampuan komputasi dan pengembangan kapasitas media penyimpanan.

Dari defenisi-defenisi yang telah disampaikan, hal penting yang terkait dengan *data mining* adalah:

1. *Data mining* merupakan suatu proses otomatis terhadap data yang sudah ada.
2. Data yang akan diproses berupa data yang sangat besar.
3. Tujuan *data mining* adalah mendapatkan hubungan atau pola yang akan mungkin memberikan indikasi yang bermanfaat.

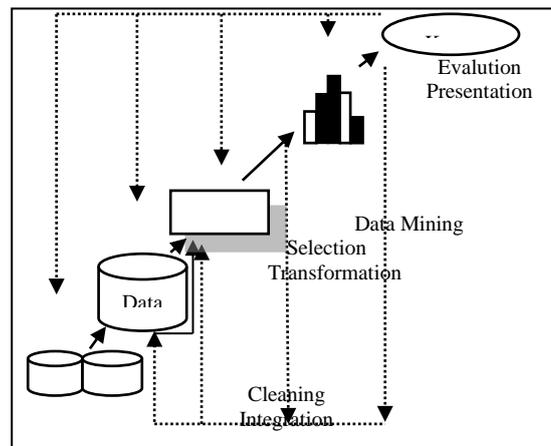


Gambar 1 Bidang Ilmu *Data Mining*

*Data mining* bukanlah suatu bidang yang sama sekali baru, tetapi Salah satu kesulitan untuk mendefenisikan *data mining* adalah kenyataan bahwa *data mining* mewariskan banyak aspek dan teknik bidang-bidang ilmu yang sudah mapan terlebih dahulu. Gambar 1 menunjukkan bahwa *data mining* memiliki akar yang panjang dari ilmu seperti ilmu kecerdasan buatan (*artificial intelligent*), *machining learning*, *statistic*, *database*, dan juga informasi *retrievel*.

Istilah *data mining* dan *knowlogde discovery in database* (KDD) sering kali digunakan secara bergantian untuk menjelaskan proses penggalian informasi tersembunyi dalam suatu basis data yang

besar. Sebenarnya kedua istilah tersebut memiliki konsep yang berbeda, tetapi berkaitan satu sama lain. Dan salah satu tahapan dalam keseluruhan proses KDD adalah *data mining*. Proses KDD secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 2 Proses *Data Mining*

### Association Rule

Analisis asosiasi atau *association rule mining* adalah teknik *data mining* untuk menemukan aturan asosiatif antara kombinasi *item*. Contoh dari aturan asosiatif dari analisa pembelian di suatu pasar swalayan adalah dapat diketahui berapa besar kemungkinan seseorang membeli roti bersamaan dengan susu. Dengan pengetahuan tersebut pemilik pasar swalayan dapat mengatur penempatan barangnya atau merancang kampanye pemasaran dengan memakai kupon diskon untuk kombinasi barang tertentu (Amirudin et al, 2007)

Algoritma aturan asosiasi akan menggunakan data latihan, sesuai dengan pengertian *data mining*, untuk menghasilkan pengetahuan. Pengetahuan apakah yang hendak dihasilkan dalam aturan asosiasi? Pengetahuan untuk mengetahui *item-item* belanja yang sering dibeli secara bersamaan dalam suatu waktu. Aturan asosiasi yang berbentuk “*if...then...*” atau “*jika...maka...*” merupakan pengetahuan yang dihasilkan dari fungsi aturan asosiasi (Seni Susanto dan Dedy Suryadi, 2010).

### Tahapan Association Rules

Analisis asosiasi dikenal juga sebagai salah satu teknik *data mining* yang menjadi dasar dari berbagai teknik *data mining* lainnya. Khususnya salah satu tahap dari analisis asosiasi yang disebut analisis pola frekuensi tinggi (*frequent pattern mining*) menarik perhatian banyak peneliti untuk menghasilkan algoritma yang efisien (Muhammad Ikhsan et al, 2007).

Metodologi dasar analisis asosiasi terbagi menjadi dua tahap :

#### 1. Analisa pola frekuensi tinggi

Tahap ini mencari kombinasi item yang memenuhi syarat *minimum* dari nilai *support* dalam database. Nilai *support* sebuah *item* diperoleh dengan rumus berikut:

$$Support(A) = \frac{Jumlah\_Transaksi\_Mengandung\_A}{Total\_Transaksi} \times 100\%$$

Sedangkan nilai dari *support* 2 item diperoleh dari rumus berikut :

$$Support(A,B) = P(A \cap B) = \frac{Jumlah\_Transaksi\_Mengandung\_A\_dan\_B}{Total\_Transaksi}$$

#### 2. Pembentukan aturan asosiatif

Setelah semua pola frekuensi tinggi ditemukan, barulah dicari aturan asosiatif yang memenuhi syarat minimum untuk *confidence* dengan menghitung *confidence* aturan asosiatif  $A \gg B$  Nilai *confidence* dari aturan  $A \gg B$  diperoleh dari rumus berikut :

$$Confidence = P(B|A) = \frac{JumlahTransaksiMengandungAdanB}{JumlahTransaksiMengandungA}$$

### Langkah-Langkah Proses Penghitungan Association Rules

Proses perhitungan *association rule* terdiri dari beberapa tahap adalah sebagai berikut (Eko Wahyu Tyas d, 2008).

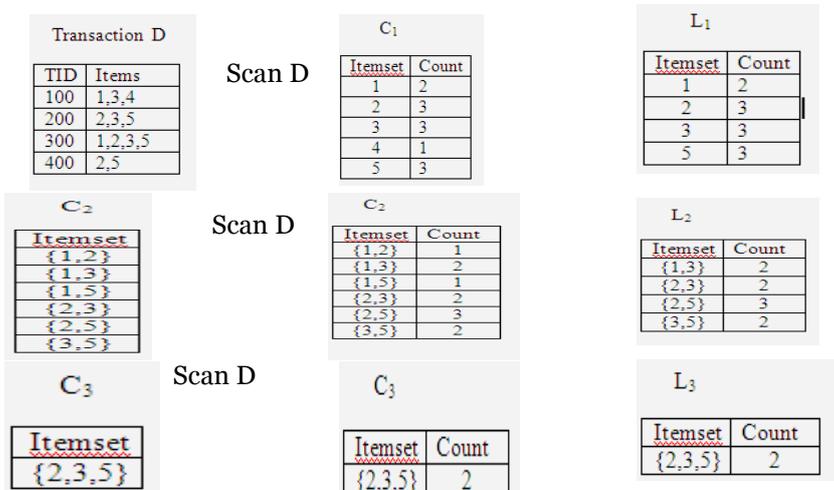
1. Sistem men-*scan database* untuk mendapat kandidat *1-itemset* (himpunan *item* yang terdiri dari 1 *item*) dan menghitung nilai *supportnya*. Kemudian nilai *supportnya* tersebut dibandingkan dengan *minimum support* yang telah ditentukan, jika nilainya lebih besar atau sama dengan *minimum support* maka *itemset* tersebut termasuk dalam *large itemset*.
2. *Itemset* yang tidak termasuk dalam *large itemset* tidak diikuti dalam iterasi selanjutnya (di *prune*).
3. Pada iterasi kedua sistem akan menggunakan hasil *large itemset* pada iterasi pertama ( $L_1$ ) untuk membentuk kandidat *itemset* kedua ( $L_2$ ). Pada iterasi selanjutnya sistem akan menggunakan hasil *large itemset* pada iterasi selanjutnya akan menggunakan hasil *large itemset* pada iterasi sebelumnya ( $L_{k-1}$ ) untuk membentuk kandidat *itemset* berikut ( $L_k$ ). Sistem akan menggabungkan (*join*)  $L_{k-1}$  dengan  $L_{k-1}$  untuk mendapatkan  $L_k$ , seperti pada iterasi sebelumnya sistem akan menghapus (*prune*) kombinasi *itemset* yang tidak termasuk dalam *large itemset*.
4. Setelah dilakukan operasi *join*, maka pasangan *itemset* baru hasil proses *join* tersebut dihitung *supportnya*.
5. Proses pembentuk kandidat yang terdiri dari proses *join* dan *prune* akan terus dilakukan hingga himpunan kandidat *itemsetnya* null, atau sudah tidak ada lagi kandidat yang akan dibentuk.
6. Setelah itu, dari hasil *frequent itemset* tersebut dibentuk *association rule* yang memenuhi nilai *support* dan *confidence* yang telah ditentukan.
7. Pada pembentukan *association rule*, nilai yang sama dianggap sebagai satu nilai.
8. *Assosiation rule* yang terbentuk harus memenuhi nilai *minimum* yang telah ditentukan.
9. Untuk setiap *large itemset* L, kita cari himpunan bagian L yang tidak kosong. Untuk setiap himpunan bagian tersebut, dihasilkan *rule* dengan bentuk  $aB_{(L-a)}$  jika *supportnya* (L) dan *supportnya* (a) lebih besar dari *minimum support*.

**Algoritma Apriori**

Algoritma apriori adalah adalah algoritma yang paling terkenal untuk menemukan pola frekuensi tinggi. algoritma apriori dibagi menjadi beberapa tahap yang disebut narasi atau pass (Devi dinda setiawan, 2009).

1. Pembentukan kandidat *itemset*, kandidat *k-itemset* dibentuk dari kombinasi (*k-1-itemset*) yang didapat dari iterasi sebelumnya. Satu cara dari algoritma apriori adalah adanya pemangkasan kandidat *k-itemset* yang *subset-nya* yang berisi *k-1* item tidak termasuk dalam pola frekuensi tinggi dengan panjang *k-1*.
2. Penghitungan *support* dari tiap kandidat *k-itemset*. *Support* dari tiap kandidat *k-itemset* didapat dengan menscan *database* untuk menghitung jumlah transaksi yang memuat semua *item* didalam kandidat *k-itemset* tersebut. Ini adalah juga ciri dari algoritma apriori dimana diperlukan penghitungan dengan cara seluruh *database* sebanyak *k-itemset* terpanjang.
3. Tetapkan pola frekuensi tinggi. Pola frekuensi tinggi yang memuat *k item* atau *k-itemset* ditetapkan dari kandidat *k-itemset* yang *supportnya* lebih besar dari *minimum support*.
4. Bila tidak didapat pola frekuensi tinggi baru maka seluruh proses dihentikan. Bila tidak, maka *k* ditambah satu dan kembali bagian 1.

Contoh dari penerapan algoritma apriori adalah diilustrasikan digambar berikut:



Gambar 3 Ilustrasi Algoritma Apriori  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Selama ini untuk menentukan data buku yang dipinjam tidak dikelola secara terkomputerisasi yang baik dan benar. Pihak kampus bagian pepustakaan sulit untuk melakukan proses analisa stok buku berdasarkan buku apa saja yang paling diminati mahasiswa-mahasiswi. Berikut merupakan pembahasan

dan analisa data peminjaman buku yang paling diminati di Perpustakaan STMik Budi Darma Medan selama 1 Tahun periode januari sampai 12 tahun 2015 berikut dilakukan proses pembahasan dan analisisnya.

### Penerapan Association Rule

Dalam menganalisa kebutuhan dengan menggunakan *Association Rule*, dapat diketahui pola frekuensi tinggi tentang jenis buku yang paling banyak atau paling sering dipinjam secara bersamaan oleh mahasiswa dan mahasiswi. Proses pembentukan pola kombinasi *itemsets* dan pembuatan *rules* dimulai dari analisis data. Data yang digunakan adalah data transaksi peminjaman buku, kemudian dilanjutkan dengan pembentukan pola kombinasi *itemsets* dan dari pola kombinasi *itemsets* yang menarik terbentuk *association rules*.

### Data Transaksi

Data transaksi merupakan data yang diperoleh dari peminjaman buku dalam satu tahun. Dengan studi kasus pada perpustakaan STMik Budi Darma Medan, dapat dilakukan analisa terhadap data khususnya data peminjaman (data peminjaman buku) dengan salah satu tujuan adalah untuk menemukan pola kombinasi peminjaman buku dan hubungan antar *item* jenis buku di dalam transaksi. Berikut ini adalah tabel 1 yaitu representasi dari data transaksi peminjaman buku yang akan dijadikan sampel untuk analisis dan juga untuk pengujian.

Tabel 1 Tabel Representasi Transaksi Peminjaman Buku (Perminggu)

| No | Kd_Transaksi | Judul Buku                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 01.09.2015   | Matematika Teknik, Jurus Jitu Web Master, Jago Membuat Komputer, Packet Tracker, Pemodelan dan Simulasi Sistem, 101 Template Instan utk blog bisnis, Buku pintar laptop, Dasar algoritma, pemrograman vb 2010, Dasar algoritma, pemrograman vb 2010, Sistem Jaringan Komputer, Kriptografi, Agar sukses Menulis Skripsi, Microsoft office 2007, Belajar mudah menggunakan Internet, Vb 6 hingga vb 2008, Modul pembelajaran struktur data, Struktur data, Basis data, Php |
| 2  | 02.09.2015   | Mysql, Web Blog, Coreldraw x5 desain kreatif, Teori Pengolahan Citra Digital, Trik membuat web template, Php mysql, Matematika diskrit dan aplikasi, Kewirausahaan, P web dan minimarket php, Membuat jaringan komputer, 1 menit belajar bikin web, 1 menit belajar web, 13 wasiat terlarang, Komunikasi data, Visual basic, Trik menguasai html, Pengolahan citra digital, Pengolahan citra, Visual basic net 2008, Grafik computer, PCD                                 |
| 3  | 03.09.2015   | Manajemen keuangan, Buku Pintar Corel Draw, Jago microsoft excel 2010, Pemrograman web, Dreamweaver, Coreldraw, Trik dan Solusi Jitu Pemrograman Web, Pemrograman Web, Pemrograman j2me, Dasar algoritma, Aplikasi Praktis VB, Tak takut lagi dengan virus, SPK, Hacking, Algoritma, Pemrograman algoritma, Konsep sistem pakar dan aplikasinya, PHP, JQuery, Teori Pengolahan Citra Digital, teori pengolahan citra, SPK dan Jaringanannya, Program java, PCD            |
| 4  | 04.09.2015   | Adobe photoshop, vb net, Best photoshop Surreal manipulation, Manipulasi photoshop, Adobe premiere pro cs 3, Word powerpoint excel, Microsoft office 2010, Vb 2005, Aplikasi web database dengan dreamweaver, Desain kartun adobe flash cs6, Visual basic.net, SPK, Pengolahan citra, Membangun Jaringan Komputer, Desain kartun adobe flash cs6, Koleksi lengkap software hacking                                                                                        |

Data dia atas adalah bentuk transaksi data peminjaman (data buku) *real* terdiri atas *attribute* npm, nama dan judul buku. Tahap dalam menganalisa data dengan algoritma apriori pada peminjaman (data buku) dimulai dengan menyelesaikan dan membersihkan data-data yang akan dianalisis, kemudian dicari semua jenis *item* judul buku yang ada didalam *list* transaksi peminjaman, selanjutnya dicari jumlah tiap *item* yang ada pada semua data transaksi peminjaman (data buku) pada hubungan yang dibentuk dari data peminjaman (data buku) adalah dimulai dari pembentukan pola kombinasi satu *itemset*, dari pola kombinasi satu *itemsets*, terbentuklah pola kombinasi dua *itemsets*, terbentuk lagi pola kombinasi

tiga *itemsets*, dan dari pola kombinasi tiga *itemsets*, terbentuk pola kombinasi empat *itemsets*, kemudian dari pola kombinasi empat *itemsets* terbentuk pola kombinasi lima *itemsets*. Pembentukan pola kombinasi didasarkan pada nilai *support* minimal. Jika nilai *support* minimal terpenuhi dan pola kombinasi *itemsets* yang ada lebih dari satu pola kombinasi maka pola kombinasi *itemsets* yang berikutnya bisa terbentuk. Setelah selesai pembuatan pola maka langkah selanjutnya pembentukan *rules association*, *rules* yang akan dihasilkan dibentuk dari pola kombinasi *itemsets* yang memenuhi *support* minimal.

Tabel 2 Keterangan Jenis *Item* Buku

| No | <i>Item</i>                         | <i>Support</i> |
|----|-------------------------------------|----------------|
| 1  | Matematika Teknik                   | 1              |
| 2  | Jurus Jitu Web Master               | 1              |
| 3  | Jago Membuat Komputer               | 1              |
| 4  | Packet Tracker                      | 1              |
| 5  | Pemodelan dan Simulasi Sistem       | 1              |
| 6  | 101 Template Instan utk blog bisnis | 2              |
| 7  | Buku pintar laptop                  | 4              |
| 8  | Dasar algoritma                     | 4              |
| 9  | pemrograman vb 2010                 | 2              |
| 10 | Sistem Jaringan Komputer            | 1              |
| 11 | Kriptografi                         | 2              |
| 12 | Agar sukses Menulis Skripsi         | 1              |
| 13 | Microsoft office 2007               | 1              |
| 14 | Belajar mudah menggunakan Internet  | 1              |
| 15 | Vb 6 hingga vb 2008                 | 2              |
| 16 | Modul pembelajaran struktur data    | 2              |
| 17 | Struktur data                       | 5              |
| 18 | Basis data                          | 3              |
| 19 | Php                                 | 2              |
| 20 | Mysql                               | 1              |
| 21 | Web Blog                            | 1              |
| 22 | Coreldraw x5 desain kreatif         | 1              |
| 23 | Teori Pengolahan Citra Digital      | 4              |
| 24 | Trik membuat web template           | 1              |
| 25 | Php mysql                           | 1              |
| 26 | Matematika diskrit dan aplikasi     | 2              |
| 27 | Kewirausahaan                       | 1              |
| 28 | P web dan minimarket php            | 1              |
| 29 | Membuat jaringan komputer           | 1              |
| 30 | 1 menit belajar bikin web           | 2              |
| 31 | 13 wasiat terlarang                 | 3              |
| 32 | Komunikasi data                     | 4              |
| 33 | Visual basic                        | 3              |
| 34 | Trik menguasai html                 | 1              |
| 35 | Pengolahan citra digital            | 10             |
| 36 | Pengolahan citra                    | 6              |
| 37 | Visual basic net 2008               | 1              |
| 38 | Grafik komputer                     | 1              |
| 39 | Manajemen keuangan                  | 1              |
| 40 | Buku Pintar Corel Draw              | 3              |

**Pembentukan Pola Kombinasi *Item Support* Kandidat Pertama**

*Support* dari tiap kandidat ke-*itemsets* di dapat dengan men-*scandatabase* untuk menghitung jumlah transaksi yang memuat semua *item* di dalam kandidat k-*itemsets* tersebut. Ini adalah ciri dari algoritma apriori yaitu di perlukan perhitungan dengan men-*scan* seluruh *database* sebanyak k-*itemsets* terpanjang. Untuk menentukan nilai *support* dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Support (A) = \frac{\sum Transaksi\_m mengandung\_A}{\sum Transaksi} * 100\%$$

Tabel 3 Pola Kombinasi *Item Support* Kandidat Pertama

| No | <i>Item</i> | <i>Support</i> | <i>Support</i> (%) |
|----|-------------|----------------|--------------------|
|----|-------------|----------------|--------------------|

|    |                                     |    |       |
|----|-------------------------------------|----|-------|
| 1  | Matematika Teknik                   | 1  | 8,33  |
| 2  | Jurus Jitu Web Master               | 1  | 8,33  |
| 3  | Jago Membuat Komputer               | 1  | 8,33  |
| 4  | Packet Tracker                      | 1  | 8,33  |
| 5  | Pemodelan dan Simulasi Sistem       | 1  | 8,33  |
| 6  | 101 Template Instan utk blog bisnis | 2  | 16,66 |
| 7  | Buku pintar laptop                  | 4  | 33,33 |
| 8  | Dasar algoritma                     | 4  | 33,33 |
| 9  | pemrograman vb 2010                 | 2  | 16,66 |
| 10 | Sistem Jaringan Komputer            | 1  | 8,33  |
| 11 | Kriptografi                         | 2  | 16,66 |
| 12 | Agar sukses Menulis Skripsi         | 1  | 18,33 |
| 13 | Microsoft office 2007               | 1  | 18,33 |
| 14 | Belajar mudah menggunakan Internet  | 1  | 18,33 |
| 15 | Vb 6 hingga vb 2008                 | 2  | 16,66 |
| 16 | Modul pembelajaran struktur data    | 2  | 16,66 |
| 17 | Struktur data                       | 5  | 41,66 |
| 18 | Basis data                          | 3  | 25    |
| 19 | Php                                 | 2  | 16,66 |
| 20 | Mysql                               | 1  | 8,33  |
| 21 | Web Blog                            | 1  | 8,33  |
| 22 | Coreldraw x5 desain kretif          | 1  | 8,33  |
| 23 | Teori Pengolahan Citra Digital      | 4  | 33,33 |
| 24 | Trik membuat web template           | 1  | 8,33  |
| 25 | Php mysql                           | 1  | 8,33  |
| 26 | Matematika diskrit dan aplikasi     | 2  | 16,66 |
| 27 | Kewirausahaan                       | 1  | 8,33  |
| 28 | P web dan minimarket php            | 1  | 8,33  |
| 29 | Membuat jaringan komputer           | 1  | 8,33  |
| 30 | 1 menit belajar bikin web           | 2  | 16,66 |
| 31 | 13 wasiat terlarang                 | 3  | 25    |
| 32 | Komunikasi data                     | 4  | 33,33 |
| 33 | Visual basic                        | 3  | 25    |
| 34 | Trik menguasai html                 | 1  | 8,33  |
| 35 | Pengolahan citra digital            | 10 | 83,33 |
| 36 | Pengolahan citra                    | 6  | 50    |
| 37 | Visual basic net 2008               | 1  | 8,33  |
| 38 | Grafik komputer                     | 1  | 8,33  |
| 39 | Manajemen keuangan                  | 1  | 8,33  |
| 40 | Buku Pintar Corel Draw              | 3  | 25    |
| 41 | Jago microsoft excel 2010           | 1  | 8,33  |

Tabel 4 Pola Kombinasi *Item Support* Kandidat Pertama (Lanjutan)

| No | <i>Item</i>                          | <i>Support</i> | <i>Support(%)</i> |
|----|--------------------------------------|----------------|-------------------|
| 42 | Pemrograman web                      | 6              | 50                |
| 43 | Dreamweaver                          | 1              | 8,33              |
| 44 | Coreldraw                            | 3              | 25                |
| 45 | Trik dan Solusi Jitu Pemrograman Web | 1              | 8,33              |
| 46 | Pemrograman j2me                     | 1              | 8,33              |
| 47 | Aplikasi Praktis VB                  | 1              | 8,33              |
| 48 | Tak takut lagi dengan virus          | 2              | 16,66             |
| 49 | SPK                                  | 3              | 25                |
| 50 | Hacking                              | 3              | 25                |
| 51 | Algoritma                            | 1              | 8,33              |
| 52 | Pemrograman algoritma                | 1              | 8,33              |
| 53 | Konsep sistem pakar dan aplikasinya  | 1              | 8,33              |
| 54 | Jquery                               | 1              | 8,33              |
| 55 | Program java                         | 1              | 8,33              |
| 56 | Adobe photoshop                      | 1              | 8,33              |

|    |                                          |    |       |
|----|------------------------------------------|----|-------|
| 57 | Best photoshop Surreal manipulation      | 2  | 16,66 |
| 58 | vb net                                   | 10 | 83,33 |
| 59 | Manipulasi photoshop                     | 4  | 33,33 |
| 60 | Adobe premiere pro cs 3                  | 1  | 8,33  |
| 61 | Word powerpoint excel                    | 1  | 8,33  |
| 62 | Microsoft office 2010                    | 4  | 33,33 |
| 63 | Vb 2005                                  | 2  | 16,66 |
| 64 | Aplikasi web database dengan dreamweaver | 1  | 8,33  |
| 65 | Desain kartun adobe flash cs6            | 4  | 33,33 |
| 66 | Visual basic.net                         | 1  | 8,33  |
| 67 | Membangun Jaringan Komputer              | 2  | 16,66 |
| 68 | Koleksi lengkap software hacking         | 2  | 16,66 |
| 69 | Pemrograman c++                          | 3  | 25    |
| 70 | Sistem basis data                        | 7  | 58,33 |
| 71 | Metodologi Penelitian                    | 1  | 8,33  |
| 72 | Semantry php                             | 2  | 16,66 |
| 73 | Grafika Komputer                         | 2  | 16,66 |
| 74 | PCD                                      | 7  | 58,33 |
| 75 | Menggunakan 3d studio max 8              | 1  | 8,33  |
| 76 | Merancang gambar corel draw 11           | 1  | 8,33  |
| 77 | Buku pintar komputer                     | 1  | 8,33  |
| 78 | Perang suci                              | 1  | 8,33  |
| 79 | Sepasang bidadari                        | 1  | 8,33  |
| 80 | Menulis Skripsi                          | 3  | 25    |
| 81 | Panduan mudah Mengenal Belajar Java      | 1  | 8,33  |
| 82 | 12 aplikasi java mobile                  | 1  | 8,33  |

Tabel 4 Pola Kombinasi *Item Support* Kandidat (Lanjutan)

| No  | <i>Item</i>                            | <i>Support</i> | <i>Support(%)</i> |
|-----|----------------------------------------|----------------|-------------------|
| 83  | Cara Kilat Rekayasa Foto               | 1              | 8,33              |
| 84  | Corel draw x3                          | 1              | 8,33              |
| 85  | VB 2012 programming                    | 1              | 8,33              |
| 86  | VB 2010                                | 2              | 16,66             |
| 87  | Statistik teori dan aplikasi           | 3              | 25                |
| 88  | Java edisi revisi                      | 1              | 8,33              |
| 89  | Web program                            | 1              | 8,33              |
| 90  | Berburu aplikasi gratis android        | 1              | 8,33              |
| 91  | Vb net 2008                            | 4              | 33,33             |
| 92  | Manajemen Proyek                       | 1              | 8,33              |
| 93  | Aplikasi resto dengan VB Action Script | 1              | 8,33              |
| 94  | Pemrograman berorientasi objek         | 3              | 25                |
| 95  | Learneris english grammer              | 1              | 8,33              |
| 96  | Toefl                                  | 1              | 8,33              |
| 97  | Editing                                | 1              | 8,33              |
| 98  | Artificial Intelligency                | 2              | 16,66             |
| 99  | Corel draw x5                          | 1              | 8,33              |
| 100 | Microsoft excel 2013                   | 1              | 8,33              |
| 101 | Sistem basis data dan sql              | 1              | 8,33              |
| 102 | Fisika dasar                           | 1              | 8,33              |
| 103 | Matrik persamaan linear                | 2              | 16,66             |
| 104 | 16 tenses                              | 2              | 16,66             |
| 105 | Pemrograman java                       | 1              | 8,33              |
| 106 | Jaringan komputer                      | 4              | 33,33             |
| 107 | Pemrograman database mysql             | 1              | 8,33              |
| 108 | Matematika diskrit                     | 3              | 25                |
| 109 | Aplikasi berbasis web                  | 2              | 16,66             |
| 110 | Linux                                  | 2              | 16,66             |
| 111 | Unix windows                           | 1              | 8,33              |
| 112 | Visual basic 2008                      | 1              | 8,33              |

|     |                                                |   |       |
|-----|------------------------------------------------|---|-------|
| 113 | Organisasi dan arsitektur komputer             | 7 | 58,33 |
| 114 | Panduan membuat karya tulis                    | 2 | 16,66 |
| 115 | Kreasi animasi adobe dgn flash                 | 2 | 16,66 |
| 116 | Dasar pemrograman komputer                     | 3 | 25    |
| 117 | Kiat jitu menulis skripsi, Tesis dan disertasi | 2 | 16,66 |
| 118 | Jala' Al Khathir                               | 4 | 33,33 |
| 119 | Pengolahan image dgn matlab                    | 2 | 16,66 |

Data di atas menggambarkan bentuk data dari satu *item*, yang terdiri atas *attribute item* sebagai nama *item* jenis semua buku yang ada di dalam transaksi, *support* yaitu jumlah setiap *item* yang ada di semua transaksi, sedangkan *support (%)* adalah presentasi jumlah *item* yang ada di dalam transaksi, yang didapat dari jumlah *item* di bagi jumlah semua transaksi di kali seratus persen. Tabel 4.4 adalah item data yang memenuhi *support* minimal, nilai *support* minimal sama dengan 50 %. Seperti yang terlihat pada tabel 4.5 berikut ini :

Tabel 5 Pola Kombinasi 1 *itemset* buku yang Memenuhi *Support* Minimal

| No | Item                               | Support | Support(%) |
|----|------------------------------------|---------|------------|
| 1  | Pengolahan citra digital           | 10      | 83,33      |
| 2  | Pengolahan citra                   | 6       | 50         |
| 3  | Pemrograman web                    | 6       | 50         |
| 4  | vb net                             | 10      | 83,33      |
| 5  | Sistem basis data                  | 7       | 58,33      |
| 6  | PCD                                | 7       | 58,33      |
| 7  | Organisasi dan arsitektur komputer | 7       | 58,33      |

Tabel 5 di atas merupakan *item* jenis barang yang memenuhi *support* minimal. Dimana data di atas akan digunakan untuk membentuk pola kombinasi dua *itemsets*.

**Pembentukan Pola Kombinasi Dua *Itemsets***

Pembentukan pola kombinasi dua *itemsets*, dibentuk dari *item-item* jenis buku yang memenuhi *support* minimal yaitu dengan cara mengkombinasi semua *items* ke dalam pola dua kombinasi, hasil pembentukan pola kombinasi dua *itemsets* yang dibentuk dari tabel 5 adalah seperti pada tabel 6 berikut ini :

Tabel 6 Pola Kombinasi Dua *Itemsets*

| No | Item                                                         | Support | Support(%) |
|----|--------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 1  | Pengolahan citra digital, Pengolahan citra                   | 3       | 25         |
| 2  | Pengolahan citra digital, Pemrograman web                    | 2       | 16,66      |
| 3  | Pengolahan citra digital, vb net                             | 6       | 50         |
| 4  | Pengolahan citra digital, Sistem basis data                  | 6       | 50         |
| 5  | Pengolahan citra digital, PCD                                | 7       | 58,33      |
| 6  | Pengolahan citra digital, Organisasi dan arsitektur komputer | 4       | 33,33      |
| 7  | Pengolahan citra, Pemrograman web                            | 2       | 16,66      |
| 8  | Pengolahan citra, vb net                                     | 3       | 25         |
| 9  | Pengolahan citra, Sistem basis data                          | 2       | 16,66      |
| 10 | Pengolahan citra, PCD                                        | 5       | 41,66      |
| 11 | Pengolahan citra, Organisasi dan arsitektur komputer         | 2       | 16,66      |
| 12 | Pemrograman web, vb net                                      | 3       | 25         |
| 13 | Pemrograman web, Sistem basis data                           | 2       | 16,66      |
| 14 | Pemrograman web, PCD                                         | 1       | 8,33       |
| 15 | Pemrograman web, Organisasi dan arsitektur komputer          | 1       | 8,33       |
| 16 | vb net, Sistem basis data                                    | 6       | 50         |
| 17 | vb net, PCD                                                  | 1       | 8,33       |
| 18 | vb net, Organisasi dan arsitektur komputer                   | 1       | 8,33       |
| 19 | Sistem basis data, PCD                                       | 1       | 8,33       |
| 20 | Sistem basis data, Organisasi dan arsitektur komputer        | 1       | 8,33       |
| 21 | PCD, Organisasi dan arsitektur komputer                      | 1       | 8,33       |

Data tabel 4.6 di atas merupakan kombinasi dua *items* yang merupakan hasil dari semua kombinasi semua jenis *items*. Dengan menetapkan *support* minimal sama dengan 50 %, maka data yang memenuhi *support* minimal adalah seperti pada tabel 4.7 berikut ini :

Tabel 7 Pola Kombinasi 2 *itemset* buku yang Memenuhi *Support* Minimal

| No | Item                                        | Support | Support(%) |
|----|---------------------------------------------|---------|------------|
| 1  | Pengolahan citra digital, vb net            | 6       | 50         |
| 2  | Pengolahan citra digital, Sistem basis data | 6       | 50         |
| 3  | Pengolahan citra digital, PCD               | 7       | 58,33      |
| 4  | vb net, Sistem basis data                   | 6       | 50         |

### Pembentukan Pola Kombinasi Tiga *Items*

Pembentukan pola kombinasi tiga *items* dibentuk dari pola kombinasi dua *items* yang memenuhi *support* minimal. Pembentukan kombinasi tiga *items* dibentuk dari dasar kombinasi dua *items* yang lain, dengan ketentuan bahwa pola kombinasi *item* tersebut ada di dalam kombinasi dua *items* yang memenuhi *support* minimal. Hasil pembentukan pola kombinasi tiga *items* yang dibentuk dari tabel 7 adalah seperti pada tabel 8 berikut ini :

Tabel 8 Pola Kombinasi Tiga *Items*

| No | Items                                               | Support | Support (%) |
|----|-----------------------------------------------------|---------|-------------|
| 1  | Pengolahan citra digital, vb net, Sistem Basis Data | 2       | 16,66       |
| 2  | Pengolahan citra digital, Sistem Basis Data, PCD    | 1       | 8,33        |
| 3  | Pengolahan citra digital, PCD, vb net               | 6       | 50          |
| 4  | Sistem basis data, vb net, PCD                      | 1       | 8,33        |

Data tabel 8 di atas merupakan hasil kombinasi tiga *items* yang dibentuk dari kombinasi *items* dua. Dengan *support* minimal sama dengan 50 %, maka data yang memenuhi *support* minimal seperti pada tabel 9 berikut ini :

Tabel 9 Pola Kombinasi Tiga *Items* Yang Memenuhi *Support* Minimal

| No | Items                                 | Support | Support (%) |
|----|---------------------------------------|---------|-------------|
| 1  | Pengolahan citra digital, PCD, vb net | 6       | 50          |

### Pembentukan *Association Rules*

Setelah semua pola frekuensi tinggi ditemukan, maka di cari *association rules* yang memenuhi syarat minimum *confidence*, dengan menghitung *confidence* aturan asosiasi A ke B. nilai *confidence* dari A ke B diperoleh dengan rumus :

$$confidence = P(B | A) = \frac{\sum Transaksi\_mengandung\_A\_dan\_B}{\sum Transaksi\_yang\_mengandung\_A}$$

Proses mencari jumlah kombinasi dan kuatnya hubungan antara satu *item* dengan *item* yang lain dalam satu kombinasi disebut metode *association rules*. Pembentukan *association rules* adalah menganalisis pola frekuensi tinggi, tahap ini mencari kombinasi yang memenuhi syarat minimum dari *support* dalam *database*. Proses aturan *association rules*, dikenal dengan istilah mencari nilai *confidence* dan *support*, dimana *support* adalah jumlah *item-item* yang berkombinasi di dalam transaksi sedangkan *confidence* adalah nilai yang mendefinisikan kuat tidaknya hubungan antara *item-item* tersebut

Tabel 10 Calon *Association Rules* dari Tabel 7

| No | Rules                                                                                   | Support (items) | Support | Confidence (%) |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------|----------------|
| 1  | Jika dipinjam buku pengolahan citra digital : maka akan dipinjam buku vb net            | 6               | 10      | 60 %           |
| 2  | Jika dipinjam buku vb net : maka akan dipinjam buku pengolahan citra digital            | 6               | 10      | 60 %           |
| 3  | Jika dipinjam buku pengolahan citra digital : maka akan dipinjam buku Sistem Basis data | 6               | 10      | 60 %           |
| 4  | Jika dipinjam buku sistem basis data : maka akan dipinjam buku pengolahan citra digital | 6               | 7       | 85,7 %         |
| 5  | Jika dipinjam buku pengolahan citra digital : maka akan dipinjam buku PCD               | 7               | 10      | 70 %           |

|   |                                                                       |   |    |       |
|---|-----------------------------------------------------------------------|---|----|-------|
| 6 | Jika dipinjam buku PCD : maka akan dipinjam Pengolahan citra digital  | 7 | 7  | 100 % |
| 7 | Jika dipinjam buku vb net : maka akan dipinjam buku sistem basis data | 6 | 10 | 60 %  |
| 8 | Jika dipinjam buku sistem basis data : maka akan dipinjam buku vb net | 6 | 7  | 85,7  |

Tabel 10 di atas merupakan tabel calon *association rules* dari kombinasi dua *itemsets* yang memenuhi *support* minimal, tabel di atas terdiri atas *rules* sebagai *rules* dari pola kombinasi dua *items*, *support (itemsets)* sebagai nilai *support* antara kedua *itemsets* yang berkombinasi, *support* sebagai nilai *support item* yang mengandung *antecedent*. Dengan menetapkan nilai *confidence* minimal adalah 70 %, maka *rules interesting* yang dihasilkan adalah seperti pada tabel 11 berikut ini.

Tabel 11 *Association Rules* Yang Memenuhi Nilai *Confidence* Minimal dari tabel 10

| No | Rules                                                                                   | Support (%) | Confidence (%) |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|
| 1  | Jika dipinjam buku sistem basis data : maka akan dipinjam buku pengolahan citra digital | 50 %        | 85,7 %         |
| 2  | Jika dipinjam buku pengolahan citra digital : maka akan dipinjam buku PCD               | 58,33 %     | 70 %           |
| 3  | Jika dipinjam buku PCD : maka akan dipinjam Pengolahan citra digital                    | 58,33%      | 100 %          |
| 4  | Jika dipinjam buku sistem basis data : maka akan dipinjam buku vb net                   | 50 %        | 85,7 %         |

*Association rules* dari tabel 11 di atas merupakan *rules* yang terbentuk dari pola kombinasi dua *itemsets* yang memenuhi *confidence* minimal, tabel di atas terbagi atas beberapa bagian yaitu *rules* sebagai aturan yang dihasilkan dari pola kombinasi dua *itemsets*, *support* adalah nilai *support* antara kedua *itemsets*, sedangkan *confidence* adalah nilai yang didapat dari *support* dua *item* dibagi oleh nilai *support antecedent* dikalikan seratus persen.

Pembentukan *association rules* berikutnya dibentuk dari pola kombinasi tiga *itemsets* dari tabel 9 yang memenuhi *support* minimal, calon *association rules* seperti pada tabel 12 berikut ini :

Tabel 12 Calon *Association Rules* dari tabel 9

| No | Rules                                                                                     | Support (itemsets) | Support | Confidence (%) |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|----------------|
| 1  | Jika dipinjam buku pengolahan citra digital : maka akan dipinjam buku PCD dan buku vb net | 6                  | 10      | 60 %           |

Tabel 12 di atas merupakan tabel calon *association rules* yang dibentuk dari pola kombinasi dengan tiga *itemsets*, tabel di atas terdiri atas *rules* sebagai *rules* dari pola kombinasi tiga *itemsets*, *support (itemsets)* sebagai nilai *support* antara ketiga *itemsets* yang berkombinasi, *support* sebagai nilai *support item* yang mengandung *antecedent*. Dengan menetapkan nilai *confidence* minimal adalah 70 %, maka tidak ada *rules interesting* yang dihasilkan, dikarenakan nilai *confidence* tidak sampai dengan 70 %, oleh karena itu *rules interesting* hanya sampai pada pola kombinasi dua *itemsets* yaitu :

1. Jika dipinjam buku sistem basis data : maka akan dipinjam buku pengolahan citra digital
2. Jika dipinjam buku pengolahan citra digital : maka akan dipinjam buku PCD
3. Jika dipinjam buku PCD : maka akan dipinjam Pengolahan citra digital
4. Jika dipinjam buku sistem basis data : maka akan dipinjam buku vb net

### Kesimpulan

Dengan algoritma apriori dan pengujian dengan Tanagra menghasilkan pola kombinasi *itemsets* dan *rules* sehingga ilmu pengetahuan dan informasi penting dari data peminjaman buku, dimana dengan informasi dari peminjaman buku dapat membantu untuk penyusunan buku yang sering berkaitan dipinjam oleh mahasiswa, proses untuk menghasilkan kombinasi item menggunakan algoritma apriori dilakukan dengan menetapkan nilai frequent item set dengan minimal support yang diberi 50% melalui kombinasi 1 item set, 2 item set dan 3 item set. Untuk pembentukan asosiasi rule dilakukan dengan cara memberi nilai support 60 % dan confidence 70%

### DAFTAR PUSTAKA

Kusrini, M. Kom,2007. Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan.

Kusrini, Emha Tufiq Luthfi, 2009. Algoritma Data Mining.

Fajar Astuti Hermawati, 2013. Data Mining.

Efori Buulolo, 2013. IMPLEMENTASI ALGORITMA APRIORI PADA SISTEM PERSEDIAAN OBAT (STUDI KASUS: APOTIK RUMAH SAKIT ESTOMIHI MEDAN), Jurnal Pelita Informatika Budi Darma, Volume: IV, Nomor, 1, ISSN:2301-9425

## ANALISA IMPLEMENTASI ALGORITMA RAIL FENCE CHIPHER DAN ALGORITMA ATBASH CIPHER DALAM MENGAMANKAN SURAT ELEKTRONIK

Desy Juanda Famela

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpj87@gmail.com](mailto:iqbalpj87@gmail.com)

**Abstrak,** Email merupakan Surat elektronik yang dikirim melalui internet. Fasilitas ini merupakan salah satu fasilitas yang paling banyak digunakan. Email digunakan karena lebih cepat dan murah dalam menyampaikan pesan dibandingkan dengan surat yang cetak maupun ditulis tangan yang dikirimkan melalui jasa pengiriman seperti Pos dan lain sebagainya. Keamanan adalah suatu cabang teknologi yang dikenal dengan nama keamanan informasi yang diterapkan pada komputer. Sasaran keamanan komputer antara lain adalah sebagai perlindungan informasi terhadap pencurian atau korupsi, atau pemeliharaan ketersediaan, seperti dijabarkan dalam kebijakan keamanan. Sistem keamanan merupakan sebuah upaya yang dilakukan untuk mengamankan kinerja. Penerapan security data dalam kehidupan sehari-hari berguna sebagai penjaga sumber daya sistem agar tidak digunakan, modifikasi, interupsi, dan diganggu oleh orang yang tidak berwenang menggunakan teknik kriptografi. Salah satu sektor yang rawan mengundang kejahatan adalah sektor pengamanan data. Algoritma kriptografi klasik memiliki berbagai macam bentuk, dimana yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah algoritma Rail Fence Cipher dan algoritma Atbash Cipher.

**Kata Kunci :** Email, kriptografi, keamanan, algoritma Rail Fence Cipher, Algoritma Atbash Cipher.

### PENDAHULUAN

Keamanan adalah suatu cabang teknologi yang dikenal dengan nama keamanan informasi yang diterapkan pada komputer. Sasaran keamanan komputer antara lain adalah sebagai perlindungan informasi terhadap pencurian atau korupsi, atau pemeliharaan ketersediaan, seperti dijabarkan dalam kebijakan keamanan. Sistem keamanan merupakan sebuah upaya yang dilakukan untuk mengamankan kinerja. Penerapan security data dalam kehidupan sehari-hari berguna sebagai penjaga sumber daya sistem agar tidak digunakan, modifikasi, interupsi, dan diganggu oleh orang yang tidak berwenang menggunakan teknik kriptografi.

Secara etimologi kata kriptografi (*Cryptography*) berasal dari bahasa Yunani, yaitu *kryptos* yang artinya yang tersembunyi dan *graphein* yang artinya tulisan (Prayudi, 2005). Awal mula kriptografi dipahami sebagai ilmu tentang menyembunyikan pesan (Sadikin, 2012), tetapi seiring perkembangan zaman hingga saat ini pengertian kriptografi berkembang menjadi ilmu tentang teknik matematis yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan keamanan berupa privasi dan otentikasi. Dua teknik dasar yang biasa digunakan pada algoritma kriptografi adalah teknik substitusi dan teknik transposisi. Salah satu algoritma kriptografi klasik yang cukup populer adalah *transposition cipher*. *Transposition Cipher* ini memiliki berbagai macam bentuk dan algoritma, diantara contoh dari *cipher* transposisi ini adalah *Rail Fence Cipher*, *Route Cipher* dan *Columnar Cipher*. Selain itu ada algoritma kriptografi klasik yakni *Substitution Cipher*. Ini adalah tipe enkripsi pesan yang intinya adalah mengubah isi dari pesan dengan teks lain. Salah satunya adalah *Atbash cipher*.

Salah satu sektor yang rawan mengundang kejahatan adalah sektor pengamanan data. Hal ini juga didorong oleh semakin maraknya kejahatan di dunia maya. Oleh karena itu, pengguna teknologi semakin beramai-ramai mengembangkan suatu sistem pengamanan terhadap data yang biasa disebut kriptografi. Salah satu metode kriptografi yang dikenal adalah algoritma kriptografi klasik dimana metode ini sudah dikenal sejak lama. Algoritma kriptografi klasik memiliki berbagai macam bentuk, dimana yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah algoritma *Rail Fence Cipher* dan algoritma *Atbash Cipher*.

Pada algoritma enkripsi *Atbash Cipher*, huruf pertama pada susunan alphabet akan diganti dengan huruf terakhir, lalu huruf kedua dengan satu huruf sebelum terakhir. Jadi, huruf A akan diubah menjadi huuf Z, lalu huruf B akan diubah menjadi huruf Y (Didalam Jurnal Ilmiah Ridwan, Merancang Algoritma Kriptografi Kunci Simetri Dengan Memperluas Algoritma Vigenere Dan Analisis Metode Kasiski Terhadap Algoritma Tersebut : 5) sedangkan pada *Rail Fence Cipher* merupakan salah satu variasi implementasi *cipher* transposisi. Pada *Rail Fence Cipher*, plainteks dituliskan secara vertikal ke bawah sepanjang *n-rails*, dan menulis lagi ke kolom baru ketika telah mencapai karakter ke-*n*. Cipherteks yang dihasilkan adalah urutan karakter yang dibaca secara horizontal. (Didalam Jurnal Ilmiah Tara Baskara. Modifikasi *Rail Fence Cipher* Menggunakan *Vigenere Cipher* : 1).

Mengetahui proses mengamankan pesan rahasia agar tidak diketahui oleh pihak yang tidak berkepentingan, untuk menerapkan algoritma *Rail Fence Cipher* dan algoritma *Atbash Cipher* dalam

mengamankan surat elektronik dan Membangun aplikasi sederhana yang dapat bertukar informasi melalui surat elektronik (*email*) menggunakan teknik kriptografi.

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu data berupa teks yang akan diuji dan VisualBasic .NET 2008 sebagai *software* perancangan aplikasi.

**Metode**

**Algoritma Atbash Cipher**

*Atbash cipher* yang digunakan oleh bangsa Yahudi Ibrani untuk menyembunyikan mistisme yang ada. Algoritma ini digunakan dengan cara menukar huruf pertama dengan huruf pertama terakhir, huruf kedua dengan huruf kedua terkakhir, dan begitu seterusnya, sehingga substitusi yang ada Langkah langkah cara kerja algoritma enkripsi *Atbash cipher* :

1. Huruf pertama pada susunan alphabet akan diganti dengan huruf terakhir,
2. Lalu huruf kedua dengan satu huruf sebelum terakhir.
3. Jadi, huruf A akan diubah menjadi huuf Z, lalu huruf B akan diubah menjadi huruf Y. Sistem substitusi pada algoritma enkripsi *Atbash cipher* adalah:

Tabel 1 *Cipher* Atbash

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | a | b | c | D | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | o | p | q | r | s | t | u | v | w | x | y | z |
| C | z | y | x | W | v | u | t | s | r | q | p | o | n | m | l | k | j | i | h | g | f | e | d | c | b | a |

**Algoritma Rail Fence Cipher**

*Cipher transposisi* ini memiliki berbagai macam bentuk dan algoritma, diantara contoh dari *cipher* transposisi ini adalah *Rail Fence Cipher*, *Route Cipher* dan *Columnar Cipher*. Yang akan dibahas pada makalah ini adalah algoritma transposisi yang mirip dengan *columnar cipher* yang menggunakan prinsip kolom dan baris pada matriks yang memakai kunci berupa angka. Cara kerja dari *cipher* transposisi tersebut adalah dengan membangun suatu matriks karakter dari plainteks, kemudian dilakukan *transpose* pada matriks tersebut dan disusunlah *cipher*teks dari hasil *transpose* tersebut.

Penggunaan modifikasi *Rail Fence Cipher* dan dalam melakukan proses enkripsi plainteks dapat dilihat pada contoh berikut:

Kita mempunyai pesan “MAAF LAHIR BATIN”

dengan kunci “IBU” maka dilakukan proses sebagai berikut :

1. Melakukan enkripsi dengan *Rail Fence Cipher* yang telah dimodifikasi, ditulis

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| I | M | F | H | B | I |
| B | A | L | I | A | N |
| U | A | A | R | T | X |

Karakter tambahan di akhir cipherteks sengaja dibubuhkan diantaranya untuk melengkapi cipherteks sehingga melengkapi blok dan atau untuk mengelabui kriptanalisis. Pesan tersebut kemudia dibaca berdasarkan keterurutan abjad, dalam contoh di atas kunci IBU berarti dibaca sesuai urutan abjad yaitu BIU sehingga pesan menjadi

ALIAN MFHBI AARTX

Penulisan pesan menjadi blok-blok standar, biasanya sepanjang 5 karakter, dilakukan untuk memudahkan pentransmisian pesan pada telegraf.

Untuk mendapatkan plainteks, akan dilakukan proses dekripsi oleh penerima pesan. Prosesnya sebagai berikut:

Plainteks : ALIAN MFHBI AARTX

Melakukan dekripsi dengan *Rail Fence Cipher* Dengan menggunakan kata kunci “IBU”, kita dapat mendekripsi cipherteks menjadi plainteks.

1. Pertama, tuliskan kembali cipherteks menjadi satu deretan *string*/karakter ALIANMFHBI AARTX
2. Kemudian, bagi pesan tersebut menjadi blok dengan ukuran sama dan mempunyai jumlah blok sama dengan panjang kunci  
ALIAN MFHBI AARTX

Karena terdapat 15 karakter, dan kita tahu bahwa panjang kunci ada 3, kita membagi blok menjadi 3 dengan panjang masing-masing blok adalah 5

3. Langkah selanjutnya adalah mengurutkan kunci sesuai dengan abjad. Dalam kasus ini kunci adalah IBU dan jika diurutkan sesuai abjad menjadi BIU dan blok-blok diatas sesuai dengan kunci yang diurutkan,  
 ALIAN = B  
 MFHBI = I  
 AARTX = U  
 Kemudian diurutkan kembali menjadi IBU sehingga blok-blok ikut berubah menjadi  
 MFHBI = I  
 ALIAN = B  
 AARTX = U
4. Langkah terakhir, tulis karakter pertama dariblok ke-1,blok ke-2,blok ke-3 diikuti dengan karakter kedua dari blok ke-1, blok ke-2, blok ke-3 sampai karakter ke-n.  
 MAAFLAHIRBATINX
5. Sekarang pilah-pilah karakter dari pesan sehingga dapat mudah dibaca, hilangkan karakter *dummy*, dan kode pun telah berhasil didekripsi (Tara Baskara. Modifikasi Rail Fence Cipher Menggunakan Vigenere Cipher : 1)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Adanya perkembangan teknologi yang sangat pesat pada masa sekarang membuat manusia dapat dengan mudah bertukar informasi pada suatu individu ataupun organisasi sesuai dengan kebutuhan, menggunakan media *internet*. Media *internet* memungkinkan pengguna untuk berkomunikasi secara *real time* dengan menggunakan antarmuka *web* , *email* dan lain sebagainya yang mudah diakses bagi pengguna untuk berkomunikasi dengan pesan teks. Jika pesan teks pada *e-mail* sangat penting dan harus dijaga kerahasiaannya maka diperlukan pengamanan pesan teks pada media surat elektronik tersebut yang akan dikirim dengan menggunakan algoritma kriptografi untuk mencegah dari pihak yang tidak bertanggung jawab. Untuk memenuhi hal tersebut, maka dilakukan proses penyandian (enkripsi dan dekripsi) terhadap pesan teks yang akan dikirimkan.

Dari beberapa kasus yang ditemuipadakeamanan pesan teks, dimana masih banyak terjadinya kegagalan pada keamanan pesan dikarenakan kurang rumitnya penerapan metode keamanan pada sistem keamanan pesan. Jika sistem keamanan pesan di terapkan kombinasi dari beberapa metode keamanan pesan, maka akan meminimalisir dan mencegah terjadinya pembobolan pesan.

**Penerapan Algoritma Rail Fence Cipher Dan Algoritma Atbash Cipher Dalam Mengamankan Surat Elektronik**

Pada *Rail Fence Cipher*, plainteks dituliskan secara vertikal ke bawah sepanjang *n-rails*, dan menulis lagi ke kolom baru ketika telah mencapai karakter ke-*n*. Cipherteks yang dihasilkan adalah urutan karakter yang dibaca secara horizontal. Melakukan enkripsi dengan *Rail Fence Cipher* yang telah dimodifikasi

**Enkripsi Algoritma Rail Fence Cipher Dan Algoritma Atbash Cipher**

Plain teks = Desy Juanda Famela  
 Kunci = Umi  
 jumlah karakter = 16  
 Key-n (jumlah baris) = 3

Tabel 2 Cipher Teks

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| U | D | Y | A | A | M | A |
| M | E | J | N | F | E | X |
| I | S | U | D | A | L | X |

Karakter tambahan di akhir *cipherteks* sengaja dibubuhkan x diantaranya untuk melengkapi *cipherteks* sehingga melengkapi blok dan atau untuk mengelabui kriptanalis. Pesan tersebut kemudian dibaca berdasarkan keterurutan abjad, dalam contoh di atas kunci IBU berarti dibaca sesuai urutan abjad yaitu BIU sehingga pesan menjadi *Cipher* teks tersebut kemudian ditulis.

Cipher teks = S U D A L X E J N F E X D Y A A M A

Setelah *cipherteks* dari algoritma *rail fence cipher* didapat maka *cipher* tersebut menjadi *plainteks* pada algoritma *Atbash cipher*. Langkah pertama dalam algoritma *Atbash Cipher* adalah membuat tabel substitusi *plainteks* dan *cipher* teks.

*Plainteks* = S U D A L X E J N F E X D Y A A M A

Tabel 3 Subtutusi *Atbas Cipher*

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
| C | Z | Y | X | W | V | U | T | S | R | Q | P | O | N | M | L | K | J | I | H | G | F | E | D | C | B | A |

Selanjutnya adalah mensubstitusikan *plainteks* dengan *cipher* teks. Maka didapat *cipher* teks sebagai berikut :

- $C_1 = S \Rightarrow H$
- $C_2 = U \Rightarrow F$
- $C_3 = D \Rightarrow W$
- $C_4 = A \Rightarrow Z$
- $C_5 = L \Rightarrow O$
- $C_6 = V \Rightarrow E$
- $C_7 = E \Rightarrow V$
- $C_8 = J \Rightarrow Q$
- $C_9 = N \Rightarrow M$
- $C_{10} = F \Rightarrow U$
- $C_{11} = E \Rightarrow V$
- $C_{12} = X \Rightarrow C$
- $C_{13} = D \Rightarrow W$
- $C_{14} = Y \Rightarrow B$
- $C_{15} = A \Rightarrow Z$
- $C_{16} = A \Rightarrow Z$
- $C_{17} = M \Rightarrow N$
- $C_{18} = A \Rightarrow Z$

Maka cipherteks dari algoritma atbash cipher H F W Z O E V Q M U V C W B Z Z N Z Cipher teks ini yang akan dikirim kepada penerima agar orang yang tidak berkepentingan tidak mengetahui makna yang terkandung dalam tulisan tersebut.

**Dekripsi Algoritma Rail Fence Cipher Dan Algoritma Atbash Cipher**

Untuk mendekripsikan *cipherteks* tersebut maka algoritma *Atbash Cipher* terlebih dahulu digunakan :

*Cipherteks* = H F W Z O E V Q M U V C W B Z Z N Z

Tabel 4 Subtutusi *Atbas Cipher1*

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | Z | Y | X | W | V | U | T | S | R | Q | P | O | N | M | L | K | J | I | H | G | F | E | D | C | B | A |
| P | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |

- $P_{13} = H \Rightarrow S$
- $P_{14} = F \Rightarrow U$
- $P_{15} = W \Rightarrow D$
- $P_{16} = Z \Rightarrow A$
- $P_{17} = O \Rightarrow L$
- $P_{18} = E \Rightarrow V$
- $P_7 = V \Rightarrow E$
- $P_8 = Q \Rightarrow J$
- $P_9 = M \Rightarrow N$
- $P_{10} = U \Rightarrow F$
- $P_{11} = V \Rightarrow E$
- $P_{12} = C \Rightarrow X$
- $P_1 = W \Rightarrow D$
- $P_2 = B \Rightarrow Y$
- $P_3 = Z \Rightarrow A$
- $P_4 = Z \Rightarrow A$
- $P_5 = N \Rightarrow M$
- $P_6 = Z \Rightarrow A$

maka *plainteks* dari algoritma *Atbah cipher* adalah

*plainteks* = S U D A L X E J N F E X D Y A A M A

*plainteks* tersebut adalah *cipherteks* pada algoritma *Rail Fence Cipher*, Melakukan dekripsi dengan *Rail Fence Cipher* Dengan menggunakan kata kunci “UMI”, penulis dapat mendekripsi *cipherteks* menjadi *plainteks*.

1. Pertama, tuliskan kembali *cipherteks* menjadi satu deretan *string*/karakter  
S U D A L X E J N F E X D Y A A M A
2. Kemudian, bagi pesan tersebut menjadi blok dengan ukuran sama dan mempunyai jumlah blok sama dengan panjang kunci  
S U D A L X E J N F E X D Y A A M A

Karena terdapat 18 karakter, dan penulis tahu bahwa panjang kunci ada 3, blok menjadi 3 dengan panjang masing-masing blok adalah 6

- Langkah selanjutnya adalah mengurutkan kunci sesuai dengan abjad. Dalam kasus ini kunci adalah UMI dan jika diurutkan sesuai abjad menjadi IMU dan blok-blok diatas sesuai dengan kunci yang diurutkan,

Tabel 5 dekripsi *rail fence cipher* sesuai abjad

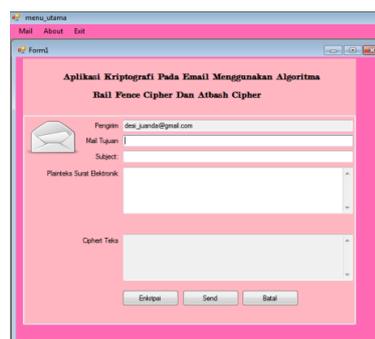
|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | S | U | D | A | L | X |
| M | E | J | N | F | E | X |
| U | D | Y | A | A | M | A |

Kemudian diurutkan kembali menjadi UMI sehingga blok-blok ikut berubah menjadi  
Tabel 6 dekripsi *rail fence cipher* sesuai kunci

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| U | D | Y | A | A | M | A |
| M | E | J | N | F | E | X |
| I | S | U | D | A | L | X |

- Langkah terakhir, tulis karakter pertama dari blok ke-1, blok ke-2, blok ke-3 diikuti dengan karakter kedua dari blok ke-1, blok ke-2, blok ke-3 sampai karakter ke-n secara vertikal.  
DESY JUANDA FAMELAXX
- Sekarang pilah-pilah karakter dari pesan sehingga dapat mudah dibaca, hilangkan karakter *dummy*, dan kode pun telah berhasil didekripsi  
DESY JUANDA FAMELA

Setelah dilakukan pengujian secara manual, maka dilanjutkan dengan pengujian dengan aplikasi, adapun tampilan dari algoritma *atbash cipher* dan *rail fence cipher*



Gambar 2 Tampilan algoritma *atbash cipher* dan *rail fence cipher*

### Kesimpulan

Proses pengamanan surat pada email salah satunya dapat menggunakan proses penyandian (enkripsi dan dekripsi) terhadap surat yang akan dikirim, sehingga pihak yang tidak berkepentingan tidak mengetahui isi surat tersebut, penerapan algoritma *atbash cipher* dan *rail fence cipher* ini dapat mengamankan isi surat pada email. Dengan ini penggunaan algoritma *atbash cipher* dan *rail fence cipher* dapat mengamankan surat pada email sebelum dikirim pada ke penerima dan Aplikasi keamanan surat pada email dengan menerapkan *atbash cipher* dan *rail fence cipher* telah selesai dirancang dan dapat dijadikan salah satu alternatif aplikasi pengamanan surat pada email.

### DAFTAR PUSTAKA

Abdul Kadir. (2013). Pengertian Algoritma, Pendekatan Secara Visual dan Interaktif Menggunakan Raptor. ANDI : Yogyakarta .  
 Adi nugroho. (2010). Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek Dengan Metode USDP (unified Software Development Process)”. ANDI ,Yogyakarta.  
 Dodit Suprianto.2010. Membuat Aplikasi Desktop menggunakan Mysql dan VB.NET. MEDIAKITA: Jakarta .  
 Dony Ariyus. 2006. Keamanan Data dan Komunikasi. Graha Ilmu:Yogyakarta.  
 Dony Ariyus. 2008. pengantar ilmu kriptografi: teori analisis dan implementasi. ANDI: Yogyakarta.

- Edy Irwansyah dan Jurike V. Moniaga. 2014. Pengantar Teknologi Informasi. Deepublish :Yogyakarta
- Edy winarno ST, M.Eng – Ali Zaki SmitDev Community, 2013. Step by Step Visual Basic .NET. PT. Alex Media Komputindo: Jakarta.
- Kevin Tirtawinata,2010.Cipher Substitusi Abjad Tunggal dengan Penyamaraan Frekuensi Hasil Enkripsi.
- Rinaldi Munir. 2007. Algoritma dan Pemograman Dalam Bahasa Pascal dan C. INFORMATIKA:Bandung.
- Windu Gata, Grace Gata. 2013. Sukses Membangun Aplikasi Penjualan Dengan Java. PT. Alex Media Komputindo:Jakarta.

## PERANCANGAN FITUR AUTOCOMPLETE PADA APLIKASI KAMUS BAHASA LATIN HEWAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BRUTE FORCE BERBASIS WEB

Fasni Novika Sinaga

STMIK Budidarma Medan  
Email : [igbalpi87@gmail.com](mailto:igbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Kamus merupakan alat bantu yang digunakan untuk menterjemahkan suatu bahasa, Penggunaan aplikasi penerjemah sangat diperlukan namun tidak mempersulit pengguna saat menggunakannya dan dapat mempermudah pemakai dalam menterjemahkan suatu bahasa tanpa harus membawa kamus yang berbentuk buku yang memiliki ketebalan dan bobot yang cukup berat untuk ukuran sebuah buku. Untuk itu dibutuhkan sebuah aplikasi yang dapat mengakomodir kebutuhan setiap pemakai akan sebuah aplikasi pengganti buku yang mudah dibawa serta dapat digunakan kapan dan dimanapun secara efektif. Aplikasi tersebut berupa penerjemah berbasis website teknologi aplikasi berbasis web, membentuk sebuah program yang dapat berdiri sendiri dan dapat dijalankan dalam lingkungan Internet. Sehingga dimanapun pengguna (user) berada dapat menggunakan aplikasi ini, dengan mengakses situs tersebut secara cepat dan mudah. Dengan sistem website ini, diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan serta memberikan suatu kemudahan dalam hal pencarian bahasa latin hewan.

**Kata Kunci :** kamus bahasa latin hewan, web dan String Matching

### PENDAHULUAN

Dalam dunia teknologi, khususnya teknologi yang bergerak dalam bidang informasi, seperti teknologi informasi melalui internet telah menciptakan sebuah perubahan besar salah satunya *website*, *Website* merupakan halaman situs sistem informasi yang dapat diakses secara cepat. *Website* ini didasari dari adanya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi. Melalui perkembangan teknologi informasi, tercipta suatu jaringan antar komputer yang saling berkaitan. Jaringan yang dikenal dengan istilah internet secara terus-menerus menjadi pesan-pesan elektronik, termasuk *e-mail*, transmisi *file*, dan komunikasi dua arah antar individu atau komputer. *Website* menyediakan fitur *Autocomplete* atau kita kenal dengan sebutan *AutoSuggest* merupakan fitur tambahan dalam suatu *form input* untuk menampilkan data-data yang sesuai dengan yang diketik oleh *user* pada suatu form. Selain fungsi utamanya sebagai alat informasi *website* juga bisa digunakan sebagai alat untuk belajar dan memperoleh pengetahuan. Untuk mempermudah pemahaman tentang arti dari istilah-istilah latin hewan dalam dunia pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) khususnya dalam bidang mata pelajaran Biologi tersebut ada baiknya dirancang suatu Fitur *Autocomplite* aplikasi kamus bahasa latin hewan berbasis *web*. Adapun permasalahan yang sering dihadapi adalah karena sulitnya dalam mengingat dan menghafal istilah-istilah latin hewan dan terdapat banyak istilah yang digunakan.

Dalam aplikasi kamus bahasa, *user* dapat menginputkan data berupa teks yang akan diartikan. Pada pencocokan *string* dapat dilakukan dengan berbagai algoritma yang ada, seperti *Brute Force* dan *Boyer Moore* (Munir & Rinaldi 2012). Pada hasil penelitian (Ramadhansayah, 2013) menerapkan metode *Boyer Moor* pada aplikasi penerjemah bahasa gayo, Algoritma ini menerapkan prinsip *good suffix* dan *bad character* karakter dicari disejajarkan dengan karakter yang menyerupainya jika karakter tidak memiliki kemiripan akan langsung dieliminasi. Oleh sebab itu dari penelitian ini penulis lebih memilih menggunakan algoritma *Brute Force* karena dalam proses pencarian *string* yang dapat membantu mengartikan suatu bahasa ke bahasa lain, dan dalam pencocokan *string* adalah *traversal* satu persatu mulai dari karakter yang pertama kemudian membandingkan setiap karakter yang dicari. Algoritma *Brute Force* (Rinaldi Munir, 2004, p. 2) adalah sebuah pendekatan langsung (*straight forward*) untuk memecahkan suatu masalah, yang biasanya didasarkan pada pernyataan masalah (*problem statement*) dan definisi konsep yang dilibatkan. Pada dasarnya algoritma *Brute Force* adalah alur penyelesaian suatu permasalahan dengan cara berpikir yang sederhana dan tidak membutuhkan suatu pemikiran yang lama

Menerapkan algoritma *Brute Force* dalam pencarian bahasa latin hewan, Untuk merancang aplikasi Fitur *Autocomplete* pada aplikasi kamus bahasa latin hewan berbasis *web* dan Untuk merancang aplikasi kamus bahasa latin hewan berbasis *web*.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu kamus bahasa latin hewan sebagai bahan pencarian jenis teks, nama-nama hewan yang dicari sebanyak 10 kata, *Hypertext Preprocessor (PHP)* sebagai tools perancangan aplikasi.

## Metode

### Fitur *autocomplete*

Fitur *autocomplete* atau *word completion* merupakan fasilitas yang disediakan oleh berbagai *web browser*, *email-programs*, *search engine interface*, *source code editors*, *database query tools*, *word processor*, dan *command line interpreters*. *Autocomplete* juga tersedia untuk atau sudah terintegrasi di dalam *text editor*. *Autocomplete* melakukan prediksi terhadap sebuah kata atau frasa yang pengguna ingin tulis tanpa harus menulis keseluruhan kata atau frasa secara lengkap (Kusuma, 2012).

*Autocomplete* digunakan untuk mempermudah masalah pada pengetikan, misalnya apabila pengguna tidak dapat mengeja suatu kata dengan baik atau pengguna bingung dan sering sulit mengingat istilah yang tepat. *Autocomplete* dapat membantu untuk melengkapi kata yang diketikkan oleh pengguna menjadi kata yang mungkin dimaksud oleh pengguna. Dengan begitu, penggunaan *autocomplete* ini dapat mempersingkat waktu pengguna pada pengetikan kata tersebut (Morville & Callender, 2010).

### String Matching

*String Matching* adalah proses pencarian semua kemunculan *query* yang selanjutnya disebut *pattern* ke dalam *string* yang lebih panjang atau teks (Riyanarto Sarno, Yeni Anistiyasari, dan Rahimi Fitri, 2012 : 11). *String Matching* dirumuskan sebagai berikut :

$$x = x[0...m-1] \dots\dots\dots (1)$$

$$y = y[0...n-1] \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- x adalah *pattern*
- m adalah panjang *pattern*
- y adalah teks
- n adalah panjang teks

Kedua *string* terdiri dari sekumpulan karakter yang disebut alfabet yang dilambangkan dengan  $\Sigma$  (sigma) dan mempunyai ukuran  $\sigma$  (tao). *String matching* dibagi menjadi dua, yakni *exact matching* dan *heuristic* atau *statistical matching*.

### *Exact Matching*

*Exact matching* digunakan untuk menemukan *pattern* yang berasal dari satu teks (Riyanarto Sarno, Yeni Anistiyasari, dan Rahimi Fitri, 2012, 11). Contoh pencarian *exact matching* adalah pencarian kata “pelajar” dalam kalimat “Saya seorang pelajar” atau “Saya seorang siswa”. Sistem akan memberikan hasil bahwa kalimat pertama mengandung kata “pelajar” sedangkan kalimat kedua tidak, meskipun kenyataannya pelajar dan siswa adalah kata yang bersinonim, Algoritma *exact matching* diklasifikasi menjadi tiga bagian menurut arah pencariannya, yaitu:

1. Arah pembacaan dari kiri ke kanan. Algoritma yang termasuk kategori ini adalah *Brute Force*, *Morris* dan *Pratt* (yang kemudian dikembangkan oleh *Knuth*, *Morris*, dan *Pratt*).
2. Arah pembacaan dari kanan ke kiri. Algoritma yang termasuk kategori ini adalah *Boyer* dan *Moore* yang kemudian dikembangkan menjadi algoritma *Turbo Boyer-Moore*, *Tuned Boyer-Moore*, dan *Zhu-Takaoka*.
3. Arah Pembacaan yang ditentukan pemrogram

### *Heuristic Matching*

*Heuristic matching* adalah teknik yang digunakan untuk menghubungkan dua data terpisah ketika *exact matching* tidak mampu mengatasi karena ada pembatasan pada data yang tersedia (Riyanarto Sarno, Yeni Anistiyasari, dan Rahimi Fitri, 2012 : 26). *Heuristic Matching* dapat dilakukan dengan perhitungan *distance* antara *pattern* dengan teks. *Exact Matching* dan *Heuristic Matching* memiliki kelemahan dalam menemukan kata yang memiliki kemiripan makna tetapi berbeda penulisan.

### Algoritma *Brute Force*

Algoritma *Brute Force* adalah algoritma yang digunakan untuk mencocokkan *pattern* dengan semua teks antara 0 dan m-n untuk menemukan keberadaan *pattern* teks (Rianto Sarno, 2012, hal 12). Algoritma *Brute Force* memecahkan masalah dengan sangat sederhana, langsung, dan dengan cara yang jelas. Algoritma *Brute Force* adalah algoritma yang lempang atau apa adanya. Tahapan yang dilakunak algoritma *Brote Force* dalam mencocokkan *string matching* yaitu:

1. Algoritma *Brute Force* mulai mencocokkan *pattern* dari awal text.
2. Dari kiri kekanan, algoritma ini akan mencocokkan karakter per karakter *pattern* dengan karakter di text yang bersesuaian. Sampai salah satu kondisi berikut terpenuhi:

- a. Karakter di pattern yang dibandingkan tidak cocok
  - b. Semua karakter di pattern cocok, selanjutnya algoritma ini memberitahukan penemuan posisi ini.
3. Algoritma kemudian terus menggeser *pattern* sebesar satu ke kanan, dan mengulangi langkah ke-2 berada diujung text. seperti halnya dengan algoritma lainnya, algoritma ini mempunyai kelemahan dan kelebihan yaitu:
- a. Algoritma *Brute Force* dapat digunakan untuk memecahkan hampir sebagian masalah.
  - b. Algoritma *Brute Force* sederhana dan mudah dimengerti.
  - c. Algoritma *Brute Force* menghasilkan algoritma yang layak untuk beberapa masalah penting seperti pencarian, pengurangan, dan pencocokan *string*.  
Sedangkan kelemahan algoritma *Brute Force* adalah sebagai berikut:
  - d. Beberapa algoritma *Brute Force* lambat sehingga tidak dapat diterima
  - e. Tidak sekonstruktif teknik pemecahan masalah lainnya.

Contoh penggunaan algoritma *Brute Force* untuk pencarian pattern dalam teks :  
pencocokan pertama

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Text    | G | C | A | T | C | G | C | A | G | A | G | A | G | T | A | T |
| Pattern | G | C | A | G | A | G | A | G |   |   |   |   |   |   |   |   |

1 2 3 4 5

Pencocokan kedua

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Text    | G | C | A | T | C | G | C | A | G | A | G | A | G | T | A | T |
| Pattern |   | G | C | A | G | A | G | A | G |   |   |   |   |   |   |   |

1

Pencocokan ketiga

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Text    | G | C | A | T | C | G | C | A | G | A | G | A | G | T | A | T |
| Pattern |   |   | G | C | A | G | A | G | A | G |   |   |   |   |   |   |

1

Pencocokan keempat

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Text    | G | C | A | T | C | G | C | A | G | A | G | A | G | T | A | T |
| Pattern |   |   |   | G | C | A | G | A | G | A | G |   |   |   |   |   |

1

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah teknologi aplikasi berbasis web, membentuk sebuah program yang dapat berdiri sendiri dan dapat dijalankan dalam lingkungan Internet. Sehingga dimanapun pengguna (*user*) berada dapat menggunakan aplikasi ini, dengan mengakses situs tersebut secara cepat dan mudah. Dengan sistem web site ini, diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan serta memberikan suatu kemudahan dalam hal pencarian bahasa latin hewan.

Sistem pengolahan program merupakan suatu kesatuan pengoalahan yang terdiri dari prosedur dan pelaksanaan data. Komputer sebagai sarana pengolahan program haruslah menyediakan fasilitas-fasilitas pendukung dalam pengolahan nantinya. Secara Spesifikasi harus memenuhi akses yaitu : Perangkat keras (*Hardware*), Perangkat Lunak (*Software*) dan Unsur Manusia (*Brainware*).

### Penerapan Implementasi Algoritma *Brute Force*

Kamus bahasa latin hewan berbasis *web* yang akan dirancang akan menggunakan algoritma *Brute Force* sebagai solusi dalam penyelesaian masalah pencarian kata, algoritma *Brute Force* diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan tersebut, dimana algoritma *Brute Force* akan memudahkan pengguna aplikasi berbasis *web* untuk mencari bahasa latin hewan. Dalam algoritma *Brute Force* dikenal dengan namanya text dan pattern.

Berikut ini adalah cara kerja dari algoritma *Brute force* adalah sebagai berikut:

- 7. Algoritma *Brute Force* mulai mencocokkan pattern pada awal teks.
- 8. Dari kiri ke kanan, algoritma ini akan mencocokkan karakter per karakter pattern, dengan karakter di teks yang bersesuaian sampai salah satu kondisi berikut terpenuhi :
  - e. Karakter di pattern dan diteks yang dibandingkan tidak cocok (*mismatch*).
  - f. Semua karakter di pattern cocok. Kemudian algoritma akan memberitahukan penemuan diposisi ini.
- 9. Algoritma kemudian menggeser pattern berdasarkan table next, lalu menghitung langkah 2 sampai pattern berada di unjung teks.

Contoh penggunaan algoritma *Brute Force* untuk pencarian *pattern* dalam teks :

Teks = ELANU GALLUS VARIUS, BOS GALLUS LAFAYETIL  
Pattern = GALLUS

Indext = (i)

Penyelesaian:

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|
| Langkah ke-1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
| P            | G | A | L | L | U | S |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
| T            | E | L | A | N | U | S |   | G | A | L | L | U | S  | V  | A  | R | I | U | S |
| i            |   |   |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |   |   |   |   |

Pencocokan pertama tidak ditemukan kecocokan antara pattern dengan tekt, maka pattern tidak ditemukan dan dilakukan penggeseran pattern sebanyak satu kali ke arah kanan

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|
| Langkah ke-2 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
| P            |   | G | A | L | L | U | S |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
| T            | E | L | A | N | U | S |   | G | A | L | L | U | S  | V  | A  | R | I | U | S |
| I            |   |   |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |   |   |   |   |

Langkah ke-2 tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju indeks berikutnya,

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|
| Langkah ke-3 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
| P            |   |   | G | A | L | L | U | S |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
| T            | E | L | A | N | U | S |   | G | A | L | L | U | S  | V  | A  | R | I | U | S |
| I            |   |   |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |   |   |   |   |

Langkah ke-3 tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju indeks berikutnya,

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|
| Langkah ke-4 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
| P            |   |   |   | G | A | L | L | U | S |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |
| T            | E | L | A | N | U | S |   | G | A | L | L | U | S  | V  | A  | R | I | U | S |
| I            |   |   |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |   |   |   |   |

Langkah ke-4 tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju indeks berikutnya,

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|---|
| Langkah ke-5 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
| P            |   |   |   |   | G | A | L | L | U | S |   |   |   |    |    |    |   |   |   |
| T            | E | L | A | N | U | S |   | G | A | L | L | U | S | V  | A  | R  | I | U | S |
| I            |   |   |   |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |   |   |   |

Sama dengan langkah sebelumnya tidak cocok, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju indeks berikutnya,

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|---|
| Langkah ke-6 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |   |
| P            |   |   |   |   |   | G | A | L | L | U | S |   |   |   |    |    |    |   |   |
| T            | E | L | A | N | U | S |   | G | A | L | L | U | S | V | A  | R  | I  | U | S |
| I            |   |   |   |   |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |   |   |

Langkah ke-6 tidak ditemukan kecocokan, geser *pattern* sebanyak satu langkah ke kanan menuju indeks berikutnya,

|              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|
| Langkah ke-7 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| P            |   |   |   |   |   |   | G | A | L | L | U | S |   |   |   |    |    |    |   |
| T            | E | L | A | N | U | S |   | G | A | L | L | U | S | V | A | R  | I  | U  | S |
| I            |   |   |   |   |   |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |   |

Pada langkah ke-7 tidak ditemukan kecocokan, geser *pattern* sebanyak satu langkah kekanan menuju indeks berikutnya,

|              |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--------------|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Langkah ke-8 |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| P            |   |   |   |   |   |   |  | G | A | L | L | U | S |   |   |   |    |    |    |
| T            | E | L | A | N | U | S |  | G | A | L | L | U | S | V | A | R | I  | U  | S  |
| I            |   |   |   |   |   |   |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

Pada langkah ke-8 ditemukan kecocokan antara pattern dengan teks, pada langkah ini pencarian sudah selesai karena karakter pada pattern sudah dicocokkan terhadap karakter pada teks secara menyeluruh dimana keberadaan *pattern* pada teks ditemukan sebanyak satu kali.

Maka dalam pencarian string dengan algoritma *Brute Force* untuk setiap karakter dalam *pattern* akan dicocokkan satu per satu dengan karakter yang ada pada teks. Dalam penelitian yang dilakukan oleh

penulis teks yang dimaksud adalah kata yang telah sebelumnya disisipkan kedalam *database* sementara *pattern* adalah teks yang diketikkan di dalam *textbox* pencarian.

Pada saat teks diketikkan kedalam *textbox* pencarian maka algoritma *Brute Force* akan menjalankan fungsinya yaitu mencocokkan antara *pattern* dengan teks yang tersedia di dalam *database* dari awal setiap kata sehingga ditemukan kecocokan.

Dari contoh analisa proses pencarian algoritma *Brute Force* sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa, apabila *pattern* " GALLUS " diketikkan, maka teks yang akan muncul pada saat pencarian dapat dilihat seperti berikut :

Kemunculan *pattern*

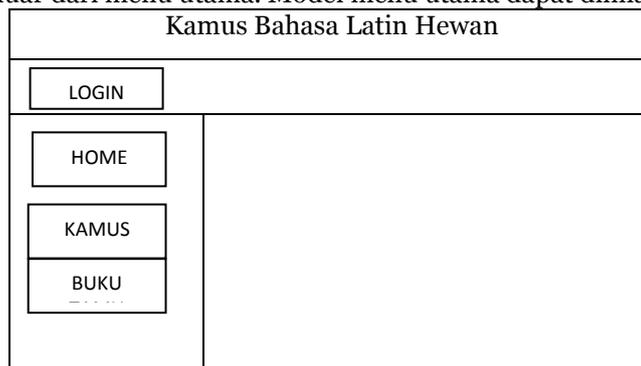
|          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <b>P</b> | G | A | L | L | U | S |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <b>T</b> | E | L | A | N | U | S |   | G | A | L | L | U | S |   | V | A | R | I | U | S |
|          | B | O | S |   | G | A | L | L | U | S |   | L | A | F | A | Y | E | T | I | L |

**Perancangan Antar Muka**

Perancangan antar muka dibuat untuk menggambarkan bentuk aplikasi penerjemah bahasa latin hewan yang akan dirancang.

**Halaman Menu Utama**

Halaman menu utama menampilkan empat pilihan yaitu : login, home, penerjemah, Buku tamu, keluar dimana jika tombol login dipilih maka akan muncul form login admin yang akan melakukan proses tambah kata, edit kata dan untuk menghapus data tamu, jika menu home dipilih maka akan muncul halaman home, apabila user memilih menu penerjemah maka akan muncul form penerjemah, dan jika user memilih menu buku tamu maka akan muncul form buku tamu, dan ketika menu keluar dipilih maka program keluar dari menu utama. Model menu utama dapat dilihat pada gambar 3.5



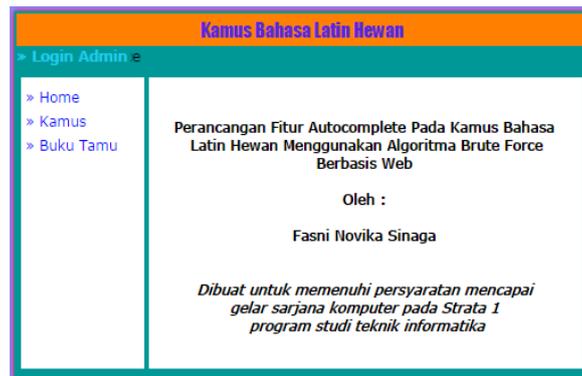
Gambar 1 Rancangan Form Menu Utama

**Implementasi**

Implementasi diartikan hasil penerapan atau pelaksanaan algoritma yang , menjelaskan analisa data yang dapat diperoleh dari hasil percobaandan efktifitas hasil yang telah dilakukan dari tahap perancangan yang diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman. wujud dari hasil tahap implementasi ini nantinya adalah sebuah perangkat lunak yang siap untuk diuji dan dijalankan.

**Menu Utama**

Halaman menu utama menampilkan empat pilihan yaitu : login, home, kamus, Buku tamu, dimana jika tombol login dipilih maka akan muncul form login admin yang akan melakukan proses tambah kata, edit kata dan untuk menghapus data tamu, jika menu home dipilih maka akan muncul halaman home, apabila user memilih menu kamus maka akan muncul form kamus, dan jika user memilih menu buku tamu maka akan muncul form buku tamu, keluar dipilih. Model menu utama dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2 Form Menu Utama

### KESIMPULAN

Algoritma *Brute Force* dapat diterapkan dalam perancangan aplikasi kamus bahasa latin hewan sehingga dapat memudahkan pengguna untuk mencari kata yang ingin diterjemahkan dan dengan adanya fitur autocomplete Aplikasi kamus bahasa latin akan mempermudah pengetikan bahasa latin yang dicari.

### DAFTAR PUSTAKA

- A.S, Rosa dan M. Shalahuddin. 2011. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta. Modula
- Kusrini dan Andri Kinoyo. 2007. *Tuntunan Praktis Membangun Sistem Informasi Akuntansi Dengan Microsoft Visual Basic & SQL Server*. Andi
- Al Bahra Bin Ladjamuddin. 2005. *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi*. Graha Ilmu.
- Riyanarto Sarno, Yeni Anistyasari, dan Rahimi Fitri. 2012. *Semantic Search*. Yogyakarta. Andi
- Antonius Rachmat C. 2010. *Algoritma dan Pemrograman dengan Bahasa C*. Yogyakarta. Andi
- Janner Simarmata, 2010 :*Belajar Pemograman Web*
- Budi Raharjo 2011, *Pemograman Web dengan PhP*.
- Harip Santoso. 2008. *Membuat Multiaplikasi menggunakan Visual Basic 6*. Elex Media Komputindo
- Moch. Anshori, Djoko Martono, Acarya media Utama : *Biologi SMA dan MA Kelas X*. Esis
- Moch. Anshori, Djoko Martono, Acarya Media Utama : [pengertian Bahasa Latin](#). Esis
- Moch. Anshori, Djoko Martono, Acarya Media Utama : *Pengertian Hewan*. Esis.

## PENYANDIAN DATA TEKS DENGAN ALGORITMA ELGAMAL UNTUK KOMPRESI DATA TEKS MENGGUNAKAN ALGORITMA ELIAS GAMMA CODE

**Fitriana**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Algoritma Elgamal termasuk Algoritma Kunci Asimetris Disamping usaha pengamanan sekarang ini orang juga berusaha melakukan proses pengecilan ukuran suatu data (kompresi suatu data) Elías Gamma Code merupakan salah satu algoritma kompresi yang menggunakan tabel Gamma Code. Dalam penelitian ini, penulis menggabungkan antara Algoritma Elgamal untuk melakukan penyandian data dan Algoritma Elías Gamma Code untuk Kompresi data. Plainteks pertama kali dienkripsikan menggunakan Algoritma Elgamal, kemudian hasil enkripsi dari Elgamal tersebut dikompresi dengan menggunakan Elías Gamma Code. Pengujian bilangan prima menggunakan Metode Algoritma kompresi Data dan Algoritma Elías Gamma Code. Implementasi Sistem menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 2008. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Elgamal dapat menjaga keamanan dan kerahasiaan data.

**Kata Kunci :** Kriptografi, Algoritma Elgamal, Elías Gamma Code.

### PENDAHULUAN

Kriptografi adalah suatu ilmu dan seni untuk menjaga kerahasiaan pesan dengan Cara menyandikannya kedalam bentuk yang tidak dapat dimengerti maknanya. Secara umum ada dua jenis kriptografi berdasarkan kuncinya yaitu Algoritma Simetris dan Algoritma Asimetris. Untuk Algoritma Simetris memiliki kunci enkripsi dan dekripsi yang sama. Sedangkan Algoritma Asimetris terdiri atas dua buah kunci yaitu kunci public dan kunci privat dimana kunci publik untuk melakukan enkripsi sedangkan kunci privat untuk melakukan dekripsi (Kurniawan, Y. 2004).

Disamping usaha pengamanan, sekarang ini orang juga berusaha melakukan proses pengecilan ukuran suatu data (kompresi suatu data). Tujuannya adalah untuk mempercepat, menghemat biaya pengiriman data, dan dapat mengurangi ukuran data agar dapat di simpan pada media penyimpanan yang memiliki ukuran relative kecil (Andri, Y. 2009).

Banyaknya algoritma yang digunakan untuk melakukan penyandian data agar data tersebut aman, Maka disini penulis menggunakan algoritma El Gamal. Kekuatan algoritma ini terletak pada sulitnya menghitung logaritma diskrit pada grup bilangan bulat prima yang di dalamnya dilakukan operasi perkalian (Widyartono, A. 2011). Disebut logaritma diskrit karena nilainya berhingga dan bergantung pada bilangan prima yang digunakan. Karena bilangan prima yang digunakan adalah bilangan prima yang besar, maka sangat sulit bahkan tidak mungkin menurunkan kunci privat dari kunci publik yang diketahui walaupun serangan dilakukan dengan menggunakan sumber daya komputer yang sangat besar. Selanjutnya dalam hal kompresi juga memiliki berbagai macam algoritma yang digunakan penulis menggunakan Algoritma *Elías Gamm Code*. Penulis ingin melakukan penggabungan antara algoritma kriptografi untuk penyandian data dengan algoritma kompresi.

Melakukan proses penyandian data teks agar tidak di ketahui oleh orang yang tidak memiliki hak untuk data tersebut dengan menggunakan Algoritma ElGamal dan membuat hasil bilangan prima yang sangat besar, selanjutnya kompresi juga memiliki berbagai macam algoritma yang digunakan dengan menggunakan Algoritma *Elías Gamma Code*.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu data *file* teks dengan ekstensi (\*.txt) sebagai objek penelitian, bahasa pemrograman Visual Basic.Net 2008 sebagai *tools* perancangan aplikasi.

#### Metode

##### Algoritma Elgamal

Algoritma kriptografi Elgamal merupakan salah satu algoritma kunci asimetris yang didasarkan pada algoritma diskrit. Masalah logaritma diskrit adalah dengan memperhatikan hal berikut. Jika diberikan suatu bilangan  $\alpha$ , maka menghitung  $\delta = (\text{mod } p)$  adalah mudah, tetapi jika diberikan suatu bilangan  $\delta$ , maka untuk menemukan  $\alpha$  sehingga  $\delta = \alpha^a (\text{mod } p)$  adalah permasalahan yang sulit. Algoritma ini dikembangkan pertama kali oleh ilmuwan Mesir Taher Elgamal pada tahun 1985.

Algoritma ElGamal terdiri dari tiga proses, yaitu proses pembentukan kunci, proses enkripsi dan proses dekripsi. Algoritma ini merupakan cipher blok, yaitu melakukan proses enkripsi pada blok-blok plainteks dan menghasilkan blok-blok cipherteks yang kemudian dilakukan proses dekripsi, dan hasilnya digabungkan kembali menjadi pesan yang utuh dan dapat dimengerti. Karena pada algoritma ElGamal menggunakan bilangan bulat dalam proses perhitungannya, maka pesan harus dikonversi ke dalam suatu bilangan bulat. Untuk mengubah pesan menjadi bilangan bulat, digunakan kode ASCII (*American Standard for Information Interchange*). Kode ASCII merupakan representasi numerik dari karakter-karakter yang digunakan pada komputer, serta mempunyai nilai minimal 0 dan maksimal 255. Oleh karena itu, berdasarkan sistem kriptografi ElGamal di atas maka harus digunakan bilangan prima yang lebih besar dari 255.

Algoritma ElGamal adalah suatu kunci publik sistem kripto yang dibuat pada tahun 1985. Algoritma ElGamal digunakan untuk melakukan enkripsi dan tanda tangan digital. Keamanan dari algoritma ElGamal terletak pada sulitnya perhitungan algoritma terpisah pada  $GF(p)$  ketika  $p$  merupakan bilangan prima yang besar. Algoritma yang terpisah diperlukan dan dianjurkan untuk diimplementasikan pada sistem kripto ElGamal (Dony Ariyus, 2008).

Besaran-besaran yang digunakan pada algoritma ElGamal adalah:

1.  $p$  = bilangan prima (tidak rahasia)
2.  $(p, \alpha, \beta)$  = kunci publik
3.  $\gamma, \delta$  = cipherteks
4.  $a$  = kunci rahasia
5.  $m$  = plainteks
6.  $k$  = bilangan acak rahasia
7.  $\alpha$  = elemen primitif

### Proses Pembangkitan Kunci Algoritma ElGamal.

Proses pertama adalah pembentukan kunci yang terdiri dari kunci rahasia dan kunci publik. Pada proses ini dibutuhkan sebuah bilangan prima  $p$ , elemen primitif  $\alpha \in \mathbb{Z}_p$  dan sebarang  $a \in \{0, 1, \dots, p-2\}$ . Kunci publik algoritma ElGamal berupa pasangan 3 bilangan, yaitu  $(p, \alpha, \beta)$ , dengan  $\beta = \alpha^a \bmod p$ . Sedangkan kunci rahasianya adalah bilangan  $a$  tersebut.

### Proses Enkripsi Algoritma ElGamal

Pada proses ini pesan dienkripsi menggunakan kunci publik  $(p, \alpha, \beta)$  dan sebarang bilangan acak rahasia  $k \in \{0, 1, \dots, p-2\}$ . Misalkan  $m$  adalah pesan yang akan dikirim. Selanjutnya,  $m$  diubah ke dalam blok-blok karakter dan setiap karakter dikonversikan ke dalam kode ASCII, sehingga diperoleh plainteks  $m_1, m_2, \dots, m_n$  dengan  $m_i \in \{1, 2, \dots, p-1\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Untuk nilai ASCII bilangan 0 digunakan untuk menandai akhir dari suatu teks. Proses enkripsi pada algoritma ElGamal dilakukan dengan menghitung

$$\gamma = \alpha^k \bmod p$$

$$\delta = \beta^k \cdot m \bmod p$$

dengan rahasia  $k \in \{0, 1, \dots, p-2\}$  acak. Diperoleh cipherteks  $(\gamma, \delta)$ .

### Proses Dekripsi Algoritma ElGamal

Setelah menerima cipherteks  $(\gamma, \delta)$ , proses selanjutnya adalah mendekripsi cipherteks menggunakan kunci publik  $p$  dan kunci rahasia  $a$ . Dapat ditunjukkan bahwa plainteks  $m$  dapat diperoleh dari cipherteks menggunakan kunci rahasia  $a$ . Diberikan  $(p, \alpha, \beta)$  sebagai kunci publik dan  $a$  sebagai kunci rahasia pada algoritma ElGamal. Jika diberikan cipherteks  $(\gamma, \delta)$ , maka

$$m = \delta \cdot (\gamma^a)^{-1} \bmod p \quad (1)$$

dengan  $m$  adalah plainteks.

### Keamanan Sistem Kriptografi ElGamal.

Secara matematika keamanan sistem kriptografi ElGamal bersandar pada kesulitan persoalan logaritmik diskrit. Beberapa algoritma untuk memecahkan persoalan logaritmik diskrit tersedia seperti algoritma shanks dan algoritma lainnya. Keamanan dari algoritma ElGamal bergantung pada properti dari group besaran-besaran yang digunakan serta skema *padding* yang digunakan untuk mengenkripsi pesan. keamanan sistem kriptografi ElGamal sangat bergantung dengan karakteristik grup perkalian yang dipakai. (Rifki sadikin, 2012).

### Kompresi Data

Kompresi data di dalam konteks ilmu komputer adalah merupakan ilmu atau seni dalam merepresentasikan informasi yang terdapat pada data ke dalam suatu bentuk yang lebih padat (kecil) (Pu,

2006). Perkembangan komputer dan multimedia mengakibatkan kompresi data menjadi hal yang sangat penting dan berguna dalam teknologi pada saat sekarang ini. Solomon (2010) mengemukakan definisi kompresi data adalah proses yang mengkonversi sebuah masukan berupa aliran data (*the source* atau data asli mentah) menjadi suatu aliran data lain (*the Output*, aliran bit, atau aliran sudah dikompres) yang memiliki ukuran lebih kecil. Aliran data (*stream*) dapat berupa sebuah *file* atau *buffer* pada memori. Data dalam konteks kompresi data melingkupi segala bentuk digital dari informasi, yang dapat diproses oleh sebuah program komputer. Bentuk dari informasi tersebut secara luas dapat diklasifikasikan sebagai teks, suara, gambar dan video.

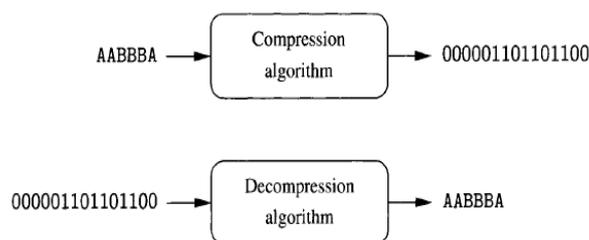
Terdapat banyak perangkat lunak kompresi data yang sering digunakan oleh banyak orang, seperti winzip, winrar, 7zip dan lain-lain untuk memperkecil ukuran data sebelum mereka menyimpan dan mengirimkan data tersebut ke sebuah media penyimpanan. Hal itu dilakukan untuk mempermudah dalam mengatur *file* dan memperkecil penggunaan media penyimpanan. Selain itu juga membantu dalam mempercepat proses pengiriman *file* dari satu media ke media lain dimana pada saat sekarang ini telah dikembangkan *cloud computing* yaitu sebuah media penyimpanan yang terdapat pada media *online* yang dapat diakses dimana saja dengan memerlukan koneksi internet. Dengan adanya kompresi data maka data yang telah dikompresi akan memperkecil kuota atau *bandwith* dalam pengiriman data melalui internet.

**Teknik Kompresi Data**

Berdasarkan kemungkinan data yang telah dikompresi dapat dikembalikan ke data sebelum dikompresi atau data aslinya, teknik kompresi data dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu kompresi data *lossless* dan kompresi data *Lossy* (Pu, 2006).

**Kompresi Data Lossless**

Kompresi data *lossless* adalah teknik kompresi data dimana data yang telah dikompresi dapat dikembalikan ke data aslinya dengan tidak mengurangi informasi yang ada pada data tersebut. Dalam teknik kompresi ini, pada saat proses kompresi dihasilkan sebuah data yang berbeda dengan data aslinya. Karena setiap bit-bit yang terdapat pada data di-*encode* sehingga dihasilkan bit-bit yang baru yang lebih pendek. Data tersebut dikembalikan ke data aslinya (data sebelum dikompresi) pada saat proses dekompresi. Teknik kompresi *lossless* digunakan pada data yang tergolong penting sehingga tidak boleh ada banyak atau sebagian informasi yang hilang. Seperti misalnya pada *file* teks, jika terdapat sedikit saja perubahan pada data itu maka akan sangat mudah kelihatan. Contoh algoritma *lossless* pada kompresi data adalah *Arithmetic Coding*, *Huffman Coding*, dan lain- lain. Teknik kompresi *lossless* dapat diGambarkan seperti pada Gambar 1.

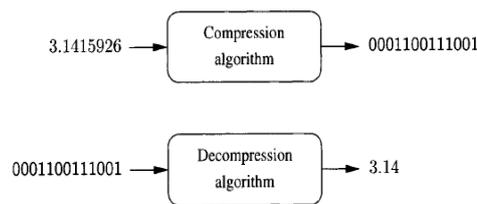


Gambar 1 Kompresi *Lossless*

Sumber : Pu, 2006, *Fundamental Data Compression* Jordan Hill, Oxford.

**Kompresi Data Lossy**

Kompresi data *Lossy* adalah teknik kompresi data dimana data mengalami sedikit atau banyak kehilangan pada saat proses kompresi. Data setelah dikompresi persis sama seperti data aslinya hanya saja ada perubahan kerapatan ataupun resolusi pada data tersebut. Sangat kecil kemungkinan dan bahkan tidak akan pernah bisa data yang telah dikompresi dengan teknik kompresi *Lossy* dapat dikembalikan seperti data sebelum dikompresi atau data aslinya. Perubahan yang terjadi pada data pada saat proses kompresi tidaklah terlalu kelihatan. Teknik kompresi ini biasanya digunakan pada data berupa gambar, suara dan video. Karena pada data tersebutlah kehilangan akan informasi yang detail itu mungkin tidak dapat dirasakan oleh sistem kerja indera penglihatan dan pendengaran manusia. Contoh algoritma kompresi *Lossy* adalah *Fractal Compression*, *Wavelet Compression*, *Wyner-Ziv Coding* (WZC), dan lain-lain. Teknik kompresi *Lossy* dapat digambarkan seperti pada Gambar 2



Gambar 2 Kompresi *Lossy*

Sumber : Pu, 2006, Fundamental Data Compression Jordan Hill, Oxford.

**Algoritma Elias Gamma Code**

*Elias Gamma Code* merupakan salah satu contoh *universal code* yang dipelopori oleh Peter Elias, yang mana hanya dapat mengkodekan bilangan bulat positif. *Elias Gamma Code* kebanyakan digunakan ketika pengkodean *integer* yang mempunyai *upper-bound* tidak dapat diperiksa sebelumnya. Adapun aturan untuk mengkodekan sebuah bilangan dengan menggunakan *Elias Gamma Code* adalah sebagai berikut:

1. Tulis bilangan tersebut dalam bentuk biner.
2. Kurangi 1 dari jumlah *bit* yang ditulis pada langkah pertama dan tambahkan sesuai dengan banyaknya bilangan nol. Proses yang ekuivalen untuk menyatakan proses yang pada point nomor dua adalah sebagai berikut:
  - a. Pisahkan integer menjadi pangkat 2 tertinggi ( $2^N$ ) yang dapat dan ditampungnya sisakan digit biner N dari integer tersebut.
  - b. Kodekan N dalam bentuk *unary*, jika N adalah nol maka diikuti oleh satu.
  - c. Tambahkan sisa digit biner N untuk merepresentasikan N

Sedangkan aturan untuk melakukan proses *decode* suatu integer dengan menggunakan *Elias Gamma Code* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Lakukan pembacaan kode sampai angka 1 ditemukan. Nyatakan jumlah angka 0 dengan N.
- b. Lakukan pembacaan N berikutnya sebagai integer dari L. Hitung  $n = 2N + L$

Tabel *Elias Gamma Code* yang menunjukkan 18 kode Gamma dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.  
Tabel 1 Kode Elias Gamma

|                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| $1 = 2^0 + 1 = 1$       | $10 = 2^3 + 2 = 0001010$   |
| $2 = 2^1 + 1 = 010$     | $11 = 2^3 + 3 = 0001011$   |
| $3 = 2^1 + 1 = 011$     | $12 = 2^3 + 4 = 0001100$   |
| $4 = 2^2 + 0 = 00100$   | $13 = 2^3 + 5 = 0001101$   |
| $5 = 2^2 + 1 = 00101$   | $14 = 2^3 + 6 = 0001110$   |
| $6 = 2^2 + 3 = 00110$   | $15 = 2^3 + 7 = 0001111$   |
| $7 = 2^2 + 3 = 00111$   | $16 = 2^4 + 0 = 000010000$ |
| $8 = 2^3 + 0 = 0001000$ | $17 = 2^4 + 1 = 000010001$ |
| $9 = 2^3 + 1 = 0001001$ | $18 = 2^4 + 2 = 000010010$ |

Pengkodean dengan *Elias Gamma Code* tidak melakukan pengkodean pada bilangan bulat nol ataupun negatif. Salah satu cara untuk menangani nol adalah menambahkan 1 sebelum pengkodean dan kemudian mengurangi dengan 1 setelah dilakukan proses *decoding*. Salah satu cara yang lain adalah dengan memberi *prefix* pada semua kode bukan nol dengan 1 dan kemudian kode nol sebagai suatu 0 tunggal. Salah satu cara untuk mengkodekan semua integer adalah membentuk suatu bijeksi, yaitu pemetaan bilangan bulat (0, 1, -1, 2, -2, 3, -3, ...) hingga (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ...) sebelum pengkodean dimulai. *Elias Gamma Code* sangat cocok digunakan untuk mengkodekan bilangan bulat positif bahkan dalam kasus-kasus dimana bilangan bulat positif terbesar tidak diketahui sebelumnya. Selain itu, kode ini tumbuh perlahan-lahan sehingga merupakan kandidat yang baik untuk mengkompresi data integer dimana bilangan bulat kecil sering muncul dan bilangan bulat besar jarang muncul. Sebagai contoh dari pada algoritma *Elias Gamma Code* dapat dilihat di bawah: *String* = "AD I MEMBACA BU KU D I TAMA N" *CHAR SET* =  $\Sigma = \{A, D, I, M, E, B, C, S, P, U, K, T, N\}$

Tabel 2. Pemetaan Data Teks Dengan Kode Elia Gamma

| No | Char | Freq | Kode Gamma | Bit | Freq x Bit |
|----|------|------|------------|-----|------------|
| 1  | A    | 5    | 1          | 1   | 5          |
| 2  | SP   | 4    | 010        | 3   | 12         |
| 3  | M    | 3    | 011        | 3   | 9          |
| 4  | D    | 2    | 00100      | 5   | 10         |
| 5  | I    | 2    | 00101      | 5   | 10         |
| 6  | B    | 2    | 00110      | 5   | 10         |
| 7  | U    | 2    | 00111      | 5   | 10         |
| 8  | E    | 1    | 0001000    | 7   | 7          |
| 9  | C    | 1    | 0001001    | 7   | 7          |
| 10 | K    | 1    | 0001010    | 7   | 7          |
| 11 | T    | 1    | 0001011    | 7   | 7          |
| 12 | N    | 1    | 0001100    | 7   | 7          |
|    |      | 25   |            |     | 101        |

Input stream = 25 x 8 = 200

Output Stream = 101

Rasio Kompresi = 101/200 x 100% = 50.5%

Space Saving = 100% - 50.5% = 49.5%

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum proses perancangan dimulai, maka diperlukan beberapa analisis terhadap sistem, metode ataupun teknik yang digunakan dalam tahap perancangan. Analisa dapat member uraian secara utuh tentang masalah yang sedang di analisa dengan melakukan identifikasi dan evaluasi terutama hambatan yang terjadi serta kebutuhan dalam member solusi penyelesaian masalah yang sedang dibahas. Algoritma dalam aplikasi pembelajaran ini di jelaskan dalam beberapa tahap yaitu pesan, pembentukan kunci, enkripsi dan dekripsi. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan oleh penulis dalam melakukan analisa terhadap struktur dapat diuraikan seperti berikut:

#### Pesan

Dimana didalam algoritma elgamal pesan yang akan di enkripsikan adalah berupa teks digital. Dan yang digunakan adalah file-file dalam format office. Berikut ini pesan teks yang akan di enkripsikan yaitu "Temuiaku di kampus jam 7 pagi".

#### Pembentukan Kunci Algoritma Elgamal

Besaran-besaran yang digunakan pada algoritma ElGamal adalah:

1.  $p$  = bilangan prima (tidak rahasia)
2.  $(p, \alpha, \beta)$  = kunci publik
3.  $\gamma$ , = chiperteks
4.  $a$  = kunci rahasia
5.  $m$  = plainteks
6.  $k$  = bilangan acak rahasia
7.  $\alpha$  = elemen primitif

Selanjutnya adalah pembentukan kunci yang terdiri dari kunci rahasia dan kunci publik. Pada proses ini dibutuhkan sebuah bilangan prima  $p$ , elemen primitif  $\alpha \in \mathbb{Z}_p$  dan sebarang  $a \in \{0, 1, \dots, p-2\}$ . Kunci public algoritma Elgamal berupa pasangan 3 bilangan, yaitu  $(p, \alpha, \beta)$ , dengan

$$\beta = \alpha^a \text{ mod } p$$

Sedangkan kunci rahasianya adalah bilangan  $a$  tersebut.

Pihak yang membuat kunci public dan kunci rahasia adalah penerima, sedangkan pihak pengirim hanya mengetahui kunci publik yang diberikan oleh penerima, dan kunci public tersebut digunakan untuk mengenkripsi teks. Berikut ini diberikan sebuah contoh kasus penggunaan algoritma Elgamal untuk pengamanan suatu teks. Dari keterangan di atas dapat di jelaskan dalam proses pembangkitan kunci dibawah ini:

Pada suatu saat Andi dan Budi saling berkomunikasi. Andi akan mengirimkan pesan rahasia kepada Budi. Budi harus membuat kunci public dan kunci rahasia.

Dipilih bilangan prima  $p = 2579$  dan elemen primitif  $\alpha = 2$  Selanjutnya dipilih

$a = 765$  dan dihitung

$$\beta = 2^{765} \text{ mod } 2579 = 949.$$

Diperoleh kunci public  $(p, \alpha, \beta) = (2579, 2, 949)$  dan kunci rahasia  $a = 765$ . Budi

Memberikan kunci publik  $(2579, 2, 949)$  kepada Andi. Kunci rahasia tetap dipegang oleh Budi dan tidak boleh ada yang mengetahui selain dirinya sendiri.

### Enkripsi Algoritma ElGamal

Pada proses ini teks dienkripsi menggunakan kunci public  $(p, \alpha, \beta)$  dan sebarang bilangan acak rahasia  $k \in \{0, 1, \dots, p - 2\}$ . Misalkan  $m$  adalah teks yang akan dikirim. Selanjutnya,  $m$  diubah kedalam blok-blok karakter dan setiap karakter dikonversikan kedalam kode ASCII, sehingga diperoleh plainteks  $m_1, m_2, \dots, m_n$  dengan  $m_i \in \{1, 2, \dots, p - 1\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Untuk nilai ASCII bilangan 0 digunakan untuk menandai akhir dari suatu teks.

Proses enkripsi pada algoritma ElGamal dilakukan dengan menghitung

$$\gamma = \alpha^k \text{ mod } p$$

Dan

$$\delta = \beta^k \cdot m \text{ mod } p$$

Dengan  $k \in \{0, 1, \dots, p - 2\}$  acak. Diperoleh cipher teks  $(\gamma, \delta)$ .

Bilangan acak  $k$  ditentukan oleh pihak pengirim dan harus dirahasiakan, jadi hanya pengirim saja yang mengetahuinya, tetapi nilai  $k$  hanya digunakan saat melakukan enkripsi saja dan tidak perlu disimpan.

### Proses enkripsi

Dari proses pembangkitan kunci diatas Andi memperoleh kunci public  $(p, \alpha, \beta) = (2579, 2, 949)$ . Pada suatu hari, Andi akan mengirimkan teks rahasia "Temuiaku di kampus jam 7 pagi" kepada Budi. Oleh karena sifat pesan yang rahasia, maka teks tersebut harus dienkripsi, dan Andi akan mengenkripsi menggunakan kunci publik  $(2579, 2, 949)$  yang telah diberikan Budi. Selanjutnya, Andi melakukan proses berikut. Pertama, teks dipotong-potong menjadi blok-blok karakter dan setiap karakter dikonversi kedalam kode ASCII. Perhatikan tabel di bawah ini.

Tabel 3 Konversi karakter pesan kekode ASCII

| $I$ | Karakter | Plainteks $m_i$ | ASCII |
|-----|----------|-----------------|-------|
| 1   | T        | $m_1$           | 84    |
| 2   | E        | $m_2$           | 101   |
| 3   | M        | $m_3$           | 109   |
| 4   | U        | $m_4$           | 117   |
| 5   | I        | $m_5$           | 105   |
| 6   | Spasi    | $m_6$           | 32    |
| 7   | A        | $m_7$           | 97    |
| 8   | K        | $m_8$           | 107   |
| 9   | U        | $m_9$           | 117   |
| 10  | Spasi    | $m_{10}$        | 32    |
| 11  | D        | $m_{11}$        | 100   |
| 12  | I        | $m_{12}$        | 105   |
| 13  | Spasi    | $m_{13}$        | 32    |
| 14  | K        | $m_{14}$        | 107   |
| 15  | A        | $m_{15}$        | 97    |
| 16  | M        | $m_{16}$        | 109   |
| 17  | P        | $m_{17}$        | 112   |
| 18  | U        | $m_{18}$        | 117   |
| 19  | S        | $m_{19}$        | 115   |
| 20  | Spasi    | $m_{20}$        | 32    |
| 21  | J        | $m_{21}$        | 106   |
| 22  | A        | $m_{22}$        | 97    |
| 23  | M        | $m_{23}$        | 109   |
| 24  | Spasi    | $m_{24}$        | 32    |
| 25  | 7        | $m_{25}$        | 55    |
| 26  | Spasi    | $m_{26}$        | 32    |
| 27  | P        | $m_{27}$        | 112   |

|    |   |          |     |
|----|---|----------|-----|
| 28 | A | $m_{28}$ | 97  |
| 29 | G | $m_{29}$ | 103 |
| 30 | I | $m_{30}$ | 105 |

Berdasarkan Tabel 3 , diperoleh bahwa banyaknya karakter pada pesan tersebut Adalah  $n = 30$ . Proses selanjutnya adalah menentukan bilangan acak rahasia  $k_i \in \{0,1,\dots,2577\}$  ,  $i = 1, 2,\dots,30$  Kemudian dihitung  $y_i = 2^{k_i} \text{ mod } 2579$  dan  $\delta_i = 949^{k_i} \cdot m_i \text{ mod } 2579$   $i = 1, 2,\dots,30$  . Perhatikan tabel di bawah ini.

Tabel 4 Proses enkripsi

| $I$ | $m_i$ | $k_i$ | $y_i = 2^{k_i} \text{ mod } 2579$ | $\delta_i = 949^{k_i} \cdot m_i \text{ mod } 2579$ |
|-----|-------|-------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1   | 84    | 1414  | 716                               | 814                                                |
| 2   | 101   | 1527  | 711                               | 344                                                |
| 3   | 109   | 1843  | 1512                              | 1252                                               |
| 4   | 117   | 2175  | 559                               | 2337                                               |
| 5   | 105   | 1553  | 929                               | 1032                                               |
| 6   | 32    | 2210  | 838                               | 1014                                               |
| 7   | 97    | 1404  | 313                               | 1998                                               |
| 8   | 107   | 2183  | 1259                              | 257                                                |
| 9   | 117   | 1091  | 195                               | 1173                                               |
| 10  | 32    | 1606  | 2183                              | 275                                                |
| 11  | 100   | 1664  | 363                               | 960                                                |
| 12  | 105   | 990   | 875                               | 1089                                               |
| 13  | 32    | 1127  | 2264                              | 1150                                               |
| 14  | 107   | 766   | 1898                              | 342                                                |
| 15  | 97    | 2298  | 520                               | 1516                                               |
| 16  | 109   | 146   | 22                                | 359                                                |
| 17  | 112   | 2483  | 1742                              | 830                                                |
| 18  | 117   | 702   | 1052                              | 1302                                               |
| 19  | 115   | 988   | 2153                              | 2087                                               |
| 20  | 32    | 1230  | 235                               | 965                                                |
| 21  | 106   | 2040  | 2099                              | 143                                                |
| 22  | 97    | 2092  | 974                               | 1480                                               |
| 23  | 109   | 1362  | 2528                              | 55                                                 |
| 24  | 32    | 1236  | 2145                              | 2305                                               |
| 25  | 55    | 1463  | 2435                              | 2113                                               |
| 26  | 32    | 1012  | 998                               | 1790                                               |
| 27  | 112   | 2385  | 1497                              | 1207                                               |
| 28  | 97    | 2154  | 329                               | 1233                                               |
| 29  | 103   | 183   | 1516                              | 960                                                |
| 30  | 105   | 869   | 2473                              | 2104                                               |

Berdasarkan Tabel 3.2 diperoleh cipherteks  $(y_i, \delta_i)$   $i = 1, 2,\dots,30$  sebagai berikut.

(716, 814) (711, 344) (1512, 1252) (559, 2337) (929, 1032)  
 (838, 1014) (313, 1998) (1259, 257) (195, 1173) (2183, 275)  
 (363, 960) (875, 1089) (2264, 1150) (1898, 342) (520, 1516)  
 (22, 359) (1742, 830) (1052, 1302) (2153, 2087) (235, 965)  
 (2099, 143) (974, 1480) (2528, 55) (2145, 2305) (2435, 2113)  
 (998, 1790) (1497, 1207) (329, 1233) (1516, 960) (2473, 2104)

Selanjutnya, Andi mengirimkan cipherteks ini kepada Budi.

Salah satu kelebihan algoritma Elgamal adalah bahwa suatu plainteks yang sama akan dienkripsi menjadi cipherteks yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan pemilihan bilangan  $k$  yang acak. Akan tetapi, walaupun cipherteks yang diperoleh berbeda-beda, tetapi pada proses dekripsi akan diperoleh plainteks yang sama, seperti dijelaskan berikut ini.

**Dekripsi Algoritma Elgamal**

Setelah menerima cipherteks  $(y, \delta)$  , proses selanjutnya adalah mendekripsi cipherteks menggunakan kunci public  $p$  dan kunci rahasia  $a$ . Dapat ditunjukkan bahwa plainteks  $m$  dapat diperoleh dari cipherteks menggunakan kunci rahasia  $a$ .

Diberikan  $(p, \alpha, \beta)$  sebagai kunci public dan  $a$  sebagai kunci rahasia pada algoritma ElGamal. Jika diberikan cipherteks  $(y, \delta)$

$makam = \delta \cdot (y^a)^{-1} \text{ mod } p$   
dengan  $m$  adalah plainteks.

Dan  $(y^a)^{-1} = y^{-a} = y^{p-1-a} \text{ mod } p$ .

**Proses Dekripsi**

Berdasarkan proses enkripsi diatas Andi telah mengirimkan cipherteks kepada Budi. Cipherteks yang diperoleh Budi adalah sebagai berikut.

(716, 814) (711, 344) (1512, 1252) (559, 2337) (929, 1032)  
 (838, 1014) (313, 1998) (1259, 257) (195, 1173) (2183, 275)  
 (363, 960) (875, 1089) (2264, 1150) (1898, 342) (520, 1516)  
 (22, 359) (1742, 830) (1052, 1302) (2153, 2087) (235, 965)  
 (2099, 143) (974, 1480) (2528, 55) (2145, 2305) (2435, 2113)  
 (998, 1790) (1497, 1207) (329, 1233) (1516, 960) (2473, 2104)

Budi mempunyai kunci public  $p = 2579$  dan kunci rahasia  $a = 765$ .

Hitung  $y_i^{p-1-a} \text{ mod } p = y_i (2579-1-765) = 1813$

Budi mendapatkan teks asli yang dikirimkan Andi dengan melakukan perhitungan sebagai berikut.

Tabel 5 Proses Dekripsi

| $y_i$ | $\delta_i$ | $y_i^{1813} \text{ mod } 2579$ | $m_i = \delta_i \cdot y_i^{1813} \text{ mod } 2579$ | Karakter $m_i$ |
|-------|------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|
| 716   | 814        | 1090                           | 84                                                  | T              |
| 711   | 344        | 2047                           | 101                                                 | E              |
| 1512  | 1252       | 2301                           | 109                                                 | M              |
| 559   | 2337       | 202                            | 117                                                 | U              |
| 929   | 1032       | 1552                           | 105                                                 | I              |
| 838   | 1014       | 936                            | 32                                                  | Spasi          |
| 313   | 1998       | 133                            | 97                                                  | A              |
| 1259  | 257        | 1887                           | 107                                                 | K              |
| 195   | 1173       | 1128                           | 117                                                 | U              |
| 2183  | 275        | 394                            | 32                                                  | Spasi          |
| 363   | 960        | 2203                           | 100                                                 | D              |
| 875   | 1089       | 1826                           | 105                                                 | I              |
| 2264  | 1150       | 767                            | 32                                                  | Spasi          |
| 1898  | 342        | 219                            | 107                                                 | K              |
| 520   | 1516       | 1771                           | 97                                                  | A              |
| 22    | 359        | 1825                           | 109                                                 | M              |
| 1742  | 830        | 286                            | 112                                                 | P              |
| 1052  | 1302       | 422                            | 117                                                 | U              |
| 2153  | 2087       | 655                            | 115                                                 | S              |
| 235   | 965        | 1502                           | 32                                                  | Spasi          |
| 2099  | 143        | 650                            | 106                                                 | J              |
| 974   | 1480       | 1598                           | 97                                                  | A              |
| 2528  | 55         | 424                            | 109                                                 | M              |
| 2145  | 2305       | 847                            | 32                                                  | Spasi          |
| 2435  | 2113       | 1389                           | 55                                                  | 7              |
| 998   | 1790       | 925                            | 32                                                  | Spasi          |
| 1497  | 1207       | 1421                           | 112                                                 | P              |
| 329   | 1233       | 2098                           | 97                                                  | A              |
| 1516  | 960        | 438                            | 103                                                 | G              |
| 2473  | 2104       | 1330                           | 105                                                 | I              |

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 3.3 Andi mengetahui pesan rahasia yang Dikirimkan oleh Budi, yaitu "Temuiaku di kampus jam 7 pagi".

**Proses Kompresi Elias Gamma Code**

Untuk proses kompresi menggunakan *Elias Gamma Code* kita merujuk pada table *Elias Gamma Code*. Dimana *Elias Gamma* ini hanya cocok diterapkan untuk bilangan decimal 1 hingga 15 karena pengkodean kelima belas bilangan ini hanya memerlukan jumlah bit 1 hingga 7 bit sehingga efisiensi penyimpanan di dapat.

Contoh:

Terdapat file teks yang berisikan string "WIN". Untuk ukuran String dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6 String yang sudah Sikompresi Dengan Elias Gamma Code

| Char | Ascii Code | Ascii Code (Binary) | Bit | Frek | Bit x Frek |
|------|------------|---------------------|-----|------|------------|
|------|------------|---------------------|-----|------|------------|

|       |    |          |   |   |   |
|-------|----|----------|---|---|---|
| W     | 87 | 01010111 | 1 | 1 | 1 |
| I     | 73 | 01001001 | 3 | 1 | 3 |
| N     | 78 | 01001110 | 3 | 1 | 3 |
| Total |    |          |   |   | 7 |

Proses kompresi untuk Elias Gamma Code dapat dilihat pada table Tabel 7 String yang sudah dikompres dengan Elias Gamma Code

| Char  | Elias Gamma Code | Bit | Frek | Bit x Frek |
|-------|------------------|-----|------|------------|
| W     | 1                | 1   | 1    | 1          |
| I     | 001              | 3   | 1    | 3          |
| N     | 011              | 3   | 1    | 3          |
| Total |                  |     |      | 7          |

Pada proses dekompresinya, sebelum ditulis sebuah *file* hasil kompresi dilakukan penambahan bit-bit *padding* dan *flagging* diakhir *String* bit. Bit-bit itu dihasilkan dari panjang *String* bit itu sendiri apakah habis dibagi delapan dan berapa sisanya jika dibagi delapan. Karena jumlah *String* bit 7 tidak habis dibagi delapan. Maka dapat dibuat *padding* “0” dan *flaggingnya* adalah “0000001” menjadi “100101100000001”. Sehingga total bit seluruhnya setelah penambahan *padding* dan *flagging* adalah 16 bit. Komputer akan mencari bit hasil kompresi kedalam kamus untuk dibentuk *string*.

**KESIMPULAN**

Keamanan data teks dengan algoritma elgammal dan aplikasi yang dirancang dalam penelitian telah mampu melakukan proses penyandian *file* teks dengan Algoritma ElGamal dan kompresi *file* teks dengan Algoritma *Elias Gamma Code*, kompresi data teks yang sudah di enkripsi menjadi cipher teks memiliki karakter yang lebih banyak atau panjang dibandingkan dengan *file* teks sebelum dilakukan proses enkripsi pada Algoritma Elias Gamma Code dan *File* hasil dekripsi sama persis, seperti *file* awal sebelum dilakukan proses enkripsi.

**DAFTAR PUSTAKA**

Andri, Y,2009 *Implementasi Algoritma Kriptografi DES, RSA dan Algoritma Kompresi LZW pada berkas digital*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.

Kurniawan, Y ,2004. *Kriptografi Keamanan Internet dan Jaringan Komunikasi*. Bandung: Informatika

Rahmat, B, 2010 *Tekhnik informasi dan tehnik interupsi*. Badung: informatika.

Widyartono, A. 2011. Algoritma Elgamal Untuk Enkripsi DataMenggunakan Algoritma Elgamal.Jurnal Teknologi Dan Informatika (Teknomatika)1(1): 29-35.

Kusrini, M.Kom, 2007.*Pemrograman pemasangan dan dokumentasi* Bandung

Doni Arius.2008.Pengantar kriptografi Teori,Analisis dan implementasi.penerbit Andi

Rifki Sadikin, 2012,*Keamanan sistem kriptografi elgamal*. Yogyakarta,

Salamon,2010.Perkembangan komputer dan Multimedia kompresi data. Yokyakara.

PU(Pandi Urub),2006 Kompresi data dan Ilmu komputer. Bandung.

Erna Utami,2005.konsep dasar pengolahan dan pemrograman database.

Pudjo widodo, 2011.Diagram UML (*Unified modeling Language*)10.

## **PENAJAMAN SISI CITRA 3 DIMENSI MENGGUNAKAN METODE *FOURIER PHASE ONLY SYNTHETIS***

**Gilang Okto Bayu**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Dalam melakukan proses metode *Fourier Phase Only Synthetis* pada dua citra, pengamat harus mendapat kesan seolah-olah melihat citra tersebut benar-benar mengalami perubahan bentuk ke bentuk perantara sebelum berubah menjadi citra tujuan. Perubahan tersebut harus terjadi secara beraturan dan konsisten untuk mencapai citra tujuan. Sistem penajaman ini merupakan salah satu sistem yang bertujuan untuk proses perubahan bentuk ini banyak di gunakan pada aplikasi dibidang hiburan, animasi komputer, visualisasi ilmiah dan pendidikan. Sistem penajaman pada sisi citra 3 dimensi bertujuan untuk mengidentifikasi pola gambar. Kualitas citra yang baik jika memiliki kontras yang baik dan dapat menggambarkan struktur *ridges* dan *valleys* yang jelas. Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya bahwa penelitian tersebut dilakukan perbaikan dengan *Fourier Phase Only Synthetis* dimana algoritma digunakan secara bersamaan memperkirakan semua sifat-sifat intrinsik dari. Kualitas penajaman citra berhubungan dengan kejelasan *ridge structure* pada sisi citra. Citra yang baik akan memiliki kontras yang baik dan akan dengan baik menggambarkan *ridges* dan *valleys*, jika citra sidik jari memiliki kualitas yang kurang baik maka akan memiliki kontras yang kurang sehingga akan kurang jelas menggambarkan batasan-batasan *ridges* (bukit).

**Kata Kunci :** *Penajaman, Citra, Fourier Phase Only Synthetis*

### **PENDAHULUAN**

Citra merupakan sebuah proses pengolahan dan analisis yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra dimana secara umum sebagai pemrosesan citra dengan komputer dan pengolahan citra digital juga mencakup seluruh data. Meskipun sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra yang kita miliki terjadi penurunan intensitas mutu dan sulit di representasikan sehingga informasi yang ada menjadi berkurang. Agar citra yang mengalami gangguan mudah di representasikan maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra yang lain yang kualitasnya lebih baik.

Penajaman citra berhubungan dengan kejelasan *ridge structure* pada sisi citra. Citra yang baik akan memiliki kontras yang baik dan akan dengan baik menggambarkan *ridges* dan *valleys*, jika suatu citra memiliki kualitas yang kurang baik maka akan memiliki kontras yang kurang sehingga akan kurang jelas menggambarkan batasan-batasan *ridges* (bukit). Dengan melakukan perbaikan kualitas citra yang buruk dapat di lihat dari garis-garis yang akan membentuk objek citra dan akan diperjelas kembali pada bagian-bagian tersebut dengan tujuan agar objek sisi dari sebuah citra dapat disederhanakan bentuknya dari bentuk sebelumnya dengan melihat *ridge structure* pada sisi citra.

Dengan berkembangnya pengolahan citra (*Image processing*), manusia berlomba-lomba untuk menghasilkan sebuah gambar yang menarik dari gambar-gambar sederhana yang ada. Selain itu, pengolahan citra menjadi kebutuhan oleh banyak orang terutama dibidang seni atau pembuatan film sebagai *special effectt* pada citra 3D dengan melakukan proses *morphing (field morphing)* penambahan *grey level* pada suatu citra, dimana suatu objek akan di ubah perlahan-lahan menjadi objek tujuan.

Pada dasarnya perubahan citra 3D menggunakan Metode *Fourier Phase Only Synthetis* dilakukan dengan membuat gambar-gambar *frame* di antara gambar asal dan gambar tujuan dan menghasilkan gambar yang lebih bagus. Dalam melakukan proses metode *Fourier Phase Only Synthetis* citra harus mendapat kesan seolah-olah melihat citra tersebut benar-benar mengalami perubahan bentuk ke bentuk perantara sebelum berubah menjadi citra tujuan. Perubahan tersebut harus terjadi secara beraturan dan konsisten untuk mencapai citra tujuan. *Fourier Phase Only Synthetis* akan menggunakan parameter utama *Ridge Orientation Image* dimana menghasilkan perbaikan sisi citra dengan baik dan meningkatkan kualitas dari ekstraksi citra 3 dimensi dengan menentukan nilai konstanta untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

Pada penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui proses penajaman sisi citra 3 dimensi dengan menggunakan metode *Fourier Phase Only Synthetis*, untuk menerapkan metode *Fourier Phase Only Synthetis* dalam penajaman sisi citra 3 dimensi dan Untuk merancang suatu aplikasi penajaman sisi citra 3 dimensi dengan menggunakan metode *Fourier Phase Only Synthetis*.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu \*.bmp dan \*.jpeg sebagai *format file* citra, Bahasa pemrograman *visual studio* 2008 sebagai tools perancangan aplikasi.

## Metode

### **Fourier Phase Only Synthetis**

Secara mendasar, pada saat perubahan bentuk terjadi, titik kontrol diletakkan di antara dua objek pada lokasi yang saling berkolerasi. Algoritma perubahan bentuk kemudian menghitung “objek perantara”, yang bila diamati secara berurutan, akan berubah dari citra awal menjadi citra akhir.

Sejarah *Phase Only Synthetis* dimulai berbagai pemrosesan citra dan metode grafik komputer. Awalnya awalnya dikembangkan oleh NASPA pada pertengahan tahun 1960. Pada saat itu, suatu objek dilakukan untuk mengobservasi bumi dari luar angkasa yang menghasilkan transformasi geometris pertama pada citra digital.

Metode *Phase Only Synthetis* adalah metode yang digunakan untuk mengubah suatu objek ke objek lainnya. Terdapat dua proses yang umumnya terjadi dalam metode *morphing (field morphing)*, yaitu *deformasi* dan *cross dissolve*. Pada proses *deformasi*, gambar asal akan diubah bentuknya sehingga menjadi memiliki bentuk yang sama. Selanjutnya dilakukan proses *cross dissolve* yang berfungsi untuk menggabungkan warna antara gambar asal dan tujuan.

Sebagai contoh jika hendak dilakukan perubahan bentuk (*morphing*), antara trapesium dan persegi panjang. Mula-mula dilakukan proses *deformation* untuk mencari bentuk tengah antara persegi panjang ke trapesium. Setelah kedua bentuk ini didapat, dilakukan proses *cross dissolve* untuk menggabungkan warna pada bentuk tersebut. Kesimpulannya adalah bahwa proses deformasi digunakan untuk menyamakan bentuk dari kedua benda sedangkan proses *cross dissolve* digunakan untuk menggabungkan tekstur dari kedua gambar dan tujuan citra 3D.

Proses *Phase Only Synthetis* untuk menghasilkan animasi yang menunjukkan perubahan secara perlahan-lahan dari objek satu ke objek lain harus menghasilkan serangkaian *frame*. Untuk itu harus dikontrol kontribusi dari gambar asal dan gambar tujuan dalam menghasilkan gambar akhir.

Metode *Phase Only Synthetis* dengan komputer sebenarnya sama dengan teknik tradisional (dengan cara menggambar). Bedanya gambar yang dihasilkan oleh grafik yang digambar tidak *realistic*, sedangkan gambar yang dihasilkan oleh *computer* jauh lebih baik *realistic* sehingga memberi kesan bahwa gambar tersebut lebih nyata. Disamping itu, *computer* menghasilkan gambar lebih jauh lebih cepat di dibandingkan dengan grafik yang digambar.

Beberapa produk yang menawarkan aplikasi *Phase Only Synthetis* adalah Black Belt Easy Morph dan Win Images, Human Software Squizz, Valis Group Flo', Metaflo', dan Movie Flo'.

Seperti yang telah diuraikan bahwa *Phase Only Synthetis* adalah metode penggambaran oleh komputer, maka implementasinya menggunakan fasilitas komputer grafik. Sebuah citra yang akan di *Phase Only Synthetis* diubah terlebih dahulu kedalam sebuah struktur data. Gunanya adalah untuk menyimpan informasi berupa ukuran panjang dan lebar citra dan untuk menyimpan data gambar berupa warna titik - titik yang disusun dalam *array* 1 dimensi dengan urutan mulai dari kiri atas ke kanan bawah dengan urutan penyimpanan warna RGB (Red, Green, Blue).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan hasil penelitian yang didapat adanya pembuatan *image processing* atau animasi yang masih secara manual. Berdasarkan hal tersebut maka dibangun aplikasi *image fourier* untuk membantu membuat suatu *image* citra 3D .

Sehingga dalam Pengubahan Citra 3D ini, menggunakan Metode Fourier (*Field Fourier* ). Metode ini merupakan metode Pengubahan citra awal menjadi suatu citra tujuan, Ada objek yaitu citra masukan dan citra hasil, tujuannya adalah untuk mengubah citra 3D atau objek citra didalam basis data menggunakan warna RGB dari Objek wajah tersebut.

Analisa sistem merupakan kegiatan mempelajari interaksi sistem yang terdiri atas pelaku proses dalam sistem prosedur dan data serta apa saja yang dibutuhkan dalam pembuatan aplikasi ini. Tujuan analisis sistem adalah mendapatkan suatu hasil analisis yang sesuai dengan tingkat kebutuhan *user* dan sistem baik dari segi masukan yang dibutuhkan dan keluaran sistem yang diinginkan. Dan sistem ini dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman *visual studio* 2008. Hasil analisis ini nantinya akan menjadi masukan bagi proses perancangan. Mekanisme global dalam sistem ini adalah:

1. *Input* citra sumber
2. Proses pengubahan
3. *Output*

## Proses Pengelolaan Data Citra

Citra direpresentasikan dalam bentuk matrik memiliki dimensi yang besar dengan baris dan kolom menunjukkan sebuah titik pada citra serta kesesuaian nilai elemen matrik mengidentifikasi *level* pada titik tersebut. Pengubahan Citra 3D didasari pada pengenalan warna dengan menggunakan salah satu operator klasik yaitu mask *laplace*.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa citra wajah untuk pengujian, dimana citra yang digunakan merupakan citra grayscale dengan *image size* 256 x 256 pixel, selanjutnya citra tersebut akan mengalami proses untuk mendapatkan kemiripan yang merupakan citra hasil (Citra *Output*). Adapun *flow process* diagram pengolahan data citra yang akan digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 *Flow Process* Pengolahan Citra *Fourier*

**Citra Masukan (Input)**

Citra masukan (*input*) merupakan citra yang memiliki intensitas warna berkisar antara 0 sebagai nilai minimum sampai 255 yang merupakan nilai maksimum. Citra input yang memiliki ukuran 5x5 *pixel* kemudian dikonversi ke dalam bentuk matriks 5x5 = 25, untuk masing-masing citra. Untuk mendapatkan nilai *grey level* merupakan hasil penjumlahan nilai R+G+B dari masing-masing pixel dibagi 3. Rumus yang digunakan adalah :

$$Greylevel = \frac{R + G + B}{3}$$



Gambar 2 Citra berukuran 5 x 5 pixel  
Berikut ini nilai RGB dari masing-masing *pixel* citra pada gambar 2 diatas  
Tabel 1 Nilai RGB

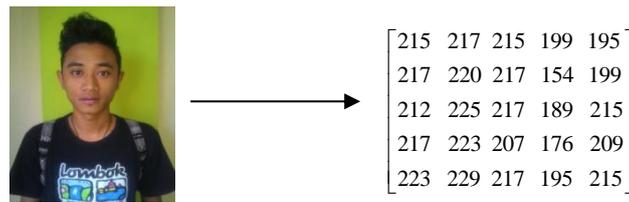
| Pixel | R   | G   | B   |
|-------|-----|-----|-----|
| 0     | 222 | 220 | 204 |
| 1     | 220 | 220 | 212 |
| 2     | 237 | 207 | 192 |
| 3     | 220 | 220 | 212 |
| 4     | 220 | 228 | 220 |
| 5     | 220 | 220 | 212 |
| 6     | 220 | 228 | 220 |
| 7     | 228 | 228 | 218 |
| 8     | 220 | 228 | 220 |
| 9     | 228 | 230 | 228 |

Berdasarkan nilai RGB pada tabel diatas maka dihitung nilai warna *greylevel*-nya, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2 Nilai *Greylevel*

| Pixel | R   | G   | B   | Greylevel |
|-------|-----|-----|-----|-----------|
| 0     | 222 | 220 | 204 | 215       |
| 1     | 220 | 220 | 212 | 217       |
| 2     | 237 | 207 | 192 | 212       |
| 3     | 220 | 220 | 212 | 217       |
| 4     | 220 | 228 | 220 | 223       |
| 5     | 220 | 220 | 212 | 217       |
| 6     | 220 | 228 | 220 | 220       |
| 7     | 228 | 228 | 218 | 225       |
| 8     | 220 | 228 | 220 | 223       |
| 9     | 228 | 230 | 228 | 229       |

Nilai *greylevel* pada Tabel 2 dikonversi ke dalam bentuk matrik sebagai berikut:



Gambar 3 Matrik Citra *Input*

**Proses Penajaman Dengan Grey Level Transformation (Matriks)**

Proses pengubahan citra 3D merupakan suatu pemrosesan terhadap citra untuk menemukan batas tingkat grayscale dari pixel-pixel pada suatu citra. Ada banyak pendekatan yang dilakukan terhadap permasalahan. Pada penelitian ini, pendekatan dilakukan terhadap permasalahan deteksi dengan GreyLevel Transformation.

**Proses Perhitungan Dengan Grey Level**

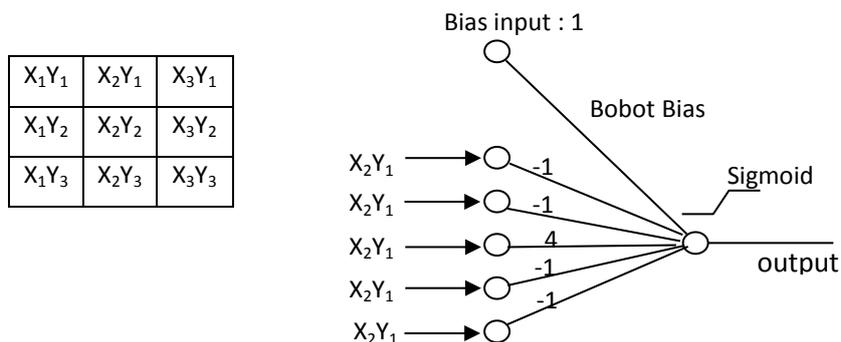
Adapun Langkah-langkahPengubahan Citra 3D adalah sebagai berikut:

1. Lakukan konvolusi terhadap citra dengan menggunakan *operator Laplace*.

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} 215 & 217 & 215 & 199 & 195 \\ 217 & 220 & 217 & 154 & 199 \\ 212 & 225 & 217 & 189 & 215 \\ 217 & 223 & 207 & 176 & 209 \\ 223 & 229 & 217 & 195 & 215 \end{bmatrix} \quad g(x, y) = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

*Mask Laplace*

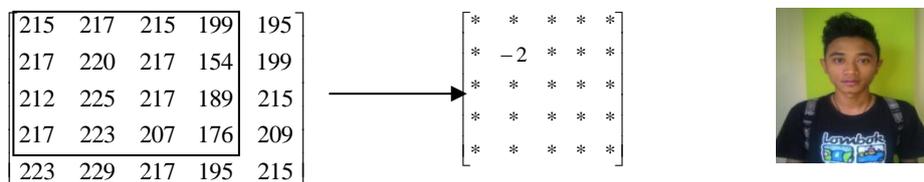
Langkah-langkah konvolusi digambarkan sebagai berikut:



Dengan fungsi *Sigmoid*

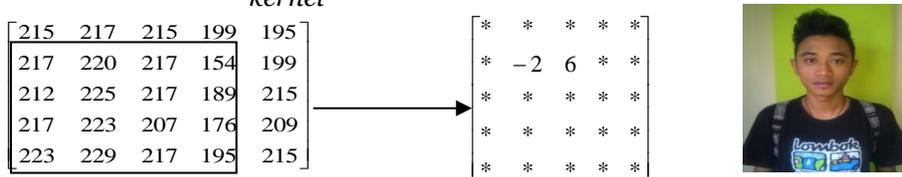
$$f(x) = \frac{1}{(1 + e^{-x})}$$

**Langkah I** : Tempatkan *kernel* pada sudut kiri atas, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Proses perkalian konvolusi = -2; nilai ini dihitung dengan cara berikut :  
(0x215) + (-1x217) + (0x215) + (-1x217) + (4x220) + (-1x217) + (0x212) + (-1x225) + (0x217) = -2

**Langkah II** : Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Proses perkalian konvolusi = 6 ; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

$$(0x217) + (-1x215) + (0x199) + (-1x220) + (4x217) + (1x154) + (0x225) + (-1x217) + (0x189) = 6$$

**Langkah III** : Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 215 | 217 | 215 | 199 | 195 |
| 217 | 220 | 217 | 154 | 199 |
| 212 | 225 | 217 | 189 | 215 |
| 217 | 223 | 207 | 176 | 209 |
| 223 | 229 | 217 | 195 | 215 |

→

|   |    |   |    |   |
|---|----|---|----|---|
| * | *  | * | *  | * |
| * | -2 | 6 | 10 | * |
| * | *  | * | *  | * |
| * | *  | * | *  | * |
| * | *  | * | *  | * |



Proses perkalian konvolusi = 10 ; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

$$(0x215) + (-1x199) + (0x195) + (-1x217) + (4x154) + (-1x199) + (0x217) + (-1x189) + (0x215) = 10$$

**Langkah IV** : Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 215 | 217 | 215 | 199 | 195 |
| 217 | 220 | 217 | 154 | 199 |
| 212 | 225 | 217 | 189 | 215 |
| 217 | 223 | 207 | 176 | 209 |
| 223 | 229 | 217 | 195 | 215 |

→

|   |    |   |    |   |
|---|----|---|----|---|
| * | *  | * | *  | * |
| * | -2 | 6 | 10 | * |
| * | *  | * | *  | * |
| * | *  | * | *  | * |
| * | *  | * | *  | * |



Konvolusi diabaikan karena *pixel-pixel* pada sudut kiri menggantung, maka *pixel-pixel* sudut kiri nilainya tetap sama seperti citra asal

**Langkah V** : Selanjutnya geser *kernel* satu *pixel* ke bawah, lalu mulai lagi melakukan konvolusi dari sisi kiri citra. Kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 215 | 217 | 215 | 199 | 195 |
| 217 | 220 | 217 | 154 | 199 |
| 212 | 225 | 217 | 189 | 215 |
| 217 | 223 | 207 | 176 | 209 |
| 223 | 229 | 217 | 195 | 215 |

→

|   |     |   |    |   |
|---|-----|---|----|---|
| * | *   | * | *  | * |
| * | -2  | 6 | 10 | * |
| * | -10 | * | *  | * |
| * | *   | * | *  | * |
| * | *   | * | *  | * |



Proses perkalian konvolusi = -10 ; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

$$(0x217) + (-1x220) + (0x217) + (-1x212) + (4x225) + (-1x217) + (0x217) + (-1x223) + (0x207) = -10$$

**Langkah VI** : Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 215 | 217 | 215 | 199 | 195 |
| 217 | 220 | 217 | 154 | 199 |
| 212 | 225 | 217 | 189 | 215 |
| 217 | 223 | 207 | 176 | 209 |
| 223 | 229 | 217 | 195 | 215 |

→

|   |     |    |    |   |
|---|-----|----|----|---|
| * | *   | *  | *  | * |
| * | -2  | 6  | 10 | * |
| * | -10 | 16 | *  | * |
| * | *   | *  | *  | * |
| * | *   | *  | *  | * |



Proses perkalian konvolusi = 16 ; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

$$(0x220) + (-1x217) + (0x154) + (-1x225) + (4x217) + (-1x189) + (0x223) + (-1x207) + (0x176) = 16$$

**Langkah VII** : Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 215 | 217 | 215 | 199 | 195 |
| 217 | 220 | 217 | 154 | 199 |
| 212 | 225 | 217 | 189 | 215 |
| 217 | 223 | 207 | 176 | 209 |
| 223 | 229 | 217 | 195 | 215 |

→

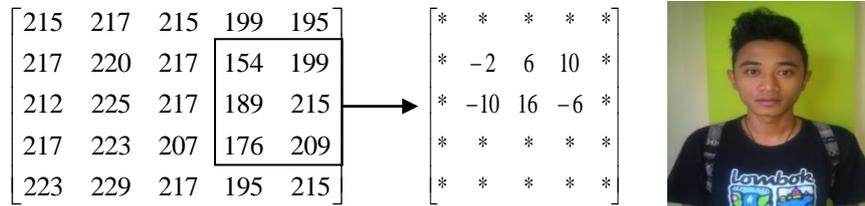
|   |     |    |    |   |
|---|-----|----|----|---|
| * | *   | *  | *  | * |
| * | -2  | 6  | 10 | * |
| * | -10 | 16 | -6 | * |
| * | *   | *  | *  | * |
| * | *   | *  | *  | * |



Proses perkalian konvolusi = -6 ; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

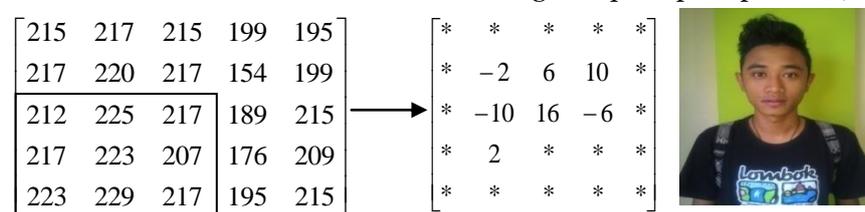
$$(0 \times 217) + (-1 \times 154) + (0 \times 199) + (-1 \times 217) + (4 \times 189) + (-1 \times 215) + (0 \times 207) + (-1 \times 176) + (0 \times 209) = -6$$

**Langkah VIII** : Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Konvolusi diabaikan karena *pixel-pixel* pada sudut kiri menggantung, maka *pixel-pixel* pinggir kiri nilainya tetap sama seperti citra asal

**Langkah IX** : Selanjutnya geser *kernel* satu *pixel* ke bawah, lalu mulai lagi melakukan konvolusi dari sisi kiri citra. Kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*

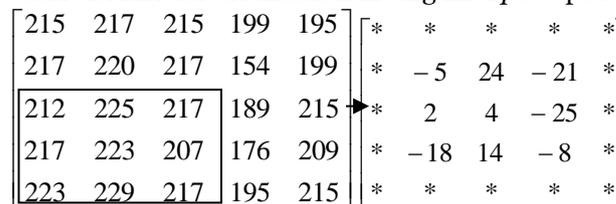


Proses perkalian konvolusi = 2 ; nilai ini dihitung dengan cara berikut :

$$(0 \times 212) + (-1 \times 225) + (0 \times 217) + (-1 \times 217) + (4 \times 223) + (-1 \times 207) + (0 \times 223) + (-1 \times 229) + (0 \times 217) = 2$$

Sehingga menjadi citra atau objek tujuan.

**Langkah X** : Selanjutnya geser *kernel* satu *pixel* ke bawah, lalu mulai lagi melakukan konvolusi dari sisi kiri citra. Kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*



Konvolusi diabaikan karena *pixel-pixel* pada sudut bawah menggantung, maka *pixel-pixel* sudut bawah, nilainya tetap sama seperti citra asal dan menjadi suatu citra tujuan.

**KESIMPULAN**

Dengan sistem yang dirancang pada aplikasi Dalam melakukan proses penajaman pada gambar dan menjadi tujuan untuk penggunaan sisi objek yang diproses menggunakan metode *Fourier Phase Only Synthetis* dan hasil penentuan sebuah gambar diproses lagi kedalam sebuah citra gambar dengan metode *Fourier Phase Only Synthetis*, sehingga tingkat proses penajaman pada sisi gambar tersebut menjadi lebih baik.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ryanto,S,2000 Rekayasa Perangkat Lunak .Penerbit Andi  
 Sutoyoso, 2009 , Komponen Komponen Pada Citra, Penerbit Bandung.  
[http://www, home.unpar.ac.id](http://www.home.unpar.ac.id), 13, 07, 2016  
 Munir, 2002. Pengenalan Citra Digital, Penerbit Bandung.  
 Darma Putra 2010, Pengolahan Citra, Penerbit Andi Yogyakarta.  
 Jogiyanto H. M, 2005, Analisis dan Desain, Penerbit Andi, Yogyakarta.

# PERANCANGAN APLIKASI TEKNIK WATERMARKING PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE DISCRETE WAVELET TRANSFORM DAN SINGULAR VALUE DECOMPOSITION

Ifan Maulana Lubis

STMIK Budidarma Medan  
Email : iqbalpj87@gmail.com

**Abstrak,** Kemajuan teknologi komputer yang sangat bermanfaat pada kehidupan manusia sekarang adalah kecepatan dalam menyampaikan informasi dari tempat yang jauh yaitu melalui Internet. Dalam pengiriman informasi tersebut terdapat masalah yang mengganggu keamanan yang dilakukan oleh pihak – pihak yang tidak bertanggung jawab yaitu dengan mengubah bahkan mengganti informasi dalam citra digital yang disampaikan. Salah satu metode yang dikembangkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah digital watermarking. Watermarking merupakan suatu bentuk dari Steganography yaitu teknik untuk menyembunyikan suatu informasi pada suatu media tanpa perubahan yang berarti pada media tersebut. Watermarking pada citra dilakukan sedemikian rupa sehingga informasi yang disisipkan tidak merusak citra yang dilindungi. Dalam perancangan aplikasi teknik watermarking ini menggunakan 2 metode . Metode pertama Discrete Wavelet Transform (DWT) dimana sebelum dilakukan proses watermarking, data gambar digital akan diproses melalui analisis yang dilakukan melalui sinyal bergerak untuk mendapatkan beberapa informasi.

**Kata Kunci :** Citra Digital , Watermarking, Metode DWT dan SVD

## PENDAHULUAN

Teknik *watermarking* ini akan menjaga keamanan citra digital dengan cara menyisipkan suatu *watermark* kedalam citra digital yang akan dijaga. Dengan penyisipan *watermark* ini, jika ada perubahan atau kerusakan pada citra digital atau jika ada klaim kepemilikan dari pihak-pihak yang tidak berhak maka akan dapat diketahui. Cara yang dilakukan adalah dengan memeriksa *watermark* yang disisipkan. Ketika akan dilakukan pemeriksaan, *watermark* akan di ekstraksi dari citra digital yang disisipkan, kemudian pemeriksaan dilakukan sesuai dengan kebutuhan. Namun penyisipan *watermark* kedalam citra digital ini akan memberikan efek pada citra digital yang disisipkan, yaitu citra digital yang sudah disisipkan *watermark* menjadi tidak sama dengan citra digital asli meskipun perubahan tersebut sering kali tidak dapat dilihat dengan kasat mata.

Watermarking citra digital harus memenuhi persyaratan *robustness*, *imperceptibility*, dan *security* dari citra asli. *Robustness* berarti ketahanan *watermark* terhadap upaya untuk menghilangkan *watermark*, dan ketahanan *watermark* terhadap operasi citra atau *attack*. *Imperceptibility* penyisipan *watermark* tidak menimbulkan kecurigaan terhadap pengamatan indera penglihatan manusia. *Security*: Penyisipan *watermark* sebaiknya tidak dapat dideteksi dengan analisis statistik atau metode lainnya. Watermarking pada citra terbagi menjadi dua *domain* berbeda, yaitu *domain spasial* dan *domain transformasi*. Namun terdapat beberapa kekurangan pada *watermark* yang dilakukan dalam *domain spasial*. Untuk mengantisipasi kekurangan tersebut, maka *watermarking* dapat dilakukan dengan cara lain, yaitu *domain transformasi*. Pada domain ini, penyisipan *watermark* dilakukan pada koefisien transformasi pada citra. Penggunaan domain transformasi ini memberikan nilai *robust* lebih dari pada domain spasial. Beberapa metode yang dapat dilakukan pada domain transformasi adalah *Discrete Wavelet Transform (DWT)*, *Discrete Fourier Transform (DFT)*, *Discrete Cosine Transform (DCT)*, dan *Singular Value Decomposition (SVD)*.

Untuk saat ini telah banyak digunakan metode DWT (*Discrete Wavelet Transform*) dimana sebelum dilakukan proses *watermarking*, data gambar digital akan diproses melalui analisis yang dilakukan melalui sinyal bergerak untuk mendapatkan beberapa informasi. Metode ini lebih baik dalam mencapai *robust watermarking* dan *imperceptibility* yang mengarah pada kualitas hasil citra yang baik, sedangkan metode SVD (*Singular Value Decomposition*) dimana teknik dengan menggunakan *Singular Value Decomposition (SVD)* umumnya penyisipan dilakukan pada nilai-nilai singular berdasarkan pertimbangan bahwa nilai singular tidak akan mengalami perubahan signifikan jika terjadi sedikit gangguan pada citra.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan *watermarking* pada citra digital dengan menerapkan metode *Discrete Wavelet Transform*, melakukan *watermarking* pada citra digital dengan menerapkan metode *Singular Value Decomposition*. Dan Membangun aplikasi teknik watermarking pada citra digital.

**BAHAN DAN METODE****Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu Format .JPG sebagai format citra yang dianalisis, Bahasa pemrograman yang digunakan sebagai perancangan system yaitu *Microsoft Visual Studio.Net 2008*.

**Metode****Watermarking**

Digital *watermarking* adalah teknik untuk menyisipkan informasi tertentu kedalam data digital yang disebut *watermark*. *Watermark* dapat berupa teks seperti informasi *copyright*, gambar berupa logo, data audio, atau rangkaian bit yang tidak makna. Penyisipan *watermark* dilakukan sedemikian rupa sehingga *watermark* sama sekali tidak akan merusak data digital yang dilindungi. Selain itu *watermark* yang telah disisipkan tidak akan dapat dipersepsi oleh indra manusia, namun ia dapat dideteksi oleh komputer dengan menggunakan kunci yang benar. *Watermark* yang telah disisipkan tidak dapat dihapus dari dalam data digital, sehingga bila data digital ber-*watermark* disebar dan digandakan, maka otomatis *watermark* yang ada di dalamnya ikut terbawa. *Watermark* di dalam data digital dapat dideteksi atau diekstraksi kembali. *Watermarking* berguna untuk membuktikan kepemilikan, *copyright protection*, otentikasi, *fingerprinting*, *tamper proofing*, *distribution tracing*, dan sebagainya (Arzico Pebtian, 2014: 3).

**Discrete Wavelet Transform**

*Discrete Wavelet Transform* (DWT) merupakan salah satu kakas yang banyak digunakan dalam teknik *blind watermarking* dan *escrow watermarking* dengan domain *transform*. *Watermarking* yang berbasis *wavelet* adalah pendekatan yang populer karena kekutannya melawan *malicious attack*. DWT membagi sebuah dimensi sinyal menjadi dua bagian, biasanya bagian dengan frekuensi tinggi dan frekuensi rendah, yang disebut dengan dekomposisi. (Joko Kurniawan, 2014:2)  
Proses dekomposisi ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y_{\text{tinggi}}[k] = \sum_n x[n]h[2k - n] \quad (1)$$

$$y_{\text{rendah}}[k] = \sum_n x[n]g[2k - n] \quad (2)$$

Dimana  $y_{\text{tinggi}}[k]$  dan  $y_{\text{rendah}}[k]$  adalah hasil dari *highpass filter* dan *lowpass filter*,  $x[n]$  merupakan sinyal asal,  $h[n]$  adalah *highpass filter*, dan  $g[n]$  adalah *lowpass filter*. Sebuah sinyal dilewatkan melalui *highpass filter* untuk menganalisis frekuensi tinggi, dan dilewatkan melalui *lowpass filter* untuk menganalisis frekuensi rendah. Keluaran dari *highpass filter* dan *lowpass filter* ini menghasilkan koefisien DWT, dengan menggunakan koefisien ini citra asli dapat direkonstruksi. Proses rekonstruksi ini disebut *Inverse Discrete Wavelet Transform* (IDWT).

Secara umum penyisipan *watermark* ke dalam citra dilakukan dengan cara membandingkan koefisien DWT dari dekomposisi citra, dimana koefisien yang memiliki nilai terbesar adalah tempat yang paling signifikan untuk menyisipkan *watermark*. Secara umum penyisipan *watermark* dilakukan dengan cara memodifikasi koefisien pada rentang frekuensi LL, LH, HL, atau HH yang merupakan rentang frekuensi hasil dekomposisi citra menggunakan *wavelet*. Data *watermark* ini dapat dianggap sebagai rangkaian bilangan  $w$  dengan panjang  $L$ , yang disisipkan pada koefisien rentang frekuensi yang dipilih  $f$ . Algoritma umum penyisipan *watermark* pada koefisien rentang frekuensi adalah:

$$f' = f + w(k)K(k), k = 1, \dots, L \quad (3)$$

Dimana  $f'$  merupakan kekuatan penyisipan yang mengontrol tingkat kekuatan penyisipan *watermark* dan  $f$  adalah koefisien sinyal asal yang telah dimodifikasi. Penyisipan *watermark* pada citra digital menggunakan DWT ini dilakukan pada koefisien rentang frekuensi (koefisien DWT) sebelum direkonstruksi menggunakan IDWT untuk menjadi citra ber-*watermark*. Kunci  $K$ , berguna dalam proses penyisipan *watermark* sebagai informasi tambahan untuk citra yang disisipi *watermark*. Pemasukan kunci yang salah saat menjalankan proses ekstraksi *watermark* menyebabkan *watermark* hasil ekstraksi tidak sesuai dengan *watermark* yang disisipkan saat proses penyisipan *watermark* (Joko Kurniawan, 2014:2).

**Singular Value Decomposition**

*Singular Value Decomposition* (SVD) adalah salah satu teknik dalam analisis numerik yang digunakan untuk "mendiagonalkan" matriks. Dalam sudut pandang pengolahan citra, *singular value* dari suatu citra memiliki stabilitas yang baik, dimana ketika ada sedikit gangguan diberikan pada citra tersebut, *singular value* tidak berubah secara signifikan. Keuntungan lain adalah ukuran matriks dari

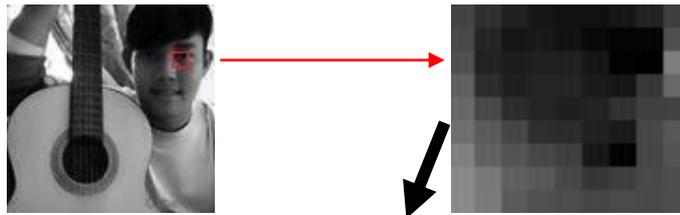
transformasi metode SVD tidak tetap dan dapat berupa persegi atau lingkaran. Kemudian *singularvalue* mengandung informasi properti persamaan linear citra. (Arzico Pebtian, 2014: 4)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dimana sebelum dilakukan proses *watermarking*, data gambar digital akan diproses melalui analisis yang dilakukan melalui sinyal bergerak untuk mendapatkan beberapa informasi.

Berikut ini telah disiapkan citra asli (original) dalam bentuk *grayscale* dengan dimensi 208 x 156 dan telah diambil sebagian menjadi 9 x 9 dengan format JPG. Berikut tampilan yang dijadikan sampel pengujian dan koding matlab untuk memunculkan *pixelnya*. Lihat pada gambar 3.1 berikut :

```
c=imread('mata.jpg')
ascii=uint8(c)
```



208 x 156

9 x 9

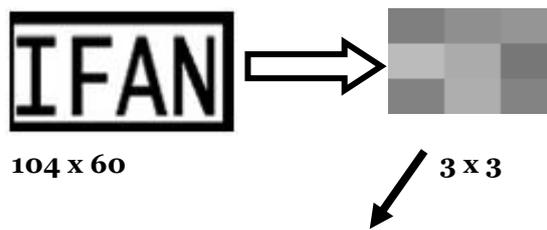
c(:, :, 1) =

|     |     |    |    |    |    |    |    |     |
|-----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 67  | 46  | 33 | 23 | 17 | 18 | 23 | 34 | 62  |
| 69  | 39  | 26 | 22 | 17 | 11 | 8  | 21 | 79  |
| 82  | 35  | 25 | 35 | 34 | 16 | 7  | 32 | 125 |
| 96  | 44  | 30 | 38 | 39 | 27 | 24 | 54 | 104 |
| 105 | 69  | 48 | 33 | 30 | 38 | 46 | 66 | 66  |
| 114 | 89  | 68 | 49 | 41 | 47 | 57 | 70 | 87  |
| 125 | 102 | 83 | 74 | 61 | 51 | 58 | 71 | 84  |
| 139 | 118 | 97 | 87 | 71 | 57 | 63 | 73 | 77  |
| 138 | 122 | 90 | 80 | 77 | 70 | 74 | 72 | 78  |

Gambar 1 Citra Asli Grayscale 208 x 156 Menjadi Citra 9 x 9

Pemilihan citra *watermark* resolusinya harus lebih kecil dibandingkan dengan citra asli. Berikut ini telah disiapkan citra *watermark* (logo) dalam bentuk *grayscale* dengan dimensi 104 x 60 dan telah ditransformasikan menjadi 3 x 3 dengan format JPG. Berikut tampilan yang dijadikan sampel pengujian dan koding matlab untuk memunculkan *pixelnya*. Lihat pada gambar 3.2 berikut :

```
c=imread('lg.jpg')
ascii=uint8(c)
```



104 x 60

3 x 3

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 150 | 156 | 154 |
| 186 | 172 | 132 |
| 159 | 164 | 145 |

Gambar 2 Citra Logo Grayscale 104 x 60 di Transformasi Menjadi Citra 3 x 3

Nilai *pixel* citra asli dibentuk dari nilai *grayscale*, kemudian dikonversi ke *bit* (*binary digit*). Setelah mendapatkan nilai *bit* input 9x9, seterusnya mengambil nilai *grayscale* pada citra logo *watermarking* yang nantinya akan disisipkan ke dalam citra input karena hanya dengan biner citra tersebut dapat diterapkan penanaman.

Tabel 1 Hasil Konversi Nilai Pixel Citra Asli Ke Biner

|         |        |        |        |        |       |       |        |         |
|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|---------|
| 1000011 | 101110 | 100001 | 10111  | 10001  | 10010 | 10111 | 100010 | 111110  |
| 1000101 | 100111 | 11010  | 10110  | 10001  | 1011  | 1000  | 10101  | 1001111 |
| 1010010 | 100011 | 11001  | 100011 | 100010 | 10000 | 111   | 100000 | 1111101 |

|          |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1100000  | 101100  | 11110   | 100110  | 100111  | 11011   | 11000   | 110110  | 1101000 |
| 1101001  | 1000101 | 110000  | 100001  | 11110   | 100110  | 101110  | 1000010 | 1000010 |
| 1110010  | 1011001 | 1000100 | 110001  | 101001  | 101111  | 111001  | 1000110 | 1010111 |
| 1111101  | 1100110 | 1010011 | 1001010 | 111101  | 110011  | 111010  | 1000111 | 1010100 |
| 10001011 | 1110110 | 1100001 | 1010111 | 1000111 | 111001  | 111111  | 1001001 | 1001101 |
| 10001010 | 1110000 | 1011010 | 1010000 | 1001101 | 1000110 | 1001010 | 1001000 | 1001110 |

Berikut hasil konversi nilai pixel citra logo 3 x 3 ke *binary digit* pada tabel 3.2 berikut:

Tabel 2 Hasil Konversi Nilai Pixel Citra Logo ke Biner

|                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>10010110</b> | <b>10011100</b> | <b>10011010</b> |
| <b>10111010</b> | <b>10101100</b> | <b>10000100</b> |
| <b>10011111</b> | <b>10100100</b> | <b>10010001</b> |

Setelah mendapatkan nilai biner dari masing-masing citra kemudian dilakukan perhitungan dengan algoritma DWT, yakni penjumlahan nilai *array* pada masing-masing nilai *grayscale* dan merupakan proses penyelesaian algoritma DWT sebagai berikut:

1. Ambil nilai biner citra *grayscale* pada citra asli dan citra logo yang ingin di *watermark* seperti tahap yang telah diuraikan.
2. Tambahkan masing-masing nilai *array* citra asli dengan citra watermark.  
Bila dijumlahkan maka citra harus bersifat sama dalam arti memiliki kolom dan baris yang sama sehingga membuat penjumlahan 3 x 27 *array*, 27 di dapat dari 81 nilai *array* dibagi 3 pada citra asli.

Tabel 3 Penjumlahan 3x3 Citra Input (Original) dan Citra Watermark

|         |        |        |   |          |          |          |
|---------|--------|--------|---|----------|----------|----------|
| 1000011 | 101110 | 100001 | + | 10010110 | 10011100 | 10011010 |
| 1000101 | 100111 | 11010  |   | 10111010 | 10101100 | 10000100 |
| 1010010 | 100011 | 11001  |   | 10011111 | 10100100 | 10010001 |

=

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 11011001 | 11001010 | 10111011 |
| 11111111 | 11010011 | 10011110 |
| 11110001 | 11000111 | 10101010 |

|        |        |       |   |          |          |          |
|--------|--------|-------|---|----------|----------|----------|
| 10111  | 10001  | 10010 | + | 10010110 | 10011100 | 10011010 |
| 10110  | 10001  | 1011  |   | 10111010 | 10101100 | 10000100 |
| 100011 | 100010 | 10000 |   | 10011111 | 10100100 | 10010001 |

=

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 10101101 | 10101101 | 10101100 |
| 11010000 | 10111101 | 10001111 |
| 11000010 | 11000110 | 10100001 |

|       |        |         |   |          |          |          |
|-------|--------|---------|---|----------|----------|----------|
| 10111 | 100010 | 111110  | + | 10010110 | 10011100 | 10011010 |
| 1000  | 10101  | 1001111 |   | 10111010 | 10101100 | 10000100 |
| 111   | 100000 | 1111101 |   | 10011111 | 10100100 | 10010001 |

=

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 10101101 | 10111110 | 11011000 |
| 11000010 | 11000001 | 11010011 |
| 10100110 | 11000100 | 10011110 |

|         |         |         |   |          |          |          |
|---------|---------|---------|---|----------|----------|----------|
| 1100000 | 101100  | 11110   | + | 10010110 | 10011100 | 10011010 |
| 1101001 | 1000101 | 110000  |   | 10111010 | 10101100 | 10000100 |
| 1110010 | 1011001 | 1000100 |   | 10011111 | 10100100 | 10010001 |

=

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 11110110 | 11001000 | 10111000 |
| 1100011  | 11110001 | 10110100 |
| 1010001  | 11111101 | 11010101 |

|        |        |        |   |          |          |          |
|--------|--------|--------|---|----------|----------|----------|
| 100110 | 100111 | 11011  | + | 10010110 | 10011100 | 10011010 |
| 100001 | 11110  | 100110 |   | 10111010 | 10101100 | 10000100 |
| 110001 | 101001 | 101111 |   | 10011111 | 10100100 | 10010001 |

=

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 10111100 | 11000011 | 10110101 |
| 11011011 | 11001010 | 10101010 |
| 11010000 | 11001101 | 11000000 |

|        |         |         |   |          |          |          |
|--------|---------|---------|---|----------|----------|----------|
| 11000  | 110110  | 1101000 | + | 10010110 | 10011100 | 10011010 |
| 101110 | 1000010 | 1000010 |   | 10111010 | 10101100 | 10000100 |
| 111001 | 1000110 | 1010111 |   | 10011111 | 10100100 | 10010001 |

=

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 10101110 | 11010010 | 1000010  |
| 11101000 | 11101110 | 11000110 |
| 11011000 | 11101010 | 11101000 |

|          |         |         |   |          |          |          |
|----------|---------|---------|---|----------|----------|----------|
| 1111101  | 1100110 | 1010011 | + | 10010110 | 10011100 | 10011010 |
| 10001011 | 1110110 | 1100001 |   | 10111010 | 10101100 | 10000100 |
| 10001010 | 1110000 | 1011010 |   | 10011111 | 10100100 | 10010001 |

=

|         |         |          |
|---------|---------|----------|
| 1010011 | 1000010 | 11101101 |
| 1000101 | 1100010 | 11100101 |
| 1101001 | 1010100 | 11101011 |

|         |         |         |   |          |          |          |
|---------|---------|---------|---|----------|----------|----------|
| 1001010 | 111101  | 110011  | + | 10010110 | 10011100 | 10011010 |
| 1010111 | 1000111 | 111001  |   | 10111010 | 10101100 | 10000100 |
| 1010000 | 1001101 | 1000110 |   | 10011111 | 10100100 | 10010001 |

=

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 11100000 | 11011001 | 11001101 |
| 1010001  | 11110011 | 10111101 |
| 11101111 | 11110001 | 11010111 |

|         |         |         |   |          |          |          |
|---------|---------|---------|---|----------|----------|----------|
| 111010  | 1000111 | 1010100 | + | 10010110 | 10011100 | 10011010 |
| 111111  | 1001001 | 1001101 |   | 10111010 | 10101100 | 10000100 |
| 1001010 | 1001000 | 1001110 |   | 10011111 | 10100100 | 10010001 |

=

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 11010000 | 11100011 | 11101110 |
| 11111001 | 11110101 | 11010001 |
| 11101001 | 11101100 | 11011111 |

Setelah penambahan biner selesai kemudian selesai sudah proses *watermaking* dengan DWT secara perhitungan sederhana tampilan dibuat kolom agar mudah diterapkan dan sederhana dapat dilihat.

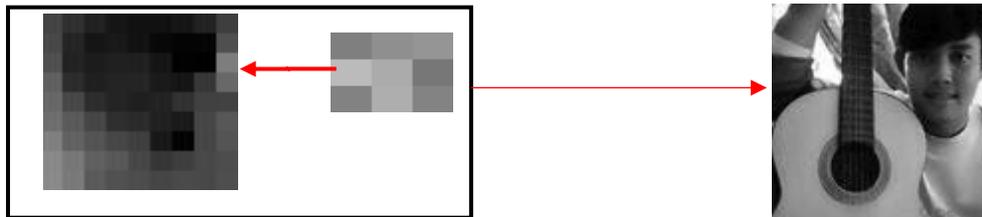
3. Melihat nilai hasil pada citra *watermarking* pada tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4 Nilai Hasil *Watermarking* Dengan Metode DWT

|          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 11011001 | 11001010 | 10111011 | 10101101 | 10101101 | 10101100 | 10101101 | 10111110 | 11011000 |
| 11111111 | 11010011 | 10011110 | 11010000 | 10111101 | 10001111 | 11000010 | 11000001 | 11010011 |
| 11110001 | 11000111 | 10101010 | 11000010 | 11000110 | 10100001 | 10100110 | 11000100 | 10011110 |
| 11110110 | 11001000 | 10111000 | 10111100 | 11000011 | 10110101 | 10101110 | 11010010 | 10000101 |
| 1100011  | 11110001 | 10110100 | 11011011 | 11001010 | 10101010 | 11101000 | 11101110 | 11000110 |
| 1010001  | 11111101 | 11010101 | 11010000 | 11001101 | 11000000 | 11011000 | 11101010 | 11101000 |

|         |         |          |          |          |          |          |          |          |
|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1010011 | 1000010 | 11101101 | 11100000 | 11011001 | 11001101 | 11010000 | 11100011 | 11101110 |
| 1000101 | 1100010 | 11100101 | 1010001  | 11110011 | 10111101 | 11111001 | 11110101 | 11010001 |
| 1101001 | 1010100 | 11101011 | 11101111 | 11110001 | 11010111 | 11101001 | 11101100 | 11011111 |

Hasil gambar setelah didekomposisi atau digabungkan antara file original (citra asli) dengan citra watermark dapat dihasilkan setelah semua proses selesai yaitu tahap bertahap seleksi *pixel watermark* dan diambil nilai biner sehingga ditambah dengan seleksi file original yaitu tidak sebanyak  $9 \times 9 \text{ pixel}$ , akan tetapi hanya sebatas  $3 \times 3 \text{ pixel}$  dari citra tersebut dan ditambah dengan citra *watermark* sehingga menghasilkan citra ter *watermarking* yang hampir tidak terlihat oleh kasat mata manusia, lihat pada gambar 3 berikut :



Gambar 3 Hasil *Watermarking* Dengan DWT

Citra ter *watermarking* dengan DWT dalam hal ini citra terpecah dalam arti tidak jelas dilihat karena sebatas  $9 \times 9 \text{ pixel}$  ( $81$ ) digabungkan dengan  $3 \times 3 \text{ pixel}$  ( $9$ ). Bila ingin lebih detail maka harus *pixel* lebih besar sehingga ini hanya dalam penyelesaian analisa.

**Analisa *Watermarking* Dengan Metode *Singular Value Decomposition***

Strategi penyisipan citra ke dalam media citra yang digunakan adalah dengan metode *Singular Value Decomposition* (SVD). Dalam sudut pandang pengolahan citra, *singular value* dari suatu citra memiliki stabilitas yang baik, dimana ketika ada sedikit gangguan diberikan pada citra tersebut, *singular value* tidak berubah secara signifikan. Misalkan citra asli yang memiliki ukuran  $9 \times 9 \text{ pixel}$  kemudian dikonversi ke dalam bentuk matriks  $9 \times 9 = 81$ , untuk masing-masing citra. Kemudian, setiap *bit* dari “citra watermark” akan disisipkan ke dalam *pixel* dengan merubah *bit* terendah atau *bit* terakhir dari setiap *byte* citra tersebut. Maka perubahan bit setiap *byte* pada citra tersebut adalah sebagai berikut:

1. Ambil nilai citra input yaitu yang telah di *grayscale*, seperti proses perhitungan DWT.

Tabel 3.5 Nilai Biner Citra Asli

|          |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1000011  | 101110  | 100001  | 10111   | 10001   | 10010   | 10111   | 100010  | 111110  |
| 1000101  | 100111  | 11010   | 10110   | 10001   | 1011    | 1000    | 10101   | 1001111 |
| 1010010  | 100011  | 11001   | 100011  | 100010  | 10000   | 111     | 100000  | 1111101 |
| 1100000  | 101100  | 11110   | 100110  | 100111  | 11011   | 11000   | 110110  | 1101000 |
| 1101001  | 1000101 | 110000  | 100001  | 11110   | 100110  | 101110  | 1000010 | 1000010 |
| 1110010  | 1011001 | 1000100 | 110001  | 101001  | 101111  | 111001  | 1000110 | 1010111 |
| 1111101  | 1100110 | 1010011 | 1001010 | 111101  | 110011  | 111010  | 1000111 | 1010100 |
| 10001011 | 1110110 | 1100001 | 1010111 | 1000111 | 111001  | 111111  | 1001001 | 1001101 |
| 10001010 | 1110000 | 1011010 | 1010000 | 1001101 | 1000110 | 1001010 | 1001000 | 1001110 |

2. Ambil nilai citra *watermark*

Tabel 3.6 Nilai Biner Citra *Watermark*

|          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 10010110 | 10011100 | 10011010 |
| 10111010 | 10101100 | 10000100 |
| 10011111 | 10100100 | 10010001 |

3. Proses penyisipan diilustrasikan dengan sederhana sehingga dapat diterapkan pada implementasinya.

Ambil nilai biner semua baris pertama dari data citra input:

|         |        |        |       |       |       |       |        |        |
|---------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1000011 | 101110 | 100001 | 10111 | 10001 | 10010 | 10111 | 100010 | 111110 |
|---------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|

Ambil nilai baris pertama kolom pertama dari data citra watermark:

Ganti **10010110** nilai bit dari nilai citra input dengan masing-masing satu bit dari citra logo, dan yang terakhir atau paling kanan dari bit inputcitra.

|         |        |        |       |       |       |       |        |        |  |
|---------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--|
| 1       | 0      | 0      | 1     | 0     | 1     | 1     | 0      |        |  |
| 1000011 | 101111 | 100000 | 10110 | 10001 | 10010 | 10111 | 100011 | 111110 |  |

Ambil nilai biner semua baris kedua dari data citra input:

|         |        |       |       |       |      |      |       |         |
|---------|--------|-------|-------|-------|------|------|-------|---------|
| 1000101 | 100111 | 11010 | 10110 | 10001 | 1011 | 1000 | 10101 | 1001111 |
|---------|--------|-------|-------|-------|------|------|-------|---------|

Ambil nilai baris pertama kolom kedua dari data citra watermark:

**10011100**

Ganti nilai bit dari nilai citra input dengan masing-masing satu bit dari citra logo, dan yang terakhir atau paling kanan dari bit inputcitra.

|         |        |       |       |       |      |      |       |         |  |
|---------|--------|-------|-------|-------|------|------|-------|---------|--|
| 1       | 0      | 0     | 1     | 1     | 1    | 0    | 0     |         |  |
| 1000101 | 100111 | 11010 | 10110 | 10001 | 1011 | 1001 | 10100 | 1001110 |  |

Ambil nilai biner semua baris ketiga dari data citra input:

|         |        |       |        |        |       |     |        |         |
|---------|--------|-------|--------|--------|-------|-----|--------|---------|
| 1010010 | 100011 | 11001 | 100011 | 100010 | 10000 | 111 | 100000 | 1111101 |
|---------|--------|-------|--------|--------|-------|-----|--------|---------|

Ambil nilai baris pertama kolom ketiga dari data citra watermark:

**10011010**

Ganti nilai bit dari nilai citra input dengan masing-masing satu bit dari citra logo, dan yang terakhir atau paling kanan dari bit inputcitra.

|         |        |       |        |        |       |     |        |         |  |
|---------|--------|-------|--------|--------|-------|-----|--------|---------|--|
| 1       | 0      | 0     | 1      | 1      | 0     | 1   | 0      |         |  |
| 1010010 | 100011 | 11000 | 100010 | 100011 | 10001 | 110 | 100001 | 1111100 |  |

Ambil semua nilai biner baris ke empat dari data citra input

|         |        |       |        |        |       |       |        |         |
|---------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|---------|
| 1100000 | 101100 | 11110 | 100110 | 100111 | 11011 | 11000 | 110110 | 1101000 |
|---------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|---------|

Ambil nilai baris kedua kolom pertama dari data citra watermark:

**10111010**

Ganti nilai bit dari nilai citra input dengan masing-masing satu bit dari citra logo, dan yang terakhir atau paling kanan dari bit inputcitra.

|         |        |       |        |        |       |       |        |         |  |
|---------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|---------|--|
| 1       | 0      | 1     | 1      | 1      | 0     | 1     | 0      |         |  |
| 1100000 | 101101 | 11110 | 100111 | 100111 | 11011 | 11000 | 110111 | 1101000 |  |

Ambil semua nilai biner baris ke lima dari data citra input

|         |         |        |        |       |        |        |         |         |
|---------|---------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|---------|
| 1101001 | 1000101 | 110000 | 100001 | 11110 | 100110 | 101110 | 1000010 | 1000010 |
|---------|---------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|---------|

Ambil nilai baris kedua kolom kedua dari data citra watermark:

**10101100**

Ganti nilai bit dari nilai citra input dengan masing-masing satu bit dari citra logo, dan yang terakhir atau paling kanan dari bit inputcitra.

|         |         |        |        |       |        |        |         |         |  |
|---------|---------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|---------|--|
| 1       | 0       | 1      | 0      | 1     | 1      | 0      | 0       |         |  |
| 1101001 | 1000101 | 110000 | 100001 | 11110 | 100111 | 101111 | 1000010 | 1000010 |  |

Ambil semua nilai biner baris ke enam dari data citra input

|         |         |         |        |        |        |        |         |         |
|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1110010 | 1011001 | 1000100 | 110001 | 101001 | 101111 | 111001 | 1000110 | 1010111 |
|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|

Ambil nilai baris kedua kolom ketiga dari data citra watermark.

**10000100**

Ganti nilai bit dari nilai citra input dengan masing-masing satu bit dari citra logo, dan yang terakhir atau paling kanan dari bit inputcitra.

|          |          |          |          |          |          |          |          |         |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |         |
| 1110010  | 1011001  | 1000100  | 110000   | 101000   | 101110   | 111001   | 1000110  | 1010110 |

Ambil semua nilai biner baris ke tujuh dari data citra input

|         |         |         |         |        |        |        |         |         |
|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 1111101 | 1100110 | 1010011 | 1001010 | 111101 | 110011 | 111010 | 1000111 | 1010100 |
|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|

Ambil nilai baris ketiga kolom pertama dari data citra watermark

**10011111**

Ganti nilai bit dari nilai citra input dengan masing-masing satu bit dari citra logo, dan yang terakhir atau paling kanan dari bit inputcitra

|          |          |          |          |          |          |          |          |         |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> |         |
| 1111101  | 1100111  | 1010010  | 1001010  | 111101   | 110011   | 111011   | 1000111  | 1010101 |

Ambil semua nilai biner baris ke delapan dari data citra input

|          |         |         |         |         |        |        |         |         |
|----------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|
| 10001011 | 1110110 | 1100001 | 1010111 | 1000111 | 111001 | 111111 | 1001001 | 1001101 |
|----------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|

Ambil nilai baris ketiga kolom kedua dari data citra watermark

**10100100**

Ganti nilai bit dari nilai citra input dengan masing-masing satu bit dari citra logo, dan yang terakhir atau paling kanan dari bit inputcitra

|          |          |          |          |          |          |          |          |         |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |         |
| 10001011 | 1110111  | 1100000  | 1010111  | 1000110  | 111000   | 111111   | 1001000  | 1001100 |

Ambil semua nilai biner baris ke sembilan dari data citra input

|          |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 10001010 | 1110000 | 1011010 | 1010000 | 1001101 | 1000110 | 1001010 | 1001000 | 1001110 |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|

Ambil nilai baris ketiga kolom ketiga dari data citra watermark

**10010001**

Ganti nilai bit dari nilai citra input dengan masing-masing satu bit dari citra logo, dan yang terakhir atau paling kanan dari bit inputcitra

|          |          |          |          |          |          |          |          |         |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> |         |
| 10001010 | 1110001  | 1011010  | 1010000  | 1001101  | 1000110  | 1001010  | 1001000  | 1001111 |

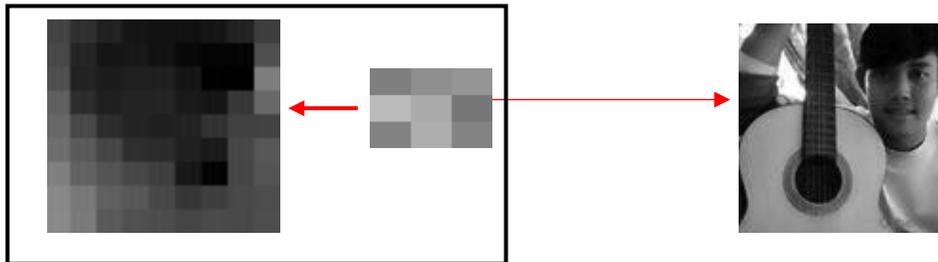
Untuk semua data digabungkan melakukan perulangan penyelesaian yaitu masing-masing nilai terahir dari citra asli sebanyak 81 bit, diganti nilai dengan 9 bit dari citra logo. Semua data dapat dilihat pada citra sederhana tapi kesalahan perhitungan sangat berpengaruh pada pengambilan pesan. *watermarking* citra didalam citra input. Berikut data pengabungungan nilai-nilai pada bit citra pada tabel 3.7:

Tabel 3.7 Nilai Hasil Watermarking Dengan SVD

|          |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1000011  | 101111  | 100000  | 10110   | 10001   | 10010   | 10111   | 100011  | 111110  |
| 1000101  | 100111  | 11010   | 10110   | 10001   | 1011    | 1001    | 10100   | 1001110 |
| 1010010  | 100011  | 11000   | 100010  | 100011  | 10001   | 110     | 100001  | 1111100 |
| 1100000  | 101101  | 11110   | 100110  | 100111  | 11011   | 11000   | 110111  | 1101000 |
| 1101001  | 1000101 | 110000  | 100001  | 11110   | 100111  | 101111  | 1000010 | 1000010 |
| 1110010  | 1011001 | 1000100 | 110000  | 101000  | 101110  | 111001  | 1000110 | 1010110 |
| 1111101  | 1100111 | 1010010 | 1001010 | 111101  | 110011  | 111011  | 1000111 | 1010101 |
| 10001011 | 1110111 | 1100000 | 1010111 | 1000110 | 111000  | 111111  | 1001000 | 1001100 |
| 10001010 | 1110001 | 1011010 | 1010000 | 1001101 | 1000110 | 1001010 | 1001000 | 1001111 |

Terlihat pada akhir tiap bit dari representasi biner citra yang berubah, perubahan nilai warna pada gambar ini tidak dapat dilihat secara kasat mata oleh manusia. Dalam pembacaan citra *watermark* dari hasil *watermarking* di atas maka metode ini akan mengumpulkan informasi bit dari setiap *byte* terakhir citra, seperti pada contoh representasi biner yang disisipkan di atas dan akan menghasilkan representasi biner pesan. Begitu juga halnya bila pesan yang dijadikan *watermark* berupa teks, yaitu dengan terlebih dahulu merubah teks tersebut menjadi bilangan-bilangan biner. Sampai tahap ini maka selesai perubahan pada citra original dengan dekomposisi citra input watermark dengan metode SVD.

Berbeda dengan DWT, teknik SVD sama sekali tidak dapat dilihat secara kasat mata atau tidak berubah sedikitpun karena hanya merubah bit terakhir dari citra original dan digantikan dengan bit terakhir citra *watermark* seperti telah dijelaskan prosesnya diatas. Berikut hasil citra ter *watermarking* dengan teknik SVD. Lihat pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4 Hasil *Watermark* dengan SVD

Tidak ada perubahan jika dilihat secara kasat mata akan tetapi hanya sebatas ukuran atau kapasitas penyimpanan dimana *byte* berubah biasa saja lebih besar atau lebih kecil sesuai citra *watermark* dalam hal ini *size* citra bertambah beberapa *bit*.

## KESIMPULAN

Metode *Discrete Wavelet Transform* sangat baik untuk melakukan teknik *watermarking* pada citra digital, meskipun citra digital yang sudah disisipi *watermark* menjadi tidak sama dengan citra digital asli namun perubahan tersebut sering kali tidak dapat dilihat dengan kasat mata dan Metode *Singular Value Decomposition* sangat baik untuk melakukan teknik *watermarking* pada citra digital. Perubahan citra sama sekali tidak dapat dilihat secara kasat mata atau tidak berubah sedikit pun karena hanya merubah bit terakhir dari citra original dan digantikan dengan bit terakhir citra *watermark*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hermawan, Julius. 2005. *Analisa Desain dan Pemrograman Berorientasi Obyek dengan UML dan Visual Basic*. Net. Yogyakarta: Andi
- Ketut Darmayuda. 2009. *Pemrograman Aplikasi Database Microsoft Visual Basic.Net*. Bandung: Informatika
- Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi
- Arzico Pebtian. 2014. *Aplikasi Pengamanan Hak Cipta Untuk Data Gambar Digital Menggunakan Metode Singular Value Decomposition*. Pelita Informatika Budidarma, 2301-9426
- Sismoro, Heri. 2005. *Pengantar Logika Informatika, Algoritma Dan Pemrograman Komputer*, Yogyakarta: Andi
- Joko Kurniawan. 2014. *Implementasi Discrete Wavelet Transform Untuk Penyisipan Gambar Pada Gambar*. Pelita Informatika Budidarma, 2301-9425
- Sugiarti, Yuni. 2013. *Analisis dan Perancangan UML (Unified Modeling Language) Generated VB.6*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutoyo, T, dkk. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi
- Lia Mustika. 2014. *Perancangan Aplikasi Pengamanan Hak Cipta Untuk Gambar Digital Menggunakan Metode Singular Value Decomposition (SVD)*. Pelita Informatika Budidarma, 2301-9425.

## **SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT *TRYPOPHOBIA* SERTA PENGOBATANNYA MENGGUNAKAN METODE INFERENSI DAN METODE CERTAINTY FACTOR**

**Johan R. Panjaitan**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Penyakit *trypophobia* adalah jenis penyakit kulit yang juga sering disebut dengan penyakit kulit bolong. *Trypophobia* merupakan suatu penyakit psikologi (*phobia*) pada penderita, dengan perasaan tidak nyaman seperti merasa merinding, jijik, ngeri, gatal, takut, secara berlebihan apabila seseorang melihat lubang-lubang kecil seperti sarang lebah, sarang semut, biji bunga lotus, terumbu karang dan lain-lain. Pada penelitian ini, penulis membuat suatu penerapan metode *certainty factor* pada perancangan sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit *trypophobia* dengan memberikan aturan-aturan gejala atau ciri serta memberikan nilai pada setiap gejala atau ciri yang didapat dari seorang pakar. Semua nilai yang didapat diselesaikan menggunakan rumus faktor kepastian dan untuk mengambil kesimpulan digunakan metode inferensi (*penalaran forward chaining*). Sistem yang dibuat juga bisa digunakan oleh semua orang sekalipun penggunaan dilakukan dengan login dan memasukkan data gejala serta memberikan jawaban dari pertanyaan yang diberikan oleh sistem, maka setelah semua pertanyaan dijawab langsung keluar hasil identifikasi serta berapa persenkah kemungkinannya. Dengan demikian para penderita penyakit *trypophobia* dapat melakukan pengobatan, terapi atau pencegahan dini. Proses perancangan sistem pakar dengan metode inferensi dan metode *certainty factor* penulis menggunakan bahasa pemrograman visual antara lain *Visual Basic Net 2008* dan *MySQL* sebagai database.

**Kata Kunci :** Sistem Pakar, Penyakit *Trypophobia* *Certainty Factor*, *Forward Chaining*, *Visual Basic Net 2008*

### **PENDAHULUAN**

Sistem pakar (*Expert System*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti biasa yang dilakukan para ahli (Sri Kusumadewi, 2003). Sistem pakar (*Expert System*) mulai dikembangkan pada pertengahan tahun 1960-an oleh *Artificial Intelligence Corporation*. Sistem pakar yang muncul pertama kali adalah *General-purpose Problem Solver* (GPS) yang merupakan sebuah *predecessor* untuk menyusun langkah-langkah yang dibutuhkan untuk mengubah situasi awal menjadi state tujuan yang telah ditentukan sebelumnya dengan menggunakan domain masalah yang kompleks.

Penyakit *trypophobia* adalah jenis penyakit kulit yang juga sering disebut dengan penyakit kulit bolong. *Trypophobia* merupakan suatu penyakit psikologi (*phobia*) pada penderita, dengan perasaan tidak nyaman seperti merasa merinding, jijik, ngeri, gatal, takut, secara berlebihan apabila seseorang melihat lubang-lubang kecil seperti sarang lebah, sarang semut, biji bunga lotus, terumbu karang dan lain-lain.

Dalam penelitian sebelumnya dalam jurnal *Erista Pramana*, Tutut Wuriyanto, dan Julianto Lemantara yang berjudul "Rancangan bangun Aplikasi Diagnosis Hepatitis Menggunakan *Certainty Factor*". Bahwa *Certainty Factor* yang telah dibuat mampu mendiagnosis yang dialami penderita dan memberikan nilai kepastian terhadap penyakit yang diderita serta menghasilkan data hasil diagnosis yang berisi tentang terapi penyakit dan *meal plan menu* makanan yang dapat membantu user memberikan solusi penyakit hepatitis yang diderita.

Dalam mengambil kesimpulan dalam sistem pakar pada umumnya digunakan Metode Inferensi (*Penalaran Forward Chaining* atau *Backward Chaining*). Namun dengan penggunaan kedua penalaran tersebut belum dapat ditentukan besarnya nilai kepercayaan terhadap hipotesis. Agar sistem pakar dapat melakukan penalaran sebagaimana seorang pakar meskipun berada dalam kondisi ketidakpastian data, dan untuk mendapatkan nilai kepercayaan dalam hal ini nilai kepercayaan terhadap penyakit yang diderita, diperlukan suatu metode yang dikenal dengan *Certainty Factor* (CF). CF merupakan parameter klinis untuk menunjukkan besarnya kepercayaan.

Adapun tujuan penelitian diatas adalah untuk mengetahui dan menjelaskan diagnose penyakit *Trypophobia* berdasarkan gejala yang diderita dan merancang dan menghasilkan suatu sistem sederhana yang dapat digunakan untuk melakukan diagnosis penyakit *Trypophobia*, dengan menerapkan metode *Certainty Factor* (CF).

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu data penyakit yang akan diagnose berdasarkan gejala-gejala seperti,

perasaan gelisah, Perasaan panik dan rasa takut yang berlebihan, Rasa gatal di seluruh tubuh, Sesak napas, Terasa pening, bahasa pemrograman Microsoft Visual Studio .NET 2008 sebagai *tools system* yang akan dirancang.

## Metode

### Pengertian Sistem Pakar

Sistem pakar Anita Desianai & Muhammad Arham (Konsep Kecerdasan Buatan, 2006), adalah program komputer yang merupakan cabang dari penelitian ilmu komputer yang disebut *Artificial Intelligence* (AI). Tujuan ilmu AI adalah membuat sesuatu menjadi cerdas dalam hal pemahaman melalui program komputer yang ditunjukkan dengan tingkah laku cerdas. Hal ini berkenaan dengan suatu konsep dan metode inferensi simbolik atau penalaran yang dilakukan komputer, dan berkenaan juga dengan bagaimana suatu pengetahuan digunakan untuk membuat suatu kesimpulan yang akan direpresentasikan ke dalam suatu mesin.

Tentu saja istilah *intelligence* (kecerdasan) mencakup berbagai keahlian kognitif yang di dalamnya termasuk kemampuan untuk memecahkan masalah, belajar dan memahami bahasa. AI merupakan alamat atau tempat yang tepat untuk semua hal tersebut. Banyak kemajuan saat ini telah dibuat di dalam lingkup AI seperti pemecahan masalah, konsep dan metode untuk membuat program yang menalar permasalahan yang ada.

### Pengertian Penyakit *Trypophobia*

Jenis fobia seperti ornithophobia, claustrophobia, danhydrophobia mungkin sudah tidak asing lagi di telinga kita. Tapi, pernahkah kita mendengar jenis fobia yang sangat mengganggu, trypophobia?

Fobia adalah ketakutan luar biasa dan tidak masuk akal atas suatu obyek atau situasi yang menimbulkan dampak nyata, yang diikuti dengan rasa cemas untuk menghindarinya. Berbeda dengan rasa cemas, fobia biasa terjadi dalam jangka waktu yang lama, yang menyebabkan reaksi fisik dan psikologis terjadi secara terus menerus, serta dapat memengaruhi kemampuan si penderitanya untuk berfungsi secara normal di tempat kerja atau di lingkungan sekitar.

Pada dasarnya, fobia yang dianggap menjijikan oleh penderitanya merupakan rasa takut yang berlebihan terhadap banyak lubang dan hal-hal lainnya yang memiliki banyak lubang kecil di diri mereka.

### Pengertian Faktor Kepastian (*Certainty Factor*)

Sri Kusumadewi (*Artificial Intelligence Teori dan Aplikasinya*, 2003), Dalam menghadapi suatu masalah sering ditemukan jawaban yang tidak memiliki kepastian penuh. Ketidakastian ini bisa berupa probabilitas atau keboleh jadian yang tergantung dari hasil suatu kejadian. Hasil yang tidak pasti disebabkan oleh dua faktor yaitu aturan yang tidak pasti dan jawaban pengguna yang tidak pasti atau suatu pernyataan yang diajukan oleh sistem.

Ada tiga penyebab ketidakpastian aturan yaitu aturan tunggal, penyelesaian konflik dan ketidakcocokan (*incompatibility*) antar konsuen oleh tiga hal, yaitu kesalahan, probabilitas dan kombinasi gejala (*evidence*). Kesalahan dapat terjadi karena:

1. Ambguitas, sesuatu didefinisikan dengan lebih atau satu cara.
2. Ketidak lengkapan data
3. Kesalahan informasi
4. Ketidak percayaan terhadap suatu alat

Probabilitas disebabkan ketidak mampuan seorang pakar merumuskan suatu aturan secara pasti. Misalnya jika seseorang mengalami sakit kepala, demam dan bersin-bersin ada kemungkinan orang tersebut terserang penyakit flu, tetapi bukan berarti apabila seseorang mengalami gejala tersebut pasti terserang penyakit flu.

*Certainty Factor* (CF) menunjukkan ukuran kepastian terhadap suatu fakta atau aturan. Notasi faktor kepastian adalah sebagai berikut:

$CF[h,e] + MB[h,e] - MD[h,e]$  dengan

$CF[h,e]$  : Faktor Kepastian

$MB[h,e]$  : Ukuran kepercayaan terhadap hipotesis h, jika diberikan *evidence* e (antara 0 dan 1).

$MD[h,e]$  : Ukuran ketidak percayaan terhadap *evidence* h, jika diberikan *evidence* e (antara 0 dan 1)

### Menentukan CF Gabungan

CF gabungan merupakan CF akhir dari sebuah calon konklusi. CF ini dipengarugi oleh semua CF paralel dari aturan yang menentukan konklusi tersebut. CF gabungan diperlukan jika suatu saat konklusi diperoleh dari beberapa aturan sekaligus. CF akhir dari suatu aturan dengan aturan yang lain digabungkan untuk mendapatkan nilai CF akhir bagi calon konklusi tersebut. Adapun rumus untuk melakukan perhitungan CF gabungan adalah sebagai berikut:

$$CF(x) + CF(y) - (CF(x) * CF(y)), CF(x), CF(y) > 0$$

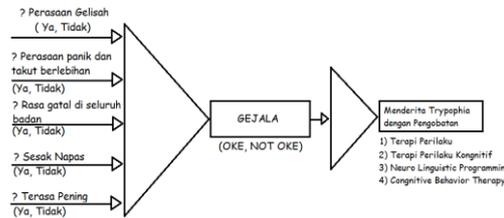
$$\frac{CF(x) + CF(y)}{1 - \min(|CF(x)|, |CF(y)|)}$$

salah satu  $CF(x), CF(y) < 0$   
 $CF(x) + CF(y) + (CF(x) * CF(y)), CF(x), CF(y) > 0$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Analisa sistem yang dibahas pada sub bab ini tentang pembentukan rule terhadap gejala-gejala yang dialami.

1. *Dependency Diagram*



Gambar 1 Diagram Dependency Gejala dan Pengobatan Penyakit Trypophobia

2. Tabel Keputusan

Berikut adalah tabel keputusan berdasarkan jenis gejala yang dirasakan oleh penderita *trypophobia*

Tabel 1 Kode Gejala

| KODE | GEJALA                                        | KETERANGAN    |
|------|-----------------------------------------------|---------------|
| G1   | Perasaan Gelisah                              | (YA atau TDK) |
| G2   | Perasaan Panik dan Rasa Takut yang Berlebihan | (YA atau TDK) |
| G3   | Rasa Gatal Diseluruh Tubuh                    | (YA atau TDK) |
| G4   | Sesak Napas                                   | (YA atau TDK) |
| G5   | Terasa Pening                                 | (YA atau TDK) |

Keterangan : TDK = Tidak.

Berikut ini kode pengobatan penyakit *trypophobia* dalam sistem pakar yang akan dirancang

Tabel 2 Kode Pengobatan

| KODE | Pengobatan                   |
|------|------------------------------|
| P1   | Terapi Perilaku Kognitif     |
| P2   | Terapi Perilaku              |
| P3   | Neuro Linguistic Programming |
| P4   | Cognitive Behavior Theraphy  |

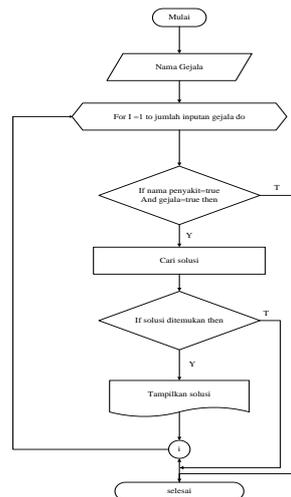
Berikut tabel kode keputusan pengobatan berdasarkan gejala penyakit *trypophobia*.

Tabel 3. Kode Keputusan Pengobatan

| RULE | G1  | G2  | G3  | G4  | G5  | Pengobatan |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
| R1   | YA  | YA  | TDK | TDK | TDK | P1         |
| R2   | TDK | YA  | YA  | TDK | TDK | P2         |
| R3   | YA  | YA  | YA  | YA  | YA  | P3         |
| R4   | TDK | TDK | YA  | YA  | YA  | P4         |
| R5   | TDK | YA  | YA  | TDK | YA  | P4         |
| R6   | YA  | TDK | TDK | YA  | TDK | P3         |
| R7   | YA  | TDK | TDK | YA  | YA  | P1         |
| R8   | TDK | YA  | YA  | YA  | TDK | P3         |
| R9   | YA  | TDK | TDK | TDK | YA  | P2         |
| R10  | YA  | TDK | YA  | TDK | YA  | P4         |
| R11  | TDK | YA  | TDK | YA  | TDK | P2         |
| R12  | TDK | TDK | YA  | YA  | TDK | P4         |

**Penerapan Metode Inferensi**

Diagnosis merupakan suatu proses untuk menentukan penyakit yang diderita pasien berdasarkan data-data yang diberikan oleh pengguna. Sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit *trypophobia* menggunakan metode inferensi runut maju (*forward chaining*). Runut maju digunakan untuk menentukan penyakit yang mungkin diderita oleh pasien berdasarkan gejala dan nilai kepercayaan yang dimasukkan pengguna. Penelusuran dengan *forward chaining* dapat dilihat pada *flowchart* di bawah ini:



Gambar 2 Penelusuran dengan *forward chaining*

Data yang digunakan dalam inferensi diperoleh dari jawaban yang diberikan pengguna atas pertanyaan mengenai gejala yang diajukan oleh sistem. Untuk rule keputusan untuk pengobatan penyakit *tryphobia* seperti pada tabel 2

Contoh untuk penerapan metode inferensi pada penelitian ini penulis menggunakan metode inferensi yang model *Forward Chaining*, berikut rule ketentuan:

- Rule 1 (R1) : **IF** G1 = “Ya” **AND** G2 = “Ya” **AND** G3 = “Tidak” **AND** G4 = “Tidak” **AND** G5 = “Tidak” **THEN** “P1”
- Rule 2 (R2) : **IF** G1 = “Tidak” **AND** G2 = “Ya” **AND** G3 = “Ya” **AND** G4 = “Tidak” **AND** G5 = “Tidak” **THEN** “P2”
- Rule 3 (R3) : **IF** G1 = “Ya” **AND** G2 = “Ya” **AND** G3 = “Ya” **AND** G4 = “Ya” **AND** G5 = “Ya” **THEN** “P3”
- Rule 4 (R4) : **IF** G1 = “Tidak” **AND** G2 = “Tidak” **AND** G3 = “Ya” **AND** G4 = “Ya” **AND** G5 = “Ya” **THEN** “P1”
- Rule 5 (R5) : **IF** G1 = “Tidak” **AND** G2 = “Ya” **AND** G3 = “Ya” **AND** G4 = “Tidak” **AND** G5 = “Ya” **THEN** “P1”
- Rule 6 (R6) : **IF** G1 = “Ya” **AND** G2 = “Tidak” **AND** G3 = “Tidak” **AND** G4 = “Ya” **AND** G5 = “Tidak” **THEN** “P1”
- Rule 7 (R7) : **IF** G1 = “Ya” **AND** G2 = “Tidak” **AND** G3 = “Tidak” **AND** G4 = “Ya” **AND** G5 = “Ya” **THEN** “P1”
- Rule 8 (R8) : **IF** G1 = “Tidak” **AND** G2 = “Ya” **AND** G3 = “Ya” **AND** G4 = “Ya” **AND** G5 = “Tidak” **THEN** “P1”
- Rule 9 (R9) : **IF** G1 = “Ya” **AND** G2 = “Tidak” **AND** G3 = “Tidak” **AND** G4 = “Tidak” **AND** G5 = “Ya” **THEN** “P1”
- Rule 10 (R10) : **IF** G1 = “Ya” **AND** G2 = “Tidak” **AND** G3 = “Ya” **AND** G4 = “Tidak” **AND** G5 = “Ya” **THEN** “P1”
- Rule 11 (R11) : **IF** G1 = “Tidak” **AND** G2 = “Ya” **AND** G3 = “Tidak” **AND** G4 = “Ya” **AND** G5 = “Tidak” **THEN** “P1”
- Rule 12 (R12) : **IF** G1 = “Tidak” **AND** G2 = “Tidak” **AND** G3 = “Ya” **AND** G4 = “Ya” **AND** G5 = “Tidak” **THEN** “P1”

Berdasarkan rule diatas berikut faktor pengobatan metode forward chaining seperti berikut ini:

- P1 = Terapi Perilaku Kognitif
- P2 = Terapi Perilaku
- P3 = Neuro Linguistic Programming
- P4 = Cognitive Behavior Theraphy

Maka Solusi Forward Chainignya seperti berikut ini:

1. Jika pasien mengalami Rule 2 = FALSE, dan Rule 3 = FALSE dan Rule 1 dan Rule 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 bernilai TRUE maka solusi pengobatan P1.
2. Jika pasien mengalami Rule 2 = TRUE, dan Rule 3 = FALSE dan Rule 1 dan Rule 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 bernilai FALSE maka solusi pengobatan P2.
3. Jika pasien mengalami Rule 2 = FALSE, dan Rule 3 = TRUE dan Rule 1 dan Rule 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 bernilai FALSE maka solusi pengobatan P3.
4. Jika pasien mengalami Rule 2 = FALSE, dan Rule 3 = FALSE dan Rule 1 dan Rule 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 bernilai FALSE maka solusi pengobatan P1.

**Metode Certainty Factor**

Contoh perhitungan kasus metode *certainty factor*, penulis menggunakan data yang ada pada tabel 2 sebagai tabel keputusan untuk menentukan pengobatan yang disarankan untuk mengatasi penyakit *tryphobia*.

**Langkah 1** : Penulis menentukan nilai bobot jawaban dari masing-masing konsultasi dan menentukan nilai CF dari masing-masing gejala.

Nilai Bobot Jawaban Penderita (User/Pasien)

- 1. Tidak (TDK) = 0,0
- 2. Ya (YA) = 1,0

Nilai *Certainty Factor* dari masing-masing gejala.

- CFpakar (Perasaan Gelisah) = 0,9
- CFpakar (Perasaan Panik dan Rasa Takut yang Berlebihan) = 1,0
- CFpakar (Rasa Gatal Diseluruh Tubuh) = 0,6
- CFpakar (Sesak Napas) = 0,8
- CFpakar (Terasa Pening) = 0,9

Melakukan perhitungan nilai bobot terhadap jawaban user pada sistem, contoh pada kasus ini penulis menggunakan Rule 1.

Rule 1 (R1) : **IF** G1 = “Ya” **AND** G2 = “Ya” **AND** G3 = “Tidak” **AND** G4 = “Tidak” **AND** G5 = “Tidak” **THEN** “P1”

Pertanyaan 1 :

Sistem : Apakah Anda Gelisah ?  
User : “Ya” (CF\_user = 1)

Pertanyaan 2 :

Sistem : Apakah Anda Panik dan Memiliki Rasa Takut yang Berlebihan ?  
User : “Ya” (CF\_user = 1,0)

Pertanyaan 3 :

Sistem : Apakah Anda Merasakan Gatal diSeluruh Tubuh ?  
User : “Ya” (CF\_user = 0,0)

Pertanyaan 4 :

Sistem : Apakah Anda Merasa Sesak Napas?  
User : “Ya” (CF\_user = 0,0)

Pertanyaan 5 :

Sistem : Apakah Anda Merasakan Pening?  
User : “Ya” (CF\_user = 0,0)

**Langkah 2** : Perhitungan nilai *certanty factor* dengan dengan mengalikan CFpakar dengan CF\_user.

Rumus: **CF(pakar,user(1)) = CFpakar \* CF\_user**

Pertanyaan 1 : **CF(pakar,user(1)) = 0,9 \* 1,0 = 0,6**

Pertanyaan 2 : **CF(pakar,user(2)) = 1,0 \* 1,0 = 1,0**

Pertanyaan 3 : **CF(pakar,user(3)) = 0,6 \* 0,0 = 0,0**

Pertanyaan 4 : **CF(pakar,user(4)) = 0,8 \* 0,0 = 0,0**

Pertanyaan 5 : **CF(pakar,user(5)) = 0,9 \* 0,0 = 0,0**

**Langkah 3** : Mengkombinasikan nilai CF dari masing-masing rule.

Maka nilai kombinasi FC dari masing-masing rule, sebagai berikut:

Keterangan Singkatan :

CFKombinasi = Certanty Factor Combine

Penyelesaian:

CPKombinasi 1 : CF (pakar, user) 1, 2

$$= CF[pakar, user(1)] + (CF[pakar, user(1)] * (1 - CF[pakar, user(1)]))$$

$$= 0,6 + (1,0 * (1 - 1,0))$$

$$= \underline{0,6}$$

**Tampilan Aplikasi Yang Dirancang**



Gambar 3 Akses Form Data User

**KESIMPULAN**

Sistem pakar untuk mendiagnosis penyakit *Trypophobia* ini telah mampu memberikan informasi kepada pengguna mengenai jenis penyakit yang dideritanya (diagnosa awal) berdasarkan gejala-gejala yang diberikan, Cara kerja kombinasi metode inferensi dan metode *Certainty Factor* (CF) dalam mendiagnosis penyakit *Trypophobia*, mampu menunjukkan nilai kepastian / besarnya kepercayaan terhadap penyakit yang dialami penderita dan Sistem pakar dapat bekerja dengan data yang tidak lengkap, dengan menggunakan metode *Certainty Factor* (CF) sekalipun pengguna memilih jawaban tidak tahu untuk suatu gejala yang ditanyakan, sistem tetap dapat menyimpulkan kemungkinan penyakit yang diderita

**DAFTAR PUSTAKA**

- Andi,2007, Perancangan Basis Data  
Djon Irwanto,2006. Perancangan Object Oriented Software dengan UML, Penerbit Andi.  
Kusrini , 2008.Sistem Pakar, Penerbit Andi.  
Mesran,2009 Visual Basic, Penerbit Mesran.net.  
Muhammad Arhami,2005. Konsep Dasar Sistem Pakar, Kecerdasan Buatan , Penerbit Andi.  
Muhammad Arhami,2005.Konsep Dasar Sistem Pakar, Fase Pengembangan Sistem Pakar , Penerbit Andi.  
Muhammad Arhami,2005 Konsep Dasar Sistem Pakar, Arsitektur Sistem Pakar , Penerbit Andi.  
Rima Nurasmı, 2011.Siklus Metode *Case Based Reasoning*.

## IMPLEMENTASI METODE ARITHMETIC CODING DAN METODE LZSS UNTUK KOMPRESI FILE

**Maulana**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Metode di dalam kompresi dapat diklasifikasikan kedalam dua kelompok besar yaitu metode *lossless* dan *lossy*. Metode *lossless* menghasilkan file kompresi dengan ukuran yang lebih kecil dari file aslinya. Kelemahan metode ini adalah file hasil kompresinya tidak dapat langsung di buka tetapi harus di lakukan proses dekompresi terlebih dahulu. *Arithmetic Coding* memiliki tingkat kompresi yang lebih baik atau minimal sama dengan *huffman coding*, tetapi waktu kompresi dan dekompresinya lambat karena banyaknya proses perhitungan yang harus dilakukan. *Arithmetic Coding* tidak menggunakan suatu kode spesifik untuk menggantikan suatu simbol tertentu. *LZSS (Lempel Ziv Storer Szymanski)* merupakan salah satu teknik kompresi yang menggunakan model berdasarkan kamus (*dictionary based*). Pada model ini sebuah frase yaitu sekumpulan simbol-simbol di dalam penyangga akan di kodekan menjadi sebuah penunjuk. Kompresi terjadi karena penunjuk menggunakan jumlah bit yang lebih sedikit dari pada frase yang diwakilinya

**Kata Kunci :** Kompresi, Metode *Arithmetic Coding*, Metode *LZSS*

### PENDAHULUAN

Metode di dalam kompresi dapat diklasifikasikan kedalam dua kelompok besar yaitu metode *lossless* dan *lossy*. Metode *lossless* menghasilkan file kompresi dengan ukuran yang lebih kecil dari file aslinya. Kelemahan metode ini adalah file hasil kompresinya tidak dapat langsung di buka tetapi harus di lakukan proses dekompresi terlebih dahulu. Hasil dekompresi dengan metode ini menghasilkan file yang sama besar dengan file semula, dimana tidak ada data yang hilang akibat kompresi. Metode *lossy* menghasilkan file hasil kompresi lebih kecil dari file semula dan rasio kompresinya lebih tinggi dari pada metode *lossless*. Kelemahan metode ini adanya informasi yang hilang akibat kompresi, tetapi masih dapat ditolerir oleh penglihatan manusia. Metode ini cocok untuk mengkompresi file yang tidak mengharuskan adanya data yang hilang akibat kompresi

Pada umumnya file citra digital memiliki ukuran (*size*) yang lebih besar dibandingkan dengan file teks dengan demikian, ukuran *file* yang besar tersebut terasa mengganggu jika kita harus memproses media penyimpanan yang kita punya untuk bermacam-macam data. Apalagi jika *file* tersebut akan kita kirim secara elektronik, tentunya kapasitas file menjadi masalah tersendiri. namun jika yang disimpan adalah hasil kompresinya maka memori yang dibutuhkan lebih sedikit. Cara ini melahirkan gagasan pengkodean file digital dengan rasio kompresi tinggi. Kompresi bertujuan meminimalkan kebutuhan memori untuk merepresentasikan sebuah file digital.

*Arithmetic Coding* memiliki tingkat kompresi yang lebih baik atau minimal sama dengan *huffman coding*, tetapi waktu kompresi dan dekompresinya lambat karena banyaknya proses perhitungan yang harus dilakukan. *Arithmetic Coding* tidak menggunakan suatu kode spesifik untuk menggantikan suatu simbol tertentu. *Arithmetic Coding* menggantikan seluruh aliran simbol yang masuk dengan sebuah bilangan pecahan. Hasil dari proses pengkodean aritmetik berupa sebuah bilangan pecahan yang lebih besar atau sama dengan nol dan lebih kecil dari satu.

*LZSS (Lempel Ziv Storer Szymanski)* merupakan salah satu teknik kompresi yang menggunakan model berdasarkan kamus (*dictionary based*). Pada model ini sebuah frase yaitu sekumpulan simbol-simbol di dalam penyangga akan di kodekan menjadi sebuah penunjuk. Penunjuk tersebut mengacu pada suatu posisi di dalam kamus yang menyimpan frase yang diwakilinya (frase yang sama dengan frase di dalam penyangga yang akan di kodekan). Kompresi terjadi karena penunjuk menggunakan jumlah bit yang lebih sedikit dari pada frase yang diwakilinya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja dengan menerapkan metode *arithmetic coding* dan metode *Lempel Ziv Storer Szymanski* dalam mengkompresikan file dan untuk menghasilkan aplikasi kompresi file yang terdapat pada file \*.txt.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu file berjenis .txt, .doc dan .docx. sebagai format file, file berukuran maksimal 1000 kb, bahasa pemrograman Matlab sebagai *tools* pengujian.

**Metode**

**Arithmetic Coding**

*Arithmetic Coding* memiliki sejarah yang sangat penting karena pada saat itu algoritma ini sukses menggantikan *Huffman Coding* selama 25 tahun. *Arithmetic Coding* memiliki kelebihan terutama ketika memproses kumpulan abjad yang relatif sedikit. Awalnya *Arithmetic Coding* diperkenalkan oleh Shannon, Fano dan Elias. Kemudian dikembangkan oleh Pasco (1976), Rissanene (1976, 1984) dan Langdon (1984). Tujuannya memberikan ide alternatif yang pada saat itu setiap proses pengkodean dilakukan dengan menggantikan setiap simbol masukan dengan suatu *codeword* (*Fundamental Data Compression*, Pu, 2006, 101). Sebagai gantinya, aliran simbol masukan digantikan dengan sebuah angka *single floating point*.

Output dari *Arithmetic Coding* ini adalah satu angka yang lebih kecil dari 1 dan lebih besar atau sama dengan 0. Angka ini secara unik dapat didekompresikan sehingga menghasilkan deretan simbol yang dipakai untuk menghasilkan angka tersebut. Teknik pengkodean ini memisahkan data masukan ke dalam simbol dan menukar masing-masing simbol dengan suatu *floating-point*. *Arithmetic Coding* mengkodekan seluruh pesan ke dalam suatu bilangan pecahan *n* di mana  $(0.0 \leq n < 1.0)$  ([http://en.wikipedia.org/wiki/Arithmetic\\_coding](http://en.wikipedia.org/wiki/Arithmetic_coding), diakses 2 Juli 2016).

Misalnya, untuk data seperti "BILL GATES" maka setiap simbol akan memiliki probabilitas seperti pada tabel 1 di bawah ini. (<http://majour.maranatha.edu/index.php/jurnal-informatika/article/view/253/pdf>, diakses 2 Juli 2016) :

Tabel 1 Probabilitas setiap karakter dari *string* "BILL GATES"

| Karakter | Frekuensi | Probabilitas |
|----------|-----------|--------------|
| SPACE    | 1         | 1/10         |
| A        | 1         | 1/10         |
| B        | 1         | 1/10         |
| E        | 1         | 1/10         |
| G        | 1         | 1/10         |
| I        | 1         | 1/10         |
| L        | 2         | 2/10         |
| S        | 1         | 1/10         |
| T        | 1         | 1/10         |

Setelah probabilitas untuk setiap simbol diketahui, maka dapat ditentukan *range* (wilayah) setiap simbol berdasarkan probabilitasnya masing-masing. Penentuan *range* yang dilakukan pada waktu kompresi simbol harus sama dengan penentuan *range* pada waktu dekompresi.

Tabel 2 *Range* setiap karakter dari *string* "BILL GATES"

| Karakter | Frekuensi | Probabilitas | <i>Range</i> |
|----------|-----------|--------------|--------------|
| spasi    | 1         | 1/10         | 0.00 – 0.10  |
| A        | 1         | 1/10         | 0.10 – 0.20  |
| B        | 1         | 1/10         | 0.20 – 0.30  |
| E        | 1         | 1/10         | 0.30 – 0.40  |
| G        | 1         | 1/10         | 0.40 – 0.50  |
| I        | 1         | 1/10         | 0.50 – 0.60  |
| L        | 2         | 2/10         | 0.60 – 0.80  |
| S        | 1         | 1/10         | 0.80 – 0.90  |
| T        | 1         | 1/10         | 0.90 – 1.00  |

Selanjutnya akan dilakukan proses kompresimenggunakan proses *encoding*, yaitu ([http://faculty.kfupm.edu.sa/ics/lahouari/Teaching/Arithmetic\\_Coding\\_Dre](http://faculty.kfupm.edu.sa/ics/lahouari/Teaching/Arithmetic_Coding_Dre) w\_Text.pdf, diakses 2 Juli 2016):

1. Nilai *low* dan *high* masing-masing diberi nilai *low* = 0 dan *high* = 1
2. Karakter pertama dicari nilai *code\_range*, yaitu dengan mengurangi nilai *high* dengan *low*, atau  $code\_range = high - low$ ..... 1
3. Cari nilai *low* dan *high* yang baru dengan menggunakan rumus sebagai berikut :  
 $High = low + code\_range * high\_range$ (karakter pertama) ..... 2  
 $Low = low + code\_range * low\_range$ (karakter pertama) ..... 3
4. Jika masih ada karakter dalam *data*, maka proses diulang dari langkah 2 untuk mencari nilai *code\_range*, *high*, dan *low* untuk karakter selanjutnya.
5. Setelah tidak terdapat lagi karakter dalam *data* maka proses berhenti. Dari karakter terakhir yang di-*encoding* akan diperoleh sebuah interval *low* dan *high* yang baru.

Dimana :

- a. *Code\_range* adalah selisih antara nilai *low* dan *high* tiap karakter
- b. *High\_range* adalah nilai atau batas tertinggi untuk tiap-tiap karakter
- c. *Low\_range* adalah nilai atau batas terendah untuk tiap-tiap karakter

Untuk string "BILL GATES", pertama diambil karakter "B". Nilai *CodeRange*(kondisi awal) adalah  $1.0 - 0.0 = 1.0$ ,  $high\_range(B) = 0.30$ ,  $low\_range(B) = 0.20$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(B)$$

$$Low = 0.0 + 1.0 * 0.20$$

$$Low = 0.20$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(B)$$

$$High = 0.0 + 1.0 * 0.30$$

$$High = 0.30$$

Karakter berikutnya adalah "I", maka nilai *CodeRange* adalah  $0.30 - 0.20 = 0.10$ ,  $high\_range(I) = 0.60$ ,  $low\_range(I) = 0.50$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(I)$$

$$Low = 0.20 + 0.10 * 0.50$$

$$Low = 0.25$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(I)$$

$$High = 0.20 + 0.10 * 0.60$$

$$High = 0.26$$

Karakter berikutnya adalah "L", maka nilai *CodeRange* adalah  $0.26 - 0.25 = 0.01$ ,  $high\_range(L) = 0.80$ ,  $low\_range(L) = 0.60$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(L)$$

$$Low = 0.25 + 0.01 * 0.60$$

$$Low = 0.256$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(L)$$

$$High = 0.25 + 0.01 * 0.80$$

$$High = 0.258$$

Karakter berikutnya adalah "L", maka nilai *CodeRange* adalah  $0.258 - 0.256 = 0.002$ ,  $high\_range(L) = 0.80$ ,  $low\_range(L) = 0.60$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(L)$$

$$Low = 0.256 + 0.002 * 0.60$$

$$Low = 0.2572$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(L)$$

$$High = 0.256 + 0.002 * 0.80$$

$$High = 0.2576$$

Karakter berikutnya adalah "spasi", maka nilai *CodeRange* adalah  $0.2576 - 0.2572 = 0.0004$ ,  $high\_range(spasi) = 0.10$ ,  $low\_range(spasi) = 0.00$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(spasi)$$

$$Low = 0.2572 + 0.0004 * 0.0$$

$$Low = 0.2572$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(spasi)$$

$$High = 0.2572 + 0.0004 * 0.10$$

$$High = 0.25724$$

Karakter berikutnya adalah "G", maka nilai *CodeRange* adalah  $0.25724 - 0.2572 = 0.00004$ ,  $high\_range(G) = 0.50$ ,  $low\_range(G) = 0.40$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(G)$$

$$Low = 0.2572 + 0.00004 * 0.4$$

$$Low = 0.257216$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(G)$$

$$High = 0.2572 + 0.0004 * 0.50$$

$$High = 0.25722$$

Karakter berikutnya adalah "A", maka nilai *CodeRange* adalah  $0.25722 - 0.257216 = 0.000004$ ,  $high\_range(A) = 0.50$ ,  $low\_range(A) = 0.40$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(A)$$

$$Low = 0.257216 + 0.000004 * 0.10$$

$$Low = 0.2572164$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(A)$$

$$High = 0.257216 + 0.000004 * 0.20$$

$$High = 0.2572168$$

Karakter berikutnya adalah "T", maka nilai *CodeRange* adalah  $0.2572168 - 0.2572164 = 0.0000004$ ,  $high\_range(T) = 0.90$ ,  $low\_range(T) = 1.0$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(T)$$

$$Low = 0.2572164 + 0.0000004 * 0.90$$

$$Low = 0.25721676$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(T)$$

$$High = 0.2572164 + 0.0000004 * 1.0$$

$$High = 0.2572168$$

Karakter berikutnya adalah “E”, maka nilai *CodeRange* adalah  $0.2572168 - 0.25721676 = 0.00000004$ ,  $high\_range(E) = 0.40$ ,  $low\_range(E) = 0.30$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(E)$$

$$Low = 0.25721676 + 0.00000004 * 0.30$$

$$Low = 0.257216772$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(E)$$

$$High = 0.25721676 + 0.00000004 * 0.40$$

$$High = 0.257216776$$

Karakter berikutnya adalah “ S”, maka nilai *CodeRange* adalah  $0.257216776 - 0.257216772 = 0.000000004$ ,  $high\_range(S) = 0.40$ ,  $low\_range(S) = 0.30$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(S)$$

$$Low = 0.257216772 + 0.000000004 * 0.80$$

$$Low = 0.2572167752$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(S)$$

$$High = 0.257216772 + 0.000000004 * 0.90$$

$$High = 0.2572167756$$

Dari proses tersebut didapat nilai *Low* = 0.2572167752. Nilai inilah yang direpresentasikan untuk membawa string “BILL GATES”.

Tabel 3 Nilai *Low* dan *High* setiap karakter dari string “BILL GATES” setelah dikompres menggunakan proses *encoding*

| Karakter | <i>Low</i>   | <i>High</i>  |
|----------|--------------|--------------|
|          | 0.0          | 1.0          |
| B        | 0.2          | 0.3          |
| I        | 0.25         | 0.26         |
| L        | 0.256        | 0.258        |
| L        | 0.2572       | 0.2576       |
| SPACE    | 0.25720      | 0.25724      |
| G        | 0.257216     | 0.257220     |
| A        | 0.257164     | 0.2572168    |
| T        | 0.25721676   | 0.2572168    |
| E        | 0.257216772  | 0.257216776  |
| S        | 0.2572167752 | 0.2572167756 |

Untuk proses dekompresi digunakan proses *decoding*, yaitu ([http://faculty.kfupm.edu.sa/ics/lahouari/Teaching/Arithmetic\\_Coding\\_Drew\\_Text.pdf](http://faculty.kfupm.edu.sa/ics/lahouari/Teaching/Arithmetic_Coding_Drew_Text.pdf), diakses 2 Juli 2016) :

1. Ambil nilai *encoded\_symbol* yang diperoleh dari hasil *encoding* pada file teks atau citra digital.
2. Tentukan karakter pertama dari datayang di-*encoding*. Caranya dengan melihat tabel probabilitas, di *range* karakter yang manakah *encoded\_symbol* itu berada.
3. Jika sudah mengetahui karakter pertama, maka selanjutnya dicari *code\_range* dengan menggunakan rumus :  
 $Code\_range = high\_range(symbol) - low\_range(symbol) \dots \dots \dots 4$
4. Kemudian dicari nilai *encoded\_symbol* yang baru dengan menggunakan rumus :  
 $Encoded\_symbol\_new = (encoded\_symbol\_old - low\_range) / code\_range \dots \dots \dots 5$
5. Dari hasil *encoded\_symbol* yang baru, maka dapat ditentukan karakter berikutnya. Jika masih ada simbol maka kembali ke langkah 2.
6. Setelah tidak terdapat lagi simbol maka proses berhenti.

Dimana :

*Encoded\_symbol* = nilai akhir ketika proses *encoding* pada posisi *low*

Dalam melakukan *decoding*, awalnya dapat diketahui bahwa karakter pertama adalah “B” karena 0.2572167752 sebagai pembawa string “BILL GATES” berada dalam *range* 0.20 – 0.30 (*range* untuk karakter “B”). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low = 0.2$$

$$High = 0.3$$

$$CodeRange = 0.3 - 0.2 = 0.1$$

$$Encoded\_Symbol = (0.2572167752 - 0.2) / 0.1 = 0.572167752$$

Hasilnya adalah 0.572167752. Kemudian dapat diketahui bahwa karakter selanjutnya adalah "I" karena 0.572167752 berada didalam *range* 0.50 – 0.60 (*range* untuk karakter "I"). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low=0.5$$

$$High= 0.6$$

$$CodeRange= 0.6 - 0.5 =0.1$$

$$Encoded\_Symbol=(0.572167752 - 0.5) /0.1=0.72167752$$

Hasilnya adalah 0.72167752. Kemudian dapat diketahui bahwa karakter selanjutnya adalah "L" karena 0.72167752 berada di dalam *range* 0.60 – 0.80 (*range* untuk karakter "L"). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low=0.6$$

$$High= 0.8$$

$$CodeRange= 0.8 - 0.6 =0.2$$

$$Encoded\_Symbol=(0.72167752 - 0.6) /0.2 =0.6083876$$

Hasilnya adalah 0.6083876. Kemudian dapat diketahui bahwa karakter selanjutnya adalah "L" karena 0.6083876 berada di dalam *range* 0.60 – 0.80 (*range* untuk karakter "L"). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low=0.6$$

$$High= 0.8$$

$$CodeRange= 0.8 - 0.6 =0.2$$

$$Encoded\_Symbol=(0.6083876- 0.6) /0.2 =0.041938$$

Hasilnya adalah 0.041938. Kemudian dapat diketahui bahwa karakter selanjutnya adalah "spasi" karena 0.041938 berada di dalam *range* 0.0 – 0.1 (*range* untuk karakter "spasi"). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low=0.0$$

$$High= 0.1$$

$$CodeRange= 0.1 - 0.0=0.1$$

$$Encoded\_Symbol=(0.041938 - 0.0) /0.1=0.41938$$

Hasilnya adalah 0.41938. Kemudian dapat diketahui bahwa karakter selanjutnya adalah "G" karena 0.41938 berada di dalam *range* 0.4 – 0.5 (*range* untuk karakter "G"). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low=0.4$$

$$High= 0.5$$

$$CodeRange= 0.5 - 0.4 =0.1$$

$$Encoded\_Symbol=(0.41938 - 0.4) /0.1 =0.1938$$

Hasilnya adalah 0.1938. Kemudian dapat diketahui bahwa karakter selanjutnya adalah "A" karena 0.1938 berada di dalam *range* 0.1 – 0.2 (*range* untuk karakter "A"). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low=0.1$$

$$High= 0.2$$

$$CodeRange= 0.2 - 0.1 =0.1$$

$$Encoded\_Symbol=(0.1938 - 0.1) /0.1 =0.938$$

Hasilnya adalah 0.938. Kemudian dapat diketahui bahwa karakter selanjutnya adalah "T" karena 0.938 berada di dalam *range* 0.9 – 1.0 (*range* untuk karakter "T"). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low=0.9$$

$$High= 1.0$$

$$CodeRange= 1.0 - 0.9 =0.1$$

$$Encoded\_Symbol=(0.938 - 0.9) /0.1 =0.38$$

Hasilnya adalah 0.38. Kemudian dapat diketahui bahwa karakter selanjutnya adalah "E" karena 0.38 berada di dalam *range* 0.3 – 0.4 (*range* untuk karakter "E"). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low=0.3$$

$$High=0.4$$

$$CodeRange=0.4 - 0.3=0.1$$

$$Encoded\_Symbol=(0.38 - 0.3) /0.1 =0.8$$

Hasilnya adalah 0.8. Kemudian dapat diketahui bahwa karakter selanjutnya adalah "S" karena 0.8 beradadi dalam *range* 0.8 – 0.9 (*range* untuk karakter "S").Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low=0.8$$

$$High= 0.9$$

$$CodeRange= 0.9 - 0.8 =0.1$$

$$Encoded\_Symbol=(0.8 - 0.8) /0.1 =0$$

Hasilnya adalah o. Jika hasil sudah o, maka sudah tidak ada lagi karakter yang akan di-*decoding*. Hasil proses *decoding* dapat dilihat pada tabel 4 berikut.  
Tabel 4 Hasil proses *decoding* pada string “BILL GATES”

| Encoded Number | Output symbol | Low | High | Range |
|----------------|---------------|-----|------|-------|
| 0.2572167752   | B             | 0.2 | 0.3  | 0.1   |
| 0.572167752    | I             | 0.5 | 0.6  | 0.1   |
| 0.72167752     | L             | 0.6 | 0.8  | 0.2   |
| 0.6083876      | L             | 0.6 | 0.8  | 0.2   |
| 0.041938       | SPACE         | 0.0 | 0.1  | 0.1   |
| 0.41938        | G             | 0.4 | 0.5  | 0.1   |
| 0.1938         | A             | 0.1 | 0.2  | 0.1   |
| 0.938          | T             | 0.9 | 1.0  | 0.1   |
| 0.38           | E             | 0.3 | 0.4  | 0.1   |
| 0.8            | S             | 0.8 | 0.9  | 0.1   |
| 0.0            |               |     |      |       |

Setelah proses *decoding* selesai maka akan diperoleh *output* “BILL GATES”.

**Algoritma Lempel Ziv Storer Szymanski (LZSS)**

Algoritma *Lempel Ziv Storer Szymanski* (LZSS) adalah algoritma kompresi data *lossless* yang dimodifikasi dari LZ77, Algoritma ini dikembangkan oleh Storer dan Szymanski pada tahun 1982 yang dibangun di atas karya Abraham Lempel dan Jacob Ziv dengan judul paper “*Data compression via textual substitution, Jurnal ACM on Information Theory, 1982*”. Algoritma *Lempel Ziv Storer Szymanski* (LZSS) salah satu kompresi urutan simbol data (misalnya *byte* data) dengan mengidentifikasi urutan simbol yang berulang dalam masukan, dan menggantikan urutan-urutan simbol yang lebih kecil. Implementasi *Lempel Ziv Storer Szymanski* (LZSS) dapat menyesuaikan jumlah bit yang dialokasikan dengan mengganti panjang ukuran *byte* (antara parameter lain) untuk mendapatkan kinerja kompresi yang cukup baik.

Secara umum konsep dasarnya masih sama dengan algoritma LZ77, yaitu menggunakan dua *buffer* yang diisi oleh *input* berdasarkan metode *sliding window*. Perbedaan antara LZSS dengan LZ77 terletak pada tiga hal berikut:

1. Menggunakan *circular queue* untuk menyimpan *look-ahead buffer*.
2. Menyimpan *dictionary buffer* di dalam suatu pohon biner.
3. Menggunakan *token* dengan dua *field* bukan dengan tiga *field*.

Contoh proses pengkodean menggunakan algoritma LZSS dapat di lihat pada tabel 2.5 berikut ini :

Data: “aababacbaacbaadaaa”

Tabel 5 Proses Pengkodean LZSS

| Input              | Buffer (search look-ahead) | Output |
|--------------------|----------------------------|--------|
| Aababacbaacbaadaaa | aaaa                       | 1a     |
| aababacbaacbaadaaa | aaaa aaba                  | 002    |
| babacbaacbaadaaa   | aaaa baba                  | 1b     |
| abacbaacbaadaaa    | aaab abac                  | 022    |
| acbaacbaadaaa      | abab acba                  | 1a     |
| cbacbaadaaa        | baba cbaa                  | 1c     |
| baacbaadaaa        | abac baac                  | 012    |
| acbaadaaa          | acba acba                  | 004    |
| adaaa              | acba adaa                  | 1a     |
| daaa               | cbaa daaa                  | 1d     |
| aaa                | baad aaa                   | 012    |
| a                  | adaaa                      | 1a     |

Pada contoh di atas, besarnya *buffer* (*dictionary buffer* dan *look-ahead buffer*) adalah 8 bit. Proses yang terjadi adalah:

1. Ketika awal pembacaan data, *buffer* diisikan dengan karakter awal yang diduplikasikan. Karena belum ada data pada *dictionary buffer* yang bisa dijadikan referensi, maka *output* dari *encoder* adalah karakter yang digunakan untuk inisialisasi *dictionary buffer* tersebut.
2. Selanjutnya masukkan 4 bit awal dari data, yaitu string “aaba”, ke *look-ahead buffer*. *Encoder* akan mencari data pada *dictionary buffer* yang sama dengan bit awal dari string pada *look-ahead buffer*. Maka *encoder* akan mencari string terpanjang pada *dictionary buffer* yang bit awalnya sama dengan bit awal string pada *look-ahead buffer*. Maka *encoder* akan menemukan string “aa”. *Output* dari *encoder* adalah 022.
3. Selanjutnya, *buffer* akan digeser ke kiri sepanjang string yang sama. Dalam contoh, *buffer* digeser ke kiri sebanyak 2 bit.
4. Pada keadaan selanjutnya, karena pada *dictionary buffer* tidak ada karakter b, maka *encoder* akan

- mengeluarkan *token* 1b. *dictionary buffer* akan digeser satu bit ke kiri.
5. Dan seterusnya.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Gagasan utama pada *Arithmetic coding* adalah memberikan setiap simbol sebuah *range* (interval). Dimulai dengan *range* [0..1], setiap *range* dibagi dalam beberapa sub-*range*, dimana ukurannya sebanding dengan probabilitas (kemungkinan) yang muncul dari simbol-simbol yang sama. Semakin tinggi probabilitas yang dimiliki oleh suatu simbol, semakin tinggi pula *range* yang diberikan terhadap simbol tersebut. Dalam setiap proses *coding* (pengkodean) ada 2 proses penting, yaitu proses *encoding* dan *decoding*.

#### Encoding

Proses ini mengubah sebuah *string message* menjadi sebuah *code number*. Pada tabel probabilitas karakter yang muncul dalam sebuah *message*, semua karakter memiliki distribusi probabilitas yang berbeda yaitu dari *low range* dan *high range*. *Range* ini ditentukan berdasarkan probabilitas karakter tersebut.

Walaupun terdapat karakter memiliki karakter yang sama namun *range* probabilitasnya pasti berbeda dan *range* semua karakter yang mungkin muncul harus berada dalam *range* 0 sampai 1.

Proses *encoding* pada *Arithmetic Coding* adalah sebagai berikut :

1. Nilai *low* dan *high* masing-masing diberi nilai *low* = 0 dan *high* = 1
2. Karakter pertama dicari nilai *code\_range*, yaitu dengan mengurangi nilai *high* dengan *low*, atau  $code\_range = high - low$
3. Cari nilai *high* dan *low* yang baru dengan menggunakan rumus sebagai berikut:  
 $High = low + code\_range * high\_range(\text{karakter pertama})$   
 $Low = low + code\_range * low\_range(\text{karakter pertama})$
4. Jika tidak terdapat lagi karakter dalam data maka proses berhenti. Namun, jika masih ada karakter dalam data maka proses diulang dari langkah 2 sampai karakter terakhir. Setelah karakter terakhir di-*encoding* maka diperoleh sebuah interval *high* dan *low* yang baru.

#### Encoding Pada File Teks

Misalkan *string* "BACA", maka probabilitas dan *range*-nya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6 Probabilitas *string* "BACA"

| Karakter | Frekuensi | Probabilitas | Range       |
|----------|-----------|--------------|-------------|
| B        | 1         | 1/4          | 0.0 – 0.25  |
| A        | 2         | 2/4          | 0.25 – 0.75 |
| C        | 1         | 1/4          | 0.75 – 1.0  |

Untuk *string* "BACA", pertama diambil karakter "B". Nilai *CodeRange* (kondisi awal) adalah 1.0 – 0.0 = 1.0,  $high\_range(B) = 0.25$ ,  $low\_range(B) = 0.0$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(B)$$

$$Low = 0.0 + 1.0 * 0.0$$

$$Low = 0.0$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(B)$$

$$High = 0.0 + 1.0 * 0.25$$

$$High = 0.25$$

Karakter berikutnya adalah "A", maka nilai *CodeRange* adalah 0.25 – 0.0 = 0.25,  $high\_range(A) = 0.75$ ,  $low\_range(A) = 0.25$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(A)$$

$$Low = 0.0 + 0.25 * 0.25$$

$$Low = 0.0625$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(A)$$

$$High = 0.0 + 0.25 * 0.75$$

$$High = 0.1875$$

Karakter berikutnya adalah "C", maka nilai *CodeRange* adalah 0.1875 – 0.0625 = 0.125,  $high\_range(C) = 1.0$ ,  $low\_range(C) = 0.75$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(C)$$

$$Low = 0.0625 + 0.125 * 0.75$$

$$Low = 0.15625$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(C)$$

$$High = 0.0625 + 0.125 * 1.0$$

$$High = 0.1875$$

Karakter berikutnya adalah “A”, maka nilai *CodeRange* adalah  $0.1875 - 0.15625 = 0.03125$ ,  $high\_range(A) = 0.75$ ,  $low\_range(A) = 0.25$ . Kemudian diperoleh nilai sebagai berikut.

$$Low = low + CodeRange * low\_range(A)$$

$$Low = 0.15625 + 0.03125 * 0.25$$

$$Low = 0.1640625$$

$$High = low + CodeRange * high\_range(A)$$

$$High = 0.15625 + 0.03125 * 0.75$$

$$High = 0.1796875$$

Dari proses tersebut didapat nilai *Low* = 0.1640625, nilai inilah yang direpresentasikan untuk membawa string “BACA”.

Tabel 7 Hasil proses *encoding string* “BACA”

| Karakter | Low       | High      |
|----------|-----------|-----------|
|          | 0         | 1         |
| B        | 0.0       | 0.25      |
| A        | 0.0625    | 0.1875    |
| C        | 0.15625   | 0.1875    |
| A        | 0.1640625 | 0.1796875 |

### Decoding

Proses ini merupakan untuk mengubah nilai *encoded* yang merepresentasikan data yang di-*encoding* untuk mendapatkan kembali data asli. Proses *decoding* pada *Arithmetic coding* yaitu:

1. Dari nilai *encoded\_symbol* yang diperoleh, dapat langsung ditentukan karakter pertama dari datayang di-*encoding*. Caranya dengan melihat tabel probabilitas, di *range* karakter yang manakah *encoded\_symbol* itu berada.
2. Jika sudah mengetahui karakter pertama, maka selanjutnya dicari *code\_range* dengan menggunakan rumus :  
 $Code\_range = high\_range\ symbol - low\_range\ symbol$
3. Kemudian dicari nilai *encoded\_symbol* yang baru dengan menggunakan rumus :  
 $Encoded\_symbol\_new = (encoded\_symbol\_old - low\_range\ symbol) / code\_range$
4. Dari hasil *encoded\_symbol* yang baru, maka dapat ditentukan karakter berikutnya. Jika masih ada simbol maka kembali ke langkah 2 sampai simbol habis.

### Decoding Pada File Teks

Dalam melakukan *decoding*, awalnya dapat diketahui bahwa karakter pertama adalah “B” karena 0.1640625 sebagai pembawa string “BACA” berada dalam *range* 0.0 – 0.25 (*range* untuk karakter “B”). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low = 0.0$$

$$High = 0.25$$

$$CodeRange = 0.25 - 0.0 = 0.25$$

$$Encoded\_Symbol = (0.1640625 - 0.0) / 0.25 = 0.65625$$

Hasilnya adalah 0.65625. Kemudian dapat diketahui bahwa karakter selanjutnya adalah “A” karena 0.65625 berada di dalam *range* 0.25 – 0.75 (*range* untuk karakter “A”). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low = 0.25$$

$$High = 0.75$$

$$CodeRange = 0.75 - 0.25 = 0.5$$

$$Encoded\_Symbol = (0.65625 - 0.25) / 0.5 = 0.8125$$

Hasilnya adalah 0.8125. Kemudian dapat diketahui bahwa karakter selanjutnya adalah “C” karena 0.8125 berada di dalam *range* 0.75 – 1.0 (*range* untuk karakter “C”). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low = 0.75$$

$$High = 1.0$$

$$CodeRange = 1.0 - 0.75 = 0.25$$

$$Encoded\_Symbol = (0.8125 - 0.75) / 0.25 = 0.25$$

Hasilnya adalah 0.25. Kemudian dapat diketahui bahwa karakter selanjutnya adalah “A” karena 0.25 berada di dalam *range* 0.25 – 0.75 (*range* untuk karakter “A”). Maka dapat dikalkulasikan sebagai berikut.

$$Low = 0.25$$

$$High = 0.75$$

$$CodeRange = 0.75 - 0.25 = 0.5$$

$$Encoded\_Symbol = (0.25 - 0.25) / 0.5 = 0$$

Hasilnya adalah o. Jika hasil sudah o, maka sudah tidak ada lagi karakter yang akan di-decoding. Hasil proses decoding dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8 Hasil proses decoding pada string "BACA"

| Encoded Symbol | Output symbol | Low  | High | Range |
|----------------|---------------|------|------|-------|
| 0.65625        | B             | 0.0  | 0.25 | 0.25  |
| 0.8125         | A             | 0.25 | 0.75 | 0.50  |
| 0.25           | C             | 0.75 | 1.0  | 0.25  |
| 0              | A             | 0.25 | 0.75 | 0.5   |

**Algoritma Lempel ZivStorer Szymanski**

Algoritma yang dihasilkan sebagai berikut:

1. Tempatkan posisi pada awal data.
2. Karena belum ada data pada dictionary buffer yang bias dijadikan referensi, maka outputnya adalah karakter yang digunakan untuk inisialisasi dictionary buffer tersebut.
3. Apabila ada string yang match, dicari match yang terpanjang pada window untuk look-ahead buffer.
4. Apakah  $L \geq 2$  karakter.
  - a. Jika YA : outputnya P dan bergerak ke posisi L karakter o(p,l), dan bergerak satu posisi karakter kedepan;
  - b. Jika TIDAK : outputnya karakter pertama pada lookahead buffer 1(s), dan bergerak satu posisi karakter kedepan.
4. Ulangi langkah 3 dan 4 sampai tidak ada lagi data yang dibaca.

Cara kerja algoritma Lempel ZivStorer Szymanski (LZSS) terdiri dari sebuah literal bytes atau pasangan (offset, match length). Literal bytes merupakan input bytes sederhana yang dicopykan secara langsung ke output. Pasangan (offset, match length) menjelaskan proses kembali (back) ke jarak offset suatu input data yang nantinya akan ditemukan sebuah match length dari data tersebut, LZSS menggunakan dua flag pada output, yaitu :

1. Jika flag "1", byte berikutnya adalah literal.
2. Jika flag "0", merupakan pasangan (offset, match length)

Sebagai contoh :

Langkah 1 :

Input Data = "BACA"

Mula dengan byte "B", apakah telah ada sebelumnya? "TIDAK". Encodennya adalah sebuah literal byte "1" diikuti data "H". Output Data = "1H". Proses terus berlangsung sampai byte berikutnya sama dengan byte sebelumnya. Dengan kata lain output data menjadi : 1 "B" 1 "A" 1 "C"

Langkah 2 :

Input Data = "BACA"

Byte berikutnya adalah "A", apakah telah ada sebelumnya? "YA" 3 byte sebelumnya (offset = 3). Ada berapa bytes yang sama? 1 byte yang sama "A", maka akan dikodekan "0" (untuk mengidentifikasi bahwa ada data yang sama) diikuti (3,1). Output Data = 1 "B" 1 "A" 1 "C" 0 (2,1).

Dibawah ini adalah tabel proses Encoding yang disajikan pada tabel 1 dan tabel 2

Tabel 9 Input Stream For Coding

| Pos  | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------|---|---|---|---|
| Char | B | A | C | A |

Input stream : barisan karakter yang akan di kompres;

Pos: posisi coding;

Char : deretan karakter / elemen data dalam input stream;

Proses Encoding : proses pengkodean input stream;

Step : langkah proses pengkodean;

Match : karakter yang sama yang ditemukan;

Tabel 10 Proses Encoding

| Step | Pos | Match | Output |
|------|-----|-------|--------|
| 1    | 1   | --    | B      |
| 2    | 2   | --    | A      |
| 3    | 3   | --    | C      |
| 4    | 4   | A     | (2,1)  |

Proses Decoding : proses pengkodean output Stream;

Output Stream : barisan simbol hasil proses dekompresi;

*Window* : ukuran W yang mengandung W karakter dari posisi koding;  
*Pointer* : menunjukan pada *match* dalam *Window*;

### **Kesimpulan**

Pada perhitungan kompresi *file* diawali dengan memilih *file* yang diinginkan kemudian diubah ke dalam bentuk matriks yang akan digunakan dalam perhitungan kompresi *file*, penerapan metode *arithmetic coding* dan LZSS pada kompresi *file* diawali dengan pembuatan tabel probabilitas, kemudian pemberian *range* pada masing-masing data dan perhitungan dengan metode *arithmetic coding* dan LZSS untuk mendapatkan tabel akhir dan perancangan kompresi *file* dengan *visual studio 2008* dalam pembuatan sebuah *form* utama yang terdiri dari aksi pemilihan *file* yang akan dikompresi dan aksi untuk menyimpan menjadi *file output*.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Djon Irwanto, 2006 Perancangan Object Oriented Software dengan UML,  
Sutoyo. T. Mulyanto. E, 2009: 165, *lossless* Penerbit Andi, Yogyakarta  
sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/MATLAB>, diakses 2 Juli 2016  
Fauzi, 2003, Analisis Beberapa Teknik *Coding*

## KOMPRESI FILE CITRA DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA ARITHMETIC CODING DAN ALGORITMA HUFFMAN

Reza Priyatna

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Kompresi data merupakan suatu hal yang esensial. Teknik kompresi ini esensial karena ukuran dari data semakin lama semakin besar, tetapi belum optimal karena tidak didukung oleh perkembangan dari teknologi penyimpanan data dan bandwidth (untuk kecepatan unduh data dari internet) yang seimbang. Sementara orang-orang pun menginginkan data dengan kualitas terbaik dan kuantitas (ukuran) yang minimum. Melihat masalah-masalah tadi, maka pemecahannya adalah memaksimalkan kompresi, yaitu mengurangi tempat yang digunakan oleh data yang dimampatkan. Oleh sebab itu diperlukan sebuah aplikasi kompresi teks dan citra yang mampu memperkecil ukuran suatu file teks dan citra digital, sehingga dapat memperoleh keuntungan seperti menghemat waktu proses unduh atau unggah melalui media internet, dan menghemat kapasitas media penyimpanan yang dimiliki. Sehingga kompresi teks dan citra mempunyai dua tujuan utama, yaitu untuk mengurangi waktu saat pengiriman file teks dan citra kemudian untuk mengurangi kebutuhan media penyimpanan. Huffman Coding dan Arithmetic Coding yang merupakan algoritma terbaru. Arithmetic Coding ini cukup baik untuk dipakai dalam keperluan kompresi data. Alasan pertamakarena jumlah coding bit pada Arithmetic Coding lebih sedikit dibandingkan dengan metode kompresi lainnya contohnya Huffman Coding.

**Kata Kunci :** Kompresi Data, Arithmetic Coding, Huffman Coding

### PENDAHULUAN

Ada banyak sekali metode kompresi data yang ada saat ini. Sebagian besar metode tersebut bisa dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, *Statistical Based* dan *Dictionary Based*. Contoh dari *Dictionary Based Coding* adalah *Lempel Ziv Welch* dan contoh dari *Statistical Based Coding* adalah *Huffman Coding* dan *Arithmetic Coding* yang merupakan algoritma terbaru. *Arithmetic Coding* ini cukup baik untuk dipakai dalam keperluan kompresi data. Alasan pertama karena jumlah *coding bit* pada *Arithmetic Coding* lebih sedikit dibandingkan dengan metode kompresi lainnya contohnya *Huffman Coding*.

Menurut Nurasyiah dalam penelitian sebelumnya, pada jurnal yang berjudul *Perancangan Aplikasi Kompresi File Audio Dengan Algoritma Arithmetic Coding* (Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IV, Nomor : 3, Agustus 2013 ISSN : 2301-9425) Prinsip dasar *arithmetic coding* adalah menggantikan sebuah aliran simbol masukan dengan sebuah angka keluaran *single floating point*. Namun, permasalahan yang timbul pada implementasi *arithmetic coding* adalah keterbatasan pengolahan *floating point* pada *encoding* maupun *decoding*, sehingga akan dibahas dengan usulan solusi berupa modifikasi *arithmetic coding* dengan menggunakan bilangan *integer*. *Arithmetic coding* menggantikan suatu deret simbol *input* dalam suatu *file* data dengan sebuah bilangan menggunakan proses aritmatika. *Output* dari *arithmetic coding* ini adalah satu angka yang lebih kecil dari 1 dan lebih besar atau sama dengan 0. Angka ini secara unik dapat di-*decode* sehingga menghasilkan deretan simbol yang dipakai untuk menghasilkan angka tersebut.

Menurut Irmalia Suryani Faradisa dan Bara Firmana Budiono dalam penelitian sebelumnya, pada jurnal yang berjudul *Implementasi Metode HUFFMAN Sebagai Teknik Kompresi Citra* (Jurnal Elektro ELTEK Vol. 2, No. 2, Oktober 2011 ISSN: 2086-8944) Algoritma kompresi *huffman* atau disebut dengan *encoding huffman* adalah algoritma yang dipakai untuk mengkompresi *file*. Teknik kompresi ini dengan menggunakan *code* yang lebih kecil pada karakter yang sering dipakai dan *code* yang lebih panjang untuk karakter yang tidak begitu sering dipakai. Setiap data dianggap satu simpul yang mempunyai dua nilai data: nilai keabuan dan frekuensi kemunculannya. Dua simpul dengan frekuensi terkecil dari daftar diambil dan frekuensinya dijumlahkan. Hasil penjumlahan kedua frekuensi ini menjadi frekuensi baru untuk sebuah simpul baru yang mempunyai dua cabang kedua simpul (cabang kiri dan kanan).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses algoritma *arithmetic coding* dan algoritma *huffman* dalam melakukan kompresi citra, menerapkan algoritma *arithmetic coding* dan algoritma *huffman* dalam kompresi citra dan merancang aplikasi kompresi file citra dengan menggunakan algoritma *arithmetic coding* dan algoritma *huffman*.

### BAHAN DAN METODE

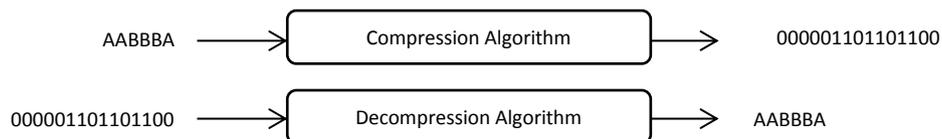
#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu format *Bitmap* dengan ukuran maksimal 512x512 piksel sebagai jenis citra yang digunakan, dan bahasa pemrograman *Visual Studio 2008* sebagai tools perancangan aplikasi.

## Metode

### **Lossless Compression**

Pada teknik ini tidak ada kehilangan informasi. Jika data dimampatkan secara *lossless*, data asli dapat direkonstruksi kembali sama persis dari data yang telah dimampatkan, dengan kata lain data asli dapat diperoleh kembali secara tepat dari *file* hasil dekompresi. Secara umum teknik *lossless* digunakan untuk penerapan yang tidak bisa mentoleransi setiap perbedaan antara data asli dan data yang telah direkonstruksi. *Lossless compression* disebut juga dengan *reversible compression* karena data asli bisa dikembalikan dengan sempurna. Contoh metode ini adalah *Shannon-Fano Coding*, *Huffman Coding*, *Arithmetic Coding* dan lain sebagainya. (*Fundamental Data Compression*, Pu, 2006, 5)



Gambar 1 *Lossless compression*

### **Arithmetic Coding**

*Arithmetic Coding* memiliki sejarah yang sangat penting karena pada saat itu algoritma ini sukses menggantikan *Huffman Coding* selama 25 tahun. *Arithmetic Coding* memiliki kelebihan terutama ketika memproses kumpulan abjad yang relatif sedikit. Awalnya *Arithmetic Coding* diperkenalkan oleh Shannon, Fano dan Elias. Kemudian dikembangkan oleh Pasco (1976), Rissanene (1976, 1984) dan Langdon (1984). Tujuannya memberikan ide alternatif yang pada saat itu setiap proses pengkodean dilakukan dengan menggantikan setiap simbol masukan dengan suatu *codeword* (*Fundamental Data Compression*, Pu, 2006, 101). Sebagai gantinya, aliran simbol masukan digantikan dengan sebuah angka *single floating point*.

Output dari *Arithmetic Coding* ini adalah satu angka yang lebih kecil dari 1 dan lebih besar atau sama dengan 0. Angka ini secara unik dapat didekompresikan sehingga menghasilkan deretan simbol yang dipakai untuk menghasilkan angka tersebut. Teknik pengkodean ini memisahkan data masukan ke dalam simbol dan menukar masing-masing simbol dengan suatu *floating-point*. *Arithmetic Coding* mengkodekan seluruh pesan ke dalam suatu bilangan pecahan  $n$  di mana  $(0.0 \leq n < 1.0)$  ([http://en.wikipedia.org/wiki/Arithmetic\\_coding](http://en.wikipedia.org/wiki/Arithmetic_coding), diakses 2 April 2016).

### **Algoritma Huffman**

Algoritma Huffman adalah suatu algoritma kompresi tertua yang disusun oleh David Huffman pada tahun 1952. Algoritma tersebut digunakan untuk membuat kompresi jenis *lossy compression*, yaitu pemampatan data dimana tidak ada satu byte pun data yang hilang sehingga data tersebut utuh dan disimpan sesuai dengan aslinya. Pada sejarahnya, Huffman sudah tidak dapat membuktikan apapun tentang kode apapun yang efisien, tapi ketika tugasnya hampir final ia mendapatkan ide untuk menggunakan pohon biner untuk menyelesaikan masalahnya untuk mencari kode yang efisien. Pada dasarnya, algoritma Huffman ini bekerja seperti mesin sandi morse, yang membentuk suatu kode dari suatu karakter sehingga karakter tersebut memiliki rangkaian bit yang lebih pendek dibandingkan sebelumnya.

Tahapan proses kompresi algoritma Huffman :

1. Hitung banyaknya jenis karakter dan jumlah dari masing masing karakter yang terdapat dalam sebuah file.
2. Susun setiap jenis karakter dengan urutan jenis karakter yang jumlahnya paling sedikit ke yang jumlahnya paling banyak.
3. Buat pohon biner berdasarkan berdasarkan urutan karakter dari yang jumlahnya terkecil ke yang terbesar dan member kode untuk tiap karakter.
4. Ganti data yang ada dengan kode bit berdasarkan pohon biner.
5. Simpan jumlah bit untuk kode bit yang terbesar, jenis karakter yang diurutkan dari frekuensi keluarnya terbesar ke terkecil beserta data yang sudah berubah menjadi kode bit sebagai data hasil kompresi.

Sumber : ([Http://en.wikipedia.org/wiki/Huffman\\_coding](http://en.wikipedia.org/wiki/Huffman_coding), 28 Juni 2016)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa pada algoritma *arithmetic coding* dan algoritma *huffman* dilakukan dengan tujuan agar kualitas dari kinerja masing masing algoritma dapat diketahui dengan baik. Jenis gambar yang akan dikompresi dengan format *bitmap* dengan ekstensi *.bmp*.

Cara kerja kompresi dilakukan dengan penerapan yang dimilikinya dan mengkompresinya dengan aturan aturan yang sesuai dengan algoitma tersebut. Dari hasil kompresi masing masing maka didapatkan kapasitas setelah dikompresi maupun rasio setelah dilakukannya kompresi.

**Analisa Arithmetic Coding**

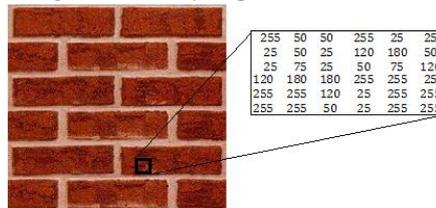
Gagasan utama pada *Arithmetic coding* adalah memberikan setiap simbol sebuah *range* (interval). Dimulai dengan *range* [0..1], setiap *range* dibagi dalam beberapa sub-*range*, dimana ukurannya sebanding dengan probabilitas (kemungkinan) yang muncul dari simbol-simbol yang sama. Semakin tinggi probabilitas yang dimiliki oleh suatu simbol, semakin tinggi pula *range* yang diberikan terhadap simbol tersebut. Dalam setiap proses *coding* (pengkodean) ada 2 proses penting, yaitu proses *encoding* dan *decoding*.

Walaupun terdapat karakter memiliki karakter yang sama namun *range* probabilitasnya pasti berbeda dan *range* semua karakter yang mungkin muncul harus berada dalam *range* 0 sampai 1.

Proses *encoding* pada *Arithmetic Coding* adalah sebagai berikut :

5. Nilai *low* dan *high* masing-masing diberi nilai *low* = 0 dan *high* = 1
6. Karakter pertama dicari nilai *code\_range*, yaitu dengan mengurang nilai *high* dengan *low*, atau  $code\_range = high - low$
7. Cari nilai *high* dan *low* yang baru dengan menggunakan rumus sebagai berikut:  
 $High = low + code\_range * high\_range(\text{karakter pertama})$   
 $Low = low + code\_range * low\_range(\text{karakter pertama})$

Jika tidak terdapat lagi karakter dalam data maka proses berhenti. Namun, jika masih ada karakter dalam data maka proses diulang dari langkah 2 sampai karakter terakhir. Setelah karakter terakhir di-*encoding* maka diperoleh sebuah interval *high* dan *low* yang baru.



Gambar 2 File Citra

Data citra digital dalam bentuk matriks berikut ini.

$$\begin{bmatrix} 255 & 50 & 50 & 255 & 25 & 25 \\ 25 & 50 & 25 & 120 & 180 & 50 \\ 25 & 75 & 25 & 50 & 75 & 120 \\ 120 & 180 & 180 & 255 & 255 & 25 \\ 255 & 255 & 120 & 25 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 50 & 25 & 255 & 255 \end{bmatrix}$$

Gambar 3 File Citra dalam bentuk matriks

Kemudian diperoleh probabilitas untuk setiap simbol. Tiap simbol akan diberikan *range* tertentu yang nilainya antara 0 dan 1, sesuai dengan probabilitas yang ada. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Tabel Probabilitas dan Range pada matriks citra digital

| Simbol | Frekuensi | Probabilitas | Range       |
|--------|-----------|--------------|-------------|
| 255    | 12        | 1/3 = 0.33   | 0.0 – 0.33  |
| 50     | 6         | 1/6 = 0.17   | 0.33 – 0.5  |
| 25     | 9         | 1/4 = 0.25   | 0.5 – 0.75  |
| 120    | 4         | 1/9 = 0.11   | 0.75 – 0.86 |
| 180    | 3         | 1/12 = 0.08  | 0.86 – 0.94 |
| 75     | 2         | 1/18 = 0.06  | 0.94 – 1.00 |
| Total  | 36        | 1            | 0.0 – 1.0   |

Selanjutnya dilakukan proses *encoding* menggunakan proses *encoding*. Karena matriks gambar 4 mempunyai 36 simbol, maka dimisalkan 4 simbol saja seperti gambar di bawah ini.

$$\begin{bmatrix} 255 & 50 \\ 25 & 50 \end{bmatrix}$$

Gambar 4 Potongan simbol data pada matriks citra digital

Pertama diambil simbol “255”. Nilai *CodeRange* adalah  $1.0 - 0.0 = 1.0$ ,  $high\_range(255)=0.33$ ,  $low\_range(255)=0.0$ . Maka diperoleh nilai

$$Low = low + (CR \times low\_range)$$

$$Low = 0.0 + (1.0 \times 0.0)$$

$$Low = 0.0$$

$$High = low + (CR \times high\_range)$$

$$High = 0.0 + (1.0 \times 0.33)$$

$$High = 0.33$$

Kemudian diambil simbol “50”. Nilai *CodeRange* adalah  $0.33 - 0.0 = 0.33$ ,  $high\_range(50)=0.5$ ,  $low\_range(50)=0.33$ . Maka diperoleh nilai

$$Low = low + (CR \times low\_range)$$

$$Low = 0.0 + (0.33 \times 0.33)$$

$$Low = 0.1089$$

$$High = low + (CR \times high\_range)$$

$$High = 0.0 + (0.33 \times 0.5)$$

$$High = 0.165$$

Kemudian diambil simbol “25”. Nilai *CodeRange* adalah  $0.165 - 0.1089 = 0.0561$ ,  $high\_range(25)=0.75$ ,  $low\_range(25)=0.5$ . Maka diperoleh nilai

$$Low = low + (CR \times low\_range)$$

$$Low = 0.1089 + (0.0561 \times 0.5)$$

$$Low = 0.13695$$

$$High = low + (CR \times high\_range)$$

$$High = 0.1089 + (0.0561 \times 0.75)$$

$$High = 0.150975$$

Kemudian diambil simbol “50”. Nilai *CodeRange* adalah  $0.150975 - 0.13695 = 0.014025$ ,  $high\_range(50)=0.5$ ,  $low\_range(50)=0.33$ . Maka diperoleh nilai

$$Low = low + (CR \times low\_range)$$

$$Low = 0.13695 + (0.014025 \times 0.33)$$

$$Low = 0.14157825$$

$$High = low + (CR \times high\_range)$$

$$High = 0.13695 + (0.014025 \times 0.5)$$

$$High = 0.1439625$$

Tabel 2 Hasil proses *encoding* pada matriks citra digital

| Simbol | Low        | High      |
|--------|------------|-----------|
| 255    | 0.0        | 0.33      |
| 50     | 0.1089     | 0.165     |
| 25     | 0.13695    | 0.150975  |
| 50     | 0.14157825 | 0.1439625 |

Pada akhir proses akan diperoleh sebuah *range* simbol akhir, yaitu [0.14157825, 0.1439625]. Sehingga *file* citra dikodekan dengan *range* simbol terakhir tersebut.

### Decoding Arithmetic Coding

Proses ini merupakan untuk mengubah nilai *encoded* yang merepresentasikan data yang di *encoding* untuk mendapatkan kembali data asli. Proses *decoding* pada *arithmetic coding* yaitu:

5. Dari nilai *encoded symbol* yang diperoleh, dapat langsung ditentukan karakter pertama dari datayang di *encoding*. Caranya dengan melihat tabel probabilitas, di *range* karakter yang manakah *encoded symbol* itu berada.
6. Jika sudah mengetahui karakter pertama, maka selanjutnya dicari *code range* dengan menggunakan rumus :  
 $Code\ range = high\ range\ symbol - low\ range\ symbol$
7. Kemudian dicari nilai *encoded\_symbol* yang baru dengan menggunakan rumus :  
 $Encoded\ symbol\ new = (encoded\ symbol\ old - low\ range\ symbol) \div code\ range$
8. Dari hasil *encoded symbol* yang baru, maka dapat ditentukan karakter berikutnya. Jika masih ada simbol maka kembali ke langkah 2 sampai simbol habis.

Untuk proses *decoding* dibutuhkan simbol awal dari *range* simbol akhir dengan karakter awal "255". Maka proses *decoding* untuk karakter "255" adalah sebagai berikut.

$Low=0.0$

$High=0.33$

$CodeRange=0.33 - 0.0=0.33$

$Encoded\_Symbol = (0.14157825 - 0.0) \div 0.33 = 0.429025$

Setelah didapat nilai *Encoded\_Symbol* dari karakter "255", maka nilai tersebut diambil untuk *decoding* selanjutnya yaitu karakter "50". Proses *decoding* karakter "50" adalah sebagai berikut.

$Low=0.33$

$High=0.5$

$CodeRange=0.5 - 0.33=0.17$

$Encoded\_Symbol = (0.429025 - 0.33) \div 0.17 = 0.5825$

Setelah didapat nilai *Encoded\_Symbol* dari karakter "50", maka nilai tersebut diambil untuk *decoding* selanjutnya yaitu karakter "25". Proses *decoding* karakter "25" adalah sebagai berikut.

$Low=0.5$

$High=0.75$

$CodeRange=0.75 - 0.5=0.25$

$Encoded\_Symbol = (0.5825 - 0.5) \div 0.25 = 0.33$

Setelah didapat nilai *Encoded\_Symbol* dari karakter "25", maka nilai tersebut diambil untuk *decoding* selanjutnya yaitu karakter "50". Proses *decoding* karakter "50" adalah sebagai berikut.

$Low=0.33$

$High=0.5$

$CodeRange=0.5 - 0.33=0.17$

$Encoded\_Symbol = (0.33 - 0.33) \div 0.17 = 0$

Setelah didapat nilai *Encoded\_Symbol* dari karakter akhir yaitu "25", maka proses *decoding* selesai.

Tabel 3 Kalkulasi *Encoded\_Symbol* pada matriks citra digital

| Karakter | <i>Encoded_Symbol</i>                      |
|----------|--------------------------------------------|
| 255      | $(0.14157825 - 0.00) \div 0.33 = 0.429025$ |
| 50       | $(0.429025 - 0.33) \div 0.17 = 0.5825$     |
| 25       | $(0.5825 - 0.50) \div 0.25 = 0.33$         |
| 50       | $(0.33 - 0.33) \div 0.17 = 0$              |

Tabel 4 Hasil *Decoding* pada matriks citra digital

| <i>Encoded_Symbol</i> | Karakter | <i>Low</i> | <i>High</i> | <i>CodeRange</i> |
|-----------------------|----------|------------|-------------|------------------|
| 0.429025              | 255      | 0.0        | 0.33        | 0.33             |
| 0.5825                | 50       | 0.33       | 0.5         | 0.17             |
| 0.33                  | 25       | 0.5        | 0.75        | 0.25             |
| 0                     | 50       | 0.33       | 0.5         | 0.17             |

### Analisa Kompresi Huffman

Algoritma Huffman ini merupakan salah satu teknik kompresi dengan cara melakukan pengkodean dalam bentuk bit untuk mewakili data karakter. Adapun cara kerja algoritma ini sebagai berikut:

1. Menghitung banyaknya jenis karakter dan jumlah dari masing masing karakter yang terdapat dalam sebuah file.
2. Menyusun setiap karakter dengan urutan jenis karakter yang jumlahnya paling sedikit ke jumlahnya yang paling banyak.

3. Membuat pohon biner berdasarkan urutan karakter dari yang jumlahnya yang terkecil ke yang terbesar, dan member kode untuk tiap karakter.
4. Mengganti data yang ada dengan kode bit berdasarkan kode biner.  
Menyimpan jumlah bit untuk kode bit yang terbesar, jenis karakter yang diurutkan dari frekuensi keluarannya terbesar ke terkecil beserta data yang sudah berubah menjadi kode bit sebagai data hasil kompresi.

Beberapa metode kompresi citra telah dikembangkan seperti *block coding*, *encoding*, CDT, *Wavelet transform* dan lainnya. Algoritma kompresi citra terus dikembangkan dengan tujuan untuk mengkompres hingga sekecil mungkin data citra, namun pada saat rekonstruksi diharapkan tidak satupun data citra yang hilang. Berdasarkan pada landasan pikian diatas, maka penulis mencoba meneliti sejauh mana algoritma *Huffman* ini dapat digunakan untuk mengkompres citra.

Secara fisis, sebuah citra adalah merupakan representasi objek objek baik dalam keadaan diam atau bergerak pada suatu support fisik seperti kertas monitor atau yang lainnya. Secara matematis, sebuah citra dinyatakan sebagai sebuah fungsi matematis 2 dimensi  $2D f(x,y)$  atau tiga dimensi  $3D f(x,y,z)$ . Dimana  $x$  dan  $y$  menyatakan posisi koordinat 2D, sedangkan  $f$  menyatakan nilai intensitas (kecerahan) atau menyatakan warna pada setiap posisi  $x,y$ . Sebuah citra digital dalam sebuah computer dinyatakan dalam bentuk matriks 2D, dimana elemen matriks disebut pixel dan nilai dari setiap elemen matriksnya menyatakan intensitas atau warna.

Bila matriks ini sebuah citra gray-level berukuran  $5 \times 5$  pixel, maka nilai elemen matriks (pixel), menyatakan tingkat keabuan citra. Tetapi bila matriks ini mewakili sebuah citra berwarna, maka nilai elemen matriksnya menyatakan warna. Setiap pixel dalam sebuah citra yang dikode 8 bit, berarti citra tersebut memiliki tingkat keabuan atau memiliki 256 warna.

Dengan mengambil contoh matriks sebelumnya, dikembangkan sebuah algoritma untuk mengkompres data citra sebagai berikut:

1. Buat data citra yang berupa data matriks tersebut menjadi vector, sehingga didapat vector[255, 50, 50, 255, 25, 25, 50, 25, 120, 180, 25, 75, 25, 50, 75, 120, 180, 180, 255, 255, 255, 255, 120, 25, 255].  
Besarnya data citra = 25 byte
2. Baca vector tersebut dan tentukan nilai warna yang ada serta frekuensi munculnya. Hasilnya adalah Tabel 5 Frekuensi dari data vector

| Data | Frekuensi |
|------|-----------|
| 255  | 7         |
| 25   | 6         |
| 50   | 4         |
| 120  | 3         |
| 180  | 3         |
| 75   | 2         |

3. Urutkan warna dari yang fekuensinya terkecil ke yang frekuensinya yang terbesar 255, 25, 50, 120, 180, 75
4. Mengganti data warna dengan kode bit berdasarkan kode biner.  
Table 6 Kode Biner dari Karakter Citra

| Data | Kode Bit |
|------|----------|
| 255  | 1        |
| 25   | 01       |
| 50   | 001      |
| 120  | 0001     |
| 180  | 00001    |
| 75   | 000001   |

Sekarang akan dilakukan tempat penghitungan untuk tempat yang dibutuhkan memori untuk *file* yang telah dikompresi.

Tabel 7 Perhitungan Hasil Kompresi Algoritma Template

| Data | Kode Bit | Jumlah | Ukuran Citra   |
|------|----------|--------|----------------|
| 255  | 1        | 7      | 1 bit *7 = 7   |
| 25   | 01       | 6      | 2 bit *12 = 24 |
| 50   | 001      | 4      | 3 bit *4 = 12  |
| 120  | 0001     | 3      | 4 bit *3 = 12  |
| 180  | 00001    | 3      | 5 bit *3 = 15  |
| 75   | 000001   | 2      | 6 bit *2 = 12  |

Untuk citra setelah dikompresi =  $7 + 24 + 12 + 12 + 15 + 12 = 82$  bit setelah dikompresi.

Ukuran citra semula sebelum dilakukan kompresi file citra terdiri dari 5 x 5 pixel =25 byte dimana dalam satuan bit menjadi 25 x 8 bit menjadi 200 bit.

Rasio =  $100 - (\text{ukuran citra hasil kompresi} / \text{ukuran citra semula}) \times 100\%$

Rasio =  $100 - (82/200) \times 100\%$

Rasio =  $100 - (0,41) \times 100\%$

Rasio =  $100 - 41\%$

Rasio = 59 %

Bila dilihat perbandingan sebelum dikompresi, file citra terdiri dari 25 byte dimana dalam satuan bit menjadi 25 x 8 bit menjadi 200 bit. Tapi setelah dilakukan kompresi menjadi 82 bit sehingga didapat besar rasio sebesar 59% yang artinya 59% dari citra semula telah berhasil dimampatkan.

### **KESIMPULAN**

Pada perhitungan kompresi citra diawali dengan memilih *file* citra yang diinginkan kemudian diubah ke dalam bentuk matriks yang akan digunakan dalam perhitungan kompresi *file*, penerapan metode *arithmetic coding* dan *huffman* pada kompresi *file* citra diawali dengan pembuatan tabel probabilitas, kemudian pemberian *range* pada masing-masing data dan perhitungan dengan metode *arithmetic coding* dan *huffman* untuk mendapatkan tabel akhir dan Perancangan kompresi *file* dengan *visual studio* 2008 dalam pembuatan sebuah *form* utama yang terdiri dari aksi pemilihan *file* yang akan dikompresi dan aksi untuk menyimpan menjadi *file output*.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Djon Irwanto, 2006 Perancangan Object Oriented Software dengan UML,  
Sutoyo. T. Mulyanto. E, 2009: 165, *lossless* Penerbit Andi, Yogyakarta  
Mesran, 2009 Visual Basic, Penerbit Mesran.net.  
Fauzi, 2003, Analisis Beberapa Teknik *Coding*

**PERANCANGAN APLIKASI UJIAN PSIKOTES PENERIMAAN  
CALON TENAGA KERJA DENGAN MENERAPKAN  
ALGORITMA LINEAR CONGRUENT METHOD  
(STUDI KASUS : PT. INDOMOBIL  
FINANCE INDONESIA)**

**Sri Heriati**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak.** Tes psikologi atau psikotes pada dasarnya merupakan suatu upaya diagnostik dengan alat-alat ukur tertentu yang diciptakan oleh para pakar psikologi untuk mengungkap gambaran potensi yang dimiliki oleh seseorang atau untuk membedakan perilaku seseorang dengan orang lain melalui pemberian persoalan-persoalan tertentu. Banyak perusahaan menggunakan psikotes sebagai salah satu tes penerimaan calon pegawai, sehingga seseorang akan dinilai cocok atau tidaknya dengan pekerjaan yang akan dihadapi. Aspek psikologis yang biasanya dinilai dalam berbagai tes menjadi pegawai terdiri dan beberapa hal berikut: motivasi berprestasi, stabilisasi emosi, hubungan sosial, penyesuaian diri, kemandirian, komunikasi, kerja sama dan kepemimpinan. Bagi Perusahaan Informasi mengenai potensi calon pegawai sangat dibutuhkan oleh perusahaan dalam berbagai proses manajemen SDM, seperti proses seleksi, perencanaan karir, pelatihan dan pengembangan, serta placement. Jika ujian psikotes dilakukan secara manual yakni dengan pena dan kertas maka sangat memakan banyak waktu dan para calon tenaga kerja yang mengikuti seleksi tes psikotes dapat bekerjasama/mencontek dalam menyelesaikan soal-soal yang di ujikan kepada calon tenaga kerja tersebut. Untuk mengatasi kelemahan tersebut maka dibutuhkan suatu sistem yang terkomputerisasi yang dapat mengacak (random) soal-soal ujian tersebut agar setiap calon tenaga kerja yang mengikuti ujian psikotes tidak dapat bekerjasama ataupun mencontek, karena soal yang muncul akan berbeda-beda disemua calon tenaga kerja yang akan diseleksi.

**Kata Kunci :** psikotes, soal, ujian, seleksi, Random

## **PENDAHULUAN**

PT. Indomobil Finance adalah membiayai pembelian sepeda motor dengan prinsip mudah, aman, dan menguntungkan. Prinsip “Mudah” maksudnya adalah proses pengajuan permohonan pembiayaan sederhana dengan persyaratan yang standar seperti identitas diri (KTP/SIM/Keterangan Domisili), proses persetujuan cepat dimana pada hari yang sama sudah dapat diketahui keputusan persetujuan tersebut tergantung dari prasyarat yang telah ditentukan, sampai proses pembayaran angsuran dapat dilakukan di banyak tempat seperti Dealer, Kantor Indomobil Finance, Bank dan ATM. Prinsip “Aman” maksudnya bahwa barang dibiayai diasuransikan ke perusahaan asuransi, BPKP disimpan dalam tempat yang aman di kantor Cabang Lubuk Pakam dan tidak dijaminkan ke pihak lain.

Bagi perusahaan Informasi mengenai potensi calon pegawai sangat dibutuhkan oleh perusahaan dalam berbagai proses manajemen SDM, seperti proses seleksi. Banyak perusahaan menggunakan psikotes sebagai salah satu tes seleksi penerimaan calon pegawai, sehingga seseorang akan dinilai cocok atau tidaknya dengan pekerjaan yang akan dihadapi. Tes ini sangat unik karena tidak hanya menguji kemampuan dan pengetahuan seseorang dalam bidang tertentu tetapi tes ini dapat menguji ketahanan, kesabaran, ketelitian, kedisiplinan bahkan kejujuran seseorang dapat diketahui melalui tes ini. Manfaat psikotes bagi calon pegawai, psikotes bisa mengoptimalkan kemampuan. Tes psikologi atau psikotes pada dasarnya merupakan suatu upaya diagnostik dengan alat-alat ukur tertentu yang diciptakan oleh para pakar psikologi untuk mengungkap gambaran potensi yang dimiliki oleh seseorang atau untuk membedakan perilaku seseorang dengan orang lain melalui pemberian persoalan-persoalan tertentu.

Jika ujian psikotes dilakukan secara manual yakni dengan pena dan kertas maka sangat memakan banyak waktu dan para calon tenaga kerja yang mengikuti seleksi tes psikotes dapat bekerjasama/mencontek dalam menyelesaikan soal-soal yang di ujikan kepada calon tenaga kerja tersebut. Untuk mengatasi kelemahan tersebut maka dibutuhkan suatu sistem yang terkomputerisasi yang dapat mengacak (random) soal-soal ujian tersebut agar setiap calon tenaga kerja yang mengikuti ujian psikotes tidak dapat bekerjasama ataupun mencontek, karena soal yang muncul akan berbeda-beda disemua calon tenaga kerja yang akan diseleksi. Penulis menggunakan algoritma *Linear Congruent Method*.

*Linear Congruential Generator* (LCG) merupakan jenis *Pseudorandom Number Generator* (PRNG) yang banyak dipergunakan dalam aplikasi komputer modern. *Linear Congruential Generator* (LCG) ditemukan oleh D.H Lehmer. Tak lama sesudah itu, banyak programmer yang menggunakan metode *Linear Congruential Generator* (LCG) tersebut untuk menghasilkan bilangan yang tampak *random* (*Pseudorandom number*) dalam jumlah besar dan waktu yang cepat. Ciri khas dari *Linear Congruent Method* (LCM) adalah terjadi pengulangan pada periode waktu tertentu atau setelah sekian

kali pembangkitan, hal ini adalah salah satu sifat dari metode ini dan *pseudorandom generator* pada umumnya. Penentuan konstanta *Linear Congruent Method* (LCM) ( $a$ ,  $c$  dan  $m$ ) sangat menentukan baik tidaknya bilangan acak yang diperoleh dalam arti memperoleh bilangan acak yang yang seakan-akan tidak terjadi perulangan. (Daniel Munthe, Implementasi Linier Congruent Method (Lcm) Pada Aplikasi Tryout Snmptn. 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses dalam penyeleksian calon tenaga kerja di PT. Indomobil Finance Indonesia, menerapkan algoritma *Linear Congruent Method* dalam aplikasi ujian psikotes penyeleksian calon tenaga kerja dan merancang aplikasi ujian psikotes dengan menerapkan algoritma *Linear Congruent Method*.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu soal-soal psikotes sebagai bahan penelitian, bahasa pemrograman Microsoft Visual Studio 2008 dan *database Mysql* digunakan sebagai *tools* perancangan aplikasi.

### **Metode**

#### ***Linear Congruent Generator***

Jenis *Pseudorandom Number Generator* (PRNG) yang dibahas adalah *Linear Congruential Generator* (LCG). *Linear Congruential Generator* (LCG) merupakan jenis *Pseudorandom Number Generator* (PRNG) yang banyak dipergunakan dalam aplikasi komputer modern. *Linear Congruential Generator* (LCG) ditemukan oleh D.H Lehmer. Tak lama sesudah itu, banyak programmer yang menggunakan metode *Linear Congruential Generator* (LCG) tersebut untuk menghasilkan bilangan yang tampak *random* (*Pseudorandom number*) dalam jumlah besar dan waktu yang cepat. *Programmer* pada saat itu hanya membutuhkan kecepatan pembangkitan bilangan *random* saja tanpa memperhatikan kerandoman bilangan tersebut secara statistika [9].

Karena itu ada banyak generator *Linear Congruential Generator* (LCG) yang gagal melalui pengujian kerandoman statistika. Bilangan acak yang dibangkitkan oleh komputer merupakan bilangan acak semu, karena pembangkitannya menggunakan operasi-operasi aritmatika. Banyak algoritma atau metode yang dapat digunakan untuk membangkitkan bilangan acak. Dalam buku teks statistik klasik, angka-angka acak diciptakan dengan mengambil bola yang dinomori keluar dari suatu kotak yang berisi sejumlah bola bernomor yang diketahui jumlahnya. Jika jumlah bola yang ada didalam kotak jumlahnya sedikit, maka hal tersebut masih mungkin dilakukan. Tetapi jika jumlah bolanya dalam jumlah yang sangat besar, maka hal tersebut akan susah dan tidak efektif dilakukan. Terlepas dari hal itu, ada *issue* yang lain yang meragukan bahwa mengambil bola bernomor dari suatu kotak besar merupakan suatu proses acak dengan kesempatan sama untuk semua bola. Karena hal tersebut dan pertimbangan lainnya, maka dilakukan komputerisasi generator bilangan *random*. Sesungguhnya, bahasa pemrograman tingkat tinggi menawarkan sedikitnya satu format dari generator bilangan *random* (Daniel Munthe, Implementasi Linier Congruent Method (LCM) Pada Aplikasi Tryout SNMPTN, 2014).

Pembuatan angka-angka yang acak bukan merupakan hal yang mudah, karena komputer adalah suatu mesin deterministik. Karena itulah mustahil untuk membuat angka-angka acak yang benar-benar *random* tanpa adanya perangkat keras tambahan. *True random number generator* atau TRNG secara defenisi tidak dapat terprediksi. *True random number generator* atau TRNG dilakukan dengan melakukan sampling entropi sumber dari alam dan memprosesnya melalui komputer. Misalnya adalah bilangan *random* yang dihasilkan oleh Random.org dan Lavarand.sgi.com menggunakan *Lava lite lamps* sebagai entropi sumber. Entropi sumber yang lain yang cukup bagus adalah radioaktivitas yang juga digunakan oleh Fourmilab di Swiss untuk membangkitkan *true random number random* (Daniel Munthe, Implementasi Linier Congruent Method (LCM) Pada Aplikasi Tryout SNMPTN, 2014).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Seleksi tenaga kerja dimaksudkan untuk memilih tenaga kerja cakap yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan organisasi di masa sekarang dan yang akan datang. Seleksi tenaga kerja juga memberikan sarana untuk mencapai tujuan manajemen sumber daya manusia yang ditentukan dalam perencanaan sumber daya manusia. Pada PT. Indomobil Finance Indonesia Cabang Lubuk Pakam salah satu seleksi penerimaan karyawan adalah dengan ujian psikotes. Namun ujian tersebut dilakukan dengan cara konvensional sehingga terlalu lama memakan waktu pada saat penyelenggaraan perekrutan calon karyawan baru terutama pada saat ujian psikotes dan diantara peserta ujian dapat menimbulkan kecurangan seperti mencontek ataupun bekerja sama dalam menyelesaikan soal psikotes yang diberikan. Sehingga dibutuhkan sebuah sistem ujian yang telah terkomputerisasi untuk proses penyeleksian karyawan selain itu penggunaan sistem ujian yang telah terkomputerisasi juga sangat efisien terhadap

waktu dan dapat meminimalisir kecurangan yang dilakukan peserta ujian psikotes dalam ujian karena dalam aplikasi ini nantinya akan menerapkan algoritma *Linear Congruent Method*. Algoritma *Linear Congruent Method* akan mengacak soal ujian psikotes dan menampilkannya secara *random*.

**Penerapan Algoritma *Random Generator* Dalam Aplikasi Ujian Psikotes Penyeleksian Calon Tenaga Kerja**

Berikut penjelasan bagian-bagian dari *Congruential Pseudo Random Number Generator* dalam mengacak soal ujian psikotes untuk calon tenaga kerja. *Linear Congruential Generator (LCG)*

1. Metode ini digunakan untuk membangkitkan bilangan acak (*index* nomor soal ujian psikotes) dengan *distribusi uniform*.

2. Pseudo RNG, berbentuk:

$$X_n = (a \cdot X_{n-1} + c) \bmod m$$

Dimana :

$X_n$  = bilangan acak ke-i dari deretnya

$X_{n-1}$  = bilangan acak sebelumnya

a = faktor pengali

c = increment

m = modulus

kunci pembangkit adalah  $Z_0$  yang disebut umpam (*seed*)

3. Agar pengacakan nilai random tidak menghasilkan nilai 0 maka penulis menambahkan nilai 1 setiap kali pengacakan. dengan rumus

$$\text{Soal}_i = X_n + 1$$

Jika dalam sebuah ujian psikotes terdapat jumlah soal 40 paket soal yang dibagi menjadi 2 kelompok soal yaitu soal verbal terdiri dari 1-20 soal serta soal numerik 21-40 soal dan paket soal tersebut akan diacak secara random agar urutan soal yang muncul tidak terurut sehingga mengurangi resiko kecurangan yang dilakukan calon tenaga kerja.

Tabel 1 Soal Psikotes

| No | Soal                            | Pilihan jawaban                                    |
|----|---------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1  | Mobil – Bensin = Pelari – ....  | a. Makanan<br>b. Sepatu<br>c. Kaos<br>d. Lintasan  |
| 2  | Dingin – Selimut = Hujan – .... | a. Air<br>b. Payung<br>c. Dingin<br>d. Basah       |
| 3  | Semir – Sepatu = Sikat – ....   | a. Kuku<br>b. Rambut<br>c. Televisi<br>d. Gigi     |
| 4  | Kepala – Pusing = Perut – ....  | a. Batuk<br>b. Pilek<br>c. Mules<br>d. Gemuk       |
| 5  | Bugil – Pakaian = Gundul – .... | a. Botak<br>b. Kepala<br>c. Cukur<br>d. Rambut     |
| 6  | Kayu – Pohon = Emas – ....      | a. Tambang<br>b. Perhiasan<br>c. Mahal<br>d. Logam |
| 7  | Saya – Kami = Dia – ....        | a. Kamu<br>b. Mereka<br>c. Anda<br>d. Kita         |
| 8  | Kumis – Kucing = Belalai – .... | a. Ular<br>b. Harimau                              |

- 9 Reguler – Senin = Karyawan – ....  
c. Gajah  
d. Hidung  
a. Selasa  
b. Rabu  
c. Minggu  
d. Jumat
- 10 Busur – Panah = Senapan – ....  
a. Peluru  
b. Senjata  
c. Berbahaya  
d. Tembakan
- 11 Ayah – Anak = Pohon – ....  
a. Daun  
b. Tunas  
c. Ranting  
d. Akar
- 12 Es – Dingin = Gula – ....  
a. Bubuk  
b. Kristal  
c. Tebu  
d. Manis
- 13 Pintar – Belajar = Bodoh – ....  
a. Cerdas  
b. Rajin  
c. Dosen  
d. Malas
- 14 Terbang – Burung = Jalan – ....  
a. Jauh  
b. Singa  
c. Lebah  
d. Kupu-kupu
- 15 Mobil – Roda = Rumah – ....  
a. Pondasi  
b. Tanah  
c. Jendela  
d. Atap
- 16 Bulan – Bumi = Yupiter – ...  
a. Venus  
b. Orbit  
c. Matahari  
d. Bulan
- 17 Februari – April = Mei – ....  
a. Juli  
b. Agustus  
c. September  
d. Oktober
- 18 Ekspor – Pergi = Impor – ....  
a. Luar  
b. Dagang  
c. Masuk  
d. Asing
- 19 Mobil – Bensin = Perahu – ....  
a. Laut  
b. Angin  
c. Ombak  
d. Kayu
- 20 Mikroskop – Mikroba = Teleskop – ....  
a. Bakteri  
b. Bioskop  
c. Teropong  
d. Bintang
- 21  $25 + 27 + 30 = \dots$   
a. 85  
b. 87  
c. 82  
d. 92
- 22  $0,75 \times 8888 = \dots$   
a. 4999  
b. 6788

- 23  $3,14 + 8,54 = \dots$
- 24  $87576 + 8997 = \dots$
- 25  $656 \times 14 \frac{1}{2} = \dots$
- 26 Bambang meninggalkan kota A pukul 6:15. dan sampai di kota B pukul 9:45. jika dia mengendarai mobilnya dengan kecepatan rata-rata 60km/jam, dan dia beristirahat satu jam untuk makan, berapa km jarak A ke B.
- 27 Jika sebuah bujur sangkar P luasnya 64 dan sisinya = x dan Q adalah sebuah empat persegi panjang, dimana salah satu sisinya 4, dan sisi lainnya y, bila  $P=Q$ , maka
- 28 jika seorang berjalan menempuh jarak  $\frac{2}{5}$  km dalam 5 menit, berapa kecepatan rata-rata perjalanan orang tersebut dalam 1 jam?
- 29 sebuah salib sumbu siku siku x dan y dengan titik pusat O, dengan sumbu x+ ke arah timur dan y+ ke arah utara, diputar dengan titik O sebagai pusat putaran ke arah lawan jarum jam. Sehingga sumbu x+ lama dengan sumbu y+ baru membentuk sebuah sudut 120°. berapakah derajat besar sudut antara sumbu x+ baru dengan sumbu y+ lama?
- 30 seorang siswa memperoleh nilai 91, 88, 86 dan 78 untuk empat mata pelajaran. Berapa nilai yang harus diperoleh untuk mata pelajaran ke lima agar dia memperoleh rata-rata 85.
- 31 Sebuah bejana berbentuk silinder berisi air  $\frac{1}{3}$ nya. Jika ditambah air 3 liter lagi, bejana ini menjadi berisi  $\frac{1}{2}$ nya. Berapa liter kapasitas bejana itu ?
- 32 Jika x rupiah dibagi merata pada n orang, setiap orang akan memperoleh bagian Rp. 60.000, = jika seorang lain bergabung pada kelompok di atas dan jika x rupiah dibagi merata, setiap orang sekarang memperoleh Rp. 50.000, berapa rupiahkah x ?
- 33 Jika tabung P tingginya dua kali tinggi tabung Q dan jari-jarinya setengah dari tabung Q, perbandingan isi tabung P terhadap isi tabung Q adalah :
- 34 Seorang pedagang menjual sebuah barang dengan harga Rp. 80.000, dan memperoleh laba 25 % dari harga beli. Berapakah harga beli.
- c. 7777  
d. 6666  
a. 11,68  
b. 11,38  
c. 11,86  
d. 7,68  
a. 96563  
b. 65347 c. 96573  
d. 67764  
7. 9512  
b. 8512  
c. 951  
d. 951,2  
a. 210 km  
b. 175 km  
c. 150 km  
d. 135 km  
e. 90 km  
a.  $X > y$   
b.  $X < y$   
c.  $X = y$   
d. X dan y tak bisa ditentukan  
e.  $X = 2y$   
a. 4 km  
b. 4,2 km  
c. 0,4 km  
d. 4,8 km  
e. 2,4 km  
a. 30  
b. 45  
c. 60  
d. 90  
e. 120  
a. 86  
b. 85  
c. 84  
d. 82  
e. 80  
a. 15  
b. 18  
c. 24  
d. 27  
e. 30  
a. 3.000.000  
b. 2.500.000  
c. 500.000  
d. 300.000  
e. 250.000  
a. 1 : 4  
b. 1 : 2  
c. 1 : 1  
d. 2 : 1  
e. 4 : 1  
a. 100.000  
b. 96.000  
c. 64.000

- d. 80.000  
e. 120.000
- 35 Seorang pekerja dibayar Rp. 800, perjam. Dia bekerja dari pukul 8.00 s/d pukul 16.00. dia akan dibayar tambahan 50 % perjam untuk selewatnya pukul 16.00, jika dia memperoleh bayaran Rp. 8.000, pada hari itu, pukul berapa dia pulang.  
a. 16.20  
b. 16.40  
c. 17.00  
d. 17.20
- 36 Seorang mahasiswa melakukan percobaan dilaboratorium dan mendapatkan kesimpulan bahwa perbandingan populasi kuman yang bersifat (x) dengan populasi kuman yang tidak bersifat (x) adalah 5:3, dan bahwa 3/8 dari kuman yang tidak bersifat (x) adalah jantan. Berapa populasi kuman (x) jantan terhadap pupulasi kuman seluruhnya?  
a. 1:1  
b. 5:8  
c. 6:13  
d. 15:64
- 37 Sebuah perusahaan mengurangi jam kerja pegawainya dari 40 jam perminggu menjadi 36 jam perminggu tanpa mengurangi gaji. Jika seorang pegawai tadinya diberi gaji Rp.x/jam. Berapa rupiahkah/jam gajinya sekarang?  
a. 40x  
b. 10x  
c. x/10  
d. 10x/9
- 38 Seorang pekerja mengecat tembok yang tingginya 3 meter dan telah sepertiga selesai. Jika dia selanjutnya mengecat tembok 10 meter persegi lagi, dia sudah akan tigaperempat selesai. Berapa meterkah panjang tembok itu.  
a. 10  
b. 8  
c. 6  
d. 4  
e. 3
- 49 Seorang dari titik x berjalan ke timur 1 km, kemudian 2 km ke utara, lalu 1 km ke timur, terus 1 km ke utara, lalu 1 km ke timur, terakhir 1 km ke utara sampai titik y. berapa kilometer jarak titik x dari titik y.  
a. 12  
b. 9  
c. 7  
d. 5  
e. 4
- 40 Panitia mengedarkan undangan pertemuan untuk 50 wanita dan 70 pria. Jika ternyata 40 % dari undangan wanita dan 50 % undangan pria hadir, kira-kira berapa persen yang hadir?  
a. 90  
b. 86  
c. 48  
d. 46  
e. 40

Adapun proses dari algoritma random generator adalah sebagai berikut :

Jika terdapat soal ujian psikotes sebanyak 40 buah dan belum diacak, di mana proses pengacakan soal dapat dilakukan dengan menentukan nilai  $a = 1$ ,  $c = 7$ ,  $m = 41$ , dan  $X_{n-1} = 3$ . Agar nilai  $X_i$  tidak menghasilkan 0, maka dalam pengacakan soal ini, setiap kali  $X_i$  telah ditambahkan dengan 1, maka diperoleh :

$$X_1 = (1.3 + 7) \text{ mod } 40 = 10 \leftarrow \text{nilai ini nantinya yang akan diacak pada proses pencarian angka random } X_2$$

$$\begin{aligned} \text{Soal}_1 &= (X_1+1) \\ &= (10 + 1) = 11 \leftarrow \text{maka index soal urutan ke-11 yang akan ditampilkan pertama sekali. Nilai yang akan diacak selanjutnya adalah nilai hasil random } (X_n) \text{ sebelum ditambahkan 1.} \end{aligned}$$

$$X_2 = (1.10 + 7) \text{ mod } 40 = 17 \leftarrow \text{nilai ini nantinya yang akan diacak pada proses pencarian angka random } X_3, \text{ begitu seterusnya hingga akhir dari pengacakan nilai.}$$

$$\begin{aligned} \text{Soal}_2 &= (X_2+1) \\ &= (17 + 1) = 18 \leftarrow \text{pengacakan selanjutnya index soal urutan ke-18 yang akan ditampilkan} \end{aligned}$$

$$X_3 = (1.17 + 7) \text{ mod } 40 = 24$$

$$\begin{aligned} \text{Soal}_3 &= (X_3+1) \\ &= (24 + 1) = 25 \end{aligned}$$

$$X_4 = (1.24 + 7) \text{ mod } 40 = 31$$

$$\begin{aligned} \text{Soal}_4 &= (X_4+1) \\ &= (31 + 1) = 32 \end{aligned}$$

$$X_5 = (1.31 + 7) \text{ mod } 40 = 38$$

$$\begin{aligned} \text{Soal}_5 &= (X_5+1) \\ &= (38 + 1) = 39 \end{aligned}$$

$$X_6 = (1.38 + 7) \text{ mod } 40 = 5$$

$$\begin{aligned} \text{Soal}_6 &= (X_6+1) \\ &= (5 + 1) = 6 \end{aligned}$$

$$X_7 = (1.5 + 7) \text{ mod } 40 = 12$$

$$\text{Soal}_7 = (X_7+1)$$

$$\begin{aligned}
 &= (12 + 1) = 13 \\
 X_8 &= (1.12 + 7) \bmod 40 = 19 \\
 \text{Soal}_8 &= (X_8+1) \\
 &= (19 + 1) = 20 \\
 X_9 &= (1.19 + 7) \bmod 40 = 26 \\
 \text{Soal}_9 &= (X_9+1) \\
 &= (26 + 1) = 27 \\
 X_{10} &= (1.26 + 7) \bmod 40 = 33 \\
 \text{Soal}_{10} &= (X_{10}+1) \\
 &= (33 + 1) 34 \\
 X_{11} &= (1.33 + 7) \bmod 40 = 0 \\
 \text{Soal}_{11} &= (X_{11}+1) \\
 &= (0 + 1) 1 \\
 X_{12} &= (1.0 + 7) \bmod 40 = 7 \\
 \text{Soal}_{12} &= (X_{12}+1) \\
 &= (7 + 1) 8 \\
 X_{13} &= (1.7 + 7) \bmod 40 = 14 \\
 \text{Soal}_{13} &= (X_{13}+1) \\
 &= (14 + 1) 15 \\
 X_{14} &= (1.14 + 7) \bmod 40 = 21 \\
 \text{Soal}_{14} &= (X_{14}+1) \\
 &= (21 + 1) 22 \\
 X_{15} &= (1.21 + 7) \bmod 40 = 28 \\
 \text{Soal}_{15} &= (X_{15}+1) \\
 &= (28 + 1) 29 \\
 X_{16} &= (1.28 + 7) \bmod 40 = 35 \\
 \text{Soal}_{16} &= (X_{16}+1) \\
 &= (35 + 1) 36 \\
 X_{17} &= (1.35 + 7) \bmod 40 = 2 \\
 \text{Soal}_{17} &= (X_{17}+1) \\
 &= (2 + 1) 3 \\
 X_{18} &= (1.2 + 7) \bmod 40 = 9 \\
 \text{Soal}_{18} &= (X_{18}+1) \\
 &= (9 + 1) 10 \\
 X_{19} &= (1.9 + 7) \bmod 40 = 16 \\
 \text{Soal}_{19} &= (X_{19}+1) \\
 &= (16 + 1) 17 \\
 X_{20} &= (1.16 + 7) \bmod 40 = 23 \\
 \text{Soal}_{20} &= (X_{20}+1) \\
 &= (23 + 1) 24 \\
 X_{21} &= (1.23 + 7) \bmod 40 = 30 \\
 \text{Soal}_{21} &= (X_{21}+1) \\
 &= (30 + 1) 31 \\
 X_{22} &= (1.30 + 7) \bmod 40 = 37 \\
 \text{Soal}_{22} &= (X_{22}+1) \\
 &= (37 + 1) 38 \\
 X_{23} &= (1.37 + 7) \bmod 40 = 4 \\
 \text{Soal}_{23} &= (X_{23}+1) \\
 &= (4 + 1) 5 \\
 X_{24} &= (1.4 + 7) \bmod 40 = 11 \\
 \text{Soal}_{24} &= (X_{24}+1) \\
 &= (11 + 1) 12 \\
 X_{25} &= (1.11 + 7) \bmod 40 = 18 \\
 \text{Soal}_{25} &= (X_{25}+1) \\
 &= (18 + 1) 19 \\
 X_{26} &= (1.18 + 7) \bmod 40 = 25 \\
 \text{Soal}_{26} &= (X_{26}+1) \\
 &= (25 + 1) 26 \\
 X_{27} &= (1.25 + 7) \bmod 40 = 32 \\
 \text{Soal}_{27} &= (X_{27}+1) \\
 &= (32 + 1) 33 \\
 X_{28} &= (1.32 + 7) \bmod 40 = 39
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Soal}_{28} &= (X_{28}+1) \\ &= (39 + 1) 40 \\ X_{29} &= (1.39 + 7) \text{ mod } 40 = 6 \\ \text{Soal}_{29} &= (X_{29}+1) \\ &= (6 + 1) 7 \\ X_{30} &= (1.6 + 7) \text{ mod } 40 = 13 \\ \text{Soal}_{30} &= (X_{30}+1) \\ &= (13 + 1) 14 \\ X_{31} &= (1.13 + 7) \text{ mod } 40 = 20 \\ \text{Soal}_{31} &= (X_{31}+1) \\ &= (20 + 1) 21 \\ X_{32} &= (1.20 + 7) \text{ mod } 40 = 27 \\ \text{Soal}_{32} &= (X_{32}+1) \\ &= (27 + 1) 28 \\ X_{33} &= (1.27 + 7) \text{ mod } 40 = 34 \\ \text{Soal}_{33} &= (X_{33}+1) \\ &= (34 + 1) 35 \\ X_{34} &= (1.34 + 7) \text{ mod } 40 = 1 \\ \text{Soal}_{34} &= (X_{34}+1) \\ &= (1 + 1) 2 \\ X_{35} &= (1.1 + 7) \text{ mod } 40 = 8 \\ \text{Soal}_{35} &= (X_{45}+1) \\ &= (8 + 1) 9 \\ X_{36} &= (1.8 + 7) \text{ mod } 40 = 15 \\ \text{Soal}_{36} &= (X_{36}+1) \\ &= (15 + 1) 16 \\ X_{37} &= (1.15 + 7) \text{ mod } 40 = 22 \\ \text{Soal}_{37} &= (X_{37}+1) \\ &= (22 + 1) 23 \\ X_{38} &= (1.22 + 7) \text{ mod } 40 = 29 \\ \text{Soal}_{38} &= (X_{38}+1) \\ &= (29 + 1) 30 \\ X_{39} &= (1.29 + 7) \text{ mod } 40 = 36 \\ \text{Soal}_{39} &= (X_{39}+1) \\ &= (36 + 1) 37 \\ X_{40} &= (1.36 + 7) \text{ mod } 40 = 3 \\ \text{Soal}_{40} &= (X_{40}+1) \\ &= (3 + 1) 4 \end{aligned}$$

Keterangan :

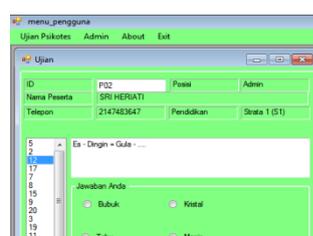
$X_1$  merupakan soal nomor 1 sebelum diacak. Agar nilai  $X_i$  tidak menghasilkan 0, maka dalam pengacakan soal ini, setiap kali  $X_i$  telah ditambahkan dengan 1. Setelah terjadi pengacakan pada soal ujian, maka soal yang akan muncul sebagai soal nomor 1 adalah menjadi soal nomor 11, dan untuk soal nomor 2 menjadi soal nomor 18 demikian sampai soal ke-n

Bilangan acak yang dibangkitkan adalah 11, 18, 25, 32, 39, 6, 13, 20, 27, 34, 1, 8, 15, 22, 29, 36, 3, 10, 17, 24, 31, 38, 5, 12, 19, 26, 33, 40, 7, 14, 21, 28, 35, 2, 9, 16, 23, 30, 37, 4 maka dapat diketahui bahwa dalam pembangkitan bilangan acak tidak terjadi perulangan. Hal ini menunjukkan perulangan kembali ke awal setelah terjadi pengacakan kepada seluruh bilangan.

Setiap proses pengacakan berarti menghasilkan satu paket soal psikotes dan jika pengguna menginginkan paket sebanyak yang diinginkan. Maka user harus melakukan pengacakan sebanyak itu pula.

### Pengujian Aplikasi

Pengujian merupakan hal terpenting yang bertujuan untuk menemukan kesalahan-kesalahan atau kekurangan-kekurangan pada perangkat lunak yang akan diuji. Pengujian bermaksud untuk mengetahui perangkat lunak yang dibuat sudah memenuhi kriteria yang sesuai dengan tujuan perancangan perangkat lunak tersebut.



Gambar 1 Tampilan *Form* ujian Psikotes Dengan Pengacakan Soal

Pada *form* gambar diatas dapat dilihat index soal muncul secara tidak beraturan, hal ini membuktikan bahwa aplikasi ujian psikotes dengan menerapkan algoritma *Linear Congruent Method* (LCM) pada soal berjalan dengan baik. Setelah peserta ujian menjawab keseluruhan soal tersebut kemudian menekan tombol selesai maka. Hasil dari ujian tersebut akan muncul. Seperti pada gambar diwahah ini.

| Data Peserta Ujian |               | Penilaian Ujian |       |
|--------------------|---------------|-----------------|-------|
| ID                 | P02           | Jumlah Soal     | 20    |
| Nama               | SI HERIATI    | Soal Terjawab   | 20    |
| Telepon            | 2147483647    | Jawaban Salah   | 6     |
| Pendidikan         | STRATA 1 (S1) | Jawaban Benar   | 14    |
| Posisi Dilarang    | ADMIN         | Nilai           | 70    |
|                    |               | Keterangan      | LULUS |

Gambar 2 Tampilan *Form* Hasil ujian Psikotes

## KESIMPULAN

Proses dalam penyeleksian calon tenaga kerja pada PT. Indomobil Finance Indonesia Cabang Lubuk Pakam masih menggunakan proses manual sehingga terlalu banyak memakan waktu dalam proses penyelenggaraan dengan menggunakan aplikasi ujian psikotes yang terkomputerisasi dengan Algoritma *Linear Congruent Method* (LCM) mampu menghemat waktu dan proses ujian akan lebih efisien, Penerapan algoritma *Linear Congruent Method* (LCM) dapat diimplementasikan pada aplikasi ujian psikotes, serta berguna untuk memangkas waktu penyelenggaraan ujian psikotes dan Aplikasi pengacakan soal dengan menerapkan Algoritma *Linear Congruent Method* (LCM) diharapkan dapat membantu pihak PT. Indomobil Finance Cabang Lubuk Pakam dalam menyeleksi calon tenaga kerja baru.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi nugroho. (2010). "Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek Dengan Metode USDP (unified Software Development Process)". Yogyakarta : ANDI.
- Abdul Kadir. (2013). "Pengertian Algoritma, Pendekatan Secara Visual dan Interaktif Menggunakan Raptor". Yogyakarta : ANDI.
- Tim Psikologi Salemba. (2016) "BIG Psikotes Terlengkap: Full tips & trik sukses psikotes metode pakar". Jakarta : PT. Bintang Wahyu.
- Rinaldi Munir. (2007). "Algoritma dan Pemrograman Dalam Bahasa Pascal dan C". Bandung : INFORMATIKA.
- Edy winarno ST, M.Eng – Ali Zaki SmitDev Community, (2013). "Step by Step Visual Basic .NET". Jakarta : PT. Alex Media Komputindo.
- Y. Maryono, B. Patmi Istana. (2007). "Teknologi informasi dan komunikasi" Jakarta: Yudhistira.
- Windu Gata, Grace Gata. (2013). "Sukses Membangun Aplikasi Penjualan Dengan Java". Jakarta : PT. Alex Media Komputindo.
- Tadya Rahanady Hidayat. (2010) "Random Number Generator".
- Daniel Munthe, (2014) "Implementasi Linier Congruent Method (LCM) Pada Aplikasi Tryout SNMPTN" medan : pelita informatika.
- V. Christianto dan I Made Wiryana, (2002) "Pengantar Manajemen Proyek Berbasis Internet" Jakarta : PT. Alex Media Komputindo.

## PERANCANGAN APLIKASI PENGAMANAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN METODE IDEA DAN AFFINE CHIPER

## Ardiansyah

STMIK Budidarma Medan  
Email : iqbalpj87@gmail.com

**Abstrak,** Pertukaran data maupun pesan dapat dilakukan dengan mudah dan banyak media yang tersedia untuk melakukan pertukaran data maupun pesan tersebut antara lain melalui media internet seperti fasilitas e-mail, melalui transfer data antar perangkat mobile (handphone dan flashdisk) maupun dengan teknologi radio frequency (bluetooth, GPRS). Seiring dengan berkembangnya teknologi informasi dan komunikasi muncul sebuah keawatiran bagi user tentang keamanan data maupun pesan yang mereka kirimkan, apakah terjadi penyadapan saat proses pengiriman. Dengan itu dibutuhkan suatu teknik untuk pengamanan data maupun pesan guna menghindari penyadapan saat proses pengiriman berlangsung. Berbagai macam teknik keamanan yang telah dikembangkan untuk melindungi dan menjaga kerahasiaan pesan agar terhindar dari orang yang tidak berhak, salah satunya yaitu teknik kriptografi. Dengan mencoba semua kombinasi  $m$  dan  $b$  yang mungkin maka nilai  $m$  dan  $b$  yang cocok dapat ditemukan dengan mudah. Affine cipher dan IDEA juga merupakan salah satu bentuk kriptografi klasik yang menggunakan substitusi dalam proses penyandian datanya dimana masing-masing nilai plainteks dengan sebuah nilai menambahkannya dengan sebuah pergeseran.

**Kata Kunci :** Pertukaran data, email, kriptografi, affine Cipher, IDEA.

### PENDAHULUAN

Keamanan dan kerahasiaan merupakan aspek penting yang dibutuhkan dalam proses pertukaran pesan atau informasi. Tanpa adanya jaminan keamanan, orang lain dapat dengan mudah mendapatkan pesan atau informasi yang dikirimkan melalui jaringan atau *internet*. Berbagai macam teknik keamanan yang telah dikembangkan untuk melindungi dan menjaga kerahasiaan pesan agar terhindar dari orang yang tidak berhak, salah satunya yaitu teknik kriptografi. Dalam jurnal Georgius Rinaldo Winata (2011), *Affine cipher* merupakan perluasan dari *Caesar cipher*, yang mengalikan plainteks dengan sebuah nilai dan menambahkannya dengan sebuah pergeseran. *Affine cipher* bukanlah *cipher* yang aman sebab kuncinya ( $m$  dan  $b$ ) dapat ditemukan dengan *exhaustive key search*. Karena kita menggunakan alfabet yang hanya 26 huruf maka hanya ada 25 pilihan untuk nilai  $b$  dan hanya ada 12 buah nilai  $m$  yang relative prima dengan 26 (yaitu 1,3,5,7,9,11,15,17,19,21,23 dan 25). Dengan mencoba semua kombinasi  $m$  dan  $b$  yang mungkin maka nilai  $m$  dan  $b$  yang cocok dapat ditemukan dengan mudah. *Affine cipher* juga merupakan salah satu bentuk kriptografi klasik yang menggunakan substitusi dalam proses penyandian datanya dimana masing-masing nilai plainteks dengan sebuah nilai menambahkannya dengan sebuah pergeseran.

Dalam jurnal Arif Kurnia Rachman, "Perbandingan Mode *Cipher Electronic Code Book* Dan *Cipher Block Chaining* Dalam Pengamanan Data", Volume 3 No 1, Juni 2010, menjelaskan *Electronic Code Book* merupakan enkripsi dan dekripsi yang sifatnya acak yang cocok untuk mengenkripsi *file* yang diakses secara acak karena tiap blok plainteks dienkripsi secara independen. Bahkan jika *ECB* dikerjakan dengan prosesor paralel, maka dekripsi blok plainteks yang berbeda-beda. Kata "*Code Book*" dalam *IDEA* muncul dari fakta bahwa karena blok plainteks yang selalu dienkripsi menjadi blok cipherteks yang sama, maka secara teoritis dimungkinkan membawa buku kode plainteks dan cipherteks yang berkoresponden (Rijmen, 1999). Namun semakin besar ukuran blok semakin besar pula ukuran buku kodenya.

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui bagaimana cara kerja *Affine Cipher* dan *IDEA* dalam pengamanan pesan teks, Untuk menerapkan suatu program yang dapat menjaga keamanan data teks menggunakan algoritma *Affine Cipher* dan *IDEA* serta Untuk membangun suatu aplikasi yang dapat menjaga keamanan data teks menggunakan algoritma *Affine Cipher* dan *IDEA*.

### BAHAN DAN METODE

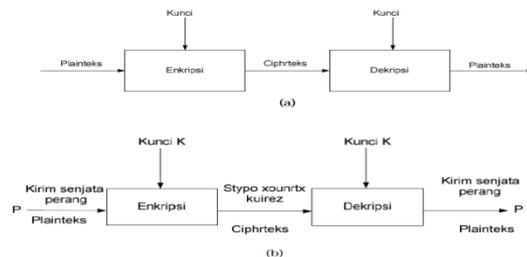
#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu data teks dengan format \*.txt atau \*.doc sebagai bahan yang akan diamankan, bahasa pemrograman Visual Basic. NET 2008 Sebagai tools perancangan aplikasi.

#### Metode

#### Enkripsi dan Dekripsi

Proses penyandian *plaintexts* menjadi *ciphertexts* disebut enkripsi (*encryption*) atau *enciphering*. Sedangkan proses mengembalikan *ciphertexts* menjadi *plaintexts* semula dinamakan dekripsi (*decryption*) atau *deciphering*. Enkripsi dan dekripsi dapat diterapkan baik pada pesan yang dikirim maupun pada pesan yang tersimpan. Gambar 2.1(a) memperlihatkan skema enkripsi dan dekripsi dengan menggunakan kunci, sedangkan gambar 2.1(b) mengilustrasikan enkripsi dan dekripsi terhadap sebuah pesan.



Gambar 1 Enkripsi Dan Deskripsi

**Metode Idea**

Metoda IDEA diperkenalkan pertama kali oleh Xuejia Lai dan James Massey pada tahun 1990 dengan nama PES (*Proposed Encryption Standard*). Tahun berikutnya, setelah Biham dan Shamir mendemonstrasikan *cryptanalysis* yang berbeda, sang penemu memperkuat algoritma mereka dari serangan dan algoritma hasil perubahan tersebut diberi nama IPES (*Improved Proposed Encryption Algorithm*). Kemudian pada tahun 1992, IPES diganti namanya menjadi IDEA (*International Data Encryption Algorithm*). IDEA dirancang untuk menggantikan DES (*Data Encryption Standard*).

**Affine Chiper**

*Affinecipher* adalah perluasan dari *Caesar cipher* yang mengalikan *plaintexts* dengan sebuah nilai dan menambahkannya dengan sebuah pergeseran. Secara matematis enkripsi plaintexts *P* lalu menghasilkan *ciphertexts C* dinyatakan dengan fungsi kongruen :

$$C \equiv mP + b \pmod{n}$$

Berdasarkan persamaan (1), teks dapat dihitung sebagai berikut :  
 Plainteks : M A H A S I S W A I L K O M  
 $n = 26, m = 9, b = 2$

$$M = 12 \cdot 9 + 2 = 110 \pmod{26} = 6 \rightarrow G$$

$$A = 0 \cdot 9 + 2 = 2 \pmod{26} = 2 \rightarrow C$$

yang dalam hal ini *n* adalah ukuran alfabet, *m* adalah bilangan bulat yang harus relatif prima dengan *n* dan *b* adalah jumlah pergeseran. Untuk melakukan dekripsi, persamaan di atas harus dipecahkan untuk mendapatkan *P*. Solusi kekongruenan tersebut hanya ada di inversi  $m \pmod{n}$ . Jika  $m^{-1}$  ada maka dekripsi dilakukan dengan persamaan :

$$P \equiv m^{-1}(C-b) \pmod{n}$$

Berdasarkan persamaan diatas, ciphertexts dapat dikembalikan sebagai berikut :  
 $n = 26, m = 9, b = 2, m^{-1} = 3$   
 $G = 3 \cdot (6 - 2) \pmod{26} = 12 \rightarrow M$   
 $C = 3 \cdot (2 - 2) \pmod{26} = 0 \rightarrow A$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Persyaratan Perangkat Lunak**

Perangkat lunak metode kriptografi IDEA memiliki persyaratan sebagai berikut :

1. Perangkat lunak cukup menerima *plaintext* sepanjang 8 karakter dan kunci sepanjang 16 karakter.
2. Perangkat lunak harus dapat menampilkan tahapan-tahapan proses pembentukan kunci, enkripsi dan dekripsi.
3. Perangkat lunak akan menyediakan teori-teori dasar mengenai metode IDEA.
4. Kecepatan visualisasi proses pada perangkat lunak dapat disesuaikan dengan cepat lambatnya daya tangkap *user*.
5. Perangkat lunak harus dapat menampilkan tahapan proses perhitungan dalam biner dan heksadesimal.
6. *User* diasumsikan telah memahami dasar matematika kriptografi seperti operasi XOR, perkalian modulo, penjumlahan modulo, *Left Rotate*, dan konversi antar basis bilangan dan konversi dari bilangan ke *ASCII Code* yaitu mencakup biner ke desimal, heksadesimal ke desimal, biner ke heksadesimal, biner ke *ASCII Code*, heksadesimal ke *ASCII Code* dan sebaliknya.

**Pembahasan Proses IDEA**

Proses penyelesaian metoda kriptografi IDEA ini dapat dibagi menjadi 3 tahapan yaitu :

1. Proses Pembentukan Kunci.
2. Proses Enkripsi.
3. Proses Dekripsi.

**Proses Pembentukan Kunci**

Metoda IDEA memiliki *input* 128 bit kunci (*key*) yang identik dengan 32 digit heksadesimal ataupun 16 karakter yang diproses untuk menghasilkan 52 buah *subkey* dengan perincian masing-masing 6 buah *subkey* akan digunakan pada 8 putaran dan 4 buah *subkey* untuk transformasi output.

Untuk lebih memahami proses pembentukan kunci pada metoda IDEA, diberikan sebuah contoh berikut ini.

Misalkan : *Input* kunci = ‘ARDIANSYAH SMART’

Proses pembentukan kuncinya adalah sebagai berikut :

Putaran - 1

Input Kunci :

0100000101010010010001000100010010100000101001110010100110101100101000001010010000010  
00000101001101001101010000010101001001010100

Pecah menjadi 8 kelompok :

KE1 (Putaran 1) = 0100000101010010

KE2 (Putaran 1) = 0100010001001001

KE3 (Putaran 1) = 0100000101001110

KE4 (Putaran 1) = 0101001101011001

KE5 (Putaran 1) = 0100000101001000

KE6 (Putaran 1) = 0010000001010011

KE1 (Putaran 2) = 0100110101000001

KE2 (Putaran 2) = 0101001001010100

Putaran - 2

rotasi kiri

(010000010101001001000100010010010100000101001110010100110101100101000001010010000010  
00000101001101001101010000010101001001010100, 25) =

1001001010000010100111001010011010110010100000101001000001000000101001101001101010000  
0101010010010101000100000101010010010001000

Pecah menjadi 8 kelompok :

KE3 (Putaran 2) = 1001001010000010

KE4 (Putaran 2) = 1001110010100110

KE5 (Putaran 2) = 1011001010000010

KE6 (Putaran 2) = 1001000001000000

KE1 (Putaran 3) = 1010011010011010

KE2 (Putaran 3) = 1000001010100100

KE3 (Putaran 3) = 1010100010000010

KE4 (Putaran 3) = 1010010010001000

Lakukan hal yang sama sampai putaran ke 7 hingga diperoleh hasil kuncinya. Adapun hasil dari pembentukan kunci adalah sebagai berikut :

Putaran - 7

rotasi kiri

(100010000010101001001000100010010010100000101001110010100110101100101000001010010000  
01000000101001101001101010000010101001001010, 25) =

0001001001010000010100111001010011010110010100000101001000001000000101001101001101010  
0000101010010010101000100000101010010010001

Pecah menjadi 8 kelompok (4 kelompok terakhir tidak digunakan) :

KE1 (Transformasi Output) = 0001001001010000

KE2 (Transformasi Output) = 0101001110010100

KE3 (Transformasi Output) = 1101011001010000

KE4 (Transformasi Output) = 0101001000001000

Putaran - 1

01)  $L\#1 = (X1 * K1) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 0101001101010101 * 0100000101010010 \text{ mod } (2^{16} + 1) =$   
0011000011110111

02)  $L\#2 = (X2 + K2) \text{ mod } 2^{16} = 0100101101010011 + 0100010001001001 \text{ mod } 2^{16} =$

100011110011100

- 03)  $L\#3 = (X3 + K3) \bmod 2^{16} = 0100010101010011 + 0100000101001110 \bmod 2^{16} = 1000011010100001$
- 04)  $L\#4 = (X4 * K4) \bmod (2^{16} + 1) = 0100101101010101 * 0101001101011001 \bmod (2^{16} + 1) = 1010011100000111$
- 05)  $L\#5 = L\#1 \text{ XOR } L\#3 = 0011000011110111 \text{ XOR } 1000011010100001 = 1011011001010110$
- 06)  $L\#6 = L\#2 \text{ XOR } L\#4 = 1000111110011100 \text{ XOR } 1010011100000111 = 0010100010011011$
- 07)  $L\#7 = (L\#5 * K5) \bmod (2^{16} + 1) = 1011011001010110 * 0100000101001000 \bmod (2^{16} + 1) = 111011110110010$
- 08)  $L\#8 = (L\#6 + L\#7) \bmod 2^{16} = 0010100010011011 + 111011110110010 \bmod 2^{16} = 0001100001001101$
- 09)  $L\#9 = (L\#8 * K6) \bmod (2^{16} + 1) = 0001100001001101 * 0010000001010011 \bmod (2^{16} + 1) = 0111110111100110$
- 10)  $L\#10 = (L\#7 + L\#9) \bmod 2^{16} = 111011110110010 + 0111110111100110 \bmod 2^{16} = 0110110110011000$
- 11)  $L\#11 = L\#1 \text{ XOR } L\#9 = 0011000011110111 \text{ XOR } 0111110111100110 = 0100110100010001$
- 12)  $L\#12 = L\#3 \text{ XOR } L\#9 = 1000011010100001 \text{ XOR } 0111110111100110 = 1111101101000111$
- 13)  $L\#13 = L\#2 \text{ XOR } L\#10 = 1000111110011100 \text{ XOR } 0110110110011000 = 1110001000000100$
- 14)  $L\#14 = L\#4 \text{ XOR } L\#10 = 1010011100000111 \text{ XOR } 0110110110011000 = 1100101010011111$

Untuk putaran berikutnya :

- X1 = L#11 = 0100110100010001
- X2 = L#12 = 1111101101000111
- X3 = L#13 = 1110001000000100
- X4 = L#14 = 1100101010011111

Putaran - 2

- 01)  $L\#1 = (X1 * K1) \bmod (2^{16} + 1) = 0100110100010001 * 0100110101000001 \bmod (2^{16} + 1) = 1001011100010000$
- 02)  $L\#2 = (X2 + K2) \bmod 2^{16} = 1111101101000111 + 0101001001010100 \bmod 2^{16} = 0100110110011011$
- 03)  $L\#3 = (X3 + K3) \bmod 2^{16} = 1110001000000100 + 1001001010000010 \bmod 2^{16} = 0111010010000110$
- 04)  $L\#4 = (X4 * K4) \bmod (2^{16} + 1) = 1100101010011111 * 1001110010100110 \bmod (2^{16} + 1) = 1100101100011111$
- 05)  $L\#5 = L\#1 \text{ XOR } L\#3 = 1001011100010000 \text{ XOR } 0111010010000110 = 1110001110010110$
- 06)  $L\#6 = L\#2 \text{ XOR } L\#4 = 0100110110011011 \text{ XOR } 1100101100011111 = 1000011010000100$
- 07)  $L\#7 = (L\#5 * K5) \bmod (2^{16} + 1) = 1110001110010110 * 1011001010000010 \bmod (2^{16} + 1) = 001111101111011$
- 08)  $L\#8 = (L\#6 + L\#7) \bmod 2^{16} = 1000011010000100 + 001111101111011 \bmod 2^{16} = 1100010111111111$
- 09)  $L\#9 = (L\#8 * K6) \bmod (2^{16} + 1) = 1100010111111111 * 1001000001000000 \bmod (2^{16} + 1) = 1000000000110000$
- 10)  $L\#10 = (L\#7 + L\#9) \bmod 2^{16} = 001111101111011 + 1000000000110000 \bmod 2^{16} = 101111110101011$
- 11)  $L\#11 = L\#1 \text{ XOR } L\#9 = 1001011100010000 \text{ XOR } 100000000110000 = 0001011100100000$
- 12)  $L\#12 = L\#3 \text{ XOR } L\#9 = 0111010010000110 \text{ XOR } 100000000110000 = 1111010010110110$
- 13)  $L\#13 = L\#2 \text{ XOR } L\#10 = 0100110110011011 \text{ XOR } 101111110101011 = 1111001000110000$
- 14)  $L\#14 = L\#4 \text{ XOR } L\#10 = 1100101100011111 \text{ XOR } 101111110101011 = 0111010010110100$

Untuk putaran berikutnya :

- X1 = L#11 = 0001011100100000
- X2 = L#12 = 1111010010110110
- X3 = L#13 = 1111001000110000
- X4 = L#14 = 0111010010110100

Lakukan hal yang sama sampai dengan putaran 8 sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

Transformasi Output

- 01)  $Y1 = (X1 * K1) \bmod (2^{16} + 1) = 1110010101000001 * 0001001001010000 \bmod (2^{16} + 1) = 0010010111101010$
- 02)  $Y2 = (X2 + K2) \bmod 2^{16} = 0100101110110101 + 0101001110010100 \bmod 2^{16} = 100111101001001$
- 03)  $Y3 = (X3 + K3) \bmod 2^{16} = 1110111101000111 + 1101011001010000 \bmod 2^{16} = 1100010110010111$
- 04)  $Y4 = (X4 * K4) \bmod (2^{16} + 1) = 1011011110101110 * 0101001000001000 \bmod (2^{16} + 1) = 0011111010010101$

Hasil Enkripsi :

$$Y_1 = 0010010111101010 = \%ê$$

$$Y_2 = 1001111101001001 = \%Ï$$

$$Y_3 = 1100010110010111 = \%Å-$$

$$Y_4 = 0011111010010101 = \%>$$

$$\text{Cipher text} = \%êÏÅ->$$

### Proses Dekripsi

Proses dekripsi merupakan kebalikan dari proses enkripsi. Proses dekripsi menggunakan algoritma yang sama dengan proses enkripsi. Sebagai contoh, misalkan ingin didekripsikan kembali hasil enkripsi yang telah didapatkan di atas, maka proses dekripsinya adalah sebagai berikut :

Putaran - 1

$$01) L\#1 = (X_1 * K_1) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 0010010111101010 * 001111011111011 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 1110010101000001$$

$$02) L\#2 = (X_2 + K_2) \text{ mod } 2^{16} = 1001111101001001 + 1010110001101100 \text{ mod } 2^{16} = 0100101110110101$$

$$03) L\#3 = (X_3 + K_3) \text{ mod } 2^{16} = 1100010110010111 + 0010100110110000 \text{ mod } 2^{16} = 1110111101000111$$

$$04) L\#4 = (X_4 * K_4) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 0011111010010101 * 1011000100011000 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 1011011110101110$$

$$05) L\#5 = L\#1 \text{ XOR } L\#3 = 1110010101000001 \text{ XOR } 1110111101000111 = 0000101000000110$$

$$06) L\#6 = L\#2 \text{ XOR } L\#4 = 0100101110110101 \text{ XOR } 1011011110101110 = 111110000011011$$

$$07) L\#7 = (L\#5 * K_5) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 0000101000000110 * 0110100110101000 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 0000010111001101$$

$$08) L\#8 = (L\#6 + L\#7) \text{ mod } 2^{16} = 111110000011011 + 0000010111001101 \text{ mod } 2^{16} = 0000000111101000$$

$$09) L\#9 = (L\#8 * K_6) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 0000000111101000 * 0010101001001010 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 1001110011000000$$

$$10) L\#10 = (L\#7 + L\#9) \text{ mod } 2^{16} = 0000010111001101 + 1001110011000000 \text{ mod } 2^{16} = 1010001010001101$$

$$11) L\#11 = L\#1 \text{ XOR } L\#9 = 1110010101000001 \text{ XOR } 1001110011000000 = 0111100110000001$$

$$12) L\#12 = L\#3 \text{ XOR } L\#9 = 1110111101000111 \text{ XOR } 1001110011000000 = 0111001110000111$$

$$13) L\#13 = L\#2 \text{ XOR } L\#10 = 0100101110110101 \text{ XOR } 1010001010001101 = 1110100100111000$$

$$14) L\#14 = L\#4 \text{ XOR } L\#10 = 1011011110101110 \text{ XOR } 1010001010001101 = 0001010100100011$$

Untuk putaran berikutnya :

$$X_1 = L\#11 = 0111100110000001$$

$$X_2 = L\#12 = 0111001110000111$$

$$X_3 = L\#13 = 1110100100111000$$

$$X_4 = L\#14 = 0001010100100011$$

Putaran - 2

$$01) L\#1 = (X_1 * K_1) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 0111100110000001 * 1110101000010001 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 1000110001111010$$

$$02) L\#2 = (X_2 + K_2) \text{ mod } 2^{16} = 0111001110000111 + 1101011111010111 \text{ mod } 2^{16} = 0100101101011110$$

$$03) L\#3 = (X_3 + K_3) \text{ mod } 2^{16} = 1110100100111000 + 0011010110010101 \text{ mod } 2^{16} = 0001111011001101$$

$$04) L\#4 = (X_4 * K_4) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 0001010100100011 * 0001011000001001 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 101111001101010$$

$$05) L\#5 = L\#1 \text{ XOR } L\#3 = 1000110001111010 \text{ XOR } 0001111011001101 = 1001001010110111$$

$$06) L\#6 = L\#2 \text{ XOR } L\#4 = 0100101101011110 \text{ XOR } 1011111001101010 = 1111010100110100$$

$$07) L\#7 = (L\#5 * K_5) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 1001001010110111 * 1000100000101010 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 111110111111110$$

$$08) L\#8 = (L\#6 + L\#7) \text{ mod } 2^{16} = 1111010100110100 + 111110111111110 \text{ mod } 2^{16} = 1111000100110010$$

$$09) L\#9 = (L\#8 * K_6) \text{ mod } (2^{16} + 1) = 1111000100110010 * 0100100010001001 \text{ mod } (2^{16} + 1) = 110111101101100$$

$$10) L\#10 = (L\#7 + L\#9) \text{ mod } 2^{16} = 111110111111110 + 110111101101100 \text{ mod } 2^{16} = 1101101101101010$$

$$11) L\#11 = L\#1 \text{ XOR } L\#9 = 1000110001111010 \text{ XOR } 1101111101101100 = 0101001100010110$$

$$12) L\#12 = L\#3 \text{ XOR } L\#9 = 0001111011001101 \text{ XOR } 1101111101101100 = 1100000110100001$$

$$13) L\#13 = L\#2 \text{ XOR } L\#10 = 0100101101011110 \text{ XOR } 1101101101101010 = 1001000000110100$$

$$14) L\#14 = L\#4 \text{ XOR } L\#10 = 1011111001101010 \text{ XOR } 1101101101101010 = 0110010100000000$$

Untuk putaran berikutnya :

X1 = L#11 = 0101001100010110  
X2 = L#12 = 1100000110100001  
X3 = L#13 = 1001000000110100  
X4 = L#14 = 0110010100000000

Lakukanlah hal yang sama sampai dengan putaran 8 sehingga diperoleh hasil akhir sebagai berikut :

Putaran - 8

- 01) L#1 = (X1 \* K1) mod (2<sup>16</sup> + 1) = 1001011100010000 \* 1110000011011100 mod (2<sup>16</sup> + 1) = 0100110100010001
- 02) L#2 = (X2 + K2) mod 2<sup>16</sup> = 0111010010000110 + 0110110101111110 mod 2<sup>16</sup> = 1110001000000100
- 03) L#3 = (X3 + K3) mod 2<sup>16</sup> = 0100110110011011 + 1010110110101100 mod 2<sup>16</sup> = 1111101101000111
- 04) L#4 = (X4 \* K4) mod (2<sup>16</sup> + 1) = 1100101100011111 \* 111011011010001 mod (2<sup>16</sup> + 1) = 1100101010011111
- 05) L#5 = L#1 XOR L#3 = 0100110100010001 XOR 1111101101000111 = 1011011001010110
- 06) L#6 = L#2 XOR L#4 = 1110001000000100 XOR 1100101010011111 = 0010100010011011
- 07) L#7 = (L#5 \* K5) mod (2<sup>16</sup> + 1) = 1011011001010110 \* 0100000101001000 mod (2<sup>16</sup> + 1) = 111011110110010
- 08) L#8 = (L#6 + L#7) mod 2<sup>16</sup> = 0010100010011011 + 111011110110010 mod 2<sup>16</sup> = 0001100001001101
- 09) L#9 = (L#8 \* K6) mod (2<sup>16</sup> + 1) = 0001100001001101 \* 0010000001010011 mod (2<sup>16</sup> + 1) = 011110111100110
- 10) L#10 = (L#7 + L#9) mod 2<sup>16</sup> = 111011110110010 + 011110111100110 mod 2<sup>16</sup> = 0110110110011000
- 11) L#11 = L#1 XOR L#9 = 0100110100010001 XOR 011110111100110 = 0011000011110111
- 12) L#12 = L#3 XOR L#9 = 1111101101000111 XOR 011110111100110 = 1000011010100001
- 13) L#13 = L#2 XOR L#10 = 1110001000000100 XOR 0110110110011000 = 100011110011100
- 14) L#14 = L#4 XOR L#10 = 1100101010011111 XOR 0110110110011000 = 1010011100000111

Untuk transformasi output :

X1 = L#11 = 0011000011110111  
X2 = L#13 = 1000111110011100  
X3 = L#12 = 1000011010100001  
X4 = L#14 = 1010011100000111

Hasil akhir adalah sebagai berikut :

- 01) Y1 = (X1 \* K1) mod (2<sup>16</sup> + 1) = 0011000011110111 \* 0100101111001100 mod (2<sup>16</sup> + 1) = 0101001101010101
- 02) Y2 = (X2 + K2) mod 2<sup>16</sup> = 1000111110011100 + 1011101110110111 mod 2<sup>16</sup> = 0100101101010011
- 03) Y3 = (X3 + K3) mod 2<sup>16</sup> = 1000011010100001 + 101111010110010 mod 2<sup>16</sup> = 0100010101010011
- 04) Y4 = (X4 \* K4) mod (2<sup>16</sup> + 1) = 1010011100000111 \* 0001001011110101 mod (2<sup>16</sup> + 1) = 0100101101010101

Hasil Dekripsi :

Y1 = 0101001101010101 = SU  
Y2 = 0100101101010011 = KS  
Y3 = 0100010101010011 = ES  
Y4 = 0100101101010101 = KU

**Plaintext = SUKSESKU**

### Pembahasan Affine Chiper

#### Proses Ekripsi

Pengujian data plainteks digunakan agar teks asli dapat di enkripsi menjadi *ciphertexs*. Contoh data *plaintexs* untuk pengujian pertama dibutuhkan adalah sebagai berikut:

|   |   |    |   |   |   |    |   |
|---|---|----|---|---|---|----|---|
| D | A | N  | I | D | I | T  | A |
| 3 | 0 | 13 | 8 | 3 | 8 | 19 | 0 |

Plainteks: D A N I D I T A

Ekivalen:

3 0 13 8 3 8 19 0

N = 26

K = Relatif Prima (1,3,5,7,9,11,15,17,19,21,23,25)

Kunci pertama = 5

Kunci kedua = 7

*Affine Cipher* dengan mengambil  $m = 5$  (karena 5 relatif prima dengan 26) dan  $b = 7$ . Karena alphabet yang digunakan 26 huruf, maka  $n = 26$ . Enkripsi *plaintexts* dihitung dengan kekongruenan:

$$C \equiv 5P + 7 \pmod{26} \quad (6)$$

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P_1 = 3 \rightarrow c_1 \equiv 5 \cdot 3 + 7 \equiv 22 \pmod{26} \equiv 22 = W$$

$$P_2 = 0 \rightarrow c_2 \equiv 5 \cdot 0 + 7 \equiv 7 \pmod{26} \equiv 7 = H$$

$$P_3 = 13 \rightarrow c_3 \equiv 5 \cdot 13 + 7 \equiv 72 \pmod{26} \equiv 20 = U$$

$$P_4 = 8 \rightarrow c_4 \equiv 5 \cdot 8 + 7 \equiv 47 \pmod{26} \equiv 21 = V$$

$$P_5 = 3 \rightarrow c_5 \equiv 5 \cdot 3 + 7 \equiv 22 \pmod{26} \equiv 22 = W$$

$$P_6 = 8 \rightarrow c_6 \equiv 5 \cdot 8 + 7 \equiv 47 \pmod{26} \equiv 21 = V$$

$$P_7 = 19 \rightarrow c_7 \equiv 5 \cdot 19 + 7 \equiv 102 \pmod{26} \equiv 24 = Y$$

$$P_8 = 0 \rightarrow c_8 \equiv 5 \cdot 0 + 7 \equiv 7 \pmod{26} \equiv 7 = H$$

Maka menghasilkan Cipherteks sebagai berikut : W H U V W V Y H

### Proses Dekripsi

Pengujian data *ciphertexts* digunakan teks yang telah di enkripsi dapat dideskripsikan kembali menjadi *plaintexts*. Contoh data *ciphertexts* yang telah di enkripsi untuk pengujian sebelumnya adalah, sebagai berikut:

|    |   |    |    |    |    |    |   |
|----|---|----|----|----|----|----|---|
| W  | H | U  | V  | W  | V  | Y  | H |
| 22 | 7 | 20 | 21 | 22 | 21 | 24 | 7 |

Cipherteks:

W H U V W V Y H

Ekivalen:

22 7 20 21 22 21 24 7

N = 26

K = Relatif Prima (1,3,5,7,9,11,15,17,19,21,23,25)

Kunci pertama = 5

Kunci kedua = 7

Untuk mengembalikan teks yang telah dienkripsi menjadi pesan rahasia dapat dilakukan pendeskripsian, pertama-tama dapat dihitung  $5^{-1} \pmod{26}$ , yang dapat dihitung dengan memecahkan kekongruenan lanjar.

$$5x \equiv 1 \pmod{26} \quad (7)$$

Untuk deskripsi dengan hasil 1 maka solusinya adalah  $x = 21 \pmod{26}$  dikarenakan  $5 \cdot 21 = 105 \pmod{26}$  menghasilkan = 1.

$$P \equiv 21(C - 7) \pmod{26} \quad (8)$$

$$P_1 = 22 \rightarrow c_1 \equiv 21 \cdot (22 - 7) \equiv 315 \pmod{26} \equiv 3 = D$$

$$P_2 = 7 \rightarrow c_2 \equiv 21 \cdot (7 - 7) \equiv 0 \pmod{26} \equiv 0 = A$$

$$P_3 = 20 \rightarrow c_3 \equiv 21 \cdot (20 - 7) \equiv 273 \pmod{26} \equiv 13 = N$$

$$P_4 = 21 \rightarrow c_4 \equiv 21 \cdot (21 - 7) \equiv 294 \pmod{26} \equiv 8 = I$$

$$P_5 = 22 \rightarrow c_5 \equiv 21 \cdot (22 - 7) \equiv 315 \pmod{26} \equiv 3 = D$$

$$P_6 = 21 \rightarrow c_6 \equiv 21 \cdot (21 - 7) \equiv 294 \pmod{26} \equiv 8 = I$$

$$P_7 = 24 \rightarrow c_7 \equiv 21 \cdot (24 - 7) \equiv 357 \pmod{26} \equiv 19 = T$$

$$P_8 = 7 \rightarrow c_8 \equiv 21 \cdot (7 - 7) \equiv 0 \pmod{26} \equiv 0 = A$$

Maka menghasilkan Plainteks sebagai berikut : D A N I D I T A

### KESIMPULAN

Proses penyandian data dengan Metode Idea Dan Affine Chiper berhasil digunakan untuk menyembunyikan data rahasia kedalam bentuk simbol-simbol yang tidak bisa dibaca, Teknik enkripsi dan dekripsi data teks ini telah berhasil meningkatkan keamanan data teks dengan menggabungkan kedua metode dengan data teks yang terenkripsi ini tidak akan dapat dibaca, jika tidak didekripsikan

dengan kunci yang benar dan Program aplikasi ini dapat mengubah data teks menjadi data teks sandi, sehingga mempersulit pihak-pihak yang tidak berkepentingan untuk mengetahui data teks asli.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Azhar Susanto, 2004. Sistem Informasi Manajemen.* Bandung: Linggar Jaya
- Abdul Kadir, 2006, Pengenalan Teknologi Informasi, Yogyakarta : Andi Offset
- Jogiyanto, HM. (2009). Analisis dan Desain.* Yogyakarta : Andi Offset
- Ketut Darmayuda, Pemrograman Aplikasi Database dengan Microsoft Visual Basic.Net 2008, Elex Media Komputindo, 2010
- Munir, Rinaldi, 2006, Diktat Kuliah Kriptografi, Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Sugiarti Y. 2013. Analisis dan Perancangan UML (Unified Modeling Language)*
- Voni Yuniati; Enkripsi dan Dekripsi Dengan Algoritma AES 256 Untuk Semua Jenis File; 2009
- Zainal Arifin , 2009, Jurnal "Studi Kasus Penggunaan Algoritma RSA Sebagai Algoritma Kriptografi yang Aman", FMIPA, Univ. Mulawarman.

## IMPLEMENTASI CPM (CRITICAL PATH METHOD) PADA PENJADWALAN PROYEK (STUDY KASUS:PT. HARIARA MEDAN”)

**Neli Elprida Sihombing**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** *Proyek konstruksi adalah suatu kegiatan yang memiliki suatu kegiatan yang memiliki jangka waktu dalam penyelesaiannya. Suatu proyek konstruksi dikerjakan dengan perencanaan yang matang agar proyek selesai sesuai dengan jangka waktu yang telah ditentukan. Penjadwalan proyek adalah suatu bentuk perencanaan yang dibuat dengan tujuan agar proyek selesai tepat waktu. Masalah perencanaan dan penjadwalan dalam sebuah proyek selalu menjadi masalah yang signifikan karena sangat berpengaruh dalam pengelolaan waktu, dan ruang lingkup pekerjaan fenomena yang sering muncul pada manajer proyek sering tidak tepat dalam menentukan estimasi durasi mengimplementasikan metode jalur kritis (critical path method/CPM dan program evaluation and review technique/PERT). Tujuan yang dicapai dalam implementasi CPM dan PERT ini adalah mendapatkan estimasi durasi proyek yang efisien, identifikasi jalur kritis serta nilai peluang menyelesaikan proyek. Setelah dilakukan implementasi, pengujian dan analisa kedua metode ini pada proyek yang dikerjakan oleh PT. HARIARA. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa CPM dan PERT dapat diterapkan untuk efisiensi penjadwalan pada proyek PT. Hariara.*

**Kata Kunci :** *Penjadwalan, CPM, PERT, Manajemen proyek*

### PENDAHULUAN

Penjadwalan atau perencanaan yang baik dari suatu kegiatan proyek akan menjadi salah satu penentu dan pijakan bagi keberhasilan tahapan proyek berikutnya. Kedua hal ini selalu menjadi isu signifikan dalam dunia manajemen proyek karena akan sangat berpengaruh pada keberhasilan suatu proyek, terutama dalam memenuhi lingkup waktu, lingkup pekerjaan dan juga lingkup biaya. Kesalahan seorang manajer proyek dalam perencanaan penjadwalan kegiatan dan aktivitas proyek akan mengakibatkan proyek berjalan tidak efektif dan secara tidak langsung mengakibatkan penambahan biaya. Padahal pada awal kesepakatan pemberi pekerjaan biasanya sudah menetapkan tentang batasan yang harus dipenuhi baik dari sisi biaya, waktu maupun ruang lingkup pekerjaan proyek. Pada tahapan perencanaan proyek, diperlukan adanya estimasi durasi waktu pelaksanaan proyek. Faktanya di lapangan menunjukkan bahwa waktu penyelesaian sebuah proyek bervariasi, akibatnya perkiraan waktu penyelesaian suatu proyek tidak bisa dipastikan akan dapat ditepati. Tingkat ketepatan estimasi waktu penyelesaian proyek ditentukan oleh ketepatan perkiraan durasi setiap kegiatan di dalam proyek. PT. Hariara Medan merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa konstruksi (Kontraktor) sejak tahun 1974. Berdasarkan pengalaman-pengalaman sebelumnya dalam proses pengerjaan suatu proyek, proyek dalam pelaksanaannya sering terjadi masalah baik teknis maupun administrasi yang pada akhirnya proyek tidak dapat selesai sesuai dengan waktu perjanjian yang ditetapkan dalam kontrak. Dalam suatu kondisi pemilik proyek bisa saja menginginkan proyek selesai lebih awal dari rencana semula yang sesuai kontrak induk atau karena faktor eksternal seperti misalnya faktor cuaca, proyek memiliki perkembangan buruk sehingga implementasi proyek tidak seperti yang direncanakan, atau dapat dikatakan kemajuan proyek lebih lambat. Selain ketepatan perkiraan waktu, penegasan hubungan antar kegiatan suatu proyek juga diperlukan untuk perencanaan suatu proyek. Dalam mengestimasi waktu dan biaya di sebuah proyek maka diperlukan optimalisasi. Optimalisasi biasanya dilakukan untuk mengoptimalkan sumber daya yang ada serta meminimalkan resiko namun tetap mendapatkan hasil yang optimal. Masalah juga ditemui bahwa dalam penjadwalan proyek belum menggunakan metode yang akurat dalam penyelesaian proyek.

Adapun tujuan penilian kali ini adalah untuk menjadwalkan kegiatan proyek pada PT. Hariara Medan, Menerapkan Pert Diagram (*Project Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method*) pada penjadwalan proyek pada PT. Hariara Medan dan mengimplementasikan Penjadwalan Proyek menggunakan *tools Microsoft Project Professional 2007*.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu Data kegiatan proyek pembangunan Bendungan pada Tahun 2016 sebagai objek penelitian, *Microsoft Project Professional 2007* sebagai *tools* pengujian aplikasi.

#### Metode

### **Pert Diagram (*Program evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method*)**

Pada tahun 1958 kantor khusus Angkatan Laut dan perusahaan konsultasi Booze, Alien dan Hamilton mengembangkan PERT (*program evaluation and review technique*) untuk menjadwalkan lebih dari 3.300 kontraktor proyek kapal selam Polaris dan untuk menutup ketidakpastian estimasi waktu aktivitas. PERT hampir serupa dengan teknik CPM (*critical path method*) kecuali PERT mengasumsikan bahwa masing-masing durasi aktivitas mempunyai sebuah range yang mengikuti distribusi statistik. PERT menggunakan tiga estimasi waktu yaitu waktu optimis, waktu realistis, waktu pesimis untuk masing-masing aktivitas. Pada dasarnya, ini masing-masing durasi aktivitas dapat terbentang dari waktu optimistik sampai waktu pesimistik, dan bobot rata-rata untuk masing-masing aktivitas dapat dihitung. Karena aktivitas proyek umumnya menghadirkan pekerjaan, dan karena pekerjaan cenderung tetap tertinggal/terlambat sekali ia terlambat, maka pengembang PERT memilih sebuah perkiraan distribusi beta untuk menyajikan durasi aktivitas.

Mengetahui bobot rata-rata dan varian untuk masing-masing aktivitas memungkinkan perencana proyek untuk menghitung probabilitas memenuhi durasi proyek yang berbeda-beda. Ikutilah langkah-langkah yang diuraikan dalam contoh hipotesis yang diberikan berikut ini. Bobot rata-rata waktu aktifitas dihitung dengan rumus berikut:

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Dimana  $t_e$  = bobot rata-rata aktivitas

- a = waktu aktivitas optimistik (1 peluang dari 100 penyelesaian aktivitas secara lebih cepat di bawah kondisi normal)
- b = waktu aktivitas pesimistik (1 peluang dalam 100 penyelesaian aktivitas dengan terlambat di bawah kondisi normal)
- m = waktu aktivitas yang paling mungkin

PERT dan CPM adalah metode yang dapat digunakan untuk membuat perencanaan, skedul dan proses pengendalian suatu proyek. Untuk dapat menerapkan kedua metode ini, perlu ditetapkan terlebih dahulu kegiatan-kegiatan yang akan dilakukan dalam suatu proyek dan menyusunnya dalam bentuk jaringan. Jaringan menunjukkan saling hubungan antara satu kegiatan dengan kegiatan lain. Walaupun prinsip penyusunan jaringan pada kedua metode adalah sama, namun terdapat perbedaan mendasar antara kedua metode ini. Perbedaan ini terletak pada konsep biaya yang dikandung CPM yang tidak ada di dalam diagram PERT.

Diagram PERT dapat diterapkan untuk mencapai tujuan pengendalian biaya. Adapun tujuan akhir dari PERT adalah memberikan informasi yang dapat digunakan untuk mempertahankan biaya proyek dalam anggaran tertentu. Informasi ini berupa status suatu kegiatan apakah overrun atau underrun. Dengan informasi ini dapat ditetapkan suatu rangka pikiran PERT dan CPM.

PERT dan CPM keduanya mengikuti 6 langkah dasar yaitu:

1. Mengidentifikasi proyek dan menyiapkan struktur pecahan kerja
2. Membangun hubungan antara kegiatan, memutuskan kegiatan mana yang harus terlebih dahulu dan mana yang mengikuti yang lain.
3. Menggambar jaringan yang menghubungkan keseluruhan kegiatan
4. Menetapkan perkiraan waktu dan/atau biaya untuk tiap kegiatan
5. Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Ini disebut jalur kritis.
6. Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek.

Langkah ke-5, menentukan jalur kritis, adalah bagian utama dalam pengendalian proyek. Kegiatan pada jalur kritis mewakili tugas yang akan menunda keseluruhan proyek, kecuali bila mereka dapat diselesaikan tepat waktu. Manajer mempunyai keleluasaan untuk menghitung tugas penting dengan mengidentifikasi kegiatan yang kurang penting dan melakukan perencanaan ulang, pendajwalan ulang, dan pengalokasian ulang sumber daya manusia dan uang.

Meskipun PERT dan CPM berbeda pada beberapa hal dalam terminologi dan pada konstruksi jaringan, tujuan mereka sama. Analisis yang digunakan pada kedua teknik ini sangat mirip. Perbedaan utamanya adalah bahwa PERT menggunakan tiga perkiraan waktu untuk tiap kegiatan. Perkiraan waktu ini digunakan untuk menghitung nilai yang diharapkan dan penyimpangan standar untuk kegiatan tersebut. CPM membuat asumsi bahwa waktu kegiatan diketahui pasti, hingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk tiap kegiatan (Clifford F. Gray dan Erik W. Larson, 2007, 7).

Digunakan asumsi bahwa waktu penyelesaian kegiatan bervariasi dan bergantung pada banyak faktor. PERT mengatasi masalah variabilitas waktu aktivitas saat melakukan penjadwalan proyek. PERT juga bukan hanya berguna untuk proyek-proyek raksasa yang memerlukan waktu tahunan dan ribuan pekerja, tetapi juga digunakan untuk memperbaiki efisiensi pengerjaan proyek-proyek segala ukuran.

Dalam metode CPM (*Critical Path Method*-Metode Jalur Kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama.

Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek. Lintasan kritis (*Critical Path*) melalui aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambar dengan anak panah tebal (Eka Danyanti, 2010).

Manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut:

1. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.
2. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
3. Pengawasan dan kontrol dapat dikontrol melalui penyelesaiannya jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan di *trade off* (pertukaran waktu dengan biaya efisien) dan crash program (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur.
4. *Time slack* atau kelonggaran waktu terdapat pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manajer/pimpro untuk memindahkan tenaga kerja, alat, dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

### **Kelebihan dan Keterbatasan PERT/CPM**

Sebagai kritik untuk pembahasan mengenai PERT/CPM, berikut beberapa ciri yang harus diperhatikan. Ada beberapa ciri-ciri Pert yang harus diperhatikan yaitu:

#### **Kelebihan PERT/CPM**

Adapun kelebihan dari PERT/CPM adalah sebagai berikut:

1. Sangat bermanfaat untuk menjadwalkan dan mengendalikan proyek besar
2. Konsep yang lugas (secara langsung) atau tidak memerlukan perhitungan matematis yang rumit.
3. Network dapat untuk melihat hubungan antar kegiatan proyek secara cepat
4. Analisa jalur kritis dan slack membantu menunjukkan kegiatan yang perlu diperhatikan lebih dekat
5. Dokumentasi proyek dan gambar menunjukkan siapa yang bertanggung jawab untuk berbagai kegiatan.
6. Dapat diterapkan untuk proyek yang bervariasi
7. Berguna dalam pengawasan biaya dan jadwal

#### **Keterbatasan PERT/CPM**

Adapun keterbatasan dari PERT/CPM adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan harus jelas dan hubungan harus bebas dan stabil
2. Hubungan pendahulu harus dijelaskan dan dijangkakan bersama-sama
3. Perkiraan waktu cenderung subjektif dan tergantung manajer
4. Ada bahaya terselubung dengan terlalu banyaknya penekanan pada jalur kritis, maka yang nyaris kritis perlu diawasi.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Analisa Masalah**

Penelitian dilakukan di PT. Hariara Medan yang bergerak di bidang kontraktor. Dan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pengolahan data masih dilakukan secara manual. Di PT. Hariara Medan selalu mendapat proyek setiap tahunnya dan bahkan bisa mendapat proyek lebih dari satu kegiatan proyek. Maka perlu adanya penjadwalan proyek yang tersusun dengan sesuai kebutuhan proyek tersebut.

Proses penjadwalan proyek yang ada di PT. Hariara Medan belum berjalan dengan baik dan efektif karena belum menggunakan metode yang sesuai dengan permasalahan jadwal proyek. Penjadwalan proyek tidak sesuai dengan pengerjaan yang ada dilapangan dan batas waktu yang harus dicapai maka diperlukan penjadwalan dengan menerapkan Pert Diagram (*Project Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method*) pada penjadwalan proyek pada PT. Hariara Medan.

Oleh karena itu PT. Hariara Medan perlu membuat perencanaan, skedul penjadwalan kegiatan proyek yang matang. Pada tahap ini manajer juga harus memutuskan berapa lama tiap kegiatan memerlukan waktu penyelesaian. Asumsi yang digunakan juga menggunakan metode untuk penentuan waktu semua kegiatan agar tidak tergantung satu sama lain. Agar penjadwalan proyek bisa efektif berjalan sesuai dengan perkiraan maka diperlukan *Microsoft Project*.

### **Metode PERT dan CPM Pada Penjadwalan Proyek**

Teknik PERT adalah suatu metode yang bertujuan untuk sebanyak mungkin mengurangi

adanya penundaan maupun gangguan produksi serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur. Sedangkan CPM teknik perencanaan dan pengendalian proyek-proyek yang mana jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, dengan demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.

PT. Hariara Medan akan melakukan suatu pengerjaan proyek pembuatan konstruksi Pembangunan Bendung. Adapun PT. Hariara Medan memiliki data analisis PERT sebagai berikut :

Tabel 1 Tabel Aktivitas Proyek

| No | Jenis Kegiatan                          | Variabel |
|----|-----------------------------------------|----------|
| 1  | Survei Proyek                           | A        |
| 2  | Mobilisasi dan Demobilisasi             | B        |
| 3  | Fasilitas sementara untuk penyedia jasa | C        |
| 4  | Cofferdam                               | D        |
| 5  | Perawatan jalan selama konstruksi       | E        |
| 6  | Pengadaan barang                        | F        |
| 7  | Pembangunan proyek konstruksi           | G        |
| 8  | Menyediakan rumah jaga                  | H        |
| 9  | Menyediakan kantor                      | I        |
| 10 | Mistar Duga Ukur                        | J        |
| 11 | Papan Nama                              | K        |

Dalam PERT menggunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan yaitu:

1. Waktu optimis (*Optimistic time [a]*)  
Waktu optimis yaitu waktu yang dibutuhkan oleh sebuah kegiatan jika semua hal berlangsung sesuai rencana.
2. Waktu realistis (*most likely time [m]*)  
Waktu realistis yaitu perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan.
3. Waktu pesimis (*Pessimistic time [b]*)  
Waktu pesimis yaitu waktu yang dibutuhkan suatu kegiatan dengan asumsi kondisi yang ada sangat tidak diharapkan.

Dari penjelasan diatas maka waktu analisis PERT bisa dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2 Analisis PERT

| No | Kegiatan | Kegiatan Sebelumnya | Waktu Optimis (a) | Waktu Realistis (m) | Waktu Pesimis (b) |
|----|----------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| 1  | A        | -                   | 1                 | 1                   | 1                 |
| 2  | B        | A                   | 3                 | 6                   | 8                 |
| 3  | C        | A                   | 4                 | 5                   | 6                 |
| 4  | D        | A                   | 2                 | 3                   | 4                 |
| 5  | E        | A                   | 9                 | 9                   | 1 5               |
| 6  | F        | B                   | 7                 | 8                   | 8                 |
| 7  | G        | B                   | 4                 | 7                   | 9                 |
| 8  | H        | C                   | 1                 | 3                   | 9                 |
| 9  | I        | D                   | 5                 | 6                   | 7                 |
| 10 | J        | F, G, H             | 3                 | 4                   | 8                 |
| 11 | K        | E, I, J             | 2                 | 3                   | 7                 |

Untuk mencari waktu yang diharapkan perusahaan, maka dilakukan perhitungan dengan rumus

$$t = \frac{a+4m+b}{6}$$

1.  $t = \frac{1+4.1+1}{6}$   
 $= \frac{6}{6}$

- = 1 untuk kegiatan A
2.  $t = \frac{3+4.6+8}{6}$   
 $= \frac{35}{6}$   
 = 5.83 untuk kegiatan B
  3.  $t = \frac{4+4.5+6}{6}$   
 $= \frac{30}{6}$   
 = 5 untuk kegiatan C
  4.  $t = \frac{2+4.3+4}{6}$   
 $= \frac{35}{6}$   
 = 3 untuk kegiatan D
  5.  $t = \frac{9+4.9+15}{6}$   
 $= \frac{60}{6}$   
 = 10 untuk kegiatan E
  6.  $t = \frac{7+4.8+8}{6}$   
 $= \frac{47}{6}$   
 = 7.83 untuk kegiatan F
  7.  $t = \frac{4+4.7+9}{6}$   
 $= \frac{41}{6}$   
 = 6.83 untuk kegiatan G
  8.  $t = \frac{1+4.3+9}{6}$   
 $= \frac{22}{6}$   
 = 3.67 untuk kegiatan H
  9.  $t = \frac{5+4.6+7}{6}$   
 $= \frac{36}{6}$   
 = 6 untuk kegiatan I
  10.  $t = \frac{3+4.4+8}{6}$   
 $= \frac{27}{6}$   
 = 4.5 untuk kegiatan J
  11.  $t = \frac{2+4.3+7}{6}$   
 $= \frac{21}{6}$   
 = 3.5 untuk kegiatan K

Dari perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan dengan tabel berikut ini:  
Tabel 3 Tabel perhitungan waktu yang diharapkan

| Kegiatan | Waktu Optimis (a) | Waktu Realistis (m) | Waktu Pesimis (b) | Waktu yang diharapkan $t=(a+4m+b)/6$ |
|----------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A        | 1                 | 1                   | 1                 | 1                                    |
| B        | 3                 | 6                   | 8                 | 5.83                                 |

|   |   |   |     |      |
|---|---|---|-----|------|
| C | 4 | 5 | 6   | 5    |
| D | 2 | 3 | 4   | 3    |
| E | 9 | 9 | 1 5 | 1.0  |
| F | 7 | 8 | 8   | 7.83 |
| G | 4 | 7 | 9   | 6.83 |
| H | 1 | 3 | 9   | 3.67 |
| I | 5 | 6 | 7   | 6    |
| J | 3 | 4 | 8   | 4.5  |
| K | 2 | 3 | 7   | 3.5  |

**Analisa CPM ES, EF, LS, LF dan S**

Perhitungan ES, EF, LS, LF, S menggunakan patokan sebagai berikut ini.

- a. ES = Early Start (waktu mulai aktivitas paling awal)
- b. EF = Early Finish (waktu penyelesaian aktivitas paling awal)
- c. LS = Late Finish = LF+t (waktu mulai aktivitas paling akhir)
- d. LF = Late Finish = LS +t (waktu penyelesaian aktivitas paling akhir)
- e. S = Slack = LF –EF atau LS –ES (waktu mundur aktivitas).

Untuk mencari ES dan EF tiap aktivasi. Dimulai dari node start dengan ES = 0. Jika terdapat lebih dari 1 panah aktivasi masuk (warna merah), maka dipilih yang terbesar.

- 1. Pada node 0, ES = 0. Durasi aktivasi A = 1. Maka pada node 1, EF = 0 + 1 = 1
- 2. Pada node 1, ES = 1. Durasi Aktivasi B = 5.83. Maka pada node 2, EF = 1 + 5.83 = 6.83.
- 3. Pada node 2, ES = 1. Durasi Aktivasi C = 5.00. Maka pada node 3, EF = 1 + 5.00 = 6.
- 4. Pada node 3, ES = 1. Durasi Aktivasi D = 3.00. Maka pada node 4, EF = 1 + 4.00 = 4
- 5. Pada node 4, ES = 1. Durasi Aktivasi E = 10.00. Maka pada node 5, EF = 1 + 10.00 = 11
- 6. Pada node 5, ES = 7.83. Durasi Aktivasi F = 6.83. Maka pada node 6, EF = 7.83 + 6.83 = 14.67
- 7. Pada node 6, ES = 6.83. Durasi Aktivasi G = 6.83 Maka pada node 7, EF = 6.83 + 6.83 = 13.67
- 8. Pada node 7, ES = 3.67. Durasi Aktivasi H = 6 Maka pada node 8, EF = 3.67 + 6 = 9.67
- 9. Pada node 8, ES = 6. Durasi Aktivasi I = 4 Maka pada node 9, EF = 6 + 4 = 10
- 10. Pada node 9, ES = 4.50. Durasi Aktivasi J = 14.67 Maka pada node 10, EF = 4.50 + 14.67 = 19.17
- 11. Pada node 10, ES = 3.50. Durasi Aktivasi K = 19.17 Maka pada node 11, EF = 3.50 + 19.17 = 22.67

Maka dari perhitungan ES dan EF diatas akan mendapatkan hasil seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4 Hasil Perhitungan ES, EF

| No | Kegiatan | Kegiatan Sebelumnya | Waktu aktivitas | E S    | E F   |
|----|----------|---------------------|-----------------|--------|-------|
| 1  | A        | -                   | 1. 0 0          | 0      | 1     |
| 2  | B        | A                   | 5. 8 3          | 1      | 6.83  |
| 3  | C        | A                   | 5. 0 0          | 1      | 6     |
| 4  | D        | A                   | 3. 0 0          | 1      | 4     |
| 5  | E        | A                   | 10. 0 0         | 1      | 11    |
| 6  | F        | B                   | 7. 8 3          | 6. 8 3 | 14.67 |
| 7  | G        | B                   | 6. 8 3          | 6. 8 3 | 13.67 |
| 8  | H        | C                   | 3. 6 7          | 6      | 9.67  |
| 9  | I        | D                   | 6. 0 0          | 4      | 10    |
| 10 | J        | F, G, H             | 4. 5 0          | 14.67  | 19.17 |
| 11 | K        | E, I, J             | 3. 5 0          | 19.17  | 22.67 |

Untuk mencari LS dan LF tiap aktivasi. Untuk mendapatkan hasil LS maka digunakan rumus LS = Late Finish = LF+t (waktu mulai aktivitas paling akhir). Jika terdapat lebih dari 1 panah keluar, maka dipilih yang terkecil.

- 1. Pada node 0, LF = 1. Durasi aktivasi A = 1. Maka pada node 1, LS = 1 - 1 = 0
- 2. Pada node 1, LF = 6.83. Durasi Aktivasi B = 5.83. Maka pada node 2, LS = 6.83 - 5.83 = 1.
- 3. Pada node 2, LF = 11. Durasi Aktivasi C = 5.00. Maka pada node 3, LS = 11 - 5.00 = 6.
- 4. Pada node 3, LF = 13.17. Durasi Aktivasi D = 3.00. Maka pada node 4, LS = 13.17 - 3.00 = 10.17
- 5. Pada node 4, LF = 19.17. Durasi Aktivasi E = 10.00. Maka pada node 5, LS = 19.17 - 10.00 = 9.17
- 6. Pada node 5, LF = 14.67. Durasi Aktivasi F = 6.83. Maka pada node 6, LS = 14.67- 6.83 = 6.83
- 7. Pada node 6, LF = 14.67. Durasi Aktivasi G = 6.83 Maka pada node 7, LS = 14.67 - 6.83 = 7.83

8. Pada node 7, LF = 14.67. Durasi Aktivasi H = 3.67 Maka pada node 8, LS = 14.67 - 3.67 = 11
9. Pada node 8, LF = 19.17. Durasi Aktivasi I = 6 Maka pada node 9, LS = 19.17 - 6 = 13.17
10. Pada node 9, LF = 19.17. Durasi Aktivasi J = 4.50 Maka pada node 10, LS = 19.17 - 4.50 = 14.67
11. Pada node 10, LF = 22.67. Durasi Aktivasi K = 3.50 Maka pada node 11, LS = 22.67-3.50 = 19.17

Maka dari perhitungan LS dan LF diatas akan mendapatkan hasil seperti tabel dibawah ini.

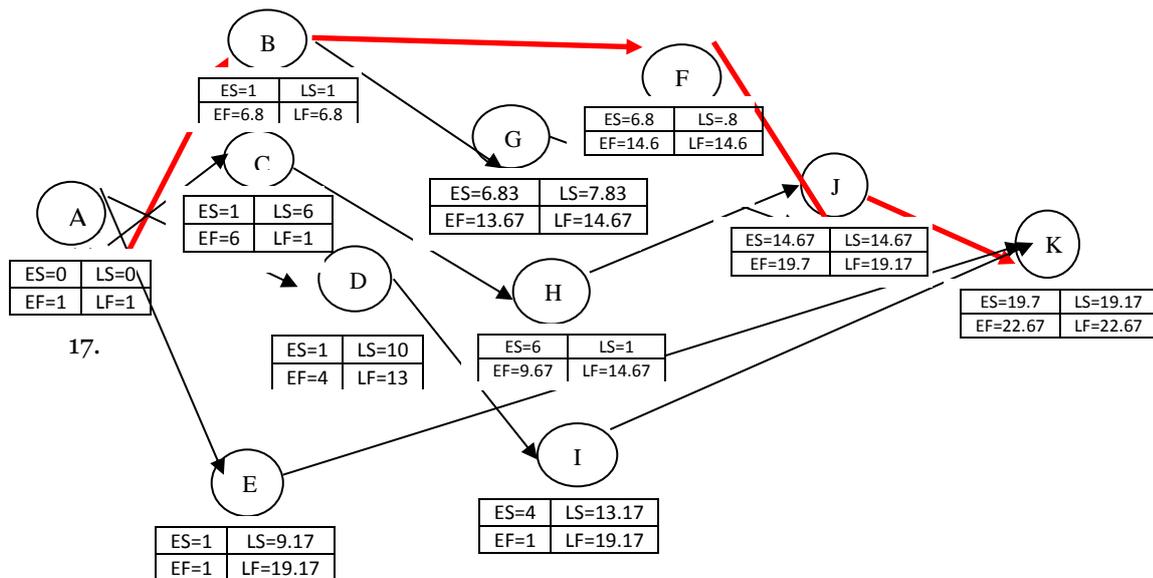
Tabel 5 Hasil Perhitungan LS dan LF

| No | Kegiatan | Kegiatan Sebelumnya | Waktu aktivitas | E      | S     | E      | F      | L | S      | L | F |
|----|----------|---------------------|-----------------|--------|-------|--------|--------|---|--------|---|---|
| 1  | A        | -                   | 1. 0 0          | 0      | 1     | 0      | 1      | 0 | 1      |   |   |
| 2  | B        | A                   | 5. 8 3          | 1      | 6.83  | 1      | 6. 8 3 | 1 | 6. 8 3 |   |   |
| 3  | C        | A                   | 5. 0 0          | 1      | 6     | 6      | 1 1    |   |        |   |   |
| 4  | D        | A                   | 3. 0 0          | 1      | 4     | 10.17  | 13.17  |   |        |   |   |
| 5  | E        | A                   | 10. 0 0         | 1      | 11    | 9.17   | 19.17  |   |        |   |   |
| 6  | F        | B                   | 7. 8 3          | 6. 8 3 | 14.67 | 6. 8 3 | 14.67  |   |        |   |   |
| 7  | G        | B                   | 6. 8 3          | 6. 8 3 | 13.67 | 7. 8 3 | 14.67  |   |        |   |   |
| 8  | H        | C                   | 3. 6 7          | 6      | 9.67  | 1 1    | 14.67  |   |        |   |   |
| 9  | I        | D                   | 6. 0 0          | 4      | 10    | 13.17  | 19.17  |   |        |   |   |
| 10 | J        | F, G, H             | 4. 5 0          | 14.67  | 19.17 | 14.67  | 19.17  |   |        |   |   |
| 11 | K        | E, I, J             | 3. 5 0          | 19.17  | 22.67 | 19.17  | 22.67  |   |        |   |   |

Untuk mencari S tiap aktivasi. Untuk mendapatkan hasil S maka digunakan rumus  $S = Slack = LF - EF$  atau  $LS - ES$  (waktu mundur aktivitas).

1. Pada node 0, LF (A) = 1, EF (A) = 1. Maka pada node 1,  $S = 1 - 1 = 0$
2. Pada node 1, LF (B) = 6.83. EF (B) = 6.83. Maka pada node 2,  $LS = 6.83 - 6.83 = 0$ .
3. Pada node 2, LF (C) = 11. EF (C) = 6.00. Maka pada node 3,  $S = 11 - 6.00 = 5$ .
4. Pada node 3, LF (D) = 13.17. EF (D) = 4. Maka pada node 4,  $S = 13.17 - 4 = 9.17$
5. Pada node 4, LF (E) = 19.17. EF(E) = 11. Maka pada node 5,  $S = 19.17 - 11 = 8.17$
6. Pada node 5, LF (F) = 14.67. EF (F) = 14.67. Maka pada node 6,  $S = 14.67 - 14.67 = 0$
7. Pada node 6, LF (G) = 14.67. EF(G) = 13.67 Maka pada node 7,  $S = 14.67 - 13.67 = 1$
8. Pada node 7, LF (H) = 14.67. EF (H) = 9.67 Maka pada node 8,  $LS = 14.67 - 9.67 = 5$
9. Pada node 8, LF (I) = 19.17. EF (I) = 10 Maka pada node 9,  $S = 19.17 - 10 = 9.17$
10. Pada node 9, LF (J) = 19.17. EF (J) = 19.17 Maka pada node 10,  $S = 19.17 - 19.17 = 0$
11. Pada node 10, LF (K) = 22.67. EF (K) = 22.67 Maka pada node 11,  $S = 22.67 - 22.67 = 0$

Dari perhitungan diatas dapat digambarkan seperti dibawah ini.



Gambar 1 Diagram PERT/CPM

Maka dari perhitungan diatas akan mendapatkan hasil seperti tabel dibawah ini.

Tabel 6 Hasil Perhitungan ES, EF, LS, LF dan S

| No | Kegiatan | Kegiatan | Waktu | E | S | E | F | L | S | L | F | S |
|----|----------|----------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|----|----------|----------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

|    |   | Sebelumnya | aktivitas |   |   |       |       |       |       |       |       |   |   |   |
|----|---|------------|-----------|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|---|
| 1  | A | -          | 1.        | 0 | 0 | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     |       |   |   |   |
| 2  | B | A          | 5.        | 8 | 3 | 1     | 6.    | 8     | 3     | 1     | 6.    | 8 | 3 | 0 |
| 3  | C | A          | 5.        | 0 | 0 | 1     | 6     | 6     | 1     | 1     | 5     |   |   |   |
| 4  | D | A          | 3.        | 0 | 0 | 1     | 4     | 10.17 | 13.17 | 9.17  |       |   |   |   |
| 5  | E | A          | 10.       | 0 | 0 | 1     | 1     | 1     | 9.17  | 19.17 | 8.17  |   |   |   |
| 6  | F | B          | 7.        | 8 | 3 | 6.    | 8     | 3     | 14.67 | 6.83  | 14.67 | 0 |   |   |
| 7  | G | B          | 6.        | 8 | 3 | 6.    | 8     | 3     | 13.67 | 7.83  | 14.67 | 1 |   |   |
| 8  | H | C          | 3.        | 6 | 7 | 6     | 9.    | 67    | 1     | 1     | 14.67 | 5 |   |   |
| 9  | I | D          | 6.        | 0 | 0 | 4     | 1     | 0     | 13.17 | 19.17 | 9.17  |   |   |   |
| 10 | J | F, G, H    | 4.        | 5 | 0 | 14.67 | 19.17 | 14.67 | 19.17 | 0     |       |   |   |   |
| 11 | K | E, I, J    | 3.        | 5 | 0 | 19.17 | 22.67 | 19.17 | 22.67 | 0     |       |   |   |   |

Maka dari jalur kegiatan dan hasil perhitungan ES, EF, LS, LF dan S, maka didapat waktu yang dibutuhkan dalam pengerjaan proyek dapat dili hat pada tabel dibawah ini.

Tabel 7 Jalur Kegiatan dan Hasil Waktu Pengerjaan Proyek

| No | Jalur-Jalur Kegiatan | Waktu Yang Dibutuhkan (dalam bulan)   |
|----|----------------------|---------------------------------------|
| 1  | A – B – F – J – K    | $1 + 5.38 + 7.83 + 4.5 + 3.5 = 22.67$ |
| 2  | A – B – G – J – K    | $1 + 5.83 + 6.83 + 4.5 + 3.5 = 21.66$ |
| 3  | A – C – H – J – K    | $1 + 5 + 3.67 + 4.5 + 3.5 = 17.67$    |
| 4  | A – D – I – K        | $1 + 3 + 6 + 3.5 = 13.5$              |
| 5  | A – E – K            | $1 + 1.0 + 3.5 = 14.5$                |

Dengan demikian dapat diketahui bahwa jalur kritisnya adalah A – B – F – J – K, dengan waktu yang dibutuhkan 22,67 bulan. Jadi waktu penyelesaian yang normal dari proyek tersebut adalah 22, 67 bulan.

**KESIMPULAN**

Jalur kritis merupakan jalur yang tidak terputus dari aktivitas pertama dilaksanakan pada proyek hingga berhentinya pada aktivitas terakhir proyek. Pada metode CPM (*Critical Path Method*) yang menjadi jalur kritis ialah A-B-F-J-K dengan jenis kegiatan Survei Proyek – Mobilisasi dan Demobilisasi–Pengadaan Barang – Mistar Duga Ukur – Papan Nama dan berdasarkan hasil data dan informasi yang didapatkan dari instansi bahwa perencanaan penjadwalan pelaksanaan pada proyek pembangunan Bendung ini waktu yang dibutuhkan ialah 22,67 bulan dengan waktu penyelesaian normal.

**DAFTAR PUSTAKA**

Fadli, M., Syarif SS, 2010. Model Teori Manajemen Proyek, Politeknik Caltex Riau.  
 Siswanto, 2007. Operations Research, Erlangga.  
 Ervianto, Wulfram I. 2009. Manajemen Proyek Konstruksi, Edisi Revisi. Yogyakarta : Andi.  
 Subagyo Pangestu, dkk. 1999. Dasar-dasar Operations Research. Yogyakarta : BPFE.  
 Heryanto Imam dan Totok Triwibowo. 2009. Manajemen Proyek Berbasis Teknologi Informasi. Penerbit Informatika:Bandung.

## **SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN MENENTUKAN PERGURUAN TINGGI SWASTA TERBAIK MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (STUDI KASUS : KOPERTIS WILAYAH I SUMUT)**

**Arifin Syahputra**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Perguruan Tinggi Swasta (PTS) merupakan salah satu pilihan untuk melanjutkan pendidikan pasca sarjana, terutama dikota Medan. Perguruan tinggi swasta yang berkualitas sangat mempengaruhi dalam mejalani pendidikan. Agar mudah dalam bersaing didunia kerja. Karena PTS yang bagus sudah pasti akreditasinya juga bagus, karena akreditasi PTS sangatlah berpengaruh dalam dunia kerja. Terutama dalam jenjang karir, penerimaan tenaga kerja baru. Dalam penentuan PTS di kota medan ini tidaklah mudah, di karenakan banyaknya PTS yang ada di kota medan ini. Terlalu banyaknya PTS yang ada, membuat sulit dalam pemilihan PTS secara manual dilakukan, dan hasil pemilihan terkadang kurang tepat dan menjadi suatu permasalahan dalam pemilihan PTS terbaik. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah sistem yang dapat membantu seseorang dalam mengambil keputusan yang akurat dan tepat sasaran. Metode yang digunakan dalam Sistem Pendukung Keputusan adalah dengan menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP). Metode ini dipilih karena mampu mencari menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif, dalam hal ini alternatif yang dimaksudkan yaitu yang berhak menjadi Perguruan Tinggi Swasta terbaik berdasarkan kriteria yang ditentukan.

**Kata Kunci :** Perguruan Tinggi Swasta, Sistem Pendukung Keputusan, AHP.

### **PENDAHULIAN**

Berbagai cara dilakukan dalam penentuan PTS terbaik yang bertujuan untuk pengembangan pendidikan. Selama ini dalam menentukan PTS terbaik masih dilakukan secara manual dan tidaklah muda, terkadang dalam penentuan secara manual menghasilkan data ganda dan menghasilkan hasil yang tidak tepat dan kurang sistematis. Karena setiap PTS mempunyai akreditas dan fasilitas yang berbeda-beda. Dan membuat lambat dalam penentuan PTS terbaik yang ada di kota medan ini jika masih di lakukan secara manual.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support Sistem (DSS)* mulai dikembangkan pada tahun 1960-an, tetapi istilah Sistem pendukung keputusan itu sendiri baru muncul pada tahun 1971, yang diciptakan oleh G. Antony Gorry dan Michael S.Scott Morton dengan tujuan untuk menciptakan kerangka kerja guna mengarahkan aplikasi komputer kepada pengambilan keputusan manajemen. Sistem tersebut adalah suatu sistem yang berbasis komputer yang ditujukan untuk membantu pengambil keputusan dengan memanfaatkan data dan model tertentu untuk memecahkan berbagai persoalan yang tidak terstruktur. Istilah sistem pendukung keputusan mengacu pada suatu sistem yang memanfaatkan dukungan komputer dalam proses pengambilan keputusan. Sistem pendukung keputusan adalah bagian dari sistem informasi berbasis komputer termasuk sistem berbasis pengetahuan yang dipakai untuk mendukung pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau perusahaan. Dapat juga dikatakan sebagai sistem komputer yang mengolah data menjadi informasi untuk mengambil keputusan dari masalah semiterstruktur yang spesifik.

Metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* merupakan salah satu model pengambilan keputusan yang dapat membantu kerangka berpikir manusia. Metode ini mula-mula dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970-an. Dasar berpikirnya metode AHP adalah proses membentuk skor secara numerik untuk menyusun rangking setiap alternatif keputusan berbasis pada bagaimana sebaiknya alternatif itu dicocokkan dengan kriteria pembuat keputusan.

AHP memiliki banyak keunggulan dalam menjelaskan proses pengambilan keputusan. Salah satunya adalah dapat digambarkan secara grafis sehingga mudah dipahami oleh semua pihak yang terlibat dalam pengambilan keputusan serta mampu menghasilkan hasil yang lebih konsisten dan mudah untuk dipahami (Yonce Sonatha dan Meri Azmi, ISSN 1858-3709).

Penelitian ini bertujuan mengetahui kriteria-kriteria yang relevan dalam menentukan PTS terbaik, untuk menerapkan metode *analytical hierarchy process* dalam aplikasi sistem pendukung keputusan menentukan PTS terbaik serta merancang aplikasi sistem pendukung keputusan menggunakan Microsoft Visual Studio 2008.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu data perguruan tinggi swasta yang ada di kota Medan sebagai objek penelitian, Microsoft Visual Studio 2008 sebagai tools perancangan aplikasi.

### **Metode**

#### **Sistem Pendukung Keputusan**

Dalam buku terjemahan Little (1970) Sistem Pendukung Keputusan adalah suatu sistem informasi berbasis komputer yang menghasilkan berbagai alternatif keputusan untuk membantu manajemen dalam menangani berbagai permasalahan yang terstruktur ataupun tidak terstruktur dengan menggunakan data dan model. Dapat juga dikatakan sebagai sistem komputer yang mengolah data menjadi informasi untuk mengambil keputusan dari masalah semi terstruktur yang spesifik. Penyusunan model keputusan adalah suatu cara untuk mengembangkan hubungan-hubungan logis yang mendasari persoalan keputusan ke dalam suatu model matematis, yang mencerminkan hubungan yang terjadi diantara faktor-faktor yang terlibat.

Simon (1960) mengajukan model yang menggambarkan pengambilan keputusan. Proses ini terdiri dari tiga fase, yaitu :

1. *Intelligence*
2. Tahap ini merupakan proses penelusuran dan pendeteksian dari lingkup problematika serta proses pengenalan masalah. Data masukan diperoleh, diproses dan diuji dalam rangka mengidentifikasi masalah.
3. *Design*
4. Tahap ini merupakan proses menemukan, mengembangkan dan menganalisis alternatif tindakan yang bisa dilakukan. Tahap ini meliputi proses untuk mengerti masalah, menurunkan solusi dan menguji kelayakan solusi.
5. *Choice*
6. Pada tahap ini dilakukan proses pemilihan diantara berbagai alternatif tindakan yang mungkin dijalankan. Hasil pemilihan tersebut kemudian diimplementasikan dalam proses pengambilan keputusan.

#### **Fuzzy Multi Attribute Decision Making (FMADM)**

Fuzzy Multi Attribute Decision Making (FMADM) adalah suatu metode yang digunakan untuk mencari alternatif optimal dari sejumlah alternatif dengan criteria tertentu. Inti dari FMADM adalah menentukan nilai bobot untuk setiap *attribute*, kemudian dilanjutkan dengan proses perankingan yang akan menyeleksi alternatif yang sudah diberikan.

Pada dasarnya ada tiga pendekatan untuk mencari nilai bobot atribut, yaitu pendekatan subyektif, pendekatan obyektif dan pendekatan integrasi antara subyektif dan obyektif. Masing-masing pendekatan memiliki kelebihan dan kelemahan. Pada pendekatan subyektif, nilai bobot ditentukan berdasarkan subyektifitas dari para pengambil keputusan, sehingga beberapa factor dalam proses perankingan alternatif dapat ditentukan secara bebas. Sedangkan pada pendekatan obyektif, nilai bobot dihitung secara matematis sehingga menghasilkan subyektifitas dari pengambil keputusan. (Sri Kusuma Dewi, 2006)

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah FMADM, antara lain (Sri Kusuma Dewi, 2006) :

1. Simple Additive Weighting (SAW)
2. Weighted Product (WP)
3. ELECTRE
4. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
5. Analitical Hierarchy Process (AHP).

#### **Sekilas Tentang AHP**

Pada dasarnya, proses pengambilan keputusan adalah memilih suatu alternatif. Peralatan Utama AHP adalah sebuah hirarki fungsional dengan input utamanya persepsi manusia. Keberadaan hirarki memungkinkan dipecahnya masalah kompleks atau tidak terstruktur dalam sub-sub masalah, lalu menyusunnya menjadi suatu bentuk hirarki.

AHP memiliki banyak keunggulan dalam menjelaskan proses pengambilan keputusan. Salah satunya adalah dapat digambarkan secara grafis sehingga mudah dipahami oleh semua pihak yang terlibat dalam pengambilan keputusan.

#### **Prinsip Dasar AHP**

Dalam menyelesaikan permasalahan dengan metode AHP ada beberapa prinsip yang harus dipahami, diantaranya :

1. Membuat Hirarki  
Sistem yang kompleks bisa dipahami dengan memecahkannya menjadi elemen-elemen pendukung, menyusun elemen secara hirarki dan menggabungkannya atau mensitesiskannya.
2. Kriteria dan alternative dilakukan dengan perbandingan berpasangan. Menurut Saaty (1998), untuk berbagai persoalan, skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik untuk mengekspresikan pendapat. Nilai dan defenisi pendapat kualitatif dari skala perbandingan Saaty bisa diukur menggunakan table analisis seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Skala Perbandingan Pasangan

| Intensitas<br>Kepentingan | Keterangan                                                          |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1                         | Kedua elemen sama pentingnya                                        |
| 3                         | Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya |
| 5                         | Elemen yang satu lebih penting daripada elemen lainnya              |
| 7                         | Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya      |
| 9                         | Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya                  |
| 2,4,6,8                   | Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan           |

sumber : [http://Wikipedia.org/wiki/Analytic\\_Hierarchy\\_Process](http://Wikipedia.org/wiki/Analytic_Hierarchy_Process) (3 Mei 2016)

3. *Synthesis of Priority* (Menentukan Prioritas)  
Untuk setiap kriteria dan alternatif, perlu dilakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Nilai-nilai perbandingan relative dari seluruh alternative criteria bisa disesuaikan dengan *judgement* yang telah ditentukan untuk menghasilkan bobot dan prioritas. Bobot dan prioritas dihitung dengan manipulasi matriks atau melalui penyelesaian persamaan matematika.
4. *Logical Consistency* (Konsistensi Logis)  
Konsistensi memiliki dua makna. Pertama, objek-objek yang serupa bisa dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansi. Kedua, menyangkut tingkat hubungan antar objek yang didasarkan pada kriteria tertentu.  
AHP didasarkan atas 3 prinsip dasar yaitu :
  1. Dekomposisi  
Dengan prinsip ini struktur masalah yang kompleks dibagi menjadi bagian-bagian secara hirarki. Tujuan didefenisikan dari yang umum sampai yang khusus. Dalam bentuk yang paling sederhana struktur akan dibandingkan tujuan, kriteria dan level *alternative*. Tiap himpunan *alternative* mungkin akan dibagi lebih jauh menjadi tingkatan yang lebih detail, mencakup lebih banyak criteria yang lain. Level paling atas dari hirarki merupakan tujuan yang terdiri atas satu elemen. Level berikutnya mungkin mengandung beberapa elemen, dimana elemen-elemen tersebut bisa dibandingkan, memiliki kepentingan yang hampir sama dan tidak memiliki perbedaan yang terlalu mencolok. Jika perbedaan terlalu besar harus dibuatkan level yang baru.
  2. Perbandingan Penilaian/Pertimbangan (*comparative judgement*)  
Dengan prinsip ini akan dibangun perbandingan berpasangan dari semua elemen yang ada dengan tujuan menghasilkan skala kepentingan relative dari elemen. Penilaian menghasilkan skala penilaian yang berupa angka. Perbandingan berpasangan dalam bentuk matriks jika dikombinasikan akan menghasilkan prioritas.
  3. Sintesa Prioritas  
Sintesa prioritas dilakukan dengan mengalihkan prioritas lokal dengan prioritas dari kriteria bersangkutan di level atasnya dan menambahkannya ke tiap elemen dalam level yang dipengaruhi criteria. Hasilnya berupa gabungan atau dikenal dengan prioritas global yang kemudian digunakan untuk memboboti prioritas local dari elemen di level terendah sesuai dengan kriterianya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa Permasalahan**

Adapun permasalahan dari sistem yang sedang berjalan adalah :

1. Pembuatan Laporan dilakukan secara manual dan memakan waktu yang lama sehingga ketelitian harus benar-benar diperhatikan supaya laporan yang dibuat dapat menghasilkan informasi yang terjamin.
2. Memerlukan waktu yang panjang dalam pengolahan data, karena masih dilakukan secara manual sehingga sering terjadi pengerjaan berulang-ulang dan terjadi duplikasi.

**Kriteria Penilaian**

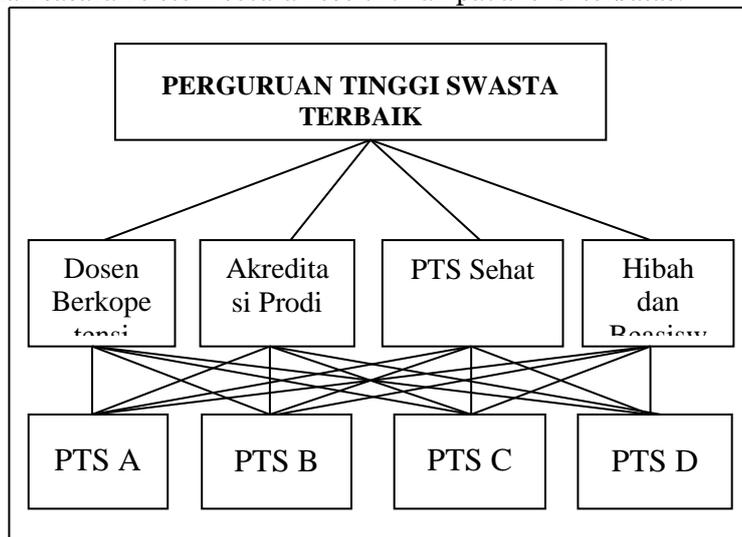
Data penelitian yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari Kopertis wilayah I. Variabel penelitian yang digunakan berjumlah 4 variabel *input*, Variabel tersebut adalah sebagai berikut :

- C1= Dosen Berkopetensi (40%)
- C2= Akreditasi Prodi (30%)
- C3= Hibah dan Beasiswa (10%)
- C4= PTS Sehat (20%)

**Penerapan Metode AHP**

Langkah-langkah yang dilakukan dalam metode AHP sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi masalah dan menentukan solusi yang diinginkan, lalu menyusun hierarki dari permasalahan yang dihadapi. Penyusunan hierarki adalah dengan menetapkan tujuan yang merupakan sasaran sistem secara keseluruhan pada level terbatas.



Gambar 1 Struktur Hierarki AHP

Tabel 1 Data PTS

| No. Reg | Nama PTS | Alamat             | Tahun       | Jenis PTS   | Telp       |
|---------|----------|--------------------|-------------|-------------|------------|
| 001     | PTS A    | Jl. Krakatau Medan | 12 -04-1976 | Universitas | 0617772111 |
| 002     | PTS B    | Jl. SM. Raja Medan | 07-06-1961  | Universtas  | 0617800006 |
| 003     | PTS C    | Jl. Pancing Medan  | 31-11-1957  | Universitas | 0617833330 |
| 004     | PTS D    | Jl. SM. Raja Medan | 04-01-1965  | Universitas | 0617666990 |

Prosedur Penentuan PTS antara lain :

Table 2 Data Penilaian PTS

| Nama PTS | Dosen Berkopetensi | Akreditasi Prodi | PTS Sehat | Hibah dan Beasiswa |
|----------|--------------------|------------------|-----------|--------------------|
| PTS A    | 25 dosen           | A                | Sehat     | Ada                |
| PTS B    | 15 dosen           | B                | Sehat     | Ada                |

|       |          |   |             |     |
|-------|----------|---|-------------|-----|
| PTS C | 18 dosen | B | Tidak sehat | Ada |
| PTS D | 15 dosen | C | Tidak sehat | Ada |

Sesuai dengan data yang ada maka dilakukan pembobotan dari setiap kriteria sesuai dengan nilai kepentingan yang mana sesuai dengan ketentuan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sebagai berikut :

1. Bobot Dosen Berkopetensi

Dari kriteria Dosen Berkopetensi akan ditentukan bobot terdiri dari 3 bilangan seperti pada tabel berikut ini ;

Tabel 3 Bobot Dosen Berkopetensi

| Dosen Berkopetensi | Bobot | Keterangan |
|--------------------|-------|------------|
| >=20 Dosen         | 5     | Baik       |
| <=19 – 10 Dosen    | 4     | Cukup      |
| <= 9 Dosen         | 3     | Kurang     |

2. Bobot Akreditasi Prodi

Dari kriteria Akreditasi Prodi akan ditentukan bobot terdiri dari 3 bilangan seperti pada tabel berikut ini ;

Tabel 4 Bobot Akreditasi Prodi

| Akreditasi Prodi | Bobot | Keterangan |
|------------------|-------|------------|
| A                | 5     | Baik       |
| B                | 4     | Cukup      |
| C                | 3     | Kurang     |

3. Bobot PTS sehat

Dari kriteria PTS sehat akan ditentukan bobot terdiri dari 3 bilangan seperti pada tabel berikut ini ;

Tabel 5 Bobot PTS sehat

| PTS sehat   | Bobot | Keterangan |
|-------------|-------|------------|
| Sehat       | 5     | Baik       |
| Tidak sehat | 4     | Cukup      |
| Parah       | 3     | Kurang     |

4. Bobot Hibah dan Beasiswa

Dari kriteria Hibah dan Beasiswa akan ditentukan bobot terdiri dari 2 bilangan seperti pada tabel berikut ini ;

Tabel 6 Bobot Hibah dan Beasiswa

| Hibah dan Beasiswa | Bobot | Keterangan |
|--------------------|-------|------------|
| Ada                | 5     | Baik       |
| Tidak ada          | 4     | Cukup      |

Dari nilai bobot diatas maka dapat menentukan bobot dari penilaian PTS terbaik. Penilaian PTS sebagai berikut :

Tabael 7 Hasil Penilaian

| Nama PTS | Dosen Berkopetensi | Akreditasi Prodi | PTS Sehat | Hibah dan Beasiswa |
|----------|--------------------|------------------|-----------|--------------------|
| PTS A    | 5                  | 5                | 5         | 5                  |
| PTS B    | 4                  | 4                | 5         | 5                  |
| PTS C    | 3                  | 4                | 4         | 5                  |
| PTS D    | 4                  | 3                | 4         | 5                  |

2. Hitung Cinsistency Index (CI), dengan rumus :

$$CI = (\lambda \text{ maks}-n)/n$$

Dimana n= banyaknya elemen

3. Hitung Rasio Konsistensi /Consistency Ratio (CR) dengan rumus :

$$CR = CI/CR$$

Dimana : CR = Consistency Ratio

CI = Consistency Index

*IR = Indeks Random Consistency*

4. Memeriksa Konsistensi Hirarki. Jika nilainya lebih dari 10%, maka penilaian data *judgement* harus diperbaiki. Namun jika rasio konsistensi (CI/CR) kurang atau sama dengan 0,1, maka hasil perhitungan bisa dinyatakan benar.

Daftar *Index Random Consistention* (IR) bisa dilihat dalam table 8 berikut :

Tabel 8 Daftar Indeks Random Konsistensi

| Ukuran Matrik | Nilai IR |
|---------------|----------|
| 1,2           | 0.00     |
| 3             | 0.58     |
| 4             | 0.90     |
| 5             | 1.12     |
| 6             | 1.24     |
| 7             | 1.32     |
| 8             | 1.41     |
| 9             | 1.45     |
| 10            | 1.49     |
| 11            | 1.51     |
| 12            | 1.48     |
| 13            | 1.56     |
| 14            | 1.57     |
| 15            | 1.59     |

Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk menentukan PTS yang lulus dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* adalah sebagai berikut :

1. Membuat Matrik Perbandingan Berpasangan  
 Pada tahap ini dilakukan penilaian perbandingan antara satu kriteria dengan kriteria yang lain.  
 Cara pengisian elemen matriks pada table :
  - a. Elemen  $a[i,i] = 1$  dimana  $i = 1,2,\dots,n$  ( $n=4$ )
  - b. Elemen matriks segitiga atas sebagai input
  - c. Elemen matriks segitiga bawah mempunyai rumus  $a[j,i] = 1/a[i,j]$  untuk  $i \neq j$
 Hasil penilaian kriteria dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 9 Matriks Perbandingan Berpasangan

|        | C1   | C2   | C3   | C4   |
|--------|------|------|------|------|
| C1     | 1    | 2    | 2    | 3    |
| C2     | 0,50 | 1    | 2    | 2    |
| C3     | 0,50 | 0,50 | 1    | 2    |
| C4     | 0,33 | 0,50 | 0,50 | 1    |
| Jumlah | 2,33 | 4,00 | 5,50 | 8,00 |

Angka 1 pada kolom C1 baris C1 menggambarkan tingkat kepentingan yang sama antara C1 dengan C1, sedangkan angka 2 pada kolom C2 baris C1 menunjukkan bahwa C2 sedikit lebih penting dibandingkan C1. Angka 0,50 pada kolom C1 baris C2 merupakan hasil perhitungan angka 1 pada baris dan kolom C1 dibagi dengan 2 angka pada baris C2 kolom C1. Sedangkan angka yang lain diperoleh dengan cara yang sama. (ket : angka 1,2 dan 3 diperoleh dari nilai yang ada pada skala perbandingan berpasangan).

2. Membuat Matrik Nilai Kriteria  
 Matrik ini diperoleh dengan rumus sebagai berikut :
  - a. Nilai baris-kolom baru = Nilai baris-kolom lama (tabel matrik nilai berpasangan)/jumlah masing-masing kolom lama (tabel matrik berpasangan)
  - b. Nilai kolom jumlah tabel matrik nilai kriteria diperoleh dari penjumlahan nilai pada tiap baris tabel tersebut. ( $0,43 + 0,50 + 0,36 + 0,38 = 1,67$ )
  - c. Nilai prioritas pada tabel matrik nilai kriteria diperoleh dari pembagian kolom jumlah kriteria.  
 Hasil perhitungan bisa dilihat pada tabel 10 berikut :

Tabel 10 Matrik Nilai Kriteria

|    | C1   | C2   | C3   | C4   | Jumlah | Prioritas |
|----|------|------|------|------|--------|-----------|
| C1 | 0,43 | 0,50 | 0,36 | 0,38 | 1,67   | 0,42      |
| C2 | 0,21 | 0,25 | 0,36 | 0,25 | 1,08   | 0,27      |
| C3 | 0,21 | 0,13 | 0,18 | 0,25 | 0,77   | 0,19      |
| C4 | 0,14 | 0,13 | 0,09 | 0,13 | 0,48   | 0,12      |

3. Membuat Matrik Penjumlahan Setiap Baris

Matrik ini dibuat dengan mengalikan nilai prioritas pada tabel matrik nilai kriteria dengan matrik perbandingan berpasangan.

Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 11 berikut :

Tabel 11 Matrik Penjumlahan Setiap Baris

|    | C1   | C2   | C3   | C4   | Jumlah |
|----|------|------|------|------|--------|
| C1 | 0,42 | 0,54 | 0,38 | 0,36 | 1,70   |
| C2 | 0,21 | 0,27 | 0,38 | 0,24 | 1,10   |
| C3 | 0,21 | 0,14 | 0,19 | 0,24 | 0,78   |
| C4 | 0,14 | 0,14 | 0,10 | 0,12 | 0,49   |

Nilai 0,42 pada baris dan kolom C1 didapat dari perkalian antara Nilai Prioritas baris C1 pada tabel matrik nilai kriteria dikalikan dengan nilai baris-kolom Nilai C1 pada tabel matrik perbandingan berpasangan. Nilai yang lain diperoleh dengan cara yang sama. Nilai jumlah didapat dari penjumlahan nilai pada masing-masing baris kriteria.

4. Perhitungan Rasio Konsisten

Perhitungan ini digunakan untuk memastikan bahwa rasio konsistensi (CR) <= 0.1. Jika ternyata nilainya lebih besar dari 0,1 maka matrik perbandingan berpasangan perlu diperbaiki. Untuk menghitung nilai rasio konsistensi dapat dilihat pada tabel 12 berikut :

Tabel 12 Perhitungan Rasio Konsistensi

|        | Jumlah Per Baris | Prioritas | Hasil |
|--------|------------------|-----------|-------|
| C1     | 1,70             | 0,42      | 2,12  |
| C2     | 1,10             | 0,27      | 1,37  |
| C3     | 0,78             | 0,19      | 0,97  |
| C4     | 0,49             | 0,12      | 0,61  |
| Jumlah |                  |           | 5,07  |

Kolom jumlah perbaris diperoleh dari kolom jumlah pada tabel penjumlahan setiap baris, sedangkan kolom prioritas diperoleh dari kolom prioritas tabel matrik nilai kriteria, dari tabel diatas diperoleh nilai berikut :

Jumlah (Jumlah dari nilai-nilai hasil) = 5,07

n (jumlah kriteria) = 4

$\lambda$  maks (jumlah/n) = 1,27

CI (( $\lambda$  maks-n)/n) = -0,68

CR(CI/IR (lihat pada tabel indek random)) = -0,76

Oleh karena CR < 0.1, maka rasio konsistensi perhitungan dapat diterima.

Berikutnya terdapat 4 kriteria yang berarti akan ada 4 perhitungan prioritas sub kriteria, yaitu :

1. Menghitung prioritas subkriteria dari kriteria baris-berbaris

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menghitung prioritas subkriteria dari kriteria Nilai Dosen Berkopetensi adalah sebagai berikut :

a. Membuat Matrik Perbandingan Berpasangan

Langkah ini sama seperti yang dilakukan pada langkah 1.1. Hasilnya ditunjukkan dalam tabel 13.

Tabel 13 Matrik Perbandingan Berpasangan Kriteria Dosen Berkopetensi

| Nilai Dosen Berkopetensi | Baik | Cukup | Kurang |
|--------------------------|------|-------|--------|
| Baik                     | 1    | 3     | 5      |
| Nilai Dosen Berkopetensi | Baik | Cukup | Kurang |
| Cukup                    | 0,33 | 1     | 3      |
| Kurang                   | 0,20 | 0,33  | 1      |
| Jumlah                   | 1,53 | 4,33  | 9      |

b. Membuat Matrik Nilai Kriteria

Tabel 14 Matrik Nilai Kriteria Dosen Berkopetensi

| Dosen Berkopetensi | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah | Prioritas | Prioritas Subkriteria |
|--------------------|------|-------|--------|--------|-----------|-----------------------|
| Baik               | 0,65 | 0,69  | 0,56   | 1,90   | 0,63      | 1                     |
| Cukup              | 0,22 | 0,23  | 0,33   | 0,78   | 0,26      | 0,41                  |
| Kurang             | 0,13 | 0,08  | 0,11   | 0,32   | 0,11      | 0,17                  |

Nilai pada kolom prioritas subkriteria diperoleh dari nilai prioritas pada baris tersebut dibagi dengan nilai tertinggi pada kolom prioritas.

c. Menentukan Matrik Penjumlahan Setiap Baris

Langkah ini sama dengan yang dilakukan pada langkah 1.3 dan ditunjukkan hasilnya dalam tabel 15. Setiap elemen pada tabel ini dihitung dengan mengalihkan matriks perbandingan berpasangan dengan nilai prioritas.

Tabel 15 Matrik Penjumlahan Setiap Baris Kriteria Dosen Berkopetensi

| Nilai Dosen Berkopetensi | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah |
|--------------------------|------|-------|--------|--------|
| Baik                     | 0,63 | 0,78  | 0,53   | 1,95   |
| Nilai Dosen Berkopetensi | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah |
| Cukup                    | 0,21 | 0,26  | 0,32   | 0,79   |
| Kurang                   | 0,13 | 0,09  | 0,11   | 0,32   |

d. Menghitung Rasio Konsistensi

Seperti langkah 1.4, perhitungan ini digunakan untuk memastikan bahwa nilai rasio konsistensi (CR)  $\leq 0,1$ .

Untuk menghitung rasio konsistensi, dibuat tabel seperti yang terlihat pada tabel 4.16.

Tabel 16 Penghitungan Rasio Konsistensi Nilai Dosen Berkopetensi

| Disiplin | Jumlah per baris | Prioritas | Hasil |
|----------|------------------|-----------|-------|
| Baik     | 1,95             | 0,63      | 2,58  |
| Cukup    | 1,79             | 0,26      | 1,05  |
| Kurang   | 0,32             | 0,11      | 0,43  |
|          | Jumlah           |           | 4,06  |

Kolom jumlah per baris diperoleh dari kolom jumlah pada tabel 4.15 sedangkan kolom prioritas pada tabel 4.16 dari tabel 4.14, maka diperoleh nilai-nilai sebagai berikut :

Jumlah (jumlah dari nilai-nilai hasil) : 4,06

n (jumlah kriteria) : 3

$\lambda$  maks (jumlah/n) : 1,35

CI ( $\lambda$  maks - n/n) : -0,55

CR (CI/IR (lihat pada tabel indeks random) = -0,93

Oleh karena nilai CR  $< 0,1$ , maka rasio konsistensi dari perhitungan tersebut bisa diterima.

2. Menghitung Prioritas Subkriteria dari Kriteria Nilai Akreditasi Prodi

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menghitung prioritas subkriteria dari kriteria sama dengan yang dilakukan dalam perhitungan prioritas subkriteria dari kriteria baris-berbaris. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

a. Membuat Matriks Perbandingan Berpasangan

Tabel 4.17 Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Nilai Akreditasi Prodi

| Nilai Akreditasi Prodi | Baik | Cukup | Kurang |
|------------------------|------|-------|--------|
| Baik                   | 1    | 2     | 3      |
| Cukup                  | 0,5  | 1     | 2      |
| Kurang                 | 0,33 | 0,5   | 1      |
| Jumlah                 | 1,83 | 3,5   | 6      |

b. Membuat Matriks Nilai Kriteria

Tabel 18 Matrik Nilai Kriteria Nilai Akreditasi Prodi

| Nilai Akreditasi Prodi | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah | Prioritas | Prioritas Subkriteria |
|------------------------|------|-------|--------|--------|-----------|-----------------------|
| Baik                   | 0,5  | 0,57  | 0,50   | 1,62   | 0,54      | 1                     |
| Cukup                  | 0,27 | 0,29  | 0,33   | 0,89   | 0,30      | 0,56                  |
| Kurang                 | 0,18 | 0,14  | 0,17   | 0,49   | 0,16      | 0,30                  |

c. Menentukan Matrik Penjumlahan Setiap Baris

Tabel 19 Matriks Penjumlahan Setiap Baris Kriteria Nilai Akreditasi Prodi

| Nilai Akreditasi Prodi | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah |
|------------------------|------|-------|--------|--------|
|------------------------|------|-------|--------|--------|

|        |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|
| Baik   | 0,54 | 0,60 | 0,48 | 1,62 |
| Cukup  | 0,27 | 0,30 | 0,32 | 0,90 |
| Kurang | 0,18 | 0,15 | 0,16 | 0,49 |

d. Menghitung Rasio Konsistensi

Tabel 20 Menghitung Rasio Konsistensi

| Nilai Akreditasi Prodi | Jumlah per baris | Prioritas | Hasil |
|------------------------|------------------|-----------|-------|
| Baik                   | 1,62             | 0,54      | 2,16  |
| Cukup                  | 0,90             | 0,30      | 1,20  |
| Kurang                 | 0,49             | 0,16      | 0,65  |

Jumlah (jumlah dari nilai-nilai hasil) : 4,01

n (jumlah kriteria) : 3

$\lambda$  maks (jumlah/n) : 1,33

CI (( $\lambda$  maks-n)/n) : -0,56

CR (CI/IR (lihat pada tabel indek random)) : -0,97

3. Menghitung Prioritas Subkriteria Dari Kriteria PTS Sehat

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menghitung prioritas subkriteria dari Nilai PTS Sehat sama dengan yang dilakukan dalam perhitungan prioritas subkriteria Nilai Dosen Berkopetensi dan subkriteria Nilai Akreditasi Prodi. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

a. Membuat Matrik Perbandingan Berpasangan

Tabel 21 Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Nilai PTS Sehat

| Nilai PTS Sehat | Baik | Cukup | Kurang |
|-----------------|------|-------|--------|
| Baik            | 1    | 3     | 5      |
| Cukup           | 0,33 | 1     | 3      |
| Kurang          | 0,20 | 0,33  | 1      |
| Jumlah          | 1,53 | 4,33  | 9      |

b. Menentukan Matrik Nilai Kriteria

Tabel 22 Matriks Nilai Kriteria Nilai PTS Sehat

| Nilai PTS Sehat | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah | Prioritas | Prioritas Subkriteria |
|-----------------|------|-------|--------|--------|-----------|-----------------------|
| Baik            | 0,65 | 0,69  | 0,56   | 1,90   | 0,63      | 1                     |
| Cukup           | 0,22 | 0,23  | 0,33   | 0,78   | 0,26      | 0,41                  |
| Kurang          | 0,13 | 0,08  | 0,11   | 0,32   | 0,11      | 0,17                  |

c. Menentukan Matrik Penjumlahan Setiap Baris

Tabel 23 Matriks Penjumlahan Setiap Baris Kriteria Nilai PTS Sehat

| PTS Sehat | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah |
|-----------|------|-------|--------|--------|
| Baik      | 0,63 | 0,78  | 0,55   | 1,96   |
| Cukup     | 0,21 | 0,26  | 0,33   | 0,80   |
| Kurang    | 0,13 | 0,09  | 0,11   | 0,33   |

d. Menghitung Rasio Konsistensi

Tabel 24 Perhitungan Rasio Konsistensi

| Nilai PTS Sehat | Jumlah per baris | Prioritas | Hasil |
|-----------------|------------------|-----------|-------|
| Baik            | 1,96             | 0,63      | 2,59  |
| Cukup           | 0,80             | 0,26      | 1,06  |
| Kurang          | 0,33             | 0,11      | 0,44  |
| Jumlah          |                  |           | 4,09  |

Jumlah (jumlahan dari nilai-nilai hasil) : 4,09

n (jumlah kriteria) : 3

$\lambda$  maks (jumlah/n) : 1,36

CI (( $\lambda$  maks - n)/n) : -0,55

CR (CI/IR (lihat pada tabel indek random)) : -0,94

4. Menghitung Prioritas Subkriteria dari Kriteria Hibah dan Beasiswa  
Langkah-langkah yang dilakukan untuk menghitung prioritas subkriteria dari Hibah dan Beasiswa sama dengan yang dilakukan dalam perhitungan prioritas subkriteria sebelumnya. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Membuat Matrik Perbandingan Berpasangan

Hasilnya terlihat dalam tabel 25.

Tabel 25 Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Hibah dan Beasiswa

| Hibah dan Beasiswa | Baik | Cukup | Kurang |
|--------------------|------|-------|--------|
| Baik               | 1    | 5     | 7      |
| Cukup              | 0,20 | 1     | 5      |
| Kurang             | 0,14 | 0,20  | 1      |
| Jumlah             | 1,34 | 6,20  | 13     |

- b. Menentukan Matriks Nilai Kriteria

Hasilnya terlihat dalam tabel 26

Tabel 26 Matriks Nilai Hibah dan Beasiswa

| Hibah dan Beasiswa | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah | Prioritas | Prioritas Subkriteria |
|--------------------|------|-------|--------|--------|-----------|-----------------------|
| Baik               | 0,74 | 0,81  | 0,54   | 2,09   | 0,70      | 1                     |
| Cukup              | 0,15 | 0,16  | 0,38   | 0,69   | 0,23      | 0,33                  |
| Kurang             | 0,10 | 0,03  | 0,08   | 0,21   | 0,07      | 0,10                  |

- c. Menentukan Matrik Penjumlahan Setiap Baris

Hasilnya terlihat dalam tabel 27.

Tabel 27 Matriks Penjumlahan Setiap Baris Kriteria Hibah dan Beasiswa

| Hibah dan Beasiswa | Baik | Cukup | Kurang | Jumlah |
|--------------------|------|-------|--------|--------|
| Baik               | 0,70 | 1,15  | 0,49   | 2,34   |
| Cukup              | 0,14 | 0,23  | 0,35   | 0,72   |
| Kurang             | 0,10 | 0,05  | 0,07   | 0,22   |

- d. Menghitung Rasio Konsistensi

Hasilnya terlihat dalam tabel 4.28.

Tabel 28 Penghitungan Rasio Hibah dan Beasiswa

| Hibah dan Beasiswa | Jumlah per baris | Prioritas | Hasil |
|--------------------|------------------|-----------|-------|
| Baik               | 1,96             | 0,63      | 2,59  |
| Cukup              | 0,80             | 0,26      | 1,06  |
| Kurang             | 0,33             | 0,11      | 0,44  |
| Jumlah             |                  |           | 4,09  |

Jumlah (penjumlahan dari nilai-nilai hasil) : 4,09

n (jumlah kriteria) : 3

$\lambda$  maks (jumlah/n-1) : 1,36

CI (( $\lambda$  maks - n)/n) : -0,54

CR (CI/IR (lihat pada tabel indek random)) : -0,94

- e. Menghitung Hasil

Dimana prioritas hasil perhitungan pada langkah 1 dan 4 kemudian dituangkan dalam matriks. Hasilnya dapat dilihat dalam tabel 29.

Tabel 29 Matriks Hasil

| Dosen Berkopetensi | Akreditasi Prodi | PTS Sehat | Hibah dan Beasiswa |
|--------------------|------------------|-----------|--------------------|
| 0,42               | 0,27             | 0,19      | 0,12               |
| Baik               | Baik             | Baik      | Baik               |
| 1                  | 1                | 1         | 1                  |
| Cukup              | Cukup            | Cukup     | Cukup              |
| 0,41               | 0,56             | 0,41      | 0,33               |
| Kurang             | Kurang           | Kurang    | Kurang             |
| 0,17               | 0,30             | 0,17      | 0,10               |

- f. Selanjutnya Memasukkan data nilai dari semua PTS yang akan dihitung.

Jika diberikan data nilai dari 4 PTS seperti yang terlihat dalam tabel 4.30, maka hasil akhirnya akan terlihat dalam tabel 30.

Tabel 30 Nilai PTS

| Nama  | Dosen Berkopetensi | Akreditasi Prodi | PTS Sehat | Hibah dan Beasiswa |
|-------|--------------------|------------------|-----------|--------------------|
| PTS A | Baik               | Baik             | Baik      | Baik               |
| PTS B | Cukup              | Baik             | Baik      | Baik               |
| PTS C | Kurang             | Cukup            | Cukup     | Baik               |
| PTS D | Cukup              | Kurang           | Cukup     | Baik               |

- g. Dari hasil perhitungan data PTS di dapat nilai total masing-masing PTS yang akan digunakan sebagai dasar untuk mendapatkan laporan PTS yang terpilih sebagai PTS terbaik.

Tabel 31 Hasil Akhir

| Nama  | PTS Sehat | Akreditasi Prodi | Hibah dan Beasiswa | Dosen Berkopetensi | Total |
|-------|-----------|------------------|--------------------|--------------------|-------|
| PTS A | 0,42      | 0,27             | 0,19               | 0,12               | 1     |
| PTS B | 0,17      | 0,27             | 0,19               | 0,12               | 0,75  |
| PTS C | 0,07      | 0,15             | 0,07               | 0,12               | 0,41  |
| PTS D | 0,17      | 0,08             | 0,07               | 0,12               | 0,44  |

Nilai 0,42 pada kolom Dosen Berkopetensi baris PTS A diperoleh dari nilai PTS A untuk Nilai Dosen Berkopetensi, yaitu memadai dengan prioritas 1 (tabel 29) dikalikan dengan prioritas Nilai Dosen Berkopetensi sebesar 0,42 (tabel 29). Sedangkan angka yang lain diperoleh dengan cara yang sama. Kolom total pada tabel 26 diperoleh dari penjumlahan masing-masing barisnya. Nilai total inilah yang dipakai sebagai dasar untuk menentukan prestasi masing-masing PTS. Semakin besar nilainya, maka PTS tersebut berpeluang untuk terpilih menjadi PTS terbaik. PTS yang terpilih menjadi PTS terbaik adalah PTS A.

## KESIMPULAN

Kriteria harus sesuai dengan Sistem pengambilan keputusan yang berjalan pada Kopertis Wil I Sumut, Metode yang digunakan pada sistem pendukung keputusan ini pada dasarnya adalah metode yang mengakumulasikan keputusan atas dasar pemenuhan berbagai kriteria tertentu. Kriteria penilaian dibuat kuantitatif untuk memudahkan perhitungan serta Sistem pendukung keputusan untuk penentuan PTS terbaik pada Kopertis Wil I Sumut ini diharapkan dapat mendukung proses penentuan PTS yang lebih berkualitas, transparan, cepat serta tersedianya basis data bagi Kopertis Wil I Sumut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dadan Umar Daihani. 2001. *Komputerisasi Pengambilan Keputusan*. Bandung : Gramedia.
- Edhy Sutanta. 2005. *Pengantar Teknologi Informasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Irfan Surbakti. 2002, *Sistem Pendukung Keputusan*. Surabaya : Andi.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem>
- [http://Wikipedia.org/wiki/Analytic\\_Hierarchy\\_Process](http://Wikipedia.org/wiki/Analytic_Hierarchy_Process)
- Jogiyanto. 2009, *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta : Andi.
- Kusrini. 2007. *Konsep Dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Sri Kusumadewi, dkk. 2006. *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)* Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Turban. 1995. *Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Jakarta : MacMillan.
- Yance Sonatha dan Meri Azmi, ISSN : 1858-3709

## PENERAPAN METODE SEQUENTIAL SEARCH DENGAN METODE BOYER MOORE UNTUK PENCARIAN LAGU DAERAH BERBASIS ANDROID

Sarmauli Br Silaban\* Perमानan Ginting<sup>2</sup>

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak**, Musik adalah seni menyusun nada atau suara yang diutarakan, kombinasi dan hubungan temporal untuk menghasilkan komposisi (suara) yang mempunyai keseimbangan dan kesatuan, nada atau suara yang disusun sedemikian rupa sehingga mengandung irama dan lagu keharmonisan. Penerapan merupakan sebuah tindakan yang dilakukan baik secara individu maupun secara kelompok untuk mencapai tujuan yang telah dirumuskan. Kata penerapan Dalam kamus bahasa indonesia ialah “mempraktikkan” atau “penggunaan”. Dengan demikian penerapan ialah pemanfaatan keterampilan dan pengetahuan baru terhadap sesuatu bidang untuk suatu kegunaan ataupun tujuan khusus. Penerapan metode Sequential Search dan Boyer Moore digunakan pada alternatif pencarian lagu, kedua metode tersebut mendukung seluruh tahap proses pencarian lagu. Masalah yang selama ini terjadi pada saat memilih metode-metode pencarian lagu adalah tidak diperhitungkan terlebih dahulu seberapa efisienkah metode yang dipakai dalam pencarian lagu. Pencarian lagu dengan menggunakan metode sequential search dan boyer moore dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan.

**Kata Kunci** : Sequential Search, Boyer Moore, Ecilpse, Android

### PENDAHULUAN

Musik adalah seni menyusun nada atau suara yang diutarakan, kombinasi dan hubungan temporal untuk menghasilkan komposisi (suara) yang mempunyai keseimbangan dan kesatuan, nada atau suara yang disusun sedemikian rupa sehingga mengandung irama dan lagu keharmonisan. Musik disukai oleh semua orang hampir disetiap kalangan baik mudah, tua maupun anak-anak, maka dari itu para seniman selalu menciptakan karya-karyanya terhadap lagu. Seperti hal-nya pada lagu daerah batak toba.

Lagu batak toba merupakan salah satu jenis musik yang memiliki ciri khas yaitu gondang selain itu juga aliran musiknya sangat menyenangkan dan lagu-lagunya memiliki makna seperti nasehat, curahatan hati, penderitaan hidup dan cinta, sehubungan dengan itu, pengguna musik kesulitan untuk mencari lagu-lagu yang akan diputar karena dengan di aransementnya lagu-lagu dan berbeda-beda pula penyanyinya. Untuk itu perlu adanya suatu alternatif seperti merancang aplikasi pencarian lagu daerah batak toba. Adanya suatu aplikasi dalam pencarian lagu daerah batak toba dapat memudahkan pengguna dalam mendapatkan lagu daerah batak toba. Salah satu metode yang digunakan dalam pencarian lagu adalah dengan menggunakan metode *sequential search* dan *boyer moore*.

*Sequential Search* ialah pencarian linear yang dapat dilakukan pada barisan bilangan yang terurut secara menaik (*ascending*) atau menurun (*descending*) ataupun tidak terurut. Pencarian linear dilakukan dengan cara membandingkan data yang dicari (X) dengan data dalam barisan  $A[1]... A[n]$  dengan dimulai dari data elemen pertama pada barisan. Jika perbandingan bernilai sama, maka pencarian dihentikan dan dinyatakan sukses. Sedangkan apabila tidak bernilai sama maka, data yang tidak terurut (data acak), maka pencarian akan dilanjutkan ke data selanjutnya. Jika data terurut secara menaik (*ascending*), maka pencarian hanya akan dilanjutkan ke data selanjutnya yang berada di sebelah kanan data yang sedang dibandingkan apabila data yang di cari (X) lebih besar daripada data yang dibandingkan sekarang. Jika data terurut secara menurun (*descending*), maka pencarian hanya akan dilanjutkan ke data selanjutnya yang berada di sebelah kanan data yang sedang dibandingkan apabila data yang dicari (X) lebih kecil daripada data yang dibandingkan sekarang. (Irma Dewi, ISSN : 2301-9425).

*Boyer-Moore* adalah salah satu [algoritma pencarian string](#), dipublikasikan oleh [Robert S. Boyer](#), dan [J. Strother Moore](#) pada tahun 1977. Algoritma ini dianggap sebagai algoritma yang paling efisien pada aplikasi umum. Tidak seperti algoritma pencarian string yang ditemukan sebelumnya, algoritma *Boyer-Moore* mulai mencocokkan karakter dari sebelah kanan pattern. Ide dibalik algoritma ini adalah bahwa dengan memulai pencocokkan karakter dari kanan, dan bukan dari kiri, maka akan lebih banyak informasi yang didapat. (Irfan, ISSN : 2301-9425).

Penerapan metode Sequential Search dan Boyer Moore digunakan pada alternatif pencarian lagu, kedua metode tersebut mendukung seluruh tahap proses pencarian lagu. Masalah yang selama ini terjadi pada saat memilih metode-metode pencarian lagu adalah tidak diperhitungkan terlebih dahulu seberapa efisienkah metode yang dipakai dalam pencarian lagu. Pencarian lagu dengan menggunakan metode *sequential search* dan *boyer moore* dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan.

Menguraikan proses pencarian lagu dengan menggunakan metode *Sequential Search* dan metode *Boyer Moore*, menerapkan metode *Sequential Search* dan metode *Boyer Moore* untuk pencarian lagu daerah

serta membangun aplikasi pencarian lagu daerah batak toba dengan menggunakan metode *Sequential Search* dan metode *Boyer Moore*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

bahan-bahan yang digunakan yaitu lagu daerah khusus batak toba berjenis musik pop batak toba sebagai objek penelitian, *android gingerbread 2.3.3* sebagai *operating sistem* dan bahasa pemrograman java sebagai *tools* yang digunakan untuk merancang aplikasi.

### Metode

#### Metode Pencarian Linear (Linear / Sequential Search)

Pencarian Linear dapat dilakukan pada barisan bilangan yang terurut secara menaik (*ascending*) atau menurun (*descending*) ataupun tidak terurut. Pencarian Linear dilakukan dengan cara membandingkan data yang dicari (X) dengan data dalam barisan  $A[1] \dots A[n]$  dengan dimulai dari elemen pertama pada barisan A. Jika perbandingan bernilai sama, maka pencarian dihentikan dan dinyatakan sukses. (Rahmad priyanto, 2010. Struktur data. Penerbit Andi Yogyakarta)

Apabila perbandingan tidak bernilai sama maka sebagai berikut:

1. Jika data tidak terurut (data acak), maka pencarian akan dilanjutkan ke data selanjutnya.
2. Jika data terurut secara menaik (*ascending*), maka pencarian hanya akan dilanjutkan ke data selanjutnya yang berada di sebelah kanan data yang akan sedang dibandingkan apabila data yang dicari (X) lebih besar daripada data yang sedang dibandingkan sekarang.
3. Jika data terurut secara menurun (*descending*), maka pencarian hanya akan dilanjutkan ke data selanjutnya yang berada di sebelah kanan data yang sedang dibandingkan apabila data yang dicari (X) lebih kecil daripada data yang sedang dibandingkan sekarang.

Jika syarat-syarat diatas dipenuhi, maka pencarian data akan dilakukan sampai data yang dicari (X) ditemukan sehingga pencarian dinyatakan sukses atau sampai elemen terakhir dari barisan A dan tidak ada elemen A yang sama dengan data yang dicari (X) sehingga pencarian dinyatakan gagal.

Algoritma pencarian Linear dapat dituliskan sebagai berikut,

Input : Barisan  $A[1] \dots A[n]$  dan X

Output : Pesan X ditemukan atau X tidak ditemukan

Metode : Algoritma pencarian dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu,

1. Algoritma untuk data tidak terurut (data acak)
2. Algoritma untuk data terurut menaik (*ascending*)
3. Algoritma untuk data terurut menurun (*descending*)

Metode pencarian Linear untuk data tidak terurut (data acak) dalam bahasa pemrograman *Basic* adalah sebagai berikut,

```

I = 1 : Ketemu = False
While (I <= N And Not (Ketemu))
  If (X = A (I)) Then
    Ketemu = True
  Else
    I = I + 1
  End If
Wend
If (Ketemu) Then
  Print X, "ditemukan"
Else
  Print X, "tidak ditemukan"

```

Metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (*ascending*) dalam bahasa pemrograman *Basic* adalah sebagai berikut,

```

I = 1 : Ketemu = False
While (I <= N) And Not (Ketemu)
  If (X = A (I)) Then
    Ketemu = True
  Else If ( X > A (I)) Then
    I = I + 1
  Else
    I = N + 1
  End If
Wend

```

```

If (Ketemu) Then
    Print X, " ditemukan"
Else
    Print X, " tidak ditemukan"

```

Metode pencarian Linear untuk data terurut secara menurun (*descending*) dalam bahasa pemrograman *Basic* adalah sebagai berikut,

```

I = 1 : Ketemu = False
While (I <= N) And Not (Ketemu)
    If ( X = A (I)) Then
        Ketemu = True
    Else If ( X < A (I)) Then
        I = I + 1
    Else
        I = N + 1
    End If
Wend
If (Ketemu) Then
    Print X, " ditemukan "
Else
    Print X, " tidak ditemukan "

```

Berdasarkan *source program* metode pencarian Linear di atas terlihat bahwa inti algoritma pencarian Linear adalah bagian perulangan (*loop*) yaitu *While* dengan dua kondisi yakni  $I \leq N$  yang mengontrol agar perulangan jangan sampai melewati batas  $N$  dan  $\text{Not}(\text{Ketemu})$  yang mengontrol pencarian apabila data sudah ditemukan maka pencarian tidak perlu lagi dilanjutkan. Jadi, hal yang mengakibatkan proses pencarian keluar dari bagain perulangan adalah barisan sudah habis yakni  $I > N$  atau data yang dicari sudah ditemukan yakni  $\text{Ketemu} = \text{True}$ .

### Algoritma Boyer-Moore

Algoritma *Boyer-Moore* adalah salah satu algoritma pencarian string yang dipublikasikan oleh Robert ,S. Boyer, dan J.asatrother Moore pada tahun 1977. Algoritma ini dianggap sebagai algoritma yang paling efisien pada aplikasi umum. Tidak seperti algoritma pencarian string yang ditemukan sebelumnya, algoritma *Boyer Moore* mulai mencocokkan karakter dari sebelah kanan *pattern*. Ide dibalik algoritma ini adalah bahwa dengan memulai pencocokan karakter dari kanan, maka akan lebih banyak informasi yang didapat. (Ryanarto sarno, 2012, 22).

Misalnya ada sebuah usaha pencocokan yang terjadi pada teks  $[i..i + n -1]$ , dan anggap ketidakcocokan pertama yang terjadi diantara teks  $[i + j]$  dan *pattern*  $[j]$ , dengan  $0 < j < n$ . Berarti, teks  $[i + j + 1..i + n -1] = \text{pattern} [j + 1..n]$  dan  $a = \text{teks} [i + j]$  tidak sama dengan  $b = \text{pattern} [j]$ . Jika  $u$  adalah akhiran dari *pattern* sebelum  $b$  dan  $v$  adalah sebuah awalan dari *pattern*, maka penggeseran-penggeseran yang mungkin adalah :

1. Pergeseran good-suffix yang terdiri dari mensejajarkan potongan teks  $[i + j + 1..i + n -1] = \text{pattern} [j + 1..n -1]$  dengan kemunculannya paling kanan di *pattern* yang didahului oleh karakter yang berbeda dengan *pattern*  $[j]$ . Jika tidak ada potongan seperti itu, maka algoritma akan mensejajarkan akhiran  $v$  dari teks  $[i + j + 1..i + n -1]$  dengan awalan dari *pattern* yang sama.
2. Pergeseran bad character yang terdiri dari mensejajarkan teks  $[i + j]$  dengan kemunculan paling kanan karakter tersebut di *pattern*. Bila kakter tersebut tidak ada di *pattern*, maka *pattern* akan disejajarkan dengan teks  $[i + n + 1]$ . Secara sistematis,

Langkah-langkah yang dilakukan algoritma boyer-moore pada saat mencocokkan string adalah,

1. Algoritma *boyer-moore* mulai mencocokkan *pattern* pada awal teks.
2. Dari kanan ke kiri, algoritma ini akan mencocokkan karakter per karakter *pattern* dengan karakter di teks yang menyesuaikan, sampai salah satu kondisi berikut dipenuhi :
  - a. Karakter di *pattern* dan di teks yang dibandingkan tidak cocok (*mismatch*).
  - b. Semua karakter di *pattern* cocok.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Masalah

Perpaduan musik asing dengan musik indonesia yang menyebabkan musik-musik indonesia sudah lebih banyak menggunakan aliran-aliran musik asing dibandingkan musik indonesia. Lagu batak toba merupakan salah satu jenis musik yang memiliki ciri khas yaitu gondang selain itu juga aliran musiknya sangat menyenangkan dan lagu-lagunya memiliki makna seperti nasehat, curahatan hati, penderitaan hidup dan cinta, sehubungan dengan itu, pengguna musik kesulitan untuk mencari lagu-lagu

yang akan diputar karena dengan di aransementnya lagu-lagu dan berbeda-beda pula penyanyinya. Untuk itu perlu adanya suatu alternatif seperti merancang aplikasi pencarian lagu daerah batak toba.

**Penerapan Metode *Sequential Search* dan *Boyer Moore* Dalam Pencarian Lagu**

Perancangan aplikasi pencarian lagu bahasa batak toba dengan menggunakan metode *Sequential Search* dan *Boyer Moore*, terlebih dahulu dilakukan analisa mengenai bentuk sistem yang akan dirancang sedemikian rupa karena dengan adanya analisa sistem tersebut akan mempermudah bagi penulis dalam merancang sistem dengan menggunakan metode *sequential search* dan *boyer-moore* yang juga bertujuan untuk membantu tahapan perancangan sistem sehingga dapat diperoleh hasil yang memuaskan serta sesuai dengan tujuan awal perancangan. Perancangan sistem aplikasi pencarian lagu yang menggunakan dua metode akan menghasilkan rancangan yang sangat memuaskan karena dengan mengkombinasikan antara metode *sequential search* dengan metode *boyer moore* yang setiap metodenya mempunyai langkah-langkah yang berbeda disetiap pengerjaannya dan akan dikombinasikan untuk menghasilkan perancangan pencarian lagu yang lebih sempurna.

**Penerapan Algoritma *Sequential Search***

Algoritma adalah kumpulan perintah untuk menyelesaikan suatu masalah. Perintah-perintah ini dapat diterjemahkan secara bertahap dari awal hingga akhir. Kompleksitas dari suatu algoritma dapat merupakan ukuran seberapa banyak komputasi yang dibutuhkan algoritma tersebut dalam untuk menyelesaikan suatu masalah. Secara informal algoritma yang dapat menyelesaikan suatu permasalahan dalam waktu singkat memiliki kompleksitas rendah, sedangkan algoritma yang membutuhkan waktu lama untuk menyelesaikan suatu permasalahan memiliki kompleksitas yang tinggi.

Algoritma *Sequential Search* dapat dilakukan pada barisan bilangan yang terurut secara menaik (*ascending*) atau menurun (*descending*) ataupun tidak terurut. Pencarian Linear dilakukan dengan cara membandingkan data yang dicari dengan data dalam barisan dengan dimulai dari elemen pertama pada barisan A. Jika perbandingan sama, maka pencarian dihentikan dan dinyatakan sukses.

**Cara Kerja Algoritma *Sequential Search***

Secara garis besar, proses penyelesaian metode pencarian Metode *Sequential search* dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Metode pencarian Linear (*Linear / Sequential Search*), terdiri dari 3 macam yaitu :
  - a. Pencarian Linear untuk data tidak terurut (data acak)  
Data tidak terurut (data acak) adalah data yang sudah tersusun adalah data yang sudah tersusun atau dikelompokkan ke dalam kelas-kelas interval. Data kelompok disusun dalam bentuk distribusi frekuensi atau tabel frekuensi.
  - b. Pencarian Linear untuk data terurut menaik (*ascending*)  
Data terurut menaik (*ascending*) adalah data yang berada dalam suatu tempat penyimpanan, dengan urutan tertentu baik urut menaik (*ascending*) dari nilai terkecil sampai dengan nilai terbesar.
  - c. Pencarian Linear untuk data terurut menurun (*descending*)  
Data terurut menurun (*descending*) adalah data yang berada dalam suatu tempat penyimpanan, dengan urutan tertentu baik urut (*descending*) dari nilai terbesar sampai dengan nilai terkecil.

Perincian mengenai pembahasan metode-metode pencarian di atas dapat dilihat pada pembahasan dengan mengambil beberapa contoh seperti berikut ini.

Sebagai contoh, misalkan diketahui suatu barisan bilangan A sebagai berikut :

Data yang akan dicari ialah : SULANGAN MANGAN

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

Misalkan data yang dicari (X) = S maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data tidak terurut (data acak) adalah sebagai berikut :

1. Pencarian dimulai dari data elemen pertama pada barisan bilangan A.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| ↓ | L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

```

N = 14 : X = S
I = 1 : Ketemu = False
While (1 <= 14) And Not (False) → True
If (S = L) Then → False
I = 1 + 1 = 2
    
```

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓  
L A N U A S G N A N G M A N  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

While (2 <= 14) And Not (False) → True  
If (S = A) Then → False  
I = 2 + 1 = 3

3. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen ketiga pada barisan bilangan A.

↓  
L A N U A S G N A N G M A N  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

While (3 <= 14) And Not (False) → True  
If (S = N) Then → False  
I = 3 + 1 = 4

4. Pencarian dimulai dari data elemen ke empat pada barisan bilangan A.

↓  
L A N U A S G N A N G M A N  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

While (4 <= 14) And Not (False) → True  
If (S = U) Then → False  
I = 4 + 1 = 5

5. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kelima pada barisan bilangan A.

↓  
L A N U A S G N A N G M A N  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

While (5 <= 14) And Not (False) → True  
If (S = A) Then → False  
I = 5 + 1 = 6

6. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen keenam pada barisan bilangan A.

↓  
L A N U A S G N A N G M A N  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

While (6 <= 14) And Not (False) → True  
If (S = S) Then → True  
Ketemu = True  
While (6 <= 14) And Not (True) → False  
If (True) Then  
Print 5, "ditemukan"

Misalkan lagi, data yang dicari (X) = U, maka proses pencarian data dengan menggunakan algoritma pencarian Linear untuk data tidak terurut (data acak) adalah sebagai berikut.

1. Pencarian dimulai dari data elemen pertama pada barisan bilangan A.

↓  
L A N U A S G N A N G M A N  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

N=14 : X= U  
I= 1: Ketemu = False  
While (1 <= 14) And Not (False) → True  
If (U = L) Then → False  
I = 1 + 1 = 2

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓  
L A N U A S G N A N G M A N  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

While (2 <= 14) And Not (False) → True  
If (U = A) Then → False  
I = 2 + 1 = 3

3. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen ketiga pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (3 <= 14) And Not (False) → True  
 If (U = N) Then → False  
 I = 3 + 1 = 4

4. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen keempat pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (4 <= 14) And Not (False) → True  
 If (U = U) Then → True  
 Ketemu = True  
 While (4 <= 14) And Not (True) → False  
 If (True) Then  
 Print 3, "ditemukan"

Jika barisan bilangan A diurutkan secara menaik (ascending) seperti berikut ini.

Misalkan data yang dicari (X) = L maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (ascending) adalah sebagai berikut:

1. Pencarian dimulai dari data elemen pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

N = 14; X = L  
 I = 1; Ketemu = False  
 While (1 <= 14) And Not (False) → True  
 If (L = L) Then → True  
 Ketemu = True  
 While (1 <= 14) And Not (True) → False  
 If (True) Then  
 Print 1, "ditemukan"

Jika barisan bilangan A diurutkan secara menaik (ascending) seperti berikut ini.

Misalkan data yang dicari (X) = A maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (ascending) adalah sebagai berikut:

1. Pencarian dimulai dari data elemen pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

N = 14; X = A  
 I = 1; Ketemu = False  
 While (1 <= 14) And Not (False) → True  
 If (A = L) Then → False  
 I = 1 + 1 = 2

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

N = 14; X = A  
 While (2 <= 14) And Not (False) → True  
 If (A = A) Then → True  
 Ketemu = True  
 While (1 <= 14) And Not (True) → False  
 If (True) Then  
 Print 2, "ditemukan"

Misalkan data yang dicari (X) = N maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (ascending) adalah sebagai berikut:

1. Pencarian dimulai dari data elemen pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (1 <= 14) And Not (False) → True  
 If (N = L) Then → False  
 I = 1 + 1 = 2

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (2 <= 14) And Not (False) → True  
 If (N = A) Then → True  
 I = 1 + 2 = 3

3. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen ketiga pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (3 <= 8) And Not (False) → True  
 If (N = N) Then → True  
 Ketemu = True  
 While (1 <= 14) And Not (True) → False  
 If (True) Then  
 Print 2, "ditemukan"

Misalkan data yang dicari (X) = G maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (ascending) adalah sebagai berikut:

1. Pencarian dimulai dari data elemen pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (1 <= 14) And Not (False) → True  
 If (G = L) Then → False  
 I = 1 + 1 = 2

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (2 <= 14) And Not (False) → True  
 If (G = A) Then → True  
 I = 1 + 2 = 3

3. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen ketiga pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (3 <= 14) And Not (False) → True  
 If (G = N) Then → True  
 I = 3 + 1 = 4

4. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen keempat pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (4 <= 14) And Not (False) → True  
 If (G = U) Then → True  
 I = 4 + 1 = 5

5. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen keempat pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (5 <= 14) And Not (False) → True  
 If (G = S) Then → True  
 I = 5 + 1 = 6

6. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen keempat pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (6 <= 14) And Not (False) → True  
 If (G = G) Then → True  
 Ketemu = True  
 While (1 <= 14) And Not (True) → False  
 If (True) Then  
 Print 6, "ditemukan"

Misalkan data yang dicari (X) = A maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (ascending) adalah sebagai berikut:

1. Pencarian dimulai dari data elemen pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

N = 14: X = A  
 While (1 <= 14) And Not (False) → True  
 If (A = L) Then → False  
 I = 1 + 1 = 2

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (2 <= 14) And Not (False) → True  
 If (A = A) Then → True  
 Ketemu = True  
 While (1 <= 14) And Not (True) → False  
 If (True) Then  
 Print 2, "ditemukan"

Misalkan data yang dicari (X) = N maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (ascending) adalah sebagai berikut:

1. Pencarian dimulai dari data elemen pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

N = 14: X = N  
 While (1 <= 14) And Not (False) → True  
 If (N = L) Then → False  
 I = 1 + 1 = 2

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (2 <= 14) And Not (False) → True  
 If (N = A) Then → True  
 I = 1 + 2 = 3

3. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen keempat pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (3 <= 14) And Not (False) → True

If ( N = N ) Then → True  
Ketemu = True  
While ( 1 < = 14 ) And Not ( True ) → False  
If ( True ) Then  
Print 3, "ditemukan"

Misalkan data yang dicari ( X ) = M maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (ascending) adalah sebagai berikut:

1. Pencarian dimulai dari data elemen pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

N = 8: X = M  
While ( 1 < = 14 ) And Not ( False ) → True  
If ( M = L ) Then → False  
I = 1 + 1 = 2

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While ( 2 < = 14 ) And Not ( False ) → True  
If ( M = A ) Then → True  
I = 1 + 2 = 3

3. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen ketiga pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While ( 3 < = 14 ) And Not ( False ) → True  
If ( M = N ) Then → True  
I = 3 + 1 = 4

4. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen keempat pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While ( 4 < = 14 ) And Not ( False ) → True  
If ( M = U ) Then → True  
I = 4 + 1 = 5

5. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kelima pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While ( 5 < = 14 ) And Not ( False ) → True  
If ( M = A ) Then → True  
I = 6 + 1 = 7

6. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen keenam pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While ( 6 < = 14 ) And Not ( False ) → True  
If ( M = S ) Then → True  
I = 7 + 1 = 8

7. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen ketujuh pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While ( 7 < = 14 ) And Not ( False ) → True  
If ( M = G ) Then → True  
I = 8 + 1 = 8

8. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedelapan pada barisan bilangan A.



|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (8 <= 14) And Not (False) → True

If (M = N) Then → True

I = 8 + 1 = 9

9. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kesembilan pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (9 <= 14) And Not (False) → True

If (M = A) Then → True

I = 9 + 1 = 10

10. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kesepuluh pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (10 <= 14) And Not (False) → True

If (M = N) Then → True

I = 10 + 1 = 11

11. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kesebelas pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (11 <= 14) And Not (False) → True

If (M = G) Then → True

I = 12 + 1 = 13

12. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen duabelas pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (13 <= 14) And Not (False) True

If (M = M) Then → True

Ketemu = True

While (1 <= 14) And Not (True) → False

If (True) Then

Print 11, "ditemukan"

Misalkan data yang dicari (X) = A maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (ascending) adalah sebagai berikut:

1. Pencarian dimulai dari data elemen pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

N = 14; X = A

While (1 <= 14) And Not (False) → True

If (A = L) Then → False

I = 1 + 1 = 2

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (2 <= 14) And Not (False) → True

If (A = A) Then → True

Ketemu = True

While (1 <= 14) And Not (True) → False

If (True) Then

Print 2, "ditemukan"

Misalkan data yang dicari (X) = N maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (ascending) adalah sebagai berikut:

1. Pencarian dimulai dari data elemen pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

N = 14: X = N

While (1 <= 14) And Not (False) → True

If (N = L) Then → False

I = 1 + 1 = 2

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (2 <= 14) And Not (False) → True

If (N = A) Then → True

I = 1 + 2 = 3

3. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (3 <= 14) And Not (False) → True

If (N = N) Then → True

Ketemu = True

While (1 <= 14) And Not (True) → False

If (True) Then

Print 2, "ditemukan"

Misalkan data yang dicari (X) = G maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (ascending) adalah sebagai berikut,

1. Pencarian dimulai dari data elemen pertama pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

I = 1: Ketemu = False

While (1 <= 14) And Not (False) → True

If (G = L) Then → False

I = 1 + 1 = 2

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (2 <= 14) And Not (False) → True

If (G = A) Then → False

I = 2 + 1 = 3

3. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen ketiga pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (3 <= 14) And Not (False) → True

If (G = N) Then → False

I = 3 + 1 = 4

4. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen keempat pada barisan bilangan A.

↓

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (4 <= 14) And Not (False) → True

If (G = U) Then → False

I = 4 + 1 = 5

5. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kelima pada barisan bilangan A.

|  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
|  | L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (3 <= 14) And Not (False) → True

If (G = A) Then → False

I = 5 + 1 = 6

6. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen keenam pada barisan bilangan A.

|  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
|  | L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (6 <= 14) And Not (False) → True

If (G = S) Then → False

I = 6 + 1 = 7

7. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen ketujuh pada barisan bilangan A.

|  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
|  | L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (7 <= 14) And Not (False) True

If (G = G) Then → True

Ketemu = True

While (1 <= 14) And Not (True) → False

If (True) Then

Print 7, "ditemukan"

Misalkan data yang dicari (X) = A maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (ascending) adalah sebagai berikut:

1. Pencarian dimulai dari data elemen pada barisan bilangan A.

|  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
|  | L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

N = 14; X = A

While (1 <= 14) And Not (False) → True

If (A = L) Then → False

I = 1 + 1 = 2

2. Data tidak ditemukan, pencarian dilanjutkan ke data elemen kedua pada barisan bilangan A.

|  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
|  | L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (2 <= 14) And Not (False) True

If (A = A) Then → True

Ketemu = True

While (1 <= 14) And Not (True) → False

If (True) Then

Print 2, "ditemukan"

Misalkan data yang dicari (X) = N maka proses pencarian data dengan menggunakan metode pencarian Linear untuk data terurut secara menaik (ascending) adalah sebagai berikut:

1. Pencarian dimulai dari data elemen pada barisan bilangan A.

|  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
|  | L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

N = 14; X = N

While (1 <= 14) And Not (False) → True

If (N = L) Then → False

I = 1 + 1 = 2

2. Pencarian dimulai dari data elemen pada barisan bilangan A.

▼

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| L | A | N | U | A | S | G | N | A | N  | G  | M  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

While (2 <= 14) And Not (False) → True  
 If (N = N) Then → True  
 Ketemu = True  
 While (1 <= 14) And Not (True) → False  
 If (True) Then  
 Print2, "ditemukan"

Data dari hasil pengacakan katakarakter yang diurutkan untuk mencari data yang sesungguhnya.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| S | U | L | A | N | G | A | N | M | A  | N  | G  | A  | N  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |

Data ditemukan dan data yang dicari (X) lebih kecil daripada elemen terakhir pada barisan bilangan A sehingga dihentikan dan dinyatakan sukses.

### Penerapan Algoritma Boyer Moore

Dalam matematika dan komputasi, algoritma adalah kumpulan perintah untuk menyelesaikan suatu masalah. Perintah-perintah ini dapat diterjemahkan secara bertahap dari awal hingga akhir. Kompleksitas dari suatu algoritma dapat merupakan ukuran seberapa banyak komputasi yang dibutuhkan algoritma tersebut dalam untuk menyelesaikan suatu masalah. Secara informal, algoritma yang dapat menyelesaikan suatu permasalahan dalam waktu singkat memiliki kompleksitas rendah, sedangkan algoritma yang membutuhkan waktu lama untuk menyelesaikan suatu permasalahan memiliki kompleksitas yang tinggi.

Algoritma Boyer Moore termasuk algoritma *string matching* yang paling efisien dibandingkan algoritma-algoritma *string matching* lainnya. Karena sifatnya yang efisien, banyak dikembangkan algoritma *string matching* dengan bertumpu pada konsep algoritma *Boyer Moore*, beberapa di antaranya adalah algoritma *Turbo BM* dan algoritma *Quick Search*

Algoritma *Boyer Moore* menggunakan metode pencocokan *string* dari kanan ke kiri yaitu men-*scan* karakter *pattern* dari kanan ke kiri dimulai dari karakter paling kanan. Algoritma *Boyer Moore* menggunakan dua fungsi *shift* yaitu *good-suffix shift* dan *bad-character shift* untuk mengambil langkah berikutnya setelah terjadi ketidakcocokan antara karakter *pattern* dan karakter teks yang dicocokkan.

### Cara Kerja Algoritma Boyer Moore

Adapun langkah-langkah pencarian *string* pada algoritma *Boyer-Moore* adalah sebagai berikut dibawah ini.

1. Pertama diperlukan 2 tabel dengan pendekatan *match heuristic* (HM) dan *Occurrence Heuristic* (OH) untuk menentukan jumlah pergeseran yang akan dilakukan pada *Pattern* (P) jika ditemukan karakter yang tidak cocok pada proses pencocokan terhadap karakter pada teks (S).
2. Jika pada proses perbandingan terdapat ketidakcocokan karakter antara karakter P dan S, maka pergeseran dilakukan dengan melihat kedua tabel dengan nilai pergeseran paling besar yang dipilih.
3. Kemungkinan penyelesaian dalam melakukan pergeseran pada P adalah pada pencocokan sebelumnya tidak ada karakter yang cocok maka pergeseran dilakukan dengan melihat nilai pergeseran pada tabel *occurrence heuristic*. Jika karakter yang sedang dibandingkan tidak terdapat pada P maka pergeseran dilakukan sebanyak jumlah karakter yang terdapat pada P, tetapi jika karakter yang tidak cocok tersebut terdapat pada string P, maka pergeseran dilakukan berdasarkan tabel.
4. Jika karakter pada teks yang sedang dibandingkan cocok dengan karakter pada string P, maka posisi pengecekan karakter pada P dan S masing-masing bergeser ke kiri 1 posisi dari posisi sebelumnya, kemudian dilanjutkan dengan pencocokan pada posisi tersebut dan seterusnya, kemudian jika terjadi ketidakcocokan karakter pada P dan S, maka pergeseran dilakukan dengan melihat tabel *match heuristic* dan *occurrence heuristic* dimana nilai pergeseran yang terbesar yang akan dipilih dikurangi dengan jumlah karakter yang telah cocok.
5. Jika semua karakter telah cocok, artinya P telah ditemukan didalam S, selanjutnya geser *Pattern* sebesar 1 karakter, lanjut sampai akhir *pattern* S.

Untuk memaparkan sekilas tentang proses kerja algoritma *Boyer-Moore*, Berikut ini merupakan sebuah contoh Proses kerja dari algoritma *Boyer-Moore* yaitu mencocokkan *pattern* dari kanan (posisi terakhir *string* yang dicari) dan ditunjukkan dalam contoh kasus berikut berikut dengan *pattern* yang dicari yaitu "MANGAN" yang ada didalam teks "SULANGAN MANGAN".

Teks = SULANGAN MANGAN  
 Pattern = MANGAN

Penyelesaian :

Langkah 1

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Indeks  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Teks    | S | U | L | A | N | G | A | N |   | M  | A  | N  | G  | A  | N  |    |
| Pattern | M | A | N | G | A | N |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |

Pada pergeseran pertama karakter N tidak cocok dengan karakter G pada teks, maka pergeseran selanjutnya diambil dari nilai terbesar dari perbandingan nilai OH dan MH, dimana OH memiliki nilai 2 dan MH hanya bernilai 1.

Langkah ke-2

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Indeks  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Teks    | S | U | L | A | N | G | A | N |   | M  | A  | N  | G  | A  | N  |    |
| Pattern |   |   | M | A | N | G | A | N |   |    |    |    |    |    |    |    |

Pada langkah ke-2, terlihat bahwa algoritma Boyer-Moore memiliki loncatan karakter yang cukup besar sehingga mempercepat proses pencarian. Dan pada langkah ini terlihat karakter N mengalami kecocokan dengan karakter N pada teks. Maka pencocokan selanjutnya dimundurkan sebanyak satu karakter kebelakang, namun karakter A G N dan A juga mengalami proses kecocokan dengan karakter pada teks. Dan proses pencocokan dimundurkan kembali satu karakter, dan terlihat karakter pada *pattern* M dan karakter L pada teks tidak mengalami kecocokan, maka *pattern* langsung bergeser ke langkah berikutnya.

Langkah ke-3

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Indeks  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Teks    | S | U | L | A | N | G | A | N |   | M  | A  | N  | G  | A  | N  |    |
| Pattern |   |   |   |   |   |   |   |   | M | A  | N  | G  | A  | N  |    |    |

Pada langkah ke-3 terlihat pergeseran sebanyak 5 karakter dari proses sebelumnya, namun karakter N *pattern* juga belum mengalami kecocokan dengan karakter teks di atasnya.

Langkah ke -4

|         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Indeks  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Teks    | S | U | L | A | N | G | A | N |   | M  | A  | N  | G  | A  | N  |    |
| Pattern |   |   |   |   |   |   |   |   |   | M  | A  | N  | G  | A  | N  |    |

Pada langkah ke-4 terlihat adanya kecocokan karakter N *pattern* dengan karakter N teks, dan proses pencocokan dimundurkan sebanyak satu karakter. Dan dilanjutkan pencocokan hingga indeks ke-10 pada karakter M pada teks dan karakter M pada *pattern* cocok.

### KESIMPULAN

Proses pencarian sesuai dengan judul lagu tidak ditemukan karena telah di aransementnya lagu dan berbeda penyanyinya kemudian pencarian dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Eclipse Juno* menggunakan metode *Sequential Search* dan *Boyer Moore* , pencarian Lagu menggunakan dengan metode *Sequential Search* dilakukan dengan cara ascending dan descending atau tidak terurut (data acak). Sedangkan pencarian menggunakan metode *Boyer Moore* dilakukan dengan mencocokkan karakter dari kanan ke kiri dan Perancangan Pencarian Lagu dilakukan dengan menggunakan Aplikasi *Eclipse Juno* dengan bahasa pemrograman *Java*, dengan perancangan sistem yang menggunakan *Use Case* dan *Activity Diagram*.

### DAFTAR PUSTAKA

Irma Dewi,2014. Pembuatan Aplikasi Remote Desktop Mangement Menggunakan Metode Pencarian Linear (Linear Sequential Search), Pelita Informatika Budidarma, Vol VII, No.1.  
 Rahimi Fitri, , 2006. Semantic Search, Andi, Yogyakarta.  
 Adi Nugroho, 2006.Pemograman Java Untuk Aplikasi Basis Data Dengan Teknik XP Menggunakan IDE Eclipse, Andi, Yogyakarta.  
 Irfan, 2013. Perancangan Aplikasi Pencarian Kata Dalam Kamus Bahasa Batak Dengan Menggunakan Metode Boyer Moore, Pelita Informatika Budidarma, Vol V, No.3 .  
 Jhoni Pranata Sembiring,2013. Perancangan Aplikasi Kamus Bahasa Indonesia – Karo Online Berbasis Android Dengan Metode Sequential Search, Pelita Informatika Budidarma, Vol IV, No.2.

- Natalia Damastuti dan Aulia Siti Aisiah, 2015. Simulasi Penjadwalan Kapal Tambat Untuk Pencapaian Zero Waiting Time' Di Dermaga Jamrud Utara Dengan Optimasi Algoritma Sequential Search, e-Jurnal.Narodroid, Vol 1, No.1.
- Aulia Ramadhan, "Perancangan Aplikasi Pencarian Lirik Berbasis Android Dengan Algoritma Boyer Moore ", Pelita Informatika Budidarma, Volume : V, Nomor : 3, Desember 2013.
- Riyanarto Sarno dan Yeni Anistyasari, "Ontologi Berbot Untuk Pencarian Nama Mata Kuliah Berdasarkan Isi Dokumen Pada Sistem Pengelolaan Muatan Pembelajaran", Andi, Yogyakarta, 2006.

## DATA MINING PERSEDIAAN OBAT PADA RUMAH SAKIT UMUM DAERAH DELI SERDANG DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA APRIORI

Supriadi

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Pada rumah sakit obat adalah suatu bahan atau barang yang sangat dibutuhkan pada pasien. Seringnya terjadi kekurangan obat dan kelebihan obat menjadi masalah bagi rumah sakit, karena jika terjadi kekurangan maka pasien harus mencari obat di luar rumah sakit yang harganya jauh lebih mahal dan juga menjadi permasalahan bagi pasien menggunakan BPJS yang harus mengeluarkan uang pribadi Teknik data mining dapat digunakan pada berbagai macam bidang ilmu termasuk ilmu kesehatan persediaan obat-obatan. Pengenalan pola penyakit pasien pada RSUD Deli Serdang untuk menentukan restock obat yang seharusnya disediakan pada apotek rumah sakit merupakan suatu masalah yang menarik untuk dikerjakan dengan teknik data mining. Data pasien dan jenis penyakit yang diderita oleh pasien pada rumah sakit tentu berbeda-beda, begitu pula yang terjadi pada pasien RSUD Deli Serdang. Dengan penelitian ini diharapkan dapat Membantu RSUD Deli Serdang khususnya bagian farmasi dalam menyediakan persediaan obat-obatan yang dibutuhkan pasien dengan algoritma apriori agar lebih efektif lagi dalam meminimalisir kekurangan dan kelebihan obat.

**Kata Kunci :** Obat, Data mining, Apriori

### PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknik data *mining* diharapkan dapat memberikan informasi-informasi yang sebelumnya tersembunyi di dalam gudang data sehingga menjadi informasi yang berharga. Teknik data *mining* dapat digunakan pada berbagai macam bidang ilmu, termasuk ilmu kesehatan. Pengenalan pola penyakit pasien pada RSUD Deli Serdang untuk menentukan *restock* obat yang seharusnya disediakan pada apotek rumah sakit merupakan suatu masalah yang menarik untuk dikerjakan dengan teknik data *mining*. Data pasien dan jenis penyakit yang diderita oleh pasien pada rumah sakit tentu berbeda-beda, begitu pula yang terjadi pada pasien RSUD Deli Serdang. Perbedaan penyakit yang diderita oleh pasien mempengaruhi penentuan obat yang sering dibutuhkan pasien dalam waktu bersamaan disebut *association rule* (aturan asosiasi). Hal ini membuat apotek di rumah sakit harus menyediakan berbagai macam jenis obat dengan jumlah dan jenis yang sesuai dengan kebutuhan pasien.

Algoritma Apriori merupakan algoritma *market basket analysis* yang digunakan untuk menghasilkan *association rule*. *Market basket analysis* merupakan salah satu teknik dari data *mining* yang mempelajari tentang perilaku

konsumen dalam membeli barang secara bersamaan dalam satu waktu. Teknik tersebut bisa diterapkan dalam data yang sangat besar seperti transaksi pembelian. Dalam teknik data *mining* terdapat beberapa algoritma untuk menyelesaikannya. Dalam penelitian ini akan dibuat suatu analisis persediaan obat dengan menggunakan algoritma *Apriori*.

Dalam kutipan “jurnal, Dewi Puspita Sari”.2015.ISSN 2301-9425. dengan judul “Data Mining Perkiraan Produksi Spanduk Dengan Algoritma Apriori”. Menyatakan hasil penelitian bahwa jenis spanduk paling banyak diproduksi pada CV. Mentari persada Medan dapat diketahui dengan menggunakan algoritma Apriori, dengan melihat spanduk yang memenuhi minimal *support coffidence*, jenis spanduk yang paling banyak diproduksi tersebut adalah Satin dan Ritrama.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui prosedur persediaan obat pada RSUD Deli Serdang, Menggunakan algoritma apriori dalam membentuk pola kombinasi *itemsets* transaksi data obat keluar di RSUD Deli Serdang dan Untuk menganalisis data obat keluar di RSUD Deli Serdang dengan menggunakan *software tanagra 1.4*.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu data persediaan obat sebagai data yang akan diteliti, *Software Tanagra* sebagai *tools* pengujian aplikasi.

**Metode**

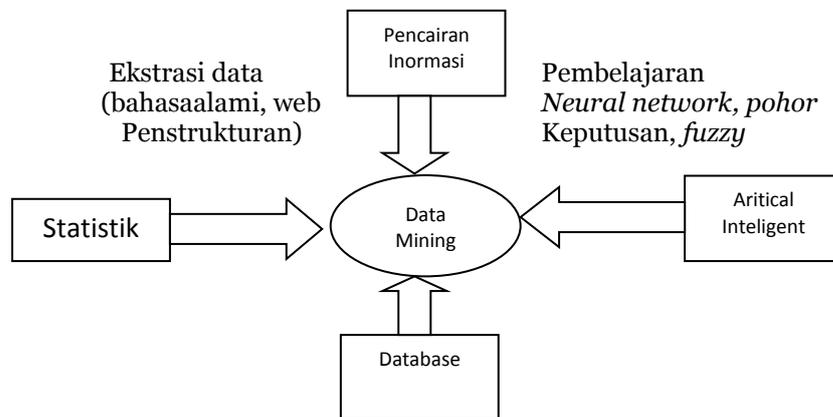
**Data Mining**

Data Mining adalah suatu istilah yang digunakan untuk menguraikan penemuan pengetahuan didalam database. Data mining adalah proses yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan *meachine learning* untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi yang bermanfaat dan pengetahuan yang terakit dari berbagai database besar (Turban, 2005: 3).

Data mining, sering juga disebut *knowledge discovery in database* (KDD), adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan, pemakaian data *historis* untuk menemukan keteraturan, pola atau hubungan dalam set data berukuran besar. Keluaran dari data mining bisa dipakai untuk memperbaiki pengambilan keputusan dimasa depan (Budi Santosa, 2007: 4).

Menurut *Gartner Group* data mining adalah suatu proses menemukan hubungan yang berarti, pola, dan kecenderungan dengan memeriksa dalam sekumpulan besar data yang tersimpan dalam penyimpanan denngan menggunakan teknik pengenalan pola seperti teknik statistik dan matematika ( Larose, 2005: 4).

Alasan utama untuk menggunakan data mining adalah untuk membantu dalam analisis koleksi pengamatan perilaku. Data tersebut rentan terhadap *collinearity* karena diketahui keterkaitan. Fakta yang tak terelakkan data mining adalah bahwa subset/set data yang dianalisis mungkin tidak mewakili seluruh domain, dan karenanya tidak boleh berisi contoh-contoh hubungan kritis tertentu dan perilaku yang ada di bagian lain dari domain. Untuk mengatasi masalah semacam ini, analisis dapat ditambah menggunakan berbasis percobaan dan pendekatan lain, seperti *Choice Modelling* untuk data yang dihasilkan manusia. Dalam situasi ini, yang melekat dapat berupa korelasi dikontrol untuk, atau dihapus sama sekali, selama konstruksi desain eksperimental.



Gambar 1. Bidang Ilmu Data Mining  
Sumber: Kusriani dan Emha Taufiq Luthfi, 2009: 6

**Algoritma Apriori**

Algoritma apriori adalah adalah algoritma yang paling terkenal untuk menemukan pola frekuensi tinggi. Algoritma Apriori adalah suatu algoritma dasar yang diusulkan oleh Agrawal & Srikant pada tahun 1994 untuk penentuan *frequent itemsets* untuk aturan asosiasi *boolean*. Algoritma apriori termasuk jenis aturan asosiasi pada data mining. Aturan yang menyatakan asosiasi antara beberapa atribut sering disebut *affnity analyis* atau *market basket analysis*. Analisis asosiasi atau *association rule mining* adalah teknik data mining untuk menemukan aturan suatu kombinasi item. Salah satu tahap analisis asosiasi yang menarik perhatian banyak peneliti untuk menghasilkan algoritma yang efisien adalah analisis pola frekuensi tinggi (*frequent pattern mining*). Penting tidaknya suatu asosiasi dapat diketahui dengan dua tolak ukur, yaitu: pada data algoritma apriori dibagi menjadi beberapa tahap yang disebut narasi atau pass.

1. Pembentukan kandidat *itemset*, kandidat *k-itemset* dibentuk dari kombinasi (*k-1*)-*itemset* yang didapat dari iterasi sebelumnya. Satu cara dari algoritma apriori adalah adanya pemangkasan kandidat *k-itemset* yang *subset*-nya yang berisi *k-1* item tidak termasuk dalam pola frekuensi tinggi dengan panjang *k-1*.
2. Penghitungan *support* dari tiap kandidat *k-itemset*. *Support* dari tiap kandidat *k-itemset* didapat dengan menscan database untuk menghitung jumlah transaksi yang memuat semua *item* didalam kandidat *k-itemset* tersebut. Ini adalah juga ciri dari algoritma apriori dimana diperlukan penghitungan dengan cara seluruh database sebanyak *k-itemset* terpanjang.
3. Tetapkan pola frekuensi tinggi. Pola frekuensi tinggi yang memuat *k item* atau *k-itemset* ditetapkan dari kandidat *k-itemset* yang *support*-nya lebih besar dari minimum *support*.

4. Bila tidak didapat pola frekuensi tinggi baru maka seluruh proses dihentikan. Bila tidak, maka k ditambah satu dan kembali bagian 1 (Devi Dinda Setiawan, 2009: 4).

**Association Rule**

Analisis asosiasi atau *association rule mining* adalah teknik data *mining* untuk menemukan aturan assosiatif antara kombinasi *item*. Contoh dari aturan assosiatif dari analisa pembelian di suatu pasar swalayan adalah dapat diketahui berapa besar kemungkinan seseorang membeli roti bersamaan dengan susu. Dengan pengetahuan tersebut pemilik pasar swalayan dapat mengatur penempatan barangnya atau merancang kampanye pemasaran dengan memakai kupon diskon untuk kombinasi barang tertentu (Amirudin, 2007: 9).

**Tahapan Association Rules**

Analisis asosiasi dikenal juga sebagai salah satu teknik data mining yang menjadi dasar dari berbagai teknik data *mining* lainnya. Khususnya salah satu tahap dari analisis asosiasi yang disebut analisis pola frekuensi tinggi (*frequent pattern mining*) menarik perhatian banyak peneliti untuk menghasilkan algoritma yang efisien.

Metodologi dasar analisis asosiasi terbagi menjadi dua tahap :

1. Analisa pola frekuensi tinggi

Tahap ini mencari kombinasi *item* yang memenuhi syarat *minimum* dari nilai *support* dalam database. Nilai *support* sebuah *item* diperoleh dengan rumus berikut:

$$Support(A) = \frac{\text{Jumlah Transaksi Mengandung A}}{\text{Total Transaksi}} * 100\% \quad (1)$$

Sedangkan nilai dari *support* 2 item diperoleh dari rumus berikut :

$$Support(A,B) = P(AB) = \frac{\text{Total Transaksi Mengandung Jumlah A dan B}}{\text{Total Transaksi}}$$

Setelah semua pola frekuensi tinggi ditemukan, barulah dicari aturan assosiatif yang memenuhi syarat minimum untuk *confidence* dengan menghitung *confidence* aturan assosiatif A Nilai *confidence* dari aturan A diperoleh dari rumus berikut (Muhammad Ikhsan, M. Dahrian dan Sulindawaty, 2011: 10) :

$$Support(A, B) = \frac{\sum \text{Transaksi mengandung A dan B}}{\sum \text{Transaksi}} * 100\% \quad (2)$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data Persediaan Obat - Obatan**

Persediaan obat adalah salah satu kebutuhan dasar dalam meningkatkan derajat kesehatan masyarakat dan merupakan barang publik yang perlu dijamin ketersediaannya dalam upaya pemenuhan pelayanan kesehatan.

Untuk melakukan pola frekuensi tinggi dalam pengolahan persediaan obat selama satu tahun, penulis menganalisa data - data persediaan obat pada tahun 2015 yang akan dijadikan acuan persediaan obat di tahun 2016 agar biasa memperdiksi persediaan obat mana yang lebih dibutuhkan pasien pada RSUD Deli Serdang selama satu tahun, yang dijadikan sampel. Berikut data obat – obatan keluar pada RSUD Deli Serdang di tahun 2015.

| No | Item                           | Jumlah    |
|----|--------------------------------|-----------|
| 1  | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg | 1.098.500 |
| 2  | Antasida doen 1 tablet pot     | 238.200   |
| 3  | Asam mefenamat kaplet 500 mg   | 155.820   |
| 4  | Antalgin tab / box             | 84.500    |
| 5  | Calsium laktat                 | 29.000    |
| 6  | Bisoprol tablet mg farenn      | 267.900   |
| 7  | Ambrosol tablet 30 mg          | 20.020    |
| 8  | Aptor 100 mg                   | 45.300    |
| 9  | Aspilet                        | 14.700    |
| 10 | Cetirizine tablet 100 mg       | 75.930    |
| 11 | Amlodipin tablet 10 mg         | 114.330   |
| 12 | Asiklover 400 mg tablet        | 85.700    |
| 13 | Betahistin tab                 | 390       |

|    |                          |         |
|----|--------------------------|---------|
| 14 | Carpiaton 100 mg         | 70.000  |
| 15 | Adalat oros 30 mg        | 78.060  |
| 16 | Alopurinol tablet 100 mg | 89.400  |
| 17 | Canderstan 16 mg         | 5.586   |
| 18 | Amlodipin tablet 5mg/30  | 60.570  |
| 19 | Alprozolam tablet 1 mg   | 49.900  |
| 20 | Aminofilin tablet 200 mg | 100.000 |

**Analisis Pola Frekuensi Tinggi**

Tahap ini mencari kombinasi *item* yang memenuhi syarat minimum dari nilai *support* dalam database. Nilai *support* sebuah *item* diperoleh dengan rumus berikut.

$$Support(A) = \frac{\sum \text{Jumlah Transaksi Mengandung A}}{\sum \text{Total Transaksi}} * 100\%$$

Sementara itu, nilai *support* dari 2 *item* diperoleh dari rumus 2 berikut.

$$Support(A, B) = \frac{P(A \cap B)}{\sum \text{Transaksi mengandung A dan B}} * 100\%$$

1. Data Transaksi

Data transaksi merupakan data yang diperoleh dari *item* yang keluar setiap bulan. Berikut ini merupakan representasi dari data transaksi persediaan obat.

Tabel 1 Representasi Transaksi *Item* Keluar

| Transaksi | Item yang keluar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg, Antasida doen 1 tablet pot, Asam mefenamat kaplet 500 mg, Calsium laktat, Bisoprol table mg farenn, Ambrosol tablet 30 mg, Aptor 100 mg, Aspilet, Cetirizine tablet 100 mg, Amlodipin tablet 10 mg, Asiklover 400 mg tablet, Betahistin tab, Adalat oros 30 mg, Alopurinol tablet 100 mg, caderstan 16 mg, Alprozolam tablet 1 mg                                               |
| 2         | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg, Antasida doen 1 tablet pot, Asam mefenamat kaplet 500 mg, Bisoprol table mg farenn, Ambrosol tablet 30 mg, Aptor 100 mg, Aspilet, Cetirizine tablet 100 mg, Amlodipin tablet 10 mg, Asiklover 400 mg tablet, Betahistin tab, Carpiaton 100 mg, Adalat oros 30 mg, Alopurinol tablet 100 mg, caderstan 16 mg                                                                     |
| 3         | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg, Antasida doen 1 tablet pot, Asam mefenamat kaplet 500 mg, Antalgin tab/box, Calsium laktat, Bisoprol table mg farenn, Ambrosol tablet 30 mg, Aptor 100 mg, Aspilet, Cetirizine tablet 100 mg, Amlodipin tablet 10 mg, Asiklover 400 mg tablet, Adalat oros 30 mg, Alopurinol tablet 100 mg, Amlodipin tablet 5 mg/30, Alprozolam tablet 1 mg                                    |
| 4         | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg, Antasida doen 1 tablet pot, Asam mefenamat kaplet 500 mg, Antalgin tab/box, Bisoprol table mg farenn, Ambrosol tablet 30 mg, Aptor 100 mg, Aspilet, Cetirizine tablet 100 mg, Amlodipin tablet 10 mg, Asiklover 400 mg tablet, Adalat oros 30 mg, Alopurinol tablet 100 mg, Caderstan, Amlodipin tablet 5 mg/30, Alprozolam tablet 1 mg                                         |
| 5         | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg, Antasida doen 1 tablet pot, Asam mefenamat kaplet 500 mg, Antalgin tab/box, Calsium laktat, Bisoprol table mg farenn, Ambrosol tablet 30 mg, Aptor 100 mg, Aspilet, Cetirizine tablet 100 mg, Amlodipin tablet 10 mg, Asiklover 400 mg tablet, Carpiaton 100 mg, Adalat oros 30 mg, Alopurinol tablet 100 mg, caderstan 16 mg, Amlodipin tablet 5 mg/30, Alprozolam tablet 1 mg |
| 6         | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg, Antasida doen 1 tablet pot, Asam mefenamat kaplet 500 mg, Antalgin tab/box, Calsium laktat, Bisoprol table mg farenn, Aptor 100 mg, Aspilet, Cetirizine tablet 100 mg, Amlodipin tablet 10 mg, Asiklover 400 mg tablet, Adalat oros 30 mg, Alopurinol tablet 100 mg, caderstan 16 mg, Amlodipin tablet 5 mg/30, Alprozolam tablet 1 mg                                          |
| 7         | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg, Antasida doen 1 tablet pot, Asam mefenamat kaplet 500 mg, Antalgin tab/box, Calsium laktat, Bisoprol table mg farenn, Aptor 100 mg, Amlodipin tablet 10 mg, Asiklover 400                                                                                                                                                                                                       |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | mg tablet, Adalat oros 30 mg, Alopurinol tablet 100 mg, Amlodipin tablet 5 mg/30, Alprozolam tablet 1 mg                                                                                                                                                                                                           |
| 8  | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg, Antasida doen 1 tablet pot, Asam mefenamat kaplet 500 mg, Calsium laktat, Bisoprol table mg farenn, Aptor 100 mg, Amlodipin tablet 10 mg, Asiklover 400 mg tablet, Carpiaton 100 mg, Adalat oros 30 mg, Alopurinol tablet 100 mg, Amlodipin tablet 5 mg/30, Alprozolam tablet 1 mg |
| 9  | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg, Antasida doen 1 tablet pot, Asam mefenamat kaplet 500 mg, Calsium laktat, Bisoprol table mg farenn, Ambrosol tablet 30 mg, Aptor 100 mg, Amlodipin tablet 10 mg, Asiklover 400 mg tablet, Carpiaton 100 mg, Alopurinol tablet 100 mg, Alprozolam tablet 1 mg                       |
| 10 | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg, Antasida doen 1 tablet pot, Asam mefenamat kaplet 500 mg, Calsium laktat, Bisoprol table mg farenn, Amlodipin tablet 10 mg, Asiklover 400 mg tablet, Carpiaton 100 mg, Adalat oros 30 mg, Alopurinol tablet 100 mg, Alprozolam tablet 1 mg                                         |
| 11 | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg, Antasida doen 1 tablet pot, Asam mefenamat kaplet 500 mg, Amlodipin tablet 10 mg, Asiklover 400 mg tablet, Carpiaton 100 mg, Adalat oros 30 mg, Alopurinol tablet 100 mg, Alprozolam tablet 1 mg                                                                                   |
| 12 | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg, Antasida doen 1 tablet pot, Asam mefenamat kaplet 500 mg, Antalgin tab/box, Calsium laktat, Bisoprol table mg farenn, Amlodipin tablet 10 mg, Asiklover 400 mg tablet, Carpiaton 100 mg, Adalat oros 30 mg, Alprozolam tablet 1 mg                                                 |

Setelah menetapkan *item - item* yang menjadi data representasi, maka langkah selanjutnya adalah membuat format tabular yang digunakan untuk mempermudah mengetahui jumlah kemunculan *item* dalam transaksi.

Tabel 2 Tabel Format Tabular Data Transaksi

| No | Item                           | Transaksi |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|----|--------------------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|    |                                | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1  | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 2  | Antasida doen 1 tablet pot     | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 3  | Asam mefenamat kaplet 500 mg   | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 4  | Antalgin tab / box             | 0         | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0  | 0  | 1  |
| 5  | Calsium laktat                 | 1         | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 0  | 1  |
| 6  | Bisoprol tablet mg farenn      | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 0  | 1  |
| 7  | Ambrosol tablet 30 mg          | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0  | 0  | 0  |
| 8  | Aptor 100 mg                   | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0  | 0  | 0  |
| 9  | Aspilet                        | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 10 | Cetirizine tablet 100 mg       | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 11 | Amlodipin tablet 10 mg         | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 12 | Asiklover 400 mg tablet        | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 13 | Betahistin tab                 | 1         | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 14 | Carpiaton 100 mg               | 0         | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  |
| 15 | Adalat oros 30 mg              | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1  | 1  | 1  |
| 16 | Alopurinol tablet 100 mg       | 1         | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1  | 1  | 0  |
| 17 | Canderstan 16 mg               | 1         | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  |
| 18 | Amlodipin tablet               | 0         | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0  | 0  | 0  |

|    |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|    | 5mg/30                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 | Alprozolam tablet 1 mg   | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | Aminofilin tablet 200 mg | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

2. Penentuan Kandidat Pertama (C1)

Penentuan kandidat pertama diperoleh dari item-item yang terdapat pada representasi data penjualan 6 *item* yang paling banyak terjual setiap bulanya. Berikut ini adalah tabel item yang menjadi kandidat pertama.

Tabel 3 Daftar *Item Support* Kandidat Pertama (L1)

| No | Item                           | Support (%) |
|----|--------------------------------|-------------|
| 1  | Amoksilin kapsul/kaplet 500 mg | 60%         |
| 2  | Antasida doen 1 tablet pot     | 60%         |
| 3  | Asam mefenamat kaplet 500 mg   | 60%         |
| 4  | Antalgin tab / box             | 30%         |
| 5  | Calsium laktat                 | 45%         |
| 6  | Bisoprol tablet mg farenn      | 55%         |
| 7  | Ambrosol tablet 30 mg          | 30%         |
| 8  | Aptor 100 mg                   | 45%         |
| 9  | Aspilet                        | 30%         |
| 10 | Cetirizine tablet 100 mg       | 30%         |
| 11 | Amlodipin tablet 10 mg         | 60%         |
| 12 | Asiklover 400 mg tablet        | 60%         |
| 13 | Betahistin tab                 | 10%         |
| 14 | Carpiaton 100 mg               | 30%         |
| 15 | Adalat oros 30 mg              | 55%         |
| 16 | Alopurinol tablet 100 mg       | 55%         |
| 17 | Canderstan 16 mg               | 25%         |
| 18 | Amlodipin tablet 5mg/30        | 30%         |
| 19 | Alprozolam tablet 1 mg         | 55%         |
| 20 | Aminofilin tablet 200 mg       | 0           |

Support min= 55%

Kemudian dibandingkan dengan *support minimal*

Tabel 4 Daftar L1 yang mencapai *support*

| No | Kode | Item                           | Support |
|----|------|--------------------------------|---------|
| 1  | A    | Amoksilin kapsil/kaplet 500 mg | 60%     |
| 2  | B    | Antasida doen tablet pot       | 60%     |
| 3  | C    | Asam mefenamat kaplet 500 mg   | 60%     |
| 4  | F    | Bisoprol tablet mg farenn      | 55%     |
| 5  | K    | Amlodipin tablet 10 mg         | 60%     |
| 6  | L    | Asiklover 400 mg tablet        | 60%     |
| 7  | O    | Adalat oros 30 mg              | 55%     |
| 8  | P    | Alopurinol tablet 100 mg       | 55%     |
| 9  | S    | Alprozolam tablet 1mg          | 55%     |

3. Menentukan kandidat kombinasi 2 *itemset* (C2)

Kandidat kombinasi 2 *itemset* diambil dari kandidat pertama 1 *itemset* yang mencapai ataupun melebihi *support minimal*

Tabel 5 Daftar Kandidat Dua Kombinasi (C2)

| No | Kombinasi Item                          | Support |
|----|-----------------------------------------|---------|
| 1  | Amoksilin 500 mg, Antasida doen 1tablet | 12      |
| 2  | Amoksilin 500 mg, A. mefenamat 500 mg   | 12      |
| 3  | Amoksilin 500 mg, Bisoprol mg farenn    | 11      |
| 4  | Amoksilin 500 mg, Amlodipin 10 mg       | 12      |
| 5  | Amoksilin 500mg, Asiklover 400 mg       | 12      |
| 6  | Amoksilin 500mg, Adalat oros 30 mg      | 11      |
| 7  | Amoksilin 500 mg, Alopurinol 100 mg     | 11      |
| 8  | Amoksilin 500 mg, Alprozolam 1 mg       | 11      |

|    |                                             |    |
|----|---------------------------------------------|----|
| 9  | Antasida doen 1 tablet, A. Mefenamat 500 mg | 12 |
| 10 | Antasida doen 1 tablet, Bisoprol mg farenn  | 11 |
| 11 | Antasida doen 1 tablet, Amlodipin 10 mg     | 12 |
| 12 | Antasida doen 1 tablet, Asiklover 400 mg    | 12 |
| 13 | Antasida doen 1 tablet, Adalat oros 30 mg   | 11 |
| 14 | Antasida doen 1 tablet, Alopurinol 100 mg   | 11 |
| 15 | Antasida doen 1 tablet, Alprozolam 1 mg     | 11 |
| 16 | A. mefenamat, Bisoprol mg farenn            | 11 |
| 17 | A. mefenamat, Amlodipin 10 mg               | 12 |
| 18 | A. mefenamat, Asiklover 400 mg              | 12 |
| 19 | A. mefenamat, Adalat oros 30 mg             | 11 |
| 20 | A. mefenamat, alopurinol 100 mg             | 11 |
| 21 | A. mefenamat, Alprozolam 1 mg               | 11 |
| 22 | Bisoprol mg farenn, Amlodipin 10 mg         | 11 |
| 23 | Bisoprol mg farenn, Asiklover 400 mg        | 11 |
| 24 | Bisoprol mg farenn, adalat oros 30 mg       | 10 |
| 25 | Bisoprol mg farenn, Alopurinol 100 mg       | 10 |
| 26 | Bisoprol mg farenn, alprozolam 1 mg         | 10 |
| 27 | Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg           | 12 |
| 28 | Amlodipin 10 mg, Adalat oros 30 mg          | 11 |
| 29 | Amlodipin 10 mg, Alopurinol 100 mg          | 11 |
| 30 | Amlodipin 10 mg, Alprozolam 1 mg            | 11 |
| 31 | Asiklover 400 mg, Adalat oros 30 mg         | 11 |
| 32 | Asiklover 400 mg, Alopurinol 100 mg         | 11 |
| 33 | Asiklover 400 mg, Alprozolam 1 mg           | 11 |
| 34 | Adalat oros 30 mg, Alopurinol 100 mg        | 10 |
| 35 | Adalat oros 30 mg, Alprozolam 1 mg          | 10 |
| 36 | Alopurinol 100 mg, Alprozolam 1 mg          | 10 |

4. Penghitungan *support* (L2)

Support dari tiap kandidat *k-itemset* didapat dengan men-*scan database* untuk menghitung jumlah transaksi yang memuat semua *item* didalam kandidat *k-itemset* tersebut. Ini adalah ciri dari algoritma Apriori yaitu diperlukan penghitungan dengan scan seluruh *database* sebanyak *k-itemset* terpanjang. Untuk menentukan nilai *support* dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Support(A,B) = \frac{\sum \text{Transaksi Mengandung A dan B}}{\sum \text{Transaksi}} * 100\%$$

Tabel 6 Daftar *Item Support* Kandidat 2 *itemset* ( L2)

| No | Kombinasi <i>Item</i>                       | <i>Support</i> | <i>Support (%)</i> |
|----|---------------------------------------------|----------------|--------------------|
| 1  | Amoksilin 500 mg, Antasida doen 1 tablet    | 12             | 60%                |
| 2  | Amoksilin 500 mg, A. mefenamat 500 mg       | 12             | 60%                |
| 3  | Amoksilin 500 mg, Bisoprol mg farenn        | 11             | 55%                |
| 4  | Amoksilin 500 mg, Amlodipin 10 mg           | 12             | 60%                |
| 5  | Amoksilin 500 mg, Asiklover 400 mg          | 12             | 60%                |
| 6  | Amoksilin 500 mg, Adalat oros 30 mg         | 11             | 55%                |
| 7  | Amoksilin 500 mg, Alopurinol 100 mg         | 12             | 60%                |
| 8  | Amoksilin 500 mg, Alprozolam 1 mg           | 11             | 55%                |
| 9  | Antasida doen 1 tablet, A. Mefenamat 500 mg | 12             | 60%                |
| 10 | Antasida doen 1 tablet, Bisoprol mg farenn  | 11             | 55%                |
| 11 | Antasida doen 1 tablet, Amlodipin 10 mg     | 12             | 60%                |
| 12 | Antasida doen 1 tablet, Asiklover 400 mg    | 12             | 60%                |
| 13 | Antasida doen 1 tablet, Adalat oros 30 mg   | 11             | 55%                |
| 14 | Antasida doen 1 tablet, Alopurinol 100 mg   | 12             | 60%                |
| 15 | Antasida doen 1 tablet, Alprozolam 1 mg     | 11             | 55%                |
| 16 | A. mefenamat, Bisoprol mg farenn            | 11             | 55%                |
| 17 | A. mefenamat, Amlodipin 10 mg               | 12             | 60%                |
| 18 | A. mefenamat, Asiklover 400 mg              | 12             | 60%                |
| 19 | A. mefenamat, Adalat oros 30 mg             | 11             | 55%                |
| 20 | A. mefenamat, alopurinol 100 mg             | 12             | 60%                |
| 21 | A. mefenamat, Alprozolam 1 mg               | 11             | 55%                |

|    |                                       |    |     |
|----|---------------------------------------|----|-----|
| 22 | Bisoprol mg farenn, Amlodipin 10 mg   | 11 | 55% |
| 23 | Bisoprol mg farenn, Asiklover 400 mg  | 11 | 55% |
| 24 | Bisoprol mg farenn, adalat oros 30 mg | 10 | 50% |
| 25 | Bisoprol mg farenn, Alopurinol 100 mg | 10 | 50% |
| 26 | Bisoprol mg farenn, alprozolam 1 mg   | 10 | 50% |
| 27 | Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg     | 12 | 60% |
| 28 | Amlodipin 10 mg, Adalat oros 30 mg    | 11 | 55% |
| 29 | Amlodipin 10 mg, Alopurinol 100 mg    | 12 | 60% |
| 30 | Amlodipin 10 mg, Alprozolam 1 mg      | 11 | 55% |
| 31 | Asiklover 400 mg, Adalat oros 30 mg   | 11 | 55% |
| 32 | Asiklover 400 mg, Alopurinol 100 mg   | 12 | 60% |
| 33 | Asiklover 400 mg, Alprozolam 1 mg     | 11 | 55% |
| 34 | Adalat oros 30 mg, Alopurinol 100 mg  | 10 | 50% |
| 35 | Adalat oros 30 mg, Alprozolam 1 mg    | 10 | 50% |
| 36 | Alopurinol 100 mg, Alprozolam 1 mg    | 10 | 50% |

Support min= 55%

Kemudian dibandingkan dengan support minimal

Tabel 7 Daftar L2 yang mencapai Support

| No | Kombinasi Item                              | Support (%) |
|----|---------------------------------------------|-------------|
| 1  | Amoksilin 500 mg, Antasida doen 1tablet     | 60%         |
| 2  | Amoksilin 500 mg, A. mefenamat 500 mg       | 60%         |
| 3  | Amoksilin 500 mg, Bisoprol mg farenn        | 55%         |
| 4  | Amoksilin 500 mg, Amlodipin 10 mg           | 60%         |
| 5  | Amoksilin 500 mg, Asiklover 400 mg          | 60%         |
| 6  | Amoksilin 500mg, Adalat oros 30 mg          | 55%         |
| 7  | Amoksilin 500 mg, Alopurinol 100 mg         | 55%         |
| 8  | Amoksilin 500 mg, Alprozolam 1 mg           | 55%         |
| 9  | Antasida doen 1 tablet, A. Mefenamat 500 mg | 60%         |
| 10 | Antasida doen 1 tablet, Bisoprol mg farenn  | 55%         |
| 11 | Antasida doen 1 tablet, Amlodipin 10 mg     | 60%         |
| 12 | Antasida doen 1 tablet, Asiklover 400 mg    | 60%         |
| 13 | Antasida doen 1 tablet, Adalat oros 30 mg   | 55%         |
| 14 | Antasida doen 1 tablet, Alopurinol 100 mg   | 55%         |
| 15 | Antasida doen 1 tablet, Alprozolam 1 mg     | 55%         |
| 16 | A. mefenamat, Bisoprol mg farenn            | 55%         |
| 17 | A. mefenamat, Amlodipin 10 mg               | 60%         |
| 18 | A. mefenamat, Asiklover 400 mg              | 60%         |
| 19 | A. mefenamat, Adalat oros 30 mg             | 55%         |
| 20 | A. mefenamat, alopurinol 100 mg             | 55%         |
| 21 | A. mefenamat, Alprozolam 1 mg               | 55%         |
| 22 | Bisoprol mg farenn, Amlodipin 10 mg         | 55%         |
| 23 | Bisoprol mg farenn, Asiklover 400 mg        | 55%         |
| 24 | Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg           | 60%         |
| 25 | Amlodipin 10 mg, Adalat oros 30 mg          | 55%         |
| 26 | Amlodipin 10 mg, Alopurinol 100 mg          | 55%         |
| 27 | Amlodipin 10 mg, Alprozolam 1 mg            | 55%         |
| 28 | Asiklover 400 mg, Adalat oros 30 mg         | 55%         |
| 29 | Asiklover 400 mg, Alopurinol 100 mg         | 55%         |

6. Menentukan kandidat kombinasi 3 *itemset* (C3)

Kandidat kombinasi 3 *itemset* diambil dari kandidat pertama 2 *itemset* yang akan dipasangkan untuk mengambil 3 *itemset*.

Tabel 8 *itemset* kandidat 3 *itemset* (C3)

| No | Kombinasi Item                                               | Support | Support (%) |
|----|--------------------------------------------------------------|---------|-------------|
| 1  | Amoksilin 500 mg, Antasida doen 1tablet, A. mefenamat 500 mg | 12      | 60%         |
| 2  | Amoksilin 500 mg, A. mefenamat 500 mg, Bisoprol mg farenn    | 11      | 55%         |
| 3  | Amoksilin 500 mg, Bisoprol mg farenn, Amlodipin 10 mg        | 11      | 55%         |
| 4  | Amoksilin 500 mg, Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg          | 12      | 60%         |
| 5  | Amoksilin 500 mg, Asiklover 400 mg, Adalat oros 30 mg        | 11      | 55%         |

|    |                                                                 |    |     |
|----|-----------------------------------------------------------------|----|-----|
| 6  | Amoksilin 500mg, Adalat oros 30 mg, Alopurinol 100 mg           | 10 | 50% |
| 7  | Amoksilin 500 mg, Alopurinol 100 mg, Alprozolam 1 mg            | 10 | 50% |
| 8  | Antasida doen 1 tablet, A. Mefenamat 500 mg, Bisoprol mg farenn | 11 | 55% |
| 9  | Antasida doen 1 tablet, Bisoprol mg farenn, Amlodipin 10 mg     | 11 | 55% |
| 10 | Antasida doen 1 tablet, Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg       | 12 | 60% |
| 11 | Antasida doen 1 tablet, Asiklover 400 mg, Adalat oros 30 mg     | 11 | 55% |
| 12 | Antasida doen 1 tablet, Adalat oros 30 mg, Alopurinol 100 mg    | 10 | 50% |
| 13 | Antasida doen 1 tablet, Alopurinol 100 mg, Alprozolam 1 mg      | 10 | 50% |
| 14 | A. mefenamat, Bisoprol mg farenn, Amlodipin 10 mg               | 11 | 55% |
| 15 | A. mefenamat, Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg                 | 12 | 60% |
| 16 | A. mefenamat, Asiklover 400 mg, Adalat oros 30 mg               | 11 | 55% |
| 17 | A. mefenamat, Adalat oros 30 mg, alopurinol 100 mg              | 10 | 50% |
| 18 | A. mefenamat, alopurinol 100 mg, Alprozolam 1 mg                | 10 | 50% |
| 19 | Bisoprol mg farenn, Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg           | 11 | 55% |
| 20 | Bisoprol mg farenn, Asiklover 400 mg, adalat oros 30 mg         | 10 | 50% |
| 21 | Bisoprol mg farenn, adalat oros 30 mg, Alopurinol 100 mg        | 9  | 45% |
| 22 | Bisoprol mg farenn, Alopurinol 100 mg, alprozolam 1 mg          | 9  | 45% |
| 23 | Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg, Adalat oros 30 mg            | 11 | 55% |
| 24 | Amlodipin 10 mg, Adalat oros 30 mg, Alopurinol 100 m            | 10 | 50% |
| 25 | Amlodipin 10 mg, Alopurinol 100 mg, Alprozolam 1 mg             | 10 | 50% |
| 26 | Asiklover 400 mg, Adalat oros 30 mg, Alopurinol 100 mg          | 10 | 50% |
| 27 | Asiklover 400 mg, Alopurinol 100 mg, Alprozolam 1 mg            | 10 | 50% |
| 28 | Adalat oros 30 mg, Alopurinol 100 mg, Alprozolam 1 mg           | 9  | 45% |

**Pembentukan Aturan Asosiasi**

Setelah semua pola frekuensi tinggi ditemukan. Kemudian dihitung *confidence* masing-masing kombinasi *item*. Iterasi berhenti ketika semua *item* telah dihitung sampai tidak ada kombinasi *item* lagi. Untuk menentukan *confidence* dari aturan A dan B diperoleh dari rumus sebagai berikut:

$$confidence = \frac{P(A \setminus B) = \sum \text{Transaksi mengandung A dan B}}{\sum \text{Transaksi mengandung A}} * 100\%$$

Minimum *confidence* 60%

Dari kombinasi 3 *itemset* yang telah ditemukan, dapat dilihat besarnya nilai *support*, dan *confidence* dari calon aturan asosiasi seperti tampak pada tabel 9 dibawah ini:

Tabel 9 Daftar Aturan Asosiation Rules yang Memenuhi *Confidence* Minimal

| No | Kombinasi Item                                                                                   | Support | Confidence (%) |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|
| 1  | Jika pasien membeli Amoksilin 500 mg maka akan dibeli Antasida doen 1tablet, A. mefenamat 500 mg | 12      | 60%            |
| 2  | Jika pasien membel Amoksilin 500 mg maka akan dibeli Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg           | 12      | 60%            |
| 3  | Jika pasien membeli Antasida doen 1 tablet maka akan Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg           | 12      | 60%            |
| 4  | Jika pasien membeli A. Mefenamat maka akan dibeli Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg              | 12      | 60%            |

*Association rules* dari tabel diatas merupakan aturan yang terbentuk dari pola kombinasi tiga *item*, tabel diatas terbagi atas beberapa bagian *rules* adalah aturan yang dihasilkan dari pola kombinasi dua *itemset*. *Support* adalah nilai yang didapati dari *support* dua *itemset* dibagi oleh nilai *support antecedent* dikalikan seratus persen. Pembentukan aturan asosiasi berikutnya dibentuk dari pola kombinasi dua *itemset* tampak pada tabel berikut ini:

Tabel 10 Daftar Aturan Asosiasi Final

| No | Kombinasi Item                                                                                   | Support | Confidence (%) |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|
| 1  | Jika pasien membeli Amoksilin 500 mg maka akan dibeli Antasida doen 1tablet, A. mefenamat 500 mg | 12      | 60%            |
| 2  | Jika pasien membel Amoksilin 500 mg maka akan dibeli Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg           | 12      | 60%            |
| 3  | Jika pasien membeli Antasida doen 1 tablet maka akan Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg           | 12      | 60%            |
| 4  | Jika pasien membeli A. Mefenamat maka akan dibeli Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg              | 12      | 60%            |

Berdasarkan pembahasan diatas maka dapat kita ketahui bahwa jenis 3 kombinasi *item* obat yang paling sering dibutuhkan pasien pada transaksi setiap bulannya pada tahun 2015 adalah { Amoksilin 500 mg, Antasida doen 1tablet, A. mefenamat 500 mg, Amoksilin 500 mg, Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg, Antasida doen 1 tablet, Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg, A. mefenamat, Amlodipin 10 mg, Asiklover 400 mg } dari uraian tersebut RSUD Deli Serdang dapat mengetahui proses analisa yang baik untuk kedepan dalam pelaksanaan melakukan proses persediaan obat berdasarkan yang dibutuhkan pasien. Bahwa *item* yang paling sering dibutuhkan pasien yaitu Amoksilin 500 mg, Antasida doen 1tablet, A. mefenamat 500 mg, Asiklover 400 mg dan Amlodipin 10 mg.

### KESIMPULAN

Prosedur persediaan obat pada RSUD Deli Serdang dengan data-data obat yang setiap bulannya masuk ke bagian farmasi direkap oleh karyawan-karyawan untuk dilaporkan kepada kepala bagian farmasi mana obat yang masuk dan memenuhi persediaan yang dibutuhkan pasien, dengan menggunakan algoritma Apriori dapat diketahui obat-obat yang paling sering dibutuhkan pasien RSUD Deli Serdang sehingga dapat mempermudah membentuk pola kombinasi *itemsets* dengan cara menentukan nilai min untuk setiap obat serta Untuk mengetahui hasil *rules* maka masukan nilai max dan min pada aplikasi tanagra sehingga dapat diketahui mana-mana saja obat yang memenuhi *support* dan *confidence* sehingga dapat membentuk pola kombinasi *itemsets*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adi Kusrianto, 2007, Memanfaatkan Formula dan Fungsi Microsoft Office excel.
- Amirudin, Ketut Eddy Purnama Dan Mauridhi Hery Purnomo 2007, Penerapan Association Rules Mining Pada Data NomorUnik Pendidikan dan Tenaga Kependidikan Untuk Menemukan Pola Sertifikat Guru.
- Budi Santoso 2007, Data Mining Teknik Pemanfaatan Data Untuk Keperluan Bisnis.
- Dana Sulistyio Kusumo, Moch. Arief Bijaksana, Dhinta Darmantoro, 2003, Data Mining Dengan Algoritma Apriori Pada RDBMS Oracle
- Devi Dinda Setiawan, 2009, Penggunaan Metode Apriori Untuk Analisa Keranjang Pasar Pada Data Transaksi Penjualan Minimarket Menggunakan Java dan Mysql.
- Dra Fien Zulfikaroyah (2005), Manajemen Persediaan.
- Eko Wahyu Tyas (2008), Penerapan Metode Association Rules Menggunakan Algoritma Apriori Untuk Analisa Pola Data Tangkapan Ikan.
- Feri Sulianto dan Dominikus Juju (2010), Data Mining Meramalkan Bisnis Perusahaan  
Google,eric,univ-Iyon2.fr/~ricco/tanagra.html
- Jogiyanto, 1985, Pengenalan Komputer.
- Kusrini, Emha Taufiq Luthfi, 2009, Algoritma Data Mining.
- Muhammad Ikhsan, M. Dahrian dan Sulindawaty (2011), Penerapan Association Rules Dengan Algoritma Apriori Pada Proses Pengelompokan Barang di Perusahaan Retail.
- Rosa A.S – M. Salahuddin, 2011.
- Zullies Ikawati ,2010. Cerdas Mengenali Obat.

## **ANALISA PERBANDINGAN METODE *LAPLACIAN OF GAUSSIAN* DAN METODE *DIFFERENCE OF GAUSSIAN* PADA PROSES SEGMENTASI CITRA DIGITAL**

**Sutriyani**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak.** Citra merupakan salah satu komponen multimedia yang memiliki peranan penting yaitu sebagai suatu bentuk informasi visual. Meskipun begitu, dalam proses pengambilan citra terkadang mengalami penurunan mutu, misalnya mengandung derau(noise) kurang tajamnya sebuah citra dan sebagainya. Untuk itu perlu dilakukan segmentasi berdasarkan deteksi tepi. segmentasi berguna untuk memisahkan objek dengan latar belakang dengan begitu proses deteksi tepi semakin lebih mudah. Banyak metode yang digunakan untuk mendeteksi tepi diantara yaitu metode *laplacian of gaussian* dan metode *difference*. Masalahnya adalah bagaimana cara membandingkan kedua metode tersebut. Untuk itu diperlukan suatu analisis untuk membedakan metode *laplacian of gaussian* dan metode *difference of gaussian* dengan parameter pengujian yang dianggap mampu menguji metode mana yang lebih baik dalam proses segmentasi citra digital berdasarkan deteksi tepi citra. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai metode manakah yang lebih baik digunakan dalam proses segmentasi citra digital berdasarkan deteksi tepi citra dengan menggunakan parameter pengujian diantaranya yaitu MSE (Mean square error) dan PSNR (peak signal noise ratio)

**Kata Kunci :** Analisa perbandingan, Metode *Laplacian of gaussian*, Metode *Difference of gaussian*

### **PENDAHULUAN**

Citra merupakan salah satu komponen multimedia yang memiliki peranan penting yaitu sebagai suatu bentuk informasi visual. Meskipun begitu, dalam proses pengambilan citra terkadang mengalami penurunan mutu, misalnya mengandung derau(noise) kurang tajamnya sebuah citra dan sebagainya. Citra semacam ini menjadi lebih sulit di interpresentasikan untuk pengolahan citra digital lebih lanjut, oleh sebab itu pengolahan citra di perlukan supaya citra tersebut dapat di interpresentasikan. Pengolahan citra yang akan dilakukan yaitu segmentasi citra berdasarkan deteksi tepi objek, Segmentasi citra merupakan proses yang ditujukan untuk mendapatkan objek-objek yang terkandung di dalam citra atau membagi citra ke dalam beberapa daerah dengan setiap objek atau daera memiliki kemiripan atribut Abdul Kadir (2013:336).

Dalam proses perbandingan deteksi tepi perlu dibutuhkan sebuah *software* yang mendukung untuk mendapatkan hasil deteksi tepi citra yang lebih akurat salah satunya yaitu *matlab*. Menurut wahana komputer(2013:19) *matlab* adalah sebuah *software* yang digunakan untuk menganalisis data dengan melakukan *prototyping* matematis dan memvisualisasikan *tool* dengan dukungan operasi matrik, kemampuan grafis yang bagus dan bahasa pemograman tingkat tinggi. Dalam membantu proses memperbaiki hasil citra digunakan metode *laplacian of gaussian* dan metode *difference of gaussian*,

Untuk membandingkan metode *laplacian of gaussian* dan metode *difference of gaussian* perlu dilakukan analisis tentang variabel-variabel yang membedakan kedua metode tersebut yaitu dengan menggunakan parameter pengujian MSE (*mean square erroe*) dan PSNR (*peak signal to noise*) untuk mendapatkan hasil perbandingan yang lebih akurat.

Penelitian ini mencoba membandingkan metode dalam deteksi tepi diantaranya adalah metode *laplacian of gaussian* dan metode *difference of gaussian* yang berfokus pada perbandingan metode mana yang lebih baik digunakan dalam proses segmentasi citra digital berdasarkan deteksi tepi dan berdasarkan parameter pengujian yaitu MSE (*mean square error*) dan PSNR (*peak signal to noise*).

Penelitian ini bertujuan Segmentasi citra dengan menggunakan metode *laplacian of gaussian* dan metode *difference of gaussian*, menerapkan metode *laplacian of gaussian* dan metode *difference of gaussian* deteksi tepi citra, Membandingkan hasil deteksi tepi citra dengan menggunakan variabel parameter perbandingan. Serta Membandingkan hasil deteksi tepi citra dengan metode *laplacian of gaussian* dan metode *difference of gaussian* dengan menggunakan Matlab.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu citra RGB sebagai jenis citra yang digunakan, \*.BMP sebagai Format citra yang digunakan, MSE dan PSNR Parameter yang digunakan, matlab R2010a sebagai *tools* pengujian.

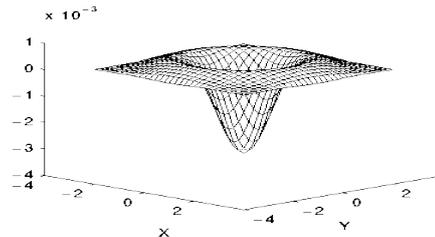
**Metode**

**Metode Laplacian of Gaussian**

Menurut Abdul Kadir dan Adhi Susanto(2013:355) deteksi tepi orde kedua yang makin kurang sensitif terhadap derau yaitu *laplacian of Gaussian(LoG)*. Hal ini disebabkan penggunaan fungsi Gaussian yang memuluskan citra dan berdampak terhadap pengurangan derau pada citra. Akibatnya, operator mereduksi jumlah tepi yang salah terdeteksi. Operator LoG diperoleh melalui konvolusi dengan.

$$LoG(y,x) = -\frac{1}{\pi\sigma^2} \left[ 1 - \frac{x^2+y^2}{2\sigma^2} \right] e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

Fungsi diatas disebut dengan filter topi meksiko (the mexican hat filter) karena bentuknya seperti topi yang biasanya dikenakan orang meksiko (lihat gambar 2.12) dalam hal ini, semakin besar nilai  $\sigma$ , semakin besar pula cadar berukuran 5 x 5 yang mewakili operator LoG ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1 fungsi LoG (y, x)

Sumber: Abdul Kadir dan Adhi Susanto (teori dan aplikasi Pengolahan Citra, 2013)

|    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
| 0  | 0  | -1 | 0  | 0  |
| 0  | -1 | -2 | -1 | 0  |
| -1 | -2 | 16 | -2 | -1 |
| 0  | -1 | -2 | -1 | 0  |
| 0  | 0  | -1 | 0  | 0  |

Gambar 2 contoh operator LoG

Sumber: Abdul Kadir dan Adhi Susanto (teori dan aplikasi Pengolahan Citra, 2013)

Menurut T.Sutoyo, S.Si, M.Kom, Edy Mulyanto, S.Si, M.Kom, Dr.Vincent Suhartono, Oky Dwi Nurhayati, M.T, Wijayarto, M.Kom(2009:233). Operator laplacian sangat sensitif terhadap noise yang terletak pada titik-titik tepi. jadi, sebelum deteksi tepi dilakukan, filter yang dapat melemahkan noise diperlukan. Operator laplacian of gaussian merupakan kombinasi dari operator laplacian.

Cara kerja operator ini adalah sebagai berikut : pertama. Citra dikonvolusi dengan operator gaussian bertujuan untuk mengaburkan dan memperlemah noise. Namun, pengaburan ini mengakibatkan pelebaran tepi objek. Kemudian, operator laplacian diterapkan untuk menemukan titik potong dengan sumbu x dalam fungsi turunan kedua yang bersesuaian dengan puncak dalam fungsi turunan pertama. Kemudian, lokasi tepi diperoleh dari resolusi subpiksel menggunakan interpolasi linier.

Operator laplacian diperoleh dari konvolusi berikut :

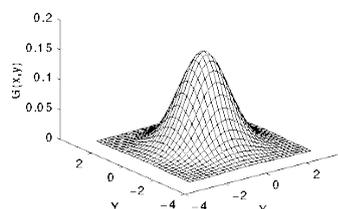
$$h(x, y) = \nabla^2 [g(x, y) * f(x, y)]$$

$$= \nabla^2 [g(x, y)] * f(x, y)$$

Dimana

$$\nabla^2 [g(x, y)] = \left( \frac{x^2+y^2-2\sigma^2}{\sigma^4} \right) e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

Persamaan diatas biasa disebut sebagai operator topi meksiko karena bila persamaan tersebut diplot terhadap sumbu x dan sumbu y untuk jumlah bilangan positif dan negatif yang sama maka akan membentuk lakungan seperti topi orang meksiko. Gambar 3.15 adalah bentuk plot dari fungsi laplacian of gaussian dengan  $\sigma^2 = 40/3$ .



Gambar 3 plot fungsi laplacian of gaussian

T.Sutoyo, S.Si, M.Kom , Edy Mulyanto, S.Si, M.Kom,2009, teori dan pengolahan citra digital.

**Metode Difference of Gaussian**

Mengingat Log memerlukan waktu yang lama, *difference of Gaussian* biasa digunakan sebagai hampiran terhadap log.Fungsi dog berupa.

$$DoG(y,x) = \frac{e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma_1^2}}}{2\sigma_1^2} - \frac{e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma_2^2}}}{2\sigma_2^2}$$

Terlihat bahwa DoG dilaksanakan dengan melakukan konvolusi citra dengan sebuah cadar yang merupakan hasil pengurangan dua cadar Gaussian dengan nilai yang berbeda. Gambar 2.14 menunjukkan dua cadar yang dapat digunakan untuk melaksanakan DoG

Tabel 1 cadar DoG 7 x 7

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 0  | 0  | -1 | -1 | -1 | 0  | 0  |
| 0  | -2 | -3 | -3 | -3 | -2 | 0  |
| -1 | -3 | 5  | 5  | 5  | -3 | -1 |
| -1 | -3 | 5  | 16 | 5  | -3 | -1 |
| -1 | -3 | 5  | 5  | 5  | -3 | -1 |
| 0  | -2 | -3 | -3 | -3 | -2 | 0  |
| 0  | 0  | -1 | -1 | -1 | 0  | 0  |

Tabel 2Cadar DoG 9 x 9

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  | -1 | -1 | -1 | 0  | 0  | 0  |
| 0  | -2 | -3 | -3 | -3 | -3 | -3 | -2 | 0  |
| 0  | -3 | -2 | -1 | -1 | -1 | -2 | -3 | 0  |
| -1 | -3 | -1 | 9  | 9  | 9  | -1 | -3 | -1 |
| -1 | -3 | -1 | 9  | 9  | 9  | -1 | -3 | -1 |
| -1 | -3 | -1 | 9  | 9  | 9  | -1 | -3 | -1 |
| 0  | -3 | -2 | -1 | -1 | -1 | -2 | -3 | 0  |
| 0  | -2 | -3 | -3 | -3 | -3 | -3 | -2 | 0  |
| 0  | 0  | 0  | -1 | -1 | -1 | 0  | 0  | 0  |

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa Masalah**

Didalam penyampaian informasi orang lebih cenderung menggunakan gambar sebagai alat untuk mempresentasikan sesuatu, namun sering kali citra atau gambar mengalami penurunan mutu dan sebagainya. Dalam proses segmentasi citra ada beberapa metode yang digunakan untuk memproses citra tersebut, diantaranya metode *laplacian of gaussian* dan metode *difference of gaussian*. Dari kedua metode tersebut belum diuji keunggulan dan kelemahan dari masing-masing metodenya.

Untuk mengetahui perbedaan hasil yang diolah dari kedua metode tersebut maka dilakukan suatu analisis perbandingan kedua metode tersebut. Metode segmentasi citra yang digunakan adalah metode *laplacian of gaussian* dan metode *difference of gaussian*. Operasi ini menggunakan ukuran matriks 10 x 10 , dan dan jenis citra dengan ekstensi .jpg dengan ukuran pixel 150 x 150. langkah awal dalam membentuk deteksi tepi laplacian of gaussian adalah citra awal dikonvolusi dengan filter gaussian

kemudian hasilnya dikonvolusi dengan operator laplacian kemudian citra secara langsung dikonvolusikan menggunakan operator laplacian of gaussian. Kemudian langkah selanjutnya adalah membentuk deteksi tepi menggunakan operator difference of gaussian, langkah awal yang harus dilakukan adalah menentukan cadar log yang berbeda yang telah di konvolusi dengan citra awal

Setelah proses perhitungan dengan kedua metode tersebut selesai, proses berikutnya yaitu menghitung citra awal dengan citra hasil dengan parameter pengujian yaitu dengan MSE dan PSNR dari hasil perhitungan tersebut akan didapat variabel-variabel yang membedakan metode laplacian of gaussian dan metode difference of gaussian.

**Analisa Deteksi Tepi Citra dengan *laplacian of Gaussian***

pada tahap analisa penerapan metode *laplacian of gaussian*, langkah pertama yang harus dilakukan yaitu citra sebelumnya harus dikonvolusi menggunakan *filter gaussian*. Langkah ini akan mengaburkan citra dan melemahkan noise. Titik-titik noise yang terisolasi dan susunan kecil titik noise akan dihilangkan atau dilemahkan. Karena pengaburan berakibat pada pelebaran tepi obyek, pelacak tepi hanya akan menganggap suatu titik adalah milik tepi jika titik tersebut merupakan puncak lokal dalam gradien. Hal ini dapat dicapai dengan menemukan titik perpotongan dari fungsi turunan kedua. *Laplacian* digunakan sebagai perkiraan dari fungsi turunan kedua dalam dua dimensi karena ia merupakan operator *isotropik*.



Gambar 4 citra asli

Langkah pertama ialah tentukan dahulu filter gaussian yang berukuran 7 x 7 dengan memilih  $\sigma^2 = 2$  dan nilai pada (0,0) sama dengan 1, nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata – rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri. Jumlah tetangga yang dilibatkan tergantung pada filter yang dirancang. Untuk pengolahan citra digital, *zero mean gaussian* dua variabel dinyatakan oleh persamaan.

$$g(x,y) = e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

1.  $g(-3,-3) = e^{-\frac{-3^2+ -3^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+9}{4}} = e^{-\frac{18}{4}} = 0,011$
2.  $g(-3,-2) = e^{-\frac{-3^2+ -2^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+4}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
3.  $g(-3,-1) = e^{-\frac{-3^2+ -1^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+1}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
4.  $g(-3,0) = e^{-\frac{-3^2+ 0^2}{2.2}} = e^{-\frac{9}{4}} = 0,105$
5.  $g(-3,1) = e^{-\frac{-3^2+ 1^2}{2.2}} = e^{-\frac{9-1}{4}} = e^{-\frac{8}{4}} = 0,082$
6.  $g(-3,2) = e^{-\frac{-3^2+ 2^2}{2.2}} = e^{-\frac{9-4}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,039$
7.  $g(-3,3) = e^{-\frac{-3^2+ 3^2}{2.2}} = e^{-\frac{0}{4}} = e^0 = 1,000$
8.  $g(-2,-3) = e^{-\frac{-2^2+ -3^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+9}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
9.  $g(-2,-2) = e^{-\frac{-2^2+ -2^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+4}{4}} = e^{-\frac{8}{4}} = 0,135$
10.  $g(-2,-1) = e^{-\frac{-2^2+ -1^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+1}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
11.  $g(-2,0) = e^{-\frac{-2^2+ 0^2}{2.2}} = e^{-\frac{4}{4}} = 0,368$
12.  $g(-2,1) = e^{-\frac{-2^2+ 1^2}{2.2}} = e^{-\frac{4-1}{4}} = e^{-\frac{3}{4}} = 0,287$
13.  $g(-2,2) = e^{-\frac{-2^2+ 2^2}{2.2}} = e^{-\frac{0}{4}} = e^0 = 1,000$
14.  $g(-2,3) = e^{-\frac{-2^2+ 3^2}{2.2}} = e^{-\frac{4-9}{4}} = e^{-\frac{-5}{4}} = 0,039$
15.  $g(-1,-3) = e^{-\frac{-1^2+ -3^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+9}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
16.  $g(-1,-2) = e^{-\frac{-1^2+ -2^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+4}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
17.  $g(-1,-1) = e^{-\frac{-1^2+ -1^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+1}{4}} = e^{-\frac{2}{4}} = 0,606$

18.  $g(-1,0) = e^{-\frac{-1^2+0^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+0}{4}} = e^{-\frac{1}{4}} = 0,779$
19.  $g(-1,1) = e^{-\frac{-1^2+1^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+1}{4}} = e^{-\frac{2}{4}} = 0,606$
20.  $g(-1,2) = e^{-\frac{-1^2+2^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+4}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
21.  $g(-1,3) = e^{-\frac{-1^2+3^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+9}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
22.  $g(0,-3) = e^{-\frac{0^2+(-3)^2}{2.2}} = e^{-\frac{9}{4}} = 0,105$
23.  $g(0,-2) = e^{-\frac{0^2+(-2)^2}{2.2}} = e^{-\frac{4}{4}} = 0,368$
24.  $g(0,-1) = e^{-\frac{0^2+(-1)^2}{2.2}} = e^{-\frac{1}{4}} = 0,779$
25.  $g(0,0) = e^0 = 1$
26.  $g(0,1) = e^{-\frac{0^2+1^2}{2.2}} = e^{-\frac{1}{4}} = 0,779$
27.  $g(0,2) = e^{-\frac{0^2+2^2}{2.2}} = e^{-\frac{4}{4}} = 0,368$
28.  $g(0,3) = e^{-\frac{0^2+3^2}{2.2}} = e^{-\frac{9}{4}} = 0,105$
29.  $g(1,-3) = e^{-\frac{1^2+(-3)^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+9}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
30.  $g(1,-2) = e^{-\frac{1^2+(-2)^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+4}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
31.  $g(1,-1) = e^{-\frac{1^2+(-1)^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+1}{4}} = e^{-\frac{2}{4}} = 0,606$
32.  $g(1,0) = e^{-\frac{-1^2+0^2}{2.2}} = e^{-\frac{1}{4}} = 0,779$
33.  $g(1,1) = e^{-\frac{1^2+1^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+1}{4}} = e^{-\frac{2}{4}} = 0,606$
34.  $g(1,2) = e^{-\frac{1^2+2^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+4}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
35.  $g(1,3) = e^{-\frac{-1^2+3^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+9}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
36.  $g(2,-3) = e^{-\frac{2^2+(-3)^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+9}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
37.  $g(2,-2) = e^{-\frac{2^2+(-2)^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+4}{4}} = e^{-\frac{8}{4}} = 0,135$
38.  $g(2,-1) = e^{-\frac{2^2+(-1)^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+1}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
39.  $g(2,0) = e^{-\frac{2^2+0^2}{2.2}} = e^{-\frac{4}{4}} = 0,368$
40.  $g(2,1) = e^{-\frac{2^2+1^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+1}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
41.  $g(2,2) = e^{-\frac{2^2+2^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+4}{4}} = e^{-\frac{8}{4}} = 0,135$
42.  $g(2,3) = e^{-\frac{2^2+3^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+9}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
43.  $g(3,-3) = e^{-\frac{3^2+(-3)^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+9}{4}} = e^{-\frac{18}{4}} = 0,011$
44.  $g(3,-2) = e^{-\frac{3^2+(-2)^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+4}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
45.  $g(3,-1) = e^{-\frac{3^2+(-1)^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+1}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
46.  $g(3,0) = e^{-\frac{3^2+0^2}{2.2}} = e^{-\frac{9}{4}} = 0,105$
47.  $g(3,1) = e^{-\frac{3^2+1^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+1}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
48.  $g(3,2) = e^{-\frac{3^2+2^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+4}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
49.  $g(3,3) = e^{-\frac{3^2+3^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+9}{4}} = e^{-\frac{18}{4}} = 0,011$

dari perhitungan diatas maka di diperoleh matriks dibawah.

Tabel 1 nilai-nilai pembobotan

| (x,y) | -3    | -2    | -1    | 0     | 1     | 2     | 3     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -3    | 0,011 | 0,039 | 0,082 | 0,105 | 0,082 | 0,039 | 0,011 |
| -2    | 0,039 | 0,135 | 0,287 | 0,368 | 0,287 | 0,135 | 0,039 |
| -1    | 0,082 | 0,287 | 0,606 | 0,779 | 0,606 | 0,287 | 0,082 |
| 0     | 0,105 | 0,368 | 0,779 | 1,000 | 0,779 | 0,368 | 0,105 |
| 1     | 0,082 | 0,287 | 0,606 | 0,779 | 0,606 | 0,287 | 0,082 |
| 2     | 0,039 | 0,135 | 0,287 | 0,368 | 0,287 | 0,135 | 0,039 |
| 3     | 0,011 | 0,039 | 0,082 | 0,105 | 0,082 | 0,039 | 0,011 |

Untuk memudahkan perhitungan komputer, nilai-nilai pembobotan harus dibulatkan sebab intensitas piksel dalam citra digital bernilai bulat. Untuk itu nilai elemen terkecil dalam matriks (0,011) dipilih untuk menentukan nilai konstanta c.

$$g(x,y) = c \cdot e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}}$$

Tabel 2 Pembulatan nilai-nilai pembobotan

| (x,y) | -3 | -2 | -1 | 0  | 1  | 2  | 3  |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| -3    | 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |
| -2    | 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| -1    | 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 0     | 10 | 33 | 71 | 1  | 71 | 33 | 10 |
| 1     | 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 2     | 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| 3     | 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |

$$g(-3,3) = c \cdot e^{-\frac{3^2 + 3^2}{2 \cdot 2^2}}$$

1 = c.0,011  
C = 91

Maka nilai konstanta c adalah 91, dengan menggunakan nilai c= 91 diperoleh matriks berikut ini. Tabel 3 hasil matriks nilai konstanta

| (x,y) | -3 | -2 | -1 | 0  | 1  | 2  | 3  |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| -3    | 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |
| -2    | 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| -1    | 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 0     | 10 | 33 | 71 | 91 | 71 | 33 | 10 |
| 1     | 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 2     | 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| 3     | 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |

Tabel 4 Hasil akhir filter gaussian

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |
| 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 10 | 33 | 71 | 91 | 71 | 33 | 10 |
| 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |

Langkah selanjutnya yaitu melakukan konvolusi, dimana sebuah citra dikonvolusi dengan operator gaussian.

$$h(x,y) = \frac{1}{1115} (f(x,y) * g(x,y))$$

dibawah ini merupakan pixel 10 x 10 dari citra asli dengan nilai ambang = 128, jika nilai pixel lebih tinggi dari nilai ambang batas yang ditentukan akan diberikan nilai 0, sementara nilai pixel yang memiliki derajat keabuan yang lebih besar dari batas akan bernilai 1.

Tabel 5 Nilai pixel citra asli

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 133 | 136 | 138 | 140 | 145 | 150 | 162 | 156 | 139 | 147 |
| 136 | 139 | 141 | 147 | 150 | 162 | 178 | 167 | 140 | 152 |
| 139 | 143 | 148 | 152 | 150 | 162 | 192 | 171 | 137 | 156 |
| 141 | 151 | 181 | 177 | 147 | 153 | 179 | 151 | 126 | 161 |
| 146 | 165 | 185 | 186 | 159 | 130 | 160 | 127 | 117 | 169 |
| 150 | 170 | 193 | 201 | 160 | 99  | 128 | 107 | 115 | 174 |
| 152 | 164 | 185 | 185 | 144 | 73  | 100 | 86  | 101 | 180 |
| 159 | 153 | 171 | 150 | 119 | 56  | 56  | 56  | 116 | 187 |
| 155 | 139 | 147 | 123 | 93  | 64  | 70  | 75  | 148 | 190 |

|     |     |     |     |    |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 159 | 120 | 131 | 131 | 75 | 117 | 116 | 124 | 182 | 194 |
|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|

berikut ini adalah matriks hasil dari thresholding citra asli dengan nilai ambang  $T = 128$ , kemudian nilai tersebut dikonvolusikan dengan filter gaussian dengan ukuran  $7 \times 7$   
Tabel 7 Matriks Thresholding

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabel 8 matriks filter gaussian

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |
| 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 10 | 33 | 71 | 91 | 71 | 33 | 10 |
| 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |

Dibawah ini adalah proses dari konvolusi antara filter gaussian dengan matriks citra asli.

**Konvolusi pertama**

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

X

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |
| 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 10 | 33 | 71 | 91 | 71 | 33 | 10 |
| 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |

$$=(1 \times 1) + (1 \times 4) + (1 \times 7) + (1 \times 10) + (1 \times 7) + (1 \times 4) + (1 \times 1) + (1 \times 4) + (1 \times 12) + (1 \times 26) + (1 \times 33) + (1 \times 26) + (1 \times 12) + (1 \times 4) + (1 \times 7) + (1 \times 26) + (1 \times 55) + (1 \times 71) + (1 \times 55) + (1 \times 26) + (1 \times 7) + (1 \times 10) + (1 \times 33) + (1 \times 71) + (1 \times 91) + (1 \times 71) + (1 \times 33) + (1 \times 10) + (1 \times 7) + (1 \times 26) + (1 \times 55) + (1 \times 71) + (1 \times 55) + (1 \times 26) + (1 \times 7) + (1 \times 4) + (1 \times 12) + (1 \times 26) + (1 \times 33) + (1 \times 26) + (1 \times 4) + (1 \times 1) + (1 \times 4) + (1 \times 7) + (1 \times 10) = 1091$$

**Konvolusi kedua**

$$=(1 \times 1) + (1 \times 4) + (1 \times 7) + (1 \times 10) + (1 \times 7) + (1 \times 4) + (1 \times 1) + (1 \times 4) + (1 \times 12) + (1 \times 26) + (1 \times 33) + (1 \times 26) + (1 \times 12) + (1 \times 4) + (1 \times 7) + (1 \times 26) + (1 \times 55) + (1 \times 71) + (1 \times 55) + (1 \times 26) + (1 \times 7) + (1 \times 10) + (1 \times 33) + (1 \times 71) + (1 \times 91) + (1 \times 71) + (1 \times 33) + (1 \times 10) + (1 \times 7) + (1 \times 26) + (1 \times 55) + (1 \times 71) + (1 \times 55) + (1 \times 26) + (1 \times 7) + (1 \times 4) + (1 \times 12) + (1 \times 26) + (1 \times 33) + (1 \times 12) + (1 \times 1) + (1 \times 4) + (1 \times 7) = 1063$$

**Konvolusi Ketiga**

$$=(1 \times 1) + (1 \times 4) + (1 \times 7) + (1 \times 10) + (1 \times 7) + (1 \times 4) + (1 \times 1) + (1 \times 4) + (1 \times 12) + (1 \times 26) + (1 \times 33) + (1 \times 26) + (1 \times 12) + (1 \times 4) + (1 \times 7) + (1 \times 26) + (1 \times 55) + (1 \times 71) + (1 \times 55) + (1 \times 26) + (1 \times 7) + (1 \times 10) + (1 \times 33) + (1 \times 71) + (1 \times 91) + (1 \times 71) + (1 \times 33) + (1 \times 10) + (1 \times 7) + (1 \times 26) + (1 \times 55) + (1 \times 71) + (1 \times 55) + (1 \times 26) + (1 \times 7) + (1 \times 4) + (1 \times 12) + (1 \times 26) + (1 \times 4) = 1007$$

**Konvolusi keempat**

$$=(1 \times 1) + (1 \times 4) + (1 \times 7) + (1 \times 10) + (1 \times 7) + (1 \times 4) + (1 \times 1) + (1 \times 4) + (1 \times 12) + (1 \times 26) + (1 \times 33) + (1 \times 26) + (1 \times 12) + (1 \times 4) + (1 \times 7) + (1 \times 26) + (1 \times 55) + (1 \times 71) + (1 \times 55) + (1 \times 26) + (1 \times 7) + (1 \times 10) + (1 \times 33) + (1 \times 71) + (1 \times 91) + (1 \times 71) + (1 \times 33) + (1 \times 10) + (1 \times 7) + (1 \times 26) + (1 \times 55) + (1 \times 71) + (1 \times 55) + (1 \times 26) + (1 \times 7) + (1 \times 4) + (1 \times 12) + (1 \times 33) + (1 \times 4) + (1 \times 1) + (1 \times 1) = 961$$

**Konvolusi Kelima**

$$=(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+ (1x26)+ (1x12)+ (1x4)+(1x7)+ (1x26)+ (1x55)+ (1x71)+ (1x55)+ (1x26)+ (1x7)+ (1x10)+ (1x33)+ (1x71)+ (1x91)+ (1x71)+ (1x33)+ (1x10)+ (1x7)+ (1x26)+(1x55)+(1x71)+(1x55)+(1x7)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10) = 1035$$

**Konvolusi Keenam**

$$=(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+ (1x26)+ (1x12)+ (1x4)+(1x7)+ (1x26)+ (1x55)+ (1x71)+ (1x55)+ (1x26)+ (1x7)+ (1x10)+ (1x33)+ (1x71)+ (1x91)+ (1x71)+ (1x33)+ (1x10)+ (1x7)+ (1x26)+ (1x55)+ (1x71)+ (1x26)+ (1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x1)+(1x4)+(1x7) = 960$$

**Konvolusi Ketujuh**

$$=(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+ (1x26)+ (1x12)+ (1x4)+(1x7)+ (1x26)+ (1x55)+ (1x71)+ (1x55)+ (1x26)+(1x7)+ (1x10)+ (1x33)+ (1x71)+ (1x91)+ (1x71)+ (1x33)+ (1x10)+ (1x7)+ (1x26)+ (1x55)+ (1x55)+ (1x4)+(1x12)+(1x1)+(1x4) = 881$$

**Konvolusi Kedelapan**

$$=(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+ (1x26)+ (1x12)+ (1x4)+(1x7)+ (1x26)+ (1x55)+ (1x71)+ (1x55)+ (1x26)+ (1x7)+ (1x10)+ (1x33)+ (1x71)+ (1x91)+ (1x71)+ (1x33)+ (1x10)+ (1x7)+ (1x26)+ (1x55)+ (1x7)+(1x4)+(1x1) = 817$$

**Konvolusi Kesembilan**

$$=(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+ (1x26)+ (1x12)+ (1x4)+(1x7)+ (1x26)+ (1x55)+ (1x71)+ (1x55)+ (1x26)+ (1x7)+ (1x10)+ (1x33)+ (1x71)+ (1x91)+ (1x71)+ (1x71)+ (1x10)+ (1x7)+ (1x26)+(1x55)+(1x71)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10) = 94$$

**Konvolusi Kesepuluh**

$$=(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+ (1x26)+ (1x12)+ (1x4)+(1x7)+(1x26)+ (1x55)+ (1x71)+ (1x55)+ (1x26)+ (1x7)+(1x10)+(1x33)+(1x71)+(1x91)+(1x71)+(1x10)+ (1x7)+(1x26)+(1x55)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x1)+(1x4)+(1x7) = 826$$

**Konvolusi Kesebelas**

$$=(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+ (1x26)+ (1x12)+ (1x4)+(1x7)+ (1x26)+ (1x55)+ (1x71)+ (1x55)+ (1x26)+(1x7)+(1x10)+(1x33)+(1x71)+(1x71)+(1x7)+(1x26)+ (1x4)+(1x12)+(1x1)+(1x4) = 637$$

**Konvolusi Ke dua belas**

$$=(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+ (1x26)+ (1x12)+ (1x4)+(1x4)+ (1x7)+ (1x26)+ (1x55)+ (1x71)+ (1x55)+ (1x26)+ (1x7)+ (1x10)+ (1x33)+ (1x71)+ (1x91)+ (1x71)+ (1x33)+ (1x10)+(1x7)+(1x26)+(1x71)+(1x7)+(1x4)+(1x4)+(1x1)+ (1x12)+(1x1) = 850$$

**Konvolusi Ke tiga belas**

$$=(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+ (1x26)+ (1x12)+ (1x4)+(1x7)+(1x26)+(1x55)+(1x71)+(1x55)+(1x7)+ (1x10)+(1x33)+(1x71)+(1x91)+(1x7)+(1x26)+(1x55)+ (1x71)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1) = 845$$

**Konvolusi Ke empat belas**

$$=(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+ (1x26)+ (1x12)+ (1x4)+(1x7)+(1x26)+(1x55)+(1x71)+(1x26)+(1x10)+(1x33)+(1x71)+(1x7)+(1x26)+(1x55)+(1x4)+(1x24)+(1x26)+(1x1)+(1x1)+(1x4)+(1x7) = 581$$

**Konvolusi Ke lima belas**

$$=(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+ (1x26)+ (1x12)+ (1x4)+(1x7)+(1x26)+(1x55)+(1x55)+(1x10)+(1x33)+(1x7)+(1x26) = (1x7)+(1x4)+(1x12)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1) = 581$$

**Konvolusi Ke enam belas**

$$=(1x1)+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1)+(1x4)+(1x12)+(1x26)+(1x33)+(1x26)+(1x12)+(1x4)+(1x7)+(1x26)+(1x71)+(1x10)+(1x10)+(1x7)+(1x26)+(1x7)+(1x4)+(1x12)+(1x4)+1x1+(1x4)+(1x7)+(1x10)+(1x7)+(1x4)+(1x1) = 367$$

dari proses konvolusi filter gaussian dan citra biner dihasilkan matriks baru , berikut ini adalah hasil konvolusi diatas :

$$\frac{1}{1115}$$

|   |   |   |      |      |      |     |   |   |   |   |
|---|---|---|------|------|------|-----|---|---|---|---|
| * | * | * | *    | *    | *    | *   | * | * | * | * |
| * | * | * | *    | *    | *    | *   | * | * | * | * |
| * | * | * | *    | *    | *    | *   | * | * | * | * |
| * | * | * | 1091 | 1063 | 1007 | 961 | * | * | * | * |
| * | * | * | 1035 | 960  | 881  | 817 | * | * | * | * |
| * | * | * | 940  | 826  | 637  | 850 | * | * | * | * |
| * | * | * | 581  | 434  | 434  | 367 | * | * | * | * |
| * | * | * | *    | *    | *    | *   | * | * | * | * |
| * | * | * | *    | *    | *    | *   | * | * | * | * |
| * | * | * | *    | *    | *    | *   | * | * | * | * |

Tabel 9 nilai pembobotan

|   |   |   |       |       |       |       |   |   |   |   |
|---|---|---|-------|-------|-------|-------|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0.978 | 0.953 | 0.903 | 0.861 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0.928 | 0.860 | 0.790 | 0.732 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0.843 | 0.740 | 0.571 | 0.762 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0.521 | 0.389 | 0.389 | 0.329 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1     | 1     | 1     | 1     | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabel 10 pembulatan

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Langkah selanjutnya yaitu mengkonvolusi hasil dari proses konvolusi filter gaussian dengan sebuah citra dengan menggunakan kernel laplacian berikut ini :

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | -1 | 0  |
| -1 | 4  | -1 |
| 0  | -1 | 0  |

Untuk proses konvolusi dengan operator laplacian diambil pixel tengah dari hasil matriks diatas untuk proses perhitungan yang berukuran 5 x 5

Konvolusi Pertama

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 3 & 3 & 3 & 1 & 1 \\ \hline 3 & 3 & 2 & 2 & 1 \\ \hline 1 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & -1 & 0 \\ \hline -1 & 4 & -1 \\ \hline 0 & -1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

$$= (3x(-1)+(3x(-1)+(3x4)+(2(-1)+(2x(-1) = 17$$

Konvolusi Pertama

$$= (3x(-1)+(3x(-1)+(2x4)+(2x(-1)+(2x(-1)= 14$$

Konvolusi Ketiga

$$= (1(-1)+(2(-1)+(2x4)+(1x(-1)+(2x(-1)= 17$$

Konvolusi Keempat

$$= (3x(-1)+(1x(-1)+(2x4)+(2x(-1)+(1x(-1)= 21$$

Konvolusi Kelima

$$= (2x(-1)+(2x(-1)+(2x4)+(2x(-1)+(1x(-1)= 11$$

Konvolusi Keenam

$$= ( 2x(-1)+(2x(-1)+(2x4)+(1x(-1)+(1x(-1)= 13$$

Konvolusi Ketujuh

$$= (2x(-1)+(1x(-1)+(1x4)+(1x(-1)+(1x(-1)= 19$$

Konvolusi Kedelapan

$$= ( 2x(-1)+(1x(-1)+(1x4)+(1x(-1)+(1x(-1) = 16$$

Konvolusi Kesembilan

$$= ( 2x(-1)+(1x(-1)+(1x4)+(1x(-1)+(1x(-1) = 17$$

Tabel 11 hasil laplacian of gaussian

|   |           |           |           |   |
|---|-----------|-----------|-----------|---|
| * | *         | *         | *         | * |
|   | <b>17</b> | <b>14</b> | <b>17</b> | * |
| * | <b>21</b> | <b>11</b> | <b>13</b> | * |
| * | <b>19</b> | <b>16</b> | <b>17</b> | * |
| * | *         | *         | *         | * |

**Analisa Penerapan Metode *difference of Gaussian***

Terlihat bahwa DoG dilaksanakan dengan konvolusi citra dengan sebuah cadar merupakan hasil pengurangan dua cadar gaussian dengan nilai  $\sigma$  berbeda , DoG biasa digunakan sebagai hampiran terhadap LoG , berikut adalah filter gaussian yang berukuran 7 x 7 dengan memilih  $\sigma^2 = 2$  dan nilai pada (0,0) sama dengan 1 , nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata – rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri. Jumlah tetangga yang dilibatkan tergantung pada filter yang dirancang. Untuk pengolahan citra digital, *zero mean gaussian* dua variabel dinyatakan oleh persamaan.

$$g(x,y)= e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$



Gambar 5 Citra input

Terlihat bahwa DoG dilaksanakan dengan konvolusi citra dengan sebuah cadar merupakan hasil pengurangan dua cadar gaussian dengan nilai  $\sigma$  berbeda , DoG biasa digunakan sebagai hampiran terhadap LoG , berikut adalah filter gaussian yang berukuran 7 x 7 dengan memilih  $\sigma^2 = 2$  dan nilai pada (0,0) sama dengan 1 , nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata – rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri. Jumlah tetangga yang dilibatkan tergantung pada filter yang dirancang. Untuk pengolahan citra digital, *zero mean gaussian* dua variabel dinyatakan oleh persamaan.

$$g(x,y) = e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

1.  $g(-3,-3) = e^{-\frac{-3^2+(-3)^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+9}{4}} = e^{-\frac{18}{4}} = 0,011$
2.  $g(-3,-2) = e^{-\frac{-3^2+(-2)^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+4}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
3.  $g(-3,-1) = e^{-\frac{-3^2+(-1)^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+1}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
4.  $g(-3,0) = e^{-\frac{-3^2+0^2}{2.2}} = e^{-\frac{9}{4}} = 0,105$
5.  $g(-3,1) = e^{-\frac{-3^2+1^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+1}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
6.  $g(-3,2) = e^{-\frac{-3^2+2^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+4}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
7.  $g(-3,3) = e^{-\frac{-3^2+3^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+9}{4}} = e^{-\frac{18}{4}} = 0,011$
8.  $g(-2,-3) = e^{-\frac{-2^2+(-3)^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+9}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
9.  $g(-2,-2) = e^{-\frac{-2^2+(-2)^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+4}{4}} = e^{-\frac{8}{4}} = 0,135$
10.  $g(-2,-1) = e^{-\frac{-2^2+(-1)^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+1}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
11.  $g(-2,0) = e^{-\frac{-2^2+0^2}{2.2}} = e^{-\frac{4}{4}} = 0,368$
12.  $g(-2,1) = e^{-\frac{-2^2+1^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+1}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
13.  $g(-2,2) = e^{-\frac{-2^2+2^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+4}{4}} = e^{-\frac{8}{4}} = 0,135$
14.  $g(-2,3) = e^{-\frac{-2^2+3^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+9}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
15.  $g(-1,-3) = e^{-\frac{-1^2+(-3)^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+9}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
16.  $g(-1,-2) = e^{-\frac{-1^2+(-2)^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+4}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
17.  $g(-1,-1) = e^{-\frac{-1^2+(-1)^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+1}{4}} = e^{-\frac{2}{4}} = 0,606$
18.  $g(-1,0) = e^{-\frac{-1^2+0^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+0}{4}} = e^{-\frac{1}{4}} = 0,779$
19.  $g(-1,1) = e^{-\frac{-1^2+1^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+1}{4}} = e^{-\frac{2}{4}} = 0,606$
20.  $g(-1,2) = e^{-\frac{-1^2+2^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+4}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
21.  $g(-1,3) = e^{-\frac{-1^2+3^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+9}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
22.  $g(0,-3) = e^{-\frac{0^2+(-3)^2}{2.2}} = e^{-\frac{9}{4}} = 0,105$
23.  $g(0,-2) = e^{-\frac{0^2+(-2)^2}{2.2}} = e^{-\frac{4}{4}} = 0,368$
24.  $g(0,-1) = e^{-\frac{0^2+(-1)^2}{2.2}} = e^{-\frac{1}{4}} = 0,779$
25.  $g(0,0) = e^0 = 1$
26.  $g(0,1) = e^{-\frac{0^2+1^2}{2.2}} = e^{-\frac{1}{4}} = 0,779$
27.  $g(0,2) = e^{-\frac{0^2+2^2}{2.2}} = e^{-\frac{4}{4}} = 0,368$
28.  $g(0,3) = e^{-\frac{0^2+3^2}{2.2}} = e^{-\frac{9}{4}} = 0,105$
29.  $g(1,-3) = e^{-\frac{1^2+(-3)^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+9}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
30.  $g(1,-2) = e^{-\frac{1^2+(-2)^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+4}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
31.  $g(1,-1) = e^{-\frac{1^2+(-1)^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+1}{4}} = e^{-\frac{2}{4}} = 0,606$
32.  $g(1,0) = e^{-\frac{1^2+0^2}{2.2}} = e^{-\frac{1}{4}} = 0,779$
33.  $g(1,1) = e^{-\frac{1^2+1^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+1}{4}} = e^{-\frac{2}{4}} = 0,606$
34.  $g(1,2) = e^{-\frac{1^2+2^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+4}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
35.  $g(1,3) = e^{-\frac{1^2+3^2}{2.2}} = e^{-\frac{1+9}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
36.  $g(2,-3) = e^{-\frac{2^2+(-3)^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+9}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
37.  $g(2,-2) = e^{-\frac{2^2+(-2)^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+4}{4}} = e^{-\frac{8}{4}} = 0,135$

- 38.  $g(2,-1) = e^{-\frac{2^2+(-1)^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+1}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
- 39.  $g(2,0) = e^{-\frac{2^2+0^2}{2.2}} = e^{-\frac{4}{4}} = 0,368$
- 40.  $g(2,1) = e^{-\frac{2^2+1^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+1}{4}} = e^{-\frac{5}{4}} = 0,287$
- 41.  $g(2,2) = e^{-\frac{2^2+2^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+4}{4}} = e^{-\frac{8}{4}} = 0,135$
- 42.  $g(2,3) = e^{-\frac{2^2+3^2}{2.2}} = e^{-\frac{4+9}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
- 43.  $g(3,-3) = e^{-\frac{3^2+(-3)^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+9}{4}} = e^{-\frac{18}{4}} = 0,011$
- 44.  $g(3,-2) = e^{-\frac{3^2+(-2)^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+4}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
- 45.  $g(3,-1) = e^{-\frac{3^2+(-1)^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+1}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
- 46.  $g(3,0) = e^{-\frac{3^2+0^2}{2.2}} = e^{-\frac{9}{4}} = 0,105$
- 47.  $g(3,1) = e^{-\frac{3^2+1^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+1}{4}} = e^{-\frac{10}{4}} = 0,082$
- 48.  $g(3,2) = e^{-\frac{3^2+2^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+4}{4}} = e^{-\frac{13}{4}} = 0,039$
- 49.  $g(3,3) = e^{-\frac{3^2+3^2}{2.2}} = e^{-\frac{9+9}{4}} = e^{-\frac{18}{4}} = 0,011$

dari perhitungan diatas maka di diperoleh matriks dibawah.

Tabel 12 nilai-nilai pembobotan

| (x,y) | -3    | -2    | -1    | 0     | 1     | 2     | 3     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -3    | 0,011 | 0,039 | 0,082 | 0,105 | 0,082 | 0,039 | 0,011 |
| -2    | 0,039 | 0,135 | 0,287 | 0,368 | 0,287 | 0,135 | 0,039 |
| -1    | 0,082 | 0,287 | 0,606 | 0,779 | 0,606 | 0,287 | 0,082 |
| 0     | 0,105 | 0,368 | 0,779 | 1,000 | 0,779 | 0,368 | 0,105 |
| 1     | 0,082 | 0,287 | 0,606 | 0,779 | 0,606 | 0,287 | 0,082 |
| 2     | 0,039 | 0,135 | 0,287 | 0,368 | 0,287 | 0,135 | 0,039 |
| 3     | 0,011 | 0,039 | 0,082 | 0,105 | 0,082 | 0,039 | 0,011 |

Untuk memudahkan perhitungan komputer, nilai-nilai pembobotan harus dibulatkan sebab intensitas piksel dalam citra digital bernilai bulat. Untuk itu nilai elemen terkecil dalam matriks (0,011) dipilih untuk menentukan nilai konstanta c.

$$g(x,y) = c \cdot e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

Tabel 13 Pembulatan nilai-nilai pembobotan

| (x,y) | -3 | -2 | -1 | 0  | 1  | 2  | 3  |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| -3    | 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |
| -2    | 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| -1    | 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 0     | 10 | 33 | 71 | 91 | 71 | 33 | 10 |
| 1     | 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 2     | 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| 3     | 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |

$$g(-3,3) = c \cdot e^{-\frac{3^2+3^2}{2.2^2}}$$

$$1 = c \cdot 0,011$$

$$C = 91$$

Maka nilai konstanta c adalah 91 , dengan menggunakan nilai c= 91 diperoleh matriks berikut ini .

Tabel 14 Matriks nilai konstanta

| (x,y) | -3 | -2 | -1 | 0  | 1  | 2  | 3  |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| -3    | 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |
| -2    | 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| -1    | 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 0     | 10 | 33 | 71 | 91 | 71 | 33 | 10 |
| 1     | 7  | 26 | 55 | 71 | 55 | 26 | 7  |
| 2     | 4  | 12 | 26 | 33 | 26 | 12 | 4  |
| 3     | 1  | 4  | 7  | 10 | 7  | 4  | 1  |

Dan berikut adalah filter gaussian yang berukuran 7 x 7 dengan memilih  $\sigma^2 = 1$  dan nilai pada (0,0) sama dengan 1 , nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata – rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri. Jumlah tetangga yang dilibatkan tergantung pada

filter yang dirancang. Untuk pengolahan citra digital, *zero mean gaussian* dua variabel dinyatakan oleh persamaan.

$$g(x,y) = e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

1.  $g(-3,-3) = e^{-\frac{-3^2+(-3)^2}{2.1}} = e^{-\frac{18}{2}} = 0,0001$
2.  $g(-3,-2) = e^{-\frac{-3^2+(-2)^2}{2.1}} = e^{-\frac{13}{2}} = 0,0015$
3.  $g(-3,-1) = e^{-\frac{-3^2+(-1)^2}{2.1}} = e^{-\frac{10}{2}} = 0,0067$
4.  $g(-3,0) = e^{-\frac{-3^2+0^2}{2.1}} = e^{-\frac{9}{2}} = 0,0111$
5.  $g(-3,1) = e^{-\frac{-3^2+1^2}{2.1}} = e^{-\frac{10}{2}} = 0,0067$
6.  $g(-3,2) = e^{-\frac{-3^2+2^2}{2.1}} = e^{-\frac{13}{2}} = 0,0015$
7.  $g(-3,3) = e^{-\frac{-3^2+3^2}{2.1}} = e^{-\frac{18}{2}} = 0,0001$
8.  $g(-2,-3) = e^{-\frac{-2^2+(-3)^2}{2.1}} = e^{-\frac{13}{2}} = 0,0015$
9.  $g(-2,-2) = e^{-\frac{-2^2+(-2)^2}{2.1}} = e^{-\frac{8}{2}} = 0,0183$
10.  $g(-2,-1) = e^{-\frac{-2^2+(-1)^2}{2.1}} = e^{-\frac{5}{2}} = 0,0820$
11.  $g(-2,0) = e^{-\frac{-2^2+0^2}{2.1}} = e^{-\frac{4}{2}} = 0,1353$
12.  $g(-2,1) = e^{-\frac{-2^2+1^2}{2.1}} = e^{-\frac{5}{2}} = 0,0067$
13.  $g(-2,2) = e^{-\frac{-2^2+2^2}{2.1}} = e^{-\frac{8}{2}} = 0,0183$
14.  $g(-2,3) = e^{-\frac{-2^2+3^2}{2.1}} = e^{-\frac{13}{2}} = 0,0015$
15.  $g(-1,-3) = e^{-\frac{-1^2+(-3)^2}{2.1}} = e^{-\frac{10}{2}} = 0,0067$
16.  $g(-1,-2) = e^{-\frac{-1^2+(-2)^2}{2.1}} = e^{-\frac{5}{2}} = 0,0820$
17.  $g(-1,-1) = e^{-\frac{-1^2+(-1)^2}{2.1}} = e^{-\frac{2}{2}} = 0,3678$
18.  $g(-1,0) = e^{-\frac{-1^2+0^2}{2.1}} = e^{-\frac{1}{2}} = 0,6065$
19.  $g(-1,1) = e^{-\frac{-1^2+1^2}{2.1}} = e^{-\frac{2}{2}} = 0,3678$
20.  $g(-1,2) = e^{-\frac{-1^2+2^2}{2.1}} = e^{-\frac{5}{2}} = 0,0820$
21.  $g(-1,3) = e^{-\frac{-1^2+3^2}{2.1}} = e^{-\frac{10}{2}} = 0,0067$
22.  $g(0,-3) = e^{-\frac{0^2+(-3)^2}{2.1}} = e^{-\frac{9}{2}} = 0,0111$
23.  $g(0,-2) = e^{-\frac{0^2+(-2)^2}{2.1}} = e^{-\frac{4}{2}} = 0,1353$
24.  $g(0,-1) = e^{-\frac{0^2+(-1)^2}{2.1}} = e^{-\frac{1}{2}} = 0,6065$
25.  $g(0,0) = e^0 = 1$
26.  $g(0,1) = e^{-\frac{0^2+1^2}{2.1}} = e^{-\frac{1}{2}} = 0,6065$
27.  $g(0,2) = e^{-\frac{0^2+2^2}{2.1}} = e^{-\frac{4}{2}} = 0,1353$
28.  $g(0,3) = e^{-\frac{0^2+3^2}{2.1}} = e^{-\frac{9}{2}} = 0,0111$
29.  $g(1,-3) = e^{-\frac{1^2+(-3)^2}{2.1}} = e^{-\frac{10}{2}} = 0,0067$
30.  $g(1,-2) = e^{-\frac{1^2+(-2)^2}{2.1}} = e^{-\frac{5}{2}} = 0,0820$
31.  $g(1,-1) = e^{-\frac{1^2+(-1)^2}{2.1}} = e^{-\frac{2}{2}} = 0,3678$
32.  $g(1,0) = e^{-\frac{1^2+0^2}{2.1}} = e^{-\frac{1}{2}} = 0,6065$
33.  $g(1,1) = e^{-\frac{1^2+1^2}{2.1}} = e^{-\frac{2}{2}} = 0,3678$
34.  $g(1,2) = e^{-\frac{1^2+2^2}{2.1}} = e^{-\frac{5}{2}} = 0,0820$
35.  $g(1,3) = e^{-\frac{1^2+3^2}{2.1}} = e^{-\frac{10}{2}} = 0,0067$
36.  $g(2,-3) = e^{-\frac{2^2+(-3)^2}{2.1}} = e^{-\frac{13}{2}} = 0,0015$

- 37.  $g(2,-2) = e^{-\frac{2^2+(-2)^2}{2.1}} = e^{-\frac{8}{2}} = 0,0183$
- 38.  $g(2,-1) = e^{-\frac{2^2+(-1)^2}{2.1}} = e^{-\frac{5}{2}} = 0,0820$
- 39.  $g(2,0) = e^{-\frac{2^2+0^2}{2.1}} = e^{-\frac{4}{2}} = 0,1353$
- 40.  $g(2,1) = e^{-\frac{2^2+1^2}{2.1}} = e^{-\frac{5}{2}} = 0,0820$
- 41.  $g(2,2) = e^{-\frac{2^2+2^2}{2.1}} = e^{-\frac{8}{2}} = 0,0183$
- 42.  $g(2,3) = e^{-\frac{2^2+3^2}{2.1}} = e^{-\frac{13}{2}} = 0,0015$
- 43.  $g(3,-3) = e^{-\frac{3^2+(-3)^2}{2.1}} = e^{-\frac{18}{2}} = 0,0001$
- 44.  $g(3,-2) = e^{-\frac{3^2+(-2)^2}{2.1}} = e^{-\frac{13}{2}} = 0,0015$
- 45.  $g(3,-1) = e^{-\frac{3^2+(-1)^2}{2.1}} = e^{-\frac{10}{2}} = 0,0067$
- 46.  $g(3,0) = e^{-\frac{3^2+0^2}{2.1}} = e^{-\frac{9}{2}} = 0,0111$
- 47.  $g(3,1) = e^{-\frac{3^2+1^2}{2.1}} = e^{-\frac{10}{2}} = 0,0067$
- 48.  $g(3,2) = e^{-\frac{3^2+2^2}{2.1}} = e^{-\frac{13}{2}} = 0,0015$
- 49.  $g(3,3) = e^{-\frac{3^2+3^2}{2.1}} = e^{-\frac{18}{2}} = 0,0001$

Tabel 15 nilai-nilai pembobotan

| (x,y) | -3     | -2     | -1     | 0      | 1      | 2      | 3      |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -3    | 0,0001 | 0,0015 | 0,0067 | 0,0111 | 0,0067 | 0,0015 | 0,0001 |
| -2    | 0,0015 | 0,0183 | 0,0820 | 0,1353 | 0,0067 | 0,0183 | 0,0015 |
| -1    | 0,0067 | 0,0820 | 0,3688 | 0,6065 | 0,378  | 0,0820 | 0,0067 |
| 0     | 0,0111 | 0,1353 | 0,6065 | 1      | 0,6065 | 0,1353 | 0,0111 |
| 1     | 0,0067 | 0,0820 | 0,3678 | 0,6065 | 0,3678 | 0,0820 | 0,0067 |
| 2     | 0,0015 | 0,0183 | 0,0820 | 0,1353 | 0,0820 | 0,0183 | 0,0015 |
| 3     | 0,0001 | 0,0015 | 0,0067 | 0,0111 | 0,0067 | 0,0015 | 0,0001 |

Untuk memudahkan perhitungan komputer, nilai-nilai pembobotan harus dibulatkan sebab intensitas piksel dalam citra digital bernilai bulat. Untuk itu nilai elemen terkecil dalam matriks (0,011) dipilih untuk menentukan nilai konstanta c.

Tabel 16 Pembulatan nilai-nilai pembobotan

| (x,y) | -3  | -2   | -1   | 0     | 1    | 2    | 3   |
|-------|-----|------|------|-------|------|------|-----|
| -3    | 1   | 15   | 67   | 111   | 67   | 15   | 1   |
| -2    | 15  | 183  | 820  | 1353  | 67   | 183  | 15  |
| -1    | 67  | 820  | 3678 | 6065  | 3678 | 820  | 67  |
| 0     | 111 | 1353 | 6065 | 10000 | 6065 | 1353 | 111 |
| 1     | 67  | 820  | 3678 | 6065  | 3678 | 820  | 67  |
| 2     | 15  | 183  | 820  | 1353  | 820  | 183  | 15  |
| 3     | 1   | 15   | 67   | 111   | 67   | 15   | 1   |

$$g(x,y) = c \cdot e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

$$(3,3) = c \cdot e^{-\frac{3^2+3^2}{2.1^2}}$$

$$1 = c \cdot 0,0001$$

$$C = 10$$

Maka nilai konstanta c adalah 10, dengan menggunakan nilai c= 10 diperoleh matriks berikut ini .

Tabel 17 Matriks nilai konstanta

| (x,y) | -3  | -2   | -1   | 0    | 1    | 2    | 3   |
|-------|-----|------|------|------|------|------|-----|
| -3    | 1   | 15   | 67   | 111  | 67   | 15   | 1   |
| -2    | 15  | 183  | 820  | 1353 | 67   | 183  | 15  |
| -1    | 67  | 820  | 3678 | 6065 | 3678 | 820  | 67  |
| 0     | 111 | 1353 | 6065 | 10   | 6065 | 1353 | 111 |
| 1     | 67  | 820  | 3678 | 6065 | 3678 | 820  | 67  |
| 2     | 15  | 183  | 820  | 1353 | 820  | 183  | 15  |
| 3     | 1   | 15   | 67   | 111  | 67   | 15   | 1   |

Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengurangan terhadap 2 cadar gaussian yang memiliki nilai  $\sigma$  yang berbeda dengan rumus

$$\text{DoG}(x,y) = \frac{e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma_1^2}}}{2\sigma_1^2} - \frac{e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma_2^2}}}{2\sigma_2^2}$$

1.  $\text{DoG}(-3,-3) = \frac{e^{-\frac{(-3^2+(-3)^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-3^2+(-3)^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{0,011}{4} - \frac{0,105}{8} = - 0,011$
2.  $\text{DoG}(-3,-2) = \frac{e^{-\frac{(-3^2+(-2)^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-3^2+(-2)^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-3,25}{4} - \frac{-1,625}{8} = - 0,406$
3.  $\text{DoG}(-3,-1) = \frac{e^{-\frac{(-3^2+(-1)^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-3^2+(-1)^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-2,5}{4} - \frac{-1,25}{8} = - 0,469$
4.  $\text{DoG}(-3,0) = \frac{e^{-\frac{(-3^2+0)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-3^2+0)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-2,25}{4} - \frac{-0,140}{8} = - 0,422$
5.  $\text{DoG}(-3,1) = \frac{e^{-\frac{(-3^2+1^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-3^2+1^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,5}{4} - \frac{-0,125}{8} = - 0,375$
6.  $\text{DoG}(-3,2) = \frac{e^{-\frac{(-3^2+2^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-3^2+2^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-3,25}{4} - \frac{-1,625}{8} = - 0,406$
7.  $\text{DoG}(-3,3) = \frac{e^{-\frac{(-3^2+3^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-3^2+3^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{0,011}{4} - \frac{0,105}{8} = - 0,011$
8.  $\text{DoG}(-2,-3) = \frac{e^{-\frac{(-2^2+(-3)^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-2^2+(-3)^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-3,25}{4} - \frac{-1,625}{8} = - 0,406$
9.  $\text{DoG}(-2,-2) = \frac{e^{-\frac{(-2^2+(-2)^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-2^2+(-2)^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,5}{4} - \frac{-0,125}{8} = - 0,375$
10.  $\text{DoG}(-2,-1) = \frac{e^{-\frac{(-2^2+(-1)^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-2^2+(-1)^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-1,25}{4} - \frac{-0,625}{8} = - 0,390$
11.  $\text{DoG}(-2,0) = \frac{e^{-\frac{(-2^2+0)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-2^2+0)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-1}{4} - \frac{-0,5}{8} = - 0,312$
12.  $\text{DoG}(-2,1) = \frac{e^{-\frac{(-2^2+1)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-2^2+1)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,312}{4} - \frac{-0,078}{8} = - 0,234$
13.  $\text{DoG}(-2,2) = \frac{e^{-\frac{(-2^2+2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-2^2+2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,375}{4} - \frac{-0,093}{8} = - 0,375$
14.  $\text{DoG}(-2,3) = \frac{e^{-\frac{(-2^2+3)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-2^2+3)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-1,75}{4} - \frac{-0,875}{8} = - 0,325$
15.  $\text{DoG}(-1,-3) = \frac{e^{-\frac{(-1^2+(-3)^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-1^2+(-3)^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-2,5}{4} - \frac{-1,25}{8} = - 0,469$
16.  $\text{DoG}(-1,-2) = \frac{e^{-\frac{(-1^2+(-2)^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-1^2+(-2)^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,312}{4} - \frac{-0,078}{8} = - 0,234$
17.  $\text{DoG}(-1,-1) = \frac{e^{-\frac{(-1^2+(-1)^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-1^2+(-1)^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,5}{4} - \frac{-0,25}{8} = - 0,156$
18.  $\text{DoG}(-1,0) = \frac{e^{-\frac{(-1^2+0)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-1^2+0)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,25}{4} - \frac{-0,125}{8} = - 0,015$
19.  $\text{DoG}(-1,1) = \frac{e^{-\frac{(-1^2+1^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-1^2+1^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,5}{4} - \frac{-0,25}{8} = - 0,156$
20.  $\text{DoG}(-1,2) = \frac{e^{-\frac{(-1^2+2^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{-\frac{(-1^2+2^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,312}{4} - \frac{-0,078}{8} = - 0,234$

$$21. \text{DoG}(-1,3) = \frac{e^{\frac{-(-1^2+3^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(-1^2+3^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-2,5}{4} - \frac{-1,25}{8} = -0,469$$

$$22. \text{DoG}(0,-3) = \frac{e^{\frac{-(0+3^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(0+3^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-2,25}{4} - \frac{-0,140}{8} = -0,422$$

$$23. \text{DoG}(0,-2) = \frac{e^{\frac{-(0+2^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(0+2^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{0,1}{4} - \frac{-0,5}{8} = -0,312$$

$$24. \text{DoG}(0,-1) = \frac{e^{\frac{-(0+1^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(0+1^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,25}{4} - \frac{-0,125}{8} = -0,015$$

$$25. \text{DoG}(0,0) = \frac{1}{4} - \frac{1}{8} = 0,125$$

$$26. \text{DoG}(0,1) = \frac{e^{\frac{-(0+1^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(0+1^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,25}{4} - \frac{-0,125}{8} = -0,156$$

$$27. \text{DoG}(0,2) = \frac{e^{\frac{-(0+2^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(0+2^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,5}{4} - \frac{-0,25}{8} = -0,156$$

$$28. \text{DoG}(0,3) = \frac{e^{\frac{-(0+3^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(0+3^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-2,25}{4} - \frac{-0,140}{8} = -0,422$$

$$29. \text{DoG}(1,-3) = \frac{e^{\frac{-(1+3^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(1+3^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-2,5}{4} - \frac{-1,25}{8} = -0,469$$

$$30. \text{DoG}(1,-2) = \frac{e^{\frac{-(1+2^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(1+2^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,312}{4} - \frac{-0,078}{8} = -0,234$$

$$31. \text{DoG}(1,-1) = \frac{e^{\frac{-(1+1^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(1+1^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,5}{4} - \frac{-0,25}{8} = -0,156$$

$$32. \text{DoG}(1,0) = \frac{e^{\frac{-(1+0)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(1+0)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,25}{4} - \frac{-0,125}{8} = -0,156$$

$$33. \text{DoG}(1,1) = \frac{e^{\frac{-(1+1)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(1+1)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,5}{4} - \frac{-0,25}{8} = -0,156$$

$$34. \text{DoG}(1,2) = \frac{e^{\frac{-(1+2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(1+2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-2,25}{4} - \frac{-0,140}{8} = -0,422$$

$$35. \text{DoG}(1,3) = \frac{e^{\frac{-(1+3)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(1+3)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,1}{4} - \frac{-0,5}{8} = -0,312$$

$$36. \text{DoG}(2,-3) = \frac{e^{\frac{-(2+3^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(2+3^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-2,75}{4} - \frac{-1,375}{8} = -0,516$$

$$37. \text{DoG}(2,-2) = \frac{e^{\frac{-(2+2^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(2+2^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,75}{4} - \frac{-0,375}{8} = -0,282$$

$$38. \text{DoG}(2,-1) = \frac{e^{\frac{-(2+1^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(2+1^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{0,75}{4} - \frac{-0,375}{8} = -0,312$$

$$39. \text{DoG}(2,0) = \frac{e^{\frac{-(2+0)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(2+0)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-0,5}{4} - \frac{-0,25}{8} = -0,156$$

$$40. \text{DoG}(2,1) = \frac{e^{\frac{-(2+1)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(2+1)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{0,75}{4} - \frac{-0,375}{8} = -0,312$$

$$41. \text{DoG}(2,2) = \frac{e^{\frac{-(2+2^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(2+2^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{0,75}{4} - \frac{-0,375}{8} = -0,282$$

$$42. \text{DoG}(2,3) = \frac{e^{\frac{-(2+3^2)}{2.2.1^2}}}{2.2.1^2} - \frac{e^{\frac{-(2+3^2)}{2.1.2^2}}}{2.1.2^2} = \frac{-2,75}{4} - \frac{-1,375}{8} = -0,516$$

$$43. DoG(3,-3) = \frac{e^{-\frac{(3+3^2)}{2 \cdot 2 \cdot 1^2}}}{2 \cdot 2 \cdot 1^2} - \frac{e^{-\frac{(3+3^2)}{2 \cdot 1 \cdot 2^2}}}{2 \cdot 1 \cdot 2^2} = \frac{-3}{4} - \frac{-1.5}{8} = -0,563$$

$$44. DoG(2,-2) = \frac{e^{-\frac{(2+2^2)}{2 \cdot 2 \cdot 1^2}}}{2 \cdot 2 \cdot 1^2} - \frac{e^{-\frac{(2+2^2)}{2 \cdot 1 \cdot 2^2}}}{2 \cdot 1 \cdot 2^2} = \frac{-1,5}{4} - \frac{-0,75}{8} = -0,282$$

$$45. DoG(2,-1) = \frac{e^{-\frac{(2+1^2)}{2 \cdot 2 \cdot 1^2}}}{2 \cdot 2 \cdot 1^2} - \frac{e^{-\frac{(2+1^2)}{2 \cdot 1 \cdot 2^2}}}{2 \cdot 1 \cdot 2^2} = \frac{0,75}{4} - \frac{-0,375}{8} = -0,312$$

$$46. DoG(2,0) = \frac{e^{-\frac{(2+0^2)}{2 \cdot 2 \cdot 1^2}}}{2 \cdot 2 \cdot 1^2} - \frac{e^{-\frac{(2+0)}{2 \cdot 1 \cdot 2^2}}}{2 \cdot 1 \cdot 2^2} = \frac{-0,5}{4} - \frac{-0,25}{8} = -0,156$$

$$47. DoG(2,1) = \frac{e^{-\frac{(2+1)}{2 \cdot 2 \cdot 1^2}}}{2 \cdot 2 \cdot 1^2} - \frac{e^{-\frac{(2+1)}{2 \cdot 1 \cdot 2^2}}}{2 \cdot 1 \cdot 2^2} = \frac{0,75}{4} - \frac{-0,375}{8} = -0,312$$

$$48. DoG(2,2) = \frac{e^{-\frac{(2+2)}{2 \cdot 2 \cdot 1^2}}}{2 \cdot 2 \cdot 1^2} - \frac{e^{-\frac{(2+2)}{2 \cdot 1 \cdot 2^2}}}{2 \cdot 1 \cdot 2^2} = \frac{-1}{4} - \frac{-0,5}{8} = -0,312$$

$$49. DoG(2,3) = \frac{e^{-\frac{(2+3^2)}{2 \cdot 2 \cdot 1^2}}}{2 \cdot 2 \cdot 1^2} - \frac{e^{-\frac{(2+3^2)}{2 \cdot 1 \cdot 2^2}}}{2 \cdot 1 \cdot 2^2} = \frac{-2,75}{4} - \frac{-1,375}{8} = -0,516$$

Dari perhitungan diatas dengan mengurangkan 2 cadar gaussian dengan  $\sigma$  yang berbeda maka diperoleh matriks seperti dibawah ini :

Tabel 18 Hasil Pengurangan cadar gaussian

|         |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| - 0,011 | - 0,406 | - 0,469 | - 0,422 | - 0,375 | - 0,406 | - 0,011 |
| -0,406  | - 0,375 | - 0,390 | - 0,312 | - 0,234 | - 0,375 | - 0,325 |
| -0,469  | - 0,234 | - 0,156 | - 0,015 | - 0,156 | - 0,234 | - 0,469 |
| -0,422  | - 0,312 | - 0,015 | - 0,125 | - 0,156 | - 0,156 | - 0,422 |
| -0,469  | - 0,234 | - 0,156 | - 0,156 | - 0,156 | - 0,422 | - 0,312 |
| -0,516  | - 0,282 | - 0,312 | - 0,156 | - 0,312 | - 0,282 | - 0,516 |
| -0,563  | - 0,282 | - 0,312 | - 0,156 | - 0,312 | - 0,312 | - 0,516 |

Tabel 19 Tabel pembulatan

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 37 | 47 | 38 | 34 | 37 | 1  |
| 37 | 34 | 35 | 28 | 21 | 34 | 29 |
| 47 | 21 | 14 | 1  | 14 | 21 | 47 |
| 38 | 28 | 1  | 11 | 14 | 14 | 38 |
| 47 | 21 | 14 | 14 | 14 | 38 | 28 |
| 47 | 26 | 28 | 14 | 28 | 26 | 47 |
| 51 | 26 | 28 | 14 | 28 | 28 | 47 |

Setelah dua cadar gaussian tersebut dikurangkan, langkah selanjutnya yaitu mengkonvolusi hasil pengurangan dua cadar gaussian dengan sebuah citra

Konvolusi Pertama

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

X

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 37 | 47 | 38 | 34 | 37 | 1  |
| 37 | 34 | 35 | 28 | 21 | 34 | 29 |
| 47 | 21 | 14 | 1  | 14 | 21 | 47 |
| 38 | 28 | 1  | 11 | 14 | 14 | 38 |
| 47 | 21 | 14 | 14 | 14 | 38 | 28 |
| 47 | 26 | 28 | 14 | 28 | 26 | 47 |
| 51 | 26 | 28 | 14 | 28 | 28 | 47 |

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x28)+(1x47)+(1x26)+(1x28)+(1x14)+(1x28)+(1x47)+(1x51)+(1x26)+(1x28)+(1x14) = 1207$$

Konvolusi Kedua

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x28)+(1x47)+(1x26)+(1x28)+(1x14)+(1x26)+(1x51)+(1x26)+(1x28)= 1144$$

**Konvolusi Ketiga**

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x28)+(1x47)+(1x26)+(1x28)+(1x28)+(1x51)+(1x26)= 1358$$

**Konvolusi Keempat**

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x28)+(1x47)+(1x26)+(1x14)+(1x47)+(1x57)+(1x47)=1136$$

**Konvolusi Kelima**

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x14)+(1x14)+(1x28)+(1x47)+(1x26)+(1x28)+(1x14)+(1x51)+(1x26)+(1x28)+(1x14) = 1094$$

**Konvolusi Keenam**

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x14)+(1x47)+(1x26)+(1x28)+(1x51)+(1x26)+(1x28) = 1155$$

**Konvolusi Ketujuh**

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x14)+(1x47)+(1x26)+(1x51)+(1x26)= 968$$

**Konvolusi Kedelapan**

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x28)+(1x47)+(1x47)+(1x51)+(1x28)+(1x47)= 1052$$

**Konvolusi Kesembilan**

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x14)+(1x47)+(1x26)+(1x51)+(1x26) = 1052$$

**Konvolusi Kesepuluh**

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x28)+(1x47)+(1x47)+(1x51)+(1x28)+(1x47) = 1057$$

**Konvolusi Kesebelas**

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x14)+(1x47)+(1x26)+(1x51)+(1x26) = 902$$

**Konvolusi Kedua belas**

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x28)+(1x47)+(1x47)+(1x51)+(1x28)+(1x47) = 1067$$

**Konvolusi Ketiga belas**

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x14)+(1x47)+(1x26)+(1x51)+(1x26) = 1089$$

**Konvolusi Keempat belas**

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x28)+(1x47)+(1x47)+(1x51)+(1x28)+(1x47) = 1107$$

Konvolusi Kelima belas

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29) + (1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x28)+(1x47)+(1x47)+(1x51)+(1x28)+(1x47) = 1112$$

Konvolusi Keenam belas

$$=(1x1)+(1x37)+(1x47)+(1x38)+(1x34)+(1x37)+(1x1)+(1x37)+(1x34)+(1x35)+(1x28)+(1x21)+(1x34)+(1x29) + (1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x1)+(1x14)+(1x21)+(1x47)+(1x38)+(1x28)+(1x1)+(1x11)+(1x14)+(1x14)+(1x38)+(1x47)+(1x21)+(1x14)+(1x14)+(1x47)+(1x26)+(1x51)+(1x26) = 1102$$

dari proses perhitungan diatas konvolusi antara hasil dari pengurangan dua cadar gaussian diperoleh matriks seperti dibawah ini :

Tabel matriks hasil pengurangan gaussian

|   |   |   |             |             |             |             |   |   |   |
|---|---|---|-------------|-------------|-------------|-------------|---|---|---|
| * | * | * | *           | *           | *           | *           | * | * | * |
| * | * | * | *           | *           | *           | *           | * | * | * |
| * | * | * | *           | *           | *           | *           | * | * | * |
| * | * | * | <b>1207</b> | <b>1144</b> | <b>1358</b> | <b>1136</b> | * | * | * |
| * | * | * | <b>1094</b> | <b>1155</b> | <b>968</b>  | <b>1052</b> | * | * | * |
| * | * | * | <b>1052</b> | <b>1057</b> | <b>902</b>  | <b>1067</b> | * | * | * |
| * | * | * | <b>1089</b> | <b>1107</b> | <b>1112</b> | <b>1102</b> | * | * | * |
| * | * | * | *           | *           | *           | *           | * | * | * |
| * | * | * | *           | *           | *           | *           | * | * | * |
| * | * | * | *           | *           | *           | *           | * | * | * |

## KESIMPULAN

Dengan menerapkan metode *laplacian of gaussian* dan *difference of gaussian* pada deteksi tepi citra, deteksi tepi citra yang dihasilkan terlihat lebih jelas sehingga dapat memahami deteksi tepi citra , Dengan diterapkannya metode deteksi tepi seperti *laplacian of gaussian* dan *difference of gaussian*, citra hasil segmentasi lebih akurat terlihat bahwa dengan adanya deteksi tepi pengklasifikasian jadi lebih mudah, dengan parameter perbandingan MSE dan PSNR dapat diketahui hasil, citra manakah yang lebih baik untuk segmentasi citra serta hasil pengujian terbukti bahwa metode *difference of gaussian* lebih baik digunakan dalam segmentasi objek, tetapi metode ini sangat sensitif dengan biner.

## DAFTAR PUSTAKA

- Putra Darma, 2010. Pengolahan Citra Digital, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kadir Abdul dan Adhi Susanto, 2013. Teori dan Pengolahan Citra Digital, Penerbit Andi, Yogyakarta,
- Sutoyo .T, S.Si, M.Kom, Edy Mulyanto, S.Si, M.Kom, Dr.Vincent Suartono, Oky Dwi Nurhayati, M.T, Wijayarto, M.Kom, 2009, Teori dan pengolahan citra digital.
- Wahana Komputer, 2013. Ragam aplikasi Pengolahan Citra Digital, Penerbit Andi, Yogyakarta,
- Okvitasari Nurdiah, Indah Agustien Siradjuddin, 2014. Implementasi Segmentasi Pembuluh Darah Retina Pada Citra Fundus Mata Menggunakan Metode Laplacian Of Gaussian.
- Nurhasanah, Andi ihwan, 2013. Deteksi Tepi Citra Kanker Payudara Dengan Menggunakan Laplacian Of Gaussian.
- Assirati, L , N R Silva, L Berton, A A Lopes, O M Bruno ,Performing Edge Detection By Difference Of Gaussian Using Q-Gaussian Kernels.
- Americhic Hassan, Rouhollah Dianat, Farshid Keynia, 2014. A New Method To Improve Te Difference Of Gaussian Feature Detector.
- Peter Salim Dan Yenni Salim, 2002. Kamus Besar Bahasa Indonesia Kontemporer.

## **SISTEM PAKAR UNTUK MENDETEKSI KERUSAKAN MESIN FOTOCOPY DENGAN MENGGUNAKAN METODE CERTANTY FACTOR DI CV MAHAJAYA**

**Toha Solikin**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Ilmu pengetahuan tentang mesin fotocopy sangat dibutuhkan dalam menjalani usaha mesin fotocopy agar dapat berjalan dan berkembang lebih pesat, ilmu pengetahuan tentang perawatan dan pengoperasian mesin fotocopy sangat banyak, bagi orang yang baru memulai usaha fotocopy mengalami kesulitan, bila terjadi kerusakan mesin pemilik fotocopy tidak dapat memperbaiki sendiri dengan alasan kekurangan ilmu pengetahuan tentang mesin fotocopy itu sendiri, dan perawatan rutin yang harus dilakukan oleh pemilik fotocopy agar mesin fotocopy mempunyai hasil yang berkualitas tinggi. Keterbatasan buku tentang mesin fotocopy canon IR5000 menjadi salah satu faktor pemilik fotocopy tidak dapat menguasai dan mengetahui komponen mesin fotocopy. Metodologi yang dipakai untuk penelitian yaitu metode pengembangan sistem pakar. Referensi dari buku, internet dan orang ahli dibidangnya. Sedangkan untuk software menggunakan PHP sebagai bahasa pemrogramannya, serta MySql sebagai database. Penelitian ini menghasilkan sistem pakar untuk mendeteksi kerusakan mesin fotocopy dengan menggunakan metode certainty factor di CV. Mahajaya sehingga dapat membantu pemilik fotocopy untuk memperbaiki mesin fotocopy dan memperoleh informasi tentang mesin fotocopy. Penyusunan sistem pakar ini berupa user dan admin. Untuk fitur user terdiri dari home, galery dan konsultasi sedangkan untuk fitur admin terdiri dari data berita, data admin, data kerusakan, data gejala, data aturan dan logout.

**Kata Kunci :** Sistem Pakar, PHP, MySql, Fotocopy, Certanty Factor.

### **PENDAHULUAN**

Seiring dengan berjalannya pemakaian mesin fotocopy tersebut, suatu saat akan tiba saatnya mesin tersebut mengalami masalah mulai dari yang berskala ringan sampai berskala berat. Beberapa tugas tertentu membutuhkan pengetahuan yang sangat khusus sehingga dibutuhkan para pakar. Konsep sistem didasarkan pada asumsi bahwa pengetahuan pakar dapat ditangkap dalam penyimpanan komputer dan kemudian diterapkan oleh orang lain saat dibutuhkan.

Karena hal tersebut, maka dapat dibuat suatu *program* komputer yang bertugas untuk mengetahui dan menganalisis masalah masalah kerusakan fotocopy untuk kemudian memberikan anjuran cara memperbaiki fotocopy tersebut. Terkadang *user* takut untuk memperbaikinya sendiri karena mayoritas mereka tidak punya ilmu dasar dalam perbaikan mesin fotocopy. Jika terjadi *error* salah satunya muncul kode "225" untuk mesin canon IR5000, masih banyak lagi permasalahan-permasalahan yang lainnya, jika mesin sering terjadi masalah sangat merugikan pemakai mesin fotocopy kerugian yang ditimbulkan berupa kehilangan laba pendapatan. Pada aplikasi dengan konsep sistem pakar ini diharapkan *user* tidak perlu takut untuk melakukan penanganan pertama dalam memperbaiki masalah yang terjadi. Terkadang keluhan dari *costumer* tidak semua tercatat dengan benar dikarenakan pemakai tidak mengerti *sparepart* apa yang dibutuhkan atau nama *sparepart* apa yang dibawa jika terjadi kerusakan, maka dari itu untuk perbaikan mesin fotocopy terkadang membutuhkan waktu yang sangat lama terkadang sampai tiga hari dalam pengerjaan tersebut.

Model sistem yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah sistem fotocopy. Banyak sekali gejala yang melatar balakangi kerusakan pada mesin fotocopy, setiap jenis kerusakan mengandung banyak gejala yang telah ditetapkan oleh para pakar mesin fotocopy. Ketika teknisi datang ke *customer* spesialis mesin fotocopy, akan ditanya gejala-gejala yang dialami mesin tersebut hingga teknisi dapat menyimpulkan kerusakan yang sedang dialami oleh mesin tersebut. teknisi yang sudah berpengalaman merupakan salah satu pakar yang tentunya dengan mudah menganalisa kerusakan yang dialami setiap mesin fotocopy, namun dalam satu selang waktu yang sama, misalnya dalam sehari kedatangan, jumlah mesin yang datang cukup banyak maka belum tentu analisa yang diberikan sesuai dengan yang semestinya. Diperlukan sebuah sistem pakar yang menghimpun semua gejala dari pakar mesin fotocopy, untuk selanjutnya dibuat aturan pada setiap kerusakan. Sehingga pakar akan semakin mudah untuk menganalisa setiap kerusakan dari yang dialami *customer* dengan menginputkan setiap gejala yang dialami. Sistem pakar yang diusulkan juga dapat untuk deteksi lebih awal bagi pengguna ketika mengalami gejala kerusakan mesin fotocopy sehingga mampu mengantisipasi agar kerusakan yang ada mampu diantisipasi supaya tidak mengalami kerusakan yang berkelanjutan Sistem pakar akan mampu menggantikan pakar, sehingga mampu menganalisa seperti halnya yang dilakukan pakar.

Penelitian bertujuan untuk mendiagnosa kerusakan mesin fotocopy, Untuk menerapkan metode *certainty factor* untuk mendiagnosa kerusakan mesin fotocopy serta merancang sistem pakar untuk mendiagnosa kerusakan mesin fotocopy.

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu mesin fotocopy sebagai objek yang akan dideteksi kerusakannya, bahasa pemrograman visual basic 2008 sebagai alat yang digunakan untuk merancang aplikasi.

**Metode**

**Sistem Pakar**

Sistem pakar merupakan cabang dari *Artificial Intelligence* yang cukup tua karena sistem ini mulai dikembangkan pada pertengahan 1960. Sistem pakar berasal dari istilah *knowledge base expert system* (T.Sutojo, Edy Mulyanto, Vincen Suhartono, 2011, 159).

Sistem pakar adalah suatu sistem yang dirancang untuk dapat menirukan keahlian seorang pakar dalam menjawab pertanyaan dan memecahkan suatu masalah. Dengan bantuan sistem pakar seorang yang bukan pakar atau ahli dapat menyelesaikan masalah serta mengambil keputusan yang biasa dilakukan oleh seorang pakar. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Dengan sistem pakar ini orang awam pun dapat menyelesaikan masalah yang cukup rumit yang sebenarnya hanya dapat diselesaikan dengan bantuan para ahli.

**Certainty Factor**

Menurut (T.Sutojo, Edy Mulyanto, Vincen Suhartono, 2011, 194) awal mula teori *Certainty Factor*(CF) diusulkan oleh Shortlife dan Buchanan pada 1975 untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran seorang pakar. Seorang pakar/ahli dalam hal ini biasanya dokter sering kali menganalisis informasi yang ada dengan ungkapan seperti “mungkin”, “kemungkinan besar”, “hampir pasti”.

Untuk mengakomodasi hal ini kita menggunakan *certainty factor* guna menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang sedang dihadapi

Ada dua cara dalam mendapatkan *Certainty Factor* (CF) dari sebuah *rule*, yaitu :

1. Metode “*Net Belief*” yang diusulkan oleh E.H. Shortlife dan B.G. Buchanan

$$CF(Rule) = MB(H,E) - MD(H,E)$$

$$MB(H,E) = \begin{cases} \frac{\max[P(H|E),P(H)]-P(H)}{\max[1,0]-P[H]} & P(H)=1 \text{ lainnya} \\ \frac{\min[P(H|E),P(H)]-P(H)}{\min[1,0]-P[H]} & P(H)=0 \text{ lainnya} \end{cases}$$

Dimana :

CF(Rule) = Faktor Kepastian

MB(H,E) = Measure of Belief (ukuran kepercayaan) terhadap hipotesis H, jika diberikan evidence E (antara 0 dan 1)

MD(H,E) = Measure of Disbelief (ukuran ketidakpercayaan) terhadap evidence H, jika diberikan evidence E (antara 0 dan 1)

P(H) = Probabilitas kebenaran hipotesis H

P(H|E) = Probabilitas bahwa H benar karena fakta E

2. Dengan cara mewawancarai seorang pakar/ahli

Nilai CF (Rule) didapat dari interpretasi”team” dari pakar, yang dirubah menjadi nilai CF tertentu. Sebagai contoh dapat dilihat pada Tabel 2.1 yakni *uncertain* term dari seorang pakar dikonversi menjadi sebuah nilai CF

Tabel 1 Nilai evidence tingkat keyakinan pakar

| Uncertain Term                            | CF   |
|-------------------------------------------|------|
| Definitely Not (Pasti Tidak)              | -1.0 |
| Almost Certainly Not (Hampir Pasti Tidak) | -0.8 |

Tabel 1 Lanjutan Nilai evidence tingkat keyakinan pakar

| Uncertain Term                         | CF          |
|----------------------------------------|-------------|
| Probably Not (Kemungkinan Besar Tidak) | -0.6        |
| Maybe Not (Mungkin Tidak)              | -0.4        |
| Unknown (Tidak Tahu)                   | -0.2 to 0.2 |
| Maybe (Mungkin)                        | 0.4         |
| Probably (Kemungkinan Besar)           | 0.6         |
| Almost Certainly (Hampir Pasti)        | 0.8         |
| Definitely (Pasti)                     | 1           |

sumber : Buku Kecerdasan Buatan (Sutojo, dkk. 2010:195-196

Secara umum, rule dipresentasikan dalam bentuk sebagai berikut (T.Sutojo, Edy Mulyanto, Vincen Suhartono, 2011,196)

IF E<sub>1</sub> AND E<sub>2</sub> ..... AND E<sub>n</sub> THEN H (CF Rule)

Atau

IF E<sub>1</sub> AND E<sub>2</sub> ..... OR E<sub>n</sub> THEN H (CF Rule)

E<sub>1</sub> ... E<sub>2</sub> : Fakta – fakta (Evidence) yang ada

H : Hipotesis atau konklusi yang dihasilkan

CF Rule

Tingkat keyakinan terjadinya hipotesis H akibat adanya fakta –fakta

E<sub>1</sub> ... E<sub>n</sub>

1. Rule dengan evidence E tunggal dan Hipotesis H Tunggal (Certainty Factor (Sequensial)

IF E THEN H (CF Rule)

CF (H,E) = CF(E) x CF(Rule)

Contoh :

IF hari ini terang(CF=0,4) THEN besok hujan(CF=0,6)

CF (besok hujan, hari ini terang) = 0,4 x 0,6 = 0,24

Artinya, jika hari ini terang, tingkat kepastian besok hujan adalah 0,24

Rule dengan evidence E ganda dan Hipotesis H Tunggal (Certainty Factor Paralel)

IF E<sub>1</sub> AND E<sub>2</sub> ..... AND E<sub>n</sub> THEN H (CF Rule)

CF (H,E) = min[CF(E<sub>1</sub>), CF(E<sub>2</sub>), ....., CF(E<sub>n</sub>)] x CF(Rule)

IF E<sub>1</sub> OR E<sub>2</sub> ..... OR E<sub>n</sub> THEN H (CF Rule)

CF (H,E) = max[CF

(E<sub>1</sub>), CF(E<sub>2</sub>), ....., CF(E<sub>n</sub>)] x CF(Rule)

Contoh

IF demam (CF=0,4), AND batuk (CF=0,2) AND muntah (CF=0,2), THEN penyakit TBC(CF=0,3)

CF(TBC, demam OR batuk OR muntah) = max [0,4;0,2;0,7] x 0,3=0,7 x 0,3 =0,21 artinya jika gejala demam atau batuk atau muntah, maka tingkat kepastian terkena penyakit TBC adalah 0,2

2. Kombinasi dua kata rule dengan evidence(E<sub>1</sub> dan F<sub>2</sub>, )tetapi hipotetis yang sama.

IF E<sub>1</sub> THEN H Rule 1 CF(H,E<sub>1</sub>) = CF<sub>1</sub> = C(E<sub>1</sub>) x CF(Rule1)

IF E<sub>1</sub> THEN H Rule 1 CF(H,E<sub>2</sub>) = CF<sub>2</sub> = C(E<sub>2</sub>) x CF(Rule2)

$$CF(CF_1, CF_2) \begin{cases} \frac{CF_1 + CF_2 (1 - CF_1)}{CF_1 + CF_2} & \text{jika } CF_1 > 0 \text{ dan } CF_2 > 0 \\ \frac{-\min[|CF_1|, |CF_2|]}{1 + CF_2 \times (1 + CF_1)} & \text{jika } CF_1 > 0 \text{ dan } CF_2 < 0 \end{cases}$$

Conton :

Rule 1 : IF bentuk THEN penyakit = batuk rejan(CF=0,8)

Rule 2: IF demam THEN penyakit = batuk rejan (CF=0,6)

Hitung CF gabungan jika:

a. CF(batuk)=1 CF(demam)=1

b. CF(batuk)=1 CF(demam)=1

c. CF(batuk)=1 CF(demam)=1

Jawab :

a. CF<sub>1</sub> = C(batuk) x CF(Rule1)= 1x 0,8 =0,8

CF<sub>2</sub> = C(demam) x CF(Rule2)= 1x 0,6 =0,6

CF = CF<sub>1</sub> + CF<sub>2</sub> (1- 0,8)

= 0,8 + 0,6 (1-0,8)

= 0,92

b. CF<sub>1</sub> = C (batuk) x CF(rule1) = 1 x 0,8 = 0,8

CF<sub>2</sub> = C(demam) x CF(rule2) = -1 x 0,6 = 0,6

CF =  $\frac{CF_1 + CF_2}{1 + CF_2 \times (1 + CF_1)}$  =  $\frac{0,8-0,6}{1 + 0,6 \times (1 + 0,8)}$  = 0,2 = 0,5

$$\begin{aligned}
 & 1-\min[|CF_1|, |CF_2|] && 1-\min[0,8;0,6] && \frac{1-0,6}{1-0,6} \\
 \text{c. } CF_1 &= C(\text{batuk}) \times CF(\text{rule1}) = -1 \times 0,8 = 0,8 \\
 CF_2 &= C(\text{demam}) \times CF(\text{rule2}) = -1 \times 0,6 = 0,6 \\
 CF &= CF_1 + CF_2 (1+CF_1) \\
 &= -0,8 - 0,6 (1-0,8) \\
 &= - 0,92
 \end{aligned}$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa**

Berikut ini adalah analisa kerusakan mesin fotocopy dan cara mengatasinya :

1. Kerusakan Pada *Power Supply*

Solusi :

Langkah pertama periksa bagian *trafo/stabilizer* pastikan terpasang dengan baik tidak ada kabel yang lepas. Jika dihidupkan tidak ada bunyi di ADF berarti *power supply* mengalami gangguan, jika dihidupkan ada bunyi di ADF berarti *power supply* tidak ada gangguan meskipun layar tidak ada reaksi dan tidak ada tampilan(periksa bagian main control dan panel/layar).

2. Kerusakan Pada Hardisk

Solusi :

Periksa bagian kabel hardisk pastikan tidak ada masalah atau tidak ada yang putus. Permasalahan yang paling sering terjadi pada hardisk muncul kode “E602 003” bisa program caranya mesin dalam keadaan mati tekan tombol “1 dan 9” hidupkan mesin sambil ditahan tombol “1 dan 9” sampai muncul tanda “ ” tunggu sampai selesai sampai muncul “Download Mode” matikan hidupkan mesin. Kalau masih belum bisa masuk ke *service mode* dengan menekan “Bintang(\*) tekan 2 dan 8 (secara bersamaan) Kemudian Bintang lagi(\*), setelah masuk *keservice mode* tekan “Copier>Funtion>System>CHK-TYPE set ke angka”0”,tunggu sampai selesai. Jika terjadi muncul kode “E602 001” maka hardisk rusak tidak ada pogram untuk riset.

3. Kerusakan Pada Power Pack/APT (*Heil Poltek Transfer*)

Solusi :

Pertama periksa bagian tranfer unit pastikan “*Corone Wire*” tidak putus dan terpasang dengan baik dan bagian “*Cas Unit*”. Langkah selanjutnya pada waktu mesin beroperasi pastikan ada tegangan yang masuk di *Corona Wire*. Jika tidak ada berarti *Power Pack* ada masalah.

4. Permasalahan Pada Sensor Toner(Tangki Toner).

Solusi :

Hidupkan mesin periksa bagian sensor tabung toner jika ada bunyi berarti tidak ada gangguan, jika tidak ada bunyi berarti sensor toner rusak.langkah selanjutnya periksa motor tabung toner pastikan bekerja dengan baik.

5. Permasalahan Pada Timing Bell

Solusi :

Langkah pertama pastikan dram unit berputar dengan baik, jika dram tidak berputar berarti timing bell putus.

6. Permasalahan Pada Cleanig blade

Solusi :

Periksa bagian optik unitk unit pastikan tidak ada kotoran. Periksa bagian dram unit jika ada garis panjang dan bisa dihapus berarti claning blada ada masalah

**Analisa Kerusakan Mesin Fotocopy Dengan Metode Certanty Factor.**

Adapun analisa terhadap sistem pakar yang dibangun merupakan *rule* yang menerapkan metode *certainty factor*. Metode *certainty factor* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menghitung faktor kepastian dalam mengatasi kesulitan dari gejala-gejala kerusakan mesin. *Certainty Factor* menunjukkan ukuran dan ketidakpastian terhadap suatu fakta.

Tabel 1 Informasi Gejala Kerusakann Mesin Fotocopy

| No | Gejala | Kerusakan |     |    |    |    |    |
|----|--------|-----------|-----|----|----|----|----|
|    |        | H1        | H2  | H3 | H4 | H5 | H6 |
| 1  | G1     | 0.4       |     |    |    |    |    |
| 2  | G2     | 0,4       |     |    |    |    |    |
| 3  | G3     | 0,6       |     |    |    |    |    |
| 4  | G4     | 0,8       |     |    |    |    |    |
| 5  | G5     |           | 0,8 |    |    |    |    |
| 6  | G6     |           | 0,8 |    |    |    |    |

|    |     |  |     |     |     |     |     |
|----|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| 7  | G7  |  | 0,4 |     |     |     |     |
| 8  | G8  |  | 0,6 |     |     |     |     |
| 9  | G9  |  | 0,4 |     |     |     |     |
| 10 | G10 |  | 0,4 |     |     |     |     |
| 11 | G11 |  |     | 0,8 |     |     |     |
| 12 | G12 |  |     | 0,4 |     |     |     |
| 13 | G13 |  |     | 0,4 |     |     |     |
| 14 | G14 |  |     | 0,6 |     |     |     |
| 15 | G15 |  |     | 0,4 |     |     |     |
| 16 | G16 |  |     |     | 0,6 |     |     |
| 17 | G17 |  |     |     | 0,8 |     |     |
| 18 | G18 |  |     |     | 0,4 |     |     |
| 19 | G19 |  |     |     |     | 0,6 |     |
| 20 | G20 |  |     |     |     | 0,8 |     |
| 21 | G21 |  |     |     |     | 0,4 |     |
| 22 | G22 |  |     |     |     |     | 0,8 |
| 23 | G23 |  |     |     |     |     | 0,6 |

sumber: Trapsilo, CV.Mahajaya

Keterangan tabel di atas :

- 1 G1 : Mesin mati total
- 2 G2 : Lampu power dipanel menyala dan layar tidak ada tampilan.
- 3 G3 : Pada waktu mesin beroperasi tiba-tiba mati sendiri.
- 4 G4 : Tidak ada bunyi di ADF(**Automatic Document Feeder**)
- 5 G5 : Tampilan dilayar kode "E602 003"
- 6 G6 : Tampilan dilayar kode "E602 001"
- 7 G7 : Tampilan dilayar "blank warna putih"
- 8 G8 : Mesin fotocopy sering "hang"
- 9 G9 : Tampilan dilayar "Please Wait"
- 10 G10 : Tombol "On/Off" tidak ada berfungsi dengan baik.
- 11 G11 : Hasil putih bersih
- 12 G12 : Sering sangkut-sangkut di bagian "Transfer Unit"
- 13 G13 : Hasil sering berubah-udah terkadang kabur.
- 14 G14 : Cas unit tidak bekerja dengan baik (tidak ada tegangan)
- 15 G15 : Tranfer unit tidak bekerja dengan baik (tidak ada tegangan)
- 16 G16 : Muncul tanda toner tetapi toner masih banyak.
- 17 G17 : Tampilan dilayar kode "E20"
- 18 G18 : Toner tidak supply
- 19 G19 : Hasil putih bersih(Kosong)
- 20 G20 : Dram tidak berputar secara baik.
- 21 G21 : Mesin bunyi-bunyi dibagian belakang.
- 22 G22 : Hasil bergaris panjang
- 23 G23 : Hasil berbayang

Berdasarkan kaidah tersebut secara *default* sistem hanya mampu mengidentifikasi penentuan kerusakan mesin fotocopy. Adapun logika metode *Certainy Factor* pada sesi konsultasi sistem, pengguna konsultasi diberi pilihan jawaban yang masing-masing memiliki sebanyak sebagai berikut :

Tabel 2 : Tabel Nilai User

| Uncertain Term                  | CF  |
|---------------------------------|-----|
| Maybe (Mungkin)                 | 0.4 |
| Probably (Kemungkinan Besar)    | 0.6 |
| Almost Certainly (Hampir Pasti) | 0.8 |
| Definitely (Pasti)              | 1   |

Berikut ini adalah jenis kerusakan mesin fotocopy beserta gejala dan solusinya :

1. Kerusakan Pada *Power Supply*

Gejala :

- a. Mesin mati total
- b. Lampu power dipanel menyala dan layar tidak ada tampilan.
- c. Pada waktu mesin beroperasi tiba-tiba mati sendiri.
- d. Tidak ada bunyi di ADF(**Automatic Document Feeder**) pertama kali hidupkan mesin.

Misalkan user memilih jawaban sebagai berikut:

|          |   |                   |   |     |
|----------|---|-------------------|---|-----|
| Gejala 1 | = | Kemungkinan besar | = | 0.6 |
| Gejala 2 | = | Tidak tahu        | = | 0.2 |
| Gejala 3 | = | Hampir pasti      | = | 0.8 |
| Gejala 4 | = | Mungkin           | = | 0.4 |

Kaidah awal (kaidah 1) yang memiliki 4 gejala dipecah menjadi kaidah yang memiliki gejala tunggal, sehingga menjadi:

Kaidah 1.1

IF Mesin mati total

THEN Kerusakan Pada *Power Supply*

Kaidah 1.2

IF Lampu power dipanel menyala dan layar tidak ada tampilan

THEN Kerusakan Pada *Power Supply*

Kaidah 1.3

IF Pada waktu mesin beroperasi tiba-tiba mati sendiri.

THEN Kerusakan Pada *Power Supply*

Kaidah 1.4

IF Tidak ada bunyi di ADF(**Automatic Document Feeder**) pertama kali hidupkan mesin.

THEN Kerusakan Pada *Power Supply*

Proses perhitungan untuk kaidah 1.1

$$CF_{gejala\ 1} = CF(user) * CF(pakar)$$

$$= 0,6 * 0,4$$

$$= 0,24$$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.2

$$CF_{gejala\ 2} = CF(user) * CF(pakar)$$

$$= 0,2 * 0,4$$

$$= 0,08$$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.3

$$CF_{gejala\ 3} = CF(user) * CF(pakar)$$

$$= 0,8 * 0,6$$

$$= 0,48$$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.4

$$CF_{gejala\ 4} = CF(user) * CF(pakar)$$

$$= 0,4 * 0,8$$

$$= 0,32$$

Dikarenakan terdapat lebih dari satu gejala, maka untuk menentukan CF selanjutnya digunakan persamaan 2.3:

$$CF_{combine\ 1} = CF_{gejala1} + CF_{gejala2} * (1 - CF_{gejala1})$$

$$= 0,24 + 0,08 * (1 - 0,24)$$

$$CF_{old1} = 0,290$$

$$CF_{combine\ 2} = CF_{old1} + CF_{gejala3} * (1 - CF_{old1})$$

$$= 0,290 + 0,48 * (1 - 0,290)$$

$$CF_{old2} = 0,266$$

$$CF_{combine\ 3} = CF_{old2} + CF_{gejala4} * (1 - CF_{old2})$$

$$= 0,266 + 0,32 * (1 - 0,266)$$

$$CF_{old3} = 0,43$$

Keterangan: CFold terakhir merupakan CF kerusakan, berdasarkan hasil perhitungan CF di atas, maka CF adalah 0.43. Selanjutnya hitung persentase keyakinan terhadap kerusakan dengan persamaan.

$$Presentase = CF_{kerusakan} * 100$$

$$= 0,43 * 100$$

$$= 43\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka keterangan tingkat keyakinan adalah **MUNGKIN**

## 2. Kerusakan Pada Hardisk

Gejala :

- Tampilan dilayar kode "E602 003"
- Tampilan dilayar kode "E602 001"
- Tampilan dilayar "blank warna putih"
- Mesin fotocopy sering "hang"
- Pertama dihidupkan "Please Wait" hanya muncul tanda "ak bisa tampil ke layar utama.
- Tombol "On/Off" tidak berfungsi dengan baik.

Misalkan user memilih jawaban sebagai berikut:

|          |   |                   |   |     |
|----------|---|-------------------|---|-----|
| Gejala 1 | = | Kemungkinan besar | = | 0.6 |
| Gejala 2 | = | Tidak tahu        | = | 0.2 |
| Gejala 3 | = | Hampir pasti      | = | 0.8 |
| Gejala 4 | = | Mungkin           | = | 0.4 |
| Gejala 5 | = | Tidak tahu        | = | 0.2 |
| Gejala 6 | = | Mungkin           | = | 0.4 |

Kaidah awal (kaidah 1) yang memiliki 6 gejala dipecah menjadi kaidah yang memiliki gejala tunggal, sehingga menjadi:

Kaidah 1.1

IF Tampilan dilayar kode “E602 003”  
THEN Kerusakan Pada Hardisk  
Kaidah 1.2  
IF Tampilan dilayar kode “E602 001”  
THEN Kerusakan Pada Hardisk  
Kaidah 1.3  
IF Tampilan dilayar kode “E602 003”  
THEN Kerusakan Pada Hardisk  
Kaidah 1.4  
IF Tampilan dilayar “blank warna putih”  
THEN Kerusakan Pada Hardisk  
Kaidah 1.5  
IF Pertama dihidupkan “Please Wait”  
THEN Kerusakan Pada Hardisk  
Kaidah 1.6  
IF Tombol “On/Off” tidak berfungsi dengan baik.  
THEN Kerusakan Pada Hardisk

Proses perhitungan untuk kaidah 1.1  
 $CF_{gejala\ 1} = CF(user) * CF(pakar)$   
 $= 0,6 * 0,8$   
 $= 0,48$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.2  
 $CF_{gejala\ 2} = CF(user) * CF(pakar)$   
 $= 0,2 * 0,8$   
 $= 0,16$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.3  
 $CF_{gejala\ 3} = CF(user) * CF(pakar)$   
 $= 0,8 * 0,4$   
 $= 0,32$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.4  
 $CF_{gejala\ 4} = CF(user) * CF(pakar)$   
 $= 0,4 * 0,6$   
 $= 0,24$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.5  
 $CF_{gejala\ 5} = CF(user) * CF(pakar)$   
 $= 0,2 * 0,4$   
 $= 0,8$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.6  
 $CF_{gejala\ 6} = CF(user) * CF(pakar)$   
 $= 0,4 * 0,4$   
 $= 0,12$

Dikarenakan terdapat lebih dari satu gejala, maka untuk menentukan CF selanjutnya digunakan persamaan 2.3:

$$CF_{combine\ 1} = CF_{gejala1} + CF_{gejala2} * (1 - CF_{gejala1})$$

$$= 0,48 + 0,16 * (1 - 0,48)$$

$$CF_{old1} = 0,332$$

$$CF_{combine\ 2} = CF_{old1} + CF_{gejala3} * (1 - CF_{old1})$$

$$= 0,332 + 0,32 * (1 - 0,332)$$

$$CF_{old2} = 0,435$$

$$CF_{combine\ 3} = CF_{old2} + CF_{gejala4} * (1 - CF_{old2})$$

$$= 0,435 + 0,24 * (1 - 0,435)$$

$$CF_{old3} = 0,639$$

$$CF_{combine\ 4} = CF_{old3} + CF_{gejala5} * (1 - CF_{old3})$$

$$= 0,639 + 0,8 * (1 - 0,639)$$

$$CF_{old4} = 0,243$$

$$CF_{combine\ 5} = CF_{old4} + CF_{gejala6} * (1 - CF_{old4})$$

$$= 0,243 + 0,12 * (1 - 0,243)$$

$$CF_{old5} = 0,27$$

Keterangan: CFold terakhir merupakan CF kerusakan, berdasarkan hasil perhitungan CF di atas, maka CF adalah 0.27. Selanjutnya hitung persentase keyakinan terhadap kerusakan dengan persamaan.

$$Presentase = CF_{kerusakan} * 100$$

$$= 0,27 * 100$$

$$= 27\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka keterangan tingkat keyakinan adalah **MUNGKIN**

### 3. Kerusakan Pada Power Pack/APT (*Heil Poltek Transfer*)

Gejala :

- a. Hasil putih bersih(tidak ada hasil).
- b. Sering sangkut-sangkut di bagian “Transfer Unit”
- c. Hasil sering berubah-udah terkadang kabur.
- d. Cas unit tidak bekerja dengan baik (tidak ada tegangan).
- e. Tranfer unit tidak bekerja dengan baik (tidak ada tegangan).

Misalkan user memilih jawaban sebagai berikut:

|          |                     |       |
|----------|---------------------|-------|
| Gejala 1 | = Kemungkinan besar | = 0.6 |
| Gejala 2 | = Tidak tahu        | = 0.2 |

|          |   |              |   |     |
|----------|---|--------------|---|-----|
| Gejala 3 | = | Hampir pasti | = | 0.8 |
| Gejala 4 | = | Mungkin      | = | 0.4 |
| Gejala 5 | = | Tidak tahu   | = | 0.2 |

Kaidah awal (kaidah 1) yang memiliki 6 gejala dipecah menjadi kaidah yang memiliki gejala tunggal, sehingga menjadi:

Kaidah 1.1

IF Hasil putih bersih(tidak ada hasil).  
THEN Kerusakan Pada Power Pack/APT

Kaidah 1.2

IF Sering sangkut-sangkut di bagian “Transfer Unit”  
THEN Kerusakan Pada Power Pack/APT

Kaidah 1.3

IF Hasil sering berubah-udah terkadang kabur  
THEN Kerusakan Pada Power Pack/APT

Kaidah 1.4

IF Cas unit tidak bekerja dengan baik (tidak ada tegangan)  
THEN Kerusakan Pada Power Pack/APT

Kaidah 1.5

IF Tranfer unit tidak bekerja dengan baik (tidak ada tegangan)  
THEN Kerusakan Pada Power Pack/APT

Proses perhitungan untuk kaidah 1.1

$$\begin{aligned} CF_{gejala\ 1} &= CF(user)*CF(pakar) \\ &= 0,6 * 0,8 \\ &= 0,48 \end{aligned}$$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.2

$$\begin{aligned} CF_{gejala\ 2} &= CF(user)*CF(pakar) \\ &= 0,2 * 0,4 \\ &= 0,08 \end{aligned}$$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.3

$$\begin{aligned} CF_{gejala\ 3} &= CF(user)*CF(pakar) \\ &= 0,8 * 0,4 \\ &= 0,32 \end{aligned}$$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.4

$$\begin{aligned} CF_{gejala\ 4} &= CF(user)*CF(pakar) \\ &= 0,4 * 0,6 \\ &= 0,24 \end{aligned}$$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.5

$$\begin{aligned} CF_{gejala\ 5} &= CF(user)*CF(pakar) \\ &= 0,2 * 0,4 \\ &= 0,08 \end{aligned}$$

Dikarenakan terdapat lebih dari satu gejala, maka untuk menentukan CF selanjutnya digunakan persamaan 2.3:

$$\begin{aligned} CF_{combine\ 1} &= CF_{gejala1} + CF_{gejala2} * (1-CF_{gejala1}) \\ &= 0,48 + 0,08 * (1-0,48) \end{aligned}$$

$$CF_{old1} = 0,665$$

$$\begin{aligned} CF_{combine\ 2} &= CF_{old1} + CF_{gejala3} * (1-CF_{old1}) \\ &= 0,665 + 0,32 * (1-0,665) \end{aligned}$$

$$CF_{old2} = 0,328$$

$$\begin{aligned} CF_{combine\ 3} &= CF_{old2} + CF_{gejala4} * (1-CF_{old2}) \\ &= 0,328 + 0,24 * (1-0,328) \end{aligned}$$

$$CF_{old3} = 0,381$$

$$\begin{aligned} CF_{combine\ 4} &= CF_{old3} + CF_{gejala5} * (1-CF_{old3}) \\ &= 0,381 + 0,08 * (1-0,381) \end{aligned}$$

$$CF_{old4} = 0,73$$

Keterangan: CFold terakhir merupakan CF kerusakan, berdasarkan hasil perhitungan CF di atas, maka CF adalah 0.73. Selanjutnya hitung persentase keyakinan terhadap kerusakan dengan persamaan.

$$\begin{aligned} Presentase &= CF_{kerusakan} * 100 \\ &= 0,73 * 100 \\ &= 73\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka keterangan tingkat keyakinan adalah **KEMUNGKINAN BESAR**.

#### 4. Permasalahan Pada Sensor Toner(Tangki Toner).

Gejala :

- a. Muncul tanda toner tetapi toner masih banyak.
- b. Tampilan dilayar kode “E20”
- c. Toner tidak *supply* ke *deploing unit*

Misalkan user memilih jawaban sebagai berikut:

|          |   |                   |   |     |
|----------|---|-------------------|---|-----|
| Gejala 1 | = | Kemungkinan besar | = | 0.6 |
|----------|---|-------------------|---|-----|

Gejala 2 = Tidak tahu = 0.2  
Gejala 3 = Hampir pasti = 0.8

Kaidah awal (kaidah 1) yang memiliki 3 gejala dipecah menjadi kaidah yang memiliki gejala tunggal, sehingga menjadi:

Kaidah 1.1

IF Muncul tanda toner tetapi toner masih banyak.

THEN Permasalahan Pada Sensor Toner(Tangki Toner)

Kaidah 1.2

IF Tampilan dilayar kode “E20”

THEN Permasalahan Pada Sensor Toner(Tangki Toner)

Kaidah 1.3

IF Toner tidak *supply* ke *deploing unit*

THEN Permasalahan Pada Sensor Toner(Tangki Toner)

Proses perhitungan untuk kaidah 1.1      Proses perhitungan untuk kaidah 1.2

$$\begin{aligned} CF_{gejala\ 1} &= CF(user)*CF(pakar) & CF_{gejala\ 2} &= CF(user)*CF(pakar) \\ &= 0,6 * 0,6 & &= 0,2 * 0,8 \\ &= 0,36 & &= 0,16 \end{aligned}$$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.3

$$\begin{aligned} CF_{gejala\ 3} &= CF(user)*CF(pakar) \\ &= 0,8 * 0,4 \\ &= 0,32 \end{aligned}$$

Dikarenakan terdapat lebih dari satu gejala, maka untuk menentukan CF selanjutnya digunakan persamaan 2.3:

$$\begin{aligned} CF_{combine\ 1} &= CF_{gejala1} + CF_{gejala2} * (1-CF_{gejala1}) \\ &= 0,36 + 0,16 * (1-0,36) \end{aligned}$$

$$CF_{old1} = 0,338$$

$$\begin{aligned} CF_{combine\ 2} &= CF_{old1} + CF_{gejala3} * (1-CF_{old1}) \\ &= 0,338 + 0,32 * (1-0,338) \end{aligned}$$

$$CF_{old2} = 0,435$$

Keterangan: CFold terakhir merupakan CF kerusakan, berdasarkan hasil perhitungan CF di atas, maka CF adalah 0.43. Selanjutnya hitung persentase keyakinan terhadap kerusakan dengan persamaan.

$$\begin{aligned} Presentase &= CF_{kerusakan} * 100 \\ &= 0,43 * 100 \\ &= 43\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka keterangan tingkat keyakinan adalah **MUNGKIN**.

#### 5. Permasalahan Pada Timing Bell

Gejala :

- a. Hasil putih bersih(Kosong)
- b. Dram tidak berputar secara baik.
- c. Mesin bunyi-bunyi dibagian belakang.

Misalkan user memilih jawaban sebagai berikut:

Gejala 1 = Kemungkinan besar = 0.6  
Gejala 2 = Tidak tahu = 0.2  
Gejala 3 = Hampir pasti = 0.8

Kaidah awal (kaidah 1) yang memiliki 3 gejala dipecah menjadi kaidah yang memiliki gejala tunggal, sehingga menjadi:

Kaidah 1.1

IF Hasil putih bersih(Kosong).

THEN Permasalahan Pada Timing Bell.

Kaidah 1.2

IF Dram tidak berputar secara baik

THEN Permasalahan Pada Timing Bell.

Kaidah 1.3

IF Mesin bunyi-bunyi dibagian belakang.

THEN Permasalahan Pada Timing Bell.

Proses perhitungan untuk kaidah 1.1      Proses perhitungan untuk kaidah 1.2

$$\begin{aligned} CF_{gejala\ 1} &= CF(user)*CF(pakar) & CF_{gejala\ 2} &= CF(user)*CF(pakar) \\ &= 0,6 * 0,6 & &= 0,2 * 0,8 \\ &= 0,36 & &= 0,16 \end{aligned}$$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.3

$$\begin{aligned} CF_{gejala\ 3} &= CF(user)*CF(pakar) \\ &= 0,8 * 0,4 = 0,32 \end{aligned}$$

Dikarenakan terdapat lebih dari satu gejala, maka untuk menentukan CF selanjutnya digunakan persamaan 2.3:

$$CF_{combine\ 1} = CF_{gejala1} + CF_{gejala2} * (1 - CF_{gejala1})$$

$$= 0,36 + 0,16 * (1 - 0,36)$$

$$CF_{old1} = 0,338$$

$$CF_{combine\ 2} = CF_{old1} + CF_{gejala3} * (1 - CF_{old1})$$

$$= 0,338 + 0,32 * (1 - 0,338)$$

$$CF_{old2} = 0,435$$

Keterangan: CFold terakhir merupakan CF kerusakan, berdasarkan hasil perhitungan CF di atas, maka CF adalah 0.43. Selanjutnya hitung persentase keyakinan terhadap kerusakan dengan persamaan.

$$Presentase = CF_{kerusakan} * 100$$

$$= 0,43 * 100$$

$$= 43\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka keterangan tingkat keyakinan adalah **MUNGKIN**.

#### 6. Permasalahan Pada Cleanig blade

Gejala :

- a. Hasil bergaris panjang
- b. Hasil berbayang

Misalkan user memilih jawaban sebagai berikut:

$$\text{Gejala 1} = \text{Kemungkinan besar} = 0.6$$

$$\text{Gejala 2} = \text{Tidak tahu} = 0.2$$

Kaidah awal (kaidah 1) yang memiliki 3 gejala dipecah menjadi kaidah yang memiliki gejala tunggal, sehingga menjadi:

Kaidah 1.1

IF Hasil bergaris panjang

THEN Permasalahan Pada Cleanig blade.

Kaidah 1.2

IF Hasil berbayang

THEN Permasalahan Pada Cleanig blade.

Proses perhitungan untuk kaidah 1.1

$$CF_{gejala\ 1} = CF(\text{user}) * CF(\text{pakar})$$

$$= 0,6 * 0,8$$

$$= 0,48$$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.2

$$CF_{gejala\ 2} = CF(\text{user}) * CF(\text{pakar})$$

$$= 0,2 * 0,6$$

$$= 0,12$$

Proses perhitungan untuk kaidah 1.3

$$CF_{combine\ 1} = CF_{gejala1} + CF_{gejala2} * (1 - CF_{gejala1})$$

$$= 0,48 + 0,12 * (1 - 0,48)$$

$$CF_{old1} = 0,31$$

Keterangan: CFold terakhir merupakan CF kerusakan, berdasarkan hasil perhitungan CF di atas, maka CF adalah 0.31. Selanjutnya hitung persentase keyakinan terhadap kerusakan dengan persamaan.

$$Presentase = CF_{kerusakan} * 100$$

$$= 0,31 * 100$$

$$= 31\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka keterangan tingkat keyakinan adalah **MUNGKIN**.

#### KESIMPULAN

Aplikasi yang dibangun dapat digunakan oleh pengguna untuk mendeteksi kerusakan mesin foto copy, Penerapan Certainty factor sebagai metode untuk pengambilan kesimpulan akhir sudah sesuai dengan hasil perhitungan manual dan hasil yang diberikan oleh system, kemudian berdasarkan hasil analisa menggunakan teknik sampling menunjukkan hasil 31 % sama dengan hasil yang diberikan ahli.

#### DAFTAR PUSTAKA

- T.Sutojo, Edy Mulyanto dan Vincent Suhartono, 2011. Kecerdasan Buatan, Penerbit Andi, Yogyakarta, Muhammad Arhami, 2005. Konsep Dasar Sistem Pakar, Penerbit Andi, Yogyakarta.  
Rossa A.S dan M. Shalahuddin, 2014. Rekayasa Perangkat Lunak. Penerbit Informatika, Bandung.  
C. Widya Hermawan, 2009 Visual Basic 2008, Penerbit Andi, Yogyakarta.  
Jogianto, 2005 Analisa Dan Desain, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.  
Tarsito, 1986. Tanya-Jawab Teknik Grafika, Penerbit Tarsito, Bandung.

## PERANCANGAN APLIKASI PENGHALUSAN CITRA MENGGUNAKAN METODE MEDIAN FILTERING DAN GAUSSIAN FILTERING

Tri desi Novita Lestari

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpj87@gmail.com](mailto:iqbalpj87@gmail.com)

**Abstrak,** *Pegolahan citra juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu. Umunya citradigital berbentuk persegi panjang atau bujur sangkar (pada beberapa sistem pencitraan ada pula yang berbentuk segi enam) yang memiliki lebar dan tinggi tertentu. Setiap titik juga memiliki nilai berupa angka digital yang merepresentasikan informasi yang diwakili oleh titik tersebut. Penghalusan Citra (image smoothing) merupakan langkah untuk menghilangkan derau (noise) yang berasal dari berbagai sumber dan dapat mengurangi kontras dan mensimulasikan citra yang tidak fokus. Derau (noise) ini pada umumnya berupa intensitas (derajat keabuan) suatu pixel yang tidak berkaitan dengan titik tetangganya. Lazimnya derau (noise) ini memiliki spectrum frekuensi ruang (spatial frequency) yang jauh lebih tinggi dari komponen-komponen citra, karena derau (noise) tidak mempunyai ikatan dengan komponen-komponen citra. komponen citra yang berfrekuensi rendah akan diloloskan dan komponen yang mempunyai frekuensi tinggi. Filter Gaussian memiliki sifat-sifat yang tidak memiliki overshoot untuk input fungsi langkah meminimalkan naik dan turun waktu. Perilaku ini berhubungan erat dengan kenyataan bahwa Filter Gaussian memiliki kemungkinan keterlambatan kelompok minimum.*

**Kata Kunci:** *Pengolahan Citra, Penghalusan Citra, Median Filtering dan Gaussian Filtering*

### PENDAHULUAN

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data bersifat optic berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpan (T. Sutoyo, 2009: 9).

Banyak penelitian dilakukan terhadap objek berupa citra, yang mana informasi yang didapat dari citra tersebut dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan, inovasi teknologi dan pengelolaan informasi

Proses penghalusan citra bertujuan untuk memperoleh citra yang dapat memberikan informasi sesuai dengan tujuan atau kepentingan pengolahan citra. Proses penghalusan citra ini termasuk memperbaiki citra yang ketika proses akuisisi mengalami gangguan yang signifikan seperti noise, dan beberapa gangguan faktor alam lainnya. Suatu metode pendekatan peningkatan mutu citra yang terbaik untuk suatu implementasi belum tentu baik untuk implementasi lainnya, sebab karakteristik citra dapat saling berbeda.

Memperhalus kualitas citra sangat banyak fungsinya sehingga dapat dibentuk dan digunakan. *Median filter* adalah salah satu filtering non-linear yang mengurutkan nilai intensitas sekelompok pixel, kemudian mengganti nilai pixel yang diproses dengan nilai pixel yang diproses dengan mediannya. *Median filter* telah digunakan secara luas untuk memperhalus dan mengembalikan bagian dari citra yang mengandung noise.

*Gaussian filter* adalah *linear filter* yang biasanya digunakan sebagai pengolah citra agar dapat lebih halus. *Gaussian filter* yang banyak digunakan dalam memproses gambar. *Gaussian filter* bertujuan untuk menghilangkan noise pada citra dan meningkatkan kualitas detil citra. *Gaussian* merupakan model noise yang mengikuti distribusi normal standard dengan rata-rata nol dan standard deviasi 1. Efek dari *gaussian* ini, pada gambar muncul titik-titik berwarna yang jumlahnya sama dengan presentase *noise*. *Noise speckle* merupakan model noise yang memberikan warna hitam pada titik yang terkena *noise*. Sedangkan *noise salt* dan *pepper* seperti halnya taburan garam, akan memberikan warna putih pada titik yang terkena *noise*. Penghalusan citra (*image smoothing*) bertujuan untuk menghasilkan citra dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan citra yang sebelumnya. Jenis operasi ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara memperhalus citra yang terkena *noise*.

Penelitian ini bertujuan Memperhalus citra dengan metode *Median Filtering* dan *Gaussian Filtering*, Menerapkan Metode *Median Filtering* dan *Gaussian Filtering* dalam penghalusan citra serta Merancang aplikasi penghalusan citra dengan Metode *Median Filtering* dan *Gaussian Filtering*.

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu JPG, 200 x 200 piksel sebagai citra *input*, citra *grayscale* 5 x 5 sebagai sample citra, bahasa pemograman visual basic 2008 sebagai alat perancangan aplikasi.

**Metode Citra**

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik dapat berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisive, atau bersifat digital yang dapat disimpan pada suatu media penyimpanan. (T.Sutoyo, 2009:9).

**Median Filtering**

*Median filter* sangat populer dalam pengolahan citra. *Median filter* ini menitik beratkan pada nilai *median* atau nilai tengah dari jumlah total nilai keseluruhan pixel yang ada di sekelilingnya. Secara matematis, *Median filter* dapat dinotasikan seperti berikut :

$$f(x, y) = \text{median} \{g(s, t)\}_{(s, t) \in S_{xy}}$$

Keterangan :

$f(x, y)$  : hasil *median filter*

$g(s, t)$  : sub-image  $S_{xy}$

$S_{xy}$  : *window* daerah yang diliputi oleh filter

Nilai asli dari pixel diikutkan dalam komputasi median. Median filters sangat populer karena, untuk tipe – tipe tertentu random noise, dia memberikan kemampuan *noise-reduction* yang sangat baik, dengan blurring yang amat lebih sedikit daripada linear smoothing filter dari ukuran yang sama. Median filters secara khusus efektif dalam keadaan bipolar dan unipolar impulse noise. Median filter memberikan hasil yang sangat bagus untuk image yang dirusak oleh tipe noise ini. Median menggambarkan persentil ke -50 dari sebuah kumpulan nomor beranking, tetapi pembaca akan ingat dari statistic dasar bahwa ranking memberikannya pada banyak kemungkinan. Contohnya, menggunakan persentil ke-100 menghasilkan yang disebut max filter, yang diberikan oleh persamaan

$$f(x, y) = \text{median} \{g(s, t)\}_{(s, t) \in S_{xy}}$$

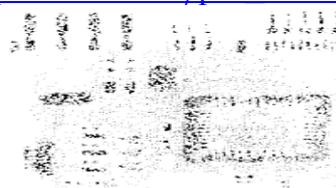
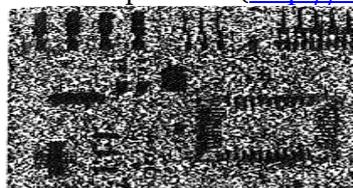
Keterangan :

$f(x, y)$  : hasil *median filter*

$g(s, t)$  : sub-image  $S_{xy}$

$S_{xy}$  : *window* daerah yang diliputi oleh filter

Filter ini sangat berguna untuk menemukan titik tergelap dalam image. Juga ini mengurangi salt noise sebagai hasil dari min operation. ([http://viplab.if.its.ac.id/pcd\\_online/Chapter%205.html](http://viplab.if.its.ac.id/pcd_online/Chapter%205.html))



**FIGURE 5.9** Results of selecting the wrong sign in contrast-harmonic filtering. (a) Result of filtering Fig. 5.8(a) with a contrast-harmonic filter of size  $3 \times 3$  and  $Q = -1.5$ . (b) Result of filtering 5.8(b) with  $Q = 1.5$ .

Gambar 1 Noise Pada Gambar

**Gaussian Filtering**

Filter Gaussian, nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata-rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri. Jumlah tetangganya yang dilibatkan tergantung pada filter yang dirancang.

*Filter Gaussian* secara meluas telah digunakan dalam bidang analisis citra terutama untuk proses penghalusan (*smoothing*), pengaburan (*Blurring*), menghilangkan detail, dan menghilangkan *Noise*. Pada *filter Gaussian*, nilai intensitas setiap *pixel* diganti dengan rata-rata dari nilai pembobotan untuk setiap *pixel-pixel* tetangganya dan *pixel* itu sendiri. *Pixel* tetangga adalah *pixel* yang berada disekeliling *pixel* yang dimaksud. Jumlah tetangga yang dilibatkan tergantung pada *filter* yang dirancang. Untuk pengolahan citra digital, *zero mean Gaussian* dua variabel dinyatakan oleh persamaan berikut::

$$G(x, y) = e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}}$$

Dimana  $x$  dan  $y$  adalah posisi kordinat pada sumbu  $x$  dan  $y$ . Persamaan inilah yang dipakai sebagai dasar untuk menentukan nilai-nilai setiap elemen dalam *filter Gaussian* yang akan dibuat. (Imam Juhari, 2014: 84)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa**

Analisa adalah kegiatan berpikir untuk menguraikan suatu keseluruhan komponen sehingga dapat mengenali tanda-tanda komponen, hubungannya satu sama lain dan fungsi masing-masing dalam satu keseluruhan yang terpadu. Sistem ini dirancang untuk melakukan proses penghalusan pada citra berwarna, citra/gambar berformat *JPEG* ini yang dianalisa dengan kualitas *highcolor* yang memiliki tingkat warna sebesar 24bit atau 16.777.216 dengan ukuran resolusi citra sebesar 5 x 5. Proses penghalusan citra dilakukan dengan cara melakukan perataan pixel ketetanggaan, dengan maksud meratakan setiap *pixelnoise* dengan pixel citra untuk memperbaiki kualitas citra/gambar yang terkena noise. Dengan menerapkan metode *Median Filtering* dan *Gaussian filtering*.

**Analisa Masalah**

Masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu penghalusan citra, dimana citra digital yang memiliki kualitas yang rendah akan diproses menjadi citra digital yang memiliki kualitas yang lebih baik. Citra digital yang akan diperbaiki adalah citra yang terkena gaussian noise dari hasil pengambilan kamera dengan menggunakan metode *median filtering* dan metode *gaussian filtering*, teknik metode ini berfungsi untuk menghaluskan citra sehingga dapat membantu untuk meningkatkan kualitas citra.

**Analisa Data Citra**

Citra yang direpresentasikan dalam bentuk matriks memiliki dimensi yang besar dengan baris dan kolom menunjukkan sebuah titik pada citra serta kesesuaian nilai elemen matriks mengidentifikasi level pada titik tersebut. Citra yang digunakan memiliki 256 derajat keabuan ( $8^2 = 256$ ) yang memiliki nilai warna maksimal 255. Proses penghalusan menggunakan citra input beresolusi 200 x 200. Contoh citra input yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2 Citra Asli Resolusi 200 x 200

**Proses Pengolahan Data Citra**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa citra untuk pengujian dimana citra yang digunakan merupakan citra *grayscale* dengan resolusi 200 x 200 dan tingkat keabuan 8 bit, selanjutnya citra tersebut akan mengalami proses penghalusan dan menghasilkan citra baru yang merupakan citra hasil (*Citra Output*). Adapun *flow diagram process* pengolahan data citra yang akan digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 3 *Flow Proses Diagram*

**Citra Input**

Citra input merupakan citra yang memiliki intensitas warna berkisar antara 0 sebagai nilai minimum sampai 255 yang merupakan nilai maksimum. Citra input yang memiliki resolusi 200 x 200 kemudian dikonversi kedalam bentuk matriks sebagai berikut.



*Median filter* sangat populer dalam pengolahan citra. *Median filter* ini menitik beratkan pada nilai *median* atau nilai tengah dari jumlah total nilai keseluruhan pixel yang ada di sekelilingnya. Secara matematis, *Median filter* dapat dinotasikan seperti berikut :

$$f(x, y) = \text{median} \{g(s, t)\}$$

$$(s, t) \in S_{xy}$$

Keterangan :

$f(x, y)$  : hasil *median filter*

$g(s, t)$  : sub-image  $S_{xy}$

$S_{xy}$  : *window* daerah yang diliputi oleh filter



Citra 5 X 5

Gambar 6 Sampel 5 x 5 Yang Akan Diperhalus

Dari gambar diatas dapat dilihat bagian citra yang terkena *Gaussian noise* yang kemudian akan diperhalus, penulis mengambil perumpamaan citra 5 x 5.

Tabel 1 Citra Hasil Dari Konvolusi Citra Warna Ke *Grayscale*  
Penulis Mengambil Perumpamaan Matriks 5 x 5

|                         |                         |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| R=126<br>G=126<br>B=125 | R=127<br>G=127<br>B=126 | R=127<br>G=127<br>B=126 | R=125<br>G=125<br>B=124 | R=122<br>G=122<br>B=123 |
| R=124<br>G=123<br>B=122 | R=125<br>G=124<br>B=123 | R=124<br>G=123<br>B=122 | R=123<br>G=122<br>B=122 | R=123<br>G=123<br>B=123 |
| R=121<br>G=121<br>B=121 | R=122<br>G=122<br>B=121 | R=121<br>G=121<br>B=121 | R=121<br>G=121<br>B=121 | R=123<br>G=123<br>B=122 |
| R=121<br>G=120<br>B=121 | R=121<br>G=121<br>B=121 | R=122<br>G=122<br>B=121 | R=122<br>G=122<br>B=121 | R=122<br>G=122<br>B=122 |
| R=120<br>G=121<br>B=120 | R=121<br>G=121<br>B=120 | R=121<br>G=121<br>B=120 | R=121<br>G=121<br>B=120 | R=122<br>G=121<br>B=121 |

Contoh penulis mengambil perumpamaan nilai matriks 5 x 5 yang diambil dari aplikasi matlab.

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 124 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 121 | 121 | 123 |
| 121 | 121 | 122 | 121 | 123 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 122 |

Nilai pixel yang akan di hitung menggunakan *median filter*, dimana proses *median filter* dilakukan melalui kernel 3 x 3. Untuk menghitung  $f(x, y)$  dilakukan pemilihan  $g(s, t)$  yang dimulai dari sudut kiri atas. Contoh penulis mengambil perumpamaan nilai matriks 5 x 5 yang diambil dari aplikasi matlab :

*Median Filtering* dicari dengan melakukan pengurutan terhadap nilai pixel dari yang sudah ditentukan dari nilai terendah ke nilai tertinggi, kemudian di cari nilai tengahnya.



|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 124 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 121 | 121 | 123 |
| 121 | 121 | 122 | 122 | 122 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |

Gambar 7 Sampel Citra Input 5 x 5

Tabel 3 Matrik 5 x 5

Dari gambar 7 contoh sampel citra input 5 x 5 yang terkena *noise* dan akan dikonvolusikan dengan metode median filtering.

Pengurutan Nilai Kernel 3 x 3

1. Median Filter = Nilai Min s/d Nilai Max  
= 121, 121, 122, 123, **123**, 124, 126, 127, 127  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 → Index

Median F = 123 Nilai Tengah

Hasil *Median Filter* adalah =124, sehingga 124 diganti dengan 123, ditempatkan pada matriks yang baru.

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 |
| 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 121 |

Langkah selanjutnya :

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 124 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 121 | 121 | 123 |
| 121 | 121 | 122 | 122 | 122 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |

Median Filter = Nilai Min s/d Nilai Max  
= 121, 121, 122, 123, **123**, 124, 124, 127, 127  
Median F = 123 Nilai Tengah.  
Ditempatkan pada matriks yang baru.

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 127 | 127 | 124 |
| 124 | 123 | 123 |
| 122 | 121 | 121 |

3.

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 124 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 121 | 121 | 123 |
| 121 | 121 | 122 | 122 | 122 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |

Median Filter = Nilai Min s/d Nilai Max.  
= 121, 121, 123, 123, **123**, 123, 123, 124, 127  
Median F = 123 Nilai Tengah.  
Ditempatkan pada matriks yang baru.

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 127 | 124 | 123 |
| 123 | 123 | 123 |
| 121 | 121 | 123 |

4.

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 124 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 121 | 121 | 123 |
| 121 | 121 | 122 | 122 | 122 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |

Median Filter = Nilai Min s/d Nilai Max.  
= 121, 121, 121, 121, **122**, 122, 123, 123, 124

Median F = 122 Nilai Tengah.  
Ditempatkan pada matriks yang baru.

→

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 123 | 124 | 123 |
| 121 | 122 | 121 |
| 121 | 121 | 122 |

5.

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 124 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 121 | 121 | 123 |
| 121 | 121 | 122 | 122 | 122 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |

Median Filter = Nilai Min s/d Nilai Max.  
= 121, 121, 121, 122, **122**, 122, 123, 123, 124

Median F = 122 Nilai Tengah.  
Ditempatkan pada matriks yang baru.

→

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 124 | 123 | 123 |
| 122 | 122 | 121 |
| 121 | 122 | 122 |

6.

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 124 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 121 | 121 | 123 |
| 121 | 121 | 122 | 122 | 122 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |

Median Filter = Nilai Min s/d Nilai Max.  
= 121, 121, 122, 122, **122**, 123, 123, 123, 123

Median F = 122 Nilai Tengah.  
Ditempatkan pada matriks yang baru.

→

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 123 |
| 122 | 122 | 122 |

7.

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 124 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 121 | 121 | 123 |
| 121 | 121 | 122 | 122 | 122 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |

Median Filter = Nilai Min s/d Nilai Max.  
= 121,121, 121, 121, **121**, 121, 121, 122, 122

Median F = 121 Nilai Tengah.  
Ditempatkan pada matriks yang baru.

→

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 121 | 122 | 121 |
| 121 | 121 | 122 |
| 121 | 121 | 121 |

8.

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 124 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 121 | 121 | 123 |
| 121 | 121 | 122 | 122 | 122 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |

Median Filter = Nilai Min s/d Nilai Max.  
= 121, 121, 121,121, 121, 121,122, 122, 122  
Median F = 121 Nilai Tengah.  
Ditempatkan pada matriks yang baru.

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 122 | 121 | 121 |
| 121 | 121 | 122 |
| 121 | 121 | 121 |

9.

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 124 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 121 | 121 | 123 |
| 121 | 121 | 122 | 122 | 122 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |

Median Filter = Nilai Min s/d Nilai Max.  
= 121, 121, 121, 121,121, 122, 122, 122, 123  
Median F = 121 Nilai Tengah.  
Ditempatkan pada matriks yang baru.

—————→

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 121 | 121 | 123 |
| 122 | 121 | 122 |
| 121 | 121 | 121 |

Hasil akhir Pengurutan matriks 5 x 5 adalah sebagai berikut :

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 123 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 122 | 122 | 123 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 122 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |

**Penerapan Metode Gaussian Filtering**

Pada filter Gaussian, nilai intensitas setiap piksel diganti dengan rata-rata dari nilai pembobotan untuk setiap piksel-piksel tetangganya dan piksel itu sendiri. Jumlah tetangga yang dibatalkan tergantung pada filter yang dirancang. Dimana *x* dan *y* adalah posisi kordinat pada sumbu *x* dan *y*. Persamaan inilah dipakai sebagai dasar untuk menentukan nilai-nilai setiap elemen dalam *filter Gaussian* yang akan dibuat misal akan dibuat kernel *filter* ukuran 3 x 3 dan mengisi elemen/bbobot *g(x,y)*, pada matriks kernel *Gaussian*.

$$g(x,y) = c.e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots$$

Keterangan:

- c dan  $\sigma$  : konstanta
- g(x,y)* : element matriks kernel gaussian pada posisi (x,y)
- Nilai *f(x,y)* adalah hasil kali dari :
- Berikut ini matrik kernel Gaussian 3 X 3 dengan  $\sigma = 1.0$

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 |
| 2 | 3 | 2 |
| 1 | 2 | 1 |

Gambar 5 Matriks kernel *gauss* 3 X 3 dengan  $\sigma = 1.0$

Dimana *x* dan *y* adalah posisi kordinat pada sumbu *x* dan *y*. Persamaan inilah yang dipakai sebagai dasar untuk menentukan nilai-nilai setiap elemen dalam *Filtering Gaussian* yang akan dibuat. Misalkan dibuat kernel *Filter* ukuran 5x5 dan mengisi elemen/bobot *g(x,y)* pada matrik kernel *Gaussian*. Langkah pertama ialah tentukan dahulu kernel distribusi *gaussian* dengan rumus berikut.

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp(-(x^2 + y^2) / 2\sigma^2)$$

Jika ditentukan  $\sigma = 1$ , kernel = 3 x 3 pembentukan warna menjadi -1, 0, 1.  
Penyelesaian :

1.  $g(0,0) = \frac{1}{(2).(3.14).(1^2)} \exp(-(0^2 + 0^2) / 2.(1^2)) = \frac{1}{6.28} \exp(-0) = 0.1592(1)$   
= 0.1592
2.  $g(1.-1), g(1.1), g(-1.1), g(-1.-1) = 0.1592 \exp(-1) = 0.1592.(0.3679)$   
= 0.0585
3.  $g(0.-1), g(1.0), g(0.1), g(-1.0) = 0.1592 \exp(-1/2) = 0.1592.(0.6065)$   
= 0.0965

Maka hasilnya sebagai berikut.

Tabel 5 Kernel Distribusi Gaussian

| (x,y) | -1      | 0      | 1      |
|-------|---------|--------|--------|
| -1    | 0.0585  | 0.0965 | 0.0585 |
| 0     | 0.0965  | 0.1592 | 0.0965 |
| 1     | 0.30585 | 0.0965 | 0.0585 |

Langkah selanjutnya ialah membulatkan nilai kernel distribusi gaussian dengan cara membagi setiap bobot nilai dengan bobot terkecil di g(x,y).

Tabel 6 Tabel Pembulatan

| (x,y) | -1                  | 0                   | 1                   |
|-------|---------------------|---------------------|---------------------|
| -1    | 0.0585 / 0.0585 = 1 | 0.0965 / 0.0585 = 2 | 0.0585 / 0.0585 = 1 |
| 0     | 0.0965 / 0.0585 = 2 | 0.1592 / 0.0585 = 3 | 0.0965 / 0.0585 = 2 |
| 1     | 0.0585 / 0.0585 = 1 | 0.0965 / 0.0585 = 2 | 0.0585 / 0.0585 = 1 |

Hasilnya ialah sebagai berikut

Tabel 7 Kernel Akhir Distribusi Gaussian

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 |
| 2 | 3 | 2 |
| 1 | 2 | 1 |

Langkah selanjutnya ialah melakukan proses konvolusi

$$h(x,y) = \frac{1}{15} (f(x,y) * g(x,y))$$

Tabel 8 Nilai Citra Hasil median filtering

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 123 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 122 | 122 | 123 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 122 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |

Langkah selanjutnya yaitu proses konvolusi:

1. Konvolusi pertama

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 126 | 127 | 127 | 124 | 123 |
| 123 | 123 | 123 | 123 | 123 |
| 121 | 122 | 122 | 122 | 123 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 122 |
| 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |

$$\times \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{matrix}$$

$$= (126 \times 1) + (127 \times 2) + (127 \times 1) + (123 \times 2) + (123 \times 3) + (123 \times 2) + (121 \times 1) + (121 \times 2) + (121 \times 1)$$

$$= 126 + 254 + 127 + 246 + 369 + 246 + 121 + 242 + 121$$

$$= 1,852$$

2. Konvolusi kedua

$$= (127 \times 1) + (127 \times 2) + (124 \times 1) + (123 \times 2) + (123 \times 3) + (123 \times 2) + (122 \times 1) + (122 \times 2) + (122 \times 1)$$

$$= 127 + 254 + 124 + 246 + 369 + 246 + 122 + 244 + 122$$

$$= 1,854$$

3. Konvolusi ketiga

$$= (127 \times 1) + (124 \times 2) + (123 \times 1) + (123 \times 2) + (123 \times 3) + (123 \times 2) + (122 \times 1) + (122 \times 2) + (123 \times 1)$$

$$=127 + 248 + 123+ 246 + 369 + 246 + 122 + 244 + 123$$

$$= 1,848$$

4. Konvolusi keempat

$$=(123x1)+(123x2)+(123x1)+(121x2)+(122x3)+(122x2)+(121x1)+(121x2)+(121x1)$$

$$=123 + 246 + 123 + 242 + 366 + 244 + 121+ 242 + 121$$

$$= 1,828$$

5. Konvolusi kelima

$$=(123x1)+(123x2)+(123x1)+(122x2)+(122x3)+(122x2)+(121x1)+(121x2)+(121x1)$$

$$=123 + 246 + 123+ 244 + 366 + 244 + 121 + 241+ 121$$

$$= 1,829$$

6. Konvolusi keenam

$$=(123x1)+(123x2)+(123x1)+(122x2)+(122x3)+(123x2)+(121x1)+(121x2)+(122x1)$$

$$=123 + 246 + 123 + 244 + 366 + 246 + 121 + 242 + 122$$

$$= 1,833$$

7. Konvolusi ketujuh

$$=(121x1)+(122x2)+(122x1)+(121x2)+(121x3)+(121x2)+(121x1)+(121x2)+(121x1)$$

$$=121 + 244 + 122 + 242 + 363 + 242 + 121 + 242 + 121$$

$$= 2,423$$

8. Konvolusi kedelapan

$$=(122x1)+(122x2)+(122x1)+(121x2)+(121x3)+(121x2)+(121x1)+(121x2)+(121x1)$$

$$=122 + 244 + 122 + 242 + 363 + 241 + 121 + 241 + 121$$

$$= 1,817$$

9. Konvolusi kesembilan

$$=(122x1)+(122x2)+(123x1)+(121x2)+(121x3)+(122x2)+(121x1)+(121x2)+(121x1)$$

$$=121 + 244 + 123 + 242 + 363 + 244 + 121 + 242 + 121$$

$$= 1,821$$

Tabel 9 Tabel Hasil Konvolusi

|     |       |       |       |     |
|-----|-------|-------|-------|-----|
| 126 | 127   | 127   | 124   | 123 |
| 123 | 1,852 | 1,854 | 1,848 | 123 |
| 121 | 1,824 | 1,829 | 1,833 | 123 |
| 121 | 2,423 | 1,817 | 1,821 | 122 |
| 121 | 121   | 121   | 121   | 121 |

Langkah selanjutnya ialah:

$$h(x,y)=\frac{1}{15}$$

|     |       |       |       |     |
|-----|-------|-------|-------|-----|
| 126 | 127   | 127   | 124   | 123 |
| 123 | 1,852 | 1,854 | 1,848 | 123 |
| 121 | 1,824 | 1,829 | 1,833 | 123 |
| 121 | 2,423 | 1,817 | 1,821 | 122 |
| 121 | 121   | 121   | 121   | 121 |

Jadi hasil akhir penghalusan citra menggunakan metode *Medin Filtering* dan *Gaussian Filtering* adalah sebagai berikut.



Gambar 8 Hasil Input *Gaussian Filter*

**KESIMPULAN**

*Image smoothing* pada gambar yang memiliki *gaussian noise* dapat dilakukan dengan baik pada gambar bertipe JPEG, Setelah melakukan restorasi ternyata dapat disimpulkan bahwa citra yang telah dilakukan restorasi menghasilkan gambar yang bagus dan sesuai dengan keinginan kita, Aplikasi yang diterapkan

memungkinkan untuk kombinasi *efek* dan *filter* sehingga hasilnya lebih bagus dan Metode *median filtering* dan *gaussian filtering* sangat tepat digunakan dalam melakukan proses penghalusan citra.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, 2013. Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra” Andi, Yogyakarta.
- Imam Jahari, 2014. Perancangan Aplikasi pengurangan Noise pada Citra Digital menggunakan metode Filter Gaussian” Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI), Medan.
- Jogiyanto. M.H,2005. Analisa dan Desain Sistem Informasi : Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktik Aplikasi Bisnis,Edisi Ketiga, Andi Offset, Yogyakarta.
- Rinaldi Munir,2004. Pengolahan Citra Digital” Informatika, Bandung.
- Santoso, I. 1997, Interaksi Manuasia dan Komputer Teori dan Praktek, Adi Offset, Yogyakarta.
- Silvester Tena, 2009, *Image Enhancement* Menggunakan Metode *Linear Filtering* dan *Gray Scale Transform*, Jurnal Teknologi Elektro Vol. 8 No.2 ,Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- T. Sutoyo, 2009. Teori Pengantar Citra Digital. Andi, Yogyakarta.

## **SISTEM PAKAR DIAGNOSA KERUSAKAN PRINTER MENGGUNAKAN METODE DEMPSTER-SHAFER**

**Winda Enjelina Simarmata**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta dan teknik pelaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tertentu. Dempster-Shafer adalah suatu teori matematika untuk pembuktian berdasarkan belief function and plausible reasoning (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah (bukti) untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa. Penelitian ini menguraikan bagaimana proses mendiagnosa gejala-gejala kerusakan pada printer serta menghasilkan solusi dari masalah kerusakan yang terjadi pada printer tersebut. Dempster-Shafer merupakan salah satu metode yang bisa digunakan dalam sistem pakar. Dempster-Shafer adalah suatu teori matematika untuk pembuktian berdasarkan belief function and plausible reasoning (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah (bukti) untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa. Penelitian ini menguraikan bagaimana proses mendiagnosa gejala-gejala kerusakan pada printer serta menghasilkan solusi dari masalah kerusakan yang terjadi pada printer tersebut.

**Kata Kunci:** Sistem Pakar, mendiagnosa, kerusakan printer, metode Dempster shafer.

### **PENDAHULUAN**

Penanganan terhadap masalah kerusakan printer saat ini sering kali diserahkan langsung oleh pemilik printer kepada tukang servis karena kurangnya pengetahuan terhadap penanganannya masalah kerusakan printer. Hal ini sering dialami oleh masyarakat awam ataupun mahasiswa pemilik printer. Dilain sisi, para tukang servis tanpa disadari sebagian besar dapat memberikan informasi kerusakan yang tidak benar kepada konsumen dengan tujuan-tujuan tertentu sehingga secara tidak langsung telah merugikan pemilik printer sendiri.

Sistem pakar adalah sistem berbasis komputer yang menggunakan pengetahuan, fakta dan teknik pelaran dalam memecahkan masalah yang biasanya hanya dapat dipecahkan oleh seorang pakar dalam bidang tertentu (Rosmawati Tamin, 2015, 40). Sistem pakar merupakan cabang dari kecerdasan buatan dan juga merupakan bidang ilmu yang muncul seiring perkembangan ilmu komputer saat ini. Sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli. Sistem pakar memanfaatkan teknologi komputer dalam menampung kemampuan/keahlian seorang pakar berdasarkan aturan-aturan yang ditetapkan oleh para pakar sendiri.

Ada berbagai macam penalaran dengan model yang lengkap dan sangat konsisten, tetapi kenyataannya banyak permasalahan yang tidak dapat terselesaikan secara lengkap dan konsisten. Ketidakkonsistenan tersebut adalah akibat adanya penambahan fakta baru. Penalaran seperti ini disebut penalaran non monotonis. Agar ketidak konsistenan dapat teratasi, maka dapat menggunakan penalaran dengan teori Dempster-Shafer. Dempster-Shafer merupakan salah satu metode yang bisa digunakan dalam sistem pakar. Dempster-Shafer adalah suatu teori matematika untuk pembuktian berdasarkan Belief function and plausible reasoning (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa (Muhammad dkk, 2013, 5.)

Penelitian ini menguraikan bagaimana proses mendiagnosa gejala-gejala kerusakan pada printer serta menghasilkan solusi dari masalah kerusakan yang terjadi pada printer tersebut. Objek yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan printer dengan merk canon. Printer dengan merk canon digunakan sebagai objek penelitian karena printer ini lebih banyak dikenal dan digunakan dikalangan masyarakat luas (Rosmawati Tamin, 2015, 40). Agar proses yang dilakukan lebih mudah, maka dibangun sebuah aplikasi sistem pakar diagnosa masalah kerusakan printer berdasarkan metode Dempster-Shafer menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 2008.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu printer jenis Canon sebagai objek yang akan dideteksi kerusakannya, bahasa pemrograman visual basic 2008 sebagai alat yang digunakan untuk membangun aplikasi.

**Metode****Sistem Pakar**

Sistem Pakar (*Expert System*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti biasa yang dilakukan para ahli (Sutojo dkk, 2011, 160).

Sistem pakar (*expert system*) mulai dikembangkan pada pertengahan tahun 1960 -an oleh *Artificial Intelligence*. Sistem pakar yang muncul pertama kali adalah *General-purpose Problem Solver* (GPS) yang merupakan sebuah *predecessor* untuk menyusun langkah-langkah yang dibutuhkan untuk mengubah situasi awal menjadi state tujuan yang telah ditentukan sebelumnya dengan menggunakan domain masalah yang kompleks. Sistem pakar dapat diterapkan untuk persoalan di bidang industri, pertanian, bisnis, kedokteran, militer, komunikasi dan transportasi, pariwisata, pendidikan, dan lain sebagainya. Permasalahan tersebut bersifat cukup kompleks dan terkadang tidak memiliki algoritma yang jelas di dalam pemecahannya, sehingga dibutuhkan kemampuan seorang atau beberapa ahli untuk mencari sistematika penyelesaiannya secara evolutif.

Sistem pakar merupakan program yang dapat menggantikan keberadaan seorang pakar. Alasan mendasar mengapa sistem pakar dikembangkan menggantikan seorang pakar adalah sebagai berikut :

1. Dapat menyediakan kepakaran setiap waktu dan di berbagai lokasi.
2. Secara otomatis mengerjakan tugas-tugas rutin yang membutuhkan seorang pakar.
3. Seorang pakar akan pensiun atau pergi.
4. Menghadirkan atau menggunakan jasa seorang pakar memerlukan biaya yang mahal.
5. Kepakaran dibutuhkan juga pada lingkungan yang tidak bersahabat (*hostile environment*).

Suatu sistem dikatakan sistem pakar apabila memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

1. Terbatas pada domain keahlian tertentu
2. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak pasti
3. Dapat mengemukakan rangkaian alasan-alasan yang diberikan dengan cara yang dapat dipahami
4. Berdasarkan pada kaidah atau *rule* tertentu
5. Keluaran (*output*) bersifat anjuran

Tujuan pengembangan sistem pakar sebetulnya bukan untuk menggantikan peran manusia, tetapi untuk mensubstitusikan pengetahuan manusia ke dalam bentuk sistem, sehingga bisa digunakan oleh orang banyak. Dalam penyusunannya, sistem pakar mengkombinasikan kaidah-kaidah penarikan kesimpulan (*inference rules*) dengan basis pengetahuan tertentu yang diberikan oleh satu atau lebih pakar dalam bidang tertentu. Kombinasi dari kedua hal tersebut disimpan dalam komputer, yang selanjutnya digunakan dalam proses pengambilan keputusan untuk menyelesaikan masalah tertentu.

**Dempster Shafer**

Ada berbagai macam penalaran dengan model yang lengkap dan sangat konsisten, tetapi kenyataannya banyak permasalahan yang tidak dapat terselesaikan secara lengkap dan konsisten. Ketidak konsisten yang tersebut adalah akibat adanya penambahan fakta baru. Penalaran yang seperti itu disebut dengan penalaran *non monotonis*. Agar ketidak konsisten dapat teratasi, maka dapat menggunakan penalaran dengan teori *Dempster-Shafer*. *Dempster-Shafer* merupakan salah satu metode yang bisa digunakan dalam sistem pakar. *Dempster-Shafer* adalah suatu teori matematika untuk pembuktian berdasarkan *belief function and plausible reasoning* (fungsi kepercayaan dan pemikiran yang masuk akal), yang digunakan untuk mengkombinasikan potongan informasi yang terpisah (bukti) untuk mengkalkulasi kemungkinan dari suatu peristiwa (Muhammad Dahria dkk, 2013, 5).

Secara umum, teori Dempster-shafer ditulis dalam suatu interval yaitu :

1. Belief (Bel) adalah ukuran kekuatan evidence dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada evidence, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian. Dimana nilai bel yaitu (0-0.9).
2. Plausibility (Pl) dinotasikan sebagai :  

$$Pl(s) = 1 - bel(-s)$$
 Plausibility juga bernilai 0 sampai 1. Jika yakin akan  $-s$ , maka dapat dikatakan bahwa  $Bel(-s)=1$ , dan  $Pl(-s)=0$

Pada teori Dempster-shafer dikenal adanya frame of discrement yang dinotasikan dengan  $\Theta$ . Frame ini merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis dengan tujuan mengaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen  $\Theta$ . Tidak semua evidence secara langsung mendukung tiap-tiap elemen. Untuk itu perlu adanya probabilitas fungsi densitas ( $m$ ). nilai  $m$  tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen  $\Theta$  saja, namun jua semua subsetnya. Sehingga jika  $\Theta$  berisi  $n$  elemen, maka subset  $\Theta$  adalah  $2^n$ . jumlah semua subset  $\Theta$  sama dengan 1. Apabila tidak ada informasi apapun untuk memilih hipotesis, maka nilai  $m\{\Theta\}=1,0$ . Apabila diketahui  $X$  adalah subset dari  $\Theta$ , dengan  $m_1$  sebagai fungsi densitasnya, dan  $Y$  juga merupakan subset dari  $\Theta$  dengan  $m_2$  sebagai fungsi densitasnya, maka dapat dibentuk fungsi kombinasi  $m_1$  dan  $m_2$  sebagai  $m_3$ .

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} M_1(X).M_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} M_1(X)M_2(Y)} \dots\dots\dots (1)$$

Berikut salah satu contoh kasus yang bisa menggunakan algoritma *demster-shafer* :

Untuk menganalisis gejala-gejala yang diberikan oleh pasien untuk mendapatkan kemungkinan nama penyakitnya, dilakukan dengan menghitung nilai densitas dari gejala dengan menghitung nilai kepercayaan menggunakan rumus *Demster-shafer*.

$$m_1\{GK, BK, DBM\} = 0,8 \quad m_1\{\emptyset\} = 1 - 0,8 = 0,2$$

Gejala-2 : Jika diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap rasa terbakar pada tenggorokan sebagai gejala dari penyakit Tanjuk(PT) adalah :

$$m_2\{GK, BK, PT\} = 0,9 \quad m_2\{\emptyset\} = 1 - 0,9 = 0,1$$

Munculnya gejala baru mengharuskan kita untuk menghitung densitas baru untuk beberapa kombinasi

( $m_3$ ) dengan aturan seperti pada Tabel 1

Tabel 1 kombinasi

|                   |                   |             |
|-------------------|-------------------|-------------|
|                   | {GB,BK,PT} (0,9)  | $\emptyset$ |
|                   | (0,1)             |             |
| {BK,PT,DBM}(0,8)  | {BK,PT} (0,72)    | {M, G}      |
|                   | (0,08)            |             |
| $\emptyset$ (0,2) | {GB,BK,PT} (0,18) | $\emptyset$ |
|                   | (0,02)            |             |

Keterangan Tabel 2.1 :

- GB : Garis Kuning
- BK : Busuk Kuncup
- PT : Busuk Tajuk
- DBM : Busuk

{BK,PT} di peroleh dari irisan antara {GK,BK,PT} dan {BK,PT,DBM}. Nilai 0,72 di peroleh dari hasil perkalian 0,9x0,8. Demikian pula {BK,PT,DBM} pada baris Kedua Kolom merupakan irisan dari  $\emptyset$  dan {D,M,G} pada baris kedua kolom pertama. Hasil 0,08 merupakan perkalian dari 0,1x0,8.

Gejala paling kuat: {BK,PT}= penyakit Maag

Dispepsia = 0,72

Gejala-3 : Mual

Kemudian jika diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap rasa terbakar pada tenggorokan sebagai gejala dari penyakit *Gerd* adalah:

$$m_4\{GK\} = 0,6$$

$$m_4\{\emptyset\} = 1-0,6=0,4$$

Kemudian jika diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap rasa terbakar pada tenggorokan sebagai gejala dari penyakit *Gerd* adalah:

$$m_4\{GK\} = 0,6$$

$$m_4\{\emptyset\} = 1-0,6=0,4$$

maka kita harus menghitung kembali nilai densitas baru untuk setiap himpunan

Maka dapat disimpulkan bahwa pasien mengalami penyakit magg dengan gejala mual dengan nilai densitas 0,554.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Masalah

Analisa masalah merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan oleh peneliti untuk menguraikan secara rinci permasalahan yang sedang diteliti. Analisa masalah meliputi penguraian terhadap penyebab-penyebab timbulnya permasalahan yang diteliti, proses yang terjadi di dalam permasalahan tersebut, solusi penyelesaian serta seberapa jauh manfaat penyelesaian masalah yang diberikan. Masalah yang dianalisa dalam penelitian ini difokuskan pada permasalahan penanganan masalah-masalah kerusakan printer.

Analisa masalah merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan oleh peneliti untuk menguraikan secara rinci permasalahan yang sedang diteliti. Analisa masalah meliputi penguraian terhadap penyebab-penyebab timbulnya permasalahan yang diteliti, proses yang terjadi di dalam permasalahan tersebut, solusi penyelesaian serta seberapa jauh manfaat penyelesaian masalah yang diberikan. Masalah yang dianalisa dalam penelitian ini difokuskan pada permasalahan penanganan masalah-masalah kerusakan printer.

Printer merupakan salah satu peralatan yang digunakan untuk melakukan kegiatan percetakan dengan menghubungkannya pada komputer. Printer secara umum terdiri dari tiga jenis printer jenis *dot matrix*, printer jenis *ink jet*, printer jenis *laser jet*. Secara umum, printer jenis *ink jet* adalah salah satu jenis printer yang sangat banyak diminati atau digunakan oleh kalangan mahasiswa, perusahaan, kantor instansi maupun di kalangan keluarga. Salah satu mesin printer yang termasuk ke dalam jenis *ink jet* adalah printer *canon*, *epson* dalam merk lainnya.

### Penyusunan Knowledge Base Kerusakan Printer

*Knowledge base* (basis pengetahuan) di dalam sistem pakar berisi tentang pengetahuan-pengetahuan dalam pencapaian solusi domain permasalahan tertentu. Pengetahuan tersebut didapatkan dari pakar berdasarkan fakta dan pengetahuan pakarnya baik dari pakarnya langsung, buku, basis data penelitian dan gambar. Secara umum, ada dua bentuk pendekatan basis pengetahuan yaitu :

#### 1. Penalaran berbasis aturan (*rule based reasoning*)

Pengetahuan dalam basis aturan direpresentasikan dengan menggunakan aturan yang berbentuk IF-THEN. Bentuk ini digunakan apabila memiliki pengetahuan sejumlah pakar pada suatu permasalahan dan pakar dapat menyelesaikan permasalahan tersebut secara berurutan. Bentuk penalaran ini juga dapat digunakan apabila diperlukannya penguraian terhadap penjelasan pencapaian solusi yang diberikan.

#### 2. Penalaran berdasarkan kasus (*case based reasoning*)

Penalaran berdasarkan kasus, pengetahuan berisi tentang solusi-solusi yang telah dicapai sebelumnya kemudian akan diturunkan suatu kejadian yang terjadi sekarang (fakta yang ada). Bentuk ini digunakan apabila pengguna untuk mengetahui lebih banyak mengenai kasus-kasus yang hampir sama (mirip)

Sesuai dengan batasan masalah yang telah ditetapkan pada bab sebelumnya bahwa dalam penelitian ini hanya membahas masalah-masalah kerusakan printer canon jenis ink jet. Hal ini menjadi dasar bagi peneliti untuk menetapkan *knowledge base* adalah hanya mengenai kerusakan printer berjenis canon. *Knowledge base* dalam penelitian ini didapatkan dari buku-buku referensi mengenai penanganan permasalahan printer, kemudian melakukan konsultasi dengan teknisi *service* kerusakan printer.

### Penyusunan Rule Kerusakan Printer

Berdasarkan batasan penelitian yang telah ditetapkan pada bab sebelumnya bahwa *rule* kerusakan printer dalam penelitian ini disusun berdasarkan teknik *forward chaining*, yaitu sebuah teknik metode penyelesaian masalah yang digunakan untuk mendapatkan solusi dari suatu *problem* berdasarkan kondisi yang ada atau suatu proses yang memulai pencarian dari premis atau data menuju pada konklusi (*data-driven*). Cara kerjanya adalah *inference engine* menyalakan atau memilih *rule-rule* dimana bagian premis-nya cocok dengan informasi yang ada bagian *working memory*.

Premis dalam *rule-rule* kerusakan printer adalah gejala-gejala kerusakan printer yang tentunya didapatkan dari informasi yang diinput oleh *user* ke dalam sistem pakar. Konklusi dalam *rule* yang disusun adalah jenis masalah yang menjadi keluhan para pemilik printer. Berdasarkan penjelasan tersebut di atas, maka bentuk pernyataannya *rule* adalah **JIKA** [gejala kerusakan printer] **MAKA** [jenis kerusakan printer]. Bagian premis dalam aturan produksi dapat memiliki lebih dari satu proposisi yang berarti pada sistem pakar ini dalam satu kaidah dapat memiliki lebih dari satu gejala. Gejala-gejala tersebut dihubungkan dengan menggunakan operator logika **DAN (AND)**. Bentuk pernyataannya adalah :

**JIKA** [gejala kerusakan 1]

**DAN** [gejala kerusakan 2]

**DAN** [gejala kerusakan ke-n]

**MAKA** [jenis kerusakan printer]

Berdasarkan kaidah penyusunan aturan tersebut di atas, maka *rule-rule* kerusakan printer dapat diuraikan di bawah ini yang disesuaikan dengan data gejala, penyebab dan nama kerusakan yang telah diperoleh sebelumnya :

Rule 1 : **IF** Printer mati total **THEN** Printer tidak bisa hidup

Rule 2 : **IF** Tidak dapat mencetak

AND Lampu indikator kedap-kedip

AND Hanya tombol *power printer* yang berfungsi

**THEN** *Catridge* printer rusak total

Rule 3 : **IF** Hasil cetakan bergaris-garis

AND Terdapat celah putih pada hasil cetakan

AND Salah satu warna tidak keluar pada hasil cetakan

AND Hasil cetakan tidak sesuai dengan yang ada di dalam komputer

**THEN** *Catridge* yang sedang digunakan tersumbat

Rule 4 : **IF** Tidak dapat mencetak

- AND Tidak dapat menarik/menggulung kertas saat dicetak  
**THEN** *Paper roll printer* rusak
- Rule 5 : **IF** Tidak dapat mencetak  
 AND Tinta banjir menetes keluar  
**THEN** Busa penampung tinta pembuangan tidak berfungsi
- Rule 6 : **IF** Tidak dapat mencetak  
 AND Terdengar bunyi seperti bunyi retakan dari dalam mesin printer saat proses pencetakan sedang berlangsung  
**THEN** *Fanbelt Printer* Rusak atau Putus
- Rule 7 : **IF** *Printer* yang ingin digunakan tidak terdaftar pada daftar *device printer* komputer  
**THEN** *Printer* tidak terdeteksi oleh sistem

*Rule-rule* di atas akan digunakan oleh mesin inferensi untuk dibandingkan dengan informasi yang diinput oleh *user* sistem pakar dalam pengambilan kesimpulan kerusakan printer yang sedang dialami oleh *user*. Kalkulasi terhadap pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan salah satu metode sistem pakar untuk menentukan nilai kepastian masalah kerusakan *printer* yang sedang dikeluhkan oleh pengguna.

### Penerapan Metode Dempster-Shafer

Metode *dempster-shafer* merupakan salah satu metode sistem pakar yang terfokus pada penyelesaian masalah ketidak pastian. Metode ini menunjukkan suatu cara untuk memberikan pembobotan keyakinan suatu fakta (dalam kasus ini adalah gejala-gejala kerusakan printer) sesuai dengan informasi atau fakta yang dikumpulkan (dalam hal ini adalah gejala yang dipilih oleh pengguna pada form diagnosa kerusakan printer).

Secara umum teori *dempster-shafer* ditulis dalam suatu interval [*Belief, Plausibility*]. *Belief (Bel)* adalah ukuran kekuatan *evidence* dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada *evidence*, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian. *Plausibility* menunjukkan keadaan yang bisa dipercaya. *Plausibility (Pl)* dinotasikan sebagai  $Pl(s) = 1 - Bel(\neg s)$ . *Plausibility* juga bernilai 0 sampai 1. Jika kita yakin akan  $\neg s$ , maka dapat dikatakan bahwa  $Bel(\neg s) = 1$ , dan  $Pl(\neg s) = 0$ . *Plausibility* akan mengurangi tingkat kepercayaan dari *evidence*.

Dalam teori *dempster shafer* diasumsikan bahwa hipotesa-hipotesa yang digunakan dikelompokkan ke dalam suatu lingkungan tersendiri yang biasa disebut himpunan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesa dan diberikan notasi  $\theta$ . Selain itu dikenal juga probabilitas fungsi densitas ( $m$ ) yang menunjukkan besarnya kepercayaan *evidence* terhadap hipotesa tertentu.

Langkah-langkah dalam pengambilan sebuah konklusi permasalahan berdasarkan metode *dempster shafer* adalah :

1. Penentuan gejala-gejala kerusakan printer
2. Lakukan pembobotan setiap gejala-gejala kerusakan tersebut
3. Tentukan himpunan semesta (dalam hal ini adalah nama kerusakan printer)
4. Hitung nilai *dempster shafer* untuk setiap gejala
  - a. Buat aturan kombinasi masing-masing gejala
  - b. Cek apakah ada gejala baru yang input oleh *user*. apabila ada, maka lakukan proses perhitungan nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi
  - c. Hitung nilai densitas baru berdasarkan formula *demster shafer*
5. Tampilkan kesimpulan kerusakan printer

Contoh Kasus :

Contoh kasus yang diselesaikan adalah menentukan konklusi terhadap jenis kerusakan printer yang sedang dialami oleh pengguna melalui perhitungan nilai kepastian berdasarkan metode *dempster shafer*.

1. Penetapan jenis-jenis kerusakan printer

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari teknisi bahwa kerusakan printer yang umum terjadi adalah :

Tabel 1 : Data Kerusakan Printer

| Kode Kerusakan | Nama Kerusakan Printer                          |
|----------------|-------------------------------------------------|
| A              | Mesin printer mati total                        |
| B              | Kerusakan total pada <i>Catridge</i>            |
| C              | <i>Catridge</i> Tersumbat                       |
| D              | <i>Paper roll</i> (penarik kertas) rusak        |
| E              | Busa penampung tinta pembuangan tidak berfungsi |
| F              | <i>Fanbelt Printer</i> rusak (putus)            |
| G              | Printer tidak terdeteksi oleh sistem            |

2. Pemberian bobot setiap gejala kerusakan printer  
 Nilai bobot masing-masing gejala diberikan oleh teknisi *printer* berdasarkan wawancara yang dilakukan. Nilai bobot berada pada interval 0-0,9.

Tabel 2 Nilai Pembobotan Gejala Kerusakan Printer

| <b>1. Kerusakan : Mesin Printer Mati Total (A)</b>          |                                                              |              |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Kode</b>                                                 | <b>Gejala</b>                                                | <b>Bobot</b> |
| G01                                                         | Printer Tidak Bisa Hidup                                     | 0,9          |
| <b>2. Kerusakan : Kerusakan Total Pada Catridge (B)</b>     |                                                              |              |
| <b>Kode</b>                                                 | <b>Gejala</b>                                                | <b>Bobot</b> |
| G02                                                         | Tidak dapat mencetak                                         | 0,8          |
| G03                                                         | Lampu indikator printer Canon kedap-kedip                    | 0,7          |
| G04                                                         | Hanya tombol power yang berfungsi                            | 0,6          |
| <b>3. Kerusakan : Catridge Tersumbat (C)</b>                |                                                              |              |
| <b>Kode</b>                                                 | <b>Gejala</b>                                                | <b>Bobot</b> |
| G05                                                         | Hasil cetakan bergaris-garis                                 | 0,7          |
| G06                                                         | Terdapat celah putih pada hasil cetakan                      | 0,3          |
| G07                                                         | Salah satu warna tidak keluar                                | 0,8          |
| G08                                                         | Hasil cetakan tidak sesuai dengan yang ada di dalam komputer | 0,6          |
| <b>4. Kerusakan : Paper roll (Penarik Kertas) Rusak (D)</b> |                                                              |              |
| <b>Kode</b>                                                 | <b>Gejala</b>                                                | <b>Bobot</b> |
| G02                                                         | Tidak dapat mencetak                                         | 0,8          |
| G09                                                         | Tidak dapat menarik kertas saat diprint                      | 0,9          |

3. Proses perhitungan nilai derajat kepastian  
 Proses ini dilakukan berdasarkan gejala-gejala yang dipilih oleh pengguna. Gejala-gejala yang dipilih tersebut disesuaikan dengan *rule* yang telah ditetapkan oleh pakar, kemudian akan dilakukan kalkulasi bobot masing-masing berdasarkan formula *dempster shafer*.

Bila diasumsikan gejala-gejala yang dipilih *user* pada saat mengakses *form* diagnosa :

Tabel 3 Daftar Gejala yang dapat dipilih oleh user

| <b>Kode Gejala</b> | <b>Nama Gejala</b>                                           | <b>Pilihan User</b> |
|--------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------|
| G01                | Printer Tidak Bisa Hidup                                     |                     |
| G02                | Tidak dapat mencetak                                         | √                   |
| G03                | Lampu indikator printer Canon kedap-kedip                    | √                   |
| G04                | Hanya tombol power yang berfungsi                            |                     |
| G05                | Hasil cetakan bergaris-garis                                 | √                   |
| G06                | Terdapat celah putih pada hasil cetakan                      |                     |
| G07                | Salah satu warna tidak keluar                                |                     |
| G08                | Hasil cetakan tidak sesuai dengan yang ada di dalam komputer |                     |
| G09                | Tidak dapat menarik kertas saat diprint                      |                     |

Proses perhitungan nilai derajat kepastian kerusakan printer berdasarkan gejala yang dipilih oleh pengguna. Apabila user men-checklist gejala kerusakan, maka nilai terhadap gejala yang dipilih tersebut adalah nilai bobotnya, tetapi bila *user* tidak men-checklist gejala, maka nilai bobot terhadap jawaban yang diberikan *user* adalah 0.

Tabel 4 Daftar Gejala yang dipilih oleh user

| <b>Kode Tanya</b> | <b>Nama Gejala</b>                         | <b>Kode Kerusakan</b> |
|-------------------|--------------------------------------------|-----------------------|
| G02               | Mesin printer tidak dapat mencetak         | B, D, F               |
| G03               | Lampu indikator printer kedap-kedip        | B, E                  |
| G05               | Hasil Cetakan printer bergaris-garis       | C                     |
| G10               | Tinta printer banjir                       | E                     |
| G11               | Terdengar bunyi retakan dari dalam printer | F                     |

Keterangan :

B = Kerusakan : Total pada *Catridge*

C = Kerusakan : *Catridge* tersumbat

D = Kerusakan : *Paper Roll* (Penarik Kertas) Rusak

E = Kerusakan : Busa Penampung Tinta Pembuangan Tidak Berfungsi

F = Kerusakan : *Fanbelt Printer* Rusak (Putus)

G = Kerusakan : *Printer* Tidak Terdeteksi oleh Sistem

Langkah-langkah untuk menghitung nilai kepastian antar kombinasi gejala berdasarkan informasi yang diberikan oleh *user* sebagai berikut :

a. Gejala 1 : printer tidak dapat mencetak dengan nilai probabilitas adalah 0,8

Berdasarkan data kerusakan printer, maka gejala printer tidak dapat mencetak merupakan gejala kerusakan Kerusakan total pada *catridge* (B), *Paper Roll* Rusak (D) dan Fanbelt Printer Rusak/Putus (F), maka nilai *mass function* dari gejala ini adalah :

$$m_1 = \{B, D, F\} = 0,8$$

$$m_1(\theta) = 1 - 0,8$$

$$= 0,2$$

b. Gejala 2 : Lampu indikator printer kedap-kedip dengan nilai probabilitas adalah 0,7

Berdasarkan data gejala-gejala kerusakan printer, maka gejala lampu indikator printer kedap-kedip merupakan salah satu gejala kerusakan total pada *catridge* (B) dan busa penampung tinta pembuangan tidak berfungsi (E), maka nilai *mass function* untuk gejala ini adalah :

$$m_2 = \{B, E\} = 0,7$$

$$m_2(\theta) = 1 - 0,7$$

$$= 0,3$$

Munculnya gejala baru (gejala ke-2) menyebabkan harus dilakukan proses perhitungan nilai densitas baru untuk beberapa kombinasi ( $m_3$ ).

Mencari himpunan yang menjadi kombinasi kedua gejala tersebut (kombinasi yang dimaksud adalah irisan dari kedua himpunan).

Himpunan  $M_1\{B, D, F\}$  dan Himpunan  $M_2\{B, E\}$ , maka irisan kedua himpunan tersebut adalah  $\{B\}$ . Nilai desintas baru dari kombinasi  $\{B\}$  adalah :

$$\{B\} = m_1 * m_2$$

$$\{B\} = 0,8 * 0,7 = 0,56$$

Selanjutnya mencari nilai densitas  $\{B, E\}$  :

$$\{B, E\} = m_{1-\theta} * m_2$$

$$= 0,2 * 0,7 = 0,14$$

Menghitung nilai densitas  $\{B, D, F\}$  :

$$\{B, D, F\} = m_1 * m_{2-\theta}$$

$$= 0,8 * 0,3 = 0,24$$

Agar proses pengkombinasian dua gejala tersebut lebih jelas, maka dimuatkan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 5 Aturan Kombinasi Untuk Nilai  $m_3$

Keterangan tabel di atas :

1. Kolom pertama berisikan semua himpunan bagian pada gejala pertama (printer tidak dapat mencetak) dengan  $m_1$  sebagai fungsi densitas.
2. Kolom kedua baris pertama berisikan semua himpunan bagian pada gejala kedua (lampu indikator printer berkedip-kedip) dengan  $m_2$  sebagai fungsi densitas.
3. Kolom kedua baris kedua merupakan irisan dari kedua himpunan
4. Kolom kedua baris ketiga merupakan perubahan nilai densitas gejala kedua  $\{B, E\}$

Berdasarkan hasil perhitungan tabel di atas, maka dapat dilakukan perhitungan perubahan nilai densitas masing-masing *evidence* dengan kombinasi yang baru terbentuk.

$$m_3 \{B\} = \frac{0,56}{1-0} = \frac{0,56}{1} = 0,56$$

$$m_3 \{B, E\} = \frac{0,14}{1-0} = \frac{0,14}{1} = 0,14$$

$$m_3 \{B,D, F\} = \frac{0,24}{1-0} = \frac{0,24}{1} = 0,24$$

$$m_3 \{\theta\} = \frac{0,06}{1-0} = \frac{0,06}{1} = 0,06$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka diperoleh kesimpulan bahwa pada awalnya gejala tidak dapat mencetak (yang merupakan gejala kerusakan B, D, F) bernilai 0,8. Gejala kedua

Lampu indikator printer kedap-kedip (yang merupakan salah satu gejala kerusakan total pada *catridge*) bernilai 0,7. Setelah kedua gejala tersebut dikombinasikan, maka dihasilkan nilai kemungkinan kerusakan tertinggi adalah Kerusakan Total Pada *Catridge*  $\{B\}$  dengan nilai *believe* (keyakinan) adalah 0,56 dan nilai *palusibility* (ketidakpastian) adalah 0,06.

Selanjutnya adalah menghitung nilai densitas baru akibat adanya gejala yang baru yang diinput oleh *user* dengan jawaban YA.

- c. Gejala 3 : Hasil cetakan printer bergaris-garis dengan bobot 0,7

Berdasarkan data gejala-gejala kerusakan printer, maka gejala hasil cetakan printer bergaris-garis merupakan kerusakan *catridge* tersumbat (C), maka :

$$m_4 = \{C\} = 0,7$$

$$m_4(\theta) = 1 - 0,7$$

Sehingga nilai densitas baru kombinasi baru ( $m_5$ ) adalah :

$$m_5 \{C\} = \frac{0,042}{1-(0,392 + 0,098 + 0,168)} = \frac{0,042}{0,342} = 0,123$$

$$m_5 \{B\} = \frac{0,168}{1-(0,392 + 0,098 + 0,168)} = \frac{0,168}{0,342} = 0,491$$

$$m_5 \{B, E\} = \frac{0,042}{1-(0,392 + 0,098 + 0,168)} = \frac{0,042}{0,342} = 0,123$$

$$m_5 \{B,D, F\} = \frac{0,072}{1-(0,392 + 0,098 + 0,168)} = \frac{0,072}{0,342} = 0,211$$

$$m_5 \{ \theta \} = \frac{0,018}{1-(0,392 + 0,098 + 0,168)} = \frac{0,225}{0,342} = 0,053$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka disimpulkan bahwa dengan timbulnya gejala yang ketiga (cetakan printer bergaris-garis), maka didapatkan nilai kemungkinan kerusakan tertinggi adalah Kerusakan Total pada *Catridge* (B) dengan nilai *believe* (keyakinan) adalah 0,491 dan nilai *palusibility* (ketidakpastian) adalah 0,053.

Selanjutnya adalah menghitung nilai densitas baru akibat adanya gejala yang baru yang diinput oleh *user* dengan jawaban YA.

- d. Gejala 4 : Tinta Printer Banjir dengan bobot 0,8

Berdasarkan data gejala-gejala kerusakan printer, maka gejala hasil cetakan printer bergaris-garis merupakan kerusakan *catridge* tersumbat (E), maka :

$$m_6 = \{E\} = 0,8$$

$$m_6(\theta) = 1 - 0,8$$

$$= 0,2$$

$$m_7 \{E\} = \frac{0,098 + 0,042}{1-(0,098+0,393+0,169)} = \frac{0,141}{0,340} = 0,414$$

$$m_7 \{C\} = \frac{0,025}{1-(0,098+0,393+0,169)} = \frac{0,025}{0,340} = 0,072$$

$$m_7 \{B\} = \frac{0,098}{1-(0,098+0,393+0,169)} = \frac{0,098}{0,340} = 0,289$$

$$m_7 \{B, E\} = \frac{0,025}{1-(0,098+0,393+0,169)} = \frac{0,025}{0,340} = 0,072$$

$$m_7 \{B,D, F\} = \frac{0,042}{1-(0,098+0,393+0,169)} = \frac{0,042}{0,340} = 0,124$$

$$m_7 \{ \theta \} = \frac{0,011}{1-(0,098+0,393+0,169)} = \frac{0,011}{0,340} = 0,031$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka disimpulkan bahwa dengan timbulnya gejala yang keempat (tinta printer banjir), maka didapatkan nilai kemungkinan Kerusakan Total pada *Catridge* (B) dengan nilai *believe* (keyakinan) adalah 0,414 dan nilai *palusibility* (ketidakpastian) adalah 0,031.

Selanjutnya adalah menghitung nilai densitas baru akibat adanya gejala yang baru yang diinput oleh *user* dengan jawaban YA.

- e. Gejala 5 : Terdengar bunyi seperti retakan dari dalam printer saat mencetak dengan nilai bobot 0,9

Berdasarkan data gejala-gejala kerusakan printer, maka gejala terdengar seperti bunyi retakan dari dalam printer merupakan kerusakan *Fanbelt Printer Rusak* (F), maka :

$$m_8 = \{C\} = 0,9$$

$$m_8(\theta) = 1 - 0,9$$

$$= 0,1$$

Tabel 3.13 : Aturan Kombinasi Untuk Nilai  $m_9$  kombinasi baru ( $m_9$ ) adalah :

$$m_9 \{F\} = \frac{0,112 + 0,028}{1-(0,373+0,065+0,260+0,065)} = \frac{0,140}{0,238} = 0,582$$

$$m_9 \{E\} = \frac{0,041}{1-(0,373+0,065+0,260+0,065)} = \frac{0,041}{0,238} = 0,172$$

$$m_9 \{C\} = \frac{0,007}{1-(0,373+0,065+0,260+0,065)} = \frac{0,007}{0,238} = 0,030$$

$$m_9 \{B\} = \frac{0,029}{1-(0,373+0,065+0,260+0,065)} = \frac{0,029}{0,238} = 0,121$$

$$m_9 \{B, E\} = \frac{0,007}{1-(0,373+0,065+0,260+0,065)} = \frac{0,007}{0,238} = 0,030$$

$$m_9 \{B,D, F\} = \frac{0,012}{1-(0,373+0,065+0,260+0,065)} = \frac{0,012}{0,386} = 0,052$$

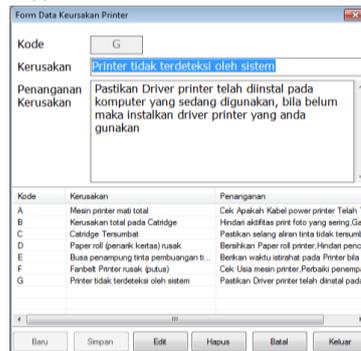
$$m_{\theta} \{ \theta \} = \frac{0,003}{1-(0,373+0,065+0,260+0,065)} = \frac{0,003}{0,386} = 0,013$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka disimpulkan bahwa dengan timbulnya gejala yang kelima (Terdengar bunyi seperti retakan dari dalam printer saat mencetak), maka didapatkan nilai kemungkinan Kerusakan *Cartridge* Tersumbat (C) dengan nilai *believe* (keyakinan) adalah 0,582 dan nilai *palusibility* (ketidakpastian) adalah 0,013.

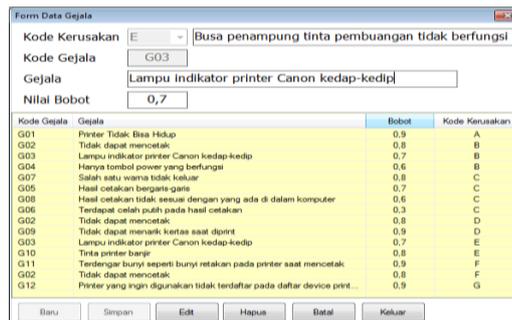
Setelah seluruh proses penelusuran informasi yang diberikan oleh *user* ke dalam sistem, maka sistem dapat memberikan kesimpulan kerusakan printer yang sedang didiagnosa oleh sistem pakar adalah *Fanbelt Printer* Rusak (Putus) dengan nilai *believe* adalah 0,587 atau 59%

**IMPLEMENTASI**

Implementasi *Form* Data Kerusakan Printer



Gambar 1 Implementasi *Form* Data Kerusakan  
Implementasi *Form* Data Gejala



Gambar 2 Implementasi *Form* Data Gejala

**KESIMPULAN**

Penyusunan *rule* untuk mendiagnosa kerusakan printer dapat dilakukan berdasarkan teknik *forward chaining* atau *backward chaining*. Penyusunan *rule* diagnosa kerusakan printer dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan teknik forward chaining, yaitu sebuah teknik metode penyelesaian masalah yang digunakan untuk mendapatkan solusi dari suatu *problem* berdasarkan kondisi yang ada atau suatu proses yang memulai pencarian dari premis atau data menuju pada konklusi (*data-driven*). Untuk menentukan sebuah kesimpulan kerusakan printer, maka dapat disebabkan oleh beberapa gejala yang menjadi proposisi dalam diagnosa, masing-masing gejala tersebut dihubungkan dengan operator AND.

**DAFTAR PUSTAKA**

Afyenni Rita, 2014 . Perancangan Data Flow Diagram Untuk Sistem Informasi Sekolah. Jurnal Teknoif, 2338-2724.II.  
 Dahria Muhammad,dkk ,2013. Sistem Pakar Merode Dempster-Shafer untuk Menentukan Jenis Gangguan Perkembangan Pada Anak. Jurnal Saintikom,1978-6603, XII.  
 Havaluddin, 2009. Memahami Penggunaan Diagram Arus Data. Jurnal Informatika Mulawarman,IV.  
 Komputer Wahana. 2010. Membuat Aplikasi Client Server dengan Visual Basic 2008.Semarang.  
 Manaor Akim.2013.Perancangan Sistem Pakar Deteksi Kerusakan Printer Canon Berbasis Web. Jurnal Kaputama, 1979-6641. VII.  
 Priyanto Rahmat 2009. Langsung Bisa Visual Basic.Net 2008.Yogyakarta.  
 Suriyanti, 2013. Aplikasi Sistem Pakar Pendeteksi Kerusakan Printer Dengan Case Based Reasoning. Jurnal Pelita Informatika Budi Darma, 2301-9425.III.  
 Sutojo, dkk. 2011. Kecerdasan Buatan . Penerbit Andi . Yogyakarta.

Tamin Rosmawati. 2015. Sistem Pakar Untuk Kerusakan Pada Printer Menggunakan Metode Forward Chaining. *Jurnal Ilmu Komputer Fikom Unasman*, 2442-4512, I.

Yuliaman Yeremia.2013. Pengembangan Siste Informasi Pendataan Jemaat Gereja Masehi Advent Hari Ketujuh Konferens Jawa Kawasan Timur Berbasis Web. *Jurnal Stikom Surabaya*, 2338-137X,II.

## PENERAPAN METODE KOHONEN DAN ADAPTIVE RESONANCE THEORY UNTUK PENGENALAN POLA TANDA TANGAN

Windra Pratama

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Tanda tangan digunakan dalam pembuktian identitas perbankan, pendidikan, usaha dan lain – lain. Tanda tangan yang digunakan akan dicek keasliannya dengan cara membandingkannya dengan tanda tangan yang asli. Kurangnya ketelitian dalam pengecekan tanda tangan adalah salah satu permasalahan dalam pengecekan tanda tangan secara manual. Oleh karena itu, dikembangkan sebuah sistem pengenalan pola tanda tangan yang dapat membantu mengatasi permasalahan tersebut. Dengan adanya masalah yang didapat dari sistem yang telah ada sangatlah disayangkan jika hal ini harus berkelanjutan, Maka perlu adanya suatu perhatian lebih dari pihak perusahaan akan kekurangan dari sistem tersebut, akan lebih baik jika sistem didukung oleh sistem komputerisasi, agar kedepannya mampu memberikan kemudahan serta kelancaran dalam pengenalan pola tanda tangan. Adaptive Resonance Theory (ART) adalah jaringan saraf memiliki input dan output neuron saling digabungkan melalui bottom-up dan bobot adaptif top-down yang melakukan pengakuan. jaringan pertama dilatih sesuai dengan teori resonansi adaptif dengan memasukkan data pola referensi di bawah bentuk 5'5 matriks.

**Kata Kunci:** Tanda Tangan, pengenalan pola, jaringan saraf tiruan, adaptive resonance theory.

### PENDAHULUAN

Jaringan saraf tiruan adalah system pengolahan informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan saraf biologis, seperti proses informasi pada otak manusia. Jaringan saraf tiruan dapat dilatih untuk mengenali pola atau klasifikasi data (Sutojo et al. 2011). Adapun jaringan saraf tiruan tersebut memiliki dua jenis pelatihan yaitu supervise idan tanpa supervise. Beberapa metode jaringan saraf tiruan yang termasuk dalam pelatihan supervise antara lain *Adaline*, *Backpropagation*, *Perceptron* dan lainnya. Dan untuk pelatihan tanpa supervise rmasuk diantaranya *Adaptive Resonance Theory (ART)* dan Kohonen.

Tandatangan, dalam arti umum, adalah suatu susunan (huruf) tanda berupa tulisan dari yang menandatangani, dengan mana orang yang membuat pernyataan atau keterangan tersebut dapat diindividualisasikan (Budiono, 2007). Tanda tangan telah menjadi pembuktian identitas masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Tanda tangan digunakan dalam bidang perbankan, kesehatan, pendidikan dan bidang-bidang lainnya yang membutuhkan pembuktian identitas.

Tanda tangan yang digunakan akan dicek keasliannya dengan membandingkan tandatangan tersebut dengan tandatangan yang sah yang dapat disebut dengan pengecekan secara manual, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya pemalsuan tandatangan. Pengecekan tandatangan memerlukan ketelitian dari petugas yang mengecek tandatangan tersebut.

Jaringan kohonen termasuk dalam pembelajaran takterawasi (*unsupervised learning*). Jaringan in ipertama kali diperkenalkan oleh Teuvo Kohonen (1981). Pada jaringan kohonen, suatu lapisan yang berisi *neuron-neuron* akan menyusun dirinya sendiri berdasarkan input nilai tertentu dalam suatu kelompok yang dikenal dengan istilah *cluster*. (RezzyEko, 2014).

Metode Kohonen merupakan proses *unsupervised learning* yang mempelajari distribusi himpunan pola-pola tanpa informasi kelas. Metode kohonen merupakan salah satu metode dari jaringan saraf tiruan yang digunakan untuk membagi polamasukkan kedalam beberapa kelompok (*cluster*). Masukan disini berupa pola, jumlah kelompok maksimum, jari-jari sekitartitik, serta laju pemahaman dan koefisien penurunanya (Prof. Dr. Soepomo, 2013).

*Adaptive Resonance Theory (ART)* adalah jaringan saraf memiliki input dan output *neuron* saling digabungkan melalui *bottom-up* dan bobot *adaptif top-down* yang melakukan pengakuan. jaringan pertama dilatih sesuai dengan teori resonansi *adaptif* dengan memasukkan data pola referensi di bawah bentuk 5'5 matriks (MbaitigaZacharie, 2007).

Penelitian ini bertujuan Pengenalan pola tandatangan menggunakan jaringan saraf tiruan, Pengimplementasian pola tandatangan menggunakan Metode Kohonen dan Adaptive Resonance Theory (ART).

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu contoh tanda tangan sebagai objek pengenalan pola tanda tangan, Aplikasi Matlab sebagai alat pengujian.

**Metode**

**Jaringan Syaraf Tiruan**

Jaringan saraf tiruan adalah paradigma pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem saraf secara biologis, seperti proses informasi pada otak manusia. Elemen kunci dari paradigma ini adalah struktur dari sistem pengolahan informasi yang terdiri dari sejumlah besar elemen pemrosesan yang saling berhubungan (neuron), bekerja serentak untuk menyelesaikan masalah tertentu.

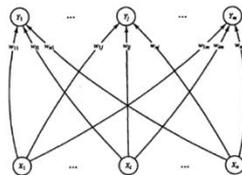
Cara kerja jaringan saraf tiruan seperti cara kerja manusia, yaitu belajar melalui contoh. Sebuah jaringan saraf tiruan dikonfigurasi untuk aplikasi tertentu, seperti pengenalan pola atau klasifikasi data, melalui proses pembelajaran. Belajar dalam sistem biologis melibatkan penyesuaian terhadap koneksi sinaptik yang ada antara neuron. Hal ini berlaku juga untuk jaringan saraf tiruan.

1. Jaringan saraf tiruan mempunyai kemampuan yang luar biasa untuk mendapatkan informasi dari data yang rumit atau tidak tepat, mampu menyelesaikan permasalahan yang tidak terstruktur dan sulit didefinisikan, dapat belajar dari pengalaman, mampu mengakuisisi pengetahuan walaupun tidak ada kepastian, mampu melakukan generalisasi dan ekstraksi dari suatu pola data tertentu, dapat menciptakan suatu pola pengetahuan melalui pengaturan diri atau kemampuan belajar (*self organizing*), mampu memilih suatu input data ke dalam kategori tertentu yang sudah ditetapkan (klasifikasi), mampu menggambarkan suatu objek secara keseluruhan walaupun hanya diberikan sebagian data dari objek tersebut (asosiasi), mempunyai kemampuan mengolah data – data input tanpa harus mempunyai target (*self organizing*), dan mampu menemukan jawaban terbaik sehingga mampu meminimalisasi fungsi biaya (optimasi). (Sutojo *et al*, 2011).

**Metode Arsitektur Jaringan Kohonen**

Misalkan masukan berupa vektor yang terdiri dari n komponen yang akan dikelompokkan dalam maksimum m buah kelompok (disebut vektor contoh). Keluaran jaringan adalah kelompok yang paling dekat dengan masukan yang diberikan. Ada beberapa ukuran kedekatan yang dapat dipakai. Ukuran yang sering dipakai adalah jarak Euclidean yang paling minimum.

Bobot – bobot vektor contoh berfungsi sebagai penentu kedekatan vektor contoh tersebut dengan masukan yang diberikan. Selama proses pengaturan, vektor contoh yang pada saat itu paling dekat dengan masukan akan muncul sebagai pemenang. Vektor pemenang (dan vektor - vektor sekitarnya) akan dimodifikasi bobotnya. Arsitektur jaringan Kohonen tampak dalam gambar 2.5. Arsitektur ini mirip dengan model lain. Hanya saja jaringan Kohonen tidak menggunakan perhitungan net (hasil kali vektor masukan dengan bobot) maupun fungsi aktivasi (Siang, 2005).



Gambar 1 Arsitektur Jaringan Kohonen  
Sumber : Fauset, 1993

**Algoritma Jaringan Kohonen**

Algoritma pengelompokan pola jaringan Kohonen adalah sebagai berikut (Siang, 2005).

1. Inisialisasi
  - a. Bobot  $w_{ji}$  acak.
  - b. Laju pemahaman awal dan faktor penurunannya.
  - c. Bentuk dan jari-jari (R) topologi sekitarnya.
2. Selama kondisi penghentian bernilai salah, dilakukan langkah 2-7
3. Untuk setiap vektor masukan x, dilakukan langkah 3-5
4. Dihitung  $D(j) = \sum (w_{ji} - x_i)^2 \dots \dots \dots (2.3)$   
Untuk semua j.
5. Ditentukan indeks j sedemikian hingga D (j) minimum.
6. Untuk setiap unit j di sekitar j dimodifikasi bobot :  
 $W_{ji}^{baru} = w_{ji}^{lama} + \alpha (x_i - w_{ji}^{lama}) \dots \dots \dots (2.4)$
7. Dimodifikasi laju pemahaman
8. Diuji kondisi penghentian  
Kondisi penghentian iterasi adalah selisih antara  $w_{ji}$  saat dengan  $w_{ji}$  pada iterasi sebelumnya. Apabila

semua  $w_{ji}$  hanya berubah sedikit saja, berarti iterasi sudah mencapai konvergensi sehingga dapat dihentikan.

Keterangan :

- $X_i$  : input vektor
- $w_{ji}$  : bobot untuk setiap *input* vektor  $x_i$
- $\alpha$  : laju pemahaman

**Metode Adaptive Resonance Theory (ART)**

Pada tahun 1987, Stephen Grossberg dan Gail Carpenter menerbitkan versi pertama dari jaringan *Adaptive Resonance Theory* (ART). Termasuk dalam pelatihan jaringan saraf tiruan tanpa supervisi yang tujuannya digunakan dalam pengenalan pola atau khususnya mengkategorikan pola ke kelompok – kelompok. *Adaptive Resonance Theory* (ART) kemungkinan dapat menemukan kelompok baru. Jaringan ART telah banyak dikembangkan. Beberapa diantaranya :

1. ART1 didesain untuk mengelompokkan vektor – vektor masukan biner.
2. ART2 dikembangkan untuk melatih masukan – masukan berlanjut (terus menerus).
3. ART3 adalah lanjutan pengembangan ART2 dengan mengadaptasi proses biologi seperti proses kimia pada sinapsis (Kriesel, 2007).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tanda tangan telah digunakan oleh masyarakat umum dalam pembuktian identitas di kehidupan sehari-hari. Tanda tangan digunakan dalam pembuktian identitas dalam bidang perbankan, pendidikan, usaha dan lain – lain. Tanda tangan yang digunakan akan dicek keasliannya dengan cara membandingkannya dengan tanda tangan yang asli. Kurangnya ketelitian dalam pengecekan tanda tangan adalah salah satu permasalahan dalam pengecekan tanda tangan secara manual. Oleh karena itu, dikembangkan sebuah sistem pengenalan pola tanda tangan yang dapat membantu mengatasi permasalahan tersebut. Pengenalan pola tanda tangan akan diimplementasikan menggunakan jaringan saraf tiruan tanpa supervisi yaitu metode Kohonen dan metode ART1.

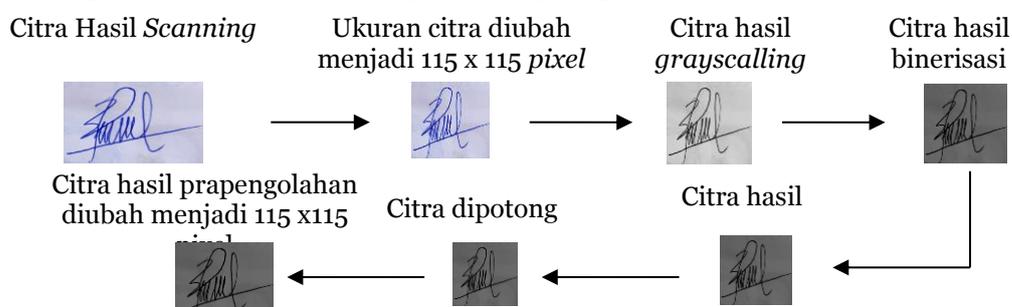
**Analisa Proses**

Dalam sistem ini ada empat proses yang terjadi yaitu prapengolahan citra, ekstraksi fitur, pelatihan jaringan dan pengujian jaringan. Citra yang digunakan adalah citra tanda tangan. Ekstraksi fitur yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Transformasi Wavelet 2D*. Pelatihan dan pengenalan pola tanda tangan dalam penelitian ini menggunakan metode Kohonen dan ART1.

**Prapengolahan Citra**

Citra tanda tangan yang akan digunakan sebagai masukan jaringan saraf tiruan diolah terlebih dahulu melalui proses prapengolahan citra. Adapun proses pengolahan tersebut diawali dengan mengubah ukuran citra asli (citra hasil scanning) menjadi 115 x 115 piksel. Selanjutnya, citra diubah menjadi citra abu – abu (*grayscale*). Setelah itu dilakukan proses pengambangan pada citra abu-abu yang menghasilkan citra biner. Citra biner tersebut ditipiskan (*thinning*).

Selanjutnya, citra tersebut dipotong dengan menghapus kolom dan baris yang tidak memiliki nilai 1 (putih). Citra akhir hasil prapengolahan diubah kembali ukurannya menjadi 115 x 115 piksel. Adapun langkah – langkah tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1 Prapengolahan Citra

**Ekstraksi Fitur**

Ekstraksi fitur merupakan proses mengambil nilai – nilai fitur dari suatu objek. Nilai – nilai fitur tersebut digunakan dalam proses komputasi. Oleh karena itu, nilai – nilai fitur harus dapat mewakili suatu objek dengan tepat. Metode ekstraksi fitur yang digunakan pada penelitian ini adalah Transformasi

Wavelet 2D dengan dekomposisi 3 (tiga) tingkatan. Adapun hasil ekstraksi fitur pada citra tanda tangan dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 Ekstraksi Fitur

### Pengujian Dengan Metode Kohonen dan *Adaptive Resonance Theory* (ART)

Pengujian pola tanda tangan pada penelitian ini menggunakan kohonen *Adaptive Resonance Theory*. Adapun langkah-langkah penerapannya adalah sebagai berikut :

#### 1. Jaringan Kohonen

Diketahui 4 (empat) vektor  $x(1) = (0.2, 0.3, 0.4, 0.5)$ ,  $x(2) = (0.1, 0.2, 0.6, 0.1)$ ,  $x(3) = (0.2, 0.4, 0.5, 0.3)$  dan  $x(4) = (0.1, 0.0, 0.2, 0.3)$ . Digunakan jaringan Kohonen untuk mengelompokkan 4 (empat) buah vektor tersebut ke dalam maksimum 2 (dua) buah kelompok. Digunakan laju pemahaman awal  $\alpha(0) = 0.6$  dan  $\alpha(t + 1) = 0.5\alpha(t)$ . Jari – jari vektor sekitar yang dimodifikasi = 0 (berarti hanya vektor pemenang yang dimodifikasi bobotnya pada setiap langkah).

Penyelesaian

Inisialisasi :

$$1. \text{ Bobot } w_{ji} = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.6 & 0.5 & 0.9 \\ 0.8 & 0.4 & 0.7 & 0.3 \end{bmatrix}$$

$$2. \text{ Laju pemahaman } \alpha(0) = 0.6 \text{ dan } \alpha(t + 1) = 0.5 \alpha(t)$$

$$3. \text{ Jari-jari} = 0$$

Pengujian dilakukan untuk setiap vektor :

Untuk vektor  $x(1) = (0.2, 0.3, 0.4, 0.5)$

Sesuai dengan persamaan 2.3 dihitung D(j)

$$D(1) = (0.2 - 0.2)^2 + (0.6 - 0.3)^2 + (0.5 - 0.4)^2 + (0.9 - 0.5)^2 \\ = 0.0 + 0.09 + 0.01 + 0.16 = 0.26$$

$$D(2) = (0.8 - 0.2)^2 + (0.4 - 0.3)^2 + (0.7 - 0.4)^2 + (0.3 - 0.5)^2 \\ = 0.36 + 0.01 + 0.09 + 0.04 = 0.5$$

D(j) minimum untuk  $j = 1$ , maka vektor bobot baris 1 dimodifikasi menurut persamaan 2.3

$$W_{11} = 0.2 + 0.6 (0.2 - 0.2) = 0.2 + 0 = 0.2$$

$$W_{12} = 0.6 + 0.6 (0.3 - 0.6) = 0.6 + (-0.18) = 0.42$$

$$W_{13} = 0.5 + 0.6 (0.4 - 0.5) = 0.5 + (-0.06) = 0.44$$

$$W_{14} = 0.9 + 0.6 (0.5 - 0.9) = 0.9 + (-0.24) = 0.66$$

Didapatkan vektor bobot baru :

$$w = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.42 & 0.44 & 0.66 \\ 0.8 & 0.4 & 0.7 & 0.3 \end{bmatrix}$$

Untuk vektor  $x(2) = (0.1, 0.2, 0.6, 0.1)$  :

Sesuai dengan persamaan 2.3 dihitung D(j)

$$D(1) = (0.2 - 0.1)^2 + (0.42 - 0.2)^2 + (0.44 - 0.6)^2 + (0.66 - 0.1)^2 \\ = 0.01 + 0.0484 + 0.0256 + 0.3136 = 0.3976$$

$$D(2) = (0.8 - 0.1)^2 + (0.4 - 0.2)^2 + (0.7 - 0.6)^2 + (0.3 - 0.1)^2 \\ = 0.49 + 0.04 + 0.01 + 0.04 = 0.58$$

D(j) minimum untuk  $j = 1$ . Maka vektor bobot di baris 1 dimodifikasi menurut persamaan

#### 2.4.

$$w_{11} : 0.2 + 0.6 (0.1 - 0.2) = 0.2 + (-0.06) = 0.14$$

$$w_{12} : 0.42 + 0.6 (0.2 - 0.42) = 0.42 + (-0.1320) = 0.288$$

$$w_{13} : 0.44 + 0.6 (0.6 - 0.44) = 0.44 + 0.096 = 0.536$$

$$w_{14} : 0.66 + 0.6 (0.1 - 0.66) = 0.66 + (-0.336) = 0.324$$

Didapatkan vektor bobot baru :

$$w = \begin{bmatrix} 0.14 & 0.288 & 0.536 & 0.324 \\ 0.8 & 0.4 & 0.7 & 0.3 \end{bmatrix}$$

Untuk vektor x (3) = (0.2, 0.4, 0.5, 0.3) :

Sesuai dengan persamaan 2.3 dihitung D (j).

$$D(1) = (0.14 - 0.2)^2 + (0.288 - 0.4)^2 + (0.536 - 0.5)^2 + (0.324 - 0.3)^2 = 0.0036 + 0.0125 + 0.0013 + 0.000576 = 0.018$$

$$D(2) = (0.8 - 0.2)^2 + (0.4 - 0.4)^2 + (0.7 - 0.5)^2 + (0.3 - 0.3)^2 = 0.36 + 0.0 + 0.04 + 0.0 = 0.4$$

D(j) minimum untuk j = 1. Maka vektor bobot di baris 1 dimodifikasi menurut persamaan 2.4.

$$w_{11} : 0.14 + 0.6 (0.2-0.14) = 0.14 + 0.036 = 0.176$$

$$w_{12} : 0.288 + 0.6 (0.4-0.288) = 0.288 + 0.0672 = 0.3552$$

$$w_{13} : 0.536 + 0.6 (0.5-0.536) = 0.536 + (-0.0216) = 0.5144$$

$$w_{14} : 0.324 + 0.6 (0.3 - 0.324) = 0.324 + (-0.0144) = 0.3096$$

Didapatkan vektor bobot baru :

$$w = \begin{bmatrix} 0.176 & 0.3552 & 0.5144 & 0.3096 \\ 0.8 & 0.4 & 0.7 & 0.3 \end{bmatrix}$$

Untuk vektor x (4) = (0.1, 0.0, 0.2, 0.3) :

Sesuai dengan persamaan 2.3 dihitung D (j).

$$D(1) = (0.176 - 0.1)^2 + (0.3552 - 0.0)^2 + (0.5144 - 0.2)^2 + (0.3096 - 0.3)^2 = 0.49 + 0.1262 + 0.0988 + 0.00009216 = 0.7151$$

$$D(2) = (0.8 - 0.1)^2 + (0.4 - 0.0)^2 + (0.7 - 0.2)^2 + (0.3 - 0.3)^2 = 0.49 + 0.16 + 0.25 + 0.0 = 0.9$$

D(j) minimum untuk j = 1. Maka vektor bobot di baris 1 dimodifikasi menurut persamaan 2.4.

$$w_{11} : 0.176 + 0.6 (0.1-0.176) = 0.176 + (-0.0456) = 0.1304$$

$$w_{12} : 0.3552 + 0.6 (0.0-0.3552) = 0.3552 + (-0.2131) = 0.1421$$

$$w_{13} : 0.5144 + 0.3 (0.2-0.5144) = 0.5144 + (-0.1886) = 0.3258$$

$$w_{14} : 0.3096 + 0.6 (0.3 - 0.3096) = 0.3096 + (-0.0058) = 0.3038$$

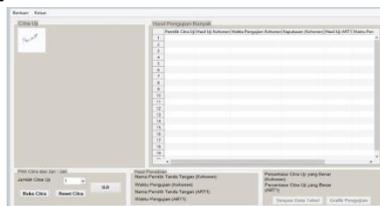
Didapatkan vektor bobot baru :

$$w = \begin{bmatrix} 0.1304 & 0.1421 & 0.3258 & 0.3038 \\ 0.8 & 0.4 & 0.7 & 0.3 \end{bmatrix}$$

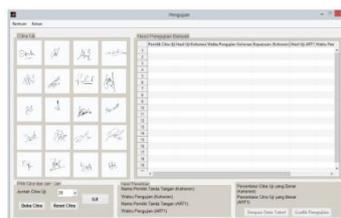
Sebelum melanjutkan iterasi kedua dalam mengubah bobot, terlebih dahulu dilakukan modifikasi laju pemahaman.

### Implementasi

Tampilan Form Pengujian Satu Citra



Gambar 3 Tampilan Form Satu Citra  
TampilanForm Pengujian20 Citra



Gambar 4 Tampilan Form 20 Citra Uji

**KESIMPULAN**

Jaringan saraf tiruan tanpa supervise yaitu metode Kohonen dan metode ART1 dapat melakukan pembelajaran dan pengenalan pola tanda tangan, Untuk proses pelatihan metode ART1 dengan pelatihan cepat (fast learning) parameter vigilance 0.5 dan iterasi maksimum 1000 menghasilkan waktu 6.83757 detik. Berdasarkan hasil pelatihan tersebut, dapat disimpulkan bahwa proses pelatihan metode ART lebih cepat dibandingkan proses pelatihan metode Kohonen. Metode Kohonen dan metode ART dapat mengenali citra yang telah dilatih dengan tepat. Pengujian menggunakan metode Kohonen dan ART dalam mengenali citra yang telah dilatih dengan persentase akurasi 100%.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Yeni Nuraeni. 2009. Jurnal Penerapan Jaringan syaraf tiruan untuk mengukur tingkat kolerasi antara NEM dengan IPK kelulusan Mahasiswa.
- Jong Jek Siang, 2009. "Jaringan Syaraf Tiruan". ANDI Yogyakarta.
- Djon Irwanto, 2006 Perancangan Object Oriented Software dengan UML, Penerbit Andi.
- Wahana Komputer, 2013. Ragam aplikasi Pengolahan Citra Digital, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Yuni Sugiarti, 2013. Analisis & Perancangan UML Generated VB. 6, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, Edisi 1.

**PENERAPAN ALGORITMA VIGENERE CIPHER DAN PLAYFAIR CIPHER UNTUK MENGAMANKAN TEKS****Yulia Dwi Santika**STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpj87@gmail.com](mailto:iqbalpj87@gmail.com)

**Abstrak,** Algoritma klasik substitusi yang masih banyak digunakan untuk penyandian pesan sekarang yaitu algoritma *Vigenere cipher*, dan *Playfair cipher*. *Playfair cipher* merupakan salah satu teknik kriptografi dimana pesan dienkripsi berdasarkan pasangan huruf (*bigram*), bukan huruf tunggal seperti pada *cipher* klasik lainnya. *Vigenere cipher* merupakan salah satu metode peng-enkripsi-an teks alphabet menggunakan seri lain dari *Caesar cipher* yang berdasarkan suatu kunci. Pada skripsi ini penulis mencoba menerapkan algoritma *Vigenere Cipher* dan *Playfair Cipher* untuk mengamankan teks pada sebuah file. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma *Vigenere Cipher* dan *Playfair Cipher* untuk mengamankan sebuah teks didalam file, perancangan sistem untuk mendapatkan output dilakukan dengan cara Algoritma *Playfair cipher* digunakan sebagai kunci yang akan digunakan pada enkripsi teks pada sebuah file dengan algoritma *Vigenere cipher*. Dengan menerapkan algoritma ini diharapkan dapat Mengamankan teks pada sebuah file dengan menggunakan teknik penyandian algoritma *Vigenere cipher* dan *Playfair cipher* dan Aplikasi yang dirancang dapat melakukan penyandian teks dengan algoritma *Vigenere cipher* yang memiliki kunci telah terenkrip dengan *Playfair cipher* sehingga dapat diterapkan dalam file teks yang ada.

**Kata Kunci:** *Vigenere Cipher*, *Playfair Cipher*, Teks

**PENDAHULUAN**

Algoritma kriptografi klasik masih banyak digunakan yaitu substitusi tapi tidak untuk informasi yang butuh keamanan yang sangat kuat. Algoritma klasik substitusi yang masih banyak digunakan untuk penyandian pesan sekarang yaitu algoritma *Vigenere cipher*, *Caesar Cipher*, dan *Playfair cipher*.

Algoritma *Vigenere* sangat sederhana tapi dapat memberikan kesan hiburan bagi orang yang menggunakan penyandian pesan tersebut secara tabel bujursangkar *vigenere* atau matematikanya. Sedangkan teknik penyandian algoritma klasik substitusi lainnya yang banyak digunakan yaitu *Playfair cipher*. Algoritma *Playfair cipher* menggunakan bujursangkar 5 x 5 yang mana substitusi karakter dilakukan dari dalam bujursangkar tersebut. *Playfair cipher* sering digunakan untuk ajang permainan puzzle kata atau karakter huruf tapi kekurangan pada *playfair cipher* yaitu jumlah karakter huruf ada 25 karakter atau huruf "J" dihilangkan sangat berbeda dengan *Vigenere cipher* yang tetap menggunakan 26 karakter huruf.

*Playfair cipher* juga termasuk algoritma penyandian teknik enkripsi simetrik yang termasuk dalam sistem substitusi digraph pada kriptografi klasik. *Playfair cipher* juga termasuk penyandian yang sulit dipecah. Penelitian tentang algoritma *Playfair cipher* dilakukan oleh Rina Chandra Noer Santi pada tahun 2010 dengan jurnalnya yang berjudul "Implementasi Algoritma Enkripsi *Playfair* pada File Teks" dengan hasil pembahasannya "Pembuatan teknik kriptografi enkripsi dekripsi dengan menggunakan metode *playfair* dapat melindungi data dimana program akan melakukan proses enkripsi hanya berupa huruf dengan menggunakan tabel 5 X 5."

Penggabungan beberapa algoritma kriptografi klasik dapat digunakan dalam penyandian teks dan memberikan tingkat keamanan data teks yang baik dari pada hanya menggunakan satu algoritma kriptografi klasik. Penggabungan /kombinasi algoritma kriptografi klasik yang dilakukan oleh Hendro Eko Prabowo dan dan Arimaz Hangga pada Prosiding SNST ke-6 Tahun 2015 dengan jurnal yang berjudul "Metoda *Vigenere Chiper Double Columnar Transposition* Sebagai Modifikasi Teknik Kriptografi Dalam Pembentukan Kunci" dan tujuan penelitiannya yaitu "Penggunaan *Caesar cipher* dan *double columnar transposition cipher* untuk pembentukan kunci yang akan digunakan pada enkripsi metode *vigenere cipher*, pembentukan kunci baru dari *vigenere cipher* dengan memanfaatkan metode *double columnar transposition cipher*". Penelitian Hendro dan Arimaz tersebut menggunakan tiga algoritma kriptografi klasik yaitu algoritma *Caesar cipher*, algoritma *Double Coloumnar*, dan *Vigenere cipher*.

Penulis juga tertarik melakukan penelitian pengaman teks seperti yang dilakukan Rina Chandra Noer Santi dan mengkombinasikan algoritma kriptografi klasik yang dilakukan oleh Hendro Eko Prabowo dan dan Arimaz Hangga. Adapun agoritma kriptografi klasik yang dipilih untuk pengamanan teks adalah *Vigenere cipher* dan *Playfair cipher*. Alasan penulis memilih kedua agoritma tersebut adalah algoritma *vigenere* dan *playfair cipher* sangat banyak digunakan dan sederhana namun masih sulit dipecahkan. Penggabungan penyandian yang dilakukan diharapkan dapat menguatkan pengamanan dengan kesederhanaan kedua algoritma *vigenere* dan *playfair cipher*.

Penelitian ini bertujuan menerapkan teknik penyandian *Vigenere cipher* dan *Playfair cipher* terhadap teks serta merancang aplikasi penyandian teks dengan algoritma *Vigenere cipher* dan *Playfair cipher*.

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu file yang tidak terformat (*unformatted text*) dengan ekstensi txt sebagai teks yang digunakan, Jumlah karakter teks yang dienkripsi dan dekripsi dalam analisa yang digunakan sebagai contoh sebanyak 26 karakter, bahasa pemrograman visual basic 2008 sebagai alat perancangan aplikasi yang akan dibangun

**Metode**

**Vigenere Cipher**

*Vigenere cipher* mungkin adalah contoh terbaik dari *cipher* alphabet-majemuk ‘manual’. Algoritma ini dipublikasikan oleh diplomat (sekaligus seorang kriptologis) perancis, *Blaise de Vigènere* pada abad 16. *Vigènere cipher* dipublikasikan pada tahun 1586. *Cipher* ini berhasil dipecahkan oleh Babbage dan Kasiski pada pertengahan abad 19. *Vigènere cipher* digunakan oleh tentara Konfederasi (*Confederate Army*) pada perang sipil Amerika (*American Civil war*). (Munir, R, 2006, 79).

Rinaldi Munir dalam bukunya juga menyebutkan *Cipher* menggunakan bujursangkar *Vigènere* untuk melakukan enkripsi. Kolom paling kiri dari bujursangkar menyatakan huruf-huruf kunci, sedangkan baris paling atas menyatakan huruf-huruf plainteks. Setiap baris dalam bujursangkar menyatakan huruf-huruf cipherteks, yang mana jumlah pergeseran huruf plainteks ditentukan nilai numerik huruf kunci tersebut ( yaitu, A = 0, B = 1, C = 2,..., Z = 25). Bujursangkar *vigènere* digunakan untuk memperoleh cipherteks dengan menggunakan kunci yang sudah ditentukan. Jika panjang kunci lebih pendek dari pada panjang plainteks, maka kunci diulang penggunaanya (sistem periodik). Bila panjang kunci adalah m, maka periodenya dikatakan m. sebagai contoh, jika plainteks adalah THIS PLAINTEXT dan kunci adalah sony maka penggunaan kunci secara periodik adalah sebagai berikut

**Plainteks : THIS PLAINTEXT**  
**Kunci : SONY SONYSONYS**

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
| A | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
| B | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A |
| C | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B |
| D | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C |
| E | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D |
| F | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E |
| G | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F |
| H | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G |
| I | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H |
| J | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| K | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| L | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
| M | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
| N | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| O | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
| P | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
| Q | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
| R | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q |
| S | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |
| T | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S |
| U | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T |
| V | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U |
| W | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V |
| X | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W |
| Y | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X |
| Z | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y |

Gambar 1 Bujursangkar Vigenere  
Sumber : Rinaldi Munir, Kriptografi, 2006; 80

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
| A | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
| B | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A |
| C | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B |
| D | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C |
| E | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D |
| F | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E |
| G | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F |
| H | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G |
| I | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H |
| J | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| K | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| L | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
| M | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
| N | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| O | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
| P | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
| Q | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
| R | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q |
| S | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |
| T | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S |
| U | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T |
| V | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U |
| W | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V |
| X | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W |
| Y | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X |
| Z | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y |

Gambar 2 Enkripsi huruf T dengan kunci S  
Sumber : Rinaldi Munir, Kriptografi, 2006; 80

Maka berikut hasil cipherteks keseluruhan  
**Cipherteks : LVVQ HZNGFHRVL**

Secara matematis, misalkan kunci dengan panjang m adalah rangkaian  $k_1k_2...k_m$ , plainteks adalah rangkaian  $p_1p_2...p_t$ , dan cipherteks adalah rangkaian  $c_1c_2...c_m$ , maka enkripsi pada *vigenere cipher* dapat dinyatakan sebagai:

$$c_i = (p_i + k_i) \text{ mod } 26 \quad (1 \leq i \leq t)$$

dan

$$i = r \pmod{m} \quad (1 \leq r \leq t)$$

Pada contoh di atas, huruf T dienkripsi dengan kunci s sebagai :

$$(T + s) \pmod{26} = (19 + 18) \pmod{26} = 11 = L$$

huruf H dienkripsi dengan kunci o sebagai :

$$(H + o) \pmod{26} = (7 + 14) \pmod{26} = 21 = V$$

demikian seterusnya untuk huruf-huruf plainteks lainnya (Catatan : ‘A’ = 0, ‘B’ = 1,...,’Z’ = 25) (Munir. R, 2006, 82).

Dekripsi pada *vigenere cipher* dilakukan dengan cara berkebalikan, yaitu menarik garis mendatar pada huruf kunci sampai ke huruf cipherteks yang dituju, lalu dari huruf cipherteks tarik garis vertikal ke atas sampai ke huruf plainteks. Secara matematis dinyatakan dengan persamaan

$$p_i = (c_i + k_r) \pmod{26}$$

Kelemahan *Vigenere cipher* adalah kunci yang pendek dan diulang secara periodik. Untuk memecahkan *Vigenere cipher*, cukup menentukan kuncinya(Munir. R, 2006, 82).

### Playfair Cipher

Algoritma *Playfair cipher* adalah algoritma kriptografi yang dikembangkan oleh ahli fisika berkebangsaan Inggris yang bernama Sir Charles Wheatstone (1802 - 1875). Algoritma ini dinamakan *Playfair* untuk menghargai jasa teman dari Wheatstone yang bernama Lyon Playfair yang telah membantunya mempopulerkan algoritma tersebut melalui usahanya dalam melobi pemerintah Inggris untuk menggunakannya secara resmi. Algoritma ini digunakan untuk tujuan taktik oleh tentara Inggris pada Perang Dunia I. Algoritma ini dipilih karena algoritma ini terbilang cukup cepat untuk digunakan dan tidak membutuhkan peralatan khusus apapun. Skenario umum penggunaan algoritma *Playfair* adalah untuk melindungi pesan yang penting namun tidak kritis selama perang berlangsung. Oleh karenanya, seandainya kriptanalis musuh dapat memecahkan algoritma itu, informasi yang mereka dapatkan tidaklah informasi yang penting bagi mereka. Algoritma *Playfair* adalah merupakan algoritma digraphs cipher, yang artinya setiap proses enkripsi dilakukan pada setiap dua huruf. Misalkan plainteksnya “kriptologi”, maka proses enkripsi dilakukan terhadap “kr ip to lo gi”. Kunci kriptografinya adalah 25 buah huruf alfabet yang disusun di dalam tabel 5 x 5 dengan menghilangkan huruf J dari abjad. Huruf J dianggap sama dengan huruf I, sebab dalam Bahasa Inggris, huruf J mempunyai frekuensi kemunculan yang paling kecil. Setiap elemen tabel berisi huruf yang berbeda satu sama lain. (Munir. R, 2006, 94)

Tabel 1 Kunci pada *playfair chiper*

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| S | T | A | N | D |
| E | R | C | H | B |
| K | F | G | I | L |
| M | O | P | Q | U |
| V | W | X | Y | Z |

Sumber : Rinaldi Munir, Kriptografi, 2006;54

Dari papan kunci tersebut di atas , jumlah kemungkinan kunci adalah  $25! = 15.511.210.043.330.985.984.000.000$

Susunan kunci di dalam bujursangkar diperluas dengan menambahkan kolom keenam dan baris keenam.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisa Masalah

Masalah yang dihadapi dalam mengamankan teks pada sebuah file yaitu jumlah karakter pada enkripsi dan dekripsi *Vigenere cipher* secara konvensional hanya 26 karakter dan jumlah karakter sebanyak 26 hanya karakter huruf besar. Hal ini tentu sangat menyulitkan penulis untuk mendapatkan hasil yang sama dari teks awal yang digunakan. Misal pada plainteks terdapat karakter huruf besar dan huruf kecil, dan angka. Maka hasil akan berbentuk huruf besar semua dan karakter angka tidak dapat dienkripsi.

Salah satu kesulitan yang lain adalah apabila seluruh karakter ascii digunakan, maka akan didapatkan karakter yang tidak terbaca. Pada proses perhitungan, karakter huruf dirubah menjadi nilai index. Untuk mengatasi masalah tersebut penulis membuat karakter-karakter tambahan menjadi sebanyak 94 yang terdiri dari :

1. 26 karakter huruf besar “A”, “B”, “C”, “D”, ... “Z”
2. 26 karakter huruf kecil “a”, “b”, “c”, “d”, ... “z”
3. 10 karakter angka “0”, “1”, “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, “7”, “8”, “9”
4. 32 karakter tanda baca, operator dan lainnya

Tabel 2 Karakter Tambahan *Vigenere*

| Index | Char | Index | Char | Index | Char | Index | Char |
|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 0     | A    | 24    | Y    | 48    | w    | 72    | +    |
| 1     | B    | 25    | Z    | 49    | x    | 73    | ,    |
| 2     | C    | 26    | a    | 50    | y    | 74    | -    |
| 3     | D    | 27    | b    | 51    | z    | 75    | .    |
| 4     | E    | 28    | c    | 52    | 0    | 76    | /    |
| 5     | F    | 29    | d    | 53    | 1    | 77    | :    |
| 6     | G    | 30    | e    | 54    | 2    | 78    | ;    |
| 7     | H    | 31    | f    | 55    | 3    | 79    | <    |
| 8     | I    | 32    | g    | 56    | 4    | 80    | =    |
| 9     | J    | 33    | h    | 57    | 5    | 81    | >    |
| 10    | K    | 34    | i    | 58    | 6    | 82    | ?    |
| 11    | L    | 35    | j    | 59    | 7    | 83    | @    |
| 12    | M    | 36    | k    | 60    | 8    | 84    | [    |
| 13    | N    | 37    | l    | 61    | 9    | 85    | \    |
| 14    | O    | 38    | m    | 62    | !    | 86    | ]    |
| 15    | P    | 39    | n    | 63    | "    | 87    | ^    |
| 16    | Q    | 40    | o    | 64    | #    | 88    | _    |
| 17    | R    | 41    | p    | 65    | \$   | 89    | `    |
| 18    | S    | 42    | q    | 66    | %    | 90    | {    |
| 19    | T    | 43    | r    | 67    | &    | 91    |      |
| 20    | U    | 44    | s    | 68    | '    | 92    | }    |
| 21    | V    | 45    | t    | 69    | (    | 93    | ~    |
| 22    | w    | 46    | u    | 70    | )    |       |      |
| 23    | X    | 47    | v    | 94    | *    |       |      |

Dari tabel 2 yang digunakan, maka disimpulkan modulus yang digunakan untuk algoritma *Vigenere cipher* yaitu sebanyak  $m = 94$  karakter, atau dalam penggunaannya nanti dibuat  $(\text{mod } m)$  yaitu mod 94.

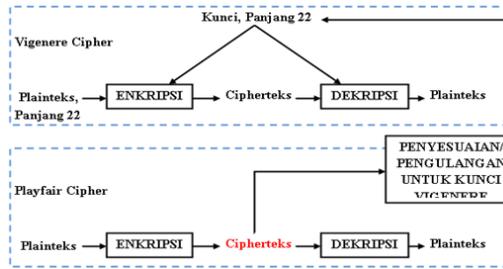
**Tahapan Enkripsi.**

Sebelum memulai enkripsi hal yang diperhatikan terlebih dahulu yaitu Kunci untuk *Vigenere cipher* diketahui panjangnya sama dengan plainteks atau jika tidak maka akan disamakan dengan panjangnya. Maka menurut penulis untuk pembuatan kunci harus diketahui dahulu panjang plainteks.

Plainteks yang terdapat dalam file teks penulis gunakan sebagai contoh dengan jumlah 22 karakter adalah, Plainteks “Halo Teman, Nama saya Yuli”. Plainteks tersebut dihitung tanpa spasi. Untuk penerapan hitungan tanpa spasi berikut akan gunakan fungsi dalam perancangan dari bahasa pemrograman yang penulis gunakan.

**Enkripsi *Playfair cipher* Untuk Kunci *Vigenere Cipher***

Seperti yang disampaikan sebelumnya enkripsi yang pertama kali dilakukan adalah enkripsi *playfair cipher*. *Cipherteks playfair cipher* difungsikan sebagai kunci untuk enkripsi dan dekripsi *Vigenere cipher*. Untuk hal itu maka panjang plainteks yang akan digunakan pada enkripsi *Vigenere cipher* harus sama dengan kuncinya dan kunci *Vigenere* yang dienkrpsi dengan *playfair cipher* juga harus menyamai panjang plainteks untuk *Vigenere*. Jika tidak sama panjang maka terjadi pengulangan karakter. Untuk lebih jelas penulis membuat gambaran ilustrasi yang dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 4 Ilustrasi proses enkripsi dan dekripsi penyandian teks yang dilakukan

Untuk kunci *Vigenere* tersebut penulis gunakan sebagai plainteks yang panjangnya nanti tidak boleh melebihi panjang plainteks untuk *Vigenere*. Plainteks yang digunakan *Playfair cipher* yaitu **“belajar kriptografi”**. Panjang plainteks 18 atau genap. Karena pada plainteks **“belajar kriptografi”** terdapat huruf “j” maka harus diganti dengan huruf “i” dan hasilnya menjadi **“belaiar kriptografi”**. Dan tahapan berikut :

1. Ganti huruf “j” dengan “i”  
Plainteks : **“belajar kriptografi”** Diubah jadi : **“belaiar kriptografi”**
2. Tulis pesan dalam pasangan huruf (*bigram*).  
Bigram : **“be la ia rk ri pt og ra fi”**
3. Tidak ada huruf yang sama.
4. Jumlah huruf 18, tidak perlu penambahan.
5. Penulisan kunci dengan dengan bujur sangkar yang telah diperluas.

Tabel 3 Penulisan kembali bujursangkar

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| S | T | A | N | D | S |
| E | R | C | H | B | E |
| K | F | G | I | L | K |
| M | O | P | Q | U | M |
| V | W | X | Y | Z | V |
| S | T | A | N | D |   |

Enkripsi **“be”** menjadi **“re”**

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | T | A | N | D | S | S | T | A | N | D | S |
| E | R | C | H | B | E | E | R | C | H | B | E |
| K | F | G | I | L | K | K | F | G | I | L | K |
| M | O | P | Q | U | M | M | O | P | Q | U | M |
| V | W | X | Y | Z | V | V | W | X | Y | Z | V |
| S | T | A | N | D |   | S | T | A | N | D |   |

Enkripsi **“la”** menjadi **“dg”**

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | T | A | N | D | S | S | T | A | N | D | S |
| E | R | C | H | B | E | E | R | C | H | B | E |
| K | F | G | I | L | K | K | F | G | I | L | K |
| M | O | P | Q | U | M | M | O | P | Q | U | M |
| V | W | X | Y | Z | V | V | W | X | Y | Z | V |
| S | T | A | N | D |   | S | T | A | N | D |   |

Enkripsi **“ia”** menjadi **“ng”**

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | T | A | N | D | S | S | T | A | N | D | S |
| E | R | C | H | B | E | E | R | C | H | B | E |
| K | F | G | I | L | K | K | F | G | I | L | K |
| M | O | P | Q | U | M | M | O | P | Q | U | M |
| V | W | X | Y | Z | V | V | W | X | Y | Z | V |
| S | T | A | N | D |   | S | T | A | N | D |   |

Enkripsi **“rk”** menjadi **“ef”**

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | T | A | N | D | S | S | T | A | N | D | S |
| E | R | C | H | B | E | E | R | C | H | B | E |
| K | F | G | I | L | K | K | F | G | I | L | K |

|   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|
| M | O | P | Q | U | M |  | M | O | P | Q | U | M |
| V | W | X | Y | Z | V |  | V | W | X | Y | Z | V |
| S | T | A | N | D |   |  | S | T | A | N | D |   |

Enkripsi : “**ri**” menjadi “**hf**”

|   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|
| S | T | A | N | D | S |  | S | T | A | N | D | S |
| E | R | C | H | B | E |  | E | R | C | H | B | E |
| K | F | G | I | L | K |  | K | F | G | I | L | K |
| M | O | P | Q | U | M |  | M | O | P | Q | U | M |
| V | W | X | Y | Z | V |  | V | W | X | Y | Z | V |
| S | T | A | N | D |   |  | S | T | A | N | D |   |

Enkripsi : “**pt**” menjadi “**ao**”

|   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|
| S | T | A | N | D | S |  | S | T | A | N | D | S |
| E | R | C | H | B | E |  | E | R | C | H | B | E |
| K | F | G | I | L | K |  | K | F | G | I | L | K |
| M | O | P | Q | U | M |  | M | O | P | Q | U | M |
| V | W | X | Y | Z | V |  | V | W | X | Y | Z | V |
| S | T | A | N | D |   |  | S | T | A | N | D |   |

Enkripsi : “**og**” menjadi “**fp**”

|   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|
| S | T | A | N | D | S |  | S | T | A | N | D | S |
| E | R | C | H | B | E |  | E | R | C | H | B | E |
| K | F | G | I | L | K |  | K | F | G | I | L | K |
| M | O | P | Q | U | M |  | M | O | P | Q | U | M |
| V | W | X | Y | Z | V |  | V | W | X | Y | Z | V |
| S | T | A | N | D |   |  | S | T | A | N | D |   |

Enkripsi : “**ra**” menjadi “**tc**”

|   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|
| S | T | A | N | D | S |  | S | T | A | N | D | S |
| E | R | C | H | B | E |  | E | R | C | H | B | E |
| K | F | G | I | L | K |  | K | F | G | I | L | K |
| M | O | P | Q | U | M |  | M | O | P | Q | U | M |
| V | W | X | Y | Z | V |  | V | W | X | Y | Z | V |
| S | T | A | N | D |   |  | S | T | A | N | D |   |

Enkripsi : “**fi**” menjadi “**gl**”

|   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|
| S | T | A | N | D | S |  | S | T | A | N | D | S |
| E | R | C | H | B | E |  | E | R | C | H | B | E |
| K | F | G | I | L | K |  | K | F | G | I | L | K |
| M | O | P | Q | U | M |  | M | O | P | Q | U | M |
| V | W | X | Y | Z | V |  | V | W | X | Y | Z | V |
| S | T | A | N | D |   |  | S | T | A | N | D |   |

Maka hasil dari plainteks menjadi *cipherteks* adalah :

Plainteks : “**be la ia rk ri pt og ra fi**” dan berikut “**belaiarkriptografi**”  
*Cipherteks* : “**re dg ng ef hf ao fp tc gl**” dan berikut “**redgngefhaofptegl**”

Untuk dekripsi playfair cipher tidak dilakukan karena dalam perancangan sistem untuk proses dekripsi playfair cipher tidak ada, hal ini disesuaikan dengan fungsi penggunaan algoritma playfair cipher yang akan dirancang.

**Enkripsi Vigenere Cipher**

Tahapan berikut adalah melakukan enkripsi dengan algoritma *Vigenere cipher*. Persiapan yang dilakukan yaitu plainteks dan kuncinya. Plainteks **Halo Teman, Nama saya Yuli** jumlah karakter 22, sedangkan Kunci **rednggefhaofptcgl** jumlah karakter 18, maka dicukupkan dengan pengulangan kunci per karakter kunci dari awal menjadi Final kunci sebanyak 22 karakter yaitu **rednggefhaofptcglredg**.

- Plainteks : **Halo Teman, Nama saya Yuli** jumlah karakter 22
- Kunci : **rednggefhaofptcgl** jumlah karakter 18
- Final Kunci : **rednggefhaofptcglredg** jumlah karakter 22

Selanjutnya adalah melakukan enkripsi secara matematis menggunakan (mod m) yaitu mod 94 dari jumlah karakter pada tabel 3.1. karakter pertama plainteks adalah  $P = "H"$  dengan nilai  $"H" = 7$ , sedangkan karakter pertama kunci  $K = "r"$  dengan nilai  $"r" = 43$ . Dengan demikian :

$$C_1 = (P_1 + K_1) \text{ Mod } 94$$

$$P_1 = H \rightarrow \text{Index pada tabel adalah } 7$$

$$K_1 = r \rightarrow \text{Index pada tabel adalah } 43$$

Maka :

$$C_1 = (P_1 + K_1) \text{ Mod } 94$$

$$= ("H" + "r") \text{ Mod } 94$$

$$= (7 + 43) \text{ Mod } 94$$

$$= 50 \text{ Mod } 94$$

$$= 50$$

$$= "y"$$

$$C_2 = (P_2 + K_2) \text{ Mod } 94$$

$$= ("a" + "e") \text{ Mod } 94$$

$$= (26 + 30) \text{ Mod } 94$$

$$= 56$$

$$= "4"$$

$$C_3 = (P_3 + K_3) \text{ Mod } 94$$

$$= ("l" + "g") \text{ Mod } 94$$

$$= (37 + 32) \text{ Mod } 94$$

$$= 69$$

$$= "("$$

$$C_4 = (P_4 + K_4) \text{ Mod } 94$$

$$= ("o" + "d") \text{ Mod } 94$$

$$= (40 + 29) \text{ Mod } 94$$

$$= 69$$

$$= "("$$

$$C_5 = (P_5 + K_5) \text{ Mod } 94$$

$$= ("t" + "g") \text{ Mod } 94$$

$$= (45 + 32) \text{ Mod } 94$$

$$= 77$$

$$= ":"$$

$$C_6 = (P_6 + K_6) \text{ Mod } 94$$

$$= ("e" + "n") \text{ Mod } 94$$

$$= (30 + 39) \text{ Mod } 94$$

$$= 69$$

$$= "("$$

$$C_7 = (P_7 + K_7) \text{ Mod } 94$$

$$= ("m" + "e") \text{ Mod } 94$$

$$= (38 + 30) \text{ Mod } 94$$

$$= 68$$

$$= "y"$$

$$\begin{aligned} C_8 &= (P_8 + K_8) \text{ Mod } 94 \\ &= ("a" + "f") \text{ Mod } 94 \\ &= (26 + 31) \text{ Mod } 94 \\ &= 57 \\ &= "5" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_9 &= (P_9 + K_9) \text{ Mod } 94 \\ &= ("n" + "h") \text{ Mod } 94 \\ &= (39 + 33) \text{ Mod } 94 \\ &= 72 \\ &= "+" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{10} &= (P_{10} + K_{10}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("," + "f") \text{ Mod } 94 \\ &= (63 + 31) \text{ Mod } 94 \\ &= 10 \\ &= "K" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{11} &= (P_{11} + K_{11}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("N" + "o") \text{ Mod } 94 \\ &= (13 + 40) \text{ Mod } 94 \\ &= 53 \\ &= "1" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{12} &= (P_{12} + K_{12}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("a" + "a") \text{ Mod } 94 \\ &= (26 + 26) \text{ Mod } 94 \\ &= 52 \\ &= "0" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{13} &= (P_{13} + K_{13}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("m" + "p") \text{ Mod } 94 \\ &= (38 + 41) \text{ Mod } 94 \\ &= 79 \\ &= "<" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{14} &= (P_{14} + K_{14}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("a" + "f") \text{ Mod } 94 \\ &= (26 + 31) \text{ Mod } 94 \\ &= 57 \\ &= "5" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{15} &= (P_{15} + K_{15}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("s" + "t") \text{ Mod } 94 \\ &= (44 + 45) \text{ Mod } 94 \\ &= 18 \\ &= "\\" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \setminus C_{16} &= (P_{16} + K_{16}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("a" + "c") \text{ Mod } 94 \\ &= (26 + 28) \text{ Mod } 94 \\ &= 54 \\ &= "2" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{17} &= (P_{17} + K_{17}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("y" + "g") \text{ Mod } 94 \\ &= (50 + 32) \text{ Mod } 94 \\ &= 11 \\ &= "?" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{18} &= (P_{18} + K_{18}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("a" + "l") \text{ Mod } 94 \\ &= (26 + 37) \text{ Mod } 94 \\ &= 63 \\ &= "3" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{19} &= (P_{19} + K_{19}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("Y" + "r") \text{ Mod } 94 \\ &= (24 + 43) \text{ Mod } 94 \\ &= 67 \\ &= "&" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{20} &= (P_{20} + K_{20}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("u" + "r") \text{ Mod } 94 \\ &= (46 + 43) \text{ Mod } 94 \\ &= 89 \\ &= "\^{" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{21} &= (P_{21} + K_{21}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("l" + "e") \text{ Mod } 94 \\ &= (37 + 30) \text{ Mod } 94 \\ &= 67 \\ &= "&" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{22} &= (P_{22} + K_{22}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("i" + "g") \text{ Mod } 94 \\ &= (34 + 32) \text{ Mod } 94 \\ &= 66 \\ &= "% " \end{aligned}$$

Maka hasil *cipherteks* keseluruhan adalah "y4((:'5+K 10<5 `2?" &`&% "

### Dekripsi *Vigenere Cipher*

Tahapan berikut adalah melakukan dekripsi dengan algoritma *Vigenere cipher*.

*Cipherteks* : "y4((:'5+K 10<5 `2?" &`&% "

Kunci : redg ngef hfaofp t egl jumlah karakter 18

Final Kunci : redg ngef hfaofp t egl redg jumlah karakter 22

Selanjutnya adalah melakukan dekripsi secara matematis menggunakan (mod m) yaitu mod 94 dari jumlah karakter pada tabel 3.1. jika untuk enkripsi menggunakan persamaan  $C_i = (P_i + K_i) \text{ Mod } 94$ , maka untuk dekripsi menggunakan persamaan  $P_i = (C_i - K_i) \text{ Mod } 94$ .

$$P_1 = (C_1 - K_1) \text{ Mod } 94$$

$$C_1 = y \rightarrow \text{Index pada tabel adalah 50}$$

$$K_1 = r \rightarrow \text{Index pada tabel adalah 43}$$

Maka :

$$\begin{aligned} P_1 &= (C_1 - K_1) \text{ Mod } 94 \\ &= ("y" - "r") \text{ Mod } 94 \\ &= (50 - 43) \text{ Mod } 94 \\ &= 7 \\ &= "H" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= (C_2 - K_2) \text{ Mod } 94 \\ &= ("4" - "e") \text{ Mod } 94 \\ &= (56 - 30) \text{ Mod } 94 \\ &= 26 \\ &= "a" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_3 &= (C_3 - K_3) \text{ Mod } 94 \\ &= ("(" - "g") \text{ Mod } 94 \\ &= (69 - 32) \text{ Mod } 94 \\ &= 37 \\ &= "l" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_4 &= (C_4 - K_4) \text{ Mod } 94 \\ &= ("(" - "d") \text{ Mod } 94 \\ &= (69 - 29) \text{ Mod } 94 \\ &= 40 \\ &= "o" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_5 &= (C_5 - K_5) \text{ Mod } 94 \\ &= ("G" - "g") \text{ Mod } 94 \\ &= (77 - 32) \text{ Mod } 94 \\ &= 45 \\ &= "t" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_6 &= (C_6 - K_6) \text{ Mod } 94 \\ &= ("n" - "n") \text{ Mod } 94 \\ &= (69 - 39) \text{ Mod } 94 \\ &= 30 \\ &= "e" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_7 &= (C_7 - K_7) \text{ Mod } 94 \\ &= ("=" - "e") \text{ Mod } 94 \\ &= (68 - 30) \text{ Mod } 94 \\ &= 38 \\ &= "m" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_8 &= (C_8 - K_8) \text{ Mod } 94 \\ &= ("5" - "f") \text{ Mod } 94 \\ &= (57 - 31) \text{ Mod } 94 \\ &= 26 \\ &= "a" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_9 &= (C_9 - K_9) \text{ Mod } 94 \\ &= ("B" - "h") \text{ Mod } 94 \\ &= (72 - 33) \text{ Mod } 94 \\ &= 39 \\ &= "h" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{10} &= (C_{10} - K_{10}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("X" - "f") \text{ Mod } 94 \\ &= (10 - 31) \text{ Mod } 94 \\ &= 73 \\ &= " " \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{11} &= (C_{11} - K_{11}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("1" - "o") \text{ Mod } 94 \\ &= (53 - 40) \text{ Mod } 94 \\ &= 13 \\ &= "N" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{12} &= (C_{12} - K_{12}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("o" - "a") \text{ Mod } 94 \\ &= (52 - 26) \text{ Mod } 94 \\ &= 26 \\ &= "a" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{13} &= (C_{13} + K_{13}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("I" - "p") \text{ Mod } 94 \\ &= (79 - 41) \text{ Mod } 94 \\ &= 38 \\ &= "m" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{14} &= (C_{14} - K_{14}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("5" - "f") \text{ Mod } 94 \\ &= (57 - 31) \text{ Mod } 94 \\ &= 26 \\ &= "a" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{15} &= (C_{15} - K_{15}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("S" - "t") \text{ Mod } 94 \\ &= (89 - 45) \text{ Mod } 94 \\ &= 44 \\ &= "s" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{16} &= (C_{16} - K_{16}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("2" - "c") \text{ Mod } 94 \\ &= (54 - 28) \text{ Mod } 94 \\ &= 26 \\ &= "a" \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{17} &= (C_{17} - K_{17}) \text{ Mod } 94 \\ &= ("L" - "g") \text{ Mod } 94 \\ &= (82 - 32) \text{ Mod } 94 \\ &= 50 \\ &= "y" \end{aligned}$$

$$P_{18} = (C_{18} - K_{18}) \text{ Mod } 94$$

$$\begin{aligned}
 &= (", - "1") \text{ Mod } 94 \\
 &= (63 - 37) \text{ Mod } 94 \\
 &= 26 \\
 &= "a"
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{19} &= (C_{19} - K_{19}) \text{ Mod } 94 \\
 &= ("/ - "r") \text{ Mod } 94 \\
 &= (67 - 43) \text{ Mod } 94 \\
 &= 24 \\
 &= "Y"
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{20} &= (C_{20} - K_{20}) \text{ Mod } 94 \\
 &= ("S - "r") \text{ Mod } 94 \\
 &= (89 - 43) \text{ Mod } 94 \\
 &= 46 \\
 &= "u"
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{21} &= (C_{21} - K_{21}) \text{ Mod } 94 \\
 &= ("/ - "e") \text{ Mod } 94 \\
 &= (67 - 30) \text{ Mod } 94 \\
 &= 37 \\
 &= "1"
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_i &= (C_i - K_i) \text{ Mod } 94 \\
 &= ("* - "g") \text{ Mod } 94 \\
 &= (66 - 32) \text{ Mod } 94 \\
 &= 34 \\
 &= "i"
 \end{aligned}$$

dan hasil plainteks keseluruhan adalah **Halo Teman, Nama saya Yuli**

### Hasil Enkripsi dan Dekripsi File Teks

Setelah melakukan proses enkripsi dan dekripsi secara matematis untuk lebih jelasnya berikut sebagai kesimpulan hasil akhir yang penulis lakukan terhadap isi teks file teks.

1. Proses Enkripsi *Playfair cipher* dari Plainteks kunci " be la ia rk ri pt og ra fi " dan berikut "belaiarkriptografi" menggunakan bujursangkar 5 x 5 *playfair cipher* menjadi *Cipherteks* kunci "re dg ng ef hf ao fp tc gl" dan berikut "redgngefhfaofptcgl"
2. Enkripsi *Vigenere cipher* dari Plainteks "Halo Teman, Nama saya Yuli" dengan Kunci "redg ngefhf aofp tcgl" dan Final Kunci "redg ngefhf aofp tcgl redg" menghasilkan *Cipherteks* "y4(( :('5+K 10<5 `2?" &`&%"
3. Dekripsi *Vigenere cipher* dari *Cipherteks* "y4(( :('5+K 10<5 `2?" &`&%" dengan Kunci "redg ngefhf aofp tcgl" dan Final Kunci "redg ngefhf aofp tcgl redg" menghasilkan Plainteks "Halo Teman, Nama saya Yuli"

### KESIMPULAN

Penerapan teknik penyandian algoritma *Vigenere cipher* dan *playfair cipher* terhadap data teks yaitu algoritma *playfair cipher* digunakan pertama kali untuk mengenkripsi kunci yang akan digunakan untuk enkripsi dan dekripsi *vigenere cipher* serta perancangan aplikasi penyandian data teks file teks dengan algoritma *Vigenere cipher* dan *playfair cipher* terhadap data teks membuat *class* untuk *playfair cipher* sesuai dengan ketentuan perpotongan kolom dan baris *function* bujur sangkar 5 x 5. Penyesuaian dengan bentuk penggunaan fungsi masing-masing algoritma yang digunakan dalam perancangan yaitu merancang form utama, form enkripsi, form dekripsi, dan form *about*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, 2002, Pengenalan Sistem Informasi, Penerbit Andi, Yogyakarta.  
 Adhi Prasetio, 2012. Buku Pintar Pemrograman Web, Penerbit Mediakita, Jakarta.  
 A.S. Rosa, Salahuddin, 2011. Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek), Penerbit Modulo, Bandung.  
 Dodit Suprianto, 2010. Membuat aplikasi desktop menggunakan MySQL dan VB.Net secara profesional, Penerbit Mediakita, Jakarta.  
 Jogiyanto, 2007. Analisis dan Desain Sistem Informasi, Penerbit Andi, Yogyakarta.  
 Rinaldi Munir, 2006. Kriptografi, Penerbit Informatika, Bandung.  
 Sentot Kromodimoeljo, 2010. Teori dan Aplikasi Kriptografi, SPK IT Consulting. Jakarta.

## PERANCANGAN APLIKASI SISTEM PAKAR MENDIAGNOSA PENYAKIT MIOMA UTERI DENGAN METODE CERTAINTY FACTOR

Yunita Afrida

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Mioma uteri dikenal juga dengan sebutan *Fibromioma*, *Fibroid* ataupun *Leiomioma* dan merupakan tumor jinak yang berasal dari rahim atau jaringan ikat yang tumbuh pada dinding rahim atau di dalam rahim. Pada umumnya kasus mioma uteri ditemukan secara kebetulan pada pemeriksaan USG. Jumlah penderita mioma uteri belum diketahui secara akurat karena banyak yang tidak merasakan keluhan, namun bagi wanita yang mengalami akan merasakan nyeri dan rasa sakit pada daerah panggul disertai dengan perdarahan menstruasi yang banyak. Kurangnya pengetahuan setiap orang terhadap gejala-gejala penyakit mioma uteri ini, mengharuskan mereka untuk berkonsultasi kepada dokter dan memberikan solusi bagaimana caranya untuk tidak mudah terserang penyakit ini. Sistem pakar ini dibuat untuk mendiagnosa penyakit mioma uteri pada wanita. Perancangan sistem ini menggunakan metode *Certainty Factor* untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran seorang pakar. Dimana dari setiap jenis penyakit dan gejalanya akan memiliki nilai sesuai dengan kondisinya. Perancangan sistem ini terdiri dari beberapa tahap yaitu perancangan basis pengetahuan dan direpresentasikan dalam bentuk aturan yang berlaku, kemudian dilanjutkan dengan perancangan antar muka yang nantinya akan menghasilkan beberapa solusi dari hasil diagnosa.

**Kata Kunci:** *Mioma Uteri, Sistem Pakar, Certainty Factor*

### PENDAHULUAN

Mioma Uteri dikenal juga dengan sebutan *Fibromioma*, *Fibroid* ataupun *Leiomioma* dan merupakan tumor jinak yang berasal dari otot rahim atau jaringan ikat yang tumbuh pada dinding atau di dalam rahim. Jumlah penderita mioma uteri belum diketahui secara akurat karena banyak yang tidak merasakan keluhan sehingga tidak segera memeriksakannya ke dokter, namun diperkirakan sekitar 20-30% terjadi pada wanita berusia di atas 25 - 53 tahun.

Pada umumnya kasus mioma uteri ditemukan secara kebetulan pada saat pemeriksaan USG. Pada penderita memang tidak mempunyai keluhan apa-apa dan tidak sadar bahwa mereka sedang mengandung satu tumor dalam uterus. Namun bagi wanita yang mengalami akan merasakan nyeri dan rasa sakit pada daerah panggul disertai dengan perdarahan menstruasi yang banyak. Kurangnya kepekaan terhadap gejala suatu penyakit merupakan ketakutan tersendiri bagi para wanita. Para wanita dianjurkan selalu waspada dan tanggap dengan keadaan rahim agar apabila terserang penyakit akan ditangani mulai sejak dini.

Oleh karena itu para wanita membutuhkan dokter spesialis yang ahli dalam ilmu kesehatan agar bisa mendapatkan penanganan yang baik. Untuk mengurangi keterbatasan itu perlu dibuat alat bantu berupa sistem pakar. Sesuai dengan kemampuan dari sistem pakar yang merupakan salah satu cabang dari ilmu kecerdasan buatan, yaitu mampu untuk bertindak sebagaimana seorang pakar pada bidang ilmu tertentu, peneliti berfikir untuk memudahkan wanita dalam mendiagnosa penyakit mioma uteri sedini mungkin, sehingga banyak penderita penyakit mioma uteri dapat segera ditangani.

Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* merupakan bagian dari ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia. Sistem cerdas (*intelligent system*) adalah sistem yang dibangun dengan menggunakan teknik-teknik *artificial intelligence*. Salah satu yang dipelajari pada kecerdasan buatan adalah teori kepastian dengan menggunakan teori *Certainty Factor* (CF).

Sistem pakar (*Expert System*) adalah program berbasis pengetahuan yang menyediakan solusi-solusi dengan kualitas pakar untuk problema-problema dalam suatu *domain* yang spesifik. Dengan adanya teknologi yang semakin berkembang pesat membuat proses dalam membantu menentukan sistem dan diharapkan dapat mempercepat dalam mendiagnosa suatu jenis penyakit mioma uteri, sehingga dapat dengan mudah diketahui jenis penyakit yang sedang menjangkit.

Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui gejala penyakit mioma uteri pada wanita, menghasilkan sistem diagnosa berupa penyakit mioma uteri yang rentan diderita wanita serta rekomendasi, menerapkan metode *Certainty Factor* (CF) dalam mendiagnosa penyakit mioma uteri serta merancang sistem pakar diagnosa penyakit mioma uteri dengan metode *certainty factor* (CF).

**BAHAN DAN METODE**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu data para wanita yang berumur 25-53 tahun yang terdiagnosa penyakit mioma uteri sebagai objek dari penelitian, bahasa pemrograman Microsoft Visual Studio 2008 sebagai alat perancangan aplikasi yang akan dibangun.

**Metode****Sistem Pakar**

Menurut Widodo Budiharto dan Derwin Suhartono (2014), sistem pakar adalah program komputer yang mensimulasi penilaian dan perilaku manusia atau organisasi yang memiliki pengetahuan dan pengalaman ahli dalam bidang tertentu. Biasanya, sistem seperti ini berisi basis pengetahuan yang berisi akumulasi pengalaman dan satu set aturan untuk menerapkan pengetahuan dasar untuk setiap situasi tertentu. Sistem pakar yang canggih dapat ditingkatkan dengan penambahan basis pengetahuan atau set aturan. Diantara banyak sistem pakar yang ada, yang terkenal adalah aplikasi bermain catur dan sistem diagnosis medis.

Secara umum sistem pakar merupakan sistem yang mengadopsi pengetahuan manusia ke dalam komputer sehingga komputer dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah sebagaimana yang dilakukan oleh seorang pakar. Dengan penerapan teknik kecerdasan buatan, sistem pakar menirukan apa yang dikerjakan oleh seorang pakar ketika mengatasi permasalahan yang rumit, berdasarkan pengetahuan yang dimilikinya.

**Metode Certainty Factor (Faktor Kepastian)**

Menurut T.Sutojo, dkk (2011), teori *Certainty Factor* diusulkan oleh Shortliffe dan Buchanan pada 1975 untuk mengakomodasi ketidakpastian pemikiran (*inexacten reasoning*) seorang pakar. Seorang pakar (misalnya dokter) seringkali menganalisis informasi yang ada dengan ungkapan seperti “mungkin”, “kemungkinan besar”, “hampir pasti”. Untuk mengakomodasi hal ini akan menggunakan *Certainty Factor* (CF) guna menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang dihadapi.

Salah satu contoh aplikasi sistem pakar yang menggunakan metode *certainty factor* (CF) untuk menangani ketidakpastian adalah MYCIN, sistem pakar untuk mendiagnosa infeksi bakteri pada darah. Bentuk dasar rumus *certainty factor*, adalah sebuah aturan JIKA E MAKA H seperti ditunjukkan oleh persamaan-persamaan berikut:

$$CF(H,E) = MB(H,E) - MD(H,E)$$

Keterangan:

- CF(H,E) : *Certainty Factor* hipotesis H yang dipengaruhi oleh *evidence* (gejala) E  
 MB(H,E) : Ukuran kepercayaan (*measure of increased belief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh *evidence* E  
 MD(H,E) : Ukuran ketidakpercayaan (*measure of increased disbelief*) terhadap hipotesis H yang dipengaruhi oleh *evidence* E  
 E : *Evidence* (Peristiwa atau Fakta)  
 H : *Probability*

Nilai *Certainty Factor* ada 2 yaitu:

1. Nilai *Certainty Factor* kaidah yang nilainya melekat pada suatu kaidah atau rule tertentu dan besarnya nilai diberikan oleh pakar.
2. Nilai *Certainty Factor* yang diberikan oleh pengguna untuk mewakili derajat kepastian atau keyakinan atas premis (misalnya gejala, kondisi, dan ciri) yang dialami pengguna.

Pada perancangan aplikasi sistem pakar akan terlihat bahwa nilai CF yang diberikan oleh pengguna ada pada sesi konsultasi, sehingga sistem pakar selain meminta jawaban pengguna atas pertanyaan yang diajukan juga meminta masukan nilai *Certainty Factor* atas jawaban tersebut, sedangkan nilai CF kaidah terdapat pada suatu *rule* atau kaidah yang biasanya diberikan oleh pakar berdasarkan pengalamannya, sehingga sangat bersifat subyektif.

Pemberian nilai *Certainty Factor* kaidah bisa sangat bervariasi dalam arti nilai yang diberikan oleh pakar bisa berbeda-beda untuk suatu kaidah yang sama. Pakar yang satu dengan yang lain ada kemungkinan memberikan nilai *Certainty Factor* yang berbeda karena sangat bersifat subyektif. Hal ini merupakan kelemahan metode *Certainty Factor*.

Berikut ini adalah deskripsi beberapa kombinasi *Certainty Factor* terhadap berbagai kondisi :

1. *Certainty Factor* untuk kaidah dengan premis tunggal (*single premis rules*) :

$$\begin{aligned} CF(H,E) &= CF(E) * CF(rule) \\ &= CF(user) * CF(pakar) \end{aligned}$$

2. *Certainty Factor* untuk kaidah dengan premis majemuk (*multiple premis rules*):  
 $CF(A \text{ AND } B) = \text{Minimum}(CF(a), CF(b)) * CF(\text{rule})$   
 $CF(A \text{ OR } B) = \text{Maximum}(CF(a), CF(b)) * CF(\text{rule})$
3. *Certainty Factor* untuk kaidah dengan kesimpulan yang serupa (*similarly concluded rules*):  
 $CF_{\text{COMBINE}}(CF_1, CF_2) = CF_1 + CF_2 * (1 - CF_1)$

(Sumber : Daniel, Gloria Virginia, Jurnal Informatika, Volume 6 Nomor 1, April 2010, Implementasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Dengan Gejala Demam Menggunakan Metode Certainty Factor)

Dengan menggali dari hasil wawancara dengan pakar. Nilai CF (Rule) didapat dari interpretasi ‘term’ dari pakar menjadi nilai CF tertentu.

Tabel 1 CF Value Interpretation

| Uncertain Term                            | CF           |
|-------------------------------------------|--------------|
| Definitely not (pasti tidak)              | - 1.0        |
| Almost certainly not (hampir pasti tidak) | - 0.8        |
| Probably not (kemungkinan besar tidak)    | - 0.6        |
| Maybe not (mungkin tidak)                 | - 0.4        |
| Unknown (tidak tahu)                      | - 0.2 to 0.2 |
| Maybe (mungkin)                           | 0.4          |
| Probably (kemungkinan besar)              | 0.6          |
| Almost certainly (hampir pasti)           | 0.8          |
| Definitely (pasti)                        | 1.0          |

Sumber: T.Sutojo, dkk, 2011, 195

Contoh:

Pakar: “Bila sakit kepala dan pilek dan demam, maka ‘kemungkinan besar’ penyakitnya adalah influenza”

Rule: IF gejala1 = sakit kepala AND gejala2 = pilek AND gejala3 = demam

THEN penyakit = influenza

(CF = 0.8)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa Masalah**

Pada sistem pakar mendiagnosa penyakit mioma uteri dengan metode *certainty factor* yaitu suatu metode dimana menganalisa dengan ungkapan seperti mungkin, kemungkinan besar, hampir pasti. Untuk mengakomodasi hal ini digunakan *certainty factor* (CF) guna menggambarkan tingkat keyakinan pakar terhadap masalah yang sedang dihadapi. Pada bab sebelumnya telah dijelaskan beberapa gejala atau tanda seseorang yang mengidap penyakit mioma uteri. Dalam basis pengetahuan dimasukan ke dalam program komputer sehingga komputer berperan sebagai ahli yang mampu mengidentifikasi gejala penyakit mioma uteri berdasarkan pengetahuan informasi tentang penyakit mioma uteri. Berikut gejala-gejala umum dari setiap penyakit antara lain:

1. Mioma Uteri Submukosa

Merupakan tumor jinak yang pertumbuhannya ke dalam rongga rahim.

Gejala-gejala yang ditimbulkan seperti :

Tabel 2 Gejala Mioma Uteri Submukosa

| No | Nama Gejala                                                                                                    | Solusi                                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1  | Pendarahan berat (sangat berat bahkan hingga dapat menyebabkan anemia) atau nyeri menstruasi yang menyakitkan. | Melakukan pembedahan untuk pengangkatan rahim |
| 2  | Penurunan kesuburan (sudah pernah hamil 1x, tetapi tidak bisa hamil lagi)                                      |                                               |
| 3  | Merasa penuh di daerah panggul                                                                                 |                                               |
| 4  | Sering buang air kecil                                                                                         |                                               |
| 5  | Nyeri saat berhubungan seks                                                                                    |                                               |
| 6  | Komplikasi selama kehamilan dan persalinan                                                                     |                                               |

|   |                                                 |  |
|---|-------------------------------------------------|--|
| 7 | Masalah reproduksi misalnya <i>infertilitas</i> |  |
|---|-------------------------------------------------|--|

2. Mioma Uteri Intramural

Merupakan Tumor jinak yang pertumbuhannya ke dalam dinding rahim.

Gejala-gejala yang ditimbulkan seperti :

Tabel 2 Gejala Mioma Intramural

| No | Nama Gejala                                                               | Solusi                        |
|----|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1  | Nyeri perut                                                               | Mengonsumsi suplemen zat besi |
| 2  | Penurunan kesuburan (sudah pernah hamil 1x, tetapi tidak bisa hamil lagi) |                               |
| 3  | Merasa penuh di daerah panggul                                            |                               |
| 4  | Sering buang air kecil                                                    |                               |
| 5  | Nyeri punggung bawah                                                      |                               |
| 6  | Komplikasi selama kehamilan dan persalinan                                |                               |
| 7  | Masalah reproduksi misalnya <i>infertilitas</i>                           |                               |

3. Mioma Uteri Subserosa

Merupakan tumor jinak yang pertumbuhannya di luar rahim.

Gejala-gejala yang ditimbulkan seperti :

Tabel 3 Gejala Mioma Uteri Subserosa

| No | Nama Gejala                                           | Solusi                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Massa di perut bawah (benjolan di perut bagian bawah) | Disarankan untuk mengkonsumsi obat seperti ibuprofen atau acetaminophen. |
| 2  | Efek tekanan (pada organ-organ di sekitar rahim)      |                                                                          |
| 3  | Nyeri punggung bawah                                  |                                                                          |

Berikut ini tabel pengetahuan yang akan digunakan dalam mendiagnosa penyakit mioma uteri adalah sebagai berikut :

Tabel 4 Data Gejala Penyakit Mioma Uteri

| No | Kode | Gejala Mioma Uteri                                                                                            |
|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | G1   | Massa di perut bawah (benjolan di perut bagian bawah)                                                         |
| 2  | G2   | Pendarahan berat (sangat berat bahkan hingga dapat menyebabkan anemia) atau nyeri menstruasi yang menyakitkan |
| 3  | G3   | Nyeri perut                                                                                                   |
| 4  | G4   | Efek tekanan (pada organ-organ di sekitar rahim)                                                              |
| 5  | G5   | Penurunan kesuburan (sudah pernah hamil 1x, tetapi tidak bisa hamil lagi)                                     |
| 6  | G6   | Merasa penuh di daerah panggul                                                                                |
| 7  | G7   | Sering buang air kecil                                                                                        |
| 8  | G8   | Nyeri saat berhubungan seks                                                                                   |
| 9  | G9   | Nyeri punggung bawah                                                                                          |
| 10 | G10  | Komplikasi selama kehamilan dan persalinan                                                                    |
| 11 | G11  | Masalah reproduksi misalnya <i>infertilitas</i>                                                               |

Sumber: Dari Buku Kupas Tuntas Kanker Payudara, Leher Rahim Dan Rahim Serta Hasil Wawancara dengan Dokter Spesialis Obstetri dan Ginekologi (Kandungan) dr. M. Oky Prabudi, M.Ked (OG), SpOG.K

**Analisa Bagian Tabel *Certainty Factor***

Nilai CF (*Rule*) didapat dari interpretasi “term” dari pakar, yang diubah menjadi nilai CF tertentu sesuai tabel berikut:

Tabel 5 *Certainty Factor*

| Interpretasi            | Certainty Factor (CF) |
|-------------------------|-----------------------|
| Pasti tidak             | -1.0                  |
| Hampir pasti tidak      | -0.8                  |
| Kemungkinan besar tidak | -0.6                  |
| Mungkin tidak           | -0.4                  |
| tidak tahu              | -0.2-0.2              |
| Mungkin                 | 0.4                   |
| Kemungkinan besar       | 0.6                   |
| Hampir pasti            | 0.8                   |
| Pasti                   | 1.0                   |

Sumber: T.Sutojo, dkk, 2011, 195

Kesimpulan :

Pada tabel diatas, dimana semakin tinggi hasil yang diperoleh akan semakin tinggi pula tingkat kepastian hipotesa.

Tabel 6 Nilai CF dari Pakar

| No | Kode | Gejala Mioma Uteri                                                                                            | Nilai CF |     |     |
|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|-----|
|    |      |                                                                                                               | A1       | A2  | A3  |
| 1  | G1   | Massa di perut bawah (benjolan di perut bagian bawah)                                                         |          |     | 0.7 |
| 2  | G2   | Pendarahan berat (sangat berat bahkan hingga dapat menyebabkan anemia) atau nyeri menstruasi yang menyakitkan | 0.8      |     |     |
| 3  | G3   | Nyeri perut                                                                                                   |          | 0.6 |     |
| 4  | G4   | Efek tekanan (pada organ-organ di sekitar rahim)                                                              |          |     | 0.8 |
| 5  | G5   | Penurunan kesuburan (sudah pernah hamil 1x, tetapi tidak bisa hamil lagi)                                     | 0.7      | 0.7 |     |
| 6  | G6   | Merasa penuh di daerah panggul                                                                                | 0.8      | 0.8 |     |
| 7  | G7   | Sering buang air kecil                                                                                        | 0.6      | 0.6 |     |
| 8  | G8   | Nyeri saat berhubungan seks                                                                                   | 0.8      |     |     |
| 9  | G9   | Nyeri punggung bawah                                                                                          |          | 0.5 | 0.5 |
| 10 | G10  | Komplikasi selama kehamilan dan persalinan                                                                    | 0.9      | 0.7 |     |
| 11 | G11  | Masalah reproduksi misalnya <i>infertilitas</i>                                                               | 0.9      | 0.8 |     |

Sumber: Dari Buku Kupas Tuntas Kanker Payudara, Leher Rahim Dan Rahim Serta Hasil Wawancara dengan Dokter Spesialis Obstetri dan Ginekologi (Kandungan) dr. M. Oky Prabudi, M.Ked (OG), SpOG.K

Keterangan Tabel 4.6 :

A1 : Mioma Uteri Submukosa

A2 : Mioma Uteri Intramural

A3 : Mioma Uteri Subserosa

Jika dijabarkan maka rule-rule diatas adalah sebagai berikut:

Rule 1

IF G2 and G5 and G6 and G7 and G8 and G10 and G11

Then Mioma Uteri Submukosa

Rule 2

IF G3 and G5 and G6 and G7 and G9 and G10 and G11

Then Mioma Uteri Intramural

Rule 3

IF G1 and G4 and G9

Then Mioma Uteri Subserosa

### Sampel Data Pasien (Hasil Observasi atau *Medical Record*)

Berikut adalah sampel data pasien dari rekam medis *Submucous Leiomyoma Of Uterus* dengan kode D25.0 RSUP H. Adam Malik Medan:

Tabel 7 Sampel Data Pasien

| No | Nama Orang Sakit   | Riwayat Pasien                  |
|----|--------------------|---------------------------------|
| 1  | Nanda Novita S.Kep | Ku: Keluar darah dari kemaluan. |

|   |                         |                                                                                                                                                             |
|---|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                         | Rk: dialami sejak ± 3 hari, benjolan di perut dialami ± 2 bln, awalnya kecil sebesar telur ayam, kemudian semakin lama semakin membesar.                    |
| 2 | Aisah                   | Ku: Keluar darah dari kemaluan.<br>Rk: dialami selama 3 bln, haid memanjang dan banyak serta BAK.                                                           |
| 3 | Siti Hawani<br>Nasution | Ku: Nyeri perut & perut membesar dialami ± 2 thn.<br>Rk: mulai sakit ± 1 thn, keluar darah diluar masa haid.                                                |
| 4 | Mesyana                 | Ku: Nyeri perut.<br>Rk: dialami sejak 6 bln, bersifat terus-menerus, keluar darah, nyeri haid, haid banyak, perut membesar 1 thn, nyeri perut bagian bawah. |
| 5 | Kasweni                 | Ku: Perut membesar.<br>Rk: dialami selama ± 2 thn, makin lama semakin membesar, terasa benjolan selama 2 thn, pendarahan diluar haid, nafsu makan menurun.  |

Sumber: RSUP H. Adam Malik Medan

### Penerapan Metode *Certainty Factor*

*Certainty Factor* (CF) merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mengatasi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan. *Certainty Factor* (CF) dapat terjadi dengan berbagai kondisi. Diantara kondisi yang terjadi adalah terdapat beberapa *antensenden* (dalam Rule yang berbeda) dengan satu konsekuensi yang sama. Dalam kasus ini, harus mengagregasikan nilai CF keseluruhan dari setiap kondisi yang ada. Adapun logika pada sistem pengguna konsultasi diberi pilihan masing-masing memilih bobot sebagai berikut:

Tabel 8 Tabel Nilai *User*

| No | Keterangan    | Nilai User |
|----|---------------|------------|
| 1  | Tidak         | 0          |
| 2  | Tidak tahu    | 0.2        |
| 3  | Sedikit yakin | 0.4        |
| 4  | Cukup yakin   | 0.6        |
| 5  | Yakin         | 0.8        |
| 6  | Sangat yakin  | 1          |

Nilai 0 menunjukkan bahwa pengguna konsultasi menginformasikan bahwa *user* tidak mengalami gejala seperti yang ditanyakan oleh sistem. Semakin pengguna konsultasi yakin bahwa gejala tersebut memang dialami manusia, maka perhitungan persentase keyakinan diawali dengan pemecahan sebuah kaidah yang memiliki premis majemuk, menjadi kaidah-kaidah yang memiliki premis tunggal. Kemudian masing-masing aturan, nilai CF tersebut dikombinasikan. Sebagai contoh, proses pemberian bobot pada setiap premis (gejala) hingga memperoleh persentase keyakinan untuk mioma uteri.

Tabel 9 Tabel Persentase Kesimpulan

| Tingkat Persentase | Nilai Keyakinan                            |
|--------------------|--------------------------------------------|
| 0-50%              | Sedikit kemungkinan atau kemungkinan kecil |
| 51-79%             | Kemungkinan                                |
| 80-100%            | Kemungkinan besar                          |

Contoh penerapan kombinasi *Certainty Factor* sebagai berikut:

Kaidah 1:

IF Pendarahan berat (sangat berat bahkan hingga dapat menyebabkan anemia) atau nyeri menstruasi yang menyakitkan  
 AND Penurunan kesuburan (sudah pernah hamil 1x, tetapi tidak bisa hamil lagi)  
 AND Merasa penuh di daerah panggul  
 AND Sering buang air kecil  
 AND Nyeri saat berhubungan seks  
 AND Komplikasi selama kehamilan dan persalinan  
 AND Masalah reproduksi misalnya *infertilitas*

THEN Penyakit Mioma Uteri Submukosa

Maka yang harus dilakukan untuk menyelesaikan kasus di atas menggunakan rumus dari metode *certainty factor*, yaitu:

1. Langkah pertama, pakar menentukan nilai CF masing-masing gejala perilaku sebagai berikut:

CF<sub>Pakar</sub> : Pendarahan berat (sangat berat bahkan hingga dapat menyebabkan anemia) atau nyeri menstruasi yang menyakitkan = 0.8

CF<sub>Pakar</sub> : Penurunan kesuburan (sudah pernah hamil 1x, tetapi tidak bisa hamil lagi) = 0.7

CF<sub>Pakar</sub> : Merasa penuh di daerah panggul = 0.8

CF<sub>Pakar</sub> : Sering buang air kecil = 0.6

CF<sub>Pakar</sub> : Nyeri saat berhubungan seks = 0.8

CF<sub>Pakar</sub> : Komplikasi selama kehamilan dan persalinan = 0.9

CF<sub>Pakar</sub> : Masalah reproduksi misalnya *infertilitas* = 0.9

Misalkan *user* memilih jawaban sebagai berikut:

Pendarahan berat (sangat berat bahkan hingga dapat menyebabkan anemia) atau nyeri menstruasi yang menyakitkan = Sangat Yakin = 1

Penurunan kesuburan (sudah pernah hamil 1x, tetapi tidak bisa hamil lagi) = Sedikit Yakin = 0.4

Merasa penuh di daerah panggul = Yakin = 0.8

Sering buang air kecil = Tidak Tahu = 0.2

Nyeri saat berhubungan seks = Cukup Yakin = 0.6

Komplikasi selama kehamilan dan persalinan = Yakin = 0.8

Masalah reproduksi misalnya *infertilitas* = Cukup Yakin = 0.6

2. Langkah kedua, kaidah-kaidah yang baru tersebut kemudian dihitung nilai CFnya dengan mengalikan

CF<sub>pakar</sub> dengan CF<sub>user</sub>, menjadi:

$$\begin{aligned} CF[H,E]_1 &= CF[H]_1 * CF[E]_1 \\ &= 0.8 * 1 \\ &= 0.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF[H,E]_2 &= CF[H]_2 * CF[E]_2 \\ &= 0.7 * 0.4 \\ &= 0.28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF[H,E]_3 &= CF[H]_3 * CF[E]_3 \\ &= 0.8 * 0.8 \\ &= 0.64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF[H,E]_4 &= CF[H]_4 * CF[E]_4 \\ &= 0.6 * 0.2 \\ &= 0.12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF[H,E]_5 &= CF[H]_5 * CF[E]_5 \\ &= 0.8 * 0.6 \\ &= 0.48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF[H,E]_6 &= CF[H]_6 * CF[E]_6 \\ &= 0.9 * 0.8 \\ &= 0.72 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF[H,E]_7 &= CF[H]_7 * CF[E]_7 \\ &= 0.9 * 0.6 \\ &= 0.54 \end{aligned}$$

3. Langkah yang terakhir adalah mengkombinasikan nilai CF dari masing-masing kaidah. Berikut adalah kombinasi CF<sub>1</sub> dengan CF<sub>2</sub>:

$$\begin{aligned} CF_{combine}CF[H,E]_{1,2} &= CF[H,E]_1 + CF[H,E]_2 * (1 - CF[H,E]_1) \\ &= 0.8 + 0.28 * (1 - 0.8) \\ &= 0.8 + 0.056 \\ &= 0.856_{old1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF_{combine}CF[H,E]_{2,3} &= CF[H,E]_{old1} + CF[H,E]_3 * (1 - CF[H,E]_{old1}) \\ &= 0.856 + 0.64 * (1 - 0.856) \\ &= 0.856 + 0.09216 \\ &= 0.94816_{old2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF_{combine}CF[H,E]_{3,4} &= CF[H,E]_{old2} + CF[H,E]_4 * (1 - CF[H,E]_{old2}) \\ &= 0.94816 + 0.12 * (1 - 0.94816) \\ &= 0.94816 + 0.0062208 \\ &= 0.9543808_{old3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF_{combine}CF[H,E]_{4,5} &= CF[H,E]_{old3} + CF[H,E]_5 * (1 - CF[H,E]_{old3}) \\ &= 0.9543808 + 0.48 * (1 - 0.9543808) \\ &= 0.9543808 + 0.02189722 \\ &= 0.97627802_{old4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CF_{combine}CF[H,E]_{5,6} &= CF[H,E]_{old4} + CF[H,E]_6 * (1 - CF[H,E]_{old4}) \\ &= 0.97627802 + 0.72 * (1 - 0.97627802) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.97627802 + 0.01707983 \\
 &= 0.99335785_{old5} \\
 CF_{combine}CF[H,E]_{6,7} &= CF[H,E]_{old5} + CF[H,E]_7 * (1 - CF[H,E]_{old5}) \\
 &= 0.99335785 + 0.54 * (1 - 0.99335785) \\
 &= 0.99335785 + 0.003586761 \\
 &= 0.99694461_{old6} \\
 CF[H,E]_{old6} * 100\% &= CF[H,E]_{old6} * 100 \\
 &= 0.99694461 * 100 = 99.694461\%
 \end{aligned}$$

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perhitungan *certainty factor* pada penyakit mioma uteri submukosa memiliki tingkat keyakinan 99.694461%.

Kaidah 2:

IF Nyeri perut

- AND Penurunan kesuburan (sudah pernah hamil 1x, tetapi tidak bisa hamil lagi)
- AND Merasa penuh di daerah panggul
- AND Sering buang air kecil
- AND Nyeri punggung bawah
- AND Komplikasi selama kehamilan dan persalinan
- AND Masalah reproduksi misalnya *infertilitas*

THEN Penyakit Mioma Uteri Intramural

Maka yang harus dilakukan untuk menyelesaikan kasus di atas menggunakan rumus dari metode *certainty factor*, yaitu:

1. Langkah pertama, pakar menentukan nilai CF masing-masing gejala perilaku sebagai berikut:

CF<sub>Pakar</sub> : Nyeri perut = 0.6

CF<sub>Pakar</sub> : Penurunan kesuburan (sudah pernah hamil 1x, tetapi tidak bisa hamil lagi) = 0.7

CF<sub>Pakar</sub> : Merasa penuh di daerah panggul = 0.8

CF<sub>Pakar</sub> : Sering buang air kecil = 0.6

CF<sub>Pakar</sub> : Nyeri punggung bawah = 0.5

CF<sub>Pakar</sub> : Komplikasi selama kehamilan dan persalinan = 0.7

CF<sub>Pakar</sub> : Masalah reproduksi misalnya *infertilitas* = 0.8

Misalkan *user* memilih jawaban sebagai berikut:

Nyeri perut = Sedikit Yakin = 0.4

Penurunan kesuburan (sudah pernah hamil 1x, tetapi tidak bisa hamil lagi) = Tidak Tahu = 0.2

Merasa penuh di daerah panggul = Cukup Yakin = 0.6

Sering buang air kecil = Tidak = 0

Nyeri punggung bawah = Tidak Tahu = 0.2

Komplikasi selama kehamilan dan persalinan = Sedikit Yakin = 0.4

Masalah reproduksi misalnya *infertilitas* = Cukup Yakin = 0.6

2. Langkah kedua, kaidah-kaidah yang baru tersebut kemudian dihitung nilai CFnya dengan mengalikan

CF<sub>pakar</sub> dengan CF<sub>user</sub>, menjadi:

$$\begin{aligned}
 CF[H,E]_1 &= CF[H]_1 * CF[E]_1 \\
 &= 0.6 * 0.4 \\
 &= 0.24
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF[H,E]_2 &= CF[H]_2 * CF[E]_2 \\
 &= 0.7 * 0.2 \\
 &= 0.14
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF[H,E]_3 &= CF[H]_3 * CF[E]_3 \\
 &= 0.8 * 0.6 \\
 &= 0.48
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF[H,E]_4 &= CF[H]_4 * CF[E]_4 \\
 &= 0.6 * 0 \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF[H,E]_5 &= CF[H]_5 * CF[E]_5 \\
 &= 0.5 * 0.2 \\
 &= 0.10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF[H,E]_6 &= CF[H]_6 * CF[E]_6 \\
 &= 0.7 * 0.4 \\
 &= 0.28
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF[H,E]_7 &= CF[H]_7 * CF[E]_7 \\
 &= 0.8 * 0.6 \\
 &= 0.48
 \end{aligned}$$

3. Langkah yang terakhir adalah mengkombinasikan nilai CF dari masing-masing kaidah. Berikut adalah kombinasi CF1 dengan CF2:

$$\begin{aligned}
 CF_{\text{combine}}CF[H,E]_{1,2} &= CF[H,E]_1 + CF[H,E]_2 * (1 - CF[H,E]_1) \\
 &= 0.24 + 0.14 * (1 - 0.24) \\
 &= 0.24 + 0.1064 \\
 &= 0.3464_{\text{old1}} \\
 CF_{\text{combine}}CF[H,E]_{2,3} &= CF[H,E]_{\text{old1}} + CF[H,E]_3 * (1 - CF[H,E]_{\text{old1}}) \\
 &= 0.3464 + 0.48 * (1 - 0.3464) \\
 &= 0.3464 + 0.313728 \\
 &= 0.660128_{\text{old2}} \\
 CF_{\text{combine}}CF[H,E]_{3,4} &= CF[H,E]_{\text{old2}} + CF[H,E]_4 * (1 - CF[H,E]_{\text{old2}}) \\
 &= 0.660128 + 0 * (1 - 0.660128) \\
 &= 0.660128 + 0 \\
 &= 0.660128_{\text{old3}} \\
 CF_{\text{combine}}CF[H,E]_{4,5} &= CF[H,E]_{\text{old3}} + CF[H,E]_5 * (1 - CF[H,E]_{\text{old3}}) \\
 &= 0.660128 + 0.10 * (1 - 0.660128) \\
 &= 0.660128 + 0.0339872 \\
 &= 0.6941152_{\text{old4}} \\
 CF_{\text{combine}}CF[H,E]_{5,6} &= CF[H,E]_{\text{old4}} + CF[H,E]_6 * (1 - CF[H,E]_{\text{old4}}) \\
 &= 0.6941152 + 0.28 * (1 - 0.6941152) \\
 &= 0.6941152 + 0.08564774 \\
 &= 0.77976294_{\text{old5}} \\
 CF_{\text{combine}}CF[H,E]_{6,7} &= CF[H,E]_{\text{old5}} + CF[H,E]_7 * (1 - CF[H,E]_{\text{old5}}) \\
 &= 0.77976294 + 0.48 * (1 - 0.77976294) \\
 &= 0.77976294 + 0.10571379 \\
 &= 0.88547673_{\text{old6}} \\
 CF[H,E]_{\text{old6}} * 100\% &= CF[H,E]_{\text{old6}} * 100 \\
 &= 0.88547673 * 100 = 88.547673\%
 \end{aligned}$$

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perhitungan *certainty factor* pada penyakit mioma uteri intramural memiliki tingkat keyakinan 88.547673%.

Kaidah 3:

IF Massa di perut bawah (benjolan di perut bagian bawah)  
AND Efek tekanan (pada organ-organ di sekitar rahim)  
AND Nyeri punggung bawah  
THEN Penyakit Mioma Uteri Subserosa

Maka yang harus dilakukan untuk menyelesaikan kasus di atas menggunakan rumus dari metode *certainty factor*, yaitu:

1. Langkah pertama, pakar menentukan nilai CF masing-masing gejala perilaku sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 CF_{\text{Pakar}} : \text{Massa di perut bawah (benjolan di perut bagian bawah)} &= 0.7 \\
 CF_{\text{Pakar}} : \text{Efek tekanan (pada organ-organ di sekitar rahim)} &= 0.8 \\
 CF_{\text{Pakar}} : \text{Nyeri punggung bawah} &= 0.5
 \end{aligned}$$

Misalkan *user* memilih jawaban sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Massa di perut bawah (benjolan di perut bagian bawah)} &= \text{Cukup Yakin} = 0.6 \\
 \text{Efek tekanan (pada organ-organ di sekitar rahim)} &= \text{Yakin} = 0.8 \\
 \text{Nyeri punggung bawah} &= \text{Sedikit Yakin} = 0.4
 \end{aligned}$$

2. Langkah kedua, kaidah-kaidah yang baru tersebut kemudian dihitung nilai CFnya dengan mengalikan

$CF_{\text{pakar}}$  dengan  $CF_{\text{user}}$ , menjadi:

$$\begin{aligned}
 CF[H,E]_1 &= CF[H]_1 * CF[E]_1 \\
 &= 0.7 * 0.6 \\
 &= 0.42 \\
 CF[H,E]_2 &= CF[H]_2 * CF[E]_2 \\
 &= 0.8 * 0.8 \\
 &= 0.64 \\
 CF[H,E]_3 &= CF[H]_3 * CF[E]_3 \\
 &= 0.5 * 0.4 \\
 &= 0.20
 \end{aligned}$$

3. Langkah yang terakhir adalah mengkombinasikan nilai CF dari masing-masing kaidah. Berikut adalah kombinasi CF1 dengan CF2:

$$\begin{aligned}
 CF_{\text{combine}}CF[H,E]_{1,2} &= CF[H,E]_1 + CF[H,E]_2 * (1 - CF[H,E]_1) \\
 &= 0.42 + 0.64 * (1 - 0.42) \\
 &= 0.42 + 0.3712 \\
 &= 0.7912_{\text{old1}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CF_{\text{combine}}CF[H,E]_{2,3} &= CF[H,E]_{\text{old1}} + CF[H,E]_3 * (1 - CF[H,E]_{\text{old1}}) \\
 &= 0.7912 + 0.20 * (1 - 0.7912) \\
 &= 0.7912 + 0.04176 \\
 &= 0.83296_{\text{old2}} \\
 CF[H,E]_{\text{old2}} * 100\% &= 0.83296 * 100 = 83.296 \%
 \end{aligned}$$

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perhitungan *certainty factor* pada penyakit mioma uteri subserosa memiliki tingkat keyakinan 83.296 %.

### KESIMPULAN

Gejala umum mioma uteri ditandai dengan massa di perut bawah (benjolan di perut bagian bawah), pendarahan berat, nyeri perut, efek tekanan, penurunan kesuburan, merasa penuh di daerah panggul, sering buang air kecil, nyeri saat berhubungan seks, nyeri punggung bawah, komplikasi selama kehamilan dan persalinan, serta masalah reproduksi serta aplikasi sistem yang dibuat dalam mendiagnosa penyakit mioma uteri akan didukung dengan adanya aplikasi sistem pakar. Dalam aplikasi ini, *user* bisa menginputkan nilai tingkat keyakinan terhadap gejala dan setelah diproses akan menampilkan *output* berupa hasil diagnosa jenis penyakit, tingkat persentase, dan rekomendasi.

### DAFTAR PUSTAKA

- T.Sutojo, Edy Mulyanto, Vincent Suhartono. 2011. Kecerdasan Buatan Yogyakarta: Andi.
- Savitri, Astrid, dkk. 2015. Kupas Tuntas Kanker Payudara, Leher Rahim & Rahim. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- MADCOMS. 2007. Mahir Dalam 7 Hari: Microsoft Office Access 2007. (Ed.1) Madiun: MADCOMS.
- Widodo Budiharto, Derwin Suhartono 2014. Artificial Intelligence. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Rosa A.S, M.Shalahuddin (2011). Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek). Bandung: Modula
- Larry, Roy 2012. Jurus Kilat Mahir Visual Basic. Jakarta. Penerbit Dunia Komputer
- Priyanto, Rahmat 2009 .Langsung Bisa Visual Basic.Net 2008. Penerbit Andi. Yogyakarta(Ed.1).
- Daniel, Gloria Virginia, Jurnal Informatika, Volume 6 Nomor 1, April 2010, Implementasi Sistem Pakar Untuk Mendiagnosis Penyakit Dengan Gejala Demam Menggunakan Metode Certainty Factor

## **PENERAPAN ALGORITMA VIGENERE CIPHER MENGAMANKAN FILE TEXT DAN MENGKOMPRESI FILE TEXT MENGGUNAKAN METODE HUFFMAN**

**Novi setiawati**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Keamanan data merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk mengamankan data terutama data yang bersifat rahasia dan penting. Jika terjadi suatu pembobolan dan pencurian informasi suatu data penting dalam sebuah file, maka akan merugikan pihak yang berkepentingan. Salah satu solusi pengamanan data yang digunakan adalah kriptografi. Kriptografi adalah ilmu dan seni untuk menjaga kerahasiaan pesan dengan cara menyandikannya ke dalam bentuk yang tidak dapat dimengerti lagi. Dengan menerapkan Algoritma Vigenere Cipher maka aplikasi yang akan dibuat bisa mengubah isi pesan yang ada dan dapat mengamankan informasi yang ada, sehingga tidak diketahui oleh pihak yang tidak berkepentingan. Algoritma Vigenere Cipher adalah salah satu jenis kriptografi klasik yang pada dasarnya adalah melakukan kode abjad-majemuk (*polyalphabetic substitution*). Untuk mengimplementasikan konsep kriptografi pada keamanan data teks ini menggunakan algoritma Vigenere Cipher dan yang akan di kompresi menggunakan Huffman. Kompresi data bertujuan untuk mengurangi ukuran file sebelum menyimpan atau memindahkan data ke dalam media penyimpanan. Hasil akhir dari kompresi adalah file berekstensi \*.header sebagai informasi kode dan karakter dari string dan \*.pec yang merupakan String bit hasil kompresi yang dapat didekompresi. Pada skripsi ini dibuat perangkat lunak yang menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic.Net 2008 untuk implementasi algoritma Vigenere Cipher mengamankan file text dan mengkompresi file text menggunakan huffman tersebut.

**Kata Kunci:** Algoritma Vigenere Cipher, Huffman, Keamanan File Text, Visual Basic.Net 2008

### **PENDAHULUAN**

Kompresi data merupakan salah satu kajian di dalam ilmu komputer yang bertujuan untuk mengurangi ukuran file sebelum menyimpan atau memindahkan data tersebut ke dalam media penyimpanan (*storage device*). Media penyimpanan seperti *floppy disk*, *hard disk* dan *CD (Compact Disc)* mempunyai kapasitas yang terbatas. Jika data yang akan disimpan pada media penyimpanan semakin bertambah dan berukuran besar, maka media penyimpanan tidak dapat menyimpan data tersebut karena melebihi kapasitas. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah ini digunakanlah kompresi data. Berdasarkan adanya kemungkinan data setelah dikompres dapat direkonstruksi kembali ke data yang asli, teknik kompresi data dibagi menjadi dua bagian yaitu kompresi *lossless* dan kompresi *Lossy*. Kompresi *lossless* memungkinkan data dapat dikembalikan ke data yang asli secara utuh atau tanpa ada informasi yang hilang dalam data tersebut. Sedangkan kompresi *Lossy* tidak dapat mengembalikan data yang telah dikompres secara utuh dari data yang asli pada saat proses dekompresi.

*Vigenere Cipher* adalah salah satu jenis kriptografi klasik yang pada dasarnya adalah melakukan kode abjad-majemuk (*polyalphabetic substitution*). Dipublikasikan oleh diplomat sekaligus seorang kriptologis) Perancis, Blaise de Vigenere pada abad 16, tahun 1586. Sebenarnya Giovan Batista Belaso telah mengembarkannya untuk pertama kali pada tahun 1553 seperti ditulis didalam buku *La Cifra del Sig.* algoritma ini baru dikenal luas 200 tahun kemudian dan dinamakan kode *Vigenere Cipher*.

Algoritma *Huffman* diperkenalkan oleh David A. Huffman seorang mahasiswa MIT dalam papernya yang berjudul "*A Method for the Construction of Minimum- Redundancy Codes*" dan diterbitkan pada tahun 1952. Prinsip kode *Huffman* adalah karakter yang paling sering muncul di dalam data dikodekan dengan kode yang jumlah bitnya lebih sedikit, sedangkan karakter yang jarang muncul dikodekan dengan kode yang jumlah bitnya lebih panjang. Algoritma *Huffman* menggunakan tabel frekuensi kemunculan karakter untuk menggambarkan setiap karakter menjadi kode atau string biner. Kode atau string biner yang digunakan untuk mengkodekan setiap karakter dinamakan kode *Huffman*.

Penelitian ini bertujuan Untuk pengamanan *file text* agar tidak bisa diketahui orang lain serta merancang suatu perangkat lunak pada sistem keamanan *file text* menggunakan Algoritma *Vigenere Cipher* dan mengkompresi *file text* menggunakan Metode *Huffman*.

### **BAHAN DAN METODE**

#### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu adalah *file text* yang berekstensi *file.text (txt)* sebagai jenis data yang diamankan, Besar *size* yang akan diproses maksimal sebesar 1 MB sebagai ukuran file yang akan diamankan. Bahasa pemrograman *Visual Basic.Net 2008* sebagai alat yang digunakan untuk merancang

aplikasi

**Metode**

**Algoritma Vigenere Cipher**

*Vigenere Cipher* mungkin adalah contoh terbaik dari *cipher* alphabet-majemuk ‘manual’. Algoritma ini dipublikasikan oleh diplomat (sekaligus seorang kriptologis) Perancis, Blaise de Vigenere pada abad 16, meskipun Giovan Batista Belaso telah menggambarannya pertama kali pada tahun 1553 seperti ditulis di alam bukunya *La Cifra del Sig, Giovan Batista Belaso*. *Vigenere Cipher* dipublikasikan pada tahun 1586, tetapi algoritma tersebut baru dikenal luas 200 tahun kemudian yang oleh penemunya *cipher* tersebut kemudian dinamakan *Vigenere Cipher*. *Cipher* ini berhasil dipecahkan oleh Babbage dan Kasiski pada pertengahan Abad 19 [PIP02]. *Vigenere Cipher* digunakan oleh Tentara Konfederasi (*Confederate Army*) pada Perang Sipil Amerika (*American Civil war*). Perang Sipil terjadi setelah *Vigenere Cipher* berhasil dipecahkan. Hal ini diilustrasikan oleh kutipan pertanyaan Jendral Ulysses S. Grant: *”It would sometimes take too long to make translation of intercepted dispatches for us to receive any benefit from them, but sometimes they gave useful information”* (Rinaldi Munir, 2006:79).

**Algoritma Huffman**

Algoritma Huffman diperkenalkan oleh David A. Huffman seorang mahasiswa MIT dalam papernya yang berjudul *”A Method for the Construction of Minimum- Redundancy Codes”* dan diterbitkan pada tahun 1952. Prinsip kode Huffman adalah karakter yang paling sering muncul di dalam data dikodekan dengan kode yang jumlah bitnya lebih sedikit, sedangkan karakter yang jarang muncul dikodekan dengan kode yang jumlah bitnya lebih panjang. Algoritma Huffman menggunakan tabel frekuensi kemunculan karakter untuk menggambarkan setiap karakter menjadi kode atau string biner. Kode atau string biner yang digunakan untuk mengkodekan setiap karakter dinamakan kode Huffman.

Algoritma Huffman yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah algoritma Huffman yang menggunakan metode statik, yaitu metode yang menggunakan peta kode yang sama, metode ini membutuhkan dua fase, yaitu fase pertama untuk menghitung frekuensi kemunculan tiap karakter dan menentukan peta kodenya dan fase ke dua untuk mengubah pesan atau data menjadi kumpulan kode yang akan ditransmisikan. Kode optimal untuk sebuah file digambarkan dengan pohon biner penuh, di mana setiap node bukan daun mempunyai dua anak. Pada awalnya Huffman hanya mengkodekan karakter menggunakan pohon biner biasa, namun setelah itu Huffman menemukan bahwa penggunaan algoritma Greedy dapat membentuk kode prefiks yang optimal. Penggunaan algoritma Greedy pada algoritma Huffman adalah pada saat pemilihan dua pohon dengan frekuensi terkecil dalam membuat pohon Huffman. Algoritma Greedy digunakan pada pembentukan pohon Huffman agar meminimumkan total cost yang dibutuhkan. Cost yang digunakan untuk menggabungkan dua buah pohon pada akar setara dengan jumlah frekuensi dua buah pohon yang digabungkan. Oleh karena itu, total cost pembentukan pohon Huffman adalah jumlah seluruh penggabungan daun-daun. Algoritma Huffman menggunakan struktur data string sebagai masukan, struktur data binary tree pada pembentukan pohon biner dan array untuk mendeklarasikan kumpulan variabel yang bertipe sama (Darma Putra, 2006:275).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Kompresi Data**

Pemampatan data (data compression) merupakan salah satu kajian di dalam ilmu komputer yang bertujuan untuk mengurangi ukuran file sebelum menyimpan atau memindahkan data tersebut ke dalam media penyimpanan (*storage device*). Media penyimpanan seperti *floppy disk*, *hard disk* dan CD (*Compact Disc*) mempunyai kapasitas yang terbatas. Jika data yang akan disimpan pada media penyimpanan semakin bertambah dan berukuran besar, maka media penyimpanan tidak dapat menyimpan data tersebut karena melebihi kapasitas.

**Pembahasan Algoritma Vigenere Cipher**

Sebagai contoh, jika plainteknya SETIAWATI dan kunci adalah NOVI, maka pengguna kunci diulang secara periodik adalah sebagai berikut:

Plainteks : SETIAWATI  
Kunci : NOVINOVIN

Tabel 1 Bujursangkar *Vigenere Cipher*

|   | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
| B | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A |
| C | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B |
| D | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| E | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D |
| F | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E |
| G | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F |
| H | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G |
| I | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H |
| J | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| K | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| L | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
| M | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
| N | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| O | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
| P | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
| Q | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
| R | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q |
| S | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |
| T | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S |
| U | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T |
| V | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U |
| W | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V |
| X | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W |
| Y | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X |
| Z | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y |

**Proses Enkripsi Algoritma Vigenere Cipher**

1. Langkah-Langkah Enkripsi

- a. Ubah kunci dan plainteks kedalam urutan bilangan integer dengan memperhatikan table konversi.
- b. Tambahkan nilai K dan plainteks dengan mereduksikan sebagai penjumlahan modulo 95. Dan apabila ukuran plainteks lebih panjang dari pada kunci maka penjumlahan dengan K dilakukan secara periodik dalam arti bila K sudah mencapai nilai terakhir maka akan diulang kembali pada K untuk nilai dengan ukuran pertama.
- c. Konversi kembali urutan bilangan hasil penjumlahan K dan plainteks kedalam karakter dengan mengacu kembali pada table 2.1 konversi.

Setiap huruf plainteks akan dienkripsi dengan setiap huruf kunci dibawahnya. Untuk mengerjakan enkripsi dengan *Vigenere Cipher*, lakukan pada bujursangkar *Vigenere* sebagai berikut : tarik garis vertikal dari huruf plainteks ke bawah, lalu tarik garis mendatar dari huruf kunci ke kanan. Perpotongan kedua garis tersebut menyatakan huruf cipherteksnya.

Misalkan plainteks SETIAWATI dienkripsi dengan kunci *NOVI*. Karena panjang kunci tidak sama dengan panjang plainteks, maka kunci diulang secara periodik:

Plainteks : SETIAWATI  
Kunci : NOVINOVIN

Untuk huruf plainteks pertama S, tarik garis vertikal dari huruf S dan tarik garis mendatar dari huruf N, perpotongannya adalah pada kotak yang berisi huruf F (Lihat Tabel 3.2). Dengan cara yang sama, tarik garis vertikal dari huruf E dan tarik garis mendatar dari huruf O, perpotongannya adalah pada kotak yang juga berisi huruf S, dan seterusnya. Hasil enkripsi seluruhnya adalah sebagai berikut:

Plainteks : SETIAWATI  
Kunci : NOVINOVIN  
Cipherteks : FSOQNKVBV

Tabel 2 Enkripsi Huruf S Dengan Kunci N

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
| A | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
| B | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A |
| C | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B |
| D | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C |
| E | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D |
| F | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E |
| G | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G |
| I | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H |
| J | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| K | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| L | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
| M | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
| N | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| O | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
| P | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
| Q | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
| R | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q |
| S | S | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |
| T | T | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S |
| U | U | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T |
| V | V | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U |
| W | W | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V |
| X | X | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W |
| Y | Y | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X |
| Z | Z | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y |

2. Enkripsi plainteks dapat dihitung dengan :

$$C_1 \equiv mP_1 + K_1 \pmod{26}$$

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Plainteks : SETIAWATI

Kunci : NOVINOVIN

Cipherteks : FSOQNKVBV

huruf S dienkripsikan dengan kunci N sebagai :

$$(S + N \pmod{26} = (18 + 13) \pmod{26} = 31 = \mathbf{F}$$

huruf E dienkripsikan dengan kunci O sebagai :

$$(E + O) \pmod{26} = (4 + 14) \pmod{26} = 18 = \mathbf{S}$$

huruf T dienkripsikan dengan kunci V sebagai :

$$(T + I \pmod{26} = (19 + 21) \pmod{26} = 40 = \mathbf{O}$$

huruf I dienkripsikan dengan kunci I sebagai :

$$(I + I) \pmod{26} = (8 + 8) \pmod{26} = 16 = \mathbf{Q}$$

huruf A dienkripsikan dengan kunci N sebagai :

$$(A + N \pmod{26} = (0 + 13) \pmod{26} = 13 = \mathbf{N}$$

huruf W dienkripsikan dengan kunci O sebagai :

$$(W + O) \pmod{26} = (22 + 14) \pmod{26} = 36 = \mathbf{K}$$

huruf A dienkripsikan dengan kunci V sebagai :

$$(A + V \pmod{26} = (0 + 21) \pmod{26} = 21 = \mathbf{V}$$

huruf T dienkripsikan dengan kunci I sebagai :

$$(T + I) \pmod{26} = (19 + 8) \pmod{26} = 27 = \mathbf{B}$$

huruf I dienkripsikan dengan kunci N sebagai :

$$(I + N \pmod{26} = (8 + 13) \pmod{26} = 21 = \mathbf{V}$$

### Proses Dekripsi Algoritma *Vigenere Cipher*

1. Langkah-Langkah Dekripsi

- Ubah cipherteks dan kunci kedalam urutan bilangan integer dengan memperhatikan table konversi.
- Pada masing-masing urutan bilangan yang merupakan cipherteks kurangkan dengan nilai K dan mereduksikan sebagai penjumlahan modulo 95.
- Konversikan kembali urutan bilangan kedalam karakter dengan kembali mengacu pada table konversi.

2. Dekripsi plainteks dapat dihitung dengan :

$$P_1 \equiv (C_1 - K_1) \pmod{26}$$

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

Cipherteks : FSOQNKVBV

Kunci : NOVINOVIN

Plainteks : SETIAWATI  
 huruf F dienkripsikan dengan kunci N sebagai :  
 $(F - N \text{ mod } 26 = (5 - 13) \text{ mod } 26 = -8 = \mathbf{S}$   
 Huruf S dienkripsikan dengan kunci O sebagai :  
 $(S - O) \text{ mod } 26 = (18 - 14) \text{ mod } 26 = 4 = \mathbf{E}$   
 huruf O dienkripsikan dengan kunci V sebagai :  
 $(O - V) \text{ mod } 26 = (14 - 21) \text{ mod } 26 = -7 = \mathbf{T}$   
 huruf Q dienkripsikan dengan kunci I sebagai :  
 $(Q - I) \text{ mod } 26 = (16 - 8) \text{ mod } 26 = 8 = \mathbf{I}$   
 huruf N dienkripsikan dengan kunci N sebagai :  
 $(N - N) \text{ mod } 26 = (13 - 13) \text{ mod } 26 = 0 = \mathbf{A}$   
 huruf K dienkripsikan dengan kunci O sebagai :  
 $(K - O) \text{ mod } 26 = (10 - 14) \text{ mod } 26 = -4 = \mathbf{W}$   
 huruf V dienkripsikan dengan kunci V sebagai :  
 $(V - V) \text{ mod } 26 = (21 - 21) \text{ mod } 26 = 0 = \mathbf{A}$   
 huruf B dienkripsikan dengan kunci I sebagai :  
 $(B - I) \text{ mod } 26 = (1 - 8) \text{ mod } 26 = -7 = \mathbf{T}$   
 huruf V dienkripsikan dengan kunci N sebagai :  
 $(V - N) \text{ mod } 26 = (21 - 13) \text{ mod } 26 = 8 = \mathbf{I}$

**Proses Pembentukan Pohon Huffman**

Kode huffman pada dasarnya merupakan kode prediks (*prefiks code*). Kode prefiks adalah himpunan yang berisi sekumpulan kode biner, dimana pada kode prefiks ini tidak ada kode biner yang menjadi awal bagi kode biner yang lain. Kode prefiks biasanya direpresentasikan sebagai pohon biner yang diberikan nilai atau label. Untuk cabang kiri pada pohon biner diberikan label 0, sedangkan pada cabang kanan pada pohon biner diberi label 1. Rangkaian bit yang berbentuk pada setiap lintasan dari akar ke daun merupakan kode prefiks untuk karakter yang berpandangan. Pohon biner ini biasanya disebut pohon Huffman.

Langkah-langkah pembentukan pohon Huffman adalah sebagai berikut:

1. Baca semua karakter di dalam teks untuk menghitung frekuensi kemunculan setiap karakter. Setiap karakter penyusun teks dinyatakan sebagai pohon bersimpul tunggal.
2. Gabungkan dua pohon yang mempunyai frekuensi terkecil pada sebuah akar. Setelah digabungkan akar tersebut akan mempunyai frekuensi yang merupakan jumlah dari frekuensi dua buah pohon-pohon penyusunnya.
3. Ulangi langkah 2 sampai hanya tersisa satu buah pohon Huffman, agar pemilihan dua pohon yang akan digabungkan berlangsung cepat, maka semua yang ada selalu terurut menaik berdasarkan frekuensi.

Sebagai contoh dalam kode ASCII *string* 9 huruf "SETIAWATI" membutuhkan representasi 9 x 8 =72 bit (9 byte), dengan rincian sebagai berikut:

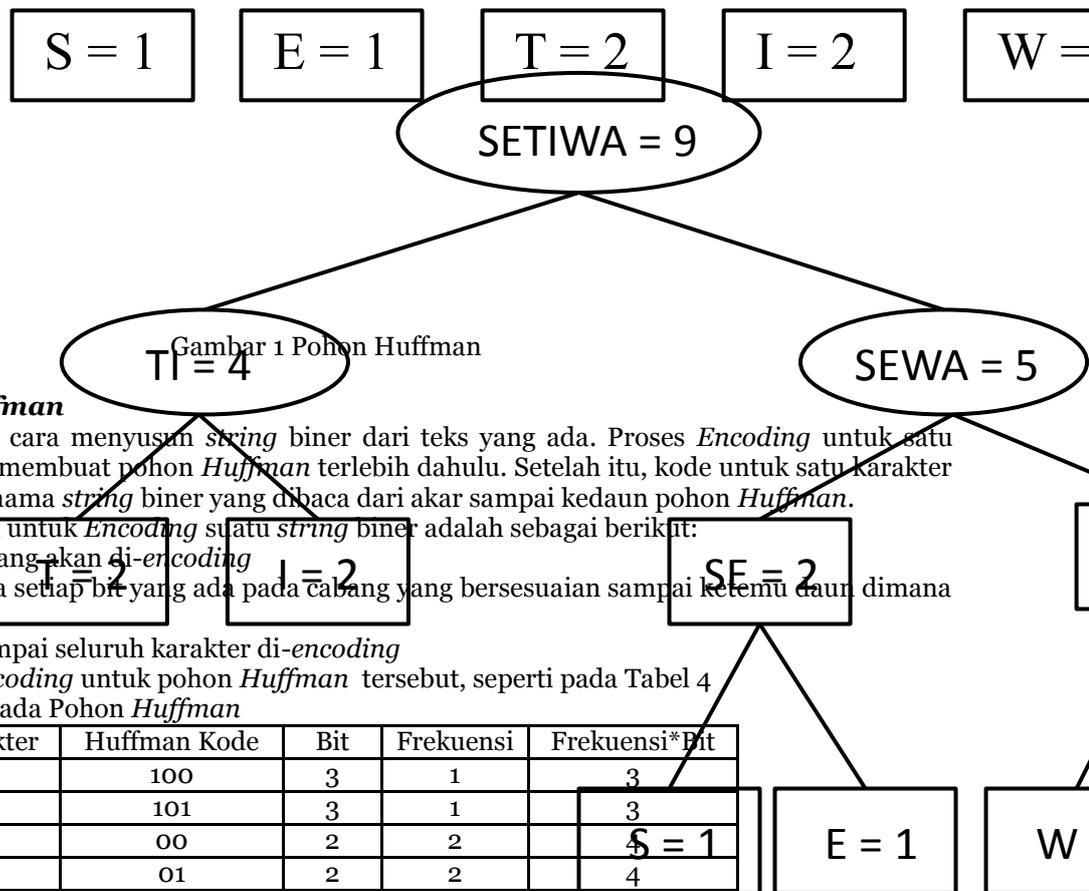
S = 83 = 01010011  
 E = 69 = 01000101  
 T = 84 = 01010100  
 I = 73 = 01001001  
 A = 65 = 01000001  
 W = 87 = 01010111  
 A = 65 = 01000001  
 T = 84 = 01010100  
 I = 73 = 01001001

Berikut tabel yang menjelaskan jumlah bit huruf "SETIAWATI" sebelum dilakukan proses kompresi :

Tabel 3 Jumlah Frekuensi dan Bit Sebelum Proses Kompresi Untuk Karakter "SETIAWATI"

| Karakter | Frekuensi Kemunculan | Bit | Frekuensi*Bit |
|----------|----------------------|-----|---------------|
| S        | 1                    | 8   | 8             |
| E        | 1                    | 8   | 8             |
| T        | 2                    | 8   | 16            |
| I        | 2                    | 8   | 16            |
| W        | 1                    | 8   | 8             |
| A        | 2                    | 8   | 16            |
| Jumlah   |                      |     | 72            |

Maka dari Tabel 3 pembentukan pohon Huffman untuk proses kompresi yang dapat terjadi diperlihatkan pada Gambar 1



Gambar 1 Pohon Huffman

**Proses Encoding Huffman**

Encoding adalah cara menyusun string biner dari teks yang ada. Proses Encoding untuk satu karakter dimulai dengan membuat pohon Huffman terlebih dahulu. Setelah itu, kode untuk satu karakter dibuat untuk menyusun nama string biner yang dibaca dari akar sampai ke daun pohon Huffman.

Langkah-langkah untuk Encoding suatu string biner adalah sebagai berikut:

1. Tentukan karakter yang akan di-encoding
2. Mulai dari akar, baca setiap bit yang ada pada cabang yang bersesuaian sampai ketemu daun dimana karakter itu berada
3. Ulangi langkah 2 sampai seluruh karakter di-encoding

Dapat diperoleh hasil Encoding untuk pohon Huffman tersebut, seperti pada Tabel 4  
Tabel 4 Hasil Encoding Pada Pohon Huffman

| Karakter | Huffman Kode | Bit | Frekuensi | Frekuensi*Bit |
|----------|--------------|-----|-----------|---------------|
| S        | 100          | 3   | 1         | 3             |
| E        | 101          | 3   | 1         | 3             |
| T        | 00           | 2   | 2         | 4             |
| I        | 01           | 2   | 2         | 4             |
| W        | 110          | 3   | 1         | 3             |
| A        | 111          | 3   | 2         | 6             |
| Jumlah   |              |     |           | 23            |

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa dibutuhkan representasi  $(3 \times 1) + (3 \times 1) + (2 \times 2) + (2 \times 2) + (3 \times 1) + (3 \times 2) = 23$  bit. Maka dapat diperoleh persentase kompresi dengan menggunakan persamaan 4.1 sebesar:

$$\frac{72 - 23}{72} \times 100\% = 68,05\%$$

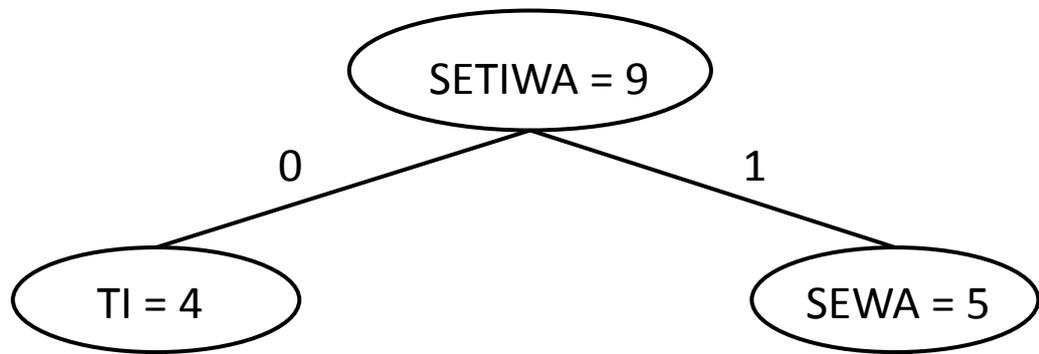
**Proses Decoding Huffman**

Decoding merupakan kebalikan dari encoding. Decoding berarti menyusun kembali data dari stringbiner menjadi sebuah karakter kembali. Decoding dapat dilakukan dengan dua cara, yang pertama dengan menggunakan pohon Huffman dan yang kedua dengan menggunakan tabel kode Huffman.

Langkah-langkah Decoding suatu string biner dengan menggunakan pohon Huffman, yaitu :

1. Baca sebuah bit dari rangkaian kode biner.
2. Mulai dari akar pohon biner.
3. Untuk setiap bit pada langkah 1, lakukan traversal pada cabang yang bersesuaian.
4. Ulangi langkah 1, 2 dan 3 sampai bertemu daun. Kodekan rangkaian bit yang telah dibaca dengan karakter di daun.
5. Ulangi dari langkah 1 hingga tidak ada lagi bit dalam rangkaian kode biner.
  - a. Membaca dari pohon Huffman

Hal ini dapat dilakukan dengan cara membaca sebuah bit dari kode binernya dan menelusuri hingga sampai pada simpul daun yang mengandung simbol tersebut untuk setiap bitnya. Ketika suatu bit sampai pada daun suatu pohon, suatu simbol yang terkandung dalam daun tersebut ditulis untuk decoded data tersebut dan mengulanginya kembali dari akar pohon tersebut. Proses decoding tersebut diperlihatkan pada Gambar 2



Gambar 2 Proses Decoding Menggunakan Pohon Huffman

Setelah di telusuri dari akar, maka kita akan menemukan bahwa string yang mempunyai kode Huffman "111" adalah karakter A.

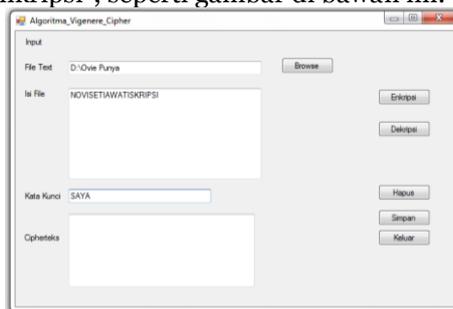
- b. Menggunakan Tabel Kode Huffman

Decoding cara ini dilakukan dengan menyimpan setiap kode pada suatu tabel yang terurut berdasarkan panjang kode dan mencari kesamaan dari setiap bit yang dibaca. Dengan menggunakan Tabel 3.4 untuk merepresentasikan string "SETIAWAT" tersebut akan dipresentasikan menjadi rangkaian bit: 100 101 00 01 110 111 110 00 01. Jadi jumlah bit yang dibutuhkan hanya 23 bit. Dari Tabel 3.4 tampak bahwa kode untuk sebuah karakter tidak boleh menjadi awalan dari kode simbol yang lain guna menghindari keraguan dalam proses decoding. Karena tiap kode Huffman yang dihasilkan unik, maka proses decoding dapat dilakukan dengan mudah. Contoh: Saat membaca kode bit pertama dalam rangkaian bit "10010100011101111100001", yaitu bit "100", dapat langsung disimpulkan bahwa kode bit "100" merupakan pemetaan dari simbol "S". Kemudian baca kode bit selanjutnya, yaitu bit "101" adalah pemetaan dari simbol "E" dan seterusnya.

**Implementasi**

**Tampilan Form Enkripsi Algoritma Vigenere Cipher**

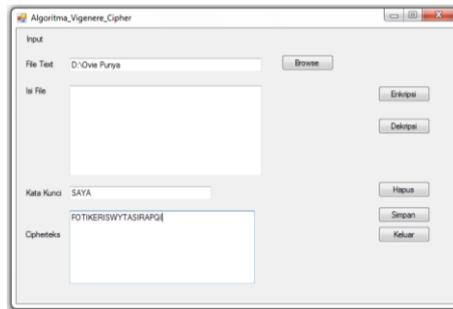
Untuk proses enkripsi, tekan tombol "Browse" kemudian cari file yang akan di enkripsikan, kemudian file yang akan di enkripsi akan muncul pada kolom "Isi File/Plainteks", kemudian isi "Kata Kunci", setelah itu klik tombol "Enkripsi", seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3 Tampilan Input Enkripsi Algoritma Vigenere Cipher

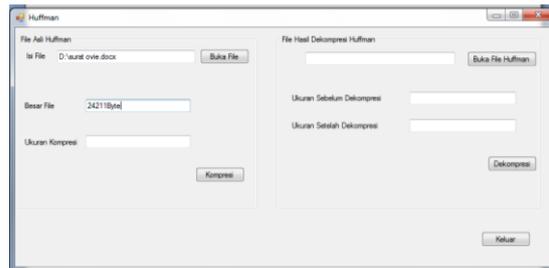
**Tampilan Form Dekripsi Algoritma Vigenere Cipher**

Untuk proses dekripsi, tekan tombol "Browse" kemudian cari file yang akan di dekripsikan, kemudian file yang akan di dekripsi akan muncul pada kolom "Cipherteks", kemudian isi "Kata Kunci", setelah itu klik tombol "Dekripsi", seperti gambar di bawah ini:

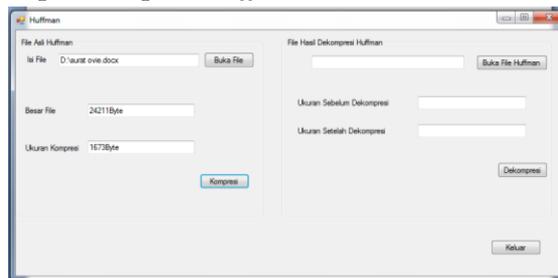


Gambar 4 Tampilan Input Dekripsi Algoritma *Vigenere Cipher*

**Tampilan Form Kompresi Huffman**



Gambar 5 Tampilan Input Kompresi *Huffman*



Gambar 6 Tampilan Proses Kompresi *Huffman*

**KESIMPULAN**

Teknik yang dilakukan dalam pengamanan *file text* yaitu dengan cara menerapkan Algoritma *Vigenere Cipher* kedalamnya yang bisa mengubah data asli ke dalam bentuk data rahasia dan Kompresi dengan menggunakan kode *Huffman* akan lebih optimal jika variasi karakter dari informasi tersebut tidak banyak walaupun frekuensi kemunculannya tinggi karena pohon *Huffman* yang akan terbentuk tidak terlalu panjang sehingga kode Huffman yang mewakili karakter tersebut menjadi lebih singkat.

**DAFTAR PUSTAKA**

Adi *Nugroho*, 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak Berbasis Objek dengan Metode. USDP* Andi, Yogyakarta.  
 Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I., 2005. "Unified Modelling Language User Guide" Addison-Wesley Professional.  
 Darma, Putra, 2006. *Pengolahan Citra Digital*, AndiOffset, Yogyakarta  
*Indrajani*, S.Kom, MM. 2011. *Perancangan Basis Data Dalam Allin1*. Elex Media. Komputindo. Jakarta  
 Pu, I.M. 2006. *Fundamental Data Compression*. London: Butterworth Heineman.  
 Rinaldi Munir, 2006. *Kriptografi*, Penerbit Informatika, Bandung.  
 Riyanto, Rahmat, 2009. *Langsung Bisa Visual Basic.Net 2008*, Andi, Yogyakarta  
 Salomon, D, 2007. *Data Compression : The Complete Reference, Third Edition*.  
 Sutoyo, 2009. *Teori Pengolahan Citra*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

## KOMPRESI FILE DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA LZW DAN ALGORITMA LZMA

Eko Putra Manullang

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Dalam perkembangan teknologi di bidang computer, baik hardware maupun software maka perkembangan informasi dengan menggunakan alat bantu computer cenderung meningkat. Perbaikan file bertujuan meningkatkan kualitas untuk manusia atau untuk mengkonversi algoritma LZW dan LZMA agar memiliki format yang lebih baik sehingga file tersebut menjadi mudah diolah dengan mesin computer. Meskipun sebuah file kaya akan informasi, namun sering kali file yang dimiliki mengalami penurunan mutu, misalnya mengandung cacat atau denois. Dalam pemrosesan, kualitas kompresi file memperbaiki Algoritma LZW dan algoritma LZMA sehingga file dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut, misalnya untuk aplikasi pengenalan (recognition) objek didalam file. Yang dimaksud dengan perbaikan kualitas kompresi file adalah proses mendapatkan file yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia. Oleh karena itu judul yang di ambil dalam pembuatan skripsi ini adalah Kompresi File Dengan Menggunakan Algoritma LZW dan Algoritma LZMA.

**Kata Kunci:** Kompresi, File, Algoritma, LZW, LZMA

### PENDAHULUAN

Masalah keamanan dan kerahasiaan merupakan salah satu aspek penting dari suatu data, pesan dan informasi. Pengiriman suatu pesan, data dan informasi yang sangat penting membutuhkan tingkat keamanan yang tinggi. Di samping usaha pengamanan, sekarang ini orang juga berusaha melakukan proses pengecilan ukuran suatu data (kompresi suatu data). Tujuan dari kompresi ini adalah untuk mempercepat pengirim data atau informasi tersebut, kompresi data juga memiliki tujuan untuk dapat mengurangi ukuran data dan dapat di simpan pada media penyimpanan yang memiliki ukuran relatif kecil. Keamanan dan kecepatan data merupakan hal yang penting dalam komunikasi menggunakan komputer mau pun jaringan komputer.

LZMA adalah teknik pemampatan data yang merupakan pembaruan dari LZ77. LZMA termasuk metode *lossless* yang memampatkan data tanpa menghilangkan bagian apapun ketika dikembalikan ke data aslinya. Dalam kompresi LZMA, aliran dikompresi adalah aliran bit, dikodekan menggunakan biner adaptif rentang coder. Aliran ini dibagi menjadi paket-paket, setiap paket menggambarkan baik satu byte, atau urutan LZ77 dengan panjang dan jarak implisit atau eksplisit dikodekan.

Algoritma Lempel-Ziv-Welch (LZW), dikembangkan oleh Abraham Lempel, Jacob Ziv, dan Terry Welch. Dan dipublikasikan pada tahun 1984 oleh Terry Welch. LZW dirancang sebagai peningkatan dari algoritma LZ78. Algoritma ini mereduksi jumlah *token* yang dibutuhkan menjadi 1 simbol saja. Simbol ini merujuk kepada *index* dalam *dictionary*. Proses kerjanya mirip dengan algoritma LZ78, tetapi jika pada algoritma LZ78 *dictionary* dimulai dari keadaan kosong, LZW mengisi *dictionary* ini dengan seluruh simbol alphabet yang dibutuhkan. Pada kasus yang umum, 256 *index* pertama dari *dictionary* akan diisi dengan karakter ASCII dari 0-255. Karena *dictionary* telah diisi dengan semua kemungkinan karakter terlebih dahulu, maka karakter inputan pertama akan selalu dapat ditemukan dalam *dictionary*. Inilah yang menyebabkan *token* pada LZW hanya memerlukan 1 simbol saja yang merupakan *pointer* pada *dictionary*. (Linawati dan Pangabean H.P, 2004).

Penelitian ini bertujuan Untuk melakukan proses kompresi citra dengan menggunakan algoritma LZW dan Algoritma LZMA. Untuk menghasilkan aplikasi kompresi citra dengan menggunakan algoritma LZW dan Algoritma LZMA dan mengetahui cara penerapan algoritma LZW dan Algoritma LZMA dalam mengkompresikan citra.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Format file citra yang digunakan adalah berformat JPG sebagai file yang akan dikompresi, Resolusi citra yang diproses adalah citra *Grayscale* sebagai resolusi citra yang akan dikompresi, Menggunakan citra berukuran 5 x 5 Pixel sebagai ukuran citra yang akan dikompresi.

#### Metode

##### Algoritma LZW

Algoritma LZW menggunakan teknik adaptif dan berbasis “kamus”. Pendahuluan LZW adalah LZ77 dan LZ78 yang berkembang oleh Jacob Ziv dan Abraham Lempel pada 1997 dan 1978. Terry Welch

mengembangkan teknik tersebut pada 1984. Algoritma ini melakukan kompresi dengan menggunakan *dictionary*, dimana fragmen-fragmen teks diganti dengan indeks yang diperoleh oleh sebuah “kamus”. Prinsip sejenis juga digunakan dalam kode Braille, dimana kode-kode khusus digunakan untuk merepresentasikan kata-kata yang ada. Pendekatan ini bersifat *adaptif* dan efektif karena banyak karakter dapat dikodekan dengan mengacu pada string yang telah muncul sebelumnya dalam teks. Prinsip kompresi tercapai jika referensi dalam bentuk *pointer* dapat disimpan dalam jumlah bit yang lebih sedikit dibandingkan string aslinya. Urutan langkah algoritma kompresi LZW adalah sebagai berikut :

1. *Dictionary* diinisialisasikan dalam jumlah bit yang lebih sedikit dibandingkan string aslinya.
2. P adalah karakter pertama dalam *stream* karakter.
3. Q adalah karakter berikutnya dalam *stream* karakter.
4. Apakah *string* ( P + Q ) terdapat dalam *dictionary* ?
  - a. Jika “ya” maka P = P + Q (gabungan P dan Q menjadi *string* baru)
  - b. Jika “tidak” maka:
    - i. *Output* sebuah kode untuk menggantikan *string* P.
    - ii. Tambahkan *string* ( P + Q ) ke dalam *dictionary* dan berikan nomor/kode berikutnya yang belum diganti dalam *dictionary* untuk *string* tersebut.
    - iii. P = Q.
5. Apakah masih ada karakter berikutnya dalam *stream* karakter ?
  - a. Jika “ya” maka kembali ke langkah 2.
  - b. Jika “tidak” maka *output* kode yang menggantikan *string* P, lalu terminasi proses (*stop*).

Contoh andaikan *string*” ABBABABACDD” akan di-*encode* dengan algoritma LZW maka isi *dictionary* pada awal proses diset dengan empat karakter dasar yang ada, yaitu “A”, “B”, dan “D” dan diberi kode [1], [2], [3], dan [4].

Tabel 1 Algoritma LZW

| Posisi,<br>Huruf | [Kode] | Gabungan<br>Posisi | Huruf | [Kode]<br><i>dictionary</i> | Output |
|------------------|--------|--------------------|-------|-----------------------------|--------|
| inisialisasi     |        |                    | A     | [1] A                       |        |
|                  |        |                    | B     | [2] B                       |        |
|                  |        |                    | C     | [3] C                       |        |
|                  |        |                    | D     | [4] D                       |        |
| 1,[1] A          |        | 1+2                | AB    | [5] AB                      | [1]    |
| 2,[2] B          |        | 2+3                | BB    | [6] BB                      | [2]    |
| 3,[2] B          |        | 3+4                | BA    | [7] BA                      | [2]    |
| 4,[1] A          |        | 4+5                | AB    | Ada                         |        |
| ,[5] AB          |        | 4+5+6              | ABA   | [8] ABA                     | [5]    |
| 6,[1] A          |        | 6+7                | AB    | Ada                         |        |
| ,[5] AB          |        | 6+7+8              | ABA   | Ada                         |        |
| ,[8] ABA         |        | 6+7+8+9            | ABAC  | [9] ABAC                    | [8]    |
| 9,[3] C          |        | 9+10               | CA    | [10] CA                     | [3]    |
| 10,[1] A         |        | 10+12              | AA    | [11] AA                     | [1]    |
| 11,[1] A         |        | 11+12              | AC    | [12] AC                     | [1]    |
| 12,[3] C         |        | 12+13              | CD    | [13] CD                     | [3]    |
| 13,[4] D         |        | 13+14              | DD    | [14] DD                     | [4]    |
| 14,[4] D         |        | 14+15              | DD    | Ada                         |        |
| ,[14] DD         |        | 14+15+....         | Habis |                             | [14]   |

Sumber : T.Sutoyo, 2010 : 200

Dari sini diperoleh *output* berupa kode dan *dictionary* berikut.

Kode = [1] [2] [2] [5] [8] [3] [1] [1] [3] [4] [14]

*Dictionary* = [1] A [2] B [3] C [4] D [5] AB [6] BB [7] BA [8] ABA [9] ABAC [10] CA [11] AA [12] AC [13] CD [14] DD

**LZMA(Lemple Ziv Markov Chain)**

LZMA adalah pembaharuan dari algoritma LZ77, dengan menggunakan *markov chain* dan *entropy coding*. Metode algoritma ini menggunakan bagian *stream input* sebagai kamus yang akan digunakan dalam kompresi data. *Encoder* menerima input dari kanan ke kiri bersamaan dengan keseluruhan data yang akan melalui proses kompresi. Metode ini juga disebut dengan istilah *sliding windows*. Pada windows ini terbagi menjadi dua bagian, bagian sebelah kiri dinamakan *search buffer* dan sebelah kanan dinamakan *look-ahead buffer*, yang berisi teks yang akan dikompresi. Seperti halnya LZ77, LZMA juga menghasilkan suatu keluaran yang menyimpan *distance*, *length* dan *next symbol* sebagai suatu kesatuan berkas hasil kompresi. *Distance* merupakan jarak antara karakter yang dicari pada *look-*

*ahead buffer* yang sama dengan karakter pada *search buffer*. *Length* adalah panjang dari rangkaian karakter terpanjang pada *search buffer* yang cocok pada *look-ahead buffer*. *Next symbol* adalah satu karakter pada *look-ahead buffer* setelah rangkaian karakter terpanjang terpilih. (Ramadhan S, Jurnal Komputa, ISSN : 2089-9033)

Prinsip kompresi pada LZMA sama dengan teknik kompresi pada *deflate*, tetapi menggunakan proses *range coding* sebagai pengganti *Huffman coding*. Pada kasus nyata, hasil dari proses kompresi menggunakan algoritma LZMA berupa suatu *file* yang berisi rangkaian karakter representasi dari satu kesatuan berkas hasil kompresi yang terdiri dari *distance*, *length* dan *next symbol*.

### Analisa Algoritma LZW dan Algoritma LZMA

Analisa perbandingan pada algoritma LZMA dan algoritma LZW dilakukan dengan tujuan agar kualitas dari masing masing algoritma. Jenis gambar yang akan dikompresi dengan format jpg dengan ekstensi .jpg.

### Proses Cara Kerja Kompresi Citra

Cara kerja kompresi dilakukan dengan penerapan yang dimilikinya dan mengkompresinya dengan aturan aturan yang sesuai dengan algoitma tersebut.

Dari hasil kompresi masing masing maka didapat perbandingan kapasitas setelah dikompresi maupun rasio setelah dilakukannya kompresi. Proses cara kerja algoritma LZMA dan algoritma LZW dilakukan citra berformat .jpg, hal ini untuk mengetahui hasil perbandingan dari kompresi LZW dan LZMA.

### Melakukan Kompresi dengan LZMA

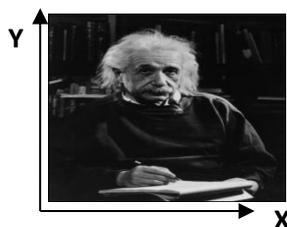
Algoritma LZMA ini merupakan salah satu teknik kompresi dengan cara melakukan pengkodean dalam bentuk bit untuk mewakili data karakter. Adapun cara kerja algoritma ini sebagai berikut:

5. Menghitung banyaknya jenis karakter dan jumlah dari masing masing karakter yang terdapat dalam sebuah file.
6. Menyusun setiap karakter dengan urutan jenis karakter yang jumlahnya paling sedikit ke jumlahnya yang paling banyak.
7. Membuat pohon biner berdasarkan urutan karakter dari yang jumlahnya yang terkecil ke yang terbesar, dan member kode untuk tiap karakter.
8. Mengganti data yang ada dengan kode bit berdasarkan kode biner.

Menyimpan jumlah bit untuk kode bit yang terbesar, jenis karakter yang diurutkan dari frekuensi keluarnya terbesar ke terkecil beserta data yang sudah berubah menjadi kode bit sebagai data hasil kompresi.

Beberapa metode kompresi citra telah dikembangkan seperti *block coding*, *encoding*, CDT, Wavelet transform dan lainnya. Algoritma kompresi citra terus dikembangkan dengan tujuan untuk mengkompres hingga sekecil mungkin data citra, namun pada saat rekonstruksi diharapkan tidak satupun data citra yang hilang. Berdasarkan pada landasan pikian diatas, maka penulis mencoba meneliti sejauh mana algoritma LZMA ini dapat digunakan untuk mengkompres citra.

Secara fisis, sebuah citra adalah merupakan representasi objek objek baik dalam keadaan diam atau bergerak pada suatu support fisik seperti kertas monitor atau yang lainnya. Secara matematis, sebuah citra dinyatakan sebagai sebuah fungsi matematis 2 dimensi  $f(x,y)$  atau tiga dimensi  $f(x,y,z)$ . Dimana  $x$  dan  $y$  menyatakan posisi koordinat 2D, sedangkan  $f$  menyatakan nilai intensitas (kecerahan) atau menyatakan warna pada setiap posisi  $x,y$ . Sebuah citra digital dalam sebuah computer dinyatakan dalam bentuk matriks 2D, dimana elemen matriks disebut pixel dan nilai dari setiap elemen matriksnya menyatakan intensitas atau warna.



Gambar 1 Citra 2D (Ukuran : 134 byte)

Matriks dari citra diatas adalah sebagai berikut diperoleh dari aplikasi Matlab:

$$\begin{bmatrix} 255 & 187 & 129 & 148 & 236 \\ 190 & 175 & 184 & 186 & 177 \\ 128 & 223 & 202 & 211 & 184 \\ 147 & 203 & 186 & 192 & 172 \\ 235 & 189 & 196 & 204 & 209 \end{bmatrix}$$

Gambar 2 Matriks 5 x 5

Bila matriks ini sebuah citra gray-level berukuran 5 x 5 pixel, maka nilai elemen matriks (pixel), menyatakan tingkat keabuan citra. Tetapi bila matriks ini mewakili sebuah citra berwarna, maka nilai elemen matriksnya menyatakan warna. Setiap pixel dalam sebuah citra yang dikode 8 bit, berarti citra tersebut memiliki tingkat keabuan atau memiliki 256 warna.

Dengan mengambil contoh diatas dan dengan menggunakan algoritma LZMA, dikembangkan sebuah algoritma untuk mengkompres data citra sebagai berikut:

5. Buat data citra yang berupa data matriks tersebut menjadi vector, sehingga didapat vector[255,187,129,148,236,190,175,184,186,177,128,223,202,211,184,147,203,186,192,172,235,189,196,204,209].

Besarnya data citra = 25 byte

6. Baca vector tersebut dan tentukan nilai warna yang ada serta frekuensi munculnya. Hasilnya adalah Tabel 1 Frekuensi dari data vector

| Data | Frekuensi | Data | Frekuensi | Data | Frekuensi |
|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
| 186  | 2         | 147  | 1         | 211  | 1         |
| 184  | 2         | 235  | 1         | 172  | 1         |
| 255  | 1         | 177  | 1         | 196  | 1         |
| 187  | 1         | 128  | 1         | 204  | 1         |
| 129  | 1         | 223  | 1         | 209  | 1         |
| 148  | 1         | 203  | 1         |      |           |
| 236  | 1         | 192  | 1         |      |           |
| 190  | 1         | 189  | 1         |      |           |
| 175  | 1         | 202  | 1         |      |           |

Urutkan warna dari yang fekuensinya terkecil ke yang frekuensinya yang terbesar 186,184,255,187,129,148,236,190,175,177,128,223,202,211,147,203,192,172,235,189,196,204,209

Tabel 2 Perhitungan Hasil Kompresi Algoritma Template

| Data | Jumlah | Ukuran Citra |
|------|--------|--------------|
| 186  | 2      | 1 bit *2=2   |
| 184  | 2      | 2 bit *2=4   |
| 255  | 1      | 3 bit *1=3   |
| 187  | 1      | 4 bit *1=4   |
| 129  | 1      | 5 bit *1=5   |
| 148  | 1      | 6 bit *1=6   |
| 236  | 1      | 7 bit *1=7   |
| 190  | 1      | 8 bit *1=8   |
| 175  | 1      | 9 bit *1=9   |
| 177  | 1      | 10 bit *1=10 |
| 128  | 1      | 11 bit *1=11 |
| 223  | 1      | 12bit *1=12  |
| 202  | 1      | 13 bit *1=13 |
| 211  | 1      | 14 bit *1=14 |
| 147  | 1      | 15 bit *1=15 |
| 203  | 1      | 16 bit *1=16 |
| 192  | 1      | 17 bit *1=17 |
| 172  | 1      | 18 bit *1=18 |
| 235  | 1      | 19 bit *1=19 |
| 189  | 1      | 20 bit *1=20 |
| 196  | 1      | 21 bit *1=21 |
| 204  | 1      | 22 bit *1=22 |
| 209  | 1      | 23 bit *1=23 |

Untuk citra setelah dikompresi = 2 + 4 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11 + 12 + 13 + 14 + 15 + 16 + 17 + 18 + 19 + 20 + 21 + 22 + 23

Untuk citra setelah dikompresi = 279 bit

Ukuran citra semula sebelum dilakukan kompresi file citra terdiri dari 5 x 5 pixel = 25 byte dimana dalam satuan bit menjadi 25 x 8 bit menjadi 200 bit.

$$\text{Rasio} = 100 - (\text{ukuran citra hasil kompresi} / \text{ukuran citra semula}) \times 100\%$$

$$\text{Rasio} = 100 - (279/200) \times 100\%$$

$$\text{Rasio} = 100 - (1.395) \times 100\%$$

$$\text{Rasio} = 100 - 139,5\%$$

$$\text{Rasio} = 39,5 \%$$

Hasil :

1. Kecepatan = 6 x iterasi
2. Ukuran = 79 bit = 10 byte
3. Kualitas = 39.5%

Bila dilihat perbandingan sebelum dikompresi, file citra terdiri dari 25 byte dimana dalam satuan bit menjadi 25 x 8 bit menjadi 200 bit. Tapi setelah dilakukan kompresi menjadi 279 bit sehingga didapat besar rasio sebesar 39,5% yang artinya 39,5% dari citra semula telah berhasil dimampatkan.

### Melakukan Kompresi dengan Algoritma LZW

Algoritma kompresi LZW atau disebut encoding LZW adalah algoritma yang dipakai untuk mengkompresi file. Algoritma ini menggunakan teknik dictionary dalam kompresinya, dimana string karakter digantikan oleh kode tabel yang dibuat setiap ada string yang masuk. Tabel dibuat untuk referensi masukan string selanjutnya. Ukuran tabel dictionary pada algoritma lzw asli adalah 4096 sampel atau 12 bit, dimana 256 sampel pertama digunakan untuk tabel karakter single (Extended ASCII), dan sisanya digunakan untuk pasangan karakter atau string dalam data input.

Algoritma LZW melakukan kompresi dengan menggunakan kode tabel 256 hingga 4095 untuk mengkodekan pasangan byte atau string. Dengan metode ini banyak string yang dapat dikodekan dengan mengacu pada string yang telah muncul sebelumnya dalam citra.

Algoritma kompresi LZW secara lengkap:

1. KAMUS diinisialisasi dengan semua karakter dasar yang ada : {'A'..'Z','a'..'z','0'..'9'}.
2. W ← karakter pertama dalam stream karakter.
3. K ← karakter berikutnya dalam stream karakter.
4. Lakukan pengecekan apakah (W + K) terdapat dalam KAMUS
  - a. Jika ya, maka W ← W + K (gabungkan W dan K menjadi string baru).
  - b. Jika tidak, maka :
    1. Output sebuah kode untuk menggantikan string W.
    2. Tambahkan string (W + K) ke dalam dictionary dan berikan nomor/ kode berikutnya yang belum digunakan dalam dictionary untuk string tersebut.
    3. W ← K
  - c. Lakukan pengecekan apakah masih ada karakter berikutnya dalam stream karakter
    1. Jika ya, maka kembali ke langkah 2.
    2. Jika tidak, maka output kode yang menggantikan string W, lalu terminasi proses (stop).

Sebuah string akan dikompresi dengan LZW [255,187,129,148,236,190,175,184,186,177,128,223,202,211,184,147,203,186,192,172,235,189,196,204,209].

Isi dictionary pada awal proses diset dengan 23 karakter dasar yang ada : "186", "184", "255", "187", "129", "148", "236", "190", "175", "147", "235", "177", "128", "223", "203", "192", "189", "202", "211", "172", "196", "204", dan "209". Tahapan kompresi ditunjukkan pada tabel 3

Tabel 4 Tahapan kompresi LZW

| Posisi,[kode] karakter | Gabungan posisi | Karakter | [kode] dictionary | Output |
|------------------------|-----------------|----------|-------------------|--------|
| inisialisasi           |                 | 255      | [1] 255           |        |
|                        |                 | 187      | [2] 187           |        |
|                        |                 | 129      | [3] 129           |        |
|                        |                 | 148      | [4] 148           |        |
|                        |                 | 236      | [5] 236           |        |
|                        |                 | 190      | [6] 190           |        |
|                        |                 | 175      | [7] 175           |        |
|                        |                 | 184      | [8] 184           |        |
|                        |                 | 186      | [9] 186           |        |
|                        |                 | 177      | [10] 177          |        |
|                        |                 | 128      | [11] 128          |        |
|                        |                 | 223      | [12] 223          |        |
|                        |                 | 202      | [13] 202          |        |
|                        |                 | 211      | [14] 211          |        |

|                |             |               |                    |      |
|----------------|-------------|---------------|--------------------|------|
|                |             | 147           | [15] 147           |      |
|                |             | 203           | [16] 203           |      |
|                |             | 192           | [17] 192           |      |
|                |             | 172           | [18] 172           |      |
|                |             | 235           | [19] 235           |      |
|                |             | 189           | [20] 189           |      |
|                |             | 196           | [21] 196           |      |
|                |             | 204           | [22] 204           |      |
|                |             | 209           | [23] 209           |      |
| 1,[1],255      | 1 + 2       | 255, 187      | [24] 255,187       | [24] |
| 2,[2],187      | 2 + 3       | 187, 129      | [25] 187, 129      | [25] |
| 3,[3],129      | 3 + 4       | 129,148       | [26] 129,148       | [26] |
| 4,[4],148      | 4 + 5       | 148, 236      | [27] 148, 236      | [27] |
| 5,[5],236      | 5 + 6       | 236, 190      | [28] 236, 190      | [28] |
| 6,[6],190      | 6 + 7       | 190, 175      | [29] 190, 175      | [29] |
| 7,[7],175      | 7 + 8       | 175, 184      | [30] 175, 184      | [30] |
| 8,[8],184      | 8 + 9       | 184, 186      | [31] 184, 186      | [31] |
| 9,[9],186      | 9 + 10      | 186, 177      | [32] 186, 177      | [32] |
| 10,[10],177    | 10 + 11     | 177, 128      | [33] 177, 128      | [33] |
| 11,[11],128    | 11 + 12     | 128, 223      | [34] 128, 223      | [34] |
| 12,[12],223    | 12 + 13     | 223, 202      | [35] 223, 202      | [35] |
| 13,[13],202    | 13 + 14     | 202, 211      | [36] 202, 211      | [36] |
| 14,[14],211    | 14 + 8      | 211, 184      | [37] 211, 184      | [37] |
| ..., [14], 184 | 14 + 8 + 15 | 211, 184, 147 | [38] 211, 184, 147 | [38] |
| 15,[15],147    | 15 + 16     | 147, 203      | [39] 147, 203      | [39] |
| 16,[16],203    | 16 + 9      | 203,186       | [40] 203,186       | [40] |
| ..., [16], 186 | 16 + 9 + 17 | 203,186, 192  | [41] 203,186, 192  | [41] |
| 17,[17],192    | 17 + 18     | 192, 172      | [42] 192, 172      | [42] |
| 18,[18],172    | 18 + 19     | 172, 235      | [43] 172, 235      | [43] |
| 19,[19],235    | 19 + 20     | 235, 189      | [44] 235, 189      | [44] |
| 20,[20],189    | 20 + 21     | 189, 196      | [45] 189, 196      | [45] |
| 21,[21],196    | 21 + 22     | 196, 204      | [46] 196, 204      | [46] |
| 22,[22],204    | 22 + 23     | 204, 209      | [47] 204, 209      | [47] |
| 23,[23], 209   | 23 + ...    | Habis         |                    | [23] |

Total awal bit disimpan tanpa kompresi = Total input \* bit dictionary  
= 25 \* 8  
= 200 bit

Besar file setelah dikompresi = Total output \* bit dictionary  
= 23 \* 8  
= 184 bit

Hasil Rasio Kompresi

$$\text{Rasio} = \frac{\text{ukuran file terkompresi}}{\text{ukuran file asli}} \times 100 \%$$

$$\text{Rasio} = (184 / 200) \times 100 \%$$

$$\text{Rasio} = (0,92) \times 100\%$$

$$\text{Rasio} = 92 \%$$

Hasil :

1. Kecepatan = 4 x iterasi
2. Ukuran = 16 bit= 2 byte
3. Kualitas = 92%

## KESIMPULAN

Proses kompresi menggunakan metode LZMA diawali dengan memilih *file* citra yang diinginkan di dalam directory kemudian diubah ke dalam bentuk matriks yang akan digunakan sehingga histogram di dapat dengan proses pencarian nilai histogram dan hasil akhirnya akan di dapati rasio kompresi sedangkan proses kompresi menggunakan metode LZW diawali diawali dengan memilih *file* citra yang diinginkan di dalam directory kemudian hitung nilai pikselnya dengan melihat nilai RGB-nya ssetelah itu lakukan proses inialisasi setiap nilai piksel dengan membaca *stream* piksel dan *search buffer* dan hasil akhirnya akan di dapati rasio kompresi dan Perancangan kompresi citra dengan menggunakan bahasa

pemrograman *visual studio 2008* yang terdiri dari form utama, form kompresi citra dan form help dimana setiap form memiliki fungsi masing-masing.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abraham Lempel, 1984, Algoritma Lempel-Ziv-Welch (LZW)  
D. Purba, 2010, Proses Kompresi  
Murnir, Renaldi, 2004, Pixel  
Ramadhan S, 2009, LZMA  
Rencher, 2002, Similarity Measurement  
RinaldiMunir, 2004, Defenisi Citra digital  
Sutoyo, T, Mulyanto, E 2009, Kompresi.  
Usman Ahmad, 2005, Representasi Citra  
Wahana Komputer, 2013, Ragam Aplikasi Pengelolaan Image Dengan Matlab.

## IMPLEMENTASI METODE SINGULAR VALUE DECOMPOSITION DAN METODE MASKING-FILTERING UNTUK WATERMARKING CITRA

Agus Sofian Saragih

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Steganografi adalah salah satu cara untuk menyembunyikan suatu pesan/data rahasia di dalam data atau pesan lain yang tampak tidak mengandung apa-apa, kecuali bagi orang yang mengerti kuncinya. Selain itu, pada kriptografi pesan disembunyikan dengan “diacak” sehingga pada kasus-kasus tertentu dapat dengan mudah mengundang kecurigaan, sedangkan pada steganografi pesan “disamarkan” dalam bentuk yang relatif “aman” sehingga tidak terjadi kecurigaan itu. Steganografi dapat digunakan pada berbagai macam bentuk data, yaitu image, audio, dan video. Oleh karena itu, dibutuhkan steganografi untuk meningkatkan keamanan dengan cara menyembunyikan pesan yang telah terenkripsi. Steganografi adalah proses penyembunyian pesan dalam sebuah gambar. Steganografi bisa dikatakan lebih aman karena sifatnya yang tidak mengacak, sehingga file yang disisipi tidak mencurigakan, walaupun hampir setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pada penelitian ini mengimplementasikan menyembunyikan Citra Digital menggunakan metode Singular Value Decomposition (SVD) dan Metode Singular-Filtering.

**Kata Kunci:** Citra, Steganografi, SVD, Singular-Filtering.

### PENDAHULUAN

Steganografi adalah seni untuk menyembunyikan pesan rahasia (*hiding message*) di dalam media digital sedemikian rupa sehingga seseorang tidak menyadari ada sesuatu pesan di dalam media tersebut (Andi, Pengolahan Citra Digital, 2009). *Watermarking* adalah teknik yang digunakan untuk menyisipkan sedikit informasi yang menunjukkan kepemilikan atau data lain pada materi multimedia, tetapi tidak diketahui keberadaannya oleh indra manusia dan mampu bertahan dari berbagai serangan yang bermaksud untuk menghilangkan informasi yang disisipkan (Andi, Pengolahan Citra Digital, 2009). Untuk menjawab kebutuhan akan perlindungan hak cipta tersebut, maka teknologi *watermarking* digunakan untuk melakukan proteksi hak cipta pada data dan informasi.

*Watermarking* merupakan aplikasi *steganografi*. Akan tetapi *watermarking* sendiri memiliki beberapa perbedaan dari *steganografi*. *Steganografi* bertujuan untuk mengirim pesan rahasia apapun tanpa menimbulkan kecurigaan dimana media penampung tidak mempunyai arti apa-apa (*meaningless*). Persyaratan *steganografi* adalah aman, sulit dideteksi, dan sebanyak mungkin menampung pesan (*large capacity*). Sedangkan *watermarking* bertujuan untuk perlindungan hak cipta (*copyright*), pembuktian kepemilikan (*ownership*), dan sidik jari (*fingerprinting*) dimana justru media penampung yang diberi proteksi. Persyaratan yang harus dimiliki *watermarking* tidak hanya sulit dideteksi, tetapi juga harus tahan dan sulit dihapus (*robustness*).

Adapun latar belakang perancangan yang saya buat adalah untuk mempermudah penulis dalam merancang aplikasi *watermark*, mengamankan data yang akan penulis rahasiakan.

Salah satu metode *watermarking* adalah dengan menggunakan metode SVD (*Singular Value Decomposition*). Dimana teknik dengan menggunakan *Singular Value Decomposition* (SVD) umumnya penyisipan dilakukan pada nilai-nilai singular berdasarkan pertimbangan bahwa nilai singular tidak akan mengalami perubahan signifikan jika terjadi sedikit gangguan pada citra.

Metode *masking-filtering* ini biasanya dibatasi pada gambar dengan 24 bit warna atau gambar bermode *grayscale*. Metode ini mirip dengan *watermark*, dimana suatu *image* diberi tanda (*marking*) untuk menyembunyikan pesan rahasia. Hal ini dapat dilakukan, misalnya dengan memodifikasi tingkat *luminance* beberapa bagian pada gambar. Metode *masking* jauh lebih baik dari pada LSB karena memungkinkan adanya kompresi, *cropping*, dan beberapa pemrosesan terhadap gambar lainnya. Teknik *masking* memasukkan informasi ke area tertentu yang signifikan sehingga pesan tersembunyi itu lebih dapat terselubung daripada hanya sekedar menutupi tingkatan *noise* pada gambar. Hal inilah yang membuat *masking* lebih baik daripada LSB, misalnya saja pada gambar dengan format JPEG yang dikompresi secara *lossy*.

Penelitian ini bertujuan Mengetahui proses penyisipan *watermark* pada gambar, Menerapkan metode SVD (*Singular Value Decomposition*) dan Metode *Masking-Filtering* dalam penyisipan *watermark* pada gambar serta Merancang aplikasi penyisipan *watermark* pada gambar

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu Penyisipan *watermark* berupa teks kedalam gambar bertipe *Bitmap* (.bmp) dan menghasilkan gambar bertipe *Bitmap* (.bmp) sebagai objek penyisipan, Ukuran gambar tidak lebih dari 300 x 300 pixel sebagai ukuran gambar yang akan disisipkan, bahasa pemrograman visual basic 2008 sebagai alat perancangan aplikasi.

**Metode**

**Singular Value Decomposition (SVD)**

Dekomposisi nilai singular atau yang lebih dikenal sebagai SVD (*Singular Value Decomposition*) adalah salah satu teknik dekomposisi yang sangat terkenal. SVD berkaitan erat dengan nilai singular dari sebuah matriks yang merupakan salah satu karakteristik matriks.

Matriks A dengan nilai eigen (nilai karakteristik) dari matriks  $A^T A$  yaitu  $\lambda_i$  untuk setiap  $1 \leq i \leq n$  dengan n yaitu jumlah nilai eigen, maka nilai singular matriks A yaitu  $\sigma_i = \sqrt[3]{\lambda_i}$  dan  $v_i$  merupakan vektor eigen matriks  $A^T A$  yang bersesuaian dengan nilai  $\lambda_i$ .

Secara umum algoritma dekomposisi nilai singular adalah sebai berikut :

Input : matriks A

Output : matriks orthogonal U, V dan matriks singular S sehingga  $A = USV^T$

Langkah-langkah dalam proses penyisipan adalah sebagai berikut :

1. Disebut matriks  $A^T A$  dengan nilai eigen  $\lambda_i$  untuk setiap  $1 \leq i \leq n$  maka nilai singular matriks A yaitu

$$\sigma_i = \sqrt[3]{\lambda_i} \tag{1}$$

2. Dibentuk matriks diagonal S = 
$$\begin{matrix} \sigma_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \sigma_n \end{matrix} \tag{2}$$

3. Dicari himpunan vector eigen dari matriks  $A^T A$  . Misalkan  $\{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$  merupakan vector-vektor eigen bersesuaian dengan nilai  $\lambda_i$  
$$\tag{3}$$

4. Dibentuk matriks ortogonal  $V = [v_1, v_2, v_3, \dots, v_n]$  
$$\tag{4}$$

5. Dibentuk himpunan vektor  $\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  dengan  $u_i = \frac{1}{\sigma_i} A v_i$  untuk setiap  $1 \leq i \leq n$  
$$\tag{5}$$

6. Dibentuk matriks ortogonal  $U = [u_1, u_2, u_n]$  
$$\tag{6}$$

7. Bentuk dekomposisi SVD adalah  $A = US_w V^T$  
$$\tag{7}$$

Dekomposisi tersebut disebut sebagai dekomposisi nilai singular. Nilai  $\sigma_1 .. \sigma_n$  dari S disebut sebagai nilai-nilai singular dari A, kolom-kolom dari U merupakan vector-vektor singular kiri A dan kolom-kolom V disebut sebagai vector-vektor singular kanan dari A. Jika A adalah sebuah citra maka perubahan sedikit pada nilai-nilai singular tidak mempengaruhi kualitas citra dan nilai-nilai singular tidak berubah banyak setelah citra diserang.

Misalkan suatu citra disajikan sebagai matriks A dan *watermark* yang disisipkan disajikan sebagai matriks W, maka penyisipan *watermark* W kedalam citra A dilakukan dengan terlebih dahulu mendekomposisi citra A menjadi matriks U, S, dan V untuk mendapatkan nilai singular dari citra A. Nilai singular S kemudian ditambahkan dengan hasil kali *watermark* W dengan nilai alfa.

$$S_t = S + \text{nilai alfa} * W \tag{8}$$

Dimana nilai alfa adalah intensitas yang menentukan kekuatan *watermark* yang akan disisipkan. Kemudian melakukan dekomposisi pada  $S_t$ .

$$S_t = U_w S_w V_w^T \tag{9}$$

Sebagai langkah terakhir,  $S_w$  yang diperoleh kemudian digunakan untuk membentuk citra yang telah di *watermark* bersama dengan matriks U dan V dari citra asal.

$$A_w = U S_w V^T \tag{10}$$

Langkah-langkah dalam proses ekstraksi adalah sebagai berikut

$$W = \frac{S_t - S}{\text{nilai alfa}} \tag{11}$$

**Masking-Filtering**

Menurut Susanti, (2007:107) teknik *masking* dan *filtering* ini biasanya dibatasi pada *image* 24 bit *color* atau *image grayscale*. Metode ini mirip dengan *watermark*, dimana suatu *image* diberi tanda (*marking*) untuk menyembunyikan pesan rahasia. Hal ini dapat dilakukan, misalnya dengan memodifikasi *luminance* beberapa bagian dari *image*. Walaupun metode ini akan mengubah tampilan

dari *image*, dimungkinkan untuk melakukannya dengan cara tertentu sehingga mata manusia tidak melihat perbedaannya. Karena metode ini menggunakan aspek *image* yang memang terlihat langsung, metode ini akan lebih "robust" terhadap kompresi (terutama *lossy compression*), *cropping*, dan beberapa *image processing* lain, bila dibandingkan dengan metode modifikasi LSB.

Teknik *masking* dan *filtering*, hanya terbatas ke gambar 24-bit dan *grayscale*, informasi disembunyikan dengan menandai suatu *image* dengan cara seperti *paper stego*. Teknik *steganografi* dapat di aplikasikan dengan resiko rusaknya gambar dalam kaitannya dengan *lossy compression*, karena bit-bit penyisip menyatu ke dalam *image*.

Steganografi umumnya merahasiakan pesan ke dalam *cover image*, dimana yang terpenting adalah pesannya. Dalam steganografi, objek dari komunikasi adalah pesan yang tersembunyi. Untuk membuat stego *image* dengan meningkatkan *luminance* dari area *masked* 15%. Jika diubah *luminance* dengan persentasi yang lebih kecil, *mask* akan tidak terdeteksi oleh mata manusia. Dapat menggunakan gambar stego untuk menyembunyikan *plaintext* atau informasi yang di-*encode*-kan. Masking lebih *robust* dari pada penyisipan LSB dengan hasil kompresi, *cropping*, dan beberapa pemrosesan gambar. Tehnik *masking* menempelkan informasi dalam area *significant* sehingga pesan yang tersembunyi itu lebih bersatu dengan gambar *cover image* dari pada penyembunyian dalam *level* "noise".

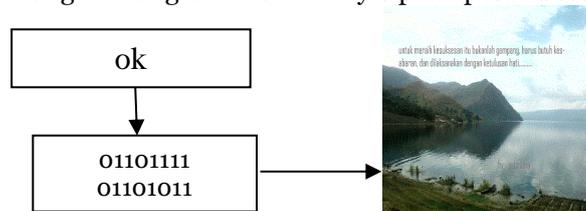
Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk menyisipkan pesan dari sebuah citra JPG menggunakan algoritma *Masking Filter*:

6. Tentukan pesan yang akan disisipkan, kemudian ubahlah pesan itu ke bentuk biner.
7. Tambahkan angka 1 di depan rangkaian bilangan biner tersebut kemudian konversikan rangkaian tersebut ke desimal. Biasanya bilangan tersebut merupakan bilangan yang besar. Sebut bilangan ini sebagai *m*.
8. Kemudian tentukan citra JPG tempat pesan akan disisipkan. Hitunglah jumlah warna pada gambar tersebut. Sebut jumlah ini sebagai *n*. Jika  $m > n! - 1$  maka pesan terlalu panjang dan proses penyisipan tidak dapat dilakukan.
9. Urutkan warna pada palet warna berdasarkan urutan naturalnya. Setiap warna dengan format RGB dikonversikan dengan rumus berikut: (Nilai merah \* 65536) + (nilai hijau \* 256) + (nilai biru) Palet warna kemudian diurutkan berdasarkan besar bilangan integer yang mewakili warna tersebut.
10. Lakukan iterasi terhadap variable *i* dengan nilai *i* dari 1 sampai *n*. Setiap warna pada urutan  $n - 1$  dipindahkan ke posisi baru yaitu  $m \bmod i$ , kemudian *m* dibagi dengan *i*.
11. Palet warna baru hasil iterasi pada langkah kelima dimasukkan ke dalam palet warna berkas JPG. Apabila ada sebuah tempat yang diisi oleh 2 buah warna maka warna yang sebelumnya menempati tempat tersebut akan digeser satu tempat ke posisi berikutnya.
12. Apabila ternyata besar palet warna yang baru lebih kecil dari 256 maka palet warna urutan terakhir akan diisi dengan warna terakhir dari palet warna sebelumnya.
13. Berkas JPG kemudian akan dikompresi ulang dengan palet warna yang baru untuk menghasilkan berkas yang baru dengan ukuran dan gambar yang sama namun telah disisipi pesan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Pemrosesan Watermark**

Berikut ini adalah langkah-langkah untuk menyisipkan pesan beserta contoh sederhananya :



Gambar 1 Gambar *plaintexts* dan gambar berukuran 300 x 300 piksel

Setelah penulis terjemahkan bilangan desimal tersebut dalam bentuk teks agar dapat kita baca maka penulis mengubah bilangan biner tersebut kedalam angka dan yang perlu dilakukan adalah mengalikan setiap bilangan tersebut dengan bilangan dua (2) berpangkat, seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 1101111 &= (1 \times 64) + (1 \times 32) + (0 \times 16) + (1 \times 8) + (1 \times 6) + (1 \times 4) + (1 \times 2) + (1 \times 1) \\
 &= 64 + 32 + 8 + 6 + 4 + 2 + 1 \\
 &= 111
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1101011 &= (1 \times 64) + (1 \times 32) + (0 \times 16) + (1 \times 8) + (0 \times 6) + (1 \times 4) + (1 \times 2) + (1 \times 1) \\
 &= 64 + 32 + 8 + 4 + 2 + 1 \\
 &= 107
 \end{aligned}$$

Maka hasil konversi biner ke desimal dan dilihat pada kode ASCII.

$$1101111 = 111 \longrightarrow \text{o}$$

1101011 = 107 → k

**Analisis Penerapan Metode SVD (Singular Value Decomposition)**

Untuk suatu citra disajikan dengan matriks  $A = \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 8 & -1 \end{bmatrix}$ , citra *watermark* dengan matriks  $W = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$  dan nilai alfa = 1. Secara umum algoritma dekomposisi nilai singularnya adalah sebagai berikut:

Input : matriks A,

Output : matriks orthogonal U, V dan matriks singular S sehingga  $A = USV^T$ .

Langkah-langkah dalam proses penyisipan dan ekstraksi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 1. \quad A^T A &= \begin{bmatrix} 3 & 8 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 8 & -1 \end{bmatrix} \\
 &= (3 \cdot 3) + (8 \cdot 8) \quad (3 \cdot 8) + (8 \cdot -1) \\
 &\quad (8 \cdot 3) + (-1 \cdot 0) \quad (8 \cdot 8) + (-1 \cdot -1) \\
 &= \begin{bmatrix} 9 + 64 & 24 + -8 \\ 24 + 0 & 64 + 1 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 73 & 16 \\ 24 & 65 \end{bmatrix} \\
 &(73\lambda)(65\lambda) - 384 = 0 \\
 &4745 - 75\lambda - 65\lambda + \lambda^2 - 384 = 0 \\
 &\lambda^2 - 138\lambda + 4361 = 0 \\
 &\lambda_1 = 49 \\
 &\lambda_2 = 89
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai eigen untuk mendapatkan nilai singularnya dengan determinan matriks  $A^T A$

$$\begin{aligned}
 A^T A - \lambda &= \begin{bmatrix} 73 - \lambda & 16 \\ 24 & 65 - \lambda \end{bmatrix} \\
 A^T A - \lambda &= 0 \\
 (73 - \lambda)(65 - \lambda) - 384 &= 0 \\
 4745 - 75\lambda - 65\lambda + \lambda^2 - 384 &= 0 \\
 \lambda^2 - 138\lambda + 436 &= 0 \\
 (\lambda - 9)(\lambda - 4) &= 0 \\
 \lambda_1 &= 49 \\
 \lambda_2 &= 89 \rightarrow \text{nilai eigen}
 \end{aligned}$$

2. Nilai singular →  $\sigma_1 = \sqrt{49} = 7$  dan  $\sigma_2 = 89 = 9,4339$

Maka matriks  $S = \begin{bmatrix} 7 & 0 \\ 0 & 9,4334 \end{bmatrix}$

Bentuk,  $\lambda$  yaitu:

$$\begin{aligned}
 A^T A - \lambda &= \begin{bmatrix} 73 - \lambda & 16 \\ 24 & 65 - \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\
 \lambda - A^T A &= \begin{bmatrix} \lambda - 73 & -16 \\ -24 & \lambda - 65 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Untuk  $\lambda = 49$  diperoleh SPL

$$\begin{aligned}
 &= \begin{bmatrix} 49 - 73 & -16 \\ -23 & 49 - 65 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} -24 \cdot x_1 & -6 \cdot x_2 \\ -24 \cdot x_1 & -16 \cdot x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} -24 \cdot x_1 + & -6 \cdot x_2 \\ -24 \cdot x_1 + & -16 \cdot x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\
 &\quad \left. \begin{array}{l} 24 \cdot x_1 + -6 \cdot x_2 = 0 \\ 24 \cdot x_1 + 16 \cdot x_2 = 0 \end{array} \right\} \\
 &\quad 24 x_1 = -6 x_2 \\
 &\quad x_1 = \frac{-6x_2}{24}
 \end{aligned}$$

Untuk  $x_2 = S$

$$\begin{aligned}
 &= \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \quad x_1 = \frac{-6S}{24} \\
 &\quad x_1 = \frac{-S}{4}
 \end{aligned}$$

Untuk  $S = 1$

$$= \begin{bmatrix} -1 \\ 4 \end{bmatrix} \text{ Vektor eigen } \lambda = 49$$

Untuk  $\lambda = 89$  diperoleh SPL

$$= \begin{bmatrix} 89 - 73 & -6 \\ -24 & -89 - 65 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 &= \begin{bmatrix} 16 & -6 \\ -24 & 24 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{cases} 16 \cdot x_1 - 6 \cdot x_2 = 0 \\ -24 \cdot x_1 + 24 \cdot x_2 = 0 \end{cases} \\
 16 \cdot x_1 &= 6x_2 \\
 x_1 &= \frac{6x_2}{16} \\
 x_1 &= \frac{3x_2}{8} \\
 \text{Untuk } x_2 &= 1 \\
 &= \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \quad x_1 = \frac{35}{8} = \frac{3}{8} \\
 \text{Untuk } S &= 1 \\
 x_1 &= \frac{35}{8} \\
 &= \frac{3}{8} \\
 x_2 &= 1 \\
 x_2 &= 1 \\
 &= \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{3}{8} \\ 1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Maka dengan hasil  $x_1$ , dan  $x_2$  diperoleh nilai matriks dari S.

3. Nilai-nilai eigen  $\lambda_1 = 49$ ,  $\lambda_2 = 89$  masing-masing bersesuaian dengan vektor eigen  $v_1 = \begin{bmatrix} -1 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix}$  dan  $v_2 = \begin{bmatrix} 3 \\ 8 \\ 1 \end{bmatrix}$ . Dimana himpunan vector eigen dari matriks  $A^T A$ . Misalkan  $\{v_1, v_2, v_3\}$  merupakan vector-vektor eigen yang bersesuaian dengan nilai  $\lambda_i$ .
4. Himpunan vektor-vektor eigen tersebut orthonormal sehingga dapat dibentuk matriks unitary  

$$V = [v_1 \ v_2] = \begin{bmatrix} -1 & 3 \\ 4 & 8 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$
, dimana V itu adalah matriks orthogonal.
5. Kemudian dibentuk himpunan vektor matriks U dibentuk dari  $u_i = \frac{1}{\sigma_i} A v_i$  sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned}
 U_1 &= \frac{1}{\sigma_1} A v_1 \\
 &= \frac{1}{7} \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 8 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix} \\
 &= \frac{1}{7} \begin{bmatrix} (3 \cdot -1) + (0 \cdot 1) \\ (8 \cdot -1) + (-1 \cdot 1) \end{bmatrix} \\
 &= \frac{1}{7} \begin{bmatrix} -3 \\ 4 \\ -3 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} -3 \\ 28 \\ -3 \\ 7 \end{bmatrix} \\
 u_2 &= \frac{1}{\sigma_2} A v_2 \\
 &= \frac{1}{9,4339} \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 8 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ 8 \\ 1 \end{bmatrix} \\
 &= \frac{1}{9,4339} \begin{bmatrix} \frac{9}{8} + 0 \\ 3 + 1 \end{bmatrix} \\
 &= \frac{1}{9,4339} \begin{bmatrix} \frac{9}{8} \\ 4 \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 9 \\ 75,4712 \\ 4 \\ 9,4339 \end{bmatrix},
 \end{aligned}$$

Setelah nilai dari  $u_1$ , dan  $u_2$  terbentuklah nilai dari vektor.

6. Maka diperoleh matriks ortogonal  $U = [u_1 \ u_2] = \begin{bmatrix} -3 & 9 \\ 28 & 75,4712 \\ -3 & 4 \\ 7 & 9,4339 \end{bmatrix}$
7. Maka dapat kita lihat bentuk dari SVD (*Singular Value Decomposition*)

$$A = USV^T = \begin{bmatrix} \frac{-3}{28} & \frac{9}{75,4712} \\ \frac{-3}{7} & \frac{4}{9,4339} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 & 0 \\ 0 & 9,4339 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{-1}{4} & 1 \\ \frac{3}{8} & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \frac{-3}{4} & \frac{9}{8} \\ -3 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{-1}{4} & 1 \\ \frac{3}{8} & 1 \end{bmatrix}$$

$$A = USV^T = \begin{bmatrix} \frac{81}{16} & \frac{-9}{4} \\ \frac{9}{4} & 1 \end{bmatrix}$$

8.  $S_t = S + \text{nilai} \alpha * W$

$$= \begin{bmatrix} 7 & 0 \\ 0 & 9,3439 \end{bmatrix} + 1 \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 8 + 0 & 7 + 0 \\ 1 + 9,4339 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_t = \begin{bmatrix} 9 & 8 \\ 10,4339 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 8 & 1 \\ 1 & 10,4339 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 9 & 8 \\ 11,4339 & 1 \end{bmatrix}$$

Melakukan dekomposisi pada  $S_t = \begin{bmatrix} 9 & 8 \\ 11,4339 & 1 \end{bmatrix}$  untuk memperoleh nilai singular dari  $S_t$ .

$$S_t^T S_t = \begin{bmatrix} 9 & 8 \\ 11,4339 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 9 & 8 \\ 11,4339 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 81 + 64 & 72 + 8 \\ 72 + 8 & 102,9984 + 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 145 & 80 \\ 80 & 103,9984 \end{bmatrix}$$

*watermark* yang akan disisipkan.

9. Menghitung nilai eigen untuk mendapatkan nilai singularnya dengan determinan dari matriks  $S_t^T S_t$

$$S_t^T S_t - \lambda = \begin{bmatrix} -137,9984 - \lambda & 49 \\ 49 & 49 - \lambda \end{bmatrix}$$

$$|S_t^T S_t - \lambda| = 0$$

$$(137,9984 - \lambda)(49 - \lambda) - 2401 = 0$$

$$6761,9216 - 137,9984\lambda - 49\lambda - \lambda^2 - 2401 = 0$$

$$\lambda^2 - 137,9984\lambda - 49\lambda + 4960,9216 = 0$$

$$\lambda^2 - 186,9984\lambda + 4960,9216 = 0$$

$$(\lambda - 37,8173) - (\lambda - 131,181)$$

Maka,  $\lambda_1 = 37,8173$  dan

$$\lambda_2 = 131,181 \rightarrow \text{nilai eigen}$$

Nilai singular  $\rightarrow \sigma_1 = \sqrt{37,8173}$

$$= 6,1495 \text{ dan}$$

$$\sigma_2 = \sqrt{131,181}$$

$$= 11,4534$$

Maka matriks  $S_w = \begin{bmatrix} 6,1995 & 0 \\ 0 & 11,4534 \end{bmatrix}$

Nilai-nilai eigen  $\lambda_1 = 6,1995, \lambda_2 = 11,4534$

Untuk  $\lambda = 37,8173$

$$= \begin{bmatrix} -137,9984 - \lambda & 49 \\ 49 & 49 - \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \lambda + 137,9984 & -49 \\ -49 & -49 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 37,8173 + 137,9984 & -49 \\ -49 & -49 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 175,8157 & -49 \\ -49 & -49 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 175,8157 \cdot x_1 & -49 \cdot x_2 \\ -49 \cdot x_1 & -49 \cdot x_2 \end{bmatrix} = 0$$

$$175,8157 x_1 - 49 x_2 = 0$$

$$175,8157 x_1 = 49 x_2$$

$$x_1 = \frac{49 x_2}{175,8157}$$

$$= 0,2787 x_2$$

Untuk  $x_2 = S$

$$x_1 = 0,2787S$$

Untuk  $x_2 = 1$

$$x_1 = 0,2787 \cdot x_2 \begin{bmatrix} 0,2787 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$x_2 = 1$$

Untuk  $\lambda = 11,4534$

$$= \begin{bmatrix} -137,9984 - \lambda & 49 \\ 49 & 49 - \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \lambda + 137,9984 & -49 \\ -49 & -49 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 131,181 + 137,9984 & -49 \\ -49 & -49 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 269,1794 & -49 \\ -49 & -49 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 269,1794 \cdot x_1 & -49 \cdot x_2 \\ -49 \cdot x_1 & -49 \cdot x_2 \end{bmatrix} = 0$$

$$269,1794 x_1 - 49x_2 = 0$$

$$269,1794 x_1 = 49x_2$$

$$x_1 = \frac{49x_2}{269,1794}$$

$$= 0,1820x_2$$

Untu  $x_1 = 1$

$$x_2 = 0,1820$$

Masing-masing bersesuaian dengan vector eigen  $v_1 = \begin{bmatrix} 0,2787 \\ 1 \end{bmatrix}$  dan  $\begin{bmatrix} 1 \\ 0,1820 \end{bmatrix}$ . himpunan vector-vektor eigen tersebut orthonormal sehingga dapat dibentuk matriks unitary  $V_w = [v_1 v_2] = \begin{bmatrix} 0,2787 & 1 \\ 1 & 0,1820 \end{bmatrix}$ .

Kemudiam matriks  $U_i = \frac{1}{\sigma_1} S_i V_1$

$$= \frac{1}{6,1495} \begin{bmatrix} 7 & 7 \\ 9,4339 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,2787 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \frac{7}{6,1495} & \frac{7}{6,1495} \\ \frac{9,4339}{6,1495} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,2787 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= 0,3165 + 1,1383$$

$$0,4266 + 0$$

$$= \begin{bmatrix} 1,4548 \\ 0,4266 \end{bmatrix}$$

$U_2 = \frac{1}{\sigma_1} S_i V_2$

$$= \frac{1}{11,4534} \begin{bmatrix} 7 & 7 \\ 9,4339 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0,1820 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \frac{7}{11,4534} & \frac{7}{11,4534} \\ \frac{9,4339}{11,4534} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0,1820 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1,4548 & 0,7223 \\ 0,4266 & 0,8236 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,7223 \\ 0,8236 \end{bmatrix}$$

Maka matriks  $U_w = [u_1 u_2] = \begin{bmatrix} 1,4548 & 0,7223 \\ 0,4266 & 0,8236 \end{bmatrix}$ .

$$S_t = U_w S_w V_w^T = \begin{bmatrix} 1,4548 & 0,7223 \\ 0,4266 & 0,8236 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 6,1995 & 0 \\ 0 & 11,4534 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,2787 & 1 \\ 1 & 0,1820 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 9,0190 & 8,2727 \\ 0,7370 & 9,4330 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,2787 & 1 \\ 1 & 0,1820 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 10,7862 & 10,5246 \\ 9,6384 & 2,4538 \end{bmatrix}$$

10.  $A_w = U S_w V^T$

$$A_w = \begin{bmatrix} \frac{-3}{28} & \frac{9}{75,4712} \\ \frac{-3}{7} & \frac{4}{9,4339} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 6,1995 & 0 \\ 0 & 11,4534 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{-1}{4} & 1 \\ \frac{3}{8} & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -0,6639 & 1,3652 \\ 2,6564 & 4,8562 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{-1}{4} & 1 \\ \frac{3}{8} & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_w = \begin{bmatrix} 1,1898 & 2,0291 \\ 2,4851 & 7,5126 \end{bmatrix} \rightarrow \text{citra ter-watermark.}$$

Dengan adanya hasil dari  $A_w$  merupakan langkah akhir dalam penyisipan,  $S_w$  yang diperoleh kemudian digunakan untuk membentuk citra yang telah di-watermark bersama dengan matriks  $U$  dan  $V$  dari citra awal.

11. Maka nilai pada proses ekstraksi dapat diperoleh dengan  $W = \frac{S_t - S}{\text{nilai alfa}}$

$$W = \frac{S_t - S}{\text{nilai alfa}}$$

$$= \frac{\begin{bmatrix} 9 & 8 \\ 11,4339 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 8 & 7 \\ 10,4339 & 1 \end{bmatrix}}{1}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Pada proses ekstraksi, dekomposisi matriks citra terwatermark  $A_w$  sehingga diperoleh nilai dari nilai singular  $S_w$ , nilai singular  $S_w$  yang diperoleh digunakan untuk memperoleh matriks  $S_t$  dengan matriks  $U_w$  dan  $v_w^T \rightarrow U_w S_w v_w^T$ , maka citra watermark diperoleh dari nilai pada proses ekstraksi diatas.

### Implementasi Tampilan Proses Encode



Gambar 2 Tampilan Encode

Pada Gambar 2 merupakan tampilan Encode (penyisipan) pesan yang akan disembunyikan pada gambar bertipe Bitmap (.bmp). Dan menghasilkan gambar bertipe Bitmap (.bmp) yang sudah terwatermark.

### KESIMPULAN

Melakukan penyisipan data teks kedalam file citra agar data tersebut tidak dapat diketahui keberadaannya oleh orang lain. Hal ini di sebabkan adanya perbedaan susunan warna palet pada warna citra asli dengan stego image dalam teknik watermarking dan Proses penyisipan menggunakan metode masking-filtering. Karena metode ini cukup mudah untuk diterapkan sebab metode ini hanya mengandung langkah-langkah singkat yang tidak rumit.

### DAFTAR PUSTAKA

Darma Putra,2010 .Kompresi Citra Digital., hal:261.  
Sutoyo.T.Mulyanto,2009. DefenisiKompresi, hal:165.  
Sutoyo.T.Mulyanto,2010. Kompresi Citra.hal:166.  
Darma Putra, 2010.Model Kompresi Citra,hal:268.  
T.Sutoyo, 2010.RasioKompresi Citra,hal:168.  
T.Sutoyo, dkk,2009.Defenisi Citra Digita. hal:9.  
T.Sutoyo, 2010. Citra Digital, hal:9.

## IMPLEMENTASI METODE FILTERING TECHNIQUE DAN SIMILARITY MEASUREMENT UNTUK PERBAIKAN CITRA DIGITAL

**Dodi Permadi**

STMIK Budidarma Medan  
Email : [iqbalpi87@gmail.com](mailto:iqbalpi87@gmail.com)

**Abstrak,** Data atau informasi tidak hanya disajikan dalam bentuk teks, tetapi juga dapat berupa gambar, audio (bunyi, suara, musik), dan video. Keempat macam data atau informasi ini sering disebut multimedia. Era teknologi informasi saat ini tidak dapat dipisahkan dari multimedia. Citra (image), istilah lain untuk gambar, sebagai salah satu komponen multimedia memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Penurunan intensitas mutu tersebut, biasanya terjadi pada proses pengambilan ataupun penyimpanan gambar (citra digital). Proses pengiriman citra digital baik melalui satelit maupun melalui kabel juga berpeluang membuat gambar yang diterima sering mengalami kerusakan (noise) yang mengakibatkan informasi yang ada menjadi berkurang dan informasi yang diperoleh tidak sebaik yang diharapkan. Untuk menyikapi hal tersebut perlu adanya suatu metode perbaikan gambar (citra digital), sehingga informasi yang diperoleh akan maksimal. Untuk perbaikan citra menggunakan gaussian filtering dan diteruskan oleh similarity measurement sangat membantu user dalam prosesnya, sehingga tidak perlu lagi untuk harus memiliki kamera yang bagus apabila menginginkan citra yang bagus dan dapat membantu dalam mengenali pola citra dan yang lain-lain.

**Kata Kunci:** Citra Digital, Filtering Technique, Similarity Measurement

### PENDAHULUAN

Secara matematis, citra merupakan fungsi kontinyu (continue) dengan intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus dipresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Reperesentasi dari fungsi kontinyu menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi citra.

Data atau informasi tidak hanya disajikan dalam bentuk teks, tetapi juga dapat berupa gambar, audio (bunyi, suara, musik), dan video. Keempat macam data atau informasi ini sering disebut multimedia. Era teknologi informasi saat ini tidak dapat dipisahkan dari multimedia. Citra (image), istilah lain untuk gambar, sebagai salah satu komponen multimedia memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi visual.

Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu bahwa citra kaya dengan informasi. Atau dengan kata lain, sebuah citra dapat memberikan informasi yang lebih banyak daripada jika informasi tersebut disajikan dalam bentuk teks. Gangguan pada citra umumnya berupa variasi intensitas suatu pixel yang tidak berkorelasi dengan pixel-pixel tetangganya. Secara visual, gangguan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan pixel tetangganya. Operasi-operasi yang digunakan dalam pengolahan citra (image processing) banyak macamnya.

Citra memegang peranan sangat penting sebagai bentuk informasi. Seiring kemudahan yang ditawarkan dalam pengambilan, pemrosesan dan penyimpanannya masyarakat mulai banyak yang meninggalkan citra analog dan beralih ke citra digital. Citra digital merupakan salah satu bentuk citra yang paling mudah dipergunakan dari segi pengiriman sebagai data, pengolahan dan pemrosesan citra itu sendiri.

Meskipun sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra yang kita miliki mengalami penurunan intensitas mutu, misalnya mengandung cacat atau derau (noise), warnanya terlalu kontras atau kabur. Penurunan intensitas mutu tersebut, biasanya terjadi pada proses pengambilan ataupun penyimpanan gambar (citra digital). Proses pengiriman citra digital baik melalui satelit maupun melalui kabel juga berpeluang membuat gambar yang diterima sering mengalami kerusakan (noise) yang mengakibatkan informasi yang ada menjadi berkurang dan informasi yang diperoleh tidak sebaik yang diharapkan. Untuk menyikapi hal tersebut perlu adanya suatu metode perbaikan gambar (citra digital), sehingga informasi yang diperoleh akan maksimal.

Penelitian ini bertujuan menjelaskan proses pengambilan nilai matriks dan proses perbaikan citra digital, Merancang metode *Filtering Technique dan Similarity* untuk perbaikan citra digital serta menerapkan metode filtering technique dan similarity measurement untuk perbaikan citra digital .

**BAHAN DAN METODE**

**Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yaitu Citra digital yang digunakan adalah hasil dari tangkapan kamera handphone sebagai bahan perbaikan citra, Ukuran citra digital yang digunakan adalah 30 x 30 pixel sebagai citra yang akan diperbaiki, Aplikasi Matlab digunakan sebagai alat pengujian.

**Metode**

**Similarity Measurement**

*Similarity Measurement* adalah proses pengukuran kemiripan suatu objek terhadap objek acuan. Dalam *Similarity Measurement* akan dilakukan pengukuran jarak (*distance*), dimana semakin meningkat jarak (*distance*) antara dua objek, maka semakin berbeda dua objek tersebut, *distance* biasanya adalah ukuran dari ketidakmiripan (Rencher, A. C., 2002).

**Euclidean Distance**

Pada dasarnya merupakan perluasan dari Teorema Phytagoras pada data multidimensional. (J.F.Hair Jr.et.al, 2010). *Euclidean distance* adalah jumlah kuadrat dari dua nilai vektor , dan didefinisikan sebagai berikut (Yampolskiy dan Govindaraju,2005)

$$d_E(x,y) = \sqrt{\sum_{i=0}^n (x_i - y_i)^2} \tag{6}$$

**Manhattan Distance**

*Manhattan distance* adalah jumlah nilai fungsi mutlak dari dua nilai vektor (*x, y*). *Manhattan distance* juga biasanya disebut *City-block distance*. Metode inimengasumsikan bahwa variabel dalam *cluster variate* tidak berkorelasi.

$$d_M(x,y) = \sum_{i=0}^n |x_i - y_i| \tag{7}$$

**Filtering**

Dalam proses pengolahan citra atau *image processing* ada berbagai macam filter. Filter adalah rangkaian yang dapat memilih frekuensi agar dapat mengalirkan frekuensi yang diinginkan dan menahan atau membuang frekuensi yang lain, diantara filter-filter tersebut adalah filter batas, filter perataan, filter median, *low pass filter*, *high pass filter*, *high boost fiter*, *Wiener Filtering* dan *Gaussian Filter*. (Wahana Komputer, 2013:135).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa Data Citra**

Sebelum mengolah citra digital serta merancang aplikasi sebagai media pengolahannya, maka harus dilakukan analisa terhadap intensitas koordinat citra Pada format JPG dengan ukuran30x30pixel. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi yang akan dirancangseseuai dengan metode yang digunakan sehingga terdapat kecocokan antara keduanya.

Citra yang digunakan adalah citra *grayscale* yang *bernoise* memiliki ukuran 30x30 pixel kemudian dikonversi kedalam bentuk matriks 30x30= 900, contohcitra yang digunakandapatdilihatpadagambar dibawah ini.

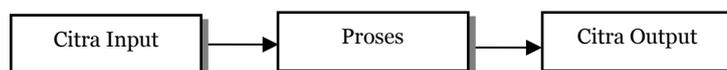


30x30 pixel

Gambar 1 Citra *Grayscale*

**Proses Pengelolaan Data Citra**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa citra untuk pengujian dimana citra yang digunakan merupakan citra *grayscale* dengan *image size*30x30pixel, selanjutnya citra tersebut akan mengalami proses untuk mendapatkantepidan menghasilkan citra baru dengan ukuran 30x30 pixel yang merupakan citra hasil (*Citra Output*). Adapun *flow process diagram* pengolahan data citra yang akan digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 2 Flow process diagram

**Citra Input**

Citra *input* merupakan citra yang memiliki intensitas warna berkisar antara 0 sebagai nilai minimum sampai 255 yang merupakan nilai maksimum. Citra input yang memiliki ukuran 30x30 pixel kemudian dikonversi ke dalam bentuk matriks 30x30 = 900, untuk masing-masing citra.

Contoh nilai dari citra *grayscale* dengan *image size* 30x30 pixel yang dikonversi kedalam bentuk matriks sebagai berikut:

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| x/y | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  |
| 0   | 205 | 204 | 203 | 201 | 202 | 203 | 205 | 207 | 208 | 199 | 207 | 199 | 177 | 165 | 142 | 124 | 165 | 186 | 178 | 179 | 203 | 202 | 196 | 201 | 207 | 203 | 200 | 200 | 202 | 205 |
| 1   | 201 | 202 | 204 | 201 | 200 | 200 | 201 | 204 | 201 | 197 | 207 | 185 | 140 | 100 | 99  | 35  | 93  | 155 | 167 | 164 | 171 | 187 | 201 | 204 | 198 | 199 | 200 | 203 | 205 | 204 |
| 2   | 197 | 200 | 202 | 201 | 199 | 198 | 199 | 200 | 203 | 200 | 181 | 116 | 65  | 57  | 50  | 40  | 63  | 139 | 150 | 149 | 147 | 178 | 203 | 203 | 197 | 200 | 204 | 203 | 201 | 200 |
| 3   | 197 | 200 | 203 | 202 | 199 | 197 | 198 | 201 | 198 | 201 | 162 | 73  | 31  | 52  | 66  | 54  | 69  | 137 | 139 | 146 | 139 | 168 | 196 | 200 | 200 | 202 | 204 | 202 | 199 | 197 |
| 4   | 201 | 203 | 204 | 202 | 200 | 199 | 201 | 204 | 200 | 203 | 168 | 87  | 50  | 69  | 73  | 49  | 74  | 135 | 138 | 142 | 131 | 166 | 196 | 204 | 202 | 201 | 200 | 201 | 200 | 200 |
| 5   | 203 | 203 | 202 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 209 | 205 | 190 | 129 | 76  | 65  | 65  | 61  | 203 | 138 | 132 | 124 | 129 | 182 | 208 | 207 | 205 | 203 | 203 | 202 | 204 | 204 |
| 6   | 200 | 201 | 201 | 202 | 203 | 204 | 204 | 203 | 203 | 201 | 203 | 154 | 85  | 51  | 45  | 52  | 125 | 127 | 122 | 114 | 134 | 183 | 194 | 191 | 200 | 202 | 204 | 206 | 203 | 202 |
| 7   | 198 | 198 | 199 | 202 | 205 | 205 | 202 | 199 | 212 | 195 | 186 | 146 | 91  | 61  | 50  | 51  | 104 | 97  | 114 | 121 | 137 | 156 | 154 | 168 | 185 | 194 | 201 | 204 | 202 | 199 |
| 8   | 198 | 198 | 205 | 208 | 203 | 203 | 203 | 203 | 196 | 169 | 150 | 121 | 113 | 75  | 60  | 73  | 84  | 81  | 101 | 129 | 134 | 136 | 143 | 142 | 165 | 172 | 183 | 199 | 211 | 202 |
| 9   | 203 | 200 | 202 | 203 | 202 | 205 | 206 | 198 | 174 | 122 | 108 | 107 | 112 | 113 | 106 | 96  | 83  | 98  | 117 | 132 | 136 | 136 | 147 | 164 | 155 | 159 | 164 | 181 | 202 | 205 |
| 10  | 198 | 198 | 198 | 200 | 203 | 209 | 202 | 182 | 160 | 120 | 104 | 107 | 106 | 120 | 112 | 103 | 107 | 103 | 120 | 143 | 144 | 139 | 142 | 147 | 138 | 147 | 154 | 169 | 194 | 207 |
| 11  | 196 | 196 | 198 | 200 | 203 | 206 | 187 | 157 | 140 | 149 | 136 | 121 | 102 | 98  | 82  | 98  | 84  | 90  | 120 | 131 | 114 | 124 | 142 | 133 | 120 | 138 | 152 | 164 | 184 | 201 |
| 12  | 197 | 198 | 200 | 201 | 201 | 198 | 175 | 143 | 128 | 145 | 136 | 112 | 87  | 79  | 64  | 79  | 82  | 105 | 113 | 100 | 104 | 129 | 131 | 107 | 119 | 134 | 144 | 151 | 172 | 194 |
| 13  | 196 | 199 | 203 | 202 | 197 | 191 | 172 | 148 | 116 | 106 | 113 | 108 | 101 | 116 | 116 | 107 | 102 | 113 | 93  | 96  | 136 | 130 | 93  | 88  | 130 | 135 | 134 | 139 | 167 | 195 |
| 14  | 192 | 195 | 201 | 197 | 181 | 165 | 149 | 133 | 106 | 94  | 108 | 103 | 97  | 101 | 96  | 82  | 85  | 91  | 96  | 120 | 135 | 100 | 83  | 113 | 135 | 139 | 135 | 142 | 171 | 197 |
| 15  | 193 | 193 | 199 | 189 | 160 | 131 | 111 | 97  | 66  | 91  | 118 | 109 | 111 | 95  | 87  | 96  | 103 | 97  | 120 | 137 | 115 | 101 | 117 | 126 | 129 | 139 | 143 | 152 | 174 | 193 |
| 16  | 190 | 195 | 203 | 186 | 139 | 115 | 114 | 113 | 86  | 67  | 123 | 117 | 112 | 118 | 119 | 113 | 106 | 126 | 120 | 124 | 91  | 83  | 136 | 134 | 140 | 149 | 150 | 162 | 190 | 199 |
| 17  | 200 | 196 | 181 | 156 | 135 | 126 | 121 | 114 | 74  | 51  | 109 | 129 | 133 | 125 | 124 | 128 | 132 | 108 | 104 | 106 | 63  | 36  | 78  | 125 | 140 | 152 | 156 | 162 | 187 | 201 |
| 18  | 208 | 197 | 165 | 135 | 138 | 137 | 123 | 107 | 77  | 61  | 106 | 119 | 132 | 138 | 143 | 142 | 126 | 106 | 97  | 86  | 67  | 79  | 108 | 120 | 124 | 130 | 143 | 163 | 185 | 195 |
| 19  | 199 | 195 | 169 | 144 | 162 | 156 | 142 | 133 | 141 | 118 | 128 | 113 | 118 | 134 | 148 | 146 | 126 | 97  | 90  | 107 | 123 | 134 | 132 | 120 | 114 | 112 | 136 | 177 | 194 | 188 |
| 20  | 205 | 207 | 183 | 149 | 158 | 140 | 138 | 151 | 168 | 138 | 124 | 111 | 111 | 113 | 128 | 135 | 125 | 112 | 110 | 146 | 155 | 138 | 137 | 124 | 126 | 131 | 162 | 198 | 207 | 194 |
| 21  | 217 | 213 | 183 | 131 | 126 | 108 | 130 | 165 | 191 | 183 | 160 | 144 | 133 | 118 | 114 | 105 | 121 | 150 | 154 | 154 | 141 | 137 | 150 | 129 | 138 | 164 | 191 | 204 | 209 | 209 |
| 22  | 206 | 199 | 169 | 113 | 110 | 110 | 153 | 192 | 180 | 197 | 185 | 187 | 183 | 162 | 150 | 135 | 121 | 136 | 150 | 151 | 138 | 128 | 133 | 144 | 156 | 190 | 204 | 203 | 208 | 214 |
| 23  | 196 | 189 | 157 | 97  | 97  | 104 | 147 | 179 | 185 | 184 | 168 | 187 | 175 | 125 | 106 | 109 | 88  | 98  | 139 | 145 | 142 | 146 | 143 | 171 | 182 | 208 | 211 | 206 | 211 | 209 |
| 24  | 185 | 190 | 158 | 93  | 104 | 105 | 114 | 180 | 185 | 132 | 116 | 110 | 109 | 67  | 22  | 39  | 84  | 133 | 168 | 190 | 196 | 184 | 176 | 174 | 176 | 177 | 183 | 193 | 197 | 197 |
| 25  | 185 | 178 | 149 | 84  | 73  | 86  | 117 | 157 | 112 | 90  | 79  | 75  | 59  | 43  | 56  | 44  | 133 | 187 | 196 | 194 | 192 | 187 | 190 | 193 | 155 | 84  | 90  | 88  | 149 | 187 |
| 26  | 170 | 163 | 147 | 91  | 58  | 67  | 82  | 86  | 78  | 84  | 62  | 49  | 41  | 71  | 151 | 176 | 189 | 205 | 201 | 192 | 189 | 184 | 186 | 188 | 133 | 57  | 63  | 98  | 174 | 201 |
| 27  | 151 | 147 | 138 | 101 | 63  | 67  | 84  | 58  | 70  | 72  | 42  | 35  | 59  | 115 | 180 | 174 | 184 | 195 | 193 | 193 | 189 | 188 | 178 | 96  | 55  | 68  | 150 | 195 | 196 | 196 |
| 28  | 152 | 134 | 108 | 86  | 73  | 94  | 122 | 121 | 80  | 72  | 60  | 80  | 134 | 167 | 173 | 175 | 186 | 188 | 179 | 181 | 183 | 183 | 185 | 172 | 111 | 72  | 85  | 179 | 200 | 195 |
| 29  | 67  | 83  | 77  | 85  | 93  | 108 | 107 | 111 | 145 | 142 | 143 | 152 | 182 | 176 | 150 | 168 | 181 | 178 | 167 | 169 | 169 | 171 | 177 | 163 | 132 | 80  | 124 | 202 | 197 | 212 |

Gambar 3 Matriks citra

**Citra Output**

Citra *output* merupakan citra yang memiliki intensitas warna berkisar 0 dan 255 (citra *grayscale*) yang merupakan hasil *gaussian filtering*. Citra *output* yang memiliki *image size* 30x30 pixel dengan format JPG.

**Penerapan Metode Filter Gaussian**

*Filter Gaussian* tergolong sebagai *filter* lolos rendah yang didasarkan pada fungsi *gaussian*. Model dua dimensinya berupa:

$$G(x,y) = e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}}$$

Dimana *x* dan *y* adalah posisi kordinat pada sumbu *x* dan *y*. Persamaan inilah yang dipakai sebagai dasar untuk menentukan nilai-nilai setiap elemen dalam *filter gaussian* yang akan dibuat. Misal akan dibuat kernel *filter* ukuran 5x5 dan mengisi elemen/bobot *g(x,y)* pada matriks kernel *gaussian*.

Keterangan:

*e (euler)* = 2,718281828 (konstanta)

*σ (Standart deviasi)* = 2

Maka :

$$G(0,0) = e^{-\frac{0^2 + 0^2}{2 \cdot 2^2}}$$

$$= e^0$$

$$= 1$$

$$G(1,0) = G(0,1) = G(-1,0) = G(0,-1) = e^{(-1/4)} = 0,7788$$

$$G(1,1) = G(-1,1) = G(1,-1) = G(-1,-1) = e^{(-2/4)} = 0,6065$$

$$G(1,2) = G(2,1) = G(-1,-2) = G(-2,-1) = e^{(-5/4)} = 0,2865$$

$$G(2,0) = G(0,2) = G(-2,0) = G(0,-2) = e^{(-4/4)} = 0,3678$$

$$G(2,2) = G(2,-2) = G(-2,2) = G(-2,-2) = e^{(-8/4)} = 0,1353$$

Maka diperoleh nilai elemen atau bobot matriks kernel *gaussian* sebagai berikut:

Tabel 1 Elemen atau Bobot Matriks Kernel

|     |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| x/y | -2     | -1     | 0      | 1      | 2      |
| -2  | 0,1353 | 0,2865 | 0,3678 | 0,2865 | 0,1353 |
| -1  | 0,2865 | 0,6065 | 0,7788 | 0,6065 | 0,2865 |

|   |        |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 | 0,3678 | 0,7788 | 1      | 0,7788 | 0,3678 |
| 1 | 0,2865 | 0,6065 | 0,7788 | 0,6065 | 0,2865 |
| 2 | 0,1353 | 0,2865 | 0,3678 | 0,2865 | 0,1353 |

Selanjutnya normalisasi nilai pembobotan setiap bobot dengan nilai terkecil dari nilai bobot. Nilai terkecil 0,1353 dan kemudian hasilnya dibulatkan ke atas). Dengan demikian, diperoleh hasil seperti berikut:

Tabel 2 Normalisasi Nilai Pembobotan

| Nilai bobot | Pembagian bobot   |
|-------------|-------------------|
| 1           | 1/0,1353 = 7      |
| 0,7788      | 0,7788/0,1353 = 6 |
| 0,6065      | 0,6065/0,1353 = 4 |
| 0,3678      | 0,3678/0,1353 = 3 |
| 0,2865      | 0,2865/0,1353 = 2 |
| 0,1353      | 0,1353/0,1353 = 1 |

Maka diperoleh matriks sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Elemen atau bobot matrik

| x/y | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 |
|-----|----|----|---|---|---|
| -2  | 1  | 2  | 3 | 2 | 1 |
| -1  | 2  | 4  | 6 | 4 | 2 |
| 0   | 3  | 6  | 7 | 6 | 3 |
| 1   | 2  | 4  | 6 | 4 | 2 |
| 2   | 1  | 2  | 3 | 2 | 1 |

Jumlah semua elemen nilai pembobot pada filter agar selang nilai intensitas tetap seperti semula. Berdasarkan matriks pada tabel 3.3 jumlah semua elemen nilai pembobot pada filter = 79. Berikut adalah filter Gaussian hasil rancangannya.

$$g(x, y) \frac{1}{79}$$

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 2 | 4 | 6 | 4 | 2 |
| 3 | 6 | 7 | 6 | 3 |
| 2 | 4 | 6 | 4 | 2 |
| 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |

Untuk melakukan operasi perbaikan noise citra dengan metode filter gaussian. Operasi ini dilakukan dengan cara konvolusi, konvolusi sering kali dilibatkan dalam operasi ketetanggaan pixel. Konvolusi pada citra sering disebut konvolusi 2 dimensi. Konvolusi 2 dimensi didefinisikan sebagai proses untuk memperoleh suatu pixel berdasarkan nilai pixel itu sendiri dan tetangganya, dengan melibatkan suatu matriks yaitu kernel yang mempresentasikan pembobotan. Penjelasan rumus yang digunakan dalam konvolusi filter Gaussian adalah sebagai berikut:

$$h(x, y) = f(x, y) * g(x, y) = \sum_{k=1}^M \sum_{l=1}^N f(k, l) \cdot g(x - k, y - l)$$

Keterangan:

h(x,y): gambar output

f(x,y) : adalah gambar input

g(x,y) : adalah filter gaussian

Jadi secara umum rumus diatas adalah jumlah dari perkalian antara pixel citra dengan filter gaussian dan hasilnya dibagi dengan jumlah dari matriks filter agar selang nilai intensitas tetap seperti semula. Untuk penjelasan proses konvolusi penulis membuat sebuah perumpamaan matriks citra grayscale yang terdapat pada gambar 3.3, dengan resolusi matriks 30x30 pixel yang akan dikonvolusikan dengan filter gaussian dengan ukuran matriks 5x5. Sebagai berikut:

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| x/y | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  |     |
| 0   | 205 | 204 | 203 | 201 | 202 | 203 | 205 | 207 | 208 | 199 | 207 | 199 | 177 | 165 | 142 | 124 | 105 | 186 | 178 | 179 | 203 | 202 | 196 | 201 | 207 | 203 | 200 | 207 | 202 | 205 |     |
| 1   | 202 | 202 | 204 | 201 | 200 | 200 | 202 | 204 | 201 | 197 | 207 | 185 | 140 | 100 | 59  | 35  | 89  | 155 | 167 | 164 | 171 | 187 | 201 | 204 | 198 | 199 | 200 | 205 | 205 | 204 |     |
| 2   | 197 | 200 | 202 | 201 | 199 | 198 | 199 | 200 | 203 | 200 | 181 | 116 | 65  | 57  | 30  | 40  | 63  | 139 | 150 | 149 | 147 | 178 | 203 | 203 | 197 | 200 | 204 | 205 | 202 | 200 |     |
| 3   | 197 | 200 | 203 | 202 | 199 | 197 | 198 | 201 | 198 | 201 | 162 | 73  | 61  | 52  | 66  | 54  | 69  | 137 | 139 | 146 | 159 | 168 | 196 | 200 | 200 | 202 | 204 | 202 | 199 | 197 |     |
| 4   | 201 | 203 | 204 | 202 | 200 | 199 | 203 | 204 | 203 | 203 | 168 | 87  | 50  | 69  | 73  | 49  | 74  | 135 | 138 | 142 | 133 | 166 | 196 | 204 | 202 | 200 | 200 | 203 | 201 | 200 |     |
| 5   | 203 | 203 | 204 | 201 | 201 | 200 | 204 | 205 | 209 | 205 | 190 | 129 | 76  | 65  | 65  | 61  | 103 | 138 | 132 | 124 | 123 | 182 | 208 | 207 | 205 | 205 | 203 | 205 | 202 | 204 |     |
| 6   | 200 | 201 | 201 | 200 | 200 | 204 | 204 | 203 | 203 | 201 | 163 | 154 | 85  | 75  | 45  | 52  | 125 | 127 | 122 | 114 | 134 | 180 | 194 | 191 | 200 | 202 | 204 | 206 | 200 | 201 |     |
| 7   | 198 | 198 | 199 | 200 | 205 | 205 | 202 | 199 | 211 | 195 | 186 | 146 | 91  | 63  | 50  | 51  | 104 | 97  | 114 | 111 | 137 | 156 | 154 | 166 | 165 | 194 | 201 | 204 | 202 | 199 |     |
| 8   | 198 | 198 | 205 | 208 | 207 | 203 | 205 | 203 | 196 | 169 | 150 | 111 | 119 | 75  | 60  | 73  | 84  | 81  | 107 | 129 | 134 | 136 | 142 | 165 | 172 | 183 | 189 | 191 | 202 | 202 |     |
| 9   | 203 | 200 | 202 | 203 | 202 | 205 | 206 | 198 | 174 | 122 | 108 | 107 | 112 | 115 | 106 | 96  | 83  | 98  | 117 | 130 | 136 | 136 | 147 | 164 | 155 | 159 | 164 | 181 | 201 | 205 |     |
| 10  | 201 | 198 | 198 | 200 | 203 | 209 | 202 | 182 | 160 | 120 | 104 | 107 | 106 | 120 | 112 | 103 | 107 | 103 | 120 | 149 | 144 | 139 | 142 | 147 | 138 | 147 | 154 | 169 | 184 | 207 |     |
| 11  | 196 | 196 | 198 | 200 | 203 | 206 | 187 | 157 | 140 | 149 | 136 | 121 | 107 | 98  | 82  | 98  | 84  | 90  | 120 | 131 | 124 | 124 | 142 | 133 | 120 | 138 | 152 | 164 | 184 | 201 |     |
| 12  | 197 | 198 | 200 | 201 | 201 | 198 | 175 | 143 | 128 | 145 | 136 | 112 | 87  | 79  | 64  | 79  | 82  | 105 | 110 | 104 | 129 | 131 | 127 | 119 | 134 | 144 | 151 | 172 | 194 | 204 |     |
| 13  | 196 | 199 | 203 | 202 | 197 | 192 | 172 | 148 | 116 | 106 | 113 | 108 | 101 | 116 | 116 | 107 | 102 | 113 | 93  | 96  | 136 | 130 | 93  | 88  | 100 | 135 | 134 | 139 | 167 | 195 |     |
| 14  | 192 | 195 | 201 | 197 | 181 | 165 | 148 | 133 | 106 | 94  | 108 | 105 | 97  | 101 | 98  | 82  | 85  | 91  | 96  | 120 | 135 | 100 | 83  | 113 | 139 | 135 | 142 | 171 | 197 | 202 |     |
| 15  | 192 | 193 | 199 | 189 | 160 | 131 | 111 | 97  | 66  | 91  | 118 | 109 | 111 | 95  | 87  | 96  | 103 | 97  | 120 | 137 | 115 | 101 | 117 | 126 | 129 | 139 | 143 | 152 | 174 | 193 |     |
| 16  | 190 | 195 | 203 | 186 | 139 | 115 | 114 | 113 | 86  | 67  | 123 | 117 | 111 | 118 | 113 | 113 | 106 | 126 | 120 | 124 | 91  | 83  | 136 | 134 | 140 | 149 | 150 | 162 | 190 | 199 |     |
| 17  | 200 | 196 | 181 | 156 | 135 | 126 | 121 | 124 | 74  | 51  | 109 | 129 | 133 | 125 | 124 | 128 | 132 | 108 | 104 | 106 | 63  | 36  | 76  | 125 | 140 | 152 | 156 | 163 | 187 | 201 |     |
| 18  | 208 | 197 | 185 | 135 | 138 | 127 | 123 | 207 | 77  | 61  | 106 | 119 | 132 | 136 | 143 | 142 | 126 | 106 | 97  | 86  | 67  | 79  | 208 | 120 | 124 | 130 | 143 | 163 | 185 | 195 |     |
| 19  | 199 | 195 | 189 | 144 | 162 | 156 | 142 | 133 | 141 | 118 | 128 | 119 | 118 | 134 | 148 | 146 | 126 | 97  | 90  | 107 | 123 | 134 | 132 | 120 | 114 | 112 | 136 | 177 | 194 | 198 |     |
| 20  | 205 | 207 | 183 | 149 | 158 | 140 | 139 | 151 | 168 | 138 | 124 | 111 | 111 | 119 | 128 | 135 | 115 | 112 | 110 | 146 | 155 | 138 | 137 | 124 | 126 | 131 | 162 | 198 | 207 | 194 |     |
| 21  | 217 | 213 | 183 | 131 | 126 | 108 | 105 | 105 | 101 | 103 | 100 | 144 | 133 | 118 | 114 | 105 | 111 | 130 | 134 | 154 | 141 | 137 | 150 | 129 | 139 | 138 | 164 | 191 | 206 | 209 | 209 |
| 22  | 208 | 199 | 189 | 113 | 110 | 119 | 120 | 150 | 130 | 137 | 105 | 107 | 105 | 103 | 105 | 111 | 136 | 150 | 153 | 111 | 136 | 150 | 138 | 133 | 134 | 156 | 190 | 204 | 209 | 208 | 214 |
| 23  | 196 | 189 | 197 | 97  | 97  | 120 | 147 | 139 | 135 | 184 | 168 | 187 | 175 | 125 | 126 | 129 | 138 | 98  | 98  | 139 | 145 | 142 | 146 | 139 | 131 | 181 | 208 | 211 | 206 | 212 | 205 |
| 24  | 185 | 190 | 158 | 93  | 124 | 125 | 124 | 185 | 183 | 116 | 110 | 109 | 67  | 22  | 39  | 84  | 133 | 168 | 190 | 196 | 184 | 176 | 174 | 176 | 177 | 183 | 193 | 195 | 198 | 197 |     |
| 25  | 185 | 178 | 149 | 84  | 73  | 88  | 117 | 157 | 112 | 90  | 79  | 75  | 59  | 43  | 55  | 84  | 155 | 187 | 196 | 194 | 192 | 187 | 190 | 183 | 155 | 94  | 90  | 88  | 148 | 187 |     |
| 26  | 170 | 163 | 147 | 91  | 58  | 67  | 92  | 86  | 78  | 84  | 62  | 48  | 41  | 71  | 71  | 151 | 176 | 189 | 205 | 201 | 192 | 189 | 184 | 186 | 188 | 133 | 57  | 63  | 98  | 174 | 201 |
| 27  | 151 | 147 | 138 | 101 | 63  | 67  | 84  | 58  | 70  | 72  | 42  | 35  | 58  | 115 | 180 | 174 | 184 | 195 | 195 | 193 | 193 | 189 | 188 | 178 | 96  | 35  | 68  | 150 | 205 | 196 |     |
| 28  | 152 | 134 | 138 | 86  | 75  | 94  | 122 | 121 | 80  | 72  | 60  | 80  | 134 | 167 | 173 | 175 | 186 | 188 | 179 | 181 | 183 | 183 | 185 | 172 | 111 | 72  | 85  | 179 | 200 | 195 |     |
| 29  | 87  | 83  | 77  | 85  | 95  | 108 | 107 | 111 | 145 | 142 | 143 | 152 | 182 | 176 | 190 | 168 | 181 | 178 | 167 | 169 | 169 | 171 | 177 | 169 | 192 | 80  | 124 | 202 | 197 | 212 |     |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 2 | 4 | 6 | 4 | 2 |
| 3 | 6 | 7 | 6 | 3 |
| 2 | 4 | 6 | 4 | 2 |
| 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |

Langkah selanjutnya adalah melakukan operasi konvolusi dengan cara menempatkan atau menumpangkansuatufilter atau kernelpada setiap *pixelyang* ditimpali, kemudian nilai rerata diambil dari hasil-hasil tersebut. Pada proses pelaksanaan konvolusi kernel digeser sepanjang baris dankolomdalamcitra sehinggadiperolehnilaibarupadacitrakeluaran. Langkah-langkah konvolusi digambarkan sebagai berikut:

**Langkah 1:**Tempatkan *kernel* pada sudut kiri atas, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (o,o) dari *kernel*.

| x\y | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0   | 205 | 204 | 203 | 201 | 200 | 203 | 205 | 207 | 208 | 199 | 207 | 199 | 177 | 165 | 142 | 124 | 165 | 186 | 178 | 179 | 203 | 202 | 196 | 201 | 207 | 203 | 200 | 200 | 202 | 205 |
| 1   | 201 | 202 | 204 | 201 | 200 | 200 | 201 | 204 | 201 | 197 | 207 | 185 | 140 | 100 | 59  | 35  | 93  | 155 | 167 | 164 | 171 | 187 | 201 | 204 | 198 | 199 | 200 | 203 | 205 | 204 |
| 2   | 197 | 200 | 202 | 201 | 198 | 198 | 199 | 200 | 203 | 200 | 181 | 116 | 65  | 57  | 50  | 40  | 63  | 139 | 150 | 149 | 147 | 178 | 203 | 203 | 197 | 200 | 204 | 203 | 201 | 200 |
| 3   | 197 | 200 | 203 | 202 | 198 | 197 | 198 | 201 | 198 | 201 | 162 | 73  | 31  | 52  | 66  | 54  | 69  | 137 | 139 | 146 | 139 | 168 | 196 | 200 | 200 | 202 | 204 | 202 | 199 | 197 |
| 4   | 201 | 203 | 204 | 202 | 200 | 199 | 201 | 204 | 200 | 203 | 188 | 87  | 50  | 69  | 73  | 49  | 74  | 135 | 138 | 142 | 131 | 166 | 196 | 204 | 201 | 201 | 200 | 200 | 201 | 200 |
| 5   | 203 | 203 | 202 | 201 | 201 | 203 | 204 | 205 | 209 | 205 | 190 | 129 | 76  | 65  | 65  | 61  | 103 | 138 | 132 | 124 | 129 | 182 | 208 | 207 | 205 | 205 | 203 | 203 | 202 | 204 |
| 6   | 200 | 201 | 201 | 202 | 203 | 204 | 204 | 209 | 203 | 201 | 203 | 154 | 85  | 51  | 45  | 52  | 125 | 127 | 122 | 114 | 134 | 183 | 194 | 191 | 200 | 202 | 204 | 206 | 203 | 202 |
| 7   | 198 | 198 | 199 | 202 | 205 | 205 | 202 | 199 | 212 | 195 | 186 | 146 | 91  | 61  | 50  | 51  | 104 | 97  | 114 | 121 | 137 | 156 | 154 | 168 | 185 | 194 | 201 | 204 | 202 | 199 |
| 8   | 198 | 198 | 205 | 208 | 203 | 203 | 205 | 203 | 196 | 169 | 150 | 121 | 113 | 75  | 60  | 73  | 84  | 81  | 101 | 129 | 134 | 136 | 143 | 142 | 165 | 172 | 183 | 198 | 211 | 202 |
| 9   | 203 | 200 | 202 | 203 | 202 | 205 | 206 | 198 | 174 | 122 | 108 | 107 | 112 | 113 | 106 | 96  | 83  | 98  | 117 | 132 | 136 | 136 | 147 | 164 | 155 | 159 | 164 | 181 | 202 | 205 |
| 10  | 201 | 198 | 198 | 200 | 203 | 209 | 202 | 182 | 160 | 120 | 104 | 107 | 106 | 120 | 112 | 105 | 107 | 103 | 120 | 143 | 144 | 139 | 142 | 147 | 138 | 147 | 154 | 169 | 194 | 207 |
| 11  | 196 | 196 | 198 | 200 | 203 | 206 | 187 | 157 | 140 | 149 | 136 | 121 | 102 | 98  | 82  | 98  | 84  | 90  | 120 | 131 | 114 | 124 | 142 | 133 | 120 | 138 | 151 | 164 | 184 | 201 |
| 12  | 197 | 198 | 200 | 201 | 201 | 198 | 175 | 143 | 128 | 145 | 136 | 112 | 87  | 78  | 64  | 79  | 82  | 105 | 113 | 100 | 104 | 129 | 131 | 107 | 119 | 134 | 144 | 151 | 172 | 194 |
| 13  | 196 | 198 | 203 | 202 | 197 | 191 | 172 | 148 | 116 | 106 | 113 | 109 | 101 | 116 | 116 | 107 | 102 | 113 | 83  | 96  | 136 | 130 | 93  | 88  | 130 | 135 | 134 | 139 | 167 | 195 |
| 14  | 192 | 195 | 201 | 197 | 181 | 165 | 148 | 133 | 106 | 94  | 108 | 103 | 97  | 101 | 96  | 82  | 85  | 91  | 96  | 120 | 135 | 100 | 83  | 113 | 135 | 139 | 135 | 142 | 171 | 197 |
| 15  | 191 | 193 | 199 | 189 | 160 | 131 | 111 | 97  | 66  | 91  | 118 | 109 | 111 | 95  | 87  | 96  | 103 | 97  | 120 | 137 | 115 | 101 | 117 | 126 | 129 | 139 | 143 | 152 | 174 | 193 |
| 16  | 190 | 195 | 203 | 196 | 139 | 115 | 114 | 113 | 86  | 67  | 123 | 117 | 112 | 118 | 119 | 113 | 106 | 126 | 128 | 124 | 91  | 83  | 136 | 134 | 140 | 149 | 150 | 162 | 190 | 199 |
| 17  | 200 | 196 | 181 | 156 | 135 | 125 | 112 | 114 | 74  | 51  | 109 | 129 | 133 | 125 | 124 | 138 | 132 | 108 | 104 | 106 | 63  | 36  | 78  | 125 | 140 | 152 | 156 | 162 | 187 | 201 |
| 18  | 208 | 197 | 165 | 135 | 138 | 137 | 123 | 107 | 77  | 61  | 106 | 119 | 132 | 138 | 143 | 142 | 126 | 106 | 97  | 86  | 67  | 79  | 108 | 120 | 124 | 130 | 143 | 163 | 185 | 195 |
| 19  | 199 | 195 | 169 | 144 | 162 | 156 | 142 | 133 | 141 | 118 | 128 | 113 | 118 | 134 | 148 | 146 | 125 | 97  | 90  | 107 | 123 | 134 | 132 | 120 | 114 | 112 | 136 | 177 | 194 | 188 |
| 20  | 205 | 207 | 183 | 149 | 158 | 140 | 138 | 151 | 168 | 138 | 124 | 111 | 111 | 113 | 128 | 135 | 125 | 112 | 110 | 146 | 155 | 138 | 137 | 124 | 128 | 131 | 162 | 198 | 207 | 194 |
| 21  | 217 | 213 | 183 | 131 | 126 | 108 | 130 | 165 | 191 | 183 | 160 | 144 | 133 | 118 | 114 | 105 | 121 | 150 | 154 | 154 | 141 | 137 | 150 | 129 | 138 | 164 | 191 | 204 | 209 | 209 |
| 22  | 206 | 198 | 169 | 113 | 110 | 110 | 153 | 192 | 180 | 197 | 185 | 187 | 183 | 162 | 150 | 135 | 121 | 136 | 150 | 151 | 138 | 128 | 133 | 144 | 156 | 190 | 204 | 208 | 208 | 214 |
| 23  | 196 | 183 | 157 | 97  | 97  | 104 | 147 | 179 | 185 | 184 | 168 | 187 | 175 | 125 | 106 | 109 | 88  | 98  | 139 | 145 | 142 | 146 | 143 | 171 | 182 | 208 | 211 | 206 | 211 | 209 |
| 24  | 185 | 190 | 158 | 83  | 104 | 105 | 114 | 180 | 185 | 132 | 116 | 110 | 108 | 67  | 22  | 39  | 84  | 133 | 168 | 190 | 196 | 184 | 176 | 174 | 176 | 177 | 183 | 193 | 195 | 197 |
| 25  | 185 | 178 | 149 | 84  | 73  | 88  | 117 | 157 | 112 | 90  | 79  | 75  | 59  | 43  | 56  | 94  | 155 | 187 | 196 | 194 | 192 | 187 | 190 | 193 | 155 | 94  | 90  | 98  | 149 | 187 |
| 26  | 170 | 163 | 147 | 91  | 58  | 67  | 92  | 86  | 78  | 84  | 62  | 49  | 41  | 71  | 151 | 176 | 189 | 205 | 201 | 192 | 189 | 184 | 186 | 188 | 133 | 57  | 63  | 98  | 174 | 201 |
| 27  | 151 | 147 | 138 | 101 | 63  | 67  | 84  | 58  | 70  | 72  | 42  | 35  | 59  | 115 | 180 | 174 | 184 | 195 | 199 | 193 | 193 | 189 | 188 | 178 | 96  | 35  | 68  | 150 | 205 | 196 |
| 28  | 152 | 134 | 138 | 86  | 73  | 94  | 122 | 121 | 80  | 72  | 60  | 80  | 134 | 167 | 173 | 175 | 186 | 188 | 179 | 181 | 183 | 183 | 185 | 172 | 111 | 72  | 85  | 179 | 200 | 195 |
| 29  | 87  | 83  | 77  | 85  | 93  | 108 | 107 | 111 | 145 | 142 | 143 | 152 | 182 | 176 | 150 | 168 | 181 | 178 | 167 | 169 | 169 | 172 | 177 | 163 | 132 | 60  | 124 | 202 | 197 | 212 |

$$G(x,y) = (1x205) + (2x204) + (3x203) + (2x201) + (1x202) + (2x201) + (4x202) + (6x204) + (4x201) + (2x200) + (3x197) + (6x200) + (7x202) + (6x201) + (3x199) + (2x197) + (4x200) + (6x203) + (4x202) + (2x199) + (1x201) + (2x203) + (3x204) + (2x202) + (1x200) = (205 + 408 + 609 + 402 + 201 + 402 + 808 + 1224 + 804 + 400 + 591 + 1200 + 1414 + 1206 + 597 + 394 + 800 + 1218 + 808 + 398 + 201 + 406 + 612 + 404 + 200) = 15912 : 79 = 201,4177$$

Nilai *pixel* yang diubah adalah 202 menjadi 201.

**Langkah 2:** Geser kernel satu pixel ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (o,o) dari *kernel*.

$$G(x,y) = (1x204) + (2x203) + (3x201) + (2x202) + (1x203) + (2x202) + (4x204) + (6x201) + (4x200) + (2x200) + (3x200) + (6x202) + (7x201) + (6x199) + (3x198) + (2x200) + (4x203) + (6x202) + (4x199) + (2x197) + (1x203) + (2x204) + (3x202) + (2x200) + (1x199) = (204 + 406 + 603 + 404 + 203 + 404 + 816 + 1206 + 800 + 400 + 600 + 1212 + 1407 + 1194 + 594 + 400 + 812 + 1212 + 796 + 394 + 203 + 408 + 606 + 400 + 199) = 15883 : 79 = 201,0506$$

Nilai *pixel* tetap yaitu 201.

**Langkah 3:** Geser kernel satu pixel ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (o,o) dari *kernel*.

$$G(x,y) = (1x203) + (2x201) + (3x202) + (2x203) + (1x205) + (2x204) + (4x201) + (6x200) + (4x200) + (2x201) + (3x202) + (6x201) + (7x199) + (6x198) + (3x199) + (2x203) + (4x202) + (6x199) + (4x197) + (2x198) + (1x204) + (2x202) + (3x200) + (2x199) + (1x201) = (203 + 402 + 606 + 406 + 205 + 408 + 801 + 1200 + 800 + 402 + 606 + 1206 + 1393 + 1188 + 597 + 406 + 808 + 1194 + 788 + 396 + 204 + 404 + 600 + 398 + 201) = 15822 : 79 = 200,2785$$

Nilai *pixel* yang diubah adalah 199 menjadi 200.

**Langkah 4:** Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (o,o) dari *kernel*.

$G(x,y) = (1x201) + (2x202) + (3x203) + (2x205) + (1x207) + (2x201) + (4x200) + (6x200) + (4x201) + (2x204) + (3x201) + (6x199) + (7x198) + (6x199) + (3x200) + (2x202) + (4x199) + (6x197) + (4x198) + (2x201) + (1x202) + (2x200) + (3x199) + (2x201) + (1x204) = (201 + 404 + 609 + 410 + 207 + 402 + 800 + 1200 + 804 + 408 + 603 + 1194 + 1386 + 1194 + 600 + 404 + 796 + 1182 + 792 + 402 + 202 + 400 + 597 + 402 + 204) = 15803 : 79 = 200,038$   
 Nilai *pixel* yang diubah adalah 198 menjadi 200.

**Langkah 5:** Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*  
 $G(x,y) = (1x200) + (2x203) + (3x205) + (2x207) + (1x208) + (2x200) + (4x200) + (6x201) + (4x204) + (2x201) + (3x199) + (6x198) + (7x199) + (6x200) + (3x203) + (2x199) + (4x197) + (6x198) + (4x201) + (2x198) + (1x200) + (2x199) + (3x201) + (2x204) + (1x200) = (200 + 406 + 610 + 414 + 208 + 400 + 800 + 1206 + 816 + 402 + 597 + 1188 + 1393 + 1200 + 609 + 398 + 788 + 1188 + 804 + 396 + 200 + 398 + 603 + 408 + 200) = 15832 : 79 = 200,4051$   
 Nilai *pixel* yang diubah adalah 199 menjadi 200.

**Langkah 6:** Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*.  
 $G(x,y) = (1x203) + (2x205) + (3x207) + (2x208) + (1x199) + (2x200) + (4x201) + (6x204) + (4x201) + (2x197) + (3x198) + (6x199) + (7x200) + (6x203) + (3x200) + (2x197) + (4x198) + (6x201) + (4x198) + (2x201) + (1x199) + (2x201) + (3x204) + (2x200) + (1x203) = (203 + 410 + 621 + 416 + 199 + 400 + 804 + 1224 + 804 + 394 + 594 + 1194 + 1400 + 1218 + 600 + 394 + 792 + 1206 + 792 + 402 + 199 + 402 + 612 + 400 + 203) = 15883 : 79 = 201,0506$   
 Nilai *pixel* yang diubah adalah 200 menjadi 201.

**Langkah 7:** Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*.  
 $G(x,y) = (1x205) + (2x207) + (3x208) + (2x199) + (1x207) + (2x201) + (4x204) + (6x201) + (4x197) + (2x207) + (3x199) + (6x200) + (7x203) + (6x200) + (3x181) + (2x198) + (4x201) + (6x198) + (4x201) + (2x162) + (1x201) + (2x204) + (3x200) + (2x203) + (1x168) = (205 + 414 + 616 + 398 + 207 + 402 + 816 + 1206 + 788 + 414 + 597 + 1200 + 1421 + 1200 + 543 + 396 + 804 + 1188 + 804 + 324 + 201 + 408 + 600 + 406 + 168) = 15726 : 79 = 199,0633$   
 Nilai *pixel* yang diubah adalah 203 menjadi 199.

**Langkah 8:** Geser *kernel* satu *pixel* ke kanan, kemudian hitung nilai *pixel* pada posisi (0,0) dari *kernel*.  
 $G(x,y) = (1x207) + (2x208) + (3x199) + (2x207) + (1x199) + (2x204) + (4x201) + (6x197) + (4x207) + (2x185) + (3x200) + (6x203) + (7x200) + (6x181) + (3x116) + (2x201) + (4x198) + (6x201) + (4x162) + (2x73) + (1x204) + (2x200) + (3x203) + (2x168) + (1x87) = (207 + 416 + 597 + 414 + 199 + 408 + 801 + 1182 + 828 + 370 + 600 + 1218 + 1400 + 1086 + 348 + 402 + 792 + 1206 + 648 + 146 + 204 + 400 + 609 + 336 + 87) = 14904 : 79 = 188,6582$   
 Nilai *pixel* yang diubah adalah 200 menjadi 188.

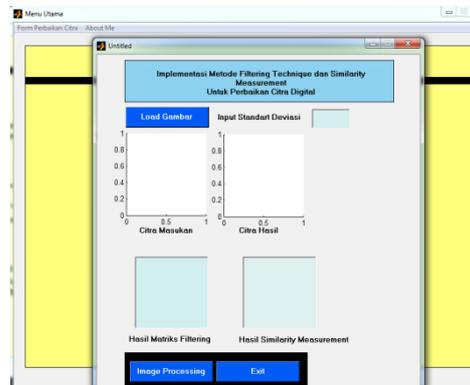
**Langkah 9** sampai dengan **Langkah 600** sama dengan **Langkah 8**, dimana konvolusi diabaikan sehingga *pixel-pixel* sudut bawah, nilainya tetap sama seperti citra asal.

|    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0  | 79  | 107 | 126 | 126 | 126 | 127 | 127 | 126 | 124 | 116 | 104 | 89  | 73  | 64  | 66  | 75  | 88  | 100 | 108 | 113 | 118 | 122 | 125 | 126 | 126 | 126 | 126 | 107 | 79  |     |     |
| 1  | 107 | 145 | 171 | 171 | 170 | 170 | 171 | 171 | 170 | 162 | 147 | 127 | 105 | 84  | 74  | 80  | 93  | 111 | 128 | 140 | 147 | 155 | 163 | 168 | 170 | 171 | 171 | 171 | 145 | 107 |     |
| 2  | 126 | 171 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 199 | 187 | 164 | 137 | 109 | 85  | 76  | 85  | 102 | 123 | 145 | 158 | 167 | 179 | 189 | 197 | 201 | 201 | 201 | 202 | 171 | 126 |     |
| 3  | 126 | 171 | 201 | 201 | 201 | 200 | 201 | 201 | 198 | 183 | 155 | 123 | 93  | 70  | 63  | 75  | 93  | 114 | 133 | 148 | 159 | 173 | 186 | 197 | 201 | 202 | 202 | 202 | 171 | 126 |     |
| 4  | 126 | 171 | 201 | 201 | 201 | 201 | 201 | 201 | 199 | 183 | 154 | 120 | 89  | 66  | 62  | 75  | 93  | 112 | 128 | 142 | 154 | 170 | 185 | 197 | 201 | 202 | 202 | 202 | 171 | 126 |     |
| 5  | 126 | 171 | 201 | 202 | 202 | 202 | 202 | 203 | 200 | 186 | 159 | 126 | 94  | 70  | 65  | 77  | 94  | 110 | 125 | 137 | 149 | 165 | 181 | 193 | 198 | 201 | 202 | 202 | 171 | 126 |     |
| 6  | 126 | 170 | 202 | 202 | 202 | 203 | 203 | 202 | 199 | 186 | 163 | 131 | 101 | 76  | 69  | 77  | 91  | 106 | 120 | 131 | 144 | 159 | 173 | 184 | 191 | 195 | 199 | 201 | 171 | 127 |     |
| 7  | 125 | 170 | 202 | 202 | 203 | 203 | 203 | 199 | 192 | 179 | 158 | 131 | 105 | 83  | 75  | 79  | 90  | 104 | 116 | 127 | 140 | 152 | 164 | 174 | 181 | 187 | 193 | 198 | 170 | 127 |     |
| 8  | 125 | 170 | 201 | 202 | 203 | 203 | 201 | 193 | 182 | 166 | 146 | 125 | 106 | 91  | 84  | 85  | 92  | 103 | 115 | 125 | 136 | 146 | 154 | 161 | 168 | 175 | 184 | 191 | 166 | 125 |     |
| 9  | 125 | 170 | 201 | 202 | 203 | 201 | 196 | 185 | 170 | 152 | 135 | 120 | 107 | 98  | 92  | 90  | 93  | 103 | 113 | 124 | 133 | 140 | 144 | 150 | 156 | 163 | 173 | 184 | 162 | 123 |     |
| 10 | 125 | 169 | 200 | 202 | 202 | 198 | 189 | 176 | 159 | 142 | 127 | 115 | 106 | 99  | 95  | 93  | 95  | 103 | 112 | 121 | 130 | 134 | 137 | 141 | 145 | 151 | 162 | 175 | 156 | 120 |     |
| 11 | 124 | 169 | 200 | 201 | 199 | 193 | 181 | 166 | 149 | 134 | 122 | 113 | 106 | 101 | 97  | 96  | 98  | 104 | 111 | 119 | 125 | 128 | 130 | 132 | 136 | 142 | 153 | 167 | 149 | 116 |     |
| 12 | 124 | 168 | 199 | 198 | 195 | 186 | 171 | 155 | 140 | 127 | 118 | 111 | 104 | 99  | 95  | 95  | 97  | 102 | 108 | 115 | 119 | 121 | 122 | 124 | 128 | 136 | 147 | 161 | 144 | 112 |     |
| 13 | 123 | 167 | 197 | 194 | 187 | 174 | 157 | 140 | 127 | 119 | 113 | 108 | 103 | 98  | 94  | 94  | 96  | 100 | 107 | 113 | 115 | 115 | 116 | 119 | 125 | 133 | 144 | 157 | 141 | 110 |     |
| 14 | 123 | 166 | 194 | 187 | 176 | 161 | 142 | 126 | 115 | 109 | 107 | 107 | 105 | 101 | 98  | 98  | 99  | 103 | 109 | 112 | 113 | 113 | 114 | 119 | 127 | 135 | 145 | 158 | 141 | 110 |     |
| 15 | 122 | 164 | 189 | 179 | 164 | 148 | 129 | 113 | 104 | 101 | 102 | 107 | 111 | 108 | 106 | 105 | 105 | 108 | 110 | 108 | 107 | 107 | 110 | 119 | 130 | 138 | 149 | 161 | 144 | 111 |     |
| 16 | 122 | 161 | 182 | 169 | 153 | 137 | 120 | 104 | 97  | 96  | 101 | 109 | 115 | 115 | 114 | 112 | 110 | 111 | 108 | 109 | 100 | 101 | 107 | 119 | 132 | 141 | 152 | 164 | 147 | 114 |     |
| 17 | 121 | 158 | 177 | 163 | 148 | 134 | 120 | 106 | 99  | 98  | 103 | 113 | 121 | 123 | 124 | 121 | 117 | 113 | 107 | 100 | 98  | 100 | 107 | 119 | 131 | 140 | 152 | 166 | 149 | 115 |     |
| 18 | 121 | 157 | 175 | 161 | 147 | 137 | 128 | 116 | 110 | 107 | 109 | 115 | 124 | 128 | 129 | 127 | 121 | 115 | 108 | 102 | 102 | 105 | 111 | 119 | 130 | 140 | 154 | 169 | 152 | 118 |     |
| 19 | 120 | 157 | 174 | 159 | 146 | 138 | 125 | 120 | 116 | 113 | 121 | 121 | 125 | 128 | 129 | 128 | 123 | 118 | 114 | 112 | 113 | 116 | 118 | 123 | 131 | 142 | 158 | 174 | 156 | 120 |     |
| 20 | 124 | 157 | 172 | 155 | 143 | 138 | 142 | 144 | 146 | 144 | 139 | 134 | 133 | 132 | 131 | 129 | 126 | 124 | 124 | 125 | 128 | 129 | 129 | 131 | 138 | 150 | 166 | 181 | 162 | 124 |     |
| 21 | 123 | 155 | 168 | 149 | 136 | 136 | 146 | 156 | 163 | 163 | 157 | 149 | 141 | 135 | 129 | 125 | 124 | 127 | 131 | 136 | 139 | 139 | 142 | 151 | 164 | 179 | 192 | 189 | 127 | 128 |     |
| 22 | 121 | 151 | 162 | 140 | 127 | 129 | 144 | 158 | 168 | 169 | 162 | 151 | 139 | 128 | 118 | 113 | 118 | 128 | 139 | 146 | 149 | 148 | 148 | 153 | 163 | 175 | 188 | 198 | 172 | 128 |     |
| 23 | 117 | 144 | 152 | 130 | 117 | 121 | 138 | 153 | 161 | 160 | 152 | 140 | 127 | 115 | 106 | 106 | 117 | 134 | 148 | 157 | 160 | 159 | 159 | 162 | 167 | 173 | 180 | 188 | 144 | 123 |     |
| 24 | 111 | 137 | 143 | 121 | 108 | 111 | 125 | 138 | 142 | 138 | 128 | 117 | 107 | 101 | 100 | 109 | 126 | 145 | 160 | 168 | 171 | 171 | 169 | 165 | 161 | 159 | 161 | 170 | 151 | 117 |     |
| 25 | 106 | 131 | 136 | 114 | 99  | 98  | 108 | 116 | 116 | 110 | 99  | 90  | 86  | 80  | 101 | 119 | 140 | 159 | 173 | 181 | 182 | 182 | 176 | 163 | 149 | 138 | 138 | 151 | 140 | 112 |     |
| 26 | 100 | 123 | 128 | 107 | 94  | 91  | 96  | 100 | 97  | 87  | 78  | 75  | 82  | 86  | 116 | 139 | 160 | 175 | 185 | 188 | 189 | 187 | 177 | 157 | 134 | 119 | 120 | 138 | 133 | 110 |     |
| 27 | 89  | 111 | 117 | 101 | 91  | 88  | 91  | 95  | 92  | 85  | 81  | 85  | 88  | 118 | 140 | 160 | 175 | 183 | 187 | 187 | 186 | 184 | 174 | 151 | 126 | 111 | 115 | 137 | 136 | 113 |     |
| 28 | 69  | 87  | 93  | 82  | 77  | 75  | 78  | 80  | 79  | 75  | 76  | 82  | 86  | 114 | 132 | 145 | 165 | 187 | 197 | 196 | 195 | 194 | 185 | 165 | 145 | 125 | 105 | 96  | 102 | 112 | 101 |
| 29 | 48  | 59  | 64  | 58  | 58  | 59  | 61  | 64  | 63  | 62  | 64  | 71  | 81  | 92  | 102 | 108 | 111 | 113 | 113 | 113 | 112 | 112 | 105 | 92  | 78  | 74  | 80  | 96  | 94  | 77  |     |

Gambar 4 Matriks Hasil  
Keterangan:

Hasil keseluruhan dari langkah 1 sampai 600 pada gambar 4.

## IMPLEMENTASI Tampilan Perbaikan Citra



Gambar 5 Tampilan Perbaikan Citra

Padatampilan menu initerdapatbeberapapilihan :

1. Load Gambar, untukmengambil citraataugambar yang akan di inputkankedalamaplikasi proses gaussian filtering.
2. Standart Deviasi, untukmenginputkan nilai standart deviasi yang akan di inputkankedalamaplikasigaussian filtering.
3. Image Processing, tombol button untuk memproses perbaikan citra dengan filtering gaussian dan similarity measurement.
4. Exit, tombol untuk keluar dari form perbaikan citra.

### KESIMPULAN

Untuk mengambil nilai matriks dari sebuah citra yang akan diperbaiki menggunakan software matlab dimana nilai matriks tersebut akan diroses dengan menggunakan metode yang dipakai, dan proses Penerapan metode *filtering technique* dan *similarity measurement* untuk perbaikan citra dilakukan dengan cara menggunakan citra grayscale sebagai input, dimana proses filtering technique menggunakan gaussian filter dengan membuat kernel 5x5 dengan standart deviasi 2, dengan proses konvolusi mencapai langkah 8

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Khadir, 2013, TeoridanAplikasiPengolahan Citra  
 EdyJurike V. Moniaga, 2014,DefenisiImplementasi  
 J.F.Hair jr.et.al, 2010,Euclidean Distance  
 Rencher, 2002, Similarity Measurement  
 RinaldiMunir, 2004,Defenisi Citra digital  
 Usman Ahmad, 2005, Representasi Citra  
 WahanaKomputer, 2013, RagamAplikasiPengelolaan Image Dengan Matlab

## IMPLEMENTASI ALGORITMA CIPHER BLOCK DENGAN DATA ENCRYPTION STANDARD DALAM PENYANDIAN TEKS

Fahri

STMIK Budidarma Medan  
Email : iqbalpj87@gmail.com

**Abstrak.** Dalam perkembangan teknologi di bidang computer, baik hardware maupun software maka perkembangan informasi dengan menggunakan alat bantu computer cenderung meningkat. Perbaikan citra digital bertujuan meningkatkan kualitas untuk pandangan manusia atau untuk mengkonversi citra agar memiliki format yang lebih baik sehingga citra tersebut menjadi mudah diolah dengan mesin Komputer. Meskipun sebuah citra kaya akan informasi, namun sering kali citra yang dimiliki mengalami penurunan mutu, misalnya mengandung cacat atau denois. Dalam pemrosesan, kualitas citra digital memperbaiki citra sehingga citra dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut, misalnya untuk aplikasi pengenalan (recognition) objek dalam citra. Yang dimaksud dengan perbaikan kualitas citra adalah proses mendapatkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia. Oleh karena itu judul yang di ambil dalam pembuatan skripsi ini adalah "Implementasi Algoritma Cipher Block Dengan Data Encryption Standard Dalam Penyandian Teks

**Kata Kunci:** Metode Median Filtering, Citra Digital, Flowchart, Noise

### PENDAHULUAN

Kerahasiaan dan keamanan data adalah hal yang sangat penting dalam komunikasi data, baik dengan tujuan keamanan bersama, maupun untuk privasi individu. Para pengguna komputer yang menginginkan agar datanya tidak diketahui oleh pihak-pihak yang tidak berkepentingan selalu berusaha menyasiasi cara mengamankan informasi yang akan dikomunikasikan atau yang akan disimpan. Sehingga perlindungan terhadap kerahasiaan data meningkat, salah satu cara adalah penyandian teks dalam enkripsi.

Enkripsi merupakan suatu proses pengubahan pesan asli menjadi karakter yang tidak dapat dibaca. Ada beberapa algoritma enkripsi yang biasa digunakan seperti *Block Cipher*, *Stream Cipher*, *Data Encryption Standard (DES)*, *Triple DES*, *Advanced Encryption Standard (AES)*, dan sebagainya. Dimana setiap algoritma memiliki karakteristik tersendiri. Sedangkan proses pengubahan kembali hasil enkripsi menjadi pesan asli dinamakan dekripsi. Untuk merahasiakan data yang sangat penting maka digunakanlah metode kriptografi yang akan mengenkripsi dan deskripsikan data.

Algoritma *Data Encryption Standard (DES)* dirancang untuk menulis dan membaca berita blok data yang terdiri dari 64 bit di bawah kontrol kunci 64 bit. Dalam pembacaan berita harus dikerjakan dengan menggunakan kunci yang sama dengan waktu menulis berita, dengan penjadualan alamat kunci bit yang diubah sehingga proses membaca adalah kebalikan dari proses menulis.

Algoritma *Cipher Block Chaining (CBC)* merupakan penerapan mekanisme umpan balik pada sebuah blok bit dimana hasil enkripsi blok sebelumnya diumpanbalikkan ke dalam proses enkripsi blok *current*. Caranya, blok *plaintext* yang *current* di-XOR-kan terlebih dahulu dengan blok *ciphertext* hasil enkripsi sebelumnya, selanjutnya hasil peng-XOR-an ini masuk ke dalam fungsi enkripsi. Dengan algoritma CBC, setiap blok *ciphertext* tidak hanya bergantung pada blok *plaintext*nya tetapi juga pada seluruh blok *plaintext* sebelumnya. Dekripsi dilakukan dengan memasukkan blok *ciphertext* yang *current* ke fungsi dekripsi, kemudian meng-XOR-kan hasilnya dengan blok *ciphertext* sebelumnya. Dalam hal ini, blok *ciphertext* sebelumnya berfungsi sebagai umpan maju (*feedforward*) pada akhir proses dekripsi.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma *cipher block* dalam penyandian teks, Untuk menerapkan algoritma *data encryption standard* dalam penyandian teks dan merancang aplikasi penyandian teks menggunakan algoritma *cipher block* dan *data encryption standard* dalam bahasa pemrograman *visual studio 2008*.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu Panjang kunci yang dapat dimasukkan oleh user maksimal 16 karakter atau 128 bit sebagai penyandian teks, bahasa pemrograman *visual basic 2008* sebagai alat yang digunakan dalam perancangan aplikasi penyandian teks.

#### Metode

**Algoritma Cipher Block Chaining**

Blok cipher merupakan algoritma kriptografi simetrik yang mengenkripsi satu blok plaintext dengan jumlah bit tertentu dan menghasilkan blok ciphertext dengan jumlah bit yang sama. Misalkan ukuran blok plaintext yang dienkripsi adalah 64 bit, maka akan menghasilkan ciphertext yang berukuran 64 bit. Pada umumnya, setiap blok plaintext yang diproses berukuran 64 bit. Namun, seiring dengan kemajuan teknologi, ukuran blok plaintext berkembang menjadi 128 bit, 256 bit bahkan menjadi 512 bit.

Dalam proses enkripsinya, block cipher menggunakan beberapa fungsi matematika, diantaranya fungsi permutasi dan fungsi substitusi, sehingga konfusi (confusion) dan difusi (diffusion) pada block cipher terpenuhi. Istilah konfusi dan difusi diperkenalkan oleh Claude Shannon pada tahun 1949. Menurutnya, konfusi dan difusi merupakan hal yang harus diperhatikan dalam sistem kriptografi, karena dapat mencegah cryptanalysis, khususnya yang berbasis analisis statistik (Cryptography and Network Security-William Stalling). Konfusi adalah mengaburkan/membuat hubungan antara ciphertext dan kunci enkripsi sekompleks mungkin sehingga tidak ada hubungan statistik antara keduanya. Hal ini dapat mencegah attacker untuk mendapatkan kunci enkripsi. Konfusi dapat diusahakan dengan menggunakan fungsi substitusi. Sedangkan difusi adalah menyebarkan struktur plaintext pada ciphertext, sehingga tidak ada hubungan statistik antara keduanya. Setiap digit *plaintext* mempengaruhi sejumlah digit ciphertext, atau dengan kata lain, setiap digit *ciphertext* dipengaruhi oleh sejumlah digit *plaintext*. Difusi dapat diusahakan dengan menggunakan fungsi permutasi pada proses enkripsi. (Bayu Setiaji, 2015).

### **Data Encryption Standart Penyandian Teks**

Penyandian teks adalah ilmu yang bersandarkan pada teknik matematika untuk berurusan dengan keamanan informasi seperti kerahasiaan, keutuhan data dan otentik entitas. ( Rifki Sadikin, 2012). Penyandian teks dalam komputer yaitu menjaga suatu sistem komputer dari pengaksesan seseorang yang tidak memiliki hak untuk mengakses sistem komputer tersebut. Meskipun keuntungan ini tidak berarti informasi teoritis keamanan dapat dibuktikan, bahwa itu adalah awal yang baik untuk mendiskusikan cipher blok aman. (<http://maryonojk.blogspot.com/2011/02/sistem-penyandian-pesan-teks-berbasis.html>, 1 mei 2016).

### **HASIL DAN PEMBAHASAN Analisa Masalah**

Dalam proses enkripsinya, block cipher menggunakan beberapa fungsi matematika, diantaranya fungsi permutasi dan fungsi substitusi, sehingga konfusi (confusion) dan difusi (diffusion) pada block cipher terpenuhi. Istilah konfusi dan difusi diperkenalkan oleh Claude Shannon pada tahun 1949. Menurutnya, konfusi dan difusi merupakan hal yang harus diperhatikan dalam sistem kriptografi, karena dapat mencegah cryptanalysis, khususnya yang berbasis analisis statistik (Cryptography and Network Security -William Stalling). Konfusi adalah mengaburkan/membuat hubungan antara ciphertext dan kunci enkripsi sekompleks mungkin sehingga tidak ada hubungan statistik antara keduanya. Hal ini dapat mencegah attacker untuk mendapatkan kunci enkripsi.

Konfusi dapat diusahakan dengan menggunakan fungsi substitusi. Sedangkan difusi adalah menyebarkan struktur plaintext pada ciphertext, sehingga tidak ada hubungan statistik antara keduanya. Setiap digit plaintext mempengaruhi sejumlah digit ciphertext, atau dengan kata lain, setiap digit ciphertext dipengaruhi oleh sejumlah digit plaintext. Difusi dapat diusahakan dengan menggunakan fungsi permutasi pada proses enkripsi. difusi merupakan hal yang harus diperhatikan dalam sistem kriptografi, karena dapat mencegah cryptanalysis, khususnya yang berbasis analisis statistik.

### **Cara Kerja Algoritma Cipher Block Chaining**

1. Setiap block Ciphertext bergantung tidak hanya pada block plaintextnya tapi pada seluruh block sebelumnya.
  2. Hasil enkripsi block sebelumnya diumpan balik kedalam enkripsi block yang current
  3. Enkripsi block pertama memerlukan block semu ( $C_0$ ) yang disebut IV ( Intialization Vektor )
  4. IV dapat diberikan oleh pengguna atau dibangkitkan secara acak oleh program.
- Pada deskripsi block plaintexts diperoleh dengan cara meng Xor kan IV dengan hasil deskripsi terhadap block Cipherteks pertama

### **Proses Enkripsi**

Adapun susunan algoritma Cipher block chaining dalam proses enkripsi adalah sebagai berikut:

Plainteks : BUDIDARMA

Cipherteks: EXGLDDUPD

$P_1$ :01000010,01010101,01000100,01001001,01000100,01000001,01001101,01000001

Kunci : C

$$K = 01000011$$

Initialization Vektor : Z

$$W(C_0) = 010111010$$

01000010, 01010101, 01000100, 01001001, 01000100, 01000001, 01010010,

01001101, 01000001

$$C_1 = P_1 \oplus C_0$$

$$\begin{aligned} &= 01000010 \oplus 010111010 \\ &= 01000010 \\ &= 00011000 \oplus K \\ &= 00011000 \oplus 01000011 \\ &= 01011011 \Rightarrow 10110110 \end{aligned}$$

$$C_2 = P_2 \oplus C_1$$

$$\begin{aligned} &= 01010101 \oplus 10110110 \\ &= 01010101 \\ &= 11100011 \oplus K \\ &= 11100011 \oplus 01000011 \\ &= 10100000 \Rightarrow 01000001 \end{aligned}$$

$$C_3 = P_3 \oplus C_2$$

$$\begin{aligned} &= 01000100 \oplus 0100001 \\ &= 01000100 \\ &= 00000101 \oplus K \\ &= 11100011 \oplus 01000011 \\ &= 10100000 \Rightarrow 01000001 \end{aligned}$$

$$C_4 = P_4 \oplus C_3$$

$$\begin{aligned} &= 01001001 \oplus 10001100 \\ &= 11000101 \\ &= 11000101 \oplus K \\ &= 11000101 \oplus 01000011 \\ &= 10000110 \Rightarrow 00001101 \end{aligned}$$

$$C_5 = P_5 \oplus C_4$$

$$\begin{aligned} &= 01000100 \oplus 00001101 \\ &= 01001001 \\ &= 01001001 \oplus K \\ &= 01001001 \oplus 01000011 \\ &= 00001010 \Rightarrow 00010100 \end{aligned}$$

$$C_6 = P_6 \oplus C_5$$

$$\begin{aligned} &= 01000001 \oplus 00010100 \\ &= 01010101 \\ &= 01010101 \oplus K \\ &= 01010101 \oplus 01000011 \\ &= 00010110 \Rightarrow 00101100 \end{aligned}$$

$$C_7 = P_7 \oplus C_6$$

$$\begin{aligned} &= 01010010 \oplus 00101100 \\ &= 01111110 \\ &= 01111110 \oplus K \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 01111110 \oplus 01000011 \\
 &= 00111101 \Rightarrow 11101000 \\
 C_8 &= P_8 \oplus C_7 \\
 &= 01001101 \oplus 01111010 \\
 &= 01001101 \\
 &= 01001101 \oplus K \\
 &= 00110111 \oplus 01000011 \\
 &= 01110100 \Rightarrow 11101000 \\
 C_9 &= P_9 \oplus C_8 \\
 &= 01000001 \oplus 11101000 \\
 &= 01000001 \\
 &= 01000001 \oplus K \\
 &= 10101001 \oplus 01000011 \\
 &= 11101010 \Rightarrow 11010101
 \end{aligned}$$

**Proses Deskripsi**

Sedangkan susunan algoritma Cipher block chaining dalam proses deskripsi adalah sebagai berikut:

$$C_1 = \underline{10110110, 01000001, 10001100, 00001101, 00010100, 00101100,}$$

|                                     |                |                |                |                |                |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| C <sub>1</sub>                      | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> | C <sub>5</sub> | C <sub>6</sub> |
| <u>01111010, 11101000, 11010101</u> |                |                |                |                |                |

|                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|
| C <sub>7</sub> | C <sub>8</sub> | C <sub>9</sub> |
|----------------|----------------|----------------|

$$\begin{aligned}
 P_1 &= C_1 \oplus C_0 \\
 &= 10110110 \\
 &= 10110110 \oplus 01011010 \\
 &= 00000001 \\
 &= 00000001 \oplus K \\
 &= 00000001 \oplus 01000011 \\
 &= 01000010
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_2 &= C_2 \oplus C_1 \\
 &= 01000001 \\
 &= 10100000 \oplus 10110110 \\
 &= 00010110 \\
 &= 00010110 \oplus 01000011 \\
 &= 01010101
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_3 &= C_3 \oplus C_2 \\
 &= 10001100 \\
 &= 01000110 \oplus 01000001 \\
 &= 00000111 \\
 &= 00000111 \oplus 01000011 \\
 &= 01000100
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_4 &= C_4 \oplus C_3 \\
 &= 00001101 \\
 &= 10000110 \oplus 10001100 \\
 &= 00001010 \\
 &= 00001010 \oplus 01000011 \\
 &= 01001001
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_5 &= C_5 \oplus C_4 \\
 &= 00010100 \\
 &= 00001010 \oplus 01000011 \\
 &= 00000111 \\
 &= 00000111 \oplus 01000011 \\
 &= 01000100
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_6 &= C_6 \oplus C_5 \\
 &= 00101100
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 00010110 \oplus 00010100 \\
&= 00000010 \\
&= 00000010 \oplus 01000011 \\
&= 01000001 \\
P_7 &= C_7 \oplus C_6 \\
&= 01111010 \\
&= 00111101 \oplus 00101100 \\
&= 00010001 \\
&= 00010001 \oplus 01000011 \\
&= 01010010 \\
P_8 &= C_8 \oplus C_7 \\
&= 11101000 \\
&= 01110100 \oplus 01111010 \\
&= 00001110 \\
&= 00001110 \oplus 01000011 \\
&= 01001101 \\
P_9 &= C_9 \oplus C_8 \\
&= 11010101 \\
&= 11101010 \oplus 11101000 \\
&= 00000010 \\
&= 00000111 \oplus 01000011 \\
&= 01000001
\end{aligned}$$

Algoritma Cipher Block Chaining merupakan penerapan mekanisme umpan balik pada sebuah blok bit dimana hasil enkripsi blok sebelumnya diumpanbalikkan ke dalam proses enkripsi blok current. Caranya, blok plaintext yang current di-XOR-kan terlebih dahulu dengan blok ciphertext hasil enkripsi sebelumnya, selanjutnya hasil peng-XORan ini masuk ke dalam fungsi enkripsi. Dengan algoritma CBC, setiap blok ciphertext tidak hanya bergantung pada blok plaintextnya tetapi juga pada seluruh blok plaintext sebelumnya. Dekripsi dilakukan dengan memasukkan blok ciphertext yang current ke fungsi dekripsi, kemudian meng-XOR-kan hasilnya dengan blok ciphertext sebelumnya. Dalam hal ini, blok ciphertext sebelumnya berfungsi sebagai umpan maju (feedforward) pada akhir proses dekripsi.

Hal-hal lain yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

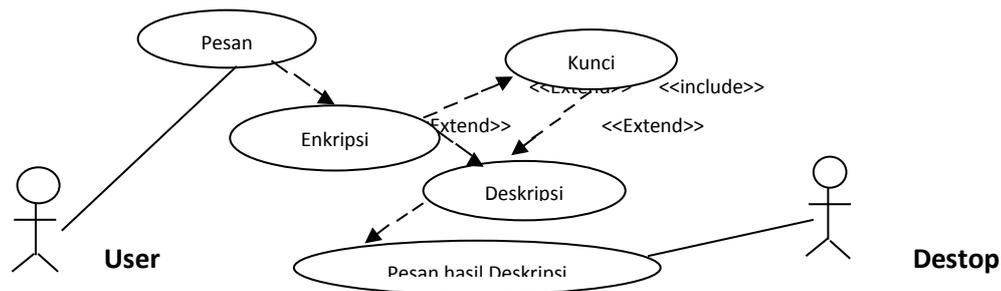
1. Algoritma kriptografi simetri *block cipher* yang diimplementasikan dapat melakukan proses enkripsi/dekripsi terhadap blok-blok data. Ukuran blok - Algoritma kriptografi simetri *block cipher* yang diimplementasikan dapat melakukan proses enkripsi/dekripsi terhadap blok-blok data. Ukuran blok data minimal 64-bit (setara dengan 8 karakter).
2. Panjang kunci ( $K$ ) harus sama dengan panjang blok yang dispesifikasikan.
3. Khusus untuk mode *CBC*, *initialiazation vector* ( $IV$ ) dibangkitkan secara acak oleh program (pengguna tidak perlu memasukkan  $IV$ , pengguna cukup memasukkan mode blok *cipher* dan kunci saja).
4. Bahasa pemrograman yang digunakan diharapkan menekankan antarmuka yang memudahkan pengguna (*user friendly*) sehingga diharapkan memilih perangkat (*tools*) pemrograman yang mendukung grafis. Lingkungan pemrograman dapat berada pada lingkungan *windows* atau *linux*. Kakas pemrograman yang digunakan bebas.
5. Program yang dibuat mampu menangani:
  - a. Proses enkripsi menerima nama arsip plainteks, kunci ( $K$ ). Kunci  $K$  merupakan *string* alfanumerik yang dibaca dari papan ketik.
  - b. Proses dekripsi menerima nama arsip cipherteks dan kunci ( $K$ ). Ukuran blok, mode, dan  $IV$  seharusnya tidak perlu menjadi masukan untuk proses dekripsi (dengan kata lain, ukuran blok, mode, dan  $IV$  sebaiknya disimpan di dalam *header* arsip cipherteks.
    - c. Arsip yang dienkrpsi adalah sembarang arsip dengan format apa pun (arsip *text*, arsip *word*, arsip *spread sheet*, arsip gambar, arsip *database*, *executable file*, dan sebagainya).
    - d. Menampilkan dan menyimpan arsip hasil enkripsi dan hasil dekripsi. Jadi, anda harus juga membuat *editor* sederhana yang hanya berfungsi menampilkan karakter-karakter hasil enkripsi/dekripsi (tidak dapat melakukan *editing*). Perhatikan bahwa jika arsip yang dienkrpsi bukan arsip *text*, maka hasil enkripsinya tidak dapat dibuka oleh program aplikasi yang bersesuaian karena *header file* juga ikut terenkrpsi. Namun karakter-karakter hasil enkripsinya masih dapat ditampilkan ke editor sederhana di atas.

**Perancangan**

Perancangan adalah pembuatan suatu gambaran atau apa – apa yang sudah dipersiapkan pada aplikasi yang akan kita buat. Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa perancangan adalah hasil sebuah kreatifitas yang lebih berkembang dan berguna dari aktifitas kreatif sebelumnya.

**Use Case Diagram**

Use case merupakan fungsionalitas dari suatu sistem, sehingga user atau pengguna aplikasi dapat mengerti mengenai kegunaan aplikasi yang akan dibangun. Use Case aplikasi dapat dilihat dalam gambar 1



Gambar 1 use case Diagram Pengguna Aplikasi

**KESIMPULAN**

Kriptografi dengan metode CBC algoritma Chiper Block dan Data (Autheniication) dan keutuhan data (data intergrity), Kriptografi dengan algoritma Chiper Block dan Data Encryption Standart merupakan metode kriptografi yang dapat digunakan untuk menyamarkan pesan asli. Skema ini juga mendukung proses verifikasi dari kriptografi dengan algoritma Chiper Block dan Data Encryption Standar dan Kriptografi dengan dengan algoritma Chiper Block dan Data Encryption Standart, sehingga dapat membantu pemahaman dan dapat digunakan untuk mendukung kegiatan belajar mengajar dalam mata kuliah kriptogaraifi.

**DAFTAR PUSTAKA**

Kusrini, 2007. Implementasi Penerbit AndriKoniyo, Yogyakarta.  
 T Sutoyo, 2009. Defenisi Citra digital  
 Ingrit, 2013. Matlab  
 AdiNugroho, 2010. Diagram dalam UML  
 Henderi et al, 2008. Pengertian Use Case Diagram  
 SugiartiYuni, 2013. Analisis dan Perancangan UML  
 Muhammad Sadeli, 2008. Aplikasi penjualan dengan Visual Studio 2008.

# IMPLEMENTASI METODE *MEDIAN FILTERING* DENGAN METODE *MEAN FILTERING* UNTUK MENGURANGI *NOISE* PADA CITRA DIGITAL

Syahri Ramadan

STMIK Budidarma Medan  
Email : iqbalpi87@gmail.com

**Abstrak,** Dalam perkembangan teknologi di bidang computer, baik hardware maupun software maka perkembangan informasi dengan menggunakan alat bantu computer cenderung meningkat. Perbaikan citra digital bertujuan meningkatkan kualitas untuk pandangan manusia atau untuk mengkonversi citra agar memiliki format yang lebih baik sehingga citra tersebut menjadi mudah diolah dengan mesin computer. Meskipun sebuah citra kaya akan informasi, namun sering kali citra yang dimiliki mengalami penurunan mutu, misalnya mengandung cacat atau denois. Dalam pemrosesan, kualitas citra digital memperbaiki citra sehingga citra dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut, misalnya untuk aplikasi pengenalan (*recognition*) objek didalam citra. Yang dimaksud dengan perbaikan kualitas citra adalah proses mendapatkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia. Oleh karena itu judul yang di ambil dalam pembuatan skripsi ini adalah "Implementasi Metode Median Filtering dengan Metode Mean Filtering Untuk Mengurangi Noise Pada Citra Digital

**Kata Kunci:** Metode Median Filtering, Citra Digital, Flowchart, Noise

## PENDAHULUAN

Citra digital secara umum menunjuk pada pemrosesan gambar 2 dimensi menggunakan komputer. Dalam konteks yang lebih luas, pengolahan citra digital merupakan sebuah titik (*array*) yang berisi nilai-nilai *real* maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu. sebagai fungsi  $f(x,y)$  berukuran M baris dan N kolom, dengan x, y dan nilai amplitudo f secara keseluruhan berhingga (*finite*) dan bernilai diskrit maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra digital.

Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra (*image preprocessing*). Perbaikan kualitas diperlukan karena seringkali citra yang dijadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau (*noise*) pada saat pengiriman melalui saluran transmisi, citra terlalu terang/gelap, citra kurang tajam, kabur, dan sebagainya. Melalui operasi pemrosesan awal inilah kualitas citra diperbaiki sehingga citra dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut, misalnya untuk aplikasi pengenalan (*recognition*) objek di dalam citra. Yang dimaksud dengan perbaikan kualitas citra adalah proses mendapatkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia.

*Mean filtering* digunakan untuk penghalusan (*smoothing*) citra yang memiliki gangguan (*noise*). *Mean* citra adalah mengganti nilai pixel pada posisi (x,y) dengan nilai rata-rata pixel yang berada tetangga sekitarnya. Untuk mengatasi *noise* tersebut perlu dilakukan usaha untuk memperbaiki kualitas citra itu. Salah satunya adalah dengan *filtering* citra baik secara linear maupun secara non-linear. *Mean filter* merupakan salah satu *filtering* linear yang berfungsi untuk memperhalus dan menghilangkan *noise* pada suatu citra yang bekerja dengan menggantikan intensitas nilai *pixel* dengan rata-rata dari nilai *pixel* tersebut dengan nilai *pixel-pixel* tetangganya.

*Median Filtering* adalah metode yang digunakan untuk melakukan peningkatan kualitas citra, metode ini menggunakan konsep *pixel* tetangga. Cara kerja metode ini mengurutkan nilai *pixel* tetangga dari nilai yang terkecil sampai terbesar dan mengambil nilai tengah *pixel* yang telah diurutkan, lalu menggantikan nilai *pixel* awal dengan nilai yang telah diurutkan. Penghitungan menggunakan metode ini menambahkan nilai 0 pada bagian luar di sekeliling nilai pixel awal, setiap proses *median filtering* menggunakan nilai *pixel* awal dan akan mengubah keseluruhan nilai *pixel* apabila keseluruhan nilai telah mengalami proses *median filtering*.

Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui cara kerja dengan menerapkan metode *median filtering* dan metode *mean filter* dalam mengurangi noise citra digital.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu citra *Grayscale* sebagai Resolusi citra yang diproses, format JPG sebagai format file citra yang digunakan, citra berukuran 5 x 5 Pixel sebagai objek pengurangan *noise*, bahasa pemrograman *visual basic 2008* sebagai alat yang digunakan dalam perancangan aplikasi pengurangan *noise*.

**Metode**

**Mean Filtering**

Metode *mean filtering* adalah satu teknik *filtering* yang bekerja dengan cara menggantikan intensitas suatu *pixel* dengan *pixel* rata-rata nilai *pixel* dari *pixel-pixel* tetangganya. Jika suatu citra  $f(x,y)$  yang berukuran  $M \times N$  dilakukan proses *filtering* dengan penapis  $h(x,y)$  maka akan menghasilkan citra  $g(x,y)$ , dimana penapis  $h(x,y)$  merupakan matrik yang berisi nilai  $1/\text{ukuran penapis}$ . Secara matematis proses tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$g(x,y)=f(x,y)*h(x,y) \tag{1}$$

Operasi di atas dipandang sebagai konvolusi antara citra  $f(x,y)$  dengan penapis  $h(x,y)$ , di mana \* menyatakan operator konvolusi dan prosesnya dilakukan dengan menggeser penapis konvolusi *pixel* per *pixel*. (Sumber T.Sutoyo.2009:105)

*Mean filter* nilai rata-rata dari kumpulan data. *Mean filtering* yang digunakan untuk efek *smoothing* ini merupakan jenis *spatial filtering*, yang dalam prosesnya mengikut sertakan *pixel-pixel* disekitarnya. *Pixel* yang akan diproses dimasukkan dalam sebuah matrik yang berdimensi  $N \times N$ . Ukuran  $N$  ini tergantung tepat di tengah matrik. Sebagai contoh matrik berdimensi  $3 \times 3$ . (Usman, 2005).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \tag{2}$$

Tabel 1 Matrik *Mean Filtering*

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | T | 5 |
| 6 | 7 | 8 |

Sumber: Jurnal Bambang Vol.7,No.1, Juli 2010:65

Nilai 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 pada tabel 2.1.adalah *pixel-pixel* di sekitar *pixel* T yang akan diproses. Nilai 4 diapat dari *pixel* sebuah sebelah kiri dari *pixel* T, nilai 5 didapat dari *pixel* di sebelah kanan dari *pixel* T, proses pengambilan *pixel* dimulai dengan mengambil *pixel* yang akan diproses, disimpan dalam nilai T. Keudian diambil *pixel-pixel* sekiranya sehingga matrik terisi penuh. Proses selanjutnya dijumlahkan semua nilai yang terdapat pada matrik tersebut. Hasil penjumlahan tersebut dibagi dengan jumlah titik yang terdapat pada matrik tersebut. Hasil penjumlahan tersebut dibagi dengan jumlah titik yang terdapat pada matrik tersebut. Bilangan pembagi ini dapat diperoleh dari perkalian antara  $N \times N$ . Pada gambar2.1, maka hasil pembagiannya adalah 9. Sembilan diperoleh dari hasil kali matrik  $3 \times 3$ . Hasil pembagian tersebut akan menggantikan nilai T. Nilai T yang baru akan ditampilkan pada layar monitor untuk menggantikan nilai T yang lama.

Proses diatas adalah untuk menggambar *grayscale* (hitam-putih), untuk menggambar berwarna maka masing-masing titik terlebih dahulu ditentukan nilai warna merah (R), hijau (G), dan biru (B). Masing-masing nilai *RGB* dijumlahkan. Hasil penjumlahan nilai *RGB* dibagi dengan jumlah titik yang diproses. Hasil dari pembagian digunakan untuk menentukan warna baru yang akan diletakkan pada titik T.

**Median Filtering**

*Median* adalah nilai tengah dari kumpulan data (Usman, 2005). Untuk mencari *median* dari kumpulan data yang ganjil maka:

$$X = \frac{n+1}{2} \tag{3}$$

Keterangan:

- n = Jumlah data
- x = Nilai baru *median*

Untuk *median filtering* ini, data yang digunakan untuk menghitung *median* terdiri dari kumpulan data yang ganjil. Hal ini disebabkan dengan jumlah data yang ganjil maka piksel yang akan diproses dapat berada ditengah. Pada *median filtering* digunakan matrik berdimensi  $N \times N$ . Dari matrik tersebut, kemudian data yang ada diurutkan dan dimasukkan dalam sebuah matrik berukuran  $1 \times (N \times N)$ . Hal ini berguna untuk mempermudah menemukan *median* dari kumpulan data yang telah urut tersebut.

Tabel 2 Matrik untuk *Median Filtering*

|   |   |   |
|---|---|---|
| 9 | 5 | 5 |
| 3 | 8 | 5 |
| 2 | 1 | 4 |

Sumber: Jurnal Bambang Vol.7,No.1, Juli 2010:65

Matrik di atas harus diurutkan terlebih dahulu dan dimasukkan dalam sebuah matrik yang berukuran  $1 \times (3 \times 3)$  atau  $1 \times 9$ .

Tabel 3 Matrik Untuk *Median Filtering* Setelah Diurutkan

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

Sumber: Jurnal Bambang Vol.7,No.1, Juli 2010:65

**Gaussian Filterin**

*Gaussian filtering* didapat dari operasi konvolusi. Operasi perkalian yang dilakukan ialah perkalian antara matriks *kernel* dengan matriks gambar asli. Matriks kernel *gauss* didapat dari fungsi komputasi dari distribusi *gaussian*, seperti pada persamaan di bawah ini:

$$G(i,j) = c.e^{-\frac{(i-u)^2+(j-v)^2}{2\sigma^2}} \tag{4}$$

Keterangan :

c dan  $\sigma$  = Konstanta

G (i,j) = Elemen matriks kernel gaus pada posisi (i,j)

(u,v) = Indeks tengah dari matriks kernel gauss

Berikut ini contoh matrik kernel Gauss 3 X 3 dengan  $\sigma= 1.0$

Tabel 4 Matrik kernel gauss 3x3 dengan

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 |
| 2 | 3 | 2 |
| 1 | 2 | 2 |

Gambar yang akan diproses dibagi menjadi 2 jenis *pixel*, yaitu *pixel* batas dan *pixel* dalam. *Pixel* batas yaitu *pixel* yang berada dipaling luar pada gambar, selain *pixel* tersebut disebut *pixel* dalam. Untuk *pixel* yang berada di dalam, perkalian dilakukan menggunakan rumus no 5, yaitu menjadikan *pixel* yang dicari nilai barunya sebagai *pixel* tengah dan bobotnya dikalikan dengan bobot pada *pixel* tengah matrik kernel, lalu dijumlahkan dengan hasil perkalian antara bobot piksel-*pixel* tetangga-tetangganya dengan bobot *pixel* matrik kernel. Untuk *pixel* yang berada disudut atau perbatasan, sebelum dilakukan perkalian, sebelumnya harus mencari bobot pada *pixel-pixel* luar (*dummy*). Bobot *pixel-pixel* ini dicari dengan menggunakan *interpolasi* yaitu dengan melihat dua *pixel* di dekatnya yang searah (*horizontal* atau *vertikal*). Apabila ada *pixel* yang memiliki bobot lebih kecil dari 0 maka bobot dijadikan 0. Apabila ada *pixel* yang memiliki bobot lebih besar dari 255 maka bobotnya dijadikan 255.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisa**

Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi  $f(x,y)$  berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial dan amplitudo  $f$  di titik koordinat  $(x,y)$  dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Index baris dan kolom  $(x,y)$  dari sebuah piksel dinyatakan dalam bilangan bulat.

Dalam pembahasan yang akan dianalisa adalah gambar citra *grayscale* yang memiliki *noise* atau dengan kata lain gangguan pada citra. Noise pada citra terjadi karena ketidaksempurnaan dalam proses *capturing*, tetapi bisa juga disebabkan oleh kotoran-kotoran yang terjadi pada citra.



Gambar 1 Citra Asli

Dari citra di atas untuk menampilkan nilai pixel-pixel citra tersebut dengan menggunakan aplikasi matlab. Sehingga didapat nilai pixel citra di atas adalah sebagai berikut.

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 80  | 35  | 41  | 72  | 177 |
| 118 | 192 | 81  | 149 | 154 |
| 243 | 248 | 131 | 169 | 217 |
| 253 | 255 | 152 | 149 | 233 |
| 255 | 210 | 60  | 111 | 161 |

Gambar 2 Nilai Piksel Citra

**Analisa Mean Filter**

Secara matematis, hal ini dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{m.n} \sum_{(s,t) \in S_{x,y}} g(s, t)$$

$f(x,y)$  : Hasil mean Filtering  
 $m.n$  : Ukuran panjang dan lebar *window*  
 $g(s,t)$  : sub-image  $S_{xy}$   
 $S_{xy}$  : *window* daerah yang diliputi oleh filter

Nilai pixel pada gambar 3.2 dilakukan konvolusi kernel matriks 3x3 dengan *filter* pada persamaan di atas.

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 80  | 35  | 41  | 72  | 177 |
| 118 | 192 | 81  | 149 | 154 |
| 243 | 248 | 131 | 169 | 217 |
| 253 | 255 | 152 | 149 | 233 |
| 255 | 210 | 60  | 111 | 161 |

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 80  | 35  | 41  |
| 118 | 192 | 81  |
| 243 | 248 | 131 |

Nilai mean =  
 $f(x,y) = 1/9 (80+35+41+118+192+81+243+248+131)$   
 $f(x,y) = 1/9 (1169)$   
 $f(x,y) = 130$

Hasil mean filter pada  $g(1,1)$  adalah  $f'(x,y) = 130$ , sehingga nilai 192 diganti menjadi 130, ditempatkan menjadi matriks yang baru, hasilnya dapat dilihat sebagai berikut:

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 80  | 35  | 41  |
| 118 | 192 | 81  |
| 243 | 248 | 131 |

Mean Filter →

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 80  | 35  | 41  |
| 118 | 130 | 81  |
| 243 | 248 | 131 |

Selanjutnya menggeser  $g(1,1)$  dengan kernel 3x3 satu pixel ke kanan menjadi  $g(1,2)$ , dan kemudian mencari mean *filter* dari *pixel-pixel* tersebut sampai proses selesai.

Nilai mean =  
 $f(x,y) = 1/9 (35 +41+72+192+81+149+248+131+169)$   
 $f(x,y) = 1/9 (1118)$   
 $f(x,y) = 124$

Hasil mean filter pada  $g(1,2)$  adalah  $f'(x,y) = 124$ , sehingga nilai 81 diganti menjadi 124

Selanjutnya menggeser  $g(1,2)$  dengan kernel 3x3 satu pixel ke kanan menjadi  $g(1,3)$  dan kemudian mencari mean *filter* dari *pixel-pixel* tersebut sampai proses selesai.

Nilai mean =  
 $f(x,y) = 1/9 (141+72+177+81+149+154+131+169+217)$   
 $f(x,y) = 1/9 (1191)$   
 $f(x,y) = 132$

Hasil mean filter pada  $g(1,3)$  adalah  $f'(x,y) = 132$ , sehingga nilai 149 diganti menjadi 132.

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 41  | 72  | 177 |
| 81  | 149 | 154 |
| 131 | 169 | 217 |

Mean Filter →

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 41  | 72  | 177 |
| 81  | 132 | 154 |
| 131 | 169 | 217 |

Selanjutnya menggeser  $g(1,3)$  dengan kernel 3x3 satu pixel ke kanan menjadi  $g(2,1)$  dan kemudian mencari mean *filter* dari *pixel-pixel* tersebut sampai proses selesai.

Nilai mean =  
 $f(x,y) = 1/9 (118+192+81+243+248+131+253+255+152)$   
 $f(x,y) = 1/9 (1743)$   
 $f(x,y) = 194$

Hasil mean filter pada  $g(2,1)$  adalah  $f'(x,y) = 194$ , sehingga nilai 248 diganti menjadi 194.

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 118 | 192 | 81  |
| 243 | 248 | 131 |
| 253 | 255 | 152 |

Mean Filter →

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 118 | 192 | 81  |
| 243 | 194 | 131 |
| 253 | 255 | 152 |

Selanjutnya menggeser  $g(2,1)$  dengan kernel 3x3 satu pixel ke kanan menjadi  $g(2,2)$  dan kemudian mencari mean *filter* dari *pixel-pixel* tersebut sampai proses selesai

Nilai mean =  
 $f(x,y) = 1/9 (192+81+149+ 248+131+169+255+152+149)$   
 $f(x,y) = 1/9 (1526)$

$$f(x,y) = 169$$

Hasil mean filter pada g(2,2) adalah  $f'(x,y) = 169$ , sehingga nilai 131 diganti menjadi 169.

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 192 | 81  | 149 |
| 248 | 131 | 169 |
| 255 | 152 | 149 |

Mean Filter →

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 192 | 81  | 149 |
| 248 | 169 | 169 |
| 255 | 152 | 149 |

Selanjutnya menggeser g(2,2) dengan kernel 3x3 satu pixel ke kanan menjadi g(2,3) dan kemudian mencari mean filter dari pixel-pixel tersebut sampai proses selesai.

Nilai mean =

$$f(x,y) = 1/9 (81+149+154 + 131+169+217 + 152+149+233)$$

$$f(x,y) = 1/9 (2637)$$

$$f(x,y) = 293$$

Hasil mean filter pada g(2,3) adalah  $f'(x,y) = 293$ , sehingga nilai 169 diganti menjadi 293.

Kernel 3 x 3

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 81  | 149 | 154 |
| 131 | 169 | 217 |
| 152 | 149 | 233 |

Mean Filter →

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 81  | 149 | 154 |
| 131 | 293 | 217 |
| 152 | 149 | 233 |

Selanjutnya menggeser g(2,3) dengan kernel 3x3 satu pixel ke kanan menjadi g(3,1)

Nilai mean =

$$f(x,y) = 1/9 (243+248+131+253 + 255 + 152+255 + 210+60)$$

$$f(x,y) = 1/9 (1400)$$

$$f(x,y) = 155$$

Hasil mean filter pada g(3,1) adalah  $f'(x,y) = 155$ , sehingga nilai 255 diganti menjadi 155.

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 243 | 248 | 131 |
| 253 | 255 | 152 |
| 255 | 210 | 60  |

Mean Filter →

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 243 | 248 | 131 |
| 253 | 155 | 152 |
| 255 | 210 | 60  |

Selanjutnya menggeser g(2,3) dengan kernel 3x3 satu pixel ke kanan menjadi g(3,2) dan kemudian mencari mean filter dari pixel-pixel tersebut sampai proses selesai.

Nilai mean =

$$f(x,y) = 1/9 (248+131+169+255 + 152+149 + 210+60+111)$$

$$f(x,y) = 1/9 (1485)$$

$$f(x,y) = 165$$

Hasil mean filter pada g(3,2) adalah  $f'(x,y) = 165$ , sehingga nilai 152 diganti menjadi 165.

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 248 | 131 | 169 |
| 255 | 152 | 149 |
| 210 | 60  | 111 |

Mean Filter →

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 248 | 131 | 169 |
| 255 | 165 | 149 |
| 210 | 60  | 111 |

Selanjutnya menggeser g(3,2) dengan kernel 3x3 satu pixel ke kanan menjadi g(3,3) dan kemudian mencari mean filter dari pixel-pixel tersebut sampai proses selesai.

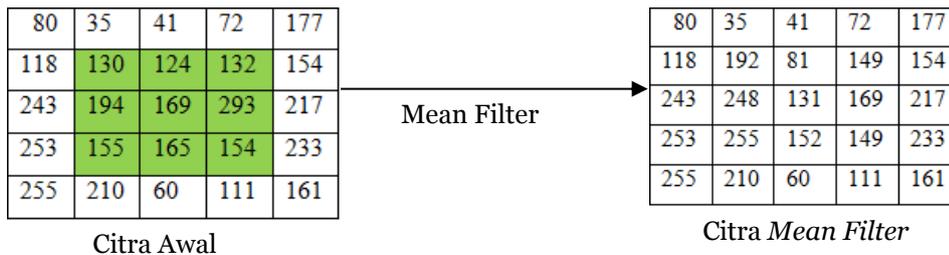
Nilai mean =

$$f(x,y) = 1/9 (131+169+217+152+149+233+60+111+161)$$

$$f(x,y) = 1/9 (1383)$$

$$f(x,y) = 154$$

Setelah dilakukan proses mean filtering dengan menggunakan kernel 3x3 sehingga hasil dari  $f'(x,y)$  menjadi citra yang baru. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3 : Citra Hasil Mean Filter

**Analisa Metode Median Filtering**

Citra input merupakan citra grayscale yang memiliki intensitas warna berkisar antara 0 sebagai nilai minimum sampai 256 yang merupakan nilai maksimum. Citra input yang memiliki ukuran 5x5 pixel kemudian dikonversi kedalam bentuk matriks 5x5 = 25

Proses median filter 3 x 3 meliputi koordinat i,j dan dimulai dari titik (0,0) (0,1) (0,2) (1,0) (1,1) (1,2) (2,0) (2,1) (2,2), Proses median filtering adalah proses pengurutan nilai pixel dari yang terbesar hingga yang terkecil, setelah mendapatkan nilai ketetanggaan pixel yang telah melewati proses pengurutan maka proses median filtering dinyatakan selesai hingga keseluruhan nilai pixel melewati proses ini. Penambaha nnilai 0 di setiap bagian luar nilai matriks untuk membantu perhitungan keseluruhan nilai pixel.

**Langkah 1**

Proses median filter 3 x 3 meliputi koordinat i,j dan dimulai dari titik (0,0) (0,1) (1,0) (1,1)

|   |    |    |
|---|----|----|
| 0 | 0  | 0  |
| 0 | 62 | 70 |
| 0 | 45 | 55 |

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 0  | 0  | 45 |
| 55 | 62 | 70 |

= 0

**Langkah 2**

Proses median filter 3 x 3 meliputi koordinat i,j dan dimulai dari titik (0,1) (0,1) (1,0) (1,1) (2,0) (2,1)

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 62 | 70 | 51 |
| 45 | 55 | 55 |

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 45 | 51 | 55 |
| 55 | 62 | 70 |

= 51

Nilai pixel yang diubah adalah 70 menjadi 51

**Langkah 3**

Proses median filter 3 x 3 meliputi koordinat i,j dan dimulai dari titik (1,0) (1,1) (2,0) (2,1) (3,0) (3,1)

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 70 | 51 | 54 |
| 55 | 55 | 44 |

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 45 | 51 | 54 |
| 55 | 55 | 70 |

= 51

Nilai pixel yang ditemukan sama pada nilai awal, maka nilai tidak perlu diubah

**Langkah 4**

Proses median filter 3 x 3 meliputi koordinat i,j dan dimulai dari titik (2,0) (2,1) (3,0) (3,1) (4,0) (4,1)

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 51 | 54 | 58 |
| 55 | 44 | 18 |

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 18 | 44 | 51 |
| 54 | 55 | 58 |

= 44

Nilai pixel yang diubah adalah 54 menjadi 44

**Langkah 5**

Proses median filter 3 x 3 meliputi koordinat i,j dan dimulai dari titik  
(3,0) (3,1)  
(4,0) (4,1)  
(5,0) (5,1)

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 54 | 58 | 41 |
| 44 | 18 | 12 |

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 12 | 18 | 41 |
| 44 | 54 | 58 |

= 18

Nilai pixel yang diubah adalah 58 menjadi 18

**Langkah 6**

Proses median filter 3 x 3 meliputi koordinat i,j dan dimulai dari titik  
(4,0) (4,1)  
(5,0) (5,1)  
(6,0) (6,1)

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 58 | 41 | 50 |
| 18 | 12 | 17 |

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 12 | 17 | 18 |
| 50 | 41 | 58 |

= 17

Nilai pixel yang diubah adalah 41 menjadi 17

**Langkah 7**

Proses median filter 3 x 3 meliputi koordinat i,j dan dimulai dari titik  
(5,0) (5,1)  
(6,0) (6,1)  
(7,0) (7,1)

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 41 | 50 | 38 |
| 12 | 17 | 25 |

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 12 | 17 | 25 |
| 38 | 41 | 50 |

= 17

Nilai pixel yang diubah adalah 50 menjadi 17

**Langkah 8**

Proses median filter 3 x 3 meliputi koordinat i,j dan dimulai dari titik  
(6,0) (6,1)  
(7,0) (7,1)  
(8,0) (8,1)

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 50 | 38 | 6  |
| 17 | 25 | 21 |

|    |    |    |
|----|----|----|
| 0  | 0  | 0  |
| 6  | 17 | 21 |
| 25 | 38 | 50 |

= 17

Nilai pixel yang diubah adalah 38 menjadi 17

**Langkah 9**

Proses median filter 3 x 3 meliputi koordinat i,j dan dimulai dari titik  
(7,0) (7,1)  
(8,0) (8,1)

(9,0) (9,1)

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 38 & 6 & 25 \\ \hline 25 & 21 & 42 \\ \hline \end{array}
 \quad
 \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline 6 & 21 & 25 \\ \hline 25 & 38 & 42 \\ \hline \end{array}
 = 21$$

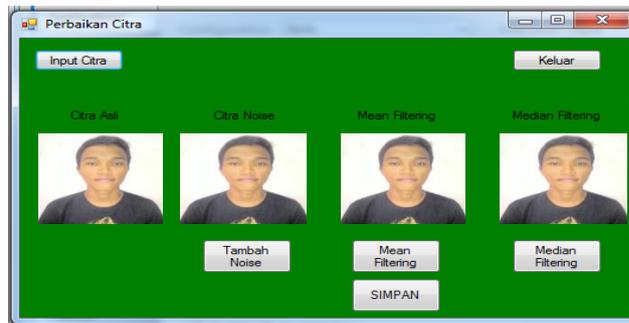
Nilai pixel yang diubah adalah 6 menjadi 21

**Implementasi**

Form Perbaikan Citra

Tampilan halaman sub menu perbaikan citra merupakan halaman yang digunakan untuk melakukan proses *noise* pada citra, proses mean filtering dan proses median filtering. Gambar 4.2 dibawah ini menunjukkan tampilan halaman sub menu perbaikan citra. Adapun tahapanya adalah sebagai berikut :

1. Input citra digunakan untuk mencari file citra mana yang akan diproses untuk menghapus noise yang ada.
2. Tambah noise digunakan untuk menambah noise pada citra asli
3. Mean filtering di gunakan untuk melakukan proses mean filtering terhadap citra noise
4. Median filtering di gunakan untuk melakukan proses median filtering terhadap citra noise
5. Tahap terakhir yaitu simpan yang digunakan untuk menyimpan file hasil mean filtering atau median filtering.



Gambar 4. Tampilan Menu Perbaikan Citra

**KESIMPULAN**

Penerapan metode mean filter dan median filtering hanya bisa dilakukan untuk citra yang memiliki noise di dalam prosesnya citra pertama sekali di hitung nilai pikselnya selanjutnya citra ditambahkan noise dengan melakukan proses noise dan hasil akhirnya dilakukan dengan mean filtering atau median filtering

**DAFTAR PUSTAKA**

Kusrini, 2007. Implementasi Penerbit AndriKoniyo, Yogyakarta.  
 T Sutoyo, 2009, Defenisi Citra digital  
 Ingrit, 2013, Matlab  
 AdiNugroho, 2010, Diagram dalam UML  
 Henderi et al, 2008, Pengertian Use Case Diagram  
 SugiartiYuni, 2013, Analisis dan Perancangan UML  
 Muhammad Sadeli, 2008, Aplikasi penjualan dengan Visual Studio 2008.

## **PENGARUH METODE INKUIRI TERBIMBING DAN PROYEK TERHADAP HASIL BELAJAR BIOLOGI, KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS, DAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA DI SMP SWASTA HKBP SIMANTIN PANE**

**Julion Turnip; Herbert Sipahutar dan Tumiur Gultom**

Jurusan Biologi, FMIPA, Unimed, Medan  
Email: j.turnip@yahoo.com

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode pembelajaran terhadap: (1) Hasil belajar biologi; (2) Kemampuan berpikir kritis; dan (3) Keterampilan Proses Sains siswa di kelas VIII SMP Swasta HKBP Simantin Pane Kabupaten Simalungun. Metode penelitian menggunakan kuasi eksperimen dengan sampel penelitian sebanyak 3 kelas yang ditentukan secara total sampling. Kelas VIII-A dibelajarkan dengan metode Inkuiri Terbimbing, kelas VIII-B dibelajarkan dengan metode Proyek, dan kelas VIII-C (kontrol) dibelajarkan dengan metode Tradisional. Instrumen penelitian menggunakan instrument tes hasil belajar dan instrument kemampuan berpikir kritis dengan menggunakan tes pilihan berganda, dan instrument tes keterampilan proses sains siswa dengan menggunakan esai test. Teknik analisis data menggunakan Analisis Kovariat (ANAKOVA) pada taraf signifikan  $\alpha = 0,05$  dengan bantuan SPSS 21.0. Hasil penelitian menunjukkan: (1) ada pengaruh yang signifikan metode pembelajaran terhadap hasil belajar biologi siswa ( $F = 13,041$ ;  $P = 0,000$ ). Hasil belajar biologi siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing ( $84,97 \pm 5,792$ ) signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan metode proyek ( $80,62 \pm 5,494$ ), maupun metode tradisional ( $78,20 \pm 4,498$ ); (2) ada pengaruh yang signifikan metode pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis ( $F = 34,519$ ;  $P = 0,000$ ). Kemampuan berpikir kritis siswa yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing ( $79,06 \pm 4,651$ ) signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan metode proyek ( $72,06 \pm 4,134$ ), maupun metode tradisional ( $69,70 \pm 5,459$ ); (3) ada pengaruh yang signifikan metode pembelajaran terhadap keterampilan proses sains siswa ( $F = 6,990$ ;  $P = 0,001$ ). Keterampilan proses sains siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing ( $72,24 \pm 8,581$ ) signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan metode proyek ( $68,76 \pm 8,298$ ); maupun metode tradisional ( $65,80 \pm 7,761$ ). Sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian ini diharapkan kepada guru untuk dapat menerapkan model pembelajaran inkuiri terbimbing pada materi sistem peredaran darah pada manusia dalam upaya meningkatkan hasil belajar biologi, kemampuan berpikir kritis, dan keterampilan proses sains siswa.

**Kata kunci:** Hasil Belajar, Kemampuan Berpikir Kritis, Keterampilan Proses Sains, Inkuiri Terbimbing, Proyek, Tradisional.

### **PENDAHULUAN**

Proses pembelajaran pada dasarnya merupakan transformasi pengetahuan, sikap dan keterampilan dengan melibatkan aktivitas fisik dan mental siswa. Keterlibatan siswa baik secara fisik maupun mental merupakan bentuk pengalaman belajar siswa yang dapat memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep pembelajaran. Guru sebagai tenaga pendidik profesional diharapkan mampu memilih dan menggunakan model yang sesuai dengan materi pelajaran sehingga dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Galbreath (1999) mengemukakan bahwa pengetahuan, modal intelektual, khususnya kecakapan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking*) terutama berpikir kritis, merupakan kebutuhan sebagai tenaga kerja yang handal. Afcariono (2008) juga menyatakan bahwa kemampuan berpikir tinggi khususnya berpikir kritis sangat penting diajarkan di sekolah karena keterampilan ini sangat diperlukan oleh siswa untuk sukses dalam kehidupannya. Oleh karena itu, seorang ahli pendidikan, John Dewey, sejak awal mengharapakan agar siswa diajarkan kecakapan berpikir kritis (Jhonson, 2002).

Namun sampai saat ini, kecakapan berpikir kritis siswa belum ditangani secara sungguh-sungguh oleh para guru di sekolah sehingga siswa masih banyak yang kurang terampil menggunakan kemampuan berpikir kritis yang berdampak pada hasil belajar siswa yang rendah. Hal ini mendukung pernyataan Ariyati (2010) bahwa rendahnya kualitas pendidikan disebabkan karena rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa. Pada umumnya siswa diarahkan untuk menghafal dan menimbun informasi, sehingga siswa pintar secara teoritis tetapi miskin aplikasi. Akibatnya kemampuan berpikir kritis menjadi beku, bahkan menjadi susah untuk dikembangkan. Wirtha & Rapi (2008) mengungkapkan bahwa masih banyak siswa belajar hanya menghafal konsep-konsep, mencatat apa yang diceramahkan guru, pasif, dan jarang menggunakan pengetahuan awal sebagai dasar perencanaan pembelajaran. Menurut Trianto (2007) pengajaran keterampilan berpikir kritis di Indonesia memiliki beberapa kendala, salah satunya adalah dominasinya guru dalam proses pembelajaran dan tidak memberi akses pada peserta didik untuk berkembang secara mandiri melalui penemuan dan proses berpikirnya.

Berdasarkan daftar kumpulan nilai (DKN) yang diperoleh dari guru bidang studi IPA di SMP Swasta HKBP Simantin Pane dapat disimpulkan bahwa hasil belajar siswa masih rendah dan terdapat beberapa siswa yang masih memperoleh nilai dibawah kriteria ketuntasan minimum (KKM). Kemudian dengan melakukan observasi terhadap sekolah tersebut khususnya guru IPA, bahwa walaupun guru IPA

disekolah tersebut telah berusaha menerapkan model yang bervariasi seperti ceramah, diskusi, tanya jawab, tetapi keaktifan siswa di kelas masih kurang memadai. Hal ini ditandai dengan minimnya aktivitas bertanya, menjawab, menanggapi dan mengemukakan pendapat, menalar, belum terbiasa belajar dengan diawali permasalahan-permasalahan dan menemukan sendiri apayang mereka pelajari, sehingga kemampuan berpikir anak tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal akibatnya hasil belajar yang dicapai oleh siswa masih jauh dari yang diharapkan. Lasmawan (1997) mengidentifikasi beberapa permasalahan pendidikan yaitu (1) pendidikan lebih menekankan perkembangan aspek kognitif dengan orientasi penguasaan ilmu pengetahuan yang sebanyak-banyaknya dan mengabaikan perkembangan aspek afeksi dan aspek konasi, (2) pendidikan kurang memberikan perkembangan keterampilan proses, kemampuan berpikir kritis, (3) pendidikan kurang memberikan pengalaman yang nyata melalui pendekatan kurikulum dan pembelajaran terpadu. Sagala (2009), berpendapat juga bahwa pembelajaran yang berlangsung disekolah cenderung menunjukkan (1) guru lebih banyak ceramah, (2) pengelolaan pembelajaran cenderung klasikal dan kegiatan belajar kurang bervariasi, dan (3) guru dan buku sebagai sumber belajar. Dalam proses pembelajaran, peserta didik juga kurang didorong untuk mengembangkan kemampuan berpikir.

Rendahnya kemampuan berpikir kritis mengakibatkan siswa kurang dalam memahami menggunakan metode belajar yang sesuai sehingga belajar hanya secara hafalan dan merasa bosan. Rendahnya kemampuan berpikir kritis juga berdampak pada pemikiran siswa yang kurang sistematis atau kurang runtut. Hal ini dapat menyebabkan siswa sulit dalam memahami konsep-konsep biologi yang abstrak, yang berakibat pada rendahnya hasil belajar biologi. Sistem peredaran darah pada manusia merupakan materi biologi yang membahas tentang peredaran darah dan gangguan pada sistem peredaran darah. Pada materi ini diperlukan keaktifan siswa dalam belajar dan berusaha menganalisis permasalahan yang ada dan mengatasi permasalahan tersebut. Siswa diharapkan dapat mencari dan menemukan konsep-konsep dalam sistem peredaran darah, serta dapat menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang muncul dalam kehidupan sehari-hari. Agar dikelas menjadi efektif dan siswa terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran, saat ini para peneliti bidang pendidikan telah mengembangkan sejumlah teori belajar dan berbagai metode yang dinilai baik dalam mendukung suasana aktif di dalam kelas. Metode yang berpusat pada siswa (*student centered*) dianggap tepat sebagai solusi terhadap permasalahan untuk meningkatkan hasil belajar biologi dan kemampuan berpikir kritis. Metode yang diharapkan mampu menjawab permasalahan tersebut dua diantaranya adalah dengan menggunakan metode inkuiri terbimbing dan proyek.

Metode inkuiri melatih siswa dalam memecahkan masalah, meningkatkan pemahaman terhadap sains, mengembangkan keterampilan belajar sains, dan literasi sains serta melatih kecakapan berpikir siswa (Zion, 2007). Pembelajaran inkuiri merupakan suatu metode yang berpusat pada siswa, kelompok-kelompok siswa dihadapkan pada suatu persoalan atau mencari jawaban atas pertanyaan-pertanyaan melalui suatu prosedur yang telah direncanakan secara jelas (Mustachifidoh, 2013).

Penelitian-penelitian yang menggunakan metode inkuiri memberikan hasil bahwa metode inkuiri dapat meningkatkan hasil belajar dan motivasi siswa. Kemampuan berpikir kritis juga memberikan pengaruh dalam proses belajar, hal ini dibuktikan dalam hasil penelitian yang dilakukan Lubis (2012), dan Fitrah (2012).

Keyakinan akan keunggulan inkuiri dalam pembelajaran biologi didukung oleh pernyataan Bruner (1986) yang menyatakan keuntungan mengajar dengan model inkuiri adalah : (1) siswa akan memahami konsep-konsep dasar dan ide-ide yang lebih baik, (2) membantu siswa dalam menggunakan daya ingat dan transfer pada situasi-situasi proses belajar yang baru, (3) mendorong siswa untuk berpikir dan bekerja atas inisiatif sendiri, dan (4) mendorong siswa berpikir inisiatif dan merumuskan hipotesisnya sendiri. Selain itu, pembelajaran menjadi *student center*, membentuk dan mengembangkan konsep diri, dapat mengembangkan bakat kemampuan individu, dapat menghindari cara-cara belajar tradisional (menghafal dan menerima informasi) serta memberikan waktu bagi siswa untuk mengasimilasi dan mengakomodasi informasi. Lawson (2000) juga menyebutkan bahwa pembelajaran biologi pada sekolah menengah dengan kurikulum berbasis inkuiri dapat mengembangkan berpikir kritis dan penguasaan konsep. Setiawan (2005), dalam penelitiannya yang berjudul Pengaruh Pembelajaran Kontekstual dalam Strategi Inkuiri dan Pembelajaran Berdasarkan Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir dan Penguasaan Konsep-Konsep Biologi Siswa SMP di Kecamatan Buleleng Bali menyimpulkan pembelajaran inkuiri berpengaruh secara signifikan terhadap kemampuan penguasaan konsep-konsep biologi.

Sementara itu metode pembelajaran proyek (*project based learning*) adalah sebuah metode pembelajaran yang menggunakan proyek (kegiatan) sebagai inti pembelajaran. Dalam kegiatan ini, siswa melakukan eksplorasi, penilaian, interpretasi, dan sintesis informasi untuk memperoleh berbagai hasil belajar. Metode pembelajaran berbasis proyek merupakan suatu metode pembelajaran yang menyangkut pemusatan pertanyaan dan masalah bermakna, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, proses pencarian berbagai sumber, pemberian kesempatan kepada anggota untuk bekerja secara kolaborasi, dan menutup dengan presentasi produk nyata. Metode pembelajaran berbasis proyek berfokus pada konsep

dan prinsip inti sebuah disiplin, memfasilitasi siswa untuk berinvestigasi, pemecahan masalah, dan tugas-tugas bermakna lainnya, berpusat pada siswa (*students center*) dan menghasilkan produk nyata. Metode pembelajaran berbasis proyek juga dapat meningkatkan keyakinan diri para siswa, motivasi untuk belajar, kemampuan kreatif, dan mengagumi diri sendiri (Santayasa, 2006). Menurut Sani (2013), pembelajaran berbasis proyek mendukung tercapainya tujuan pembelajaran biologi, mengingat pembelajaran berbasis proyek merupakan pembelajaran yang komprehensif mengikutsertakan siswa melakukan investigasi secara kolaboratif.

Menurut Thomas 2000, pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada guru untuk mengelola pembelajaran di kelas dengan melibatkan kerja proyek. Depdiknas (2003: 7), menegaskan bahwa "pembelajaran berbasis proyek/tugas terstruktur (*project-based learning*) merupakan pendekatan pembelajaran yang membutuhkan suatu pembelajaran yang komprehensif dimana lingkungan belajar siswa (kelas) didesain agar siswa dapat melakukan penyelidikan terhadap masalah autentik termasuk pendalaman materi suatu materi pembelajaran, dan melaksanakan tugas bermakna lainnya".

Pembelajaran dengan keterampilan proses sains juga sangat jarang dilaksanakan untuk sekolah menengah pertama sehingga menyebabkan tidak berkembangnya tingkat berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi. Keterampilan proses melibatkan keterampilan-keterampilan kognitif atau intelektual, manual, dan sosial. Keterampilan kognitif atau intelektual dengan melakukan keterampilan proses siswa menggunakan pemikirannya, keterampilan manual terlibat dalam penggunaan alat dan bahan, pengukuran, penyusunan atau perakitan alat, keterampilan sosial dimaksudkan bahwa dengan keterampilan proses sains siswa berinteraksi dengan sesamanya dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar (Rustaman, 2009).

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka dipandang perlu untuk melakukan suatu penelitian tentang penggunaan metode inkuiri terbimbing dan proyek dan pengaruhnya terhadap hasil belajar biologi, kemampuan berpikir kritis, dan keterampilan proses sains siswa di SMP Swasta HKBP Simantin Pane, dan sebagai pembandingan digunakan metode pembelajaran tradisional.

## METODE

Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII SMP Swasta HKBP Simantin Pane, Kecamatan Panei Kabupaten Simalungun tahun pelajaran 2014/2015 yang berjumlah 98 orang yang terdiri dari 3 kelas. Dimana kelas VIII-A yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing; kelas VIII-B dibelajarkan dengan metode proyek; dan kelas VIII-C dibelajarkan dengan metode tradisional. Pengambilan sampel penelitian dilakukan dengan *total sampling*.

Penelitian ini termasuk penelitian *quasi eksperimen*. Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *nonequivalent control group design* atau *non randomized control pretest posttest design*, artinya kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol tidak dipilih secara random. Dalam desain ini, baik kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol dibandingkan, kemudian kelompok yang ada diberi pretest, selanjutnya diberikan perlakuan, kemudian diberikan posttest.

**Tab. 1** Desain Penelitian

| Kelompok | Pretest                                      | Perlakuan      | Posttest                                     |
|----------|----------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------|
| A        | T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> | X <sub>1</sub> | T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> |
| B        | T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> | X <sub>2</sub> | T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> |
| C        | T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> | X <sub>3</sub> | T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> |

A:Kelompok yang dibelajarkan dengan metode Inkuiri terbimbing, B:kelompok yang dibelajarkan dengan metode proyek, dan C:kelompok yang dibelajarkan dengan metode tradisional. T<sub>1</sub>: hasil belajar siswa, T<sub>2</sub>: kemampuan berpikir kritis siswa, dan T<sub>3</sub>: keterampilan proses sains. X<sub>1</sub>: perlakuan dengan metode inkuiri terbimbing (eksperimen), X<sub>2</sub>: perlakuan dengan metode proyek (eksperimen), dan X<sub>3</sub>: perlakuan dengan metode tradisional(kontrol).

Instrumen penelitian yang digunakan untuk pengumpulan data penelitian terdiri dari instrumen hasil belajar, instrumen tes kemampuan berpikir kritis, instrumen keterampilan proses sains siswa. Instrumen tes hasil belajar disusun dalam bentuk pilihan berganda sebanyak 40 soal pada aspek kognitif terdiri dari aspek pengetahuan ingatan (C<sub>1</sub>), pemahaman(C<sub>2</sub>), aplikasi (C<sub>3</sub>), analisis (C<sub>4</sub>), dan evaluasi (C<sub>5</sub>). Instrumen tes kemampuan berpikir kritis disusun dan dikembangkan sendiri oleh peneliti dengan mengacu pada tes kemampuan berpikir kritis Cornell bentuk X dalam Ennis et al. (1964). Sedangkan instrumen keterampilan proses sains digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains dalam penelitian ini adalah tes tertulis. Tes tertulis disusun dalam bentuk uraian yang terdiri dari delapan indikator keterampilan proses sains meliputi observasi, klasifikasi, prediksi, interpretasi, mengajukan pertanyaan, menyusun hipotesis, menerapkan konsep dan mengkomunikasikan. Analisis deskriptif

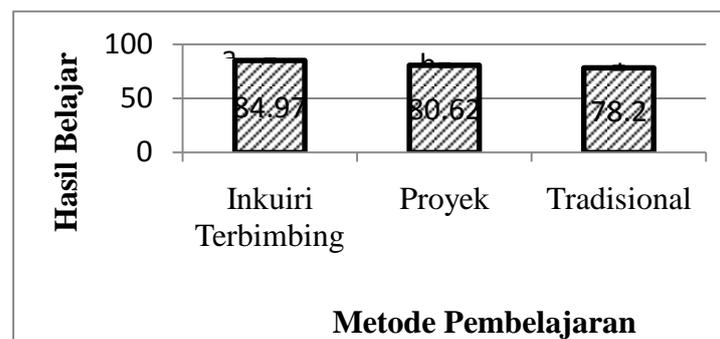
dimaksudkan untuk mendeskripsikan data hasil penelitian meliputi: mean, median, modus, standar deviasi, skor maksimum, skor minimum dan range.

Sebelum dilakukan uji hipotesis, maka akan dilakukan uji homogenitas dan normalitas dengan asumsi bahwa hasil belajar biologi, kemampuan berpikir kritis, dan keterampilan proses sains siswa pada materi sistem peredaran darah pada manusia yang menjadi sampel, penyebarannya dalam populasi bersifat homogen. Uji normalitas dengan uji Kolmogorov-Smirnov pada taraf signifikan 0,05. Sedangkan uji homogenitas dilakukan dengan uji Levene pada taraf signifikan 0,05. Pengukuran dengan menggunakan bantuan software SPSS versi 21.0 untuk menguji perbedaan skor rata-rata yang berasal dari sampel penelitian.

Untuk menguji hipotesis penelitian digunakan teknik analisis kovariat (ANAKOVA) untuk mengetahui hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, dan keterampilan proses sains siswa dengan taraf signifikan 5 % ( $\alpha=0,05$ ). Jika  $F_{hitung}$  lebih besar dibanding  $f_{tabel}$  maka hipotesis nihil ( $H_0$ ) ditolak, sehingga hipotesis alternatif ( $H_a$ ) nya diterima.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

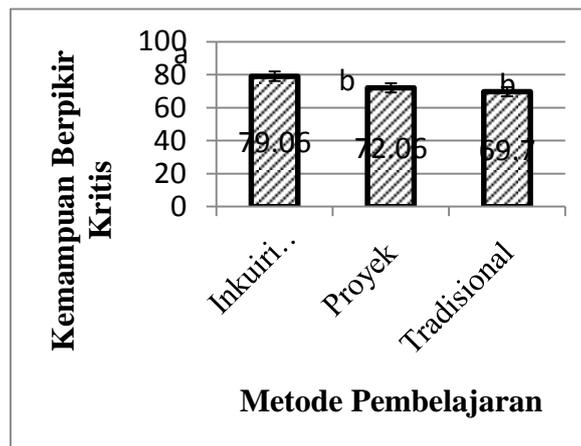
Hasil analisis kovariat (Anakova) dengan bantuan *SPSS 21.0* menunjukkan bahwa metode pembelajaran secara signifikan berpengaruh terhadap hasil belajar siswa ( $F=13,04$ ;  $P=0,000$ ) dan pretest tidak berkorelasi dengan nilai posttest atau hasil belajar ( $F=1,28$  ;  $P=0,26$ ). Selanjutnya hasil uji *Tukey* menunjukkan bahwa hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan metode Inkuiri Terbimbing,  $84,97 \pm 5,79 (\bar{X} \pm SB)$ , secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan metode Proyek  $80,62 \pm 5,49(\bar{X} \pm SB)$ , dan yang dibelajarkan dengan metode Tradisional  $78,20 \pm 4,49 (\bar{X} \pm SB)$ , (Gambar 1).



**Gambar 1.** Pengaruh Metode Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa kelas VIII SMP Swasta HKBP Simantim Pane ( $F= 13,04$  ;  $P= 0,000$ )

Hal ini berarti hipotesis nul ( $H_0$ ) yang menyatakan bahwa tidak ada pengaruh penggunaan metode inkuiri terbimbing, proyek dan tradisional terhadap hasil belajar biologi siswa pada pokok bahasan sistem peredaran darah pada manusia ditolak dan hipotesis alternatif ( $H_a$ ) yang menyatakan bahwa ada pengaruh penggunaan metode inkuiri terbimbing, proyek dan tradisional terhadap hasil belajar biologi siswa pada pokok bahasan sistem peredaran darah pada manusia diterima.

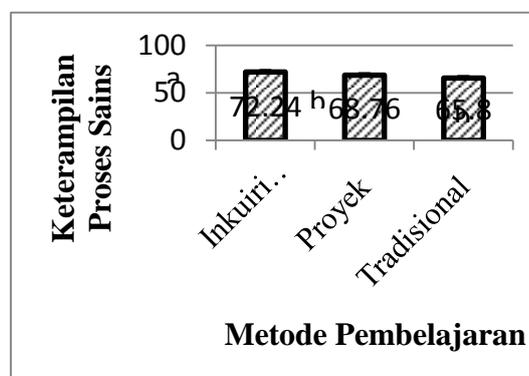
Hasil analisis kovariat (Anakova) dengan bantuan *SPSS 21.0* menunjukkan bahwa metode pembelajaran secara signifikan berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis siswa ( $F=34,51$  ;  $P=0,000$ ) dan kemampuan awal berpikir kritis siswa (pretest) tidak berkorelasi dengan nilai kemampuan berpikir kritis ( $F= 0,73$  ;  $P= 0,39$ ). Selanjutnya hasil uji *Tukey* menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa yang dibelajarkan dengan metode Inkuiri Terbimbing  $79,06 \pm 4,65(\bar{X} \pm SB)$ , secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kemampuan berpikir kritis siswa yang dibelajarkan dengan metode proyek  $72,06 \pm 4,13(\bar{X} \pm SB)$ , maupun yang dibelajarkan dengan metode tradisional  $69,70 \pm 5,45(\bar{X} \pm SB)$ , (Gambar 2).



**Gambar 2.** Pengaruh Metode Pembelajaran terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa kelas VIII SMP Swasta HKBP Simantin Pane ( $F= 34,51$  ;  $P= 0,000$ ).

Hal ini berarti hipotesis nul ( $H_0$ ) yang menyatakan bahwa tidak ada pengaruh penggunaan metode inkuiri terbimbing, proyek dan tradisional terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada pokok bahasan sistem peredaran darah pada manusia ditolak dan hipotesis alternatif ( $H_a$ ) yang menyatakan bahwa ada pengaruh penggunaan metode inkuiri terbimbing, proyek dan tradisional terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada pokok bahasan sistem peredaran darah pada manusia diterima.

Hasil analisis kovariat (Anakova) dengan bantuan *SPSS 21.0* menunjukkan bahwa metode pembelajaran secara signifikan berpengaruh terhadap keterampilan proses sains siswa ( $F= 6,990$  ;  $P=0,001$ ) dan kemampuan awal keterampilan proses sains siswa (pretest) tidak berkorelasi dengan nilai keterampilan proses sains siswa ( $F= 89,78$  ;  $P= 0,000$ ). Selanjutnya hasil uji *Tukey* menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing  $72,24 \pm 8,58$  ( $\bar{X} \pm SB$ ), secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kemampuan berpikir kritis siswa yang dibelajarkan dengan metode proyek  $68,76 \pm 8,29$  ( $\bar{X} \pm SB$ ), maupun yang dibelajarkan dengan metode tradisional  $65,80 \pm 7,76$  ( $\bar{X} \pm SB$ ), (Gambar 3).



**Gambar 3.** Pengaruh Metode Pembelajaran terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa kelas VIII SMP Swasta HKBP Simantin Pane ( $F= 34,51$  ;  $P= 0,000$ ).

Hal ini berarti hipotesis nul ( $H_0$ ) yang menyatakan bahwa tidak ada pengaruh penggunaan metode inkuiri terbimbing, proyek dan tradisional terhadap keterampilan proses sains siswa pada pokok bahasan sistem peredaran darah pada manusia ditolak dan hipotesis alternatif ( $H_a$ ) yang menyatakan bahwa ada pengaruh penggunaan metode inkuiri terbimbing, proyek dan tradisional terhadap keterampilan proses sains siswa pada pokok bahasan sistem peredaran darah pada manusia diterima.

Hasil pengujian analisis kovariat menyatakan bahwa,  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, sehingga disimpulkan ada pengaruh yang signifikan antara penggunaan metode Inkuiri terbimbing, proyek dan tradisional terhadap hasil belajar biologi siswa pada materi sistem peredaran darah pada manusia siswa Kelas VIII SMP Swasta HKBP Simantin Pane. Selanjutnya hasil uji *Tukey* menunjukkan bahwa hasil belajar biologi siswa yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan hasil belajar biologi siswa yang dibelajarkan dengan metode proyek dan yang dibelajarkan dengan metode tradisional.

Hal ini membuktikan bahwa pemilihan metode pembelajaran yang merupakan yang sangat perlu diperhatikan, karena suatu materi pelajaran yang dibelajarkan dengan metode pembelajaran yang tepat diharapkan tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal. Aunurrahman (2012) mengungkapkan bahwa penggunaan metode pembelajaran yang tepat dapat memudahkan siswa untuk memahami pelajaran sehingga memungkinkan siswa mencapai hasil belajar yang baik. Hal ini juga diungkapkan oleh Kemdikbud RI (2012) bahwa untuk membawa siswa kepada pengalaman yang lebih nyata dan berarti bagi peserta didik diperlukan metode pembelajaran yang tepat.

Metode Inkuiri Terbimbing merupakan metode pembelajaran yang memungkinkan siswa aktif dalam menemukan pemahaman terhadap ilmu yang dipelajari dengan arahan dan bimbingan guru. Dalam pembelajaran tentang sistem peredaran darah pada manusia, siswa dilatih bekerja sebagai seorang ilmuwan dengan menggunakan metode ilmiah. Crawford (2006:618), strategi pembelajaran inkuiri adalah serangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir dalam memahami fenomena alam dan menemukan konsep pembelajaran bagi dirinya sendiri. Pada pembelajaran inkuiri terbimbing guru hanya menyediakan bahan-bahan dan masalah untuk diselidiki atau ditelaah oleh siswa, kemudian siswa menyusun prosedur mereka sendiri untuk memecahkan masalah tersebut (Colburn, 2000).

Mustachfidoh (2013) menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan prestasi belajar biologi yang signifikan antara kelompok siswa yang belajar dengan model pembelajaran inkuiri dan model pembelajaran langsung. Hal ini disebabkan oleh model pembelajaran inkuiri merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat memberikan ruang gerak dalam membangun pengetahuan, memberikan kesempatan bagi pebelajar untuk menemukan suatu konsep, dan bekerja sama dalam meningkatkan prestasi belajar, perlu diperhatikan pula pemahaman konsep, kebergunaan deskripsi, dan lain-lain. Kesimpulan ini sejalan dengan pendapat Parr dan Edwards (2004) menyatakan bahwa *Inquiry based learning* sangat mirip dengan pembelajaran *Problem based learning*. Mereka menyimpulkan bahwa metode pembelajaran inkuiri direkomendasikan untuk meningkatkan prestasi belajar siswa dalam pembelajaran yang dilakukan di banyak ruang kelas pertanian. Hussain (2011) menunjukkan bahwa pembelajaran fisika dengan inkuiri secara signifikan lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran tradisional. Zion (2007) dalam jurnalnya menunjukkan implementasi dari *modified free inquiry curriculum* dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam mengembangkan kemampuan penyelidikanannya. Proses pembelajaran yang berorientasikan siswa sebagai pusat (*student-centered learning process*) yang meliputi kegiatan mempertanyakan, penyelidikan, interpretasi, dan bimbingan.

Pengaruh penggunaan metode pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis siswa yang dianalisis dengan teknik analisis kovariat (Anakova). Hasil analisis kovariat menunjukkan bahwa  $H_a$  diterima dan menolak  $H_0$  sehingga disimpulkan ada pengaruh yang signifikan antara penggunaan metode Inkuiri Terbimbing, Proyek, dan Tradisional terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi sistem peredaran darah pada manusia kelas VIII SMP Swasta HKBP Simantim Pane. Selanjutnya hasil uji lanjut dengan menggunakan uji *Tukey's* menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kemampuan berpikir kritis siswa dengan metode proyek maupun kemampuan berpikir kritis siswa yang menggunakan metode tradisional.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Susanti (2013) yang menyatakan bahwa pembelajaran yang menggunakan inkuiri terbimbing terbukti meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dan menunjukkan kemampuan berinkuiri yang sangat baik meliputi aspek inkuiri diantaranya merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dan membuat kesimpulan. Sependapat dengan hasil penelitian Laurina (2007) yang menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa yang signifikan antara pembelajaran dengan model inkuiri terbimbing dan konvensional, yang berarti penerapan model inkuiri terbimbing lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa.

Penilaian instrumen kemampuan berpikir kritis dilakukan dengan penskoran, yaitu skor 1 untuk pilihan jawaban benar tanpa menggunakan alasan, skor 2 untuk pilihan jawaban benar dengan alasan singkat, dan skor 3 untuk pilihan jawaban benar dengan alasan yang benar dan lengkap. Siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing dalam menjawab soal tes berpikir kritis lebih sering mendapat skor 3 yaitu siswa yang menjawab pilihan benar dan dengan alasan yang lengkap, sedangkan siswa yang dibelajarkan dengan metode proyek lebih sering mendapat skor 2 yang hanya memberikan alasan singkat. Hal ini disebabkan karena kemampuan siswa SMP masih kurang dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya, meskipun sudah dibelajarkan dengan metode proyek, kemudian karena kemampuan berpikir kritis siswa SMP yang masih dalam level rendah, jadi siswa sangat membutuhkan pengarahan dan bimbingan selama proses pembelajaran berlangsung.

Kesimpulan diatas sekaligus mendukung hasil penelitian Nuangchalaren (2009) yang menyatakan model pembelajaran inkuiri dapat meningkatkan pengetahuan kognitif siswa, keaktifan siswa dan memacu penalaran kemampuan berpikir kritis serta dapat meningkatkan kepercayaan diri (*self believe*) serta kepuasan belajar. Quitadamoet al. (2008) melaporkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan CBI (*Community Based Inquiry*) menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa secara

signifikan dibandingkan dengan siswa kelompok tradisional dan kelompok gabungan tradisional-CBI. Brickman, *et al.* (2009) dalam studi mereka di Universitas Georgia menunjukkan perbaikan dan peningkatan yang lebih besar dalam literasi sains dan keterampilan penelitian siswa menggunakan metode pembelajaran inkuiri di laboratorium. Mereka juga menemukan bahwa siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri memiliki kepercayaan diri (*confidence*) lebih besar dalam mengasah kemampuan ilmiah daripada siswa yang dibelajarkan secara tradisional.

Dengan demikian, berdasarkan hasil penelitian, pengujian statistik dan teori-teori yang ada terbukti bahwa kelompok siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing memberikan pengaruh yang lebih baik dalam merangsang dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Pengaruh penggunaan metode pembelajaran terhadap keterampilan proses sains dianalisis dengan teknik analisis kovariat (Anakova). Hasil analisis kovariat menunjukkan bahwa  $H_0$  ditolak dan menerima  $H_a$  sehingga disimpulkan terdapat pengaruh penggunaan metode inkuiri terbimbing, proyek dan metode tradisional terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi sistem peredaran darah pada manusia di kelas VIII SMP Swasta HKBP Simantin Pane. Hasil uji lanjut dengan menggunakan uji *Tukey's* menunjukkan bahwa keterampilan proses sains yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kelas yang dibelajarkan dengan metode proyek dan kelas yang dibelajarkan dengan metode tradisional.

Kesimpulan diatas sekaligus mendukung hasil penelitian Sukarno dan Supriyatman (2014) yang menyatakan keterampilan proses sains lebih meningkat ketika dibelajarkan dengan model pembelajaran inkuiri dibandingkan dengan pembelajaran langsung. Hal ini dikarenakan langkah-langkah pembelajaran dalam inkuiri mendukung beberapa aspek keterampilan proses sains.

Nurocmah (2009) dalam penelitiannya juga menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan pendekatan inkuiri dapat meningkatkan dengan signifikan kemampuan proses sains siswa dan penguasaan konsep pada materi pokok sistem pencernaan pada manusia. Pembelajaran sains melalui inkuiri akan membawa dampak bagi perkembangan mental yang positif pada siswa karena siswa mempunyai kesempatan yang luas untuk mencari dan menemukan sendiri apa yang ingin diketahuinya dari suatu hal. Selain itu pendekatan dengan pembelajaran inkuiri dapat meningkatkan intelektual siswa karena mempunyai kesempatan sendiri untuk menemukan fakta dan konsep tentang fenomena ilmiah. Siswa akan melakukan kegiatan yang secara langsung berhubungan dengan hal yang ditemukan. Metode pembelajaran inkuiri terbimbing memerlukan ketekunan menjabarkan konsep, membentuk kelompok, melakukan interaksi antara pengetahuan dan kekompakan kelompok serta mengevaluasi kemajuan kelompok (Gengarely Lera M *et.al*, 2009). Wulaningsih, Prayitno, dan Probosar (2012) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap keterampilan proses sains siswa SMAN 5 Surakarta. Zion (2007) dalam jurnalnya juga menunjukkan bahwa implementasi dari *modified free inquiry curriculum* dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam mengembangkan kemampuan penelidikannya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut: (1) ada pengaruh yang signifikan antara penggunaan metode inkuiri terbimbing, proyek dan tradisional terhadap hasil belajar biologi siswa pada materi sistem peredaran darah pada manusia di kelas VIII SMP Swasta HKBP Simantin Pane. Hasil belajar biologi siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan metode proyek dan metode tradisional; (2) ada pengaruh yang signifikan antara penggunaan metode inkuiri terbimbing, proyek dan tradisional terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi sistem peredaran darah pada manusia di kelas VIII SMP Swasta HKBP Simantin Pane. Kemampuan berpikir kritis siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan metode proyek dan metode tradisional; (3) ada pengaruh yang signifikan antara penggunaan metode inkuiri terbimbing, proyek dan tradisional terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi sistem peredaran darah pada manusia di kelas VIII SMP Swasta HKBP Simantin Pane. Keterampilan proses sains siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan metode proyek dan metode tradisional.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afcariono, M. 2008. Penerapan Pembelajaran berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Mata Pelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Inovatif*, 3(2) : 65-68.
- Ariyati, E. 2010. Pembelajaran Berbasis Praktikum untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Matematika dan IPA*, 1(2): 1-11.

- Aunurrahman. 2012. *Belajardan Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Brickman, P., C. Gormally, N. Armstrong, B. Hallar. 2009. Effects of Inquiry based Learning on Students' Science Literacy Skills and Confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2):1-22.
- Bruner, J. 1986. *Actual minds, possible worlds*. Cambridge, MA: Harvard University.
- Colburn, A. 2000. *An Inquiry Primer*. California: Science Scope
- Crawford, B.A. 2007. Learning To Teach Science as Inquiry in the Rough and Tumble of Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol .44, No.4: 618-619.
- Depdiknas. 2003. *Standar Kompetensi Mata Pelajaran Sains/IPA SMP&MTs*, Jakarta: Pusat Kurikulum, Balitbang Depdiknas.
- Ennis, R. H., W. L. Gardiner, R. Morrow, D. Paulus, dan L. Ringel. 1964. *The Cornell Clas-Reasoning Test, Form X*. Champaign: Illinois Critical Thinking Project, Department of Edicational Policy Studies, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Fitrah. 2012. *Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Menggunakan Media Vidio Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Biologi Universitas Negeri Medan*, Medan: Program Pascasarjana Unimed.
- Galbreath, J. 1999. Preparing the 21<sup>st</sup> Century Worker: The Link Between Computer-Based Technology and Future Skill Sets. *Educational Technology*. Desember: 14-22.
- GengarelyLera M et.al. 2009. Closing the Gap : Inquiry in Research and The Secondary Science Classroom. *Journal Science Education Technology* 18: 74 - 84.
- Hussain, Ashiq, dkk. 2011. Physics Teaching Methods: Scientific Inquiry Vs Traditional Lecture. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1 (19): 269-276).
- Jhonson, E. B. 2002. *Contextual Teaching and Learning*. California: Corwin Press, Inc.
- Kemdikbud. 2012. *Pedoman Penilaian Hasil Belajar*. Jakarta. Kemdikbud.
- Lasmawan, I Wayan. 1997. Pengembangan Model Belajar Cooperative Learning dalam Pembelajaran di Sekolah Dasar (Studi Pengembangan IPS di SD Kota Bangli-Bali Kelas V). Tesis Program Pasca Sarjana UPI: Tidak Diterbitkan.
- Lawson, A.E. 2000. Managing the Inquiry Classroom: Problem and Solutions. *The America Biology Teacher*. 62 (9) ;641-648.
- Lubis, J. 2012. *Pengaruh Penerapan Metode Pembelajaran Problem Solving Menggunakan Video Pembelajaran dan Camtasia Terhadap Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Tentang Kultur Jaringan di Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan*. Medan: Program Pascasarjana Unimed.
- Mustachifidoh; Jelantik, S dan Widiyanti. 2013. Pengaruh Model Pembelajaran inquiry terhadap prestasi belajar biologi ditinjau dari intelegensi siswa SMA N 1 Srono. *E-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha*, (3) : 1-11.
- Parr, B., dan M. C. Edwards. 2004. Inquiry-Based Instruction In Secondary Agricultural Education: Problem-Solving – An Old Friend Revisited. *Journal of Agricultural Education*, 45(4).
- Quitadamo, I. J., C. L. Faiola, J. E. Johnson, and M. J. Kurtz. 2008. Community-based Inquiry Improves Critical Thinking in General Education Biology. Article. *CBE-Life Sciences Education*, (7) : 327-337.
- Rustaman. 2007. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*, Malang: Universitas Negeri Malang.
- Sagala, S. 2009. *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Sani, A. 2013. *Inovasi Pembelajaran*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Santyasa. 2006. Pembelajaran Inovatif: Model Kolaboratif, Basis Proyek, dan Orientasi NOS. *Makalah Semnas. SMA 2 Semaar Pura*.
- Supriyatman dan Sukarno. 2014. *Improving Science Process Skill (SPS) Science Concepts Mastery (SCM) Prospective Student Teachers Through Inquiry Learning Instruction Model By Using Interactive Computer Simulation*. International Journal of Science and Research (IJSR), 3 (2), hlm 6-9.
- Susanti, D. 2013. *Pengembangan Ketrampilan Berpikir Kritis dan Penguasaan Konsep Siswa SMA Melalui Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Pada Materi Alkana*. Skripsi. UPI: Repository.upi.edu
- Thomas, J. W. 2000. *A Review of Research on Project Based Learning*, The Autodesk Foundation, California, [http://www.bie.org/research/study/review\\_of\\_project\\_based\\_learning\\_2000](http://www.bie.org/research/study/review_of_project_based_learning_2000).
- Trianto, 2007. *Model-model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Wirtha, I.M. & Rapi, N.K. 2008. Pengaruh Model Pembelajaran dan Penalaran Formal Terhadap Penguasaan Konsep Fisika dan Sikap Ilmiah Siswa SMA Negeri 4 Singaraja. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Lembaga Pendidikan Undiksha*, 1(2): 15-29.
- Wulaningsih, S; Prayitno, A.B dan Probosar, M.R. 2012. Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Proses Sains Ditinjau dari Kemampuan Akademik Siswa SMA Negeri 5 Surakarta. *Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 4(2) : 33-43.
- Zion, M. 2007. Implementation Model of An Open Inquiry Curriculum. *Science Education International*, 18 (2) : 93-112.

## STRATEGI DALAM PENGEMBANGAN USAHA UKM

Sylvia Vianty Ranita\* dan Zubaidah Hanum

Politeknik LP3I, Medan  
E-mail: sylvia.ranita@gmail.com

**Abstrak.** Usaha makanan merupakan salah satu produk unggulan masyarakat untuk meningkatkan kesejahteraan. Salah satu makanan yang menjadi usaha kegiatan tersebut adalah dodol yang ada di Pasar Bengkel. Namun saat ini jumlah UKM (Usaha Kecil Menengah) di pasar bengkel mengalami penurunan. Banyak kios-kios disepanjang jalan Lintas Sumatera Utara di Keluarahan Pasar Bengkel menutup usahanya. Bahkan tak jarang kios-kios yang dulunya khusus menjual dodol sekarang tidak lagi hanya menjual dodol. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besar penerimaan hasil usaha pelaku usaha dodol, untuk melihat apakah usaha ini masih menguntungkan bagi pelaku UKM dan strategi yang akan dikembangkan dalam. Penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif dan kualitatif yaitu menggunakan perhitungan Revenue Cost Ratio dan Analisis SWOT. Adapun hasil penelitian ini dilihat dari R/C sebesar 1,46 artinya usaha ini masih memberikan keuntungan dan harus diteruskan serta dipertahankan dan secara kualitatif hasil SWOT menunjukkan pada kuadran 1 yaitu dengan melakukan pengembangan yang lebih agresif seperti upaya pengembangan dalam mempertahankan dan meningkatkan kualitas layanan kepada pelanggan, meningkatkan kualitas produk, memperbanyak promosi-promosi produk, meningkatkan teknologi dalam pengolahan dodol, dan meningkatkan kreatifitas. Dengan begitu UD. Dodol Fajar dapat meningkatkan kesejahterannya.

**Kata kunci:** Revenue Cost Ratio, SWOT, Usaha Dodol

### PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia saat ini tengah mengembangkan dunia usaha. Dunia Usaha yang dimaksud adalah Usaha Mikro, Usaha Kecil, Usaha Menengah, dan Usaha Besar yang melakukan kegiatan ekonomi di Indonesia dan berdomisili di Indonesia. Hal ini seperti tertuang dalam amanah Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 1995 Tentang Usaha Kecil Disampaikan Dalam Bab V Tentang Pembinaan Dan Pengembangan dijelaskan dalam pasal 14 bahwa pemerintah, dunia usaha, dan masyarakat melakukan pembinaan dan pengembangan Usaha Kecil dalam bidang pemasaran. Kemudian dijelaskan pula dalam PP No. 32 Tahun 1998 tentang Pembinaan dan Pengembangan Usaha Kecil dimana Pembinaan dan pengembangan usaha kecil dilakukan oleh pemerintah, dunia usaha dan masyarakat, baik secara sendiri-sendiri maupun bersama-sama, dan dilakukan secara terarah dan terpadu serta berkesinambungan untuk mewujudkan usaha kecil yang tangguh dan mandiri serta dapat berkembang menjadi usaha menengah.

Salah satu tolok ukur keberhasilan berwirausaha adalah tersalurkannya dengan baik produk yang ditawarkan atau diproduksi. Berwirausaha sendiri merupakan suatu usaha menggerakkan ekonomi kerakyatan yang terus dikembangkan di Indonesia. Hal ini dilakukan untuk sebagai upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia. Pringganugraha (2012:10) mengatakan kewirausahaan adalah proses mengidentifikasi, mengembangkan dan membawa visi ke dalam kehidupan. Dimana hasil akhir dari proses tersebut adalah penciptaan usaha baru yang dibentuk pada kondisi risiko.

Kewirausahaan selalu diidentikkan dengan kegiatan usaha mikro yaitu usaha produktif milik keluarga atau perorangan warga negara Indonesia dimana dari hasil kegiatan penjualan ini menghasilkan Rp 100 juta /tahun. Hal ini sesuai dengan keputusan Menteri Keuangan No. 40/KMK.06/2003 tanggal 2 Januari 2003. Adapun ciri-ciri usaha mikro adalah sebagai berikut

Jenis barang/komoditi usahanya tidak selalu tetap, sewaktu-waktu dapat berganti, tempat usahanya tidak selalu menetap, sewaktu-waktu dapat berpindah tempat, belum melakukan administrasi keuangan yang sederhana sekalipun dan tidak memisahkan keuangan keluarga dengan keuangan usaha, tingkat pendidikan rata-rata relatif rendah, umumnya tidak memiliki izin usaha atau persyaratan legalitas lainnya termasuk NPWP. Pada umumnya kegiatan usaha kecil juga memerlukan strategi yang tepat dalam mengembangkan usahanya, maka strategi kewirausahaan juga harus memperhatikan lingkungan usahanya baik secara internal maupun eksternal, dimana usaha tersebut harus bersaing dengan memiliki strategi-strategi. Menurut Suryana (2006: 162-163) mengelola dan memilih strategi kewirausahaan dimulai dari perencanaan hal ini diperlukan sebagai pedoman untuk mencapai keberhasilan pengelola dan sebagai alat ukur. Dalam menentukan strategi yang tepat diperlukan perencanaan biasanya memuat unsur-unsur ringkasan eksekutif, sejarah perusahaan, profil usaha, strategi usaha, barang/jasa, strategi pemasaran, analisis pesaing, rencana operasional, data keuangan. Menurut Albert (Suryana, 2006) strategi perusahaan kecil harus mengarah pada ketrampilan khusus secara internal yang bisa menciptakan produk inti yang unggul untuk memperbesar pembagian produksi. Strategi ini lebih murah dan ampuh dalam memberdayakan usaha kecil karena dapat memberdayakan sumber daya lokalnya. Hal ini juga berarti bahwa sumber daya ini dapat menghasilkan keuntungan secara terus menerus bagi perusahaan kecil.

Setiap organisasi kegiatan usaha tentunya memiliki tujuan yang hendak dicapai. Hal ini menuntut pengelolanya untuk menentukan atau menetapkan strategi yang baik yaitu disesuaikan dengan tujuan organisasi atau perusahaannya masing-masing, sehingga perlulah adanya langkah strategis dalam melaksanakannya dan mengelolanya. Menurut John (1997:20) manajemen strategi adalah sejumlah keputusan dan tindakan yang mengarah pada penyusunan suatu strategi atau sejumlah strategi yang efektif untuk membantu mencapai sasaran perusahaan. Jauch (1998:6) Dalam mencapai sasaran perusahaan atau kegiatan usaha banyak sisi yang dapat dilihat baik itu dari sisi pemasaran keuangan produksi dan sebagainya.

Menurut Rangkuti (2014: 6) Strategi merupakan alat mencapai tujuan yang diharapkan. Oleh karena itu untuk melaksanakan strategi yang baik maka perlu dilakukan penilaian terhadap lingkungan bisnis. Hal ini berdampak pada keberlangsungan kegiatan bisnis dimasa yang akan datang. Upaya pengembangan usaha dalam usaha kecil tidak terlepas dari aspek keuangan yang salah satunya adalah dengan menganalisis biaya yang berujung pada besarnya keuntungan yang akan diperoleh. Menurut Sukirno (1994), keuntungan merupakan perbedaan hasil penjualan total yang diperoleh dengan ongkos total yang dikeluarkan. Keuntungan akan mencapai maksimum apabila perbedaan diantara keduanya minimum. Kegiatan usaha dikatakan berhasil apabila pendapatannya memenuhi syarat cukup untuk memenuhi semua sarana produksi. Analisis usaha tersebut merupakan keterangan rinci tentang penerimaan dan pengeluaran selama jangka waktu tertentu (Aritonang, 1993).

Dalam pengembangan usaha salah satu indikator keberhasilan dalam usaha tersebut adalah laba (keuntungan). Menurut Rahardja (2008: 133) laba atau keuntungan adalah nilai penerimaan total usaha dikurangi biaya total yang dikeluarkan oleh usaha tersebut. Besarnya manfaat atau keuntungan yang diperoleh oleh suatu usaha, analisis pendapatan secara lebih mendalam dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa rasio yang dapat menilai kemampuan biaya atau pun kemampuan modal yang digunakan untuk menghasilkan penerimaan usaha, seperti *Revenue Cost Rasio (R/C)*. Selain dari sisi pendapatan dalam penerimaan keuntungan strategi pengembangan usaha dapat dili melalui Analisis SWOT. Menurut Hubeis (2014:98) Salah satu alat analisis situasi saat ini adalah dengan menggunakan analisis SWOT. Dalam analisis ini dapat melihat organisasi dari aspek internal dan eksternal. Analisis SWOT ini dapat digunakan untuk melihat strategi-strategi yang tepat untuk digunakan dalam upaya mengembangkan usaha terutama dalam hal startegi pemasaran yang akan digunakan dengan mengetahui faktor internal dan eksternal

Model Analisis SWOT digunakan untuk mendapatkan atau menemukan strategi yang tepat bagi organisasi atau usaha, sehingga perlu diciptakan suatu analisis SWOT yang baik dan tepat tentunya model analisis SWOT adalah analisis SWOT yang representative. Artinya bagaimana suatu kasus yang akan dikaji dapat dilihat dari berbagai ruang lingkup dari aktivitas kegiatan atau dilakukan penyesuaian dengan kondisi yang ada.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di UD. Dodol Fajar di Kabupaten Serdang Bedagai. Model dan Metode yang dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah penelitian yang menggunakan pendekatan kuantitatif dan pendekatan kualitatif. Ada dua cara yang digunakan untuk melakukan penelitian ini yaitu dengan cara pendekatan keuangan dan strategi pengembangan pasar analisis SWOT. Dengan ketentuan revenue cost sebagai berikut yaitu jika nilai  $R/C > 1$ , maka usaha dodol yang dilakukan menguntungkan dan jika nilai  $R/C < 1$  maka usaha dodol yang dilakukan mengalami kerugian. Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan teknik observasi dan teknik wawancara,

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pendapatan secara lebih mendalam dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa rasio yang dapat menilai kemampuan biaya atau pun kemampuan modal yang digunakan untuk menghasilkan penerimaan usaha, seperti *Revenue Cost Rasio (R/C)*. Pendapatan bersih ataupun keuntungan merupakan penerimaan yang dikurangi dengan berbagai biaya yang ditimbulkan dalam aktivitas usahanya selama periode tertentu. Dari penelitian yang telah dilakukan maka s diketahui bahwa usaha ini memperoleh penerimaan untuk 1 kali produksi sebesar Rp 640.000,-. Usaha ini dalam sebulan melakukan produksi dodol sebanyak 12 kali maka total penerimaan dari usaha ini selama 1 bulan adalah sebesar Rp 7.680.000,-. Melihat rincian diatas maka kita dapat melihat revenue cost ratio dari usaha ini dengan rumus

$$R/C = \frac{\sum TR}{\sum TC}$$

$$R/C \text{ Ratio} = \frac{\text{Rp } 7.680.000/\text{bulan}}{\text{Rp } 5.260.555/\text{bulan}}$$

RC Ratio = 1,46

Pada analisis Revenue rasio diatas diketahui bahwa perbandingan penerimaan usaha dodol sebesar Rp. 7.680.000,-/bulan dengan total biaya produksi yang digunakan adalah sebesar Rp 5.260.555 maka R/C ratio yang diperoleh adalah sebesar 1,46. Artinya jika 100 rupiah yang dikeluarkan oleh usaha dodol akan memperoleh penerimaan sebesar Rp 146,-. Dari perhitungan diatas diketahui bahwa R/C rasio > 1 maka usaha dodol Fajar ini menguntungkan dan dapat diteruskan.

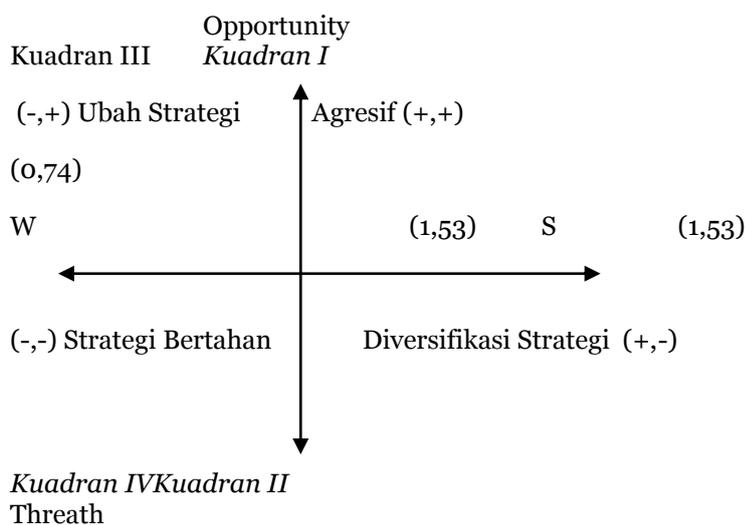
Dilihat dari hasil Analisis SWOT Diketahui bahwa memiliki prospek usaha yang baik menjadi kekuatan utama yang memiliki skor 0,505. Pada urutan kedua dengan 0,485 diduduki faktor Memiliki pimpinan berjiwa sosial, bertanggung jawab dan berjiwa wirausaha. Selanjutnya pada urutan ketiga dengan skor yang sama yaitu 0,485 diduduki oleh faktor Pengusaha selalu meng upgrade ilmu yang didapatnya untuk meningkatkan usahanya. Pada urutan kelima diduduki oleh faktor Memilih produk yang bernilai ekonomis dan berdaya saing dengan skor 0,425. Urutan keenam dengan skor 0,54 diduduki oleh faktor Terjalin hubungan yang baik dan kuat kepada pelanggan. Dan pada urutan terakhir ditempati oleh suasana kerja yang bersifat kekeluargaan dengan skor 0,34.

Sedangkan untuk kelemahan utama yang dimiliki unit usaha ini adalah Terbatasnya promosi-promosi yang ditawarkan ke usaha ini, dengan skor 0,255. Pada urutan kedua adalah cepatnya daya tahan dodol yang di produksi dengan skor 0,243. Pada urutan ketiga ditempati oleh faktor Kegiatan produksi masih menggunakan alat-alat traditional dan manual dengan skor 0,231. Urutan keempat ditempati oleh faktor Kurang konsistensinya karyawan terhadap standart yang diberikan pemilik usaha dengan skor 0,186. Dan pada urutan kelima diduduki oleh faktor packaging masih sederhana dengan skor 0,34. Penggabungan kedua faktor *internal* menghasilkan skor rata-rata 4,04

Peluang utama yang dapat dimanfaatkan oleh pemilik Dodol Fajar untuk menghadapi persaingan adalah Semakin bertambahnya permintaan dari para pelanggan untuk dodol dengan skor 0,695. Pada posisi kedua Berada di jalur lintas sumatera dan jalur wisata menuju Parapat dengan skor 0,265. Pada urutan ketiga Adanya dukungan dari masyarakat untuk mengembangkan lagi usaha ini mendapat skor 0,625. Pada urutan keempat faktor Ketersediaan bahan baku cukup baik mendapat skor 0,77. Dan pada urutan kelima diduduki oleh Adanya dukungan pemerintah untuk meningkatkan pendapatan sektor UKM dengan skor 0,32.

Sebagai ancaman utama yang diperoleh dari hasil perhitungan didapati Berpindah nya usaha-usaha sejenis ke tempat yang lebih strategis dengan skor 0,408. Urutan kedua ditempati oleh Adanya program pemerintah untuk membuat jalan tol yang membentang dari Medan sampai Tebing Tinggi dengan skor 0,264. Urutan ketiga diduduki oleh faktor Banyaknya usaha yang sama di sekitar usaha ini dengan skor 0,55. Dan pada urutan kelima ditempati oleh faktor banyaknya produk sejenis dari pesaing dengan skor 0,38. Penggabungan faktor eksternal menghasilkan total skor sebesar 3,94 .

Kondisi faktor internal dan eksternal usaha ini dapat dilihat pada kudran berikut ini.:



**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Perhitungan penerimaan pelaku industri kecil menggunakan metode *revenue cost* belum memberikan kesejahteraan bagi pelaku usaha UD. Dodol Fajar. Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan R/C sebesar 1,46. Artinya jika 100 rupiah yang dikeluarkan oleh usaha ayam arab akan mendapatkan penerimaan sebesar Rp. 146. Karena nilai R/C ratio > 1 maka usaha dodol UD. Dodol Fajar ini mengalami

keuntungan yang dapat mensejahterakan pelaku UKM ini; dan (2) Strategi pengembangan usaha UD. Dodol Fajar dapat dilakukan dengan memperluas pangsa pasar, mempertahankan dan meningkatkan kualitas layanan kepada pelanggan, meningkatkan kualitas produk, memperbanyak promosi-promosi produk, memperbaiki kualitas dodol, meningkatkan teknologi dan pengolahan dodol, meningkatkan kreatifitas. Pada penilain kualitatif usaha dodol ini berada pada kuadran I, yaitu kuadran agresif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, Zein. 2012. *Pemasaran dan Salesmanship*, Lentera Ilmu Cendekia Jakarta
- Bungin, Burhan. 2009 *Metodologi Penelitian Kuantitatif*, Edisi Pertama, Cetakan ke-5, Jakarta : Kencana Prenada Media Group
- Aritonang, D. 1993. *Perencanaan dan Pengelolaan Usaha*. Penebar Swadaya, Jakarta
- Assauri, Sofyan, 2014, *Manajemen Pemasaran*, Rajawali Perkasa, Jakarta
- Fahmi, Irfan. 2013, *Manajemen Strategis*, Cetakan Kesatu, Alfabeta, Bandung
- Hubeis, Musa & Najib. 2014, *Manajemen Strategik*, Elex Media Komputindo, Jakarta,
- John, A, Pearce II & Robinson, Jr, Richard B, 1997. *Manajemen Strategi Formulasi Implementasi dan Pengendalian*. Jilid I Edisi Pertama, Terjemahan Agus Maulana, Penerbit Bina Aksara, Jakarta
- Jauch, R. Lawrence & Glueck, F. William, 1988. *Manajemen Strategis dan Kebijakan Perusahaan*. Edisi kedua dan ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Khairanita, Nurul (2012) *Analisis Pendapatan Dan Strategi Pengembangan Usaha Ayam Arab (Studi Kasus : Peternakan Bapak Irzuki) Di Desa Lam Mee Kecamatan Blang Bintang*, Skripsi, Sosial Ekonomi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh
- Samuelson, P.A. 1986. *Ekonomi jilid 1*. Terjemahan: A. Jaka Wasana. M. M.SM. Erlangga, Jakarta.
- , P.A. 1992. *Mikro Ekonomi*. Terjemahan: A. Jaka Wasana. M. M.SM. Erlangga, Jakarta.
- Soeheroe, Tjokroprajitno. 1994. *Matematika Ekonomi*. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sukirno. S. 1994. *Teori Mikro Ekonomi*. PT Rajawali Press. Jakarta.
- , 1985. *Ekonomi Pembangunan*. LPFE UI. Jakarta.
- Swasta B. I. 1991. *Manajemen Pemasaran Modern Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Suryana. 2006. *Kewirausahaan Pedoman Praktis: Kiat dan Proses Menuju Sukses*, Edisi 3, Salemba Empat, Jakarta
- Rahardja, Manurung. 2008, *Pengantar Ilmu Ekonomi (Mikro Ekonomi, Makro Ekonomi)*, Edisi Ketiga, LPFE UI, Jakarta
- Rangkuti, F. 2013. *Analisis SWOT : Teknik Membedah Kasus Bisnis*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- , 2014. *Teknik Membedah Kasus Bisnis: Analisis SWOT, Cara Perhitungan bobot, Rating dan OCAI*, PT. Gramedia, Jakarta
- <http://ejournal.uajy.ac.id/5591/3/2EP17915.pdf> diakses pada 17 April 2015
- <https://pringsanugraha.wordpress.com/2012/10/artikel-tentang-kewirausahaan>

# ANALISIS KEPUASAN MAHASISWA TERHADAP PELAYANAN PERGURUAN TINGGI SWASTA DI KOTA MEDAN (STUDI KASUS : POLITEKNIK LP3I MEDAN)

Norisma Fitra<sup>1\*</sup>, Akhwanul Akhmal<sup>1\*</sup> dan Indra Hermawan<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Administrasi Bisnis, Politeknik LP3I Medan

<sup>3</sup> Program Studi Mesin Otomotif, Politeknik LP3I Medan

\*E-Mail: norisma.f@gmail.com, akhwanul@gmail.com, indra98031@gmail.com

**Abstrak.** Perguruan Tinggi Swasta adalah lembaga pendidikan yang mempunyai prinsip dasar memenuhi tuntutan dan memenuhi kebutuhan dunia kerja. Kepuasan merupakan dasar yang paling utama dalam sebuah pelayanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kepuasan mahasiswa terhadap pelayanan Perguruan Tinggi di Kota Medan khususnya pada Politeknik LP3I Medan. Penelitian ini menilai 6 elemen kepuasan mahasiswa yaitu Perpustakaan, Laboratorium, Sikap Berkomunikasi, Lingkungan, Keamanan dan Kenyamanan, dan Proses Belajar Mengajar. Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa Tahun Angkatan 2014/2015 Politeknik LP3I Medan. Sampel yang digunakan adalah sampel jenuh yaitu mahasiswa tingkat 2 Politeknik LP3I Medan tahun angkatan 2014/2015 sebesar 341 mahasiswa yang mengembalikan kuisioner yang dianggap aktif. Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah data kuantitatif deskriptif. Pengumpulan data menggunakan Kuisioner yang diuji validitasnya dengan kriteria valid  $r$  Tabel menggunakan taraf signifikan (0,05) yang dinyatakan valid. Berdasarkan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa tingkat kepuasan mahasiswa terhadap pelayanan Politeknik LP3I Medan dari 6 elemen kepuasan mahasiswa dapat diurutkan dari rata-rata tertinggi sampai yang terendah yaitu Proses Belajar Mengajar (2,07 atau puas), Sikap Berkomunikasi (Tenaga Pendidik dan Non-Pendidik) (2,04 atau puas), Keamanan dan kenyamanan (2,01 atau Puas), Lingkungan (Sarana dan Prasarana) (1,96 atau puas), Perpustakaan (1,92 atau puas), Laboratorium (1,74 atau puas).

**Kata kunci:** Analisis, Kepuasan Mahasiswa, Politeknik LP3I.

## PENDAHULUAN

Di era globalisasi ini, pendidikan merupakan aset yang paling bernilai di masa depan, jasa pendidikan yang menyediakan lulusan siap kerja menjadi prioritas utama di masa sekarang ini. Tidak dapat dipungkiri bahwa kepuasan mahasiswa/i harus sangat diperhatikan. Kepuasan mahasiswa/i juga ditentukan pada persepsi mahasiswa/i tersebut atas hasil pendidikan dan lingkungan belajar untuk memenuhi harapan masa depan mereka. Jika kepuasan mahasiswa/i terpenuhi, maka mereka akan loyal terhadap produk/jasa yang ditawarkan, ketidakpuasan mahasiswa/i akan timbul apabila yang mereka harapkan tidak tercapai dan berdampak buruk pada citra Perguruan Tinggi tersebut.

Mutu pelayanan diketahui dengan cara membandingkan harapan/kepentingan pelanggan atas layanan yang ideal dengan layanan yang benar-benar mereka terima. Menurut Feigenbaum (1996) mutu merupakan kekuatan penting yang dapat membuahkan keberhasilan baik di dalam organisasi dan pertumbuhan lembaga, hal ini juga bisa diterapkan di dalam penyelenggaraan pelayanan mutu pendidikan. Selanjutnya jika mutu dikaitkan dalam penyelenggaraan pendidikan maka dapat berpedoman pada Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional dan Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan yang menyatakan bahwa penjaminan mutu adalah wajib baik internal maupun eksternal.

Perguruan Tinggi Swasta adalah lembaga pendidikan yang mempunyai prinsip dasar memenuhi tuntutan dan memenuhi kebutuhan dunia kerja. Peningkatan produktivitas Pendidikan di kota Medan menjadi tolak ukur utama bagi kemajuan ekonomi yang dicapai, sehingga unsur kebutuhan mahasiswa/i harus dapat terpenuhi sebagai penunjang dan hasil yang mereka dapatkan. Lembaga pendidikan di Sumatera Utara sangat banyak baik Negeri maupun Swasta, oleh karena itu Perguruan Tinggi Swasta harus menghadapi persaingan yang sangat tajam khususnya dalam mencari calon mahasiswa yang berkualitas.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana tingkat kepuasan mahasiswa/i terhadap pelayanan yang diberikan Perguruan Tinggi Swasta kota Medan khususnya pada Politeknik LP3I Medan. Batasan masalah penelitian ini adalah melihat kepuasan mahasiswa/i tahun angkatan 2014/2015 Politeknik LP3I Medan berdasarkan pada elemen-elemen kepuasan mahasiswa seperti Perpustakaan, Laboratorium, sikap berkomunikasi, Lingkungan, keamanan dan kenyamanan serta Proses Belajar Mengajar. Tujuan dilaksanakan penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat kepuasan mahasiswa/i terhadap Pelayanan Perguruan Tinggi Swasta di Kota Medan, Khususnya Politeknik LP3I Medan dan Mengetahui ekspektasi Mahasiswa sebagai pengguna jasa pendidikan swasta di Kota Medan.

Menurut Rahmayanti (2013) Kepuasan (*Satisfaction*) berasal dari bahasa latin, yaitu *satis* yang berarti *enough* atau cukup dan *facere* yang berarti *to do* atau melakukan. Jadi, produk atau jasa yang bisa memuaskan adalah produk dan jasa yang sanggup memberikan sesuatu yang dicari oleh pelanggan

sampai pada tingkat cukup. Kepuasan pelanggan berbeda-beda bergantung nilai suatu produk/objektivitasnya maupun subjectivitasnya. Sedangkan menurut Sangadji dan Sopiah (2013) mengatakan kepuasan atau ketidakpuasan adalah perasaan senang atau kecewa seseorang yang berasal dari perbandingan antara kesannya terhadap kinerja produk yang riil/aktual dengan kinerja produk yang diharapkan.

Beberapa tahapan-tahapan perancangan loyalitas pelanggan adalah mendefinisikan nilai pelanggan (*define customer value*), merancang pengalaman pelanggan bermerek (*design the branded customer experience*), melengkapi orang dan menyampaikan secara konsisten (*equip people and deliver consistently*), menyokong dan meningkatkan kinerja (*sustain and enhance performance*) (Sangadji dan Sopiah, 2013).

Sukanti (2009) dalam jurnalnya yang menyebutkan ada beberapa elemen kepuasan mahasiswa secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Perpustakaan : ketersediaan buku (kelengkapan, kemutakhiran) dan pelayanannya.
2. Laboratorium : jumlah komputer yang tersedia, program mutakhir dan mudah diakses.
3. Memberikan nilai yang lebih besar daripada biaya yang dibayarkan mahasiswa.
4. Sikap berkomunikasi tatap muka atau menggunakan telepon dari pihak-pihak yang terkait yang penuh perhatian, menarik, responsif, dan tepat waktu, serta memancarkan pesan dengan pasti dan mudah dipahami yang memenuhi keinginan dan kebutuhan mahasiswa yang perlu didengarkan
5. Lingkungan benar-benar menyambut dan tidak mengancam, yang mendorong kemudahan mahasiswa dan membuat mahasiswa merasa nyaman secara emosional.
6. Staf, artinya karyawan yang tidak mengelak, responsif, empatik, dapat dipercaya, berpengetahuan luas, loyal kepada tim lembaga, terlatih dan diberi wewenang untuk bertindak.
7. Dokumentasi, artinya brosur, proposal, kontrak, tagihan, surat pengantar kiriman, manual pelatihan/manual pengguna, dan sebagainya, yang polos dan tepat, yang masing-masing menyertakan rincian referensi/petugas yang harus dihubungi untuk meminta bantuan dan semuanya akurat serta mutakhir.
8. Penanganan keluhan, artinya memberi wewenang kepada staf untuk menanggapi keluhan mahasiswa/pelanggan dengan cepat, tulus, jujur, simpatik, dan menyeluruh; saran dari mahasiswa/pelanggan disalurkan lewat proses yang menangani keluhan; dan menggunakan teknologi sebagai suatu alat, bukan sebagai penentu segalanya.
9. Lokasi, artinya mudah dijangkau dan menjelaskan letak lembaga/perusahaan, nama lembaga/perusahaan, alamat dan nomer telepon lembaga/perusahaan.
10. Akses, artinya petunjuk jalan ke lokasi yang jelas, idealnya di semua tempat yang dapat menuju ke lokasi dalam radius lima mil; dan memastikan bahwa semua wajah luar bangunan, pintu gerbang dan jalan masuk, serta semua lahan lembaga mencerminkan citra perusahaan yang memancarkan empati pada pelanggan.
11. Keamanan dan kenyamanan
12. Memastikan bahwa tidak ada diskriminasi terhadap kelompok yang mempunyai kebutuhan khusus.
13. Waktu meliputi : jam kerja dan kecepatan pelayanan.
14. Tidak melakukan pembedaan pelayanan, bermoral tinggi dan jujur.
15. Tingkahlaku, artinya memegang sikap praduga tak bersalah, bersedia memikul tanggung jawab, obyektif, adil, jujur, tidak patut dicurigai, dan secara otentik berfokus pada mahasiswa, serta belajar dari kritik yang membangun.
16. Hubungan internal, artinya memastikan setiap orang paham, menerima dan melakukan misi menghadapi mahasiswa.
17. Menciptakan perasaan yang seluruhnya konsisten dengan hak mahasiswa untuk menerima kepedulian dan kepuasan total.

Menurut Hasan (2013) Ada beberapa variabel yang diukur kepuasan pelanggan yaitu Kepuasan pelanggan secara keseluruhan, Dimensi kepuasan pelanggan, Konfirmasi harapan, Minat pembelian ulang, dan Kesiediaan merekomendasikan.

Menurut Kasmir (2011), mengatakan ciri-ciri pelayanan yang baik dapat memberikan kepuasan kepada pelanggan, yaitu Tersedianya karyawan yang baik, Tersedianya sarana dan prasarana yang baik, Bertanggung jawab kepada setiap pelanggan dari awal hingga selesai, Mampu melayani secara cepat dan tepat, Mampu berkomunikasi, Memberikan jaminan kerahasiaan setiap transaksi, Memiliki pengetahuan dan kemampuan, Berusaha memahami kebutuhan nasabah. Mampu memberikan kepercayaan kepada nasabah

Sesuai dengan perkembangan penerapan manajemen kualitas, penerapan di lembaga pendidikan sudah tidak diabaikan lagi. Kebutuhan pengelolaan kualitas memegang peranan yang sangat penting karena pendidikan berperan untuk kemajuan suatu bangsa. Oleh karena itu, untuk mewujudkan pendidikan tinggi yang berkualitas, Politeknik LP3I Medan mempunyai kebijakan kualitas yang berusaha secara terus menerus untuk memberikan dan meningkatkan kualitas pelayanan kepada seluruh

pelanggannya. Sesuai dengan karakteristik jasa, kualitas kinerja layanan jasa ditentukan oleh masing-masing individu dalam proses interaksi yang dilakukannya (Fitra, *et, all*, 2015).

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Politeknik LP3I Medan Kampus Amaliun Jl. Amaliun No.37 Medan, Kampus Gajah Mada Jl. Gajah Mada No. 15M Medan, Kampus Marelan Jl. Platina Raya/Titi Papan No. 8 abc Medan. Jenis data dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Sumber data yang digunakan di dalam penelitian ini adalah data internal dan data eksternal. Populasi ialah keseluruhan anggota atau kelompok yang membentuk objek yang dikenakan investigasi oleh peneliti. Populasi dalam penelitian ini mahasiswa Tahun Angkatan 2014/2015 Politeknik LP3I Medan sebanyak 380 mahasiswa. Sedangkan Sampel adalah sebuah subset dari populasi. Sebuah subset terdiri dari sejumlah elemen dari populasi ditarik sebagai sampel melalui mekanisme tertentu dari dengan tujuan tertentu. Dengan menyebarkan kuisisioner sebanyak populasi yaitu mahasiswa Tahun Angkatan 2014/2015 Politeknik LP3I Medan, kuisisioner dibagikan kepada tiap kelas selama 1 minggu. Dari keseluruhan Populasi tersebut mahasiswa yang mengembalikan kuisisioner yaitu sebesar 341 mahasiswa yang dijadikan responden, Maka dari inilah Sampel yang diambil adalah sampel jenuh dengan jumlah keseluruhan populasi yang mengembalikan kuisisioner kepada pengumpul data yang dianggap mahasiswa aktif. Adapun metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian Lapangan (*Field research*) dan penelitian kepustakaan. Sedangkan metode analisis data yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif yaitu suatu metode dimana data-datanya dikumpulkan, diklasifikasikan, dianalisis, dan diinterpretasikan secara obyektif sehingga memberikan informasi dan Gambaran mengenai topik yang dibahas.

Menurut Sinulingga (2011) rumus rata-rata yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{N}$$

Keterangan

$\bar{X}$  = Jumlah nilai rata-rata

$\sum x_i$  = Jumlah jawaban responden pada masing-masing indikator

N = Jumlah responden

Pengukuran kepuasan mahasiswa dapat menggunakan nilai Interval yaitu :

- 1). Nilai 1 – 1,70 adalah Sangat tidak puas
- 2). Nilai 1,71 – 2,40 adalah puas
- 3). Nilai 2,41 – 3,10 adalah sangat puas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kepuasan mahasiswa dapat dilakukan sebagai umpan balik dari mahasiswa terhadap sistem yang diterapkan. Pengukuran kepuasan mahasiswa dilakukan dengan melihat elemen-elemen kepuasan mahasiswa seperti Perpustakaan, Laboratorium, Sikap Berkomunikasi (Tenaga Pendidik dan Non-Pendidik), Lingkungan (Sarana dan Prasarana), Keamanan dan Kenyamanan, dan Proses Belajar Mengajar secara keseluruhan.

### Kepuasan mahasiswa Politeknik LP3I Medan terhadap fasilitas Perpustakaan

Tingkat kepuasan mahasiswa Politeknik LP3I Medan terhadap fasilitas perpustakaan menunjukkan dari 341 responden dan 9 variabel pertanyaan, pertanyaan nomor 5 dan nomor 7 mendapat skor terbaik. Pertanyaan nomor 5 Perpustakaan menyediakan ruangan yang nyaman mendapat skor 696 dengan 241 menjawab Puas, 57 responden menjawab sangat puas, dan 43 responden menjawab sangat tidak puas dengan rata-rata nilai sebesar (2,04). Sedangkan pertanyaan nomor 7 Kebersihan ruangan perpustakaan baik mendapat skor 695 dengan 252 responden menjawab puas, 51 responden menjawab sangat puas, dan 38 responden menjawab sangat tidak puas, dengan nilai rata-rata mencapai (2,04). Artinya mahasiswa Politeknik LP3I Medan merasakan kepuasan yang baik terhadap kenyamanan perpustakaan dan kebersihan perpustakaan meskipun penilaian yang diberikan oleh mahasiswa masih belum sepenuhnya merasakan sangat puas. Nilai kepuasan rendah dialami oleh pertanyaan nomor 3 yaitu Jumlah koleksi buku atau jenis buku yang tersedia lengkap mendapat skor 584 dengan 199 responden menjawab puas, 22 responden menjawab sangat puas, dan 120 responden menjawab sangat tidak puas dengan nilai rata-rata (1,71). Hal ini dikarenakan mahasiswa Politeknik LP3I Medan masih merasa kekurangan jumlah koleksi buku yang ada di perpustakaan, sehingga peningkatan kompetensi juga ikut dipengaruhi oleh kebutuhan mahasiswa.

### Kepuasan mahasiswa Politeknik LP3I Medan terhadap fasilitas Laboratorium.

Perkembangan teknologi yang semakin pesat juga mempengaruhi penilaian mahasiswa terhadap keadaan Laboratorium. Dari 8 variabel pertanyaan yang diberikan kepada mahasiswa Politeknik LP3I Medan, Kondisi Laboratorium mendapat total skor rata-rata mencapai (1,74 atau Puas). Dengan 6 variabel diantaranya mendapat penilaian Puas dan 2 diantaranya mendapat penilaian sangat tidak puas.

Penilaian puas tertinggi terdapat pada pelayanan laboratorium di kampus dengan nilai rata-rata sebesar (1,75), fasilitas laboratorium kampus dengan nilai rata-rata sebesar (1,73), Sarana dan prasarana di laboratorium kampus dengan nilai rata-rata sebesar (1,73), Komputer di Laboratorium kampus baik dan berspesifikasi baik dengan nilai rata-rata (1,73), Asisten Laboratorium di kampus menguasai Modul Praktikum dengan nilai rata-rata (1,91), Sistem operasi di komputer laboratorium sudah mendukung perkuliahan dengan nilai rata-rata (1,87). Sedangkan 2 variabel pertanyaan lain yang mendapat penilaian sangat tidak puas dari mahasiswa adalah Koneksi Internet yang berada di Laboratorium kampus dengan mendapat nilai rata-rata (1,63) dan Fasilitas laboratorium bisa gunakan di luar jam kuliah mendapat nilai rata-rata (1,57). Hal ini menunjukkan bahwa kepuasan mahasiswa terhadap Laboratorium masih jauh dari kata sangat puas meskipun 69% dari mahasiswa menilai dengan puas dan masih ada mahasiswa yang menilai negatif terhadap fasilitas Laboratorium Politeknik LP3I Medan.

### **Kepuasan mahasiswa Politeknik LP3I Medan terhadap Sikap Berkomunikasi (Tenaga Pendidik dan Non-Pendidik)**

Sikap berkomunikasi (Tenaga Pendidik dan Non-Pendidik) Politeknik LP3I Medan merupakan pelayanan yang diberikan sebagai fasilitas penghubung di dalam proses pendidikan, hal ini dikarenakan setiap komponen seperti Dosen dan Karyawan harus saling keterkaitan. Dari 341 responden dan 11 variabel pertanyaan yang diberikan kepada mahasiswa, penilaian mahasiswa termasuk kedalam kategori Puas terhadap sikap berkomunikasi tenaga pendidik dan non-pendidik yaitu dengan total skor rata-rata mencapai (2,04 atau Puas). Kepuasan tertinggi yang dirasakan oleh mahasiswa Politeknik LP3I Medan terdapat pada pertanyaan nomor 7 yaitu Dosen selalu mengganti jam kuliah yang kurang dengan mendapat nilai rata-rata (2,21) dengan 222 responden menjawab puas, 95 responden menjawab sangat puas, dan 24 responden menjawab sangat tidak puas. Artinya Dosen Politeknik LP3I Medan bertanggung jawab atas proses pengajaran yang dilakukan, setiap dosen berkewajiban memenuhi jam kuliah yang ia tanggung. Sedangkan nilai rendah diperoleh pada variabel pertanyaan nomor 6 yaitu Para dosen sering mengajak mahasiswa untuk melihat aplikasi ilmu yang telah diajarkan dengan melakukan study tour dan sebagainya mendapat skor nilai 614 dengan 193 responden menjawab puas, 40 responden menjawab sangat puas, dan 108 responden menjawab sangat tidak puas dengan nilai rata-rata (1,80 atau puas).

### **Tingkat kepuasan mahasiswa Politeknik LP3I Medan terhadap Lingkungan (Sarana dan Prasarana)**

Kualitas pelayanan Politeknik LP3I Medan diharapkan mahasiswa dapat ditingkatkan melalui Lingkungan (Sarana dan Prasarana) sebagai penunjang kebutuhan belajar mahasiswa. Lingkungan Politeknik LP3I Medan dinilai mahasiswa cukup baik dengan total nilai rata-rata mencapai (1,96/puas). Dari 10 variabel pertanyaan dan 341 responden nilai tertinggi terdapat pada variabel pertanyaan nomor 1 yaitu Fasilitas pendingin ruangan (AC) di ruang belajar sudah memadai dengan nilai rata-rata mencapai (2,08). Hal ini disebabkan karena Politeknik LP3I Medan sangat memperhatikan kondisi ruangan belajar yang sejuk dan nyaman untuk kebutuhan mahasiswa, dengan kenyamanan di dalam ruangan belajar tentunya proses penyampaian materi perkuliahan dapat terserap dengan baik, kebutuhan oksigen otak dapat terpenuhi untuk menyerap pesan yang disampaikan oleh dosen. Sedangkan penilaian terendah diperoleh pada variabel pertanyaan nomor 4 yaitu Kampus menyediakan koran maupun majalah untuk dibaca oleh mahasiswa mendapat nilai rata-rata (1,68/sangat tidak puas).

Selain itu, secara berurutan penilaian mahasiswa dengan nilai rata-rata tertinggi sampai dengan terendah adalah Lampu ruang kelas dan warna cat ruangan cukup terang dengan rata-rata (2,06/puas), Meja dan kursi di ruang belajar sudah memadai dengan rata-rata (2,04/puas), Kampus menyediakan ruang duduk bagi mahasiswa sambil menunggu waktu belajar dengan rata-rata (2,04/puas), Ruang kuliah yang bersih, nyaman dan rapi dengan rata-rata (2,02/puas), Kampus menyediakan fasilitas toilet yang bersih dengan rata-rata (2,00/puas), Kampus menyediakan sarana pembelajaran yang memadai di ruang kuliah dengan rata-rata (1,98/puas), LCD di ruang belajar dalam keadaan baik dengan rata-rata (1,87/puas), dan Kampus memiliki fasilitas pengamanan CCTV dengan baik dengan rata-rata (1,81/puas).

### **Tingkat kepuasan mahasiswa Politeknik LP3I Medan terhadap Keamanan dan Kenyamanan**

Peran petugas satpam dan petugas kebersihan (OB/Cleaning Service) Politeknik LP3I Medan ikut berpengaruh dalam penilaian mahasiswa Politeknik LP3I Medan. Petugas satpam dan petugas kebersihan (OB/Cleaning Service) dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi mahasiswa yang membutuhkan sesuai dengan bidang dan kemampuan masing-masing petugas, seperti menjaga parkir, menjaga keamanan, membantu tamu yang membutuhkan, membuka pintu masuk dan pintu keluar, bersikap ramah, melaksanakan tugas dengan rapi, dan dapat merapikan serta membersihkan ruangan dengan baik. Nilai tertinggi terdapat pada variabel pertanyaan nomor 11 yaitu OB/Cleaning Service selalu merapikan dan membersihkan ruangan ketika perkuliahan selesai mendapat nilai rata-rata (2,16 atau Puas). Hal ini menunjukkan bahwa kedisiplinan petugas kebersihan Politeknik LP3I Medan cukup baik

dan mahasiswa selalu merasakan kebersihan ruangan kelas selalu terjaga dan bersih ketika perkuliaan akan dimulai dan perkuliahan sudah selesai. Sedangkan rasa ketidakpuasan mahasiswa terhadap keamanan dan kenyamanan Politeknik LP3I Medan dialami pada variabel pertanyaan nomor 2 yaitu Satpam selalu membukakan pintu ketika Anda memasuki Politeknik LP3I Medan mendapat nilai rata-rata (1,59 atau sangat tidak puas). Hal ini dikarenakan petugas satpam tidak selalu membukakan pintu ketika mahasiswa masuk dan keluar Politeknik LP3I Medan.

Selanjutnya penilaian mahasiswa dari yang tertinggi ke tingkat yang terendah sebagai berikut, OB/Cleaning Service tidak pernah mengambil barang yang Anda miliki saat tertinggal di ruangan (2,12 atau puas), Satpam selalu menjaga dan mengawasi kendaraan mahasiswa dari orang-orang yang berniat tidak baik (2,10 atau puas), Satpam selalu ramah dan cepat dalam menjaga keamanan kampus (2,07 atau puas), Ruang bersih dan rapi di kerjakan oleh OB/Cleaning Service (2,07 atau puas), OB/Cleaning Service selalu memakai baju dinas saat menjalankan tugasnya (2,03 atau puas), Anda merasa puas dari pelayanan satpam di kampus (2,02 atau puas), Satpam membantu Anda saat memasuki dan mengeluarkan kendaraan dari parkir (1,99 atau puas), Satpam selalu berada di tempat tugasnya (1,99 atau puas), dan OB/Cleaning Service bersikap ramah dan rapi dalam melaksanakan tugasnya (1,95 atau puas).

### **Tingkat kepuasan mahasiswa Politeknik LP3I Medan terhadap Proses Belajar Mengajar**

Politeknik LP3I Medan merupakan lembaga pendidikan yang menyiapkan lulusan siap kerja. Oleh karena itu, Proses Belajar mengajar menjadi modal dasar dalam menjadikan lulusan-lulusan yang dapat bersaing secara Nasional maupun Internasional. Jika dilihat dari hasil penilaian mahasiswa terhadap proses belajar mengajar pada Politeknik LP3I Medan mendapat total nilai rata-rata mencapai (2,07 atau Puas). Hal ini menunjukkan bahwa dari 341 responden dan 12 pertanyaan, proses belajar mengajar Politeknik LP3I Medan secara keseluruhan dapat berjalan dengan baik dan mahasiswa merasa puas dengan apa yang diberikan oleh Politeknik LP3I Medan sebagai Perguruan Tinggi Swasta penyelenggara pendidikan. Dari 12 variabel pertanyaan dan 341 responden, nilai rata-rata tertinggi diperoleh dari variabel pertanyaan nomor 7 yaitu Selama kuliah, saya berinteraksi dengan orang yang berasal dari etnik, ras, agama, latar belakang ekonomi yang berbeda dengan saya dengan rata-rata (2,26 atau puas). Dari sini disimpulkan bahwa, Politeknik LP3I Medan tidak membedakan suku, bahasa, dan budaya dari masing-masing mahasiswa, mahasiswa dapat kebebasan berinteraksi dalam menjalankan pendidikan bersama etnis dan ras yang berbeda.

Selanjutnya secara berurutan dari yang tertinggi ke tingkat yang terendah adalah Proses belajar mengajar menuntut saya bersikap kritis terhadap opini, teori dan menuntun saya membangun ide dan pemahaman baru dengan menggunakan berbagai sumber informasi dengan rata-rata (2,14 atau puas), Saya menggunakan pengetahuan dari berbagai mata kuliah untuk mengerjakan suatu tugas kuliah dengan rata-rata (2,14 atau puas), Proses belajar mengajar membentuk sikap, perilaku, dan disiplin yang baik dan mendorong saya untuk menganalisa ide, pengalaman atau penalaran secara mendalam dengan rata-rata (2,13 atau puas), Saya menghubungkan ide yang saya dapatkan dari perkuliahan dengan pengetahuan dan pengalaman yang saya miliki sebelumnya dengan rata-rata (2,13 atau puas), Saya meminta bantuan mahasiswa lain jika kesulitan dalam memahami materi kuliah dengan rata-rata (2,13 atau puas), Saya membantu mahasiswa lain yang kesulitan memahami materi kuliah dan berdiskusi dengan mahasiswa lain untuk mempersiapkan diri menghadapi ujian dengan rata-rata (2,11 atau puas), Dukungan kampus dalam meningkatkan kompetensi tambahan bagi mahasiswa (test profesi, sertifikasi keahlian internasional, dll) dengan rata-rata (2,02 atau puas), Saya mendiskusikan rencana karir, materi kuliah, ide-ide, konsep-konsep dan prestasi akademik saya dengan dosen diluar ruang kuliah dengan rata-rata (2,01 atau puas), Dukungan kampus dalam menyediakan layanan kesejahteraan mahasiswa dengan rata-rata (1,95 atau puas), Dukungan kampus dalam membantu penyelesaian masalah-masalah non-akademik mahasiswa rata-rata (1,93 atau puas), dan Dukungan kampus dalam kegiatan dan aktivitas ekstra kurikuler (pentas seni, olahraga, dll) rata-rata (1,88 atau puas).

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang Kepuasan Mahasiswa Terhadap pelayanan Perguruan Tinggi Swasta di Kota Medan khususnya pada Politeknik LP3I Medan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa dari 6 elemen kepuasan mahasiswa, Politeknik LP3I Medan sudah memberikan pelayanan yang cukup baik terhadap mahasiswanya, meskipun penialain ini masih jauh dari kata sangat puas. Pada Politeknik LP3I Medan Kepuasan tertinggi terdapat pada Keamanan dan kenyamanan dengan rata-rata (2,07 atau puas). Sedangkan Tingkat kepuasan terendah Politeknik LP3I Medan terdapat pada kondisi Laboratorium dengan total rata-rata mencapai (1,74 atau puas). Hasil Secara keseluruhan dari 6 atribut pelayanan yang diberikan Perguruan Tinggi Swasta tersebut, total rata-rata kepuasan mahasiswa Politeknik LP3I Medan (1,95 atau Puas).

### **Ucapan Terimakasih**

Pada kesempatan ini peneliti berterimakasih kepada pihak-pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini khususnya kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (RISTEKDIKTI) atas dana hibah penelitian dalam katogeri penelitian dosen pemula Tahun anggaran 2016 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Akhmad, Z. (2012). *Aplikasi Pemasaran dan Salesmanship*, Jakarta: Lentera Ilmu Cendika.
- Fitra, N., Akhmal, A., & Sari, R. A. (2015). Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pelayanan Politeknik LP3I Medan. *Jurnal BIS – A (Bisnis Administrasi). Politeknik LP3I Medan*. Vol. 04. No. 01, 2015.
- Hasan, A. (2013). *Marketing dan Kasus-Kasus Pilihan*, Yogyakarta: CAPS.
- Kasmir. (2011). *Analisis Laporan Keuangan*: Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Mamang, S. E. & Sopiah. (2013). *Perilaku Konsumen*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Prabawati, A. (2010). *Mengolah Data Statistik Hasil Penelitian dengan SPSS 17*, Yogyakarta : Wahana Komputer & Penerbit Andi.
- Rahmayanti, N. (2013). *Manajemen Pelayanan Prima*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sinulingga, S. (2011). *Metode Penelitan*, Terbitan Pertama: USU Press.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian*, Cetakan ke-16, Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sukanti. (2009). Analisis Kepuasan Mahasiswa Program Studi Pendidikan Akuntansi FISE UNY. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*. Vol. VIII. No. 1 – Tahun 2009.
- Tjiptono, F. (2012). *Service Management*, Edisi Kedua, Yogyakarta : Penerbit Andi.

## MENINGKATKAN POTENSI PARIWISATA DANAU TOBA MELALUI KONSEP SMART TOURISM: APLIKASI DAN TANTANGANNYA

Andree E. Widjaja\*; Hery dan Riswan E Tarigan

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Banten

\*Alamat Korespondensi: andree.widjaja@uph.edu

**Abstrak.** Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang demikian pesat telah banyak mempengaruhi dunia bisnis dan kehidupan sosial masyarakat, termasuk industri pariwisata. Berdasarkan studi kepustakaan, penerapan inovasi teknologi informasi dan komunikasi termutakhir (misalnya, internet of things, cloud computing, dan big data) pada industri pariwisata dikenal dengan istilah smart tourism. Smart tourism dapat mengubah perilaku wisatawan, jumlah kunjungan, begitu juga fungsi dan struktur industri pariwisata secara signifikan. Makalah ini membahas konsep smart tourism untuk meningkatkan potensi pariwisata di kawasan pariwisata Danau Toba. Metode riset yang digunakan pada makalah ini adalah literature review, yaitu dengan memetakan sejauh mana penelitian tentang smart tourism telah dilakukan sejauh ini. Makalah ini secara khusus akan mengusulkan beberapa aplikasi potensial smart tourism yang kemungkinan dapat diterapkan di kawasan pariwisata Danau Toba. Selanjutnya, tantangan-tantangan yang mungkin akan dihadapi di dalam penerapan smart tourism juga akan dibahas. Makalah ini akan diakhiri dengan saran yang dapat dipertimbangkan, khususnya oleh Badan Otorita Pengelola Kawasan Pariwisata Danau Toba.

**Kata Kunci:** Teknologi informasi dan komunikasi, Industri pariwisata, Smart tourism

### PENDAHULUAN

Danau Toba merupakan salah satu objek pariwisata yang terletak di daerah provinsi Sumatera Utara, Indonesia. Danau alami yang terbentuk karena letusan gunung berapi Toba kuno sekitar 74.000 tahun lalu ini, mempunyai luas sekitar 1.130 KM<sup>2</sup> dan merupakan danau terbesar di kawasan Asia Tenggara (Arif, Sodikin, & Hidayat, 2011). Beberapa kawasan wisata di sekitar Danau Toba yang terkenal dengan keindahan alamnya, yaitu antara lain: Pulau Samosir, Pulau Sibandang, Parapat, Tongging, Bakara, Pusuk Buhit, Pantai Lumban Silintong Balige, dan lain-lain. Danau Toba baru-baru ini ditahbiskan sebagai salah satu dari 10 kawasan Ekonomi Khusus Pariwisata (KEKP) oleh pemerintah, bersamaan dengan Borobudur di Jawa Tengah, Mandalika di NTB, dan 7 kawasan pariwisata strategis lainnya (Beritasatu, 2016). Oleh sebab itu, Badan Otorita Pengelola Kawasan Pariwisata Danau Toba (BOPKPD) dibentuk pada tanggal 1 Juni 2016 yang secara khusus bertugas untuk mendukung percepatan dan pembangunan pariwisata di kawasan Danau Toba (Yunita, 2016).

Sementara itu, industri pariwisata di berbagai negara belakangan ini berupaya menggunakan berbagai cara untuk meningkatkan nilai jual pariwisatanya agar lebih kompetitif dibandingkan dengan para kompetitornya. Salah satu cara untuk meningkatkan industri pariwisata atau turisme adalah dengan memanfaatkan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (seperti: *internet of things*, *cloud computing*, *big data*, dan *artificial intelligence*). Berdasarkan studi kepustakaan, cara tersebut dikenal dengan istilah *smart tourism*. Istilah *smart tourism* pertama kali sempat disinggung sewaktu pertemuan *United Nations World Tourism Organization* (UNWTO) pada tahun 2009. Selain itu, konsep mengenai *smart tourism* juga dikemukakan oleh *The Organisation for Smart Tourism* di Inggris pada tahun 2011 (Li, Hu, Huang, & Duan, 2016). Baru-baru ini, negara-negara maju Asia seperti Korea Selatan, Tiongkok, dan Taiwan sangat antusias untuk menerapkan *smart tourism* guna meningkatkan nilai jual industri pariwisatanya (Gretzel, Sigala, Xiang, & Koo, 2015; Wang, Li, & Li, 2013).

Mengacu kepada fenomena *smart tourism* yang sekarang sedang berkembang pesat, makalah singkat ini akan membahas konsep *smart tourism*, penerapan aplikasinya, beserta tantangannya di dalam konteks pariwisata Danau Toba. Metode penelitian yang digunakan pada makalah ini adalah studi kepustakaan. Kami berpendapat bahwa, apabila *smart tourism* dapat diterapkan dengan baik, *smart tourism* akan dapat meningkatkan potensi kepariwisataan di Danau Toba secara signifikan, sehingga kawasan ini akan dapat menjadi kawasan pariwisata tingkat dunia yang mempunyai keunggulan kompetitif yang tidak kalah dengan kawasan pariwisata di negara-negara lain, khususnya di kawasan Asia. Hal tersebut tentunya akan konsisten dan sejalan dengan inisiatif pemerintah melalui pembentukan KEKP dan BOPKPD.

### METODE

Kata *smart tourism* terdiri dari dua kata, yaitu "*smart*" dan "*tourism*". Jelas, kata "*tourism*" mengacu kepada aktivitas atau kegiatan kepariwisataan. Namun, kata "*smart*" perlu didefinisikan lebih lanjut. Kata "*smart*" mempunyai arti "bijaksana" (*wisdom*) (Wang, Jin, & Zhou, 2012). Secara eksplisit, "*smart*" juga dapat berarti "teroptimisasi terhadap kebutuhan-kebutuhan yang spesifik" (Gretzel, Sigala, et al., 2015).

Harrison et al. (2010) berpendapat bahwa sifat *smart* terbentuk ketika individu atau grup mengeksploitasi operasi data secara *real-time*, yaitu dengan menggunakan analisis yang kompleks untuk memodelkan, mengoptimisasikan, dan memvisualisasikan data yang ada sebagai dasar pembuatan keputusan yang lebih baik. Selain itu, istilah “*smartness*” bukan hanya selalu berkaitan dengan kemajuan teknologi, tetapi juga berkaitan erat dengan interkoneksi, sinkronisasi, dan penggunaan berbagai teknologi secara bersamaan (Höjer & Wangel, 2015). Secara khusus, Werthner, Koo, Gretzel, and Lamfus (2015) mendefinisikan *smart tourism* sebagai penggunaan solusi teknologi, khususnya pengembangan aplikasi perangkat bergerak (*mobile applications*) didalam konteks fase perjalanan (sebelum, selama, dan sesudah perjalanan) dengan mengintegrasikan data yang didapatkan dari infrastruktur fisik (*sensor*). Lebih lanjut, *smart tourism* berfokuskan kepada pengaturan dan penyampaian pengalaman serta jasa turisme yang pintar (*intelligent*) yang dihasilkan oleh *stakeholders* yang tergabung di dalam ekosistem *smart tourism* seperti: produsen, distributor, turis, agen pemerintah, agen perjalanan, dan lain-lain.

Studi kepustakaan juga menyinggung tentang *smart tourism destination* dan *smart tourism ecosystems* yang merupakan perkembangan dari konsep *smart tourism*. Inisiatif *smart tourism destination* pertama kali dicetuskan oleh *China's State Council of Chinese Central Government* pada tahun 2009, yang mengacu kepada sebuah *platform* di mana informasi terkait aktivitas turisme, konsumsi produk turisme, dan status sumber daya turisme dapat diintegrasikan, lalu dapat disampaikan kepada para turis, perusahaan, dan organisasi melalui berbagai macam perangkat pengguna (Huang & Li, 2011). Di Tiongkok sendiri, setidaknya 33 kota sudah berpartisipasi mendukung inisiatif *smart tourism destination*. Tujuan utama dari inisiatif ini adalah untuk mentransformasikan pengalaman turis (*co-created value*), perubahan strategi pemasaran berbasis relasi (*relationship management*), dan sebuah pandangan berbeda mengenai destinasi turisme yang kompetitif (Wang et al., 2013).

*Smart tourism destination* didefinisikan sebagai destinasi turisme inovatif, yang dibangun di atas infrastruktur teknologi yang dapat menjamin keberlangsungan pengembangan area turisme, dapat diakses oleh siapa saja, dan dapat memfasilitasi interaksi para turis dengan keadaan, kondisi, ataupun situasi turisme di sekitar kawasan wisata, sehingga dengan demikian dapat meningkatkan kualitas pengalaman turis, dan juga dapat meningkatkan kualitas kehidupan penduduk lokal setempat (Lopez de Avila, 2015). Di samping itu, Buhalis and Amaranggana (2014) berpendapat bahwa “*smartness*” di dalam konteks *tourism destination*, memerlukan interkoneksi secara dinamis di antara *stakeholders* melalui sebuah *platform* digital canggih yang mempunyai kemampuan mendukung pertukaran informasi terkait aktivitas turisme secara *real-time*, dengan tujuan utama, yakni memaksimalkan kepuasan turis (*maximize tourist satisfaction*) dan efisiensi sumber daya (*resources efficiency*).

Lebih lanjut, *smart tourism destination* dianggap sebagai bagian penting dari *smart tourism ecosystems* (Gretzel, Werthner, Koo, & Lamfus, 2015). *Smart tourism ecosystems* diperkenalkan oleh *Korean Tourism Organizations*, dan diartikan sebagai sebuah sistem turisme yang memanfaatkan teknologi *smart* untuk menciptakan, mengelola, dan menyalurkan jasa atau pengalaman turisme secara *intelligent* yang dikarakteristikan dengan berbagi informasi secara intensif dan *value co-creation* (Gretzel, Werthner, et al., 2015). Dengan demikian, cakupan *smart tourism ecosystems* lebih luas dibandingkan *smart tourism destination*.

Park, Lee, Yoo, and Nam (2016) menyatakan bahwa *smart tourism* mempunyai tiga karakteristik. Pertama, *smart tourism* merepresentasikan konvergensi antara industri turisme dengan teknologi informasi dan komunikasi. Kedua, *smart tourism* bersifat sosial di mana batasan-batasan sosial (misalnya, bahasa dan akses) dapat dihilangkan melalui interaksi sosial antara para turis dan penduduk lokal setempat. Karakteristik ketiga berkaitan dengan keterhubungan (*connectedness*) yang menyatukan berbagai macam *stakeholders* terkait industri turisme misalnya: pemerintah, pengembang teknologi informasi, dan lain-lain. Sedangkan menurut Koo, Yoo, Lee, and Zanker (2016), *smart tourism* terdiri dari empat komponen inti, yaitu: teknologi, aplikasi, *man-machine interaction* (IoT), dan *system and management*. Komponen pertama (teknologi) menyinggung tentang berbagai macam infrastruktur dan teknologi yang harus disediakan (misalnya *internet*, *data analysis*, *virtual reality*, *mobile*, dan lain-lain). Komponen kedua (aplikasi) berkaitan dengan berbagai macam model bisnis untuk mendemonstrasikan bagaimana nilai *smart tourism* harus dihasilkan. Komponen ketiga (*man-machine interaction*) berhubungan dengan bagaimana pengunjung dapat menggunakan berbagai macam jasa/servis turisme supaya mendapatkan jasa/servis turisme berkualitas melalui interaksi antara turis, objek yang terkoneksi, dan berdasarkan analisa data secara *real-time*. Komponen terakhir (*system and management*) mengevaluasi bagaimana nilai *smart tourism* dapat dioptimisasi dan dikelola secara strategis pada setiap level organisasi turisme dan individu.

Studi pustaka tentang *smart tourism* dapat dikategorikan menjadi 2 kategori besar. Kategori pertama adalah tentang konseptualisasi *smart tourism*. Umumnya penelitian sebelumnya yang masuk ke dalam kategori ini terdiri dari *review of literature* dan sebagian besar bersifat teoritis atau konseptual (Buhalis & Amaranggana, 2014; Gretzel, Sigala, et al., 2015; Gretzel, Werthner, et al., 2015; Li et al., 2016; Wang et al., 2013). Kategori kedua lebih bersifat terapan dan empiris. Sebagian besar penelitian terdahulu yang masuk kategori ini berkaitan dengan aplikasi *smart tourism* pada konteks atau tempat pariwisata

tertentu (Gcaba & Dlodlo, 2016; Marine-Roig & Clavé, 2015; Park et al., 2016), pembuatan aplikasi *smart tourism* yang lebih bersifat teknis (Lin, 2011; Zacarias, Cuapa, Ita, & Torres, 2015), dan perhitungan matematis atau analisa data terkait *smart tourism* (Wang, Li, Zhen, & Zhang, 2016). Selain itu, Wang et al. (2016) menunjukkan bahwa penelitian-penelitian *smart tourism* terdahulu telah dilakukan di berbagai area, yaitu: *smart tourism* dan *smart city*, *smart tourism destination*, aplikasi turisme di *smartphone*, *smart hotels*, *smart cards*, *gamification*, *smart recommendations* untuk turis, dan juga *smart guides*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengacu kepada studi kepustakaan terkait aplikasi *smart tourism* (Gcaba & Dlodlo, 2016; Lin, 2011), kami menyarankan beberapa aplikasi *smart tourism* yang mungkin dapat diterapkan di daerah kawasan pariwisata Danau Toba. Gambar 1 menunjukkan beberapa aplikasi *smart tourism* yang dibagi menjadi 5 kategori: 1). Penyediaan informasi dan jasa turis, 2). Manajemen tiket, 3). Pemonitoran alam/lingkungan, 4). Pemonitoran tumbuhan/satwa, 5). Fasilitas penunjang. Contoh-contoh aplikasi *smart tourism* dari setiap kategori tersebut dideskripsikan pada Gambar 1.

Aplikasi *smart tourism* yang disebutkan pada Gambar 1 dapat diterapkan dengan baik apabila didukung oleh pihak-pihak (*stakeholders*) terkait. Dengan berdasarkan studi kepustakaan terkait *smart tourism* yang telah kami lakukan, kami mengidentifikasi setidaknya ada 8 faktor penting yang harus dipertimbangkan guna mendukung kesuksesan penerapan *smart tourism* di kawasan pariwisata Danau Toba. Sebagaimana yang dideskripsikan pada Gambar 2, 8 faktor tersebut terdiri dari: pemasaran aktif, massif, dan terstruktur; integrasi manajemen ekosistem *smart tourism* berkualitas; dukungan, komitmen dan peran aktif pengunjung; dukungan komitmen, dan peran aktif pengelola; teknologi mumpuni; tata kelola dan keamanan informasi digital; manajemen program dan portfolio yang baik dan sistematis; pendanaan yang cukup, konsisten, dan berkelanjutan. Di antara 8 faktor tersebut, kami berargumentasi bahwa peran aktif pemerintah dan swasta menjadi kunci pemicu awal kesuksesan penerapan *smart tourism* Danau Toba, terutama yang berkaitan dengan pendanaan, manajemen operasi, pemasaran, dan dukungan serta komitmen dari pengelola dan turis itu sendiri.

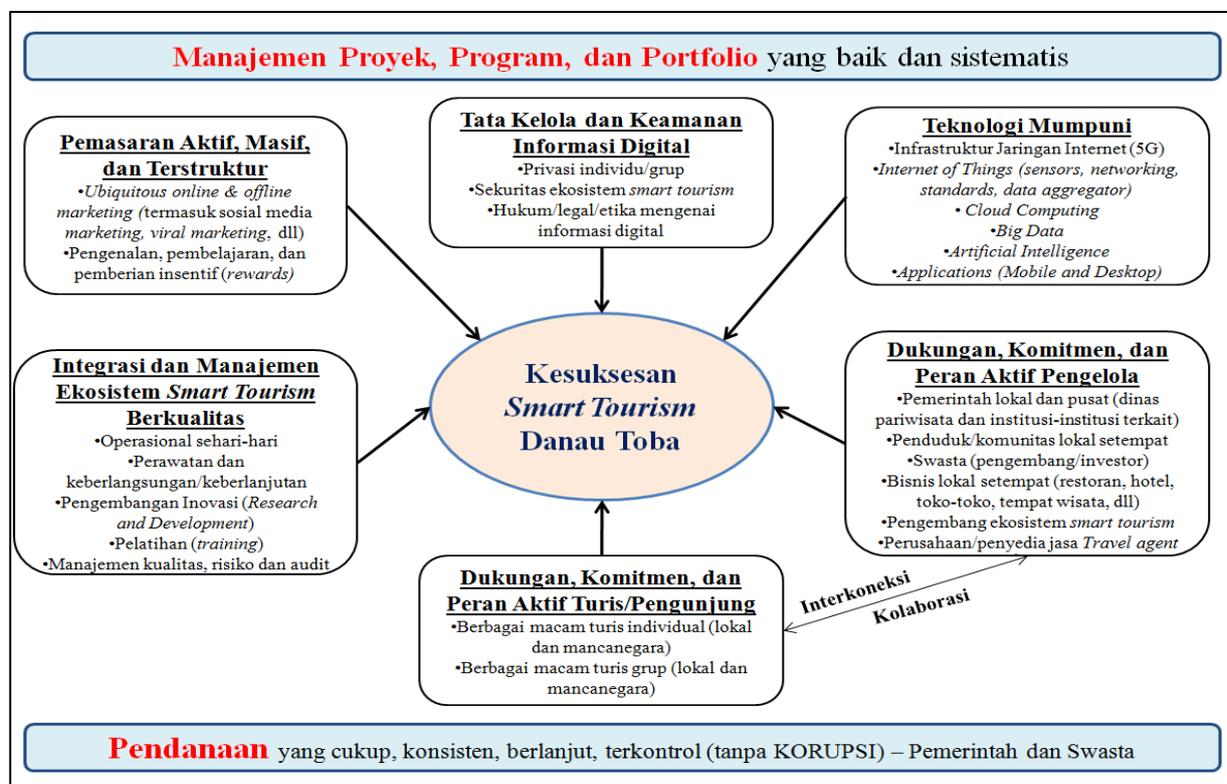
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1). Penyediaan informasi dan jasa turis (<i>Tourist information services</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyediakan peta <i>virtual (tourist maps)</i> yang sarat dengan informasi interaktif terkait daerah wisata Danau Toba.</li> <li>• Menyediakan saran-saran terkait tempat tujuan wisata, makanan, kegiatan/atraksi/pertunjukkan, jadwal, <i>wifi hotspot</i>, akomodasi, dan jasa-jasa seperti tempat penyewaan kendaraan/informasi mengenai transportasi umum. Informasi yang disediakan baik oleh pengelola maupun turis lain harus akurat dan terpercaya.</li> <li>• Personalisasi jasa, misalnya jadwal, <i>itinerary</i> serta panduan (<i>guide</i>) yang dapat dikustomisasi, <i>via mobile apps</i>.</li> <li>• Penawaran khusus dan diskon (tiket, hotel, restoran, perahu, dll) yang dapat diakses <i>via mobile apps</i>.</li> <li>• Pembelajaran di tempat (<i>on site discovery learning</i>) – mempelajari kekayaan alam di daerah sekitar, budaya, adat istiadat, dan kultur lokal setempat di sekitar Danau Toba.</li> <li>• <i>Story telling</i>, misalnya penjelasan tentang sejarah, asal usul, dan perkembangan wisata danau toba dari masa ke masa. Atau mungkin, legenda/cerita rakyat.</li> <li>• Menyediakan <i>interactive media, augmented reality</i> atau <i>game, location based services</i>, GPS yang akurat di sekitar kawasan Danau Toba.</li> </ul> |
| <p><b>2). Manajemen tiket</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiket masuk tempat kawasan wisata dengan teknologi RFID (<i>Radio Frequency Identification</i>) atau NFC (<i>Near Field Communication</i>)</li> <li>• Pemrosesan dan analisa data pengunjung.</li> <li>• Pengaturan jumlah turis di tempat-tempat wisata/atraksi di sekitar danau toba (<i>passenger flow management</i>).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>3). Pemonitoran alam/lingkungan di sekitar Danau Toba (<i>Intelligent monitoring</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitor keamanan di sekitar kawasan wisata (<i>video surveillance, CCTV</i> terintegrasi 24 jam, 7 hari non-stop).</li> <li>• Prakiraan kondisi cuaca (hujan, panas, dll).</li> <li>• Kondisi udara, temperatur, arah angin, kelembaban, atmosfer, level karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan sinar UV, dll.</li> <li>• Monitor situasi dan keadaan jalan/area, <i>traffic control and management</i>. Pemberitahuan bila ada jalan yang ditutup, atau karena ada kecelakaan.</li> <li>• Monitor keadaan air danau, ketinggian air, kualitas air, debit dan arus air, dll.</li> <li>• Monitor dan pendeteksian dini kebakaran hutan.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>4). Pemonitoran tumbuhan/satwa di sekitar Danau Toba</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitor tumbuhan-tumbuhan, terutama yang mempunyai status “langka”.</li> <li>• Monitor satwa, misalnya burung (memperhatikan burung – <i>bird watching</i>), ikan, hewan buas, dll.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p><b>5). Fasilitas penunjang dan lain-lain</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitor dan perhitungan ketersediaan tempat parkir mobil/motor.</li> <li>• Monitor dan pelacakan perahu-perahu komersil yang sedang berlayar di sekitar Danau Toba.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

**Gambar 1.** Usulan aplikasi *smart tourism* yang dapat diterapkan di kawasan pariwisata Danau Toba

Tantangan terbesar adalah terkait dengan pendanaan. Meskipun pemerintah sudah menggelontorkan banyak dana untuk meningkatkan infrastruktur kawasan Danau Toba (Beritasatu, 2016), berapa banyak dana yang benar-benar dipakai? Dan, berapa banyak dana yang dikorupsi? Tantangan lainnya terkait dengan manajemen operasional *smart tourism* yang mungkin kurang diperhatikan oleh pelaksana di

lapangan, misalnya: pegawai negeri sipil, karyawan lepas, penduduk lokal, dan lain-lain. Ekosistem *smart tourism* mungkin saja dapat diimplementasikan, namun apabila ekosistem tersebut tidak dioperasikan dan dirawat dengan baik, aplikasi *smart tourism* yang telah diimplementasikan tersebut tidak akan bertahan lama. Tantangan selanjutnya adalah mengenai efektivitas pemasaran. Tujuan utama dari pemasaran adalah memperkenalkan para turis, baik domestik maupun mancanegara, terhadap manfaat *smart tourism* dan sekaligus menjadikan Danau Toba sebagai *smart tourism destination*. Kami berpendapat bahwa hal ini tidaklah mudah dilakukan karena adanya kompetitor dari negara-negara lain yang menerapkan *smart tourism* dan juga “kelemahan” *brand image* Indonesia yang secara umum masih dianggap sebagai negara berkembang.

Tantangan besar lainnya adalah dukungan dari pengelola dan para turis itu sendiri. Ekosistem *smart tourism* yang sukses harus secara aktif didukung oleh banyak *stakeholder* terkait, misalnya pemerintah lokal dan pusat, swasta, bisnis lokal, penduduk lokal, *travel agent*, pengembang ekosistem *smart tourism*, dan lain-lain. Peran aktif turis untuk berkolaborasi dengan pengelola sangat diperlukan untuk menyukseskan *smart tourism*. Sebaik apapun ekosistem *smart tourism* yang telah diimplementasikan, akan menjadi percuma bilamana aplikasi *smart tourism* tersebut tidak digunakan/dipakai secara aktif oleh para turis. Bagaimana memupuk komitmen dan kolaborasi antara turis dan pengelola akan menjadi tantangan tersendiri bagi pengelola, khususnya BOPKPDT. Secara umum, 8 faktor yang disebutkan di atas dapat dijadikan tantangan-tantangan yang harus diatasi dengan baik oleh pihak-pihak terkait untuk menyukseskan *smart tourism* Danau Toba.



**Gambar 2.** Faktor-faktor kesuksesan *smart tourism*

**KESIMPULAN**

Studi kepustakaan menunjukkan bahwa teknologi informasi dan komunikasi melalui konsep *smart tourism* dapat dimanfaatkan secara optimal untuk membantu meningkatkan nilai pariwisata di suatu kawasan daerah pariwisata. Sejalan dengan inisiatif pemerintah melalui pembentukan KEKP dan BOPKPDT, kami mengusulkan agar pemerintah dapat sesegera mungkin mengadopsi konsep *smart tourism* untuk meningkatkan potensi pariwisata kawasan Danau Toba secara lebih baik. Melalui makalah singkat ini, kami mendeskripsikan beberapa contoh aplikasi *smart tourism* yang kemungkinan dapat diimplementasikan di daerah kawasan pariwisata Danau Toba. Selain itu, makalah ini juga telah mengidentifikasi faktor-faktor yang berkaitan secara langsung dengan kesuksesan penerapan ekosistem *smart tourism* beserta kemungkinan tantangan-tantangan yang akan mungkin dihadapi. Kami berharap makalah ini dapat menjadi pertimbangan, kajian, dan masukan awal, khususnya bagi BOPKPDT mengenai pentingnya penerapan *smart tourism*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Arif, A., Sodikin, A., & Hidayat, F., 2011. Terbentuknya danau toba. Retrieved 24 Oktober 2016, from <http://nationalgeographic.co.id/berita/2011/10/terbentuknya-danau-toba>
- Beritasatu, 2016. Bangun tiga kawasan pariwisata, pemerintah utang bank dunia US\$200 juta. Retrieved 22 Oktober, 2016, from <http://sp.beritasatu.com/home/bangun-tiga-kawasan-pariwisata-pemerintah-utang-bank-dunia-us-200-juta/117257>
- Buhalis, D., & Amaranggana, A., 2014. Smart tourism destinations. In Z. Xiang & I. Tussyadiah (Eds.), *Information and communication technologies in tourism* (pp. 553-564). Cham, Switzerland.
- Gcaba, O., & Dlodlo, N., 2016. The internet of things for south african tourism. Paper presented at the IST-Africa 2016.
- Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z., & Koo, C., 2015. Smart tourism: Foundations and developments *Electronic Markets*, 25:179-188.
- Gretzel, U., Werthner, H., Koo, C., & Lamfus, C., 2015. Conceptual foundations for understanding smart tourism ecosystems. *Computers in Human Behavior*, 50:558-563.
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., et al., 2010. Foundations for smarter cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54:1-16.
- Höjer, M., & Wangel, J., 2015. Smart sustainable cities: Definition and challenges. In L. M. Hilty & B. Aebischer (Eds.), *ICT innovations for sustainability, advances in intelligent systems and computing* (pp. 333-349). Springer, New York.
- Huang, C., & Li, Y., 2011. In the 12th five-year plan, the system research of smarter tourism under the background of smarter cities. Paper presented at the Annual conference of tourism tribune.
- Koo, C., Yoo, K.-H., Lee, J.-N., & Zanker, M., 2016. Special section on generative smart tourism systems and management: Man-machine interaction. *International Journal of Information Management*, In Press.
- Li, Y., Hu, C., Huang, C., & Duan, L., 2016. The concept of smart tourism in the context of tourism information services. *Tourism Management*, In Press:1-8.
- Lin, Y., 2011. The application of the internet of things in Hainan tourism scenic spot. Paper presented at the 2011 Seventh International Conference on Computational Intelligence and Security.
- Lopez de Avila, A., 2015. Smart destination: XXI century tourism. Paper presented at the ENTER 2015 Conference on Information and Communication Technologies in Tourism.
- Marine-Roig, E., & Clavé, S. A., 2015. Tourism analytics with massive user-generated content: A case study of Barcelona. *Journal of Destination Marketing & Management*, 4:162-172.
- Park, J. H., Lee, C., Yoo, C., & Nam, Y., 2016. An analysis of the utilization of Facebook by local korean governments for tourism development and the network of smart tourism ecosystem. *International Journal of Information Management*, In Press.
- Wang, D., Li, X., & Li, Y., 2013. China's "smart tourism destination" initiative: A taste of the service-dominant logic. *Journal of Destination Marketing & Management*, 2:59-61.
- Wang, H., Jin, T., & Zhou, B. (2012). *Smart tourism*. Beijing: Tsinghua University Press.
- Wang, X., Li, X., Zhen, F., & Zhang, J., 2016. How smart is your tourist attraction?: Measuring tourist preferences of smart tourism attractions via a FCEM-AHP and IPA approach. *Tourism Management*, 54:309-320.
- Werthner, H., Koo, C., Gretzel, U., & Lamfus, C., 2015. Special issue on smart tourism systems: Convergence of information technologies, business models, and experiences. *Computers in Human Behavior*, 50:556-557.
- Yunita, N. W., 2016. Jokowi teken perpres badan otorita pengelola kawasan pariwisata danau toba. Retrieved 22 Oktober, 2016, from <http://news.detik.com/berita/3241431/jokowi-teken-perpres-badan-otorita-pengelola-kawasan-pariwisata-danau-toba>
- Zacarias, F., Cuapa, R., Ita, G. D., & Torres, D., 2015. Smart tourism in 1-click. Paper presented at the The 2nd International Symposium on Emerging Inter-networks, Communication and Mobility (EICM).

## ANALISIS CAMEL DALAM MEMPREDIKSI KONDISI KESEHATAN PT. BANK MUAMALAT. TBK PADA PRIODE 2011-2015

Nurlela

Politeknik LP3I, Medan  
Email: nurlela14juni@gmail.com

**Abstrak.** Sektor industri perbankan memiliki peranan penting dalam mendukung pelaksanaan masyarakat ASEAN (MEA), yaitu sebagai sumber pembiayaan. Salah satu Bank yang memiliki berbagai jenis produk pembiayaan adalah PT Bank Muamalat, Tbk. Dalam menjalankan perannya, PT. Bank Muamalat, Tbk harus mampu menjaga kepercayaan nasabahnya, sehingga dapat menjalankan fungsinya sebagai sumber pembiayaan. Bank yang dapat berperan aktif dalam pelaksanaan program MEA adalah bank yang sehat. Kondisi kesehatan bank dapat dilihat dari kinerja keuangan. Salah satu alat penilaian kondisi kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk adalah CAMEL sesuai dengan standar BI. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat penyebab kondisi sehat atau tidak sehat pada PT Bank Muamalat, Tbk yang ditinjau dari laporan keuangan dengan menggunakan rasio CAMEL. Rasio yang digunakan dalam penelitian ini adalah CAR, GWM, NPF, ROA, ROE, BOPO, NOM, dan STM. Jenis data penelitian adalah data sekunder yaitu annual report PT. Bank Muamalat, Tbk yang diterbitkan oleh bursa efek Indonesia selama periode 2011- 2015. Metode analisis penelitian adalah analisis deskripsi kuantitatif, dimana data dikumpulkan lalu dihitung sesuai sumber yang diperoleh sehingga ditemukan hasil. Berdasarkan hasil penelitian, kondisi PT. Bank Muamalat, Tbk secara umum selama tahun 2011-2015 termasuk dalam predikat sehat karena kemampuan bank dalam memenuhi kecukupan modal untuk membiayai aktiva yang beresiko, pengelolaan pembiayaan, dan pemenuhan kewajiban jangka pendek melalui rasio CAR, NPF, dan STM termasuk dalam kategori sangat baik. Namun pada tahun 2014, kualitas kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk mengalami penurunan, tetapi masih termasuk dalam kategori sehat. Penurunan kualitas bank pada tahun 2014 terlihat dari penurunan persentase rasio ROA dan ROE yang berada pada peringkat 4 dari standar BI. Pada tahun 2015 kualitas kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk mengalami penurunan kembali dan termasuk dalam kategori cukup sehat. Penurunan kualitas bank pada tahun 2015 terlihat dari penurunan rasio BOPO dan NOM hingga memperoleh peringkat 5 dari standar yang ditetapkan oleh BI dan termasuk dalam kategori tidak sehat.

**Kata kunci:** Kesehatan Bank, CAMEL, Laporan Keuangan

### PENDAHULUAN

Bank merupakan urat nadi perekonomian di Indonesia. Menurut Undang – undang RI tentang perbankan No. 10 Tahun 1998 tentang perbankan, bank adalah badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkannya kepada masyarakat dalam bentuk kredit dan atau bentuk – bentuk lainnya dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyat banyak. Bank adalah salah satu lembaga yang memiliki peran besar dalam menopang perekonomian modern. Bank merupakan sebuah lembaga berfungsi sebagai perantara keuangan (*financial intermediary*) antara pihak yang memiliki dana (*surplus unit*) dengan pihak – pihak yang membutuhkan dana (*deficit unit*). Sektor industri perbankan memiliki peranan penting dalam mendukung pelaksanaan masyarakat ASEAN (MEA), yaitu sebagai sumber pembiayaan. Terbukanya perdagangan bebas antar ASEAN sebagai dampak dari pelaksanaan program MEA merupakan peluang sekaligus tantangan bagi sektor perbankan terutama dalam penyaluran kredit atau pembiayaan untuk membantu dalam menopang permodalan UMKM. Selain itu bank juga memiliki peran sebagai alat pelaksana kebijakan pemerintah untuk menstabilkan moneter dan mendorong laju pertumbuhan perekonomian nasional (*agent of development*).

Salah satu jenis Bank yang terbukti menopang perekonomian Indonesia pada saat krisis adalah Bank Syariah. Bank Syariah merupakan lembaga keuangan yang memiliki usaha pokok berupa pemberian fasilitas pembiayaan dan jasa – jasa lain dalam lalu lintas pembayaran serta peredaran uang. Dimana dalam setiap aktivitasnya disesuaikan dengan prinsip syariah Islam. Eksistensi perkembangan Bank Syariah di Indonesia semakin meningkat semenjak diterbitkannya undang – undang No. 21 Tahun 2008 Tentang Perbankan Syariah yang memberikan landasan operasi yang lebih jelas bagi bank syariah.

saat sekarang ini, semakin banyak sektor perbankan konvensional yang mendirikan cabang dengan menggunakan prinsip syariah sesuai dengan Undang – Undang No. 10 tahun 1998, sehingga sistem perbankan menganut *dual banking system*. Menjamurnya bank syariah menyebabkan tingginya tingkat persaingan antar bank. Bank akan berusaha menarik perhatian deposan dengan berbagai keuntungan dan menawarkan berbagai jenis kredit atau pembiayaan untuk menarik minat masyarakat untuk menjadi debitur. Tingginya tingkat pembiayaan di masyarakat mengakibatkan pembiayaan bermasalah (*Non – performing financing /NPF*). Pembekakan pembiayaan bermasalah akan mempengaruhi kinerja keuangan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dewi (2009) bahwa NPF berpengaruh negatif terhadap kinerja keuangan dengan ROA sebagai indikator kinerja keuangan, artinya semakin tinggi NPF maka semakin rendah kinerja keuangan. Keadaan ini tentunya akan berdampak pada tingkat kesehatan perbankan. Selain itu tingginya NPF akan mempengaruhi kemampuan bank dalam pengembalian modal, sesuai dengan hasil penelitian Primawan

(2015) bahwa NPF memiliki pengaruh terhadap tingkat pengembalian modal sebesar 66,4%, artinya semakin tinggi nilai NPF, maka semakin rendah tingkat pengembalian modal. Dalam jangka panjang, keadaan ini tentunya akan berdampak pada tingkat kesehatan perbankan yang berujung pada kebangkrutan.

Oleh karena itu, Bank Indonesia menerbitkan Perintah Bank Indonesia Nomor 9/1/PBI/ 2007 yang didukung dengan diterbitkannya surat edaran BI No. 9/24/DPbS pada 30 Oktober 2007 tentang penilaian kesehatan perbankan syariah. Berdasarkan surat edaran ini, BI memberikan beberapa aspek untuk menilai sehat atau tidaknya suatu bank berdasarkan konsep syariah untuk meningkatkan kepercayaan dari nasabah. Penilaian kesehatan perbankan syariah meliputi permodalan (*capital*), kualitas aset (*asset quality*), manajemen, rentabilitas (*Earning*), dan likuiditas (*liquidity*).

Menurut Kasmir (2014) kesehatan suatu bank adalah kemampuan suatu bank untuk melakukan kegiatan operasional perbankan secara normal dan mampu memenuhi semua kewajibannya dengan baik dengan cara-cara yang sesuai dengan peraturan perbankan yang berlaku. Terdapat banyak metode yang bisa digunakan dalam menilai kesehatan suatu bank. Salah satu metode yang digunakan Sesuai dengan surat Perintah Bank Indonesia Nomor 9/1/PBI/ 2007 adalah dengan pendekatan CAMEL (*Capital, Asset, Management, Earning, and Liquidity*). Secara empiris tingkat kegagalan bisnis dan kebangkrutan bank dengan menggunakan rasio-rasio keuangan model CAMEL dapat diuji sebagaimana yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti yaitu: Thomson (1991) (dalam Wilopo 2001) yang menguji manfaat rasio keuangan CAMEL dalam memprediksi kegagalan bank di USA pada tahun 1980 an. hal ini didukung oleh hasil penelitian Almilia (2005) bahwa rasio keuangan CAMEL memiliki daya klasifikasi atau daya prediksi untuk kondisi bank yang mengalami kesulitan keuangan dan bank yang mengalami kebangkrutan. Model analisis CAMEL juga digunakan oleh Rahman (2013) dan Anggraeni (2011) untuk menilai kesehatan perbankan. Selain Itu model analisis CAMEL juga digunakan oleh kaligis (2013) untuk menilai tingkat kesehatan perbankan BUMN.

PT. Bank Muamalat, Tbk merupakan salah satu bank syariah yang mampu bertahan ditengah krisis ekonomi global karena penopang dana bukan dari pemodal asing dan sistem perbankkannya tidak tergantung dari kebijakan suku bunga (*interest*), tetapi berdasarkan konsep bagi hasil (*mudharabah*). Selain itu, exposure pembiayaan perbankan masih lebih diarahkan kepada aktivitas perekonomian domestik, sehingga belum memiliki tingkat integrasi yang tinggi dengan sistem keuangan global dan belum memiliki tingkat sofistikasi transaksi yang tinggi.

PT. Bank Muamalat, Tbk mengalami pertumbuhan antara tahun 2013 – 2014. Tahun 2014, PT. Bank Muamalat, Tbk memiliki kantor cabang sebanyak 84 unit dengan kantor cabang pembantu sebanyak 260 unit meningkat dibandingkan dengan tahun 2012 yang hanya memiliki kantor cabang sebanyak 81 unit dan kantor cabang pembantu sebanyak 190 unit . namun, pada tahun 2015 pertumbuhan PT. Bank Muamalat, Tbk mengalami penurunan. Hal ini terlihat dari menurunnya jumlah kantor cabang pembantu yaitu dari 260 unit menjadi 254 unit, artinya terdapat 6 unit kantor cabang pembantu PT. Muamalat, Tbk yang ditutup. Selain itu, pada tahun 2014 pertumbuhan asset PT. Muamalat, Tbk mengalami perlambatan, tingkat pertumbuhan *asset* hanya sebesar 13,96 % dibandingkan dengan tahun 2013 yang mengalami pertumbuhan *asset* sebesar 16,51%. Sedangkan pada tahun 2015, PT. Bank Muamalat, Tbk mengalami penurunan pertumbuhan asset sebesar 8,44%. (OJK Statistik Perbankan Syariah BI dan Laporan Keuangan PT.Muamalat, Tbk)

Perlambatan laju pertumbuhan PT. Bank Muamalat, Tbk disebabkan banyak faktor, diantaranya masih rendahnya kemampuan manajemen dalam mengelola kredit atau pembiayaan. Hal ini terlihat dari laporan keuangan PT. Bank Muamalat, Tbk, dimana *Non – performing financing* (NPF), pada tahun 2015 mengalami peningkatan NPF *gross* sebesar 7,11% dibandingkan dengan tahun 2014 rasio NPF *gross* sebesar 6,55%. Rasio NPF mengalami peningkatan terus – menerus setiap tahunnya. Faktor penyebab keterlambatan per tumbuhan PT. Bank Muamalat, Tbk dapat memicu tidak sehatnya suatu unit perbankan.

Berdasarkan berbagai fakta yang telah diuraikan di atas, penulis tertarik melakukan penelitian tentang “Analisis CAMEL dalam memprediksi kondisi kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk pada priode 2011 – 2015”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas kondisi kesehatan PT. Muamalat, Tbk selama priode 2011 – 2015 berdasarkan ketentuan Perintah Bank Indonesia Nomor 9/1/PBI/ 2007. Adapun aspek penilaian kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk yang akan digunakan sesuai dengan Perintah Bank Indonesia Nomor 9/1/PBI/ 2007 adalah aspek *capital* melalui rasio CAR; aspek *asset* melalui rasio NPF; aspek *management* melalui kriteria kepatuhan perbankan melalui rasio GWM; aspek *Earning* melalui rasio ROA, ROE, BOPO, dan NOM; aspek *liquidity* melalui rasio STM yang diperoleh dari laporan keuangan yang diterbitkan selama priode 2011 – 2015.

**METODE**

Bahan Penelitian yang digunakan adalah laporan keuangan tahunan (*annual report*) yang telah diaudit dan dipublikasikan oleh Bursa Efek Indonesia (BEI) melalui situs [www.idx.co.id](http://www.idx.co.id) dan [www.muamalat.co.id](http://www.muamalat.co.id) selama priode 2011- 2015. Bahan penelitian termasuk jenis data sekunder. Menurut Sugiyono (2012) data sekunder adalah data yang diperoleh dengan cara membaca dan mempelajari melalui media lain yang bersumber dari literature, buku- buku, serta dokumen perusahaan.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah metode deskriptif kuantitatif. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan informasi keuangan dari laporan keuangan tahunan PT. Bank Muamalat, Tbk yang kemudian di analisis dengan menggunakan rasio CAMEL berdasarkan Perintah Bank Indonesia Nomor 9/1/PBI/ 2007 tentang sistem penilaian tingkat kesehatan bank umum berdasarkan prinsip syariah yang didukung dengan diterbitkannya surat edaran BI No. 9/24/DPbS 2007 dengan menetapkan lima peringkat penilaian, yaitu peringkat 1 (sangat sehat); peringkat 2 (sehat); peringkat 3 (cukup sehat); peringkat 4 (kurang sehat); peringkat 5 (tidak sehat). Kemudian menentukan kesehatan bank secara umum sesuai dengan standar kesehatan yang telah ditetapkan oleh Bank Indonesia.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bersadarkan hasil analisis laporan keuangan PT. Bank Muamalat, Tbk selama tahun 2011 sampai 2015 diperoleh rasio keuangan yang dapat disajikan sebagai berikut:

**Tabel 1:** Rekapitulasi Rasio CAMEL PT. Bank Muamalat, Tbk Pada Tahun 2011 - 2015

| Aspek Penilaian | Rasio (%) | Tahun   |         |         |        |        | Rata - Rata |
|-----------------|-----------|---------|---------|---------|--------|--------|-------------|
|                 |           | 2011    | 2012    | 2013    | 2014   | 2015   |             |
| Capital         | CAR       | 12.05%  | 11.70%  | 17.55%  | 14.86% | 15.19% | 14.27%      |
| Asset           | NPF       | 1.78%   | 1.81%   | 0.78%   | 4.85%  | 4.20%  | 2.68%       |
| Management      | GWM       | 5.13%   | 5.12%   | 5.10%   | 5.12%  | 5.10%  | 5.11%       |
| Earning         | ROA       | 1.52%   | 1.54%   | 1.37%   | 0.17%  | 0.20%  | 0.96%       |
|                 | ROE       | 20.79%  | 32.87%  | 29.16%  | 2.20%  | 2.78%  | 17.56%      |
|                 | BOPO      | 85.52%  | 84.48%  | 85.12%  | 64.85% | 97.41% | 83.48%      |
|                 | NOM       | 5.01%   | 4.64%   | 4.64%   | 3.40%  | 0.27%  | 3.59%       |
| Learning        | STM       | 109.39% | 116.09% | 113.52% | 38.86% | 43.61% | 84.29%      |

**Sumber :** Laporan Keuangan PT. Bank Muamalat, Tbk

Rasio keuangan pada Tabel di atas akan digunakan sebagai tolak ukur penilaian kondisi sehat atau tidak sehat PT. Bank Muamalat, Tbk dengan cara membandingkan setiap rasio keunagan dengan standar rasio yang di tetapkan oleh Bank Indonesia berdasarkan Peraturan Bank Indonesia No. 18/3/PBI/2016 dan surat edaran BI No. 9/24/DPbS tahun 2007, melalui model analisi CAMEL (*Capital, Asset, Management, Earning, and Liabilitas*). Berdasarkan standar penilaian Bank Indonesia dengan menggunakan analisis rasio CAMEL, maka penilaian kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk selama tahun 2011 – 2015 dapat dijelaskan sebagai berikut :

**Aspek Permodalan (*Capital*)**

**Tabel 2 :** Perhitungan Rasio CAR PT. Bank Muamlat, Tbk Tahun 2011 - 2015

| Tahun | Rasio (%) | Standar Penilaian | Peringkat | Kategori    |
|-------|-----------|-------------------|-----------|-------------|
| 2011  | 12.05%    | CAR ≥ 11%         | 1         | Sangat Baik |
| 2012  | 11.70%    | CAR ≥ 11%         | 1         | Sangat Baik |
| 2013  | 17.55%    | CAR ≥ 11%         | 1         | Sangat Baik |
| 2014  | 14.86%    | CAR ≥ 11%         | 1         | Sangat Baik |
| 2015  | 15.19%    | CAR ≥ 11%         | 1         | Sangat Baik |

**Sumber :** Laporan Keuangan dan Standar Penilaian BI

Berdasarkan Tabel di atas, persentase rasio CAR selama tahun 2011 – 2015 masih berada di atas 11% (peringkat 1) dari standar BI, walaupun pada tahun 2012, rasio CAR mengalami penurunan sebesar 0,35% dari tahun 2011, sehingga dapat dikatakan PT. Bank Muamalat, Tbk masuk dalam kategori sangat sehat. PT. Bank Muamalat, Tbk memiliki kemampuan memenuhi kecukupan modal untuk membiayai aktiva yang beresiko.

**Aspek Aktiva (*Asset*)**

**Tabel 3** : Perhitungan Rasio NPF PT,Bank Muamalat,Tbk  
Tahun 2011 - 2015

| Tahun | Rasio (%) | Standar Penilaian | Peringkat | Kategori     |
|-------|-----------|-------------------|-----------|--------------|
| 2011  | 1.78%     | NPF < 2%          | 1         | Sangat Sehat |
| 2012  | 1.81%     | NPF < 2%          | 1         | Sangat Sehat |
| 2013  | 0.78%     | NPF < 2%          | 1         | Sangat Sehat |
| 2014  | 4.85%     | 2% ≤ NPF < 5%     | 2         | Sehat        |
| 2015  | 4.20%     | 2% ≤ NPF < 5%     | 2         | Sehat        |

Sumber : Laporan Keuangan dan Standar Penilaian BI

Dilihat dari Tabel di atas, selama tahun 2011 – 2013 aktiva (*asset*) melalui rasio NPF termasuk dalam kategori sangat sehat karena rasio NPF lebih kecil dari 2% (peringkat 1) dari standar yang ditetapkan oleh BI. Namun pada tahun 2014 rasio NPF meningkat menjadi 4,74%, walaupun pada tahun 2015 rasio NPF turun sebesar 1,25% dibanding dengan rasio pada tahun 2014, tetapi rasio NPF masih berada di antara 2% dan 5%(peringkat 2) dari standar yang ditetapkan BI. Sehingga keadaan pembiayaan PT, Bank Muamalat, Tbk pada tahun 2014 – 2015 termasuk dalam kategori sehat . PT. Bank Muamalat, Tbk memiliki kemampuan dalam mengelola pembiayaan. Semakin tinggi rasio NPF, maka semakin buruk kualitas pembiayaan.

### Aspek Manajemen (*Management*)

**Tabel 4** : Perhitungan Rasio GWM PT,Bank Muamalat,Tbk  
Tahun 2011 - 2015

| Tahun | Rasio (%) | Standar Penilaian | Peringkat | Kategori     |
|-------|-----------|-------------------|-----------|--------------|
| 2011  | 5.13%     | GWM ≥ 5%          | 1         | Sangat Sehat |
| 2012  | 5.12%     | GWM ≥ 5%          | 1         | Sangat Sehat |
| 2013  | 5.10%     | GWM ≥ 5%          | 1         | Sangat Sehat |
| 2014  | 5.12%     | GWM ≥ 5%          | 1         | Sangat Sehat |
| 2015  | 5.10%     | GWM ≥ 5%          | 1         | Sangat Sehat |

Sumber : Laporan Keuangan dan Standar Penilaian BI

Dilihat dari table di atas, Manajemen melalui rasio GWM pada tahun 2011 – 2015 mengalami fluktuasi, tetapi perubahan persentase rasio tidak terlalu jauh dan cenderung stabil. Persentase rasio GWM pada PT. Bank Muamalat, Tbk setiap tahun berada di atas 5% (peringkat 1) dari standar BI, sehingga dapat dikatakan bahwa kemampuan bank dalam mengelola dana minimal dari pihak ketiga termasuk dalam kategori sangat sehat.

### Aspek *Earning* melalui rasio ROA, ROE, BOPO dan NOM dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### a. Rasio ROA (*Return On Assets*)

**Tabel 5** : Perhitungan Rasio ROA PT,Bank Muamalat,Tbk  
Tahun 2011 - 2015

| Tahun | Rasio (%) | Standar Penilaian  | Peringkat | Kategori     |
|-------|-----------|--------------------|-----------|--------------|
| 2011  | 1.52%     | ROA > 1,5%         | 1         | Sangat Sehat |
| 2012  | 1.54%     | ROA > 1,5%         | 1         | Sangat Sehat |
| 2013  | 1.37%     | 1,25% < ROA ≤ 1,5% | 2         | Sehat        |
| 2014  | 0.17%     | 0% < ROA ≤ 0,5%    | 4         | Kurang Sehat |
| 2015  | 0.20%     | 0% < ROA ≤ 0,5%    | 4         | Kurang Sehat |

Sumber : Laporan Keuangan dan Standar Penilaian BI

Berdasarkan Tabel di atas, persentase rasio ROA pada tahun 2012 mengalami peningkatan sebesar 0,02% dibandingkan dengan rasio pada tahun 2011. Sedangkan pada tahun 2013 – 2014 rasio mengalami penurunan dan meningkat lagi pada tahun 2015. Dilihat dari rasio ROA 2011 – 2012, kualitas PT. Bank Muamalat,Tbk dalam mengelola aktiva untuk memperoleh laba termasuk dalam kategori sangat sehat karena rasio ROA berada berada di atas 1,5% (peringkat 1) dari standar BI. Namun pada tahun 2013 rasio ROA turun dan berada pada peringkat kedua yaitu diantara 1,25% dan 1,5%, sehingga dikategorikan kurang sehat. Pada tahun 2014 – 2013 rasio ROA menunjukkan indikasi bank kurang sehat karena rasio ROA berada diantara 0% dan 0,5% (peringkat 4) dari standar BI. Semakin rendah rasio ROA berarti makin rendah kemampuan PT. Bank Muamalat, Tbk dalam menghasilkan laba yang dihasilkan atas penggunaan aktiva.

#### b. Rasio ROE (*Return On Equity*)

**Tabel 6** : Perhitungan Rasio ROE PT, Bank Muamalat, Tbk  
Tahun 2011 - 2015

| Tahun | Rasio (%) | Standar Penilaian | Peringkat | Kategori     |
|-------|-----------|-------------------|-----------|--------------|
| 2011  | 20.79%    | ROE > 15%         | 1         | Sangat Sehat |
| 2012  | 32.87%    | ROE > 15%         | 1         | Sangat Sehat |
| 2013  | 29.16%    | ROE > 15%         | 1         | Sangat Sehat |
| 2014  | 2.20%     | 0% < ROE ≤ 5%     | 4         | Kurang Sehat |
| 2015  | 2.78%     | 0% < ROE ≤ 5%     | 4         | Kurang Sehat |

Sumber : Laporan Keuangan dan Standar Penilaian BI

Berdasarkan Tabel di atas, persentase rasio ROE PT. Bank Muamalat, Tbk berfluktuasi dari tahun ketahun. Pada tahun 2011 – 2013, kualitas PT. Bank Muamalat, Tbk dalam mengelola modal untuk menghasilkan laba termasuk dalam kategori sangat sehat karena berada di atas 15% (peringkat 1) dari standar BI. Kecuali pada tahun 2014 dan 2015, rasio ROE mengalami penurunan secara drastis dan termasuk dalam kategori kurang sehat karena rasio ROA berada diantara 0% dan 5% (peringkat 4) karena rendahnya kemampuan bank dalam menghasilkan laba dibandingkan dengan modal yang digunakan oleh pihak bank.

## c. Aspek BOPO

**Tabel 7** : Perhitungan Rasio BOPO PT, Bank Muamalat, Tbk  
Tahun 2011 - 2015

| Tahun | Rasio (%) | Standar Penilaian | Peringkat | Kategori     |
|-------|-----------|-------------------|-----------|--------------|
| 2011  | 85.52%    | BOPO ≤ 94%        | 1         | Sangat Sehat |
| 2012  | 84.48%    | BOPO ≤ 94%        | 1         | Sangat Sehat |
| 2013  | 85.12%    | BOPO ≤ 94%        | 1         | Sangat Sehat |
| 2014  | 64.85%    | BOPO ≤ 94%        | 1         | Sangat Sehat |
| 2015  | 97.41%    | BOPO > 97%        | 5         | Tidak Sehat  |

Sumber : Laporan Keuangan dan Standar Penilaian BI

Dilihat dari Tabel di atas, rasio BOPO pada tahun 2011 – 2013 berada dibawah ≤ 94% (peringkat 1) dari ketentuan BI, sehingga dapat dikatakan bahwa pada tahun 2011 – 2014 PT. Bank Muamalat, Tbk termasuk dalam kategori sangat sehat karena mampu melakukan efisiensi biaya operasional. Namun pada tahun 2015, rasio BOPO meningkat dan berada pada >97% (peringkat 5) dari standar BI yaitu sebesar 97,41%, sehingga dapat dinyatakan kontrol biaya operasional (efisiensi biaya) PT. Bank Muamalat, Tbk pada tahun 2015 tidak sehat karena semakin tinggi rasio BOPO, maka semakin rendah kemampuan PT. Bank Muamalat, Tbk dalam melakukan efisiensi biaya operasional untuk menghasilkan pendapat.

d. Rasio NOM (*Net Operating Margin*)**Tabel 8** : Perhitungan Rasio NOM PT, Bank Muamalat, Tbk  
Tahun 2011 - 2015

| Tahun | Rasio (%) | Standar Penilaian | Peringkat | Kategori     |
|-------|-----------|-------------------|-----------|--------------|
| 2011  | 5.01%     | NOM > 3%          | 1         | Sangat Sehat |
| 2012  | 4.64%     | NOM > 3%          | 1         | Sangat Sehat |
| 2013  | 4.64%     | NOM > 3%          | 1         | Sangat Sehat |
| 2014  | 3.40%     | NOM > 3%          | 1         | Sangat Sehat |
| 2015  | 0.27%     | NOM ≤ 1%          | 5         | Tidak Sehat  |

Sumber : Laporan Keuangan dan Standar Penilaian BI

Dilihat dari Tabel di atas, rasio NOM pada tahun 2011 – 2014, rasio NOM PT. Bank Muamalat, Tbk berada di atas >3% (peringkat 1) dari standar BI, sehingga dapat dinyatakan bahwa pada tahun 2011 – 2014, PT. Bank Muamalat, Tbk termasuk dalam kategori sangat sehat karena mampu mengelola aktiva produktif untuk menghasilkan laba. Namun pada tahun 2015, rasio NOM menurun menjadi sebesar 0,27% yang berada bawah ≤1% (peringkat 5) dari standar BI, sehingga dapat dinyatakan bahwa pada tahun 2015 PT. Bank Muamalat, Tbk termasuk dalam kategori tidak sehat karena rendahnya kemampuan bank dalam mengelola aktiva produksi untuk menghasilkan laba.

**Aspek Likuiditas**

**Tabel 9** : Perhitungan Rasio STM PT, Bank Muamalat, Tbk  
Tahun 2011 - 2015

| Tahun | Rasio (%) | Standar Penilaian | Peringkat | Kategori     |
|-------|-----------|-------------------|-----------|--------------|
| 2011  | 109.39%   | STM > 25%         | 1         | Sangat Sehat |
| 2012  | 116.09%   | STM > 25%         | 1         | Sangat Sehat |
| 2013  | 113.52%   | STM > 25%         | 1         | Sangat Sehat |
| 2014  | 38.86%    | STM > 25%         | 1         | Sangat Sehat |
| 2015  | 43.61%    | STM > 25%         | 1         | Sangat Sehat |

Sumber : Laporan Keuangan dan Standar Penilaian BI

Dilihat dari Tabel di atas, aspek *liquiditas* melalui rasio STM PT. Bank Muamalat, Tbk pada tahun 2011 – 2015 termasuk dalam peringkat sangat sehat karena semua rasio STM berada di atas ketentuan BI yaitu >25% (bobot 1). PT. Bank Muamalat, Tbk memiliki kemampuan dalam memenuhi kewajiban jangka pendek, walaupun masih berfluktuasi dan mengalami penurunan secara drastis pada tahun 2014 dengan selisih penurunan sebesar 74,66% dibanding dengan tahun 2013, tetapi masih dalam kategori sehat.

Secara umum penilaian kondisi kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk selama periode 2011 – 2015 dengan menggunakan analisis CAMEL dilakukan dengan pemberian peringkat pada masing – masing rasio setiap tahun yang berdasarkan standar BI. Berikut rekapitulasi peringkat kesehatan bank:

**Tabel 10.** Rekapitulasi Perhitungan Peringkat Kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk  
Tahun 2011 - 2015

| Aspek Penilaian     | Rasio | Peringkat |      |      |      |      | Rata - Rata | Kriteria     |
|---------------------|-------|-----------|------|------|------|------|-------------|--------------|
|                     |       | 2011      | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |             |              |
| Capital             | CAR   | 1         | 1    | 1    | 1    | 1    | 1           | Sangat Sehat |
| Asset               | NPF   | 1         | 1    | 1    | 2    | 2    | 1           | Sangat Sehat |
| Management          | GWM   | 1         | 1    | 1    | 1    | 1    | 1           | Sangat Sehat |
| Earning             | ROA   | 1         | 1    | 2    | 4    | 4    | 2           | Sehat        |
|                     | ROE   | 1         | 1    | 1    | 4    | 4    | 2           | Sehat        |
|                     | BOPO  | 1         | 1    | 1    | 1    | 5    | 2           | Sehat        |
|                     | NOM   | 1         | 1    | 1    | 1    | 5    | 2           | Sehat        |
| Learning            | STM   | 1         | 1    | 1    | 1    | 1    | 1           | Sangat Sehat |
| Peringkat per Tahun |       | 1         | 1    | 1    | 2    | 3    | 2           | Sehat        |

Sumber : Data Penelitian Diolah

Berdasarkan Tabel di atas, secara umum peringkat penilaian kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk adalah sebesar 2 dari standar BI, artinya bahwa PT. Bank Muamalat, Tbk tergolong sehat dan mampu mengatasi pengaruh negatif kondisi perekonomian dan industri keuangan, namun bank masih memiliki kelemahan – kelemahan minor yang dapat segera diatasi melalui tindakan rutin. Semakin rendah bobot dimiliki, maka semakin sehat kondisi perbankan. Namun bobot penilaian atas rasio NOM (*net operating margin*) dan BOPO masih sangat rendah yaitu sebesar 5 pada tahun 2015. Rendahnya peringkat dari rasio NOM pada tahun 2015 disebabkan tingginya rasio BOPO, yaitu tingginya biaya operasional untuk menghasilkan pendapatan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kondisi PT. Bank Muamalat, Tbk secara umum selama tahun 2011 – 2015 termasuk dalam kategori sehat karena kemampuan bank dalam memenuhi kecukupan modal untuk membiayai aktiva yang beresiko, pengelolaan pembiayaan, dan pemenuhan kewajiban jangka pendek melalui rasio CAR, NPF, dan STM termasuk dalam kategori sangat baik. Peringkat kesehatan bank yang sangat baik terjadi selama tahun 2011 – 2013 karena semua rasio memiliki peringkat 1 artinya persentase rasio berada di atas standar yang ditetapkan oleh BI, kecuali persentase rasio ROA yang mengalami penurunan sehingga memperoleh peringkat 2 pada tahun 2013, tetapi masih dalam kategori sehat. Namun pada tahun 2014, kualitas kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk mengalami penurunan, tetapi masih termasuk dalam kategori sehat karena bank memperoleh peringkat 2 dari standar yang ditetapkan oleh BI. Penurunan kualitas kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk terlihat dari penurunan persentase rasio ROA dan ROE hingga memperoleh peringkat 4 dari standar yang ditetapkan oleh BI dan termasuk dalam kategori kurang sehat, artinya kemampuan PT. Bank Muamalat, Tbk dalam pengelolaan aktiva dan modal untuk menghasilkan laba masih kurang baik. Pada tahun 2015 kualitas kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk mengalami penurunan dan termasuk dalam kategori cukup sehat karena bank memperoleh peringkat 3 dari standar yang ditetapkan oleh BI. Penurunan kualitas kesehatan PT. Bank Muamalat, Tbk terlihat dari penurunan rasio BOPO dan NOM hingga memperoleh peringkat 5 dari standar yang ditetapkan oleh BI dan termasuk dalam kategori tidak sehat, artinya kemampuan PT. Bank Muamalat, Tbk melakukan efisiensi biaya operasional dan menghasilkan laba operasional masih tidak baik. Salah satu rendahnya rasio NOM disebabkan tingginya biaya operasional yang dikeluarkan pihak bank

**DAFTAR PUSTAKA**

- Almilia, Spica, Lusiana, 2005. "Analisis Rasio CAMEL terhadap Prediksi Kondisi Bermasalah pada Lembaga perbankan Periode 200 – 2002", Vol. 7. No.2. Jurnal Akuntansi Keuangan
- Angraini, Oktafrida, 2011. "Penilaian Tingkat Kesehatan Bank dengan Menggunakan Metode CAMEL pada PT. Bank Pembangunan Daerah tahun 2006 – 2009". Skripsi. Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Bank Indonesia, 2013. "Statistik Perbankan Syariah". Tim Informasi Perbankan Syariah. [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id)
- Bank Indonesia, 2014. "Statistik Perbankan Syariah". OJK. [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id)
- Bank Indonesia, 2015. "Statistik Perbankan Syariah". OJK. [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id)
- Dwi, Rahma, Dhika, 2009. "Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Profitabilitas Bank Syariah di Indonesi", Skripsi.UNDIP. Semarang.
- Kaligis, Wilhelwina, Yulia, 2013. "Analisis Tingkat Kesehatan Bank dengan menggunakan metode CAMEL pada Industri Perbankan BUMN yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia". Jurnal EMBA. Vol. 1. No. 3. September 2013
- Kasmir, 2011. "Analisis Laporan Keuangan". Catatan Keempat, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Kasmir, 2014. "Bank dan Lembaga Keuangan Lainnya". Catatan Keempat, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Peraturan Bank Indonesia, 2013. "Giro Wajib Minimum dalam Rupiah dan Valuta Asing Bagi Bank Umum Syariah & Unit Usaha Syariah No. 15/16/PBI/2013". 31 Desember 2013. [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id)
- Peraturan Bank Indonesia, 2007. "sistem penilaian tingkat kesehatan bank umum berdasarkan prinsip syariah Nomor 9/1/PBI/ 2007". 24 Januari 2007. [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id)
- Primawan, Rivan, Raden, 2015. "Pengaruh Pembiayaan Bermasalah dan Rasio Liquiditas terhadap Tingkat Pengembalian Modal pada PT. Bank Syariah Mandiri". Skripsi. Fakultas Ekonomi. Universitas Komputer Indonesia. Bandung
- Rahman, Rizqi, Zia, 2013. "Analisis Kesehatan Bank Syariah dengan Menggunakan Metode CAMEL (Studi Kasus pada PT. Bank BRI Syariah Tahun 2008 – 2011)". Naskah Publikasi. Fakultas Ekonomi Bisnis. UMS. Surakarta
- Sudarsono, Heri, 2015. "Bank dan Lembaga Keuangan Syariah Deskripsi dan Ilustrasi". Ekonosia. Yogyakarta.
- Sugiono, 2012. "Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif R & D". Alfabet. Bandung
- Surat Edaran BI, 2007. "sistem penilaian tingkat kesehatan bank umum berdasarkan prinsip syariah No. 9/24/DPbS/2007". 30 Oktober 2007. [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id)
- Suwiknyo, Dwi, 2014. "Analisis Laporan Keuangan Perbankan Syariah". Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Syamsuddin, dkk, 2011. "Metode Penelitian Bahasa". PT. Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Tim PRES BI, 2012. "Kondifikasi Peraturan Bank Indonesia Tentang Kelembagaan Penilaian Kesehatan Bank", PRESBI
- Undang – Undang RI No. 10 tahun 1998. "Tentang Perbankan". 10 November. [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id)
- Undang – Undang RI No. 21 Tahun 2008. "Tentang Perbankan Syariah". 16 Juli. [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id)
- Wilopo, 2001. "Prediksi Kebangkrutan Bank". Jurnal Riset Akuntansi Indonesia. Vol. 4.No. 2. Mei 2001: 184-198  
[www.idx.co.id](http://www.idx.co.id)  
[www.muamalat.co.id](http://www.muamalat.co.id)

## **PENGARUH INOVASI, KREATIVITAS, DAN KEPUASAN KONSUMEN TERHADAP KEUNGGULAN KOMPETITIF: SEBUAH STUDI KASUS**

**Welly Mulyadi; Riswan E. Tarigan dan Andree E. Widjaja\***

Program Studi Sistem Informasi, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Banten

\*Alamat Korespondensi: andree.widjaja@uph.edu

**Abstrak.** Pada era globalisasi sekarang ini setiap perusahaan harus siap untuk menghadapi perubahan - perubahan agar dapat mempertahankan keunggulan bersaingnya. Konsumen mempunyai banyak pilihan produk yang dapat mereka beli. Oleh karena itu, perusahaan harus mampu berinovasi agar konsumen tetap memilih produk mereka. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh dari inovasi, kreativitas dan kepuasan konsumen terhadap keunggulan kompetitif yang dimiliki oleh Apple, Inc. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dimana menggunakan kuesioner yang dibagikan ke 100 responden. Para responden adalah pengguna perangkat dan jasa Apple, Inc. Penelitian ini menggunakan Microsoft Excel 2016 untuk menguji validitas data yang terkumpul dari kuesioner, dilanjutkan menggunakan Eviews versi 6 untuk menganalisis data yang terkumpul dengan analisis regresi berganda. Hasil yang didapatkan adalah variabel independen (inovasi, kreativitas, serta kepuasan konsumen) baik secara simultan maupun secara parsial mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap keunggulan kompetitif.

**Kata kunci:** Inovasi, Kreativitas, Keunggulan kompetitif, Apple

### **PENDAHULUAN**

Kondisi sekarang dimana perkembangan teknologi begitu cepat dan persaingan semakin kompetitif, sangat penting bagi perusahaan untuk mempertahankan dan meningkatkan keunggulan kompetitif perusahaan mereka. Apple sebagai perusahaan teknologi terkemuka harus mempertahankan keunggulan kompetitif mereka dari para pesaing mereka. Salah satu kunci utama untuk memenangkan persaingan terletak pada keunggulan kompetitif. Menurut Narver dan Slater (1990:21) keunggulan kompetitif dapat dicapai apabila perusahaan mampu memberikan nilai yang lebih kepada pelanggan dibandingkan yang diberikan oleh pesaingnya. Keunggulan bersaing dapat berasal dari berbagai aktivitas perusahaan seperti dalam hal merancang, memproduksi, memasarkan, menyerahkan, dan mendukung produknya.

Apple memang terkenal sebagai perusahaan yang memiliki banyak inovasi, kreativitas serta kepuasan konsumen. Hal ini terbukti dengan berbagai produk yang telah mereka ciptakan seperti Mac OS yang menjadi pelopor penggunaan *Graphic User Interface* di masanya, lalu iMac dimana komputer personal menjadi kompak dan tidak ribet, iPod adalah perangkat yang dapat menyimpan lagu dengan banyak, iPhone yang merubah kiblat dunia *smartphone* dan masih banyak lagi. Menurut Kotler (2005:310) kepuasan konsumen berhubungan erat dengan kualitas produk dan jasa yang dihasilkan oleh suatu perusahaan, dimana tingkat kualitas yang tinggi akan menghasilkan kepuasan konsumen yang lebih tinggi juga. Sebagaimana yang diuraikan oleh Freeman (2004), inovasi adalah upaya dari perusahaan dengan menggunakan teknologi dan informasi untuk mengembangkan, memproduksi serta memasarkan produk yang baru untuk industri.

Inovasi juga adalah sesuatu yang muncul dari kemampuan untuk melihat koneksi, mengidentifikasi kesempatan dan kemudian mengambil keuntungan dari hal tersebut (Tidd, 2005). Sedangkan Menurut Buchari (2004:18) inovasi berarti mengamati konsumen untuk menemukan dan memuaskan konsumennya dengan memberikan produk yang baru. Kemajuan teknologi yang cepat dan tingginya tingkat persaingan menuntut setiap perusahaan untuk terus menerus melakukan inovasi produk yang pada akhirnya akan meningkatkan keunggulan bersaing pada perusahaan tersebut. Agar perusahaan dapat memiliki keunggulan kompetitif, maka setiap perusahaan dituntut untuk melakukan kreativitas terhadap produk yang mereka pasarkan secara berkala. Kreativitas produk dapat dilakukan dengan mengembangkan ide baru dari ide yang telah dimilikinya dan atau yang bersumber dari pihak lain yang mana kreativitas produk tersebut dapat memberi pengaruh terhadap keunggulan bersaing.

Permasalahannya di sini adalah untuk melihat pengaruh dari inovasi, kreativitas produk serta kepuasan konsumen terhadap keunggulan kompetitif. Karena keunggulan kompetitif sendiri muncul dari berbagai faktor diantaranya adalah inovasi, kreativitas serta kepuasan konsumen. (Porter, 1998). Kandampully dan Duddy (1999) mengemukakan bahwa inovasi merupakan faktor penting untuk mencapai keunggulan bersaing. Kepuasan pelanggan dapat menjadi landasan penting bagi perusahaan untuk kemampuan dalam membuat keunggulan kompetitif yang akan berujung pada keuntungan (Sutherland & Canwell, 2004). Maka pertanyaan-pertanyaan dibawah ini akan terjawab:

1. Apakah Inovasi secara parsial mempengaruhi keunggulan kompetitif?
2. Apakah Kreativitas secara parsial mempengaruhi keunggulan kompetitif?
3. Apakah Kepuasan Konsumen secara parsial mempengaruhi keunggulan kompetitif?
4. Apakah Inovasi secara simultan mempengaruhi keunggulan kompetitif?

5. Apakah Kreativitas secara simultan mempengaruhi keunggulan kompetitif?
6. Apakah Kepuasan Konsumen secara simultan mempengaruhi keunggulan kompetitif?

Berhubung dengan perkembangan teknologi yang begitu pesat seperti yang telah disebutkan sebelumnya, Apple diwajibkan untuk dapat mempertahankan keunggulan kompetitif miliknya dengan berbagai cara agar dapat terus bersaing di dalam pasar dan tidak kalah dengan pesaingnya. Salah satunya melalui inovasi serta kreativitas produk yang dapat meningkatkan kepuasan konsumen, dimana ketiga hal ini akan mempengaruhi keunggulan kompetitif milik Apple inc. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mencari tahu apakah inovasi, kreativitas produk serta kepuasan konsumen memiliki pengaruh terhadap keunggulan kompetitif, dimana hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pembelajaran mengenai apa yang mempengaruhi keunggulan kompetitif di Apple inc. Kontribusi dari penelitian ini dibagi menjadi dua bagian utama: Secara teoritis penelitian ini diharapkan dapat memperkaya ilmu pengetahuan dan memberikan sumbangan pemikiran bagi perkembangan ilmu ekonomi terkait dengan inovasi produk, kreativitas, kepuasan pelanggan serta keunggulan kompetitif. Secara praktis, penelitian ini diharapkan untuk dapat memberikan informasi tambahan dan Gambaran tentang inovasi, kreativitas, kepuasan konsumen serta pengaruhnya terhadap keunggulan kompetitif Apple Inc. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi, sumber pengetahuan, dan bahan kepustakaan atau bahan penelitian bagi penelitian-penelitian berikutnya.

## **METODE**

*Inovasi.* Menurut Buchari (2004:18) inovasi berarti mengamati konsumen untuk menemukan dan memuaskan konsumennya dengan memberikan produk yang baru. Inovasi adalah sebuah perkembangan dan implementasi dari ide baru dari waktu ke waktu di dalam sebuah institusi (Van De Ven, 1986). Nelly (2001) mengatakan bahwa inovasi produk menunjukkan pada pengembangan dan pengenalan produk baru atau dikembangkan yang berhasil dipasarkan. Inovasi produk dapat berupa perubahan desain, komponen dan arsitektur produk. Drucker (1985) menyatakan bahwa inovasi produk merupakan satu hal yang potensial untuk menciptakan pemikiran dan imajinasi orang yang pada akhirnya menciptakan pelanggan.

*Kreativitas.* Pendapat Woolfook (dalam Riani (2005)) memberikan batasan bahwa kreativitas adalah kemampuan individu untuk menghasilkan sesuatu yang baru atau untuk memecahkan masalah. Sedangkan menurut Guilford (1976) kreativitas adalah cara-cara berpikir yang divergen, berpikir yang produktif, berdaya cipta berpikir heuristik dan berpikir lateral. Sedangkan Freedom (dalam Riani (2005)) mengemukakan kreativitas sebagai kemampuan untuk memahami dunia, menginterpretasi pengalaman dan memecahkan masalah dengan cara yang baru dan asli. Berdasarkan pendapat para ahli psikologi, Danny dan Davis (dalam Riani (2005)) mengemukakan sejumlah aspek yang berbeda termasuk dalam kriteria kreativitas.

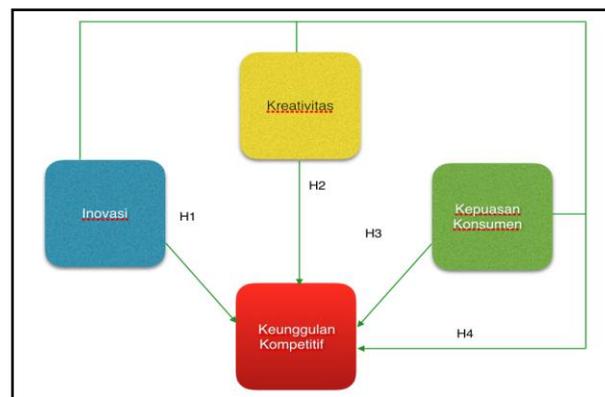
*Kepuasan Konsumen/Pelanggan.* Menurut Band (dalam Nasution, 2005) mengatakan bahwa kepuasan tercapai ketika kualitas memenuhi dan melebihi harapan, keinginan dan kebutuhan konsumen. Menurut Taufiq (2005) kepuasan konsumen adalah sejauh mana manfaat sebuah produk dirasakan (*perceived*) sesuai dengan apa yang diharapkan pelanggan. Sebaliknya, apabila kualitas tidak memenuhi dan melebihi harapan, keinginan dan kebutuhan konsumen maka kepuasan tidak dapat dipenuhi. Konsumen yang tidak puas terhadap barang atau jasa yang dikonsumsinya akan mencari perusahaan lain yang mampu menyediakan kebutuhannya. Jadi kesimpulannya bahwa kepuasan konsumen merupakan tingkat perasaan seseorang setelah membandingkan kinerja produk yang dia rasakan dengan harapannya. Apple selama ini memiliki reputasi yang sangat baik terkait dengan kepuasan konsumen.

*Keunggulan Kompetitif/Bersaing.* Menurut Satyagraha (1994) keunggulan kompetitif adalah kemampuan suatu perusahaan untuk memberikan nilai lebih terhadap produknya dibandingkan para pesaingnya dan nilai tersebut bermanfaat bagi konsumen. Perusahaan dikatakan mempunyai keunggulan kompetitif jika posisi perusahaan unggul dibandingkan dengan perusahaan lain atau dalam perspektif penjualan dapat dikatakan lebih baik dari para pesaingnya. Dan pada hakekatnya keunggulan bersaing yaitu menemukan posisi dalam suatu industri, dimana perusahaan dapat melindungi atas tekanan (gaya) persaingan atau dapat juga mempengaruhi dan mengendalikan tekanan tersebut secara positif.

Setelah melakukan perbandingan dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka penelitian yang akan dilakukan adalah dengan menganalisa pengaruh dari inovasi, kreativitas dan kepuasan konsumen terhadap keunggulan kompetitif pada Apple Inc.. Dengan mempertimbangkan hal-hal yang telah disebutkan sebelumnya maka hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut: H1: Apakah inovasi berpengaruh signifikan terhadap keunggulan kompetitif perusahaan? H2: Apakah kreativitas berpengaruh signifikan terhadap keunggulan kompetitif perusahaan? H3: Apakah kepuasan konsumen berpengaruh signifikan terhadap keunggulan kompetitif perusahaan? H4: Apakah inovasi, kreativitas dan kepuasan konsumen secara simultan berpengaruh signifikan terhadap keunggulan kompetitif perusahaan?

Penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dengan mengumpulkan data menggunakan metode kuesioner dengan skala *likert*. Perbedaan penelitian ini dibandingkan penelitian lainnya adalah penelitian ini akan lebih spesifik mempelajari mengenai keunggulan kompetitif pada Apple inc. dan menggunakan analisis regresi berganda dengan program E-Views versi 6. Variabel independen yang digunakan di dalam penelitian ini adalah variabel Inovasi, Kreativitas, dan Kepuasan Konsumen. Sementara variabel dependen di dalam penelitian ini adalah Keunggulan Kompetitif. Gambar 1 menunjukkan kerangka penelitian. Metode penelitian yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Untuk metode pengumpulan data kuesioner dengan skala *likert* (1-6) dimana 1 berarti sangat tidak setuju hingga 6 yang berarti sangat setuju. Kuesioner disebar dan berhasil terkumpul sebanyak 100 buah. Data yang terkumpul kemudian dilakukan analisis regresi berganda. Software analisis yang digunakan untuk penelitian ini adalah program E-views versi 6. Analisis akan dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95%, dan menggunakan metode *ordinary least square*.

Dalam penelitian ini model regresi berganda yang akan digunakan adalah sebagai berikut  $CA = \beta_1 \text{Inovasi} + \beta_2 \text{Kreatif} + \beta_3 \text{Kepuasan} + e$ ; dimana, CA = Keunggulan kompetitif;  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  = Koefisien variabel independen; Inovasi = Inovasi; Kreatif = Kreativitas; Kepuasan = Kepuasan konsumen; e = Error.



**Gambar 1.** Kerangka Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji validitas digunakan untuk mengetahui kelayakan setiap butir pertanyaan di dalam suatu kuesioner dalam mendefinisikan suatu Variabel. Uji Validitas dilakukan pada setiap pertanyaan yang ada. Hasil  $r$  hitung dibandingkan dengan  $r$  Tabel dimana  $df = n - 3$  dengan signifikansi 5%. Jika  $r$  hitung <  $r$  Tabel maka dapat disimpulkan valid (Widarjono, 2007). Untuk uji validitas penelitian akan menggunakan program Microsoft Excel.

Dengan model regresi berganda yang telah ditentukan akan dilakukan pengujian hipotesis dengan melihat hasil dari pengujian berikut ini: Menurut Kutner (2004) F-Test atau uji ANOVA adalah uji statistik dimana terdapat distribusi F dibawah null hypothesis. F - Test dilakukan untuk menguji apakah model regresi yang di buat sudah baik/signifikan atau tidak baik/non signifikan. Menurut Gujarati (2003) F-Test dapat dilakukan dengan membandingkan nilai dari Prob (F-Statistic) kemudian membandingkannya dengan nilai  $\alpha$ . Jika Prob (F-Statistic) lebih kecil daripada nilai  $\alpha$  maka variabel independen yang digunakan dalam model penelitian secara simultan mempengaruhi variabel dependen dari model penelitian yang diuji. Uji koefisien determinasi ( $R^2$ ), menurut Gujarati (2003), adalah koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang intinya mengukur nilai dari  $R^2$  untuk melihat seberapa besar pengaruh variabel independen secara simultan terhadap variabel dependen. Uji ini harus dilakukan bersamaan dengan uji F-Test. Jika nilai  $R^2$  bernilai 0.80 maka secara simultan variabel independen mempengaruhi variabel independen sebesar 80% dan 20% sisanya dipengaruhi oleh variabel lainnya. Autokorelasi, menurut Gujarati (2003), jika residual atau variabel gangguan dari model pada periode tertentu memiliki hubungan atau berkorelasi dengan variabel gangguan dari model pada periode lainnya maka dikatakan terdapat autokorelasi. Salah satu cara untuk menguji ini adalah dengan membandingkan nilai Prob. F dari hasil *Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test* dengan nilai  $\alpha$  5%, Jika nilai Prob. F lebih besar dari pada nilai  $\alpha$  5% maka model terbebas dari kasus autokorelasi.

**Tabel 1.** r hitung untuk setiap pertanyaan

|            |         |         |
|------------|---------|---------|
| Pertanyaan | 1       | 2       |
| r hitung   | 0.90934 | 0.83479 |
| Pertanyaan | 3       | 4       |
| r hitung   | 0.83394 | 0.92431 |
| Pertanyaan | 5       | 6       |
| r hitung   | 0.89837 | 0.89777 |
| Pertanyaan | 7       | 8       |
| r hitung   | 0.79999 | 0.88734 |
| Pertanyaan | 9       | 10      |
| r hitung   | 0.89668 | 0.84788 |
| Pertanyaan | 11      | 12      |
| r hitung   | 0.91023 | 0.90067 |
| Pertanyaan | 13      | 14      |
| r hitung   | 0.88837 | 0.84381 |

Tabel 1 di atas menunjukkan hasil r hitung untuk setiap pertanyaan sementara r Tabel untuk tingkat signifikansi 5% dengan nilai df  $(100-3) = 97$  adalah 0.1663. Sehingga hasil uji validitas dengan menggunakan excel menunjukkan bahwa seluruh pertanyaan yang digunakan dalam kuesioner valid. Hal ini dapat dilihat dari hasil r Tabel yang lebih kecil dibandingkan r hitung. Dapat disimpulkan bahwa 14 butir pertanyaan dalam kuesioner dapat dipastikan valid. Maka data dari hasil kuesioner dapat digunakan untuk proses regresi.

**Tabel 2.** Hasil Regresi Linear

| Dependent Variable | CA          | Method                |             | Least Squares |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|---------------|
| Sample             | 1 100       | Included Observations |             | 100           |
| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob          |
| C                  | -5.366176   | 1.596364              | -3.361500   | 0.0011        |
| INOVASI            | 0.508477    | 0.199662              | 2.546690    | 0.0125        |
| KREATIF            | 0.647079    | 0.224522              | 2.882030    | 0.0049        |
| KONSUMEN           | 0.832419    | 0.154894              | 5.374127    | 0.0000        |
| R-squared          | 0.798382    | F-statistic           |             | 126.7160      |
| Adjusted R-squared | 0.792082    | Prob(F-statistic)     |             | 0.000000      |

Analisa dilakukan dengan menggunakan metode regresi linear berganda. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa variabel independen inovasi, kreatif dan konsumen secara parsial berpengaruh signifikan terhadap keunggulan kompetitif milik Apple Inc (dilihat dari hasil regresi melalui nilai *Coefficient*). Secara parsial variable Inovasi berpengaruh signifikan terhadap keunggulan kompetitif milik Apple Inc. sebesar 0.508477 atau 50.85%. Lalu variabel kreatif secara parsial juga mempengaruhi keunggulan kompetitif milik Apple Inc. sebesar 0.647079 atau 64.7%. Selain itu variabel konsumen (Kepuasan Konsumen) secara parsial juga mempengaruhi keunggulan kompetitif milik Apple Inc. sebesar 0.832419 atau 83.24%.

Jika dilihat dari hasil tes  $R^2$ , maka variabel independen inovasi, kreatif dan konsumen secara simultan berpengaruh signifikan terhadap keunggulan kompetitif milik Apple Inc sebesar 0.798382 atau sebesar 79.83%. Hal ini diperkuat dengan hasil dari F-Test (Prob(F-statistic)) yang menunjukkan nilai 0.000000 lebih kecil daripada nilai alpha yang digunakan (5%). Maka dapat disimpulkan bahwa baik secara parsial maupun simultan ketiga variabel independen (inovasi, kreativitas, dan kepuasan pelanggan) secara signifikan mempengaruhi keunggulan kompetitif milik Apple Inc. Hasil analisis membuktikan bahwa hipotesis dari penelitian adalah: H1: Inovasi produk berpengaruh signifikan terhadap keunggulan kompetitif perusahaan, H2: Kreativitas produk berpengaruh signifikan terhadap keunggulan kompetitif perusahaan, H3: Kepuasan konsumen berpengaruh signifikan terhadap keunggulan kompetitif perusahaan, H4: Inovasi, kreativitas produk apple inc. dan kepuasan konsumen secara simultan berpengaruh signifikan terhadap keunggulan kompetitif. Menurut hasil uji autokorelasi menggunakan *Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test* dapat dilihat dari nilai Prob. F sebesar 0.4545 yang lebih besar dari nilai alpha (5%)/0.05. Maka dapat disimpulkan bahwa model penelitian ini terbebas dari kasus autokorelasi.

**Tabel 3.** Hasil Uji Autokorelasi

| Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test |          |                     |        |
|--------------------------------------------|----------|---------------------|--------|
| F-statistic                                | 0.795262 | Prob.F(2,94)        | 0.4545 |
| Obs*R-squared                              | 1.663892 | Prob. Chi-Square(2) | 0.4352 |

## KESIMPULAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari 100 kuesioner yang telah diisi oleh pengguna jasa dan produk Apple Inc. Hasil dari penelitian ini menguatkan penelitian yang sudah dibuat sebelumnya mengenai pengaruh inovasi, kreativitas dan kepuasan konsumen terhadap keunggulan kompetitif, dimana hasilnya baik secara parsial maupun secara simultan berpengaruh secara signifikan. Penelitian terdahulu seperti Dismawan (2013) dan Resha (2015) membuktikan bahwa baik secara parsial maupun simultan inovasi dan kreativitas berpengaruh signifikan terhadap keunggulan kompetitif/bersaing dimana Dismawan melakukan penelitian pada kue soes, dan Resha pada distro. Maka dapat disimpulkan bahwa pada industri yang berbeda hasil yang didapatkan bahwa inovasi dan kreativitas berpengaruh secara signifikan pada keunggulan kompetitif perusahaan. Pada penelitian ini disematkan variabel tambahan yaitu kepuasan konsumen dan hasil yang diperoleh bahwa secara simultan maupun parsial berpengaruh terhadap keunggulan kompetitif pada studi kasus Apple Inc. Oleh karena itu perusahaan harus terus melakukan inovasi dan kreativitas terhadap produk dan jasa mereka agar tingkat kepuasan konsumen bertambah dan dapat meningkatkan keunggulan kompetitif perusahaan. Keunggulan kompetitif diperlukan agar perusahaan dapat bersaing dengan kompetitor dan dapat mendatangkan keuntungan bagi perusahaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Buchari, A., 2004. Manajemen pemasaran dan pemasaran jasa. *Alfabeta*, Bandung.
- Dismawan, R., 2013. Pengaruh kreativitas produk dan inovasi produk terhadap keunggulan bersaing produk kue soes pada toko kue soes merdeka di Jl. Merdeka No. 25 Bandung. *Unikom*, Bandung.
- Drucker, P.F., 1985. Innovation and entrepreneurship: practice and principles. *Harper and Row Publishers, New York*.
- Freeman, C., 2004. The economics of industrial. 3rd Ed. *Taylor and Francis Group*, London.
- Guilford, J.P., 1976. Aptitude for creative thinking: One or many?. *The Journal of Creative Behavior*, **5**:165-169.
- Gujarati, N.D., 2003. Basic econometrics. 4th ed. *McGraw-Hill*, New York.
- Kandampully, J., & Duddy, R., 1999. Competitive advantage through anticipation, innovation and relationships. *Management Decision*, **37**:51 - 56.
- Kotler, P., 2005. Manajemen pemasaran analisis, perencanaan dan pengendalian, Jilid Dua, *Erlangga*, Jakarta.
- Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J., & Neter, J., 2004. Applied linear regression models. 4th ed. *McGraw-Hill*, New York.
- Narver, J.C., & Slater, S.F., 1990. The effect of market orientation on business profitability. *Journal of Marketing*, **54**:20-35.
- Nasution, M. N., 2005. Manajemen mutu terpadu (total quality management). *Ghalia Indonesia*, Bogor.
- Nelly, A., 2001. New product quality and product development teams. *Journal of Marketing*, **64**:111-123.
- Porter, M. E., 1998. The competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. *Free Press*, New York.

- Resha, A., 2015. Pengaruh kreativitas dan inovasi terhadap keunggulan bersaing (survey pada distro blankwear Bandung). *Unikom*, Bandung.
- Riani, A.L., et.al., 2005. *Dasar-dasar kewirausahaan. UPT Penerbitan dan Percetakan UNS (UNS Press)*, Surakarta.
- Satyagraha, H., 1994. Keunggulan bersaing dan aliansi strategis: Redefinisi SWOT. *Usahawan*. No.4, Th.XXIII.
- Sutherland, J., & Canwell, D., 2004. Key concepts in marketing. *Palgrave Macmillan*, Hampshire.
- Taufiq, A.M., 2005. Dinamika pemasaran: Jelajahi & rasakan. *PT. Raja Grafindo Persada*, Jakarta.
- Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K., 2005. Managing innovation: Integrating technological, market and organizational change. 3<sup>rd</sup> ed. *John Wiley & Sons Ltd.*, New Jersey.
- Van De Ven, A. H., 1986. Central problems in the management of innovation. *Management Science*, **32**:590-607.
- Widarjono, A., 2007. Ekonometrika: Teori dan aplikasi untuk ekonomi dan bisnis edisi kedua. *Ekonisia Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia*, Yogyakarta.

## **EVALUASI PENERAPAN *KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM* TERHADAP PRODUKTIVITAS PERUSAHAAN STUDI KASUS: PT XYZ**

**Noviana Christianti\* dan Riswan Efendi Tarigan\***

Program Studi Magister Manajemen Sistem Informasi, Universitas Bina Nusantara, Jakarta

E-mail: noviana\_wu@yahoo.com.sg<sup>1)</sup> dan re.tarigan@gmail.com

**Abstrak.** Tahap awal untuk peningkatan pendistribusian pengetahuan bagi setiap perusahaan adalah dengan menerapkan KMS (*Knowledge Management System*). Penerapan KMS memungkinkan perusahaan untuk tetap mampu berinovasi dan memberikan keunggulan kompetitif. Banyak kontribusi yang didapat oleh perusahaan melalui penerapan KMS, salah satunya yaitu peningkatan produktivitas. PT XYZ merupakan salah satu perusahaan Teknologi Informasi di Indonesia yang telah menerapkan KMS selama 3 tahun terakhir. Masalah yang dihadapi saat ini adalah KMS yang dibangun hanya berdasarkan pemikiran beberapa karyawan tanpa memperhatikan kunci kesuksesan sistem tersebut terhadap produktivitas perusahaan. Ini disebabkan kurangnya penelitian dan survei terhadap karyawan PT XYZ yang telah menggunakan KMS. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibuat sebuah analisis evaluasi mengenai masalah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui secara rinci bagaimana evaluasi penerapan KMS untuk meningkatkan produktivitas perusahaan pada PT XYZ. Pengumpulan data pada penelitian ini akan dilakukan menyebarkan kuesioner kepada beberapa karyawan PT XYZ dengan indikator-indikator untuk mengukur 2 variabel, yaitu penerapan KMS dan peningkatan produktivitas. Pengolahan data dan pengujian hipotesis pada penelitian ini menggunakan metode statistik dengan analisis regresi linear dan ANOVA. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah analisis yang dapat membantu PT XYZ dalam mengembangkan KMS supaya memiliki dampak yang lebih kuat terhadap peningkatan produktivitas.

**Kata kunci:** Pengetahuan, *knowledge management*, *knowledge management system*, produktivitas perusahaan

### **PENDAHULUAN**

Pengetahuan merupakan sebuah informasi yang telah diorganisasikan dan diberi aksi. Di dalam pengetahuan, terdapat informasi yang telah dianalisis sehingga dapat digunakan untuk mengambil keputusan dan memecahkan sebuah masalah (Turban, 2010). Pengetahuan saat ini telah diakui sebagai dasar untuk meningkatkan daya saing dan kunci keberhasilan sebuah perusahaan. Perusahaan memerlukan suatu alat berupa KMS (*Knowledge Management System*) yang dapat mendukung kecepatan para karyawan dalam bekerja (Roblek et. al, 2013).

KMS merupakan sebuah alat untuk mengelola pengetahuan-pengetahuan yang ada pada suatu organisasi (Greco et. al., 2013). Salah satu manfaat utama dari penerapan KMS yaitu karena memberikan kontribusi terhadap produktivitas perusahaan pada tingkat yang berbeda-beda. Kontribusi tersebut dapat berupa peningkatan kinerja, kualitas pelayanan, dan produktivitas akan pertukaran informasi. Beberapa penelitian menguraikan bahwa KMS secara positif mempengaruhi kesesuaian antara apa yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut terhadap kebutuhan pelanggan yang sebenarnya (Raşula et. al., 2012). Ini jelas menunjukkan bahwa KMS memiliki pengaruh yang positif terhadap produktivitas perusahaan. Namun, meskipun dampak dari penerapan KMS telah diteliti dengan menggunakan langkah-langkah yang inovatif oleh para peneliti, tingkat keberhasilan dari penerapan KMS di dunia ini pada umumnya masih tergolong rendah (Castillo dan Cazarini, 2014).

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang didirikan pada tahun 2008 dan bergerak dalam bidang Teknologi Informasi. PT XYZ berbasis di Jakarta Selatan, dan memiliki cabang di Solo. Selama bertahun-tahun, PT XYZ telah berkembang dengan baik dan membangun pengalaman besar dalam beragam industri dari perbankan, manufaktur, konstruksi bangunan, ritel, dan industri manajemen properti, baik perusahaan nasional maupun multinasional. Dalam menjalankan aktivitasnya sehari-hari, PT XYZ memiliki KMS yang telah digunakan selama 3 tahun terakhir. Dapat dikatakan bahwa perusahaan yang menerapkan KMS dapat menciptakan keuntungan yang lebih banyak dibandingkan perusahaan yang tidak menerapkan KMS (Jafari et. al., 2014). Namun, saat ini evaluasi mengenai apakah penerapan KMS di PT XYZ mempengaruhi peningkatan produktivitas perusahaannya tidak pernah dilakukan.

Peran KMS secara keseluruhan dipengaruhi oleh kepuasan dan efektivitas pengguna dalam menggunakannya. Untuk mengetahui apakah KMS tersebut memiliki peran yang penting terhadap produktivitas, dibutuhkan beberapa indikator untuk mengukur dan menguji secara empiris tentang evaluasi penerapan KMS terhadap peningkatan produktivitas (Ahmed et. al., 2015). Namun, KMS pada PT XYZ dibangun hanya berdasarkan pemikiran beberapa karyawan yang dianggap penting bagi perusahaan tanpa memperhatikan kunci kesuksesan sistem tersebut terhadap kepuasan pengguna, efektivitas, atau bahkan produktivitasnya.

Sebagai solusi terhadap latar belakang di atas, maka akan dibuatkan pemaparan analisis mengenai evaluasi penerapan KMS pada PT XYZ terhadap produktivitas perusahaan. Hasil dari penelitian

ini akan berguna bagi PT XYZ sebagai evaluasi dan usulan perkembangan terhadap KMS yang sudah digunakan. Dengan demikian, diharapkan KMS pada PT XYZ dapat semakin menunjang produktivitas perusahaan secara signifikan.

Penerapan KMS kadang kala kurang dirasakan manfaatnya bagi peningkatan produktivitas perusahaan. Padahal, penelitian sebelumnya (Raşula et. al., 2012) menguraikan bahwa penerapan KMS sangat memberikan kontribusi terhadap produktivitas perusahaan. Pembangunan KMS pada PT XYZ juga tidak memperhatikan elemen peningkatan produktivitas dan hanya dibangun berdasarkan pemikiran beberapa karyawan saja. Padahal, penelitian sebelumnya (Ahmed et. al., 2015) menguraikan bahwa beberapa indikator dibutuhkan untuk mengukur dan menguji apakah KMS tersebut telah berperan penting terhadap peningkatan produktivitas. Oleh sebab itu, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

- 1) Apakah penerapan KMS memiliki dampak yang signifikan terhadap efektivitas proses kerja di PT XYZ?
- 2) Apakah penerapan KMS memiliki pengaruh yang positif terhadap efisiensi penggunaan waktu di PT XYZ?
- 3) Apakah penerapan KMS memiliki efek yang kuat terhadap kualitas hasil yang diperoleh PT XYZ?

Melalui rumusan masalah di atas, hasil analisis pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi PT XYZ untuk pengembangan KMS selanjutnya. Dalam penelitian ini, ruang lingkup yang akan dibuat berfokus pada hal-hal sebagai berikut:

- 1) penelitian ini hanya ditujukan untuk PT XYZ sebagai studi kasus;
- 2) hasil analisis evaluasi penerapan KMS untuk meningkatkan produktivitas perusahaan hanya ditujukan untuk manajemen tingkat atas dan menengah, terutama kepala divisi TI (Teknologi Informasi) dan para *Project Manager*;
- 3) hasil analisis evaluasi penerapan KMS hanya digunakan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah didefinisikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) mengkaji apakah penerapan KMS berdampak secara signifikan terhadap efektivitas proses kerja di PT XYZ;
- 2) menganalisis apakah penerapan KMS berpengaruh secara positif terhadap efisiensi penggunaan waktu di PT XYZ;
- 3) meninjau apakah penerapan KMS berdampak kuat terhadap kualitas hasil yang diperoleh PT XYZ.

Data adalah sebuah fakta yang terdiri dari angka, huruf, dan Gambar yang tidak memiliki arti apa-apa. Informasi adalah sekumpulan data yang valid yang dapat dimengerti. Pengetahuan adalah informasi yang diterima oleh otak manusia untuk kemudian diinterpretasikan dan diintegrasikan. Informasi tidak akan bermanfaat apabila tidak diberi aksi atau tindakan atas informasi tersebut (Delak et. al., 2014). Contoh dari pengetahuan yaitu terdapat informasi mengenai laporan pendapatan per tahun pada suatu perusahaan, dari situ dapat diambil tindakan bahwa kinerja karyawan dan produktivitas perusahaan perlu ditingkatkan untuk meningkatkan pendapatannya. Pengetahuan merupakan sumber daya penting untuk menjaga daya saing organisasi.

Jika ditinjau lebih rinci, tipe-tipe pengetahuan meliputi 2 macam, yaitu *tacit knowledge* dan *explicit knowledge*. *Tacit knowledge* adalah pengetahuan yang hanya ada di otak manusia yang biasanya berbentuk pengalaman, keterampilan khusus, dan pemahaman sendiri, sedangkan *explicit knowledge* adalah bentuk pengetahuan yang ditulis oleh manusia atau telah didokumentasikan, sehingga mudah disimpan, dipelajari, dan dibagikan, kepada orang lain (Ragab and Arisha, 2013). Tipe pengetahuan ini wajib didefinisikan bagi seluruh organisasi karena dapat berfungsi sebagai sarana untuk mendapatkan dan mempertahankan keunggulan kompetitif.

*Knowledge management* merupakan sebuah proses untuk mengidentifikasi, menangkap, mengorganisir, dan menyebarkan pengetahuan-pengetahuan intelektual yang sangat penting bagi kinerja organisasi dalam jangka panjang (Lin, 2011). *Knowledge management* berperan untuk mengubah *tacit knowledge* menjadi *explicit knowledge*, artinya pengetahuan milik orang-orang tertentu diubah menjadi pengetahuan yang terdokumentasikan, sehingga dapat dipelajari, contohnya seperti SOP (*Standard Operation Procedures*) pada perusahaan. Namun, pembagian pengetahuan dari *tacit knowledge* ke *tacit knowledge* juga memungkinkan, yaitu dengan melakukannya sambil belajar dari waktu ke waktu. *Knowledge* yang dibagikan juga harus dipastikan kebenarannya. Pentingnya *knowledge management* saat ini tidak lagi terbatas pada pengetahuan intensif perusahaan dalam industri yang memiliki teknologi tinggi, tetapi untuk semua sektor ekonomi dapat memperoleh keuntungan yang besar melalui *knowledge management* tersebut (Teng dan Song, 2011).

Untuk mengaplikasikan *knowledge management* yang sudah didefinisikan sebelumnya, dibutuhkan sebuah *knowledge management system* (KMS) pada organisasi. Tujuannya yaitu sebagai sarana untuk menunjang dan meningkatkan pengetahuan orang dalam organisasi, kinerja, dan produktivitas organisasi (Pension, 2013). Jadi, KMS adalah sistem yang digunakan untuk mengatur pengetahuan dalam sebuah organisasi dan mendukung distribusi pengetahuan supaya proses menjadi lebih cepat, lebih baik, dan

lebih berkualitas dalam bekerja. Namun, salah satu tantangan utama dengan menerapkan KMS pada suatu organisasi adalah mengevaluasi dan menilai keseimbangan antara pengetahuan yang ada pada organisasi dengan kemampuan infrastruktur KMS tersebut (Subramanian et. al., 2012).

KMS bersifat dinamik dan sistematis dalam mengelola pengetahuan organisasi. KMS harus berupa intranet, karena hanya dapat diakses oleh orang-orang dalam organisasi, agar pihak di luar organisasi tidak dapat membacanya. Aplikasi yang termasuk KMS antara lain alat visualisasi, *E-Learning*, *Business Intelligence*, dan sistem manajemen dokumen dan konten. Pengetahuan yang perlu disimpan dalam sebuah KMS yaitu proses, produk, pelanggan, penyedia, dan sumber daya manusia dari organisasi tersebut. KMS mengatur dan menyimpan pengetahuan yang penting lalu dibagikan kepada individu dalam organisasi supaya dapat dibaca dan dipelajari oleh setiap individu, sehingga kinerja organisasi dapat semakin meningkat (Greco et. al., 2013).

Menurut Shelda Debowski, pengukuran penerapan *Knowledge Management System* bagi produktivitas perusahaan dapat dinilai dengan menggunakan beberapa faktor sebagai berikut (Ahmed et. al., 2015):

- a) kolaborasi antar pengguna: Pengguna aktif dalam berinteraksi dan menuangkan pengetahuannya ke dalam sistem sehingga tercipta proses kolaborasi yang efektif. Contohnya, pengguna tertarik untuk selalu membagikan pengetahuan yang diperoleh dari pelatihan atau loka karya;
- b) kualitas informasi yang diperoleh dari pengetahuan: Karakteristik hasil pengetahuan yang diperoleh sesuai dengan kebutuhan pengguna. Contohnya seperti relevansi, mudah dimengerti, akurat, ketepatan waktu, dan kegunaan dari informasi tersebut;
- c) hasil pengetahuan baru dari pengetahuan yang ada: Pengguna dapat menyimpulkan sebuah pengetahuan baru yang didapat dari tinjauan pengetahuan pengguna-pengguna lain. Pengetahuan baru tersebut dapat berupa pengambilan keputusan mengenai penjualan, keuntungan dan kerugian, serta pengurangan biaya;
- d) kualitas layanan dari hasil konversi pengetahuan: Kualitas pengetahuan yang diterima oleh pengguna dapat mengoptimalkan kualitas layanan dari sisi hasil dan waktu. Contohnya seperti tingkat responsivitas dan kompetensi teknis dalam suatu proyek;
- e) solusi dari kesalahan yang pernah terjadi sebelumnya: Pengguna dapat membaca dan mempelajari solusi apa yang dilakukan pengguna lain dalam menghadapi masalah yang dialami saat ini, sehingga kesalahan yang sama dapat dihindari. Contohnya, pengguna menuangkan informasi mengenai cara menghadapi klien yang tidak disiplin atau suka mengubah jadwal yang ditentukan, sehingga pengguna lain dapat meneliti cara-cara tersebut lebih lanjut apabila sedang mengalami hal yang sama.

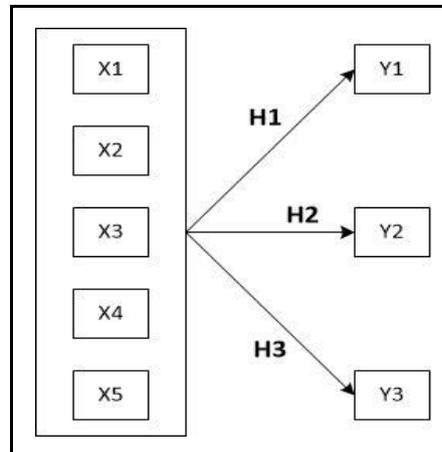
Untuk mengukur produktivitas pada suatu organisasi atau perusahaan, biasanya dicapai dengan beberapa aspek seperti kecepatan, waktu, akurasi, efisiensi, dan efektivitas. Namun, ketika ada perangkat lunak yang digunakan, penting bagi sistem untuk mampu menyediakan informasi bagi organisasi supaya mereka dapat bekerja dan mengambil keputusan. Keberhasilan ini tentu diukur dalam hal kecepatan dan ketepatan dalam memperoleh informasi yang dibutuhkan bagi pengguna dari sebuah sistem untuk mencapai keuntungan pengguna. Beberapa peneliti telah menunjukkan bahwa produktivitas dapat dievaluasi dengan menggunakan dua ukuran, yaitu kinerja dan kualitas kerja. Penelitian yang dilakukan oleh Hodgkinson mengatakan bahwa produktivitas biasanya diukur dengan indikator kuantitatif dan kualitatif, yang pada umumnya terbagi menjadi 3 indikator utama, yaitu efektivitas, efisiensi, dan kualitas untuk menggambarkan hubungan antara input dengan *output* yang dihasilkan. Ini mengacu pada efektivitas dan efisiensi bagi organisasi itu sendiri. Produktivitas itu sendiri dapat ditingkatkan dengan meningkatkan kuantitas dan kualitas dari apa yang dihasilkan sambil menjaga waktu dan sumber daya (Sullivan et. al., 2013).

Namun demikian, terdapat indikator lain dari pengukuran produktivitas, yaitu kemampuan orang untuk menciptakan ide-ide baru yang terkait dengan pekerjaan mereka atau bagaimana mereka melaksanakan pekerjaannya tersebut. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Cohen, kinerja dapat diukur melalui tiga kriteria, yaitu kuantitas *output*, kualitas *output*, dan hasil perilaku. Cohen juga menambahkan pengukuran yang efisien bagi produktivitas, yaitu respon waktu yang berkualitas. Dengan kata lain, ukuran objektif produktivitas tidak tersedia dalam hal apapun, dan tidak akan sama dengan semua individu yang memiliki tugas dan pekerjaan yang berbeda (Ali dan Younes, 2013). Oleh karena itu, untuk tujuan penelitian ini, produktivitas akan diukur dengan efektivitas, efisiensi, dan kualitas hasil yang diperoleh.

Penelitian ini merupakan penelitian baru untuk mengevaluasi penerapan *Knowledge Management System* (KMS) terhadap produktivitas perusahaan PT XYZ, sebuah perusahaan swasta yang bergerak dibidang teknologi informasi. Variabel penerapan KMS diukur dengan menggunakan indikator dari Ahmed et. al. (2015), sedangkan variabel produktivitas perusahaan diukur dengan menggunakan indikator dari Sullivan et. al. (2013).

## METODE

Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya (Rašula et. al., 2012) menjelaskan bahwa penerapan KMS (*Knowledge Management System*) berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas perusahaan. Maka dari itu, model yang digunakan pada penelitian ini mengacu kepada teori tersebut. Penerapan KMS merupakan variabel X yang meliputi 5 indikator, dan produktivitas perusahaan merupakan variabel Y yang meliputi 3 indikator, sehingga didapatkan model hubungan antara variabel X dengan variabel Y, yaitu X mempengaruhi Y seperti pada Gambar 1 berikut:



**Gambar 1.** Model Penelitian (Peneliti, 2016)

Berdasarkan tinjauan pustaka dan model konseptual pada Gambar 3.1 di atas, maka hipotesis penelitian yang akan diuji terdiri dari 3 macam, yaitu:

- a) pengaruh penerapan KMS terhadap efektivitas proses kerja (H1):
  - H1a. Penerapan KMS memiliki dampak yang kuat terhadap efektivitas proses kerja.
  - H1b. Penerapan KMS tidak mempengaruhi efektivitas proses kerja.
- b) pengaruh penerapan KMS terhadap efisiensi penggunaan waktu (H2):
  - H2a. Penerapan KMS memiliki pengaruh yang positif terhadap efisiensi penggunaan waktu.
  - H2b. Penerapan KMS tidak mempengaruhi efisiensi penggunaan waktu.
- c) pengaruh penerapan KMS terhadap kualitas hasil yang diperoleh perusahaan (H3):
  - H3a. Penerapan KMS memiliki pengaruh yang kuat terhadap kualitas hasil yang diperoleh perusahaan.
  - H3b. Penerapan KMS tidak mempengaruhi kualitas hasil yang diperoleh perusahaan.

Populasi pada penelitian ini adalah karyawan PT XYZ. Sampel pada penelitian ini yaitu 100 orang yang terdiri dari 10 staf *Project Manager*, 34 staf *Programmer*, 7 staf *Desain Grafis*, 22 staf *Business Analyst*, 8 staf *IT Support*, 5 staf *Human Resource*, 8 staf *Penjualan dan Pemasaran*, serta 6 staf *Akuntansi dan Keuangan*. Teknik pengumpulan data yang diambil dalam penelitian ini adalah melakukan survei dengan menyebarkan kuesioner kepada beberapa karyawan PT XYZ yang telah aktif menggunakan KMS perusahaan. Tiap orang yang diberikan survei adalah karyawan yang telah melewati masa percobaan dan sudah menjadi karyawan tetap di PT XYZ. Survei tersebut terdiri dari 8 macam pertanyaan, 5 pertanyaan untuk mengukur penerapan KMS, dan 3 pertanyaan untuk mengukur peningkatan produktivitas perusahaan.

Penelitian ini meliputi 2 variabel, yaitu variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen adalah penerapan KMS yang diukur dengan beberapa indikator sebagai berikut:

1. pengguna tertarik untuk saling berinteraksi dan berkolaborasi dalam membagikan pengetahuannya ke dalam sistem (X1);
2. kualitas informasi yang dihasilkan akurat dan relevan (X2);
3. berbagai pengetahuan baru dapat timbul dari pengetahuan yang ada (X3);
4. layanan yang diberikan perusahaan kepada klien menjadi semakin baik melalui hasil konversi pengetahuan (X4);
5. pengguna terbantu dengan setiap solusi atau penyelesaian masalah dari kesalahan yang pernah terjadi (X5).

Kemudian, variabel dependen adalah produktivitas perusahaan yang diukur dengan beberapa indikator sebagai berikut:

1. proses kerja menjadi lebih efektif (Y1);
2. penggunaan waktu menjadi lebih efisien (Y2);

3. hasil yang didapat menjadi lebih berkualitas (Y3).

Masing-masing indikator diukur dengan menggunakan skala Likert, yaitu 1 (tidak setuju) sampai 5 (sangat setuju). Hipotesis akan diuji dengan menggunakan analisis regresi linear dan analisis subjek varian (ANOVA) pada SPSS 23.0.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Untuk membuktikan apakah penerapan *Knowledge Management System* (KMS) memiliki dampak yang kuat terhadap peningkatan produktivitas perusahaan, maka penelitian ini meliputi 3 tahap dalam pengujian penerapan KMS tersebut terhadap beberapa indikator pengukuran produktivitas perusahaan yang telah dirumuskan, yakni efektivitas proses kerja (Y1), efisiensi waktu (Y2), dan kualitas hasil (Y3). Dengan menggunakan analisis regresi linear dan ANOVA, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1) penerapan KMS terhadap efektivitas proses kerja (Y1);

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai R Square adalah 0.16, yang artinya kemampuan variabel X1, X2, X3, X4, dan X5 untuk menjelaskan besarnya variasi dalam variabel Y1 yaitu sebesar 16%, sisanya merupakan variabel lain yang tidak masuk dalam persamaan. Karena nilai R Square (0.16) lebih besar dari 5%, maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan variabel X dalam menguraikan variabel Y1 tergolong baik.

**Tabel 3.** Hasil Statistik Regresi Penerapan KMSTerhadap Efektivitas Proses Kerja (Y1)

|                                   |                    |
|-----------------------------------|--------------------|
| <b>Model</b>                      | 1                  |
| <b>R</b>                          | 0.399 <sup>a</sup> |
| <b>R Square</b>                   | .160               |
| <b>Adjusted R Square</b>          | .115               |
| <b>Std. Error of the Estimate</b> | .766               |

Kemudian, Tabel 4. menunjukkan bahwa hasil nilai koefisien regresi variabel Y1 memberikan hasil yang positif terhadap seluruh indikator dari penerapan KMS (X1, X2, X3, X4, dan X5). Kelima variabel tersebut terbukti berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas perusahaan yang diukur dengan indikator Y1 (efektivitas proses kerja).

**Tabel 4.** Hasil Regresi Linear Penerapan KMS Terhadap Efektivitas Proses Kerja (Y1)

| <b>Model</b>        | <b>Unstandardized Coefficients</b> |                   | <b>Standardized Coefficients</b> | <b>T</b> | <b>Sig.</b> |
|---------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------|----------|-------------|
|                     | <b>B</b>                           | <b>Std. Error</b> | <b>Beta</b>                      |          |             |
| <b>1 (Constant)</b> | 2.919                              | .729              |                                  | 4.007    | .000        |
| <b>X1</b>           | .195                               | .098              | .196                             | 1.999    | .049        |
| <b>X2</b>           | .120                               | .086              | .138                             | 1.394    | .167        |
| <b>X3</b>           | -.225                              | .086              | -.262                            | -2.620   | .010        |
| <b>X4</b>           | .284                               | .095              | .293                             | 3.001    | .003        |
| <b>X5</b>           | -.124                              | .098              | -.120                            | -1.262   | .210        |

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai F hitung adalah 0.569, nilai regresi df adalah 5 dengan probabilita sebesar 0.05, dan nilai residual df adalah 94. Nilai distribusi F yang diperoleh dari nilai regresi df dan nilai residual df adalah 2.31. Selanjutnya, nilai Sig yang didapat dari Tabel 4.3 adalah 0.06. Karena nilai F hitung (3.569) lebih kecil dari nilai distribusi F (2.62) dan nilai Sig (0.06) lebih besar dari 0.05, maka variabel penerapan KMS benar-benar memiliki dampak yang kuat terhadap peningkatan produktivitas perusahaan yang diukur dengan indikator Y1 (efektivitas proses kerja);

**Tabel 5.** Hasil Analisis ANOVA Penerapan KMS Terhadap Efektivitas Proses Kerja (Y1)

| <b>Model</b>        | <b>Sum of Squares</b> | <b>df</b> | <b>Mean Square</b> | <b>F</b> | <b>Sig.</b>      |
|---------------------|-----------------------|-----------|--------------------|----------|------------------|
| <b>1 Regression</b> | 10.474                | 5         | 2.095              | .569     | .06 <sup>b</sup> |
| <b>Residual</b>     | 55.166                | 94        | .587               |          |                  |
| <b>Total</b>        | 65.640                | 99        |                    |          |                  |

- 2) penerapan KMS terhadap efisiensi waktu (Y2);  
Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai R Square adalah 0.31, yang artinya kemampuan variabel X1, X2, X3, X4, dan X5 untuk menjelaskan besarnya variasi dalam variabel Y2 yaitu sebesar 31%, sisanya merupakan variabel lain yang tidak masuk dalam persamaan. Karena nilai R Square (0.31) lebih besar dari 5%, maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan variabel X dalam menguraikan variabel Y2 tergolong baik.

**Tabel 6.** Hasil Statistik Regresi antara Variabel Penerapan KMS Terhadap Efisiensi Waktu (Y2)

|                                   |                    |
|-----------------------------------|--------------------|
| <b>Model</b>                      | 1                  |
| <b>R</b>                          | 0.176 <sup>a</sup> |
| <b>R Square</b>                   | .031               |
| <b>Adjusted R Square</b>          | -.021              |
| <b>Std. Error of the Estimate</b> | .877               |

Kemudian, Tabel 7 menunjukkan bahwa hasil nilai koefisien regresi variabel Y1 memberikan hasil yang positif terhadap seluruh indikator dari penerapan KMS (X1, X2, X3, X4, dan X5). Kelima variabel tersebut terbukti berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas perusahaan yang diukur dengan indikator Y2 (efisiensi waktu).

**Tabel 7.** Hasil Regresi Linear Penerapan KMS Terhadap Efisiensi Waktu (Y2)

| Model               | Unstandardized Coefficients |            | Standardized Coefficients | t      | Sig. |
|---------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
|                     | B                           | Std. Error | Beta                      |        |      |
| <b>1 (Constant)</b> | 3.044                       | .834       |                           | 3.650  | .000 |
| <b>X1</b>           | .049                        | .112       | .046                      | .438   | .663 |
| <b>X2</b>           | .114                        | .099       | .123                      | 1.157  | .250 |
| <b>X3</b>           | -.112                       | .098       | -.122                     | -1.137 | .259 |
| <b>X4</b>           | .117                        | .109       | .113                      | 1.074  | .286 |
| <b>X5</b>           | .018                        | .112       | .017                      | .163   | .870 |

Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai F hitung adalah 0.599, nilai regresi df adalah 5 dengan probabilita sebesar 0.05, dan nilai residual df adalah 94. Nilai distribusi F yang diperoleh dari nilai regresi df dan nilai residual df adalah 2.31. Selanjutnya, nilai Sig yang didapat dari Tabel 4.6 adalah 0.701. Karena nilai F hitung (0.599) lebih kecil dari nilai distribusi F (2.31) dan nilai Sig lebih besar dari 0.05, maka variabel penerapan KMS benar-benar memiliki dampak yang kuat terhadap peningkatan produktivitas perusahaan yang diukur dengan indikator Y2 (efisiensi waktu).

**Tabel 8.** Hasil Analisis ANOVA Penerapan KMS Terhadap Efisiensi Waktu (Y2)

| Model               | Sum of Squares | df | Mean Square | F    | Sig.  |
|---------------------|----------------|----|-------------|------|-------|
| <b>1 Regression</b> | 2.304          | 5  | .461        | .599 | .701b |
| <b>Residual</b>     | 72.286         | 94 | .769        |      |       |
| <b>Total</b>        | 74.590         | 99 |             |      |       |

- 3) penerapan KMS terhadap kualitas hasil (Y3);  
Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai R Square adalah 0.95, yang artinya kemampuan variabel X1, X2, X3, X4, dan X5 untuk menjelaskan besarnya variasi dalam variabel Y2 yaitu sebesar 95%, sisanya merupakan variabel lain yang tidak masuk dalam persamaan. Karena nilai R Square (0.95) lebih besar dari 5%, maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan variabel X dalam menguraikan variabel Y2 tergolong sangat baik.

**Tabel 9.** Hasil Statistik Regresi antara Variabel Penerapan KMS Terhadap Kualitas Hasil Kerja (Y3)

|              |                    |
|--------------|--------------------|
| <b>Model</b> | 1                  |
| <b>R</b>     | 0.309 <sup>a</sup> |

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| <b>R Square</b>                   | .095 |
| <b>Adjusted R Square</b>          | .047 |
| <b>Std. Error of the Estimate</b> | .781 |

Kemudian, Tabel 10 menunjukkan bahwa hasil nilai koefisien regresi variabel Y1 memberikan hasil yang positif terhadap seluruh indikator dari penerapan KMS (X1, X2, X3, X4, dan X5). Kelima variabel tersebut terbukti berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas perusahaan yang diukur dengan indikator Y3 (kualitas hasil kerja).

**Tabel 10.** Hasil Regresi Linear Penerapan KMS Terhadap Kualitas Hasil Kerja (Y3)

| Model               | Unstandardized Coefficients |            | Standardized Coefficients | T     | Sig. |
|---------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|
|                     | B                           | Std. Error | Beta                      |       |      |
| <b>1 (Constant)</b> | 2.651                       | .743       |                           | 3.568 | .001 |
| <b>X1</b>           | .134                        | .100       | .137                      | 1.350 | .180 |
| <b>X2</b>           | .105                        | .088       | .123                      | 1.196 | .235 |
| <b>X3</b>           | .161                        | .088       | .191                      | 1.845 | .068 |
| <b>X4</b>           | .001                        | .097       | .001                      | .015  | .988 |
| <b>X5</b>           | -.004                       | .100       | -.004                     | -.039 | .969 |

Pada Tabel 11 menunjukkan bahwa nilai F hitung adalah 1.983, nilai regresi df adalah 5 dengan probabilita sebesar 0.05, dan nilai residual df adalah 94. Nilai distribusi F yang diperoleh dari nilai regresi df dan nilai residual df adalah 2.31. Selanjutnya, nilai Sig yang didapat dari Tabel 4.9 adalah 0.088. Karena nilai F hitung (1.983) lebih kecil dari nilai distribusi F (2.31) dan nilai Sig lebih besar dari 0.05, maka variabel penerapan KMS benar-benar memiliki dampak yang kuat terhadap peningkatan produktivitas perusahaan yang diukur dengan indikator Y3 (kualitas hasil kerja).

**Tabel 11.** Hasil Analisis ANOVA Penerapan KMS Terhadap Kualitas Hasil Kerja (Y3)

| Model               | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | Sig.              |
|---------------------|----------------|----|-------------|-------|-------------------|
| <b>1 Regression</b> | 6.054          | 5  | 1.211       | 1.983 | .088 <sup>b</sup> |
| <b>Residual</b>     | 57.386         | 94 | .610        |       |                   |
| <b>Total</b>        | 63.440         | 99 |             |       |                   |

Hasil analisis dan pengujian di atas membuktikan bahwa penerapan KMS sangat mempengaruhi dan mendukung peningkatan produktivitas perusahaan yang diukur dengan efektivitas proses kerja, efisiensi waktu, dan kualitas hasil kerja. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwapenerapan KMS pada PT XYZ memiliki dampak yang kuat dan positif terhadap peningkatan produktivitas perusahaan. Dengan demikian, H1a, H2a, dan H3a diterima, sedangkan H1b, H2b, dan H3b ditolak.

**KESIMPULAN**

Melalui penelitian yang sudah dilakukan terhadap sampel dalam analisis penerapan *Knowledge Management System* (KMS) untuk meningkatkan produktivitas perusahaan pada PT XYZ, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: 1) penerapan KMS pada PT XYZ sangat mempengaruhi produktivitas perusahaan dan bahkan memiliki dampak yang kuat dan pterhadap peningkatan produktivitasnya; 2) penerapan KMS yang diukur dengan 5 indikator, yakni kecepatan penyediaan informasi, ketepatan kualitas informasi yang dihasilkan, kemudahan dalam mengakses sistem, kepuasan pengguna, dan keberhasilan pengguna dalam bekerja, menunjukkan nilai rata-rata sebesar 3.884. Jika dilihat melalui skala *Likert* dengan nilai 1 = sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = cukup setuju, 4 = setuju, dan 5 = sangat setuju, maka penerapan KMS saat ini berada pada hasil yang memuaskan, yang artinya karyawan pada PT XYZ setuju bahwa KMS yang digunakan berperan penting; 3). produktivitas perusahaan yang diukur dengan 3 indikator, yakni efektivitas proses kerja, efisiensi waktu, dan kualitas hasil kerja, juga menunjukkan nilai rata-rata sebesar 3.963. Jika dilihat melalui skala *Likert* dengan nilai = sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = cukup setuju, 4 = setuju, dan 5 = sangat setuju, maka produktivitas perusahaan saat ini berada pada hasil yang memuaskan, yang artinya karyawan pada PT XYZ setuju bahwa produktivitas perusahaan menjadi meningkat. Dari kesimpulan yang sudah diuraikan di atas, maka saran untuk penelitian selanjutnya adalah: 1). perlu dilakukan penelitian mengenai analisis faktor penyebab kesuksesan penerapan KMS terhadap peningkatan produktivitas perusahaan. Hal ini

diperlukan supaya faktor-faktor tersebut juga dapat diimplementasikan oleh perusahaan Teknologi Informasi lainnya; 2). perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai apa saja faktor diluar penerapan KMS yang mungkin berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas perusahaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Shakeel, Fiaz, Mohammad, dan Shoab, Mohammad. (2015). "Impact of Knowledge Management Practices on Organizational Performance: An Empirical study of Banking Sector in Pakistan". *FWU Journal of Social Sciences*, Vol. 9 No. 2, pp. 151-155.
- Ali, Bejjar Mohamed dan Younes, Boujelbene. (2013). "The Impact of Information Systems on User Performance: An Exploratory Study". *Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology*, Vol. 2, pp. 137-138.
- Castillo, Lucio Abimael Medrano, dan Cazarini, Edson Walmir. (2014). "Integrated Model for Implementation and Development of Knowledge Management". *Knowledge Management Research and Practice*, Vol. 12, pp. 145-146.
- Delak, Boštjan, Majewski, Grzegorz Marek, dan Damij, Nadja. (2014). "How to Identify Knowledge and Evaluate Knowledge Management in Organization – Case Studies Report". *Online Journal of Applied Knowledge Management*, Vol. 2 No. 2, pp. 162-164.
- Greco, Marco, Grumaldi, Michele, dan Hanandi, Musadaq. (2013). "How to Select Knowledge Management Systems: A Framework to Support Managers". *International Journal of Engineering Business Management*, Vol. 5 No. 5, pp. 1-2.
- Jafari, Seyed Mohammadbagher, Suppiah, Mariyayee, dan Ramalingam, Thiaku. (2014). "The Effect of Knowledge Management Practices on Employees' Innovative Performance". *The International Journal of Management Science and Information Technology (IJMSIT)*, Vol., pp. 83-85.
- Lin, Hsiu-Fen. (2011). "The Effects of Employee Motivation, Social Interaction, and Knowledge Management Strategy on KM Implementation Level". *Knowledge Management Research and Practice*, Vol. 9, pp. 263-265.
- Pension, Katsuro, et. al. (2013). "Impact of Knowledge Management on Organizational Performance: A Case Study of Grain Marketing Board (GMB)". *Greener Journal of Business and Management Studies*, Vol. 3 No. 6, pp. 270-272.
- Ragab, M. A. F. and Arisha, A. (2013). Knowledge Management and Measurement: A Critical Review. *Journal of Knowledge Management*, Vol. 17 No. 6, pp. 873-876.
- Rašula, Jelena, Vukšić, Vesna Bosilj, dan Štemberger, Mojca Indihar. (2012). "The Impact of Knowledge Management on Organisational Performance". *Economic and Business Review*, Vol. 14 No. 2, pp. 147-151.
- Roblek, Vasja, et. al. (2013). "Factors of Knowledge Management and the Impact of Employee Turnover in Activity and Performance in Scientific and Technological Parks in Slovenia". *Journal of Information and Organizational Sciences (JIOS)*, Vol. 37 No. 1, pp. 1-4.
- Subramanian, D.Venkata, et. al. (2012). "KM System Evaluation using four Dimensional Metric Model, Database and RESTful Resources". *International Journal on Web Service Computing (IJWSC)*, Vol. 3 No. 3, pp. 17-18.
- Sullivan, James, Baird, George, dan Donn, Michael. (2013). "Measuring Productivity in the Office Workplace". *Research and Publication by the Centre for Building Performance Research*, pp. 14-15.
- Teng, J. T. C. and Song, S. (2011). "An Exploratory Examination of Knowledge-Sharing Behaviours: Solicited and Voluntary". *Journal of Knowledge Management*, Vol. 15 No. 1, pp. 104-110.
- Turban, Efraim, Ramesh E. Sharda, dan Dursun Dellen. (2010). *Decision Support and Business Intelligence Systems; 9<sup>th</sup> Edition*. USA: Prentice Hall.

## **ANALISIS BUDAYA ORGANISASI PT. POS INDONESIA Dalam LINGKUNGAN PERSAINGAN**

**Miska Irani Br Tarigan**

STMIK Kristen Neumann Indonesia, Medan  
Alamat Korespondensi: iranitarigan@gmail.com

**Abstrak.** Penelitian Budaya Organisasi di PT. Pos Indonesia ini menggunakan karakteristik Trompenaars, variabel yang dipakai adalah *People Vs Task Oriented* dan *Hierarchical Vs Egalitarian*. Masing-masing masuk dalam sumbu X dan Y yang membentuk macam-macam budaya yaitu; *Family, Eiffel Tower, Guided Missile* dan *Incubator*. Pengumpulan data dilakukan dengan metode dokumenter, kuesioner dan wawancara. Metode penelitian yang digunakan adalah survei dan mendeskripsikan dengan jelas budaya organisasi PT. Pos Indonesia menurut karakteristik Trompenaars. Hasil kuesioner yang disebarakan kepada 48 Kantor Pos, 105 Karyawan menghasilkan budaya organisasi *Guided Missile Lemah*. Dilihat dari karakteristik persaingan dalam lingkungan industri perposan maka PT. Pos Indonesia perlu melakukan perubahan dalam tingkat manajemen dengan mengendalikan setiap kegiatan yang dilakukan oleh karyawan, memberikan arahan yang detail dan memperbanyak interaksi dengan pengguna jasa, mengembangkan kompetisi diantara karyawan dan membentuk media supaya para karyawan dapat melakukan diskusi besar. Melalui langkah-langkah tersebut PT. Pos Indonesia menjadi *Guided Missile Kuat*. Dengan demikian, diharapkan PT. Pos Indonesia lebih mempunyai keunggulan untuk menghadapi persaingan di industri ini.

**Kata kunci:** Budaya Organisasi, PT. Pos Indonesia, Trompenaars, Persaingan

### **PENDAHULUAN**

Budaya organisasi menurut Stephen P. Robbins (2001:175) adalah pandangan umum yang dipegang oleh anggota organisasi dan yang menjadi pembeda dengan organisasi lainnya, juga sebagai sistem bagi nilai (*shared meaning*). Dengan melihat dari sudut pandang budaya organisasi diharapkan adanya keselarasan pandangan, nilai dan sistem dalam menjalankan seluruh organisasi secara berkesinambungan. Keselarasan budaya organisasi dengan faktor-faktor internal lainnya seperti strategi dan struktur, sistem dan lainnya akan mendukung untuk menghadapi perubahan lingkungan eksternal.

Budaya organisasi berdasarkan model Trompenaars yang dideskripsikan pada kuadran matriks 2x2. Fokus pada model ini adalah dua dimensi yaitu orientasi pada orang versus tugas dan hirarki versus kesetaraan. Kemudian kedua dimensi ini dijabarkan menjadi sembilan nilai, yaitu: pragmatis versus konsistensi, individual versus kelompok, orientasi pada hasil versus orang, kesetaraan versus hirarki, inspirasional versus rasional, dinamis versus stabil, internal versus responsif, jangka pendek versus jangka panjang, persaingan versus kerjasama. Dari uraian di atas maka penulis mengidentifikasi masalah sebagai berikut: 1). Bagaimana budaya PT. Pos Indonesia berdasarkan model Trompenaars? 2). Bagaimana budaya tersebut dalam lingkungan persaingan?

### **BAHAN DAN METODE**

Budaya perusahaan berasal dari filosofi pada pendiri perusahaan. Pada pendiri ini membuat tujuan-tujuan perusahaan, yang kemudian menjadi dasar dari pembentukan kriteria penyesuaian. Selain pendiri, para manajer tingkat atas (*top manager*) juga berpengaruh dalam membentuk budaya organisasi. Mereka menciptakan iklim kerja di perusahaan tersebut. Proses sosialisasi mempengaruhi budaya perusahaan. Proses ini menjadi tolok ukur bagi keberhasilan perusahaan dalam menyelaraskan antara asumsi-asumsi karyawan dan tujuan perusahaan. Sosialisasi adalah proses adaptasi bagi para karyawan. Adaptasi berarti menyesuaikan diri dengan hal-hal baru, dan hal-hal baru tersebut merupakan hal yang belum bisa diterima atau menjadi masalah bagi mereka.

Tipe Budaya Organisasi Ada 3 (tiga) tipe umum budaya organisasi<sup>1</sup> – konstruktif, pasif-defensif, agresif-defensif dan setiap tipe berhubungan dengan seperangkat keyakinan normatif yang berbeda. Keyakinan normatif mencerminkan pemikiran dan keyakinan individual mengenai bagaimana anggota dari sebuah kelompok atau organisasi tertentu diharapkan menjalankan tugasnya dan berinteraksi dengan orang lain.

Budaya konstruktif adalah budaya dimana para karyawan didorong untuk berinteraksi dengan orang lain dan mengerjakan tugas dan proyeknya dengan cara yang akan membantu mereka dalam memuaskan kebutuhannya untuk tumbuh dan berkembang, tipe budaya ini mendukung keyakinan normatif yang berhubungan dengan pencapaian tujuan, aktualisasi diri, penghargaan yang manusiawi dan persatuan. Sebaliknya budaya pasif-defensif bercirikan keyakinan yang memungkinkan bahwa karyawan berinteraksi dengan karyawan yang lain dengan cara yang tidak mengancam keamanan kerjanya sendiri. Budaya ini mendorong keyakinan normatif yang berhubungan dengan persetujuan konvensional,

ketergantungan dan penghindaran. Perusahaan dengan budaya agresif-defensif mendorong karyawannya untuk mengerjakan tugasnya dengan keras untuk melindungi keamanan kerja dan status mereka. Tipe budaya ini lebih bercirikan keyakinan normatif yang mencerminkan oposisi, kekuasaan, kompetitif dan perfeksionis.

Karakteristik Budaya Organisasi Menurut Fons Trompenaars terdapat karakteristik penting yang dapat dipakai sebagai acuan esensial dalam memahami serta mengukur keberadaan budaya, yaitu<sup>2</sup>: *Incubator* : Model ini menjelaskan bahwa perusahaan yang mengakui persamaan status karyawan yang mengutamakan pernyataan ide dalam semua situasi dan kesempatan. Berorientasi pada pribadi, di mana perhatian perusahaan pada kreativitas, keinginan untuk maju dan meningkatkan keahlian setiap individu. Kepuasan kerja pada perusahaan seperti ini adalah pembelajaran secara berkesinambungan, kegairahan untuk pekerjaan itu sendiri dan juga pada penemuan baru. *Guided Missile* : Model ini juga menunjukkan adanya persamaan status dan berorientasi pada tugas yang bertujuan untuk menyelesaikan tugas-tugas, tujuan dan target di mana semuanya dilakukan dalam kelompok-kelompok. Setiap individu dinilai atas kontribusinya terhadap kelompok dan penyelesaian tugas yang diberikan, dan kepuasan kerja individu berdasarkan imbalan berupa materi. *Eiffel Tower*: Model ini mempunyai hirarki yang terstruktur, di mana seluruh proses mempunyai birokrasi walaupun hanya melakukan hal kecil, detail dan pekerjaan yang berulang-ulang. Model ini juga berorientasi pada tugas di mana setiap orang mempunyai tugas yang jelas. Budaya stabil, segala sesuatu berlangsung dengan aman, rutin dan dapat diukur. Kepuasan kerja berdasarkan pengembangan kompetensi pada divisi-divisi tertentu. *Family*: Model ini kombinasi antara hubungan yang dekat di antara pegawai maupun dengan atasan (pemilik) tetapi hubungan tersebut mempunyai strata. Kepuasan kerja berdasarkan kesetiaan dan akumulasi kekuasaan dan status. Status lebih penting daripada hasil pekerjaan individu tersebut.

Terdapat dimensi-dimensi budaya organisasi yang dapat menggambarkan budaya organisasi dan juga beberapa dilema yang terdapat dalam adaptasinya dengan lingkungan, modelnya dibawah ini<sup>3</sup>; Manusia Versus Hasil DAN Egalitarian Versus Hirarki. Dimensi budaya organisasi Trompenaars diatas seluruhnya diterjemahkan menjadi sembilan nilai budaya, seperti yang dijelaskan berikut ini; Konsistensi Versus Pragmatis, Individualisme Versus Kelompok, Kompetisi Versus Kerjasama, Orientasi Orang Versus Hasil, Rasional Versus Inspirasional, Kesetaraan Versus Hirarki, Internal Versus Responsif, Stabil Versus Dinamis, Jangka Panjang Versus Jangka Pendek.

## METODE

Dalam penelitian ini, penulis mengambil sejumlah sampel yang akan diuji dan dapat mewakili populasi yang ada. Sampel adalah bagian dari populasi yang diharapkan dapat mewakili populasi penelitian, sehingga sampel yang dipilih harus mewakili karakteristik populasi yang diwakilinya (Kuncoro, 2003:107). Metode yang digunakan untuk penarikan sampel dalam penelitian ini adalah *disproportionate stratified sampling* yang termasuk dalam metode *probability sampling*, karena populasi penelitian ini adalah Wilayah Pos V (Jabar) yang terdiri dari 23 Kantorpos (Kp) dan 92 Kantorpos Cabang (Kpc), dengan jumlah karyawan PT.Pos Indonesia Wilayah Pos V (Jabar) 20.000 orang.

Melakukan *disproportionate stratified sampling* pada penelitian ini karena terdapat strata yang terlalu kecil ataupun terlalu besar, atau terdapat terlalu banyak variabel untuk pemilihan responden dalam suatu strata. (Sekaran, 2003:273). Demikian pula responden dalam penelitian ini, terdapat banyak variabel dalam struktur organisasi yang ada di PT. Pos Indonesia oleh karena itu akan dibatasi dengan mengambil beberapa perwakilan Kp dan Kpc, dimana pemilihan responden tersebut akan diwakili oleh beberapa karyawan dari setiap jenjang karier di Kp dan Kpc PT.Pos Indonesia Wilayah Pos V (Jabar). *Disproportionate* juga karena terdapat strata yang terlalu kecil pada manajemen level atas.

### Operasionalisasi Variabel

**Tabel 1** Operasionalisasi Variabel

| Konsep            | Dimensi                      | Operasionalisasi                                                                                                           |
|-------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Budaya Organisasi | Result Vs. People Centrality | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hubungan di Lingkungan kerja</li> <li>▪ Pola berpikir dan pembelajaran</li> </ul> |
|                   | Egalitarian Vs. Hierarchical | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Otoritas</li> <li>▪ Proses pengambilan keputusan</li> </ul>                       |

**Uji Validitas**

Indeks validitas dihitung dengan menggunakan rumus:

$$IV_i = \frac{\sum X_{it} - X_{ir}}{S_{nt}} \quad (1)$$

Dimana  $S_{nt}$  adalah skor tertinggi dari jawaban skala likert. Pertanyaan bersifat valid jika nilai indeks validitasnya bertanda positif, dan jika nilai indeks validitasnya negatif atau nol maka pertanyaannya tidak valid.

**Tabel 2** Indeks Validitas

| Pertanyaan   | Subvariabel     | Validitas   |
|--------------|-----------------|-------------|
| 1            | X <sub>11</sub> | 1,6         |
| 2            | X <sub>12</sub> | 2,4         |
| 3            | X <sub>13</sub> | 1,6         |
| 4            | X <sub>14</sub> | 1,4         |
| 5            | X <sub>21</sub> | 2,4         |
| 6            | X <sub>22</sub> | 2,0         |
| 7            | X <sub>23</sub> | 1,8         |
| 8            | X <sub>24</sub> | 2,6         |
| 9            | X <sub>25</sub> | 0,6         |
| 10           | X <sub>26</sub> | 2,6         |
| 11           | X <sub>27</sub> | 1,2         |
| 12           | X <sub>28</sub> | 4,8         |
| 13           | X <sub>31</sub> | 0,4         |
| 14           | X <sub>32</sub> | 1,4         |
| 15           | X <sub>33</sub> | 2,2         |
| 16           | X <sub>34</sub> | 2,8         |
| 17           | X <sub>41</sub> | 1,2         |
| 18           | X <sub>42</sub> | 1,2         |
| 19           | X <sub>43</sub> | 0,8         |
| 20           | X <sub>44</sub> | 3,2         |
| <b>Total</b> |                 | <b>38,2</b> |

Tabel 2 diatas, terlihat bahwa semua pertanyaan untuk setiap subvariabel memiliki nilai validitas 38,2 (semua bernilai positif). Hal ini berarti bahwa semua pertanyaan yang diajukan kepada responden dikatakan valid, dalam arti bahwa pertanyaan yang diajukan bisa dipahami oleh responden karena susunan kata yang dapat dimengerti dan adanya kesesuaian setiap variabel yang ditanyakan dengan masalah penelitian yang sesungguhnya.

**Uji Reliabilitas**

Reliabilitas menunjukkan konsistensi dan stabilitas dari suatu skor (skala pengukuran). Uji reliabilitas dengan metode Alpha-Cronbach dengan rumus sebagai berikut:

$$r = [k / (k-1)] * [1 - (\sum S^2_i / S^2_{sum})] \quad (2)$$

dimana:  $r$  = Reliabilitas instrumen  
 $k$  = Jumlah butir pertanyaan  
 $S^2_i$  = Varians dari butir pertanyaan  
 $S^2_{sum}$  = Varians dari jumlah seluruh pertanyaan

Selanjutnya nilai  $r$  yang diperoleh dibandingkan dengan nilai  $r$  kritis, nilai  $r$  yang lebih besar dari pada nilai  $r$  kritis menunjukkan instrumen yang ada *reliable*. Memasukan angka ke dalam rumus Alpha-Cronbach, maka diperoleh  $r_{hit}$  :

$$r_{hit} = [30 / (30-1)] * [1 - (17,52 / 78,56)] \\ = 0,80$$

Dibandingkan dengan  $r_{kritis}$  dengan  $e = 0,005$  berdasarkan Tabel sebesar 0,4665.  $r_{hit}$  lebih besar dari pada  $r_{kritis}$ , maka kuesioner dinyatakan *reliable*.

Proses pengolahan data dimulai dari pengumpulan data (primer dan skunder), mempersiapkan pertanyaan untuk kuesioner, menguji kelayakan kuesioner melalui uji validitas dan reliabilitas, menyebarkan kuesioner dan melakukan uji statistik. Data yang diperoleh dari responden melalui kuesioner merupakan data interval dan kemudian dilakukan uji statistik dengan menghitung rata-rata.

Hasil rata-rata yang diperoleh dari hasil kuesioner akan dimasukkan kedalam kuadran Teori Trompenaars yang sebelumnya telah diberikan skor satu sampai lima. Variabel sentral manusia versus

tugas, dimulai dari skor satu pada sentral manusia dan maksimal pada skor lima pada sentral tugas. Demikian juga dengan variabel setara versus hirarki, dimulai dari skor satu yaitu pada hirarki dan bergerak meningkat hingga maksimal lima pada kesetaraan. Kombinasi nilai masing-masing variabel akan dimasukkan kedalam kuadran yang tersedia.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 105 kuesioner yang disebarakan ke 48 kantor pos cabang di Bandung, diperoleh data karakteristik responden yang berupa jenis kelamin, masa kerja dan tingkat pendidikan. Setelah seluruh hasil penelitian ditabulasikan, selanjutnya dihitung karakteristik budaya organisasinya dengan menghitung rata-rata karakteristik Pos Bandung berorientasi pada orang atau tugas, demikian juga dengan mempunyai hirarki atau setara dengan para karyawan. Menghitung rata-rata setiap karakteristik pada setiap cabang pos yang dikunjungi, kemudian akan dihitung lagi rata-ratanya. Berikut ini adalah hasilnya.

**Tabel 3** Analisis Budaya Organisasi PT.Pos Indonesia

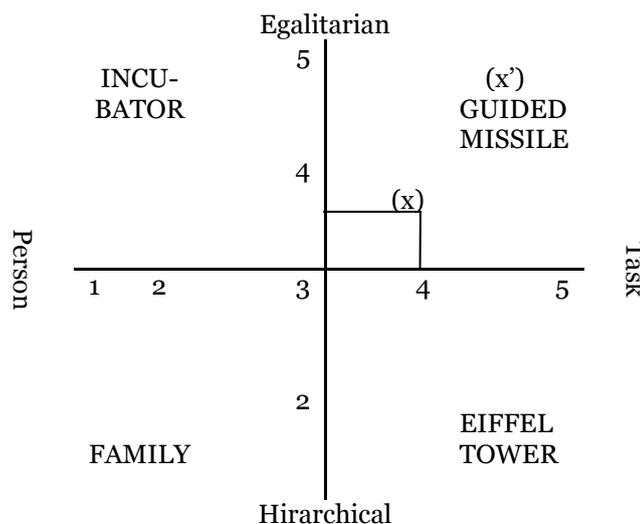
| No | Kp/ Kpc        | Result Vs People C. | Egalitarian Vs Hierarchical |
|----|----------------|---------------------|-----------------------------|
| 1  | Kosambi        | 4.01                | 3.73                        |
| 2  | Cilaki         | 4.14                | 3.92                        |
| 3  | Dago           | 4.29                | 3.69                        |
| 4  | UKM            | 3.92                | 3.37                        |
| 5  | Cipedes        | 3.71                | 3.44                        |
| 6  | Situsaeur      | 3.64                | 3.72                        |
| 7  | Pusdiklatpos   | 3.87                | 3.44                        |
| 8  | Sarimanah      | 3.25                | 2.50                        |
| 9  | Cicendo        | 4.14                | 3.71                        |
| 10 | Supratman      | 3.80                | 2.67                        |
| 11 | Unpar          | 3.75                | 3.75                        |
| 12 | Babakan Ciamis | 4.50                | 3.75                        |
| 13 | LIPI           | 3.79                | 3.44                        |
| 14 | Unisba         | 3.96                | 3.44                        |
| 15 | Unpad          | 3.33                | 3.62                        |
| 16 | Gerlong        | 4.08                | 3.69                        |
| 17 | Pasteur (RSHS) | 4.16                | 3.56                        |
| 18 | Cicaheum       | 4.00                | 3.75                        |
| 19 | Buah Batu      | 3.83                | 3.50                        |
| 20 | Cicadas        | 2.75                | 3.00                        |
| 21 | Cikutra        | 3.75                | 3.50                        |
| 22 | Cigereleung    | 3.83                | 4.25                        |
| 23 | Sekejati       | 4.05                | 3.50                        |
| 24 | Dungus Cariang | 3.46                | 2.44                        |
| 25 | Cihapit        | 3.77                | 3.16                        |
| 26 | Japati         | 3.21                | 3.12                        |
| 27 | Lembang        | 3.62                | 3.56                        |
| 28 | Setia Budi     | 4.17                | 3.31                        |
| 29 | Metro          | 4.25                | 3.62                        |
| 30 | Moh. Toha      | 4.25                | 3.62                        |
| 31 | Tegal Lega     | 4.04                | 3.62                        |
| 32 | Kebon Waru     | 3.87                | 4.00                        |
| 33 | Cigara         | 3.92                | 4.06                        |
| 34 | Cipaganti      | 2.75                | 2.81                        |
| 35 | Juanda         | 3.29                | 3.31                        |
| 36 | STBA           | 3.75                | 3.12                        |

|    |                  |             |             |
|----|------------------|-------------|-------------|
| 37 | Andir            | 3.75        | 3.87        |
| 38 | Caringin         | 3.58        | 3.44        |
| 39 | Cibaduyut        | 4.00        | 3.50        |
| 40 | Sumber Sari      | 4.17        | 4.31        |
| 41 | Kiaracondong     | 4.37        | 3.94        |
| 42 | Antapani         | 4.12        | 3.75        |
| 43 | Arjuna           | 4.29        | 3.68        |
| 44 | Banjar Sari      | 3.50        | 4.12        |
| 45 | Sadang Serang    | 3.79        | 3.31        |
| 46 | Margahayu Raya   | 4.12        | 3.75        |
| 47 | Politeknik       | 3.87        | 3.47        |
| 48 | Mustofa          | 3.71        | 3.65        |
|    | <b>Rata-rata</b> | <b>3.84</b> | <b>3.53</b> |

Dari hasil penelitian diatas, diperoleh bahwa Pos Bandung lebih berorientasi pada tugas sebesar 3,84 dan para pegawai khususnya yang bertugas di loket-loket masih memandang bahwa kesetaraan dalam posisi untuk wewenang dan pengambilan keputusan dilingkup Cabang Pos yang mereka kerjakan, dalam hal ini dihasilkan 3,53. Apabila kita kombinasikan dalam kuadran model Trompenaars maka tampak bahwa Pos Bandung berada di kuadran *Guided Missile*, yang jelas bahwa Pos Bandung sudah memiliki tujuan Perusahaan, target-target yang terukur. Hal ini terlihat dari beberapa program baru di PT. Pos Indonesia yang diimplementasikan hingga ke Pos Cabang atau Loket-loket.

**KESIMPULAN**

Penelitian budaya organisasi pada PT. Pos Indonesia dengan mengambil sampel 48 kantor pos cabang yang tersebar di kota Bandung, maka dapat disimpulkan sebagai berikut; 1). Berdasarkan model Trompenaars, Pos Bandung mempunyai karakteristik budaya *Guided Missile*, dengan kombinasi fokus pada tugas dan setara adalah 3,84 dan 3,53; Sementara itu dari hasil wawancara, hubungan antara para pegawai loket dengan pihak manajemen jarang sekali komunikasi dan interaksi formal maupun informal. 2). Hasil penelitian menunjukkan pelayanan PT. Pos Indonesia di setiap cabang masih minim. Sebagai salah satu contoh adalah Wesel, kebanyakan digunakan oleh masyarakat yang tujuan kiriman uang belum ada bank yang menyediakan layanan ATM. 3). Apabila diGambarkan posisi budaya organisasi PT. Pos Indonesia dalam model Trompenaars adalah seperti pada Gambar 1; Oleh karena itu disarankan PT. Pos Indonesia perlu melakukan perubahan. Perubahan yang perlu dilakukan adalah menggerakkan *Guided Missile (x)* menjadi *Guided Missile (x')*.



**Gambar 1.** Budaya Organisasi PT. Pos Indonesia

**DAFTAR PUSTAKA**

- A Project Blueprint for The Senior Executive. *The Business Reengineering Portfolio* Vol. 1., Switzerland: Strategic Direction Publishers Ltd.
- B.J. Hodge., Willian, P. Anthony., Lawrence M. Gales., *Organization Theory „A Strategic Approach“* 6th Ed.
- Black, Ken., *Business Statistics: Contemporary Decision Making*. 2<sup>nd</sup> Ed. West Publishing Company.
- Davis, Stanley M., *The Relationship of Culture to Strategy*. Cambridge, MA: Ballinger. 1984.
- Graetz, Fiona., Rimmer, Malcolm., Lawrence, Ann., Smith, Aaron., *Managing Organisational Change*. 2<sup>nd</sup> Australasian Ed. John Wiley&Son Australia, Ltd. 2002.
- Haskett, James L. and Kotter, John P., *Corporate Culture and Performance*. Terjemahan: Benyamin Molan. Jakarta: PT. Prenhallindo. 1998.
- Jackson, John H. and Mathis, Robert L., *Manajemen Sumber Daya Manusia* terjemahan Jimmy Sadeli dan Bayu Prawira Hie. Jakarta: Salemba Empat. 2001.
- Kinicki, Angelo and Kreitner, Robert., *Perilaku Organisasi*. Terjemahan Erly Suandy. Jakarta: Salemba Empat. 2000.
- Luthans, Frd., *Organizational Behavior*, Eight edition., Singapore: Mc. Graw-Hill. 1998.
- Mitchell, Charles., *Memahami Budaya Bisnis Internasional*. Terjemahan Erlinda M. Nusron Jakarta: PPM. 2001.
- Peter Prud’Homme and Trompenaars, Fons. *Managing Change “Across Corporate Culture”*. England : Capstone Publishing Ltd. 2004.
- Priyono, Bambang Suko., *Jurnal Bisnis dan Ekonomi: „Analisis Pengaruh Hubungan Ideal Tipologi Strategi dan Budaya Organisasi Terhadap Kinerja“* Vol.11. 2004.
- Robbins, Stephen P., *Organizational Behavior*, Nineth edition., New Jersey: Prentice Hall. 2001.
- Sekaran, Uma., *Research Methods For Business “A Skill Building Approach”* John Wiley & Son, Inc. 2003

## **ANALISIS PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN OBJEK PAJAK (STUDI KASUS DI DINAS PENDAPATAN SERDANG BEDAGAI)**

**Zulkarnain Lubis**

Program Studi S2 Teknik Informatika Universitas Sumatera Utara  
Jl. Universitas Padang Bulan Medan  
Email: zulkarnainlb@gmail.com

**Abstrak.** Validasi data objek pajak merupakan pencocokkan kebenaran data objek pajak yang tercantum pada data di sistem informasi manajemen objek pajak dengan data yang sebenarnya di lapangan. Proses validasi dan verifikasi diperlukan untuk meminimalisir kesalahan-kesalahan data objek pajak yang sebenarnya. Analisis yang dilakukan adalah penggunaan aplikasi Sistem Informasi Manajemen Objek Pajak (SISMIOP), Aplikasi tersebut dapat mengelola Data Objek Pajak, karena pada aplikasi tersebut sudah memuat semua laporan pendataan Objek Pajak. Penerapan pengembangan sistem metode prototype, perancangan menggunakan DFD, bahasa pemrograman PHP dan database MySQL, Implementasi sistem menggunakan pengujian blackbox testing. output sistem interaktif memiliki fasilitas validasi data objek online, print report, dan menerapkan seo (Search Engine Optimization).

**Kata kunci:** SISMIOP, Validasi data objek pajak, Prototype, Seo

### **PENDAHULUAN**

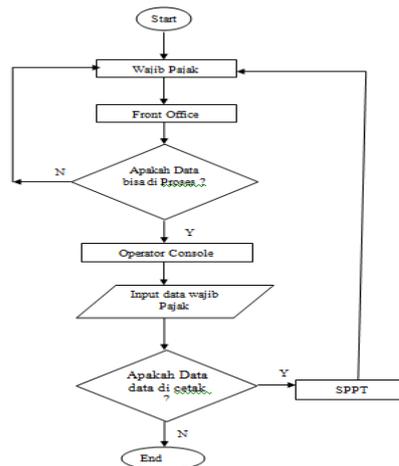
Pemerintahan yang baik (*Good Governmance*) merupakan kabar yang paling utama dalam pengelolaan administrasi publik dewasa ini sejalan dengan penyelenggaraan otonomi daerah. [3.] Atas dasar tekad dan semangat untuk perwujudan *good governmance* itu maka beban tugas dan tanggung jawab Dinas Pendapatan, Pengelolaan Keuangan dan Aset Daerah Kabupaten Serdang Bedagai sebagai perangkat daerah pada Pemerintah Kabupaten Serdang Bedagai dirasakan semakin berat, karena aparatur daerah dituntut untuk mewujudkan administrasi Negara yang mampu mendukung kelancaran dan keterpaduan pelaksanaan tugas dan fungsi penyelenggaraan pemerintahan, pembangunan dan pembinaan kemasyarakatan. Permendagri No.13 Tahun 2006.

Dalam rangka pemenuhan atas tuntutan itu maka diperlukan pengembangan dan penetapan sistem serta prosedur kerja yang cepat, tepat, jelas dan nyata serta dapat dipertanggungjawabkan sehingga penyelenggaraan tugas-tugas pada Dinas Pendapatan, Pengelolaan Keuangan dan Aset Daerah Kabupaten Serdang Bedagai harus bisa berlangsung secara berdayaguna. Maka dalam melakukan tugas-tugas tersebut telah dibantu dengan adanya sistem informasi yang ada yaitu SISMIOP (Sistem Informasi Manajemen Objek Pajak). Aplikasi tersebut dapat mengelola Data Objek Pajak, karena pada aplikasi tersebut sudah memuat semua laporan pendataan Objek Pajak. Permendagri No.55 Tahun 2008 tentang Tata Usaha cara pengelolaan pengeluaran. [6.]

### **METODE**

Pada Tahap ini penulis mengimplementasi-kan tahap – tahap yang ada di dalam sistem yang diancang oleh penulis. Berikut tahap –tahap yang diimplementasikan pada sistem yang dirancang: Sistem yang sedang berjalan atau proses yang dilakukan pada kantor dinas untuk meregisterasi data wajib pajak dilakukan dengan Sistem Informasi Manajemen Objek Pajak (SISMIOP). Sistem SISMIOP merupakan Aplikasi yang digunakan oleh Kantor Pelayanan Pajak Pratama dibawah departemen keuangan RI. Pada tahun 2004 dimekarkan dari kabubapen induk yaitu kabupaten deli serdang maka SISMIOP masih tetap digunakan oleh kantor pelayanan Pajak Pratama tebing tinggi. Pada tahun 2013 sesuai dengan keputusan presiden bahwasannya pajak daerah diserahkan ke kabupaten daerah masing-masing maka Kantor Pelayanan Pajak Pratama Tebing tinggi menyerahkan Aplikasi SISMIOP beserta segala kepengurusan Pajak ke Kabupaten serdang bedagai. Dengan demikian, mulai terhitung tahun 2013 sampai dengan sekarang kepengurusan pajak bumi dan bangunan menjadi wewenang dan tugas dinas pendapatan, pengelolaan keuangan dan aset kabupaten serdang bedagai. [5.]

Gambaran aliran informasi sistem pengolahan validasi data objek pajak dapat diGambarkan pada Gambar 1 dibawah ini: Sumber, data diolah (2016)



**Gambar 1** Flochat Sistem Yang Sedang Digunakan

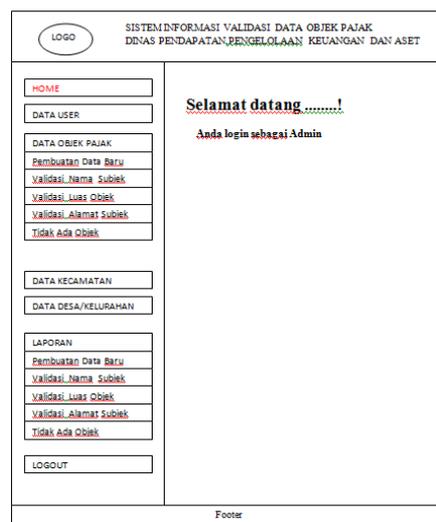
Desain yang diawali dengan indentifikasi atau pencarian permasalahan, analisis permasalahan, serta menentukan tujuan dan pengembangan sistem kedalam bentuk-bentuk informasi yang dibutuhkan oleh user, perancangan sistem (*System Design*) terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut:

**Tahap Implentasi**

Setelah melakukan tahapan analisis sistem dan perancangan sistem, tahap selanjutnya implementasi merupakan tahap meletakkan sistem supaya siap dioperasikan. Tahap implementasi membangun sistem menggunakan bahasa pemograman PHP (*Personal Hypertext Preprocessor*). PHP (*Personal Hypertext Preprocessor*) bahasa server –side scripting yang menyatu dengan HTML untuk membuat halaman web yang dinamis. Maksud adri server- side scripting adala sintaks dan perintah- perintah yang diberikan akan sepenuhnya akan dijalankan diserver tetapi disertakan pada dokumen HTML. Pembuatan web ini merupakan kombinasi antara PHP sendiri sebagai bahasa pemograman dan HTML sebagai pembangunan halaman. [4.]

**Desain**

Pada tahap ini Desain perangkat lunak adalah proses multilangkah yang fokus pada desain pembuatan program perangkat lunak termasuk struktur data, arsitektur perangkat lunak,representasi, antarmuka.



**Gambar 3** Membangun Reprentasi Desain Antar Muka

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada tahap ini merupakan implementasi dari tahap perancangan pada sistem yang telah dirancang oleh penulis. Adapun hasil dari perancangan tersebut sebagai berikut:

- A. Tampilan Program

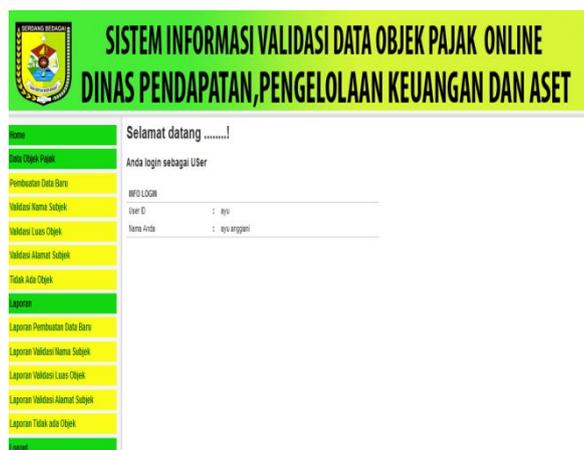
Tampilan Program adalah tampilan antar muka pengguna dan aplikasi yang dijalankan. Tampilan layar yang dimaksud terdiri atas dua jenis yaitu tampilan dalam bentuk form dan tampilan dalam bentuk laporan yang merupakan output dari proses aplikasi validasi data objek pajak online.



Sumber, Data diolah(2016)  
**Gambar 4** Halaman Menu Login Admin dan User



Sumber, Data diolah(2016)  
**Gambar 5** Halaman menu Admin



Sumber, Data diolah(2016)  
**Gambar 6** Halaman menu User

Sumber, Data diolah(2016)

**Gambar 7** Halaman menu Penambahan Data Objek Pajak

Berdasarkan perancangan yang telah diselesaikan maka penulis dapat menyimpulkan beberapa poin yang tertera sebagai berikut:

- Program ini dapat memudahkan para petugas pelayanan Pajak untuk melakukan validasi data objek pajak yang meliputi pembuatan data baru, validasi nama subjek, validasi luas objek, validasi alamat subjek dan validasi tidak ada objek karena dilakukan secara online.
- Dengan Adanya Sistem Informasi Validasi data objek Pajak (SIMPBB) dapat mempercepat dalam pembuatan SPPT baru maupun Validasi data objek pajak yang sebelumnya belum dilakukan secara Online.
- Program ini dapat meminimalisasi kemungkinan kehilangan data atau kerusakan dokumen karena data disimpan dalam bentuk file secara tersusun.

Untuk pengembangan lebih lanjut maka penulis memberikan saran yang diharapkan sangat bermanfaat bagi penulis yang akan datang, yaitu sebagai berikut:

- Dengan adanya SDM yang bermutu maka akan dapat menunjang system tersebut oleh Karena itu diperlukan lagi bimbingan teknolgi agar para user dapat memahami dengan baik cara menggunakan atau mengolah laporan dalam aplikasi agar menghindari kesalahan dalam penginputan data.
- Penggunaan perangkat pendukung pengolahan data maupun perangkat yang memiliki kemampuan lebih baik agar system pengelolaan data elektronik menjadi lebih efektif dan efisien dikemudian hari.
- Dengan semakin tinggi nya perkembangan teknologi pada saat ini maka suatu saat nanti program ini diharapkan dapat di kembangkan dengan android.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afyenni, R. 2014. *Perancangan Data Flow Diagram Untuk Sistem Informasi Sekolah (Studi Kasus Pada SMA Pembangunan Laboratorium UNP)*. Jurnal TEKNOIF ISSN: 2338-2734. Vol 2 No. 1 April 2014. Diakses Tanggal 27 Agustus 2015.
- Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 15, No. 4 2012.*
- Lab Akuntansi FEUI  
[http://www.academia.edu/6825167/LAB\\_AKUNTANSI\\_FEUI\\_DFD\\_FLOWCHART\\_and\\_MYOB](http://www.academia.edu/6825167/LAB_AKUNTANSI_FEUI_DFD_FLOWCHART_and_MYOB),  
 Diakses Tanggal 28 Agustus 2015
- R., Budi, Imam, dkk. 2014. *Modul Pemrograman Web (HTML, PHP & MySQL) Revisi Kedua*. Bandung: Modula.

## **POTENSI EKONOMI BUDIDAYA TANAMAN BUAH-BUAHAN KHAS BATAK TOBA YANG BERSUMBER DARI HUTAN DI LAGUNDI KABUPATEN SAMOSIR**

**Alfonsus H. Harianja**

**Abstrak.** *Tulisan ini bertujuan untuk memberikan keragaan potensi bisnis domestikasi tanaman buah-buahan khas Batak Toba yang bersumber dari hutan. Penelitian yang dilakukan berupa desk study dengan memanfaatkan proyeksi penelitian sebelumnya yang dilanjutkan dengan konfirmasi pada tapak potensial di Lagundi, Kecamatan Onanrunggu, Kabupaten Samosir. Aspek ekonomi yang dikaji mencakup potensi permintaan dan penawaran, serta analisis kelayakan usaha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 10 jenis buah-buahan hutan yang sudah mempunyai permintaan pada masyarakat Batak Toba, yakni Sihim, Riuk-riuk, Rambutan hutan, Tunggir-tunggir, Ruham, Handis, Hopong, Kapundung, Mobe, Barangan, Habo, Pining Bodat, Harimonting, Bosi-Bosi, Cempedak Hutan, dan Sotul, dengan pemanfaatan untuk buah segar, buah olahan, bumbu masak maupun untuk obat-obatan. Dari kegiatan domestikasi, maka produk yang dapat ditawarkan ke pasar adalah berupa bibit tanaman, buah segar dan simplisia tanaman obat dan herbal. Hasil analisis kelayakan usaha menunjukkan bahwa secara ekonomis, sistem usaha memberikan nilai NPV positif (Rp. 105.113.515 per haselama 10 tahun pertama atau Rp. 10.511.351 per ha per tahun), dan nilai BC Ratio >1 (2,39), serta IRR lebih besar daripada suku bunga yang berlaku. Dengan demikian, dapat disimpulkan, dengan struktur biaya yang dikerjakan dalam penelitian dan proyeksi penerimaan yang diperkirakan, maka sistem ini secara ekonomis layak dikerjakan. Berdasarkan analisis bisnis sistem usaha domestikasi buah-buahan di lokasi penelitian yang direncanakan, maka terlihat bahwa sistem ini akan memberikan manfaat peluang pekerjaan bagi masyarakat, menghasilkan pendapatan dari produk berupa bibit tanaman buah-buahan, simplicia dan buah-buahan segar. Selain itu, dihasilkan juga kemungkinan potensi pendapatan dari jasa ekowisata yang dalam sistem yang dikerjakan belum diperhitungkan.*

**Kata kunci:** *NPV, IRR, net B/C, bauran pasar, Batak.*

### **PENDAHULUAN**

Berbagai studi menunjukkan keterkaitan sejarah yang panjang antara sumberdaya hutan dengan berbagai etnis di Nusantara. Diantaranya adalah masyarakat Batak di daerah Tapanuli, Provinsi Sumatera Utara. Bagi masyarakat Batak, hutan tidak hanya menjadi sumber pangan, sandang, energi dan obat-obatan dan tempat tinggi namun juga mempengaruhi nilai dan budaya mereka. Sebagai sumber pangan, selain berladang masyarakat Batak mencari berbagai buah di hutan. Buah hutan seperti *Balakka, Sihim, Jontik-jontik, Harimonting, Rumbio, Jambu koling, Habo, Gala-gala, Kapundung, Pultak-pultak, Sanduduk, Hosur, Laccat, Hambirbir, dan Camin-camin* dipanen Suku Batak Angkola di Mandailing. Sedangkan buah hutan yang sering diambil dari hutan oleh Suku Batak Toba diantaranya *Rau, Sotul, Harimonting, Sanduduk, Pirdot, Mobe, Hambirbir, dan Haheat*. Jenis buah yang sering diambil dari hutan oleh Suku Simalungun adalah *Biwah, Kesemek dan Rambe*. Selain sebagai bahan pangan, buah-buahan hutan tersebut juga digunakan untuk pengobatan (Situmorang dan Harianja, 2014 dan Silalahi, et.al., 2015).

Selama dekade terakhir, perhatian terhadap pangan dan obat-obatan organik semakin mengemuka dan tidak lagi terbatas untuk penggunaan tradisional. Kelangkaan dan kekhawatiran terhadap pangan sintesis mendorong pencarian sumber pangan alternatif yang lestari. Penggunaan senyawa organik untuk pengobatan juga dipicu kekhawatiran yang sama terhadap bahan obat sintesis yang selama ini digunakan. Namun, berbagai gangguan hutan dan perubahan lahan mengakibatkan buah-buahan hutan dan berbagai tanaman berkhasiat obat tersebut semakin sulit diperoleh. Sebagai hasil hutan yang cenderung bersifat common resources atau milik publik, buah-buahan hutan umumnya dieksploitasi berlebihan (Ostrom, 1990).

Sejatinya pemanfaatan buah-buahan yang bersumber dari hutan akan melahirkan manfaat ekonomi dan sosial untuk mengurangi tingkat konsumsi buah impor dan membuka peluang meningkatkan pendapatan masyarakat lokal (Pouta, et.al., 2014 dan FAO, 2014). Bahkan ada kalanya buah hutan ini memiliki gizi yang tinggi dibandingkan dengan buah impor disamping jauh lebih segar dan rasanya lebih enak. Oleh karena itu agar potensi manfaat keanekaragaman hayati tersebut optimal bagi masyarakat luas maka diperlukan upaya domestikasi (Noordwijk, et.al., 2014).

Analisis bisnis berupa bauran pasar dan kelayakan investasi diperlukan dalam mendukung kegiatan domestikasi. Melalui analisis tersebut, justifikasi penelitian secara lebih komprehensif dapat dilakukan, dan pengambilan keputusan untuk melakukan domestikasi menemukan dasar ilmiahnya. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai posisi bisnis domestikasi tersebut, aspek permintaan dan penawaran, persaingan dengan komoditas lainnya, serta analisis kelayakan usaha.

Penelitian yang dilakukan oleh Silalahi, dkk (2015) terkait strategi pelestarian buah-buahan tradisional Batak menemukan bahwa terdapat 28 jenis tumbuhan buah-buahan hutan, yang masih sering dikonsumsi oleh masyarakat Batak, dengan pemanfaatan untuk buah segar, buah olahan, bumbu masak

maupun untuk obat-obatan. Jenis-jenis yang paling populer adalah jenis Sihim, Riuk-riuk, Rambutan hutan, Tungir-tungir, Ruham, Handis, Hopong, Kapundung, Mobe, Barangan, Habo, Pining Bodat, Harimonting, Bosi-Bosi, Cempedak Hutan, dan Sotul. Selanjutnya, analisis dalam makalah ini diharapkan akan membahas beberapa potensi yang berkaitan dengan aspek ekonomi dan berpotensi untuk meningkatkan pendapatan masyarakat yang menjadi target kegiatan. Potensi produk tersebut, yakni:

1. Bibit tanaman tanaman buah dan obat-obatan.
2. Buah hasil penanaman/uji coba penanaman.
3. Simplisia tanaman obat dan obat herbal terstandar.

Berdasarkan luaran tersebut, maka potensi pasar produk kegiatan ini adalah produsen pembibitan, pemerintah sebagai pihak pelaksana dalam kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan, dunia medis sebagai pengolah simplisia atau obat herbal, pedagang perantara produk-produk tersebut, serta konsumen akhir. Secara simulatif, produk tersebut akan berupa:

1. Bibit tanaman buah sebanyak 10.000 tahun pertama, 25.000 tahun ke dua dan selanjutnya (terdiri dari 5 jenis)
2. Buah segar sebanyak 1.000 ton/tahun (mulai tahun kelima)
3. Simplisia tanaman obat dan herbal 1 ton/tahun (mulai tahun ketiga).

Produksi dari domestikasi buah-buahan ini diharapkan dapat menyumbang pendapatan bagi masyarakat produsen (petani). Dikarenakan tujuan awal penelitian dan pengembangan ini adalah untuk produksi, maka sumber pendapatan masyarakat dapat berupa pendapatan dari penjualan bibit tanaman, produksi buah maupun sebagai simplisia. Kegiatan domestikasi buah diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pemenuhan kebutuhan akan pangan dan gizi masyarakat. Karena lokasi uji coba penelitian dilakukan di daerah pariwisata, maka lokasi tersebut potensial mendatangkan wisatawan, terutama yang terkait dengan tujuan ekowisata, dalam hal pembibitan tanaman hutan dan pengembangannya.

Kegiatan domestikasi buah-buahan hutan merupakan langkah awal dalam mendukung kedaulatan pangan. Sampai sekarang ini, kebutuhan gizi masyarakat Indonesia belum dapat terpenuhi dari pangan yang tersedia. Buah-buahan yang tersedia di pasar tradisional dan modern pun banyak yang diimpor dari luar negeri. Di pasar tradisional di Sumatera Utara, bahkan dapat ditemukan buah-buahan impor seperti buah apel, kiwi, anggur yang diproduksi oleh negara-negara asing. Biaya transportasi dan pengepakan akan menambah harga buah-buahan yang dipasarkan. Oleh karena itu, domestikasi buah-buahan hutan akan menambah pasokan buah bagi masyarakat sehingga akan dapat meningkatkan kesehatan masyarakat.

Laporan dari FAO (2014), menyebutkan bahwa konsumsi (pangan) dari tumbuhan hutan mencapai jumlah sebesar 72.560 ton seluruh dunia atau rata-rata 10,4 kg perkapita. Konsumsi tertinggi adalah di Asia-Oceania, yakni sebesar 14,6 kg perkapita, yang diikuti oleh Amerika Latin, Karibia dan Afrika. Namun demikian, kontribusi sektor kehutanan sebagai sumber pangan global baru mencapai 0,6 % dari total konsumsi pangan global.

Dari sisi penawaran, sebenarnya untuk pasar internasional, buah-buahan hutan (yang belum terdomestikasi) juga mendapatkan tempat di masyarakat modern sekarang ini. Menurut FAO (2014), dimensi keamanan pangan dari hutan mencakup empat aspek, yakni ketersediaan, keterjangkauan, pemanfaatan dan stabilitasnya. Dukungan sektor kehutanan bagi keamanan pangan sampai saat ini masih dominan sebagai sumber penghasilan yang dapat digunakan untuk menyokong ketersediaan pangan daripada pengambilan langsung sumber pangan dari hutan. Ditinjau dari aspek stabilitas, maka sumber pangan dari hutan merupakan katup pengaman terakhir bagi manusia tatkala sumber pangan lainnya gagal atau sulit diperoleh.

Oleh karena itu, keterkaitan aspek ekonomi sumberdaya hutan sebagai sumber pangan masih sangat spesifik berdasarkan lokasi (Andayani, 2007a). Di banyak tempat, ketersediaan buah tradisional alami dari hutan dapat menjadi sumber pangan rumah tangga sehingga alokasi konsumsi rumah tangga dapat dialihkan ke pembelanjaan lain. Selain itu, potensi perdagangan buah-buahan tradisional yang bersumber dari hutan dapat menambah pendapatan masyarakat lokal serta untuk mendukung gaya hidup sehat, termasuk masyarakat pedesaan di sekitar hutan.

Domestikasi buah-buahan tradisional hutan pasti akan menghadapi potensi persaingan dari buah-buahan lainnya. Pemanfaatan selama ini yang masih mengandalkan pengambilan dari hutan saja merupakan kendala utama dalam aspek persaingan dengan komoditas buah lainnya. Jika dilihat dari korbanan ekonomi masyarakat dalam pengadaan buah, maka potensi buah-buahan tradisional dari hutan akan memenangkan persaingan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menyediakan informasi kandungan gizi buah-buahan lokal sehingga konsumen dapat mempertimbangkannya untuk menggantikan buah impor.

Domestikasi juga merupakan suatu upaya penting untuk memenangkan persaingan dengan buah lain yang selama ini sudah tersedia di pasar (Razali, et. al., 2014). Jika berpatokan pada hasil penelitian

sementara (Silalahi, et al, 2015), maka ke dua puluh delapan jenis buah-buahan hutan yang ditemukan sangat potensial untuk dipasarkan, berdampingan, bahkan mungkin menggantikan ketersediaan buah di pasar lokal maupun nasional untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

**ANALISIS ASPEK KEUANGAN**

Sesuai dengan karakteristik komoditas kehutanan, maka analisis aspek keuangan atau bisnis komoditas buah-buahan lokal ini menggunakan prinsip analisis investasi jangka panjang (Andayani, 2007b), karena komoditas buah-buahan yang akan didomestikasi juga merupakan tanaman jangka panjang. Menurut informasi dari petani, maka jenis tanaman buah-buahan tersebut akan mulai berproduksi pada tahun kelima. Dalam analisis bisnis ini, digunakan tahun rata-rata berproduksi tersebut, dengan memperhitungkan faktor koreksi nilai investasi, yakni suku bunga riil yang berlaku tahun ini, yakni 6.5%. Adapun komponen analisis yang digunakan adalah komponen kelayakan investasi, yakni IRR, Net B/C dan NPV, dengan terlebih dahulu mengidentifikasi faktor-faktor biaya, penerimaan dan keuntungan.

**Tabel 1.** Model Penghitungan Parameter Kelayakan Usaha.

| No | Parameter                                                                                                                                                  | Kriteria                                        | Indikator                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | $NPV = \sum_{t=1}^n \frac{(Bt - Ct)}{(1+i)^t}$                                                                                                             | - NPV > 0<br>- NPV < 0<br>- NPV = 0             | -<br>royek layak<br>-<br>royek tidak layak<br>-<br>ilai proyek tepat sebesar suku bunga yang berlaku.                        |
| 2  | $IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)}(i_2 - i_1)$                                                                                                     | - IRR > i<br>- IRR < i                          | -<br>royek layak<br>-<br>royek tidak layak<br>-<br>= tingkat bunga yang berlaku.                                             |
| 3  | $NetB/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Bt - Ct)}{(1+i)^t} \text{ untuk } (Bt - Ct) > 0}{\sum_{t=1}^n \frac{(Bt - Ct)}{(1+i)^t} \text{ untuk } (Bt - Ct) < 0}$ | - Net B/C > 1<br>- Net B/C < 1<br>- Net B/C = 1 | -<br>royek layak<br>-<br>royek tidak layak<br>-<br>ilai proyek cukup menutupi seluruh biaya dan investasi selama umur proyek |

**Keterangan:**

- NPV = nilai manfaat bersih sekarang (Rp.).
- IRR = tingkat keuntungan internal (Rp.).
- Net B/C = perbandingan manfaat dengan biaya (Rp.).
- Bt = pendapatan pada tahun ke-t (Rp.).
- Ct = biaya pada tahun ke -t (Rp.).
- i = tingkat suku bunga.
- t = tahun.
- NPV1 = nilai NPV pada suku bunga i1 (positif dan mendekati angka 0).
- NPV2 = nilai NPV pada suku bunga i2 (negatif dan mendekati angka 0).

Analisis investasi usaha domestikasi ini dibuat untuk usaha tani pembibitan dan juga produksi buah untuk konsumsi serta simplisia untuk obat-obatan tradisional, dengan produksi 1 hektar lahan. Biaya yang timbul dikategorikan menjadi tiga jenis biaya, yakni biaya investasi tetap berupa pengadaan peralatan usaha tani, biaya investasi langsung yakni untuk tenaga kerja dan pengadaan bahan. Biaya

tenaga kerja terdiri dari pembuatan kebun pangkas; persiapan lahan dan penanaman; pemeliharaan pembibitan dan penanaman serta pemanenan. Biaya pengadaan bahan terdiri dari bahan pembuatan kebun pangkas dan biaya bahan penanaman. Selain biaya tetap dan biaya variabel, maka ada biaya ketiga yakni untuk biaya operasional, yang dalam hal ini terdiri dari biaya pemeliharaan alat usaha tani. Penerimaan usaha domestikasi terdiri dari tiga jenis, yakni:

1. Penerimaan dari bibit tanaman, yang terjadi pada akhir tahun pertama, dan selanjutnya setiap tahun.
2. Penerimaan dari simplisia, terjadi mulai pada tahun ketiga setelah tanam, dalam analisis diperkirakan untuk setiap hektar lahan buah-buahan yang diusahakan.
3. Penerimaan dari buah, diperkirakan akan diperoleh mulai tahun kelima, dan berlangsung terus menerus.

Sesuai dengan kriteria pengambilan keputusan investasi, dalam analisis ini digunakan parameter NPV, Net B/C ratio dan IRR. Adapun dalam sistem proyeksi kelayakan usaha digunakan beberapa asumsi yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sistem usaha dianalisis untuk satu usaha pembibitan dan satu usaha penanaman dengan luas 1 hektar.
2. Jenis tanaman buah yang digunakan adalah lima jenis tanaman buah-buahan hasil rekomendasi penelitian Silalahi, dkk (2015) di Kabupaten Tobasa dan Tapanuli Utara.
3. Biaya pengadaan peralatan adalah biaya untuk peralatan usaha tani.
4. Koreksi nilai uang investasi menggunakan suku bunga riil yang berlaku pada tahun 2016, yakni sebesar 6,5%.
5. Penerimaan bibit tanaman buah diperkirakan dapat terjadi pada akhir tahun pertama dan selanjutnya pada tahun berikut.
6. Penerimaan dari buah-buahan akan terjadi mulai pada tahun kelima, dan berlangsung setiap tahun.
7. Penerimaan dari simplicia akan berlangsung mulai tahun ketiga.

Berdasarkan asumsi-asumsi tersebut, maka dapat disusun Tabel cashflow, yang dalam analisis ini menggunakan daur selama 10 tahun.

**Tabel 2.** *Cashflow* sistem budidaya pembibitan dan produksi simplicia dan buah.

| No | Jenis Biaya dan Penerimaan                      | Tahun Terjadi | Volume      | Rp/Satuan  |
|----|-------------------------------------------------|---------------|-------------|------------|
| A  | Penerimaan                                      |               |             |            |
|    | A. 1. Bibit tanaman (anakan)                    | 1             | 5.000       | 3.000      |
|    |                                                 | 2,3,...10     | 10.000      | 3.000      |
|    | A. 2. Buah (kg)                                 | 5,6,...10     | 80.000      | 2.000      |
|    | A. 3. Simplicia (kg)                            | 3             | 1.000       | 10.000     |
|    |                                                 | 4,5,...10     | + 10 % / th | 10.000     |
| B  | Biaya                                           |               |             |            |
|    | B.1. Biaya tetap                                |               |             |            |
|    | B.1.1. Peralatan usaha tani (paket)             | 1,6           | 1           | 1.000.000  |
|    | B.2. Biaya variabel                             |               |             |            |
|    | B.2.1. Tenaga kerja (HOK)                       |               |             |            |
|    | B.2.1.1. Pembuatan kebun pangkas                | 1             | 869,33      | 75.000     |
|    | B.2.1.2. Persiapan lahan dan penanaman          | 1             | 96          | 75.000     |
|    | B.2.1.3. Pemeliharaan pembibitan dan penanaman. | 1,2,...10     | 240         | 75.000     |
|    | B.2.1.4. Pemanenan                              | 3,4,...10     | 10          | 75.000     |
|    | B.2.2. Bahan (paket)                            |               |             |            |
|    | B.2.2.1. Pembuatan kebun pangkas                | 1             | 1           | 50.000.000 |
|    | B.2.2.2. Penanaman                              | 1             | 1           | 15.200.000 |
| C. | Operasional pemeliharaan alat (paket)           | 1,2,...10     | 1           | 100.000    |

Dari Tabel 2, kemudian disusun Tabel analisis kelayakan usaha, seperti tercantum pada Tabel 3 (lampiran 1).

Analisis kelayakan usaha domestikasi ini dilakukan pada daur usaha sampai dengan 10 tahun, di mana usaha pada lokasi penelitian mulai menghasilkan pada tahun ke-1, 3 dan 5. Dengan sistem usaha tani seperti pada Tabel 2, maka pada Tabel 3, terlihat bahwa parameter NPV yang sudah dikoreksi dengan faktor suku bunga sebesar 6,5%, yakni suku bunga riil pada saat penelitian, bernilai sebesar Rp. 105.113.515 per ha, selama 10 tahun pertama atau Rp. 10.511.351 per ha per tahun.

Parameter kedua yang dihitung dalam analisis finansial ini adalah parameter net B/C Ratio, yang menunjukkan rasio biaya yang dikeluarkan terhadap manfaat (keuntungan) yang diterima. Sistem usaha tani sagu di lokasi penelitian mempunyai nilai Net B/C ratio sebesar 2,39; yang maknanya setiap

penambahan input sebanyak satu satuan, maka akan mengakibatkan peningkatan manfaat (keuntungan) sebesar 2,39 kali lipat. Pada sistem usaha tersebut, penambahan input dimungkinkan untuk penambahan input tenaga kerja maupun dengan menambah luas areal tanam.

Indikator terakhir yang digunakan dalam analisis finansial ini adalah parameter IRR (*internal rate of return*), yang menggambarkan tingkat suku bunga tertinggi yang masih memungkinkan sistem usaha tani menghasilkan manfaat (keuntungan) positif bagi pelaku usaha. Nilai IRR pada sistem usaha tersebut adalah lebih besar daripada suku bunga yang berlaku (6,5 %), yang artinya sistem ini masih akan memberikan keuntungan bahkan sampai suku bunga mencapai 50 persen sekali pun. Oleh karena itu, jika dibandingkan dengan suku bunga tabungan atau deposito yang berlaku sekarang ini, pilihan sistem budidaya tersebut masih lebih menguntungkan.

Berdasarkan tiga kriteria kelayakan finansial pada tingkatan on farm di lokasi penelitian, yakni NPV >1, Net B/C Ratio > 1, dan IRR lebih besar daripada suku bunga yang berlaku, maka sistem usaha yang berlaku di lokasi penelitian sekarang ini secara ekonomis layak dikerjakan karena memberikan manfaat positif bagi pelaku usaha, bahkan dapat mendukung promosi pariwisata (Maulana and Suswati, 2013; Situmeang, 2016). Perluasan budidaya juga dapat dilakukan, mengingat masih banyaknya lahan yang tertidur. Pengaturan sistem pengelolaan diperlukan, dan apabila pemerintah sebagai pemilik lahan di mempunyai rencana pengembangan sumber mata pencaharian bagi masyarakat, maka sistem budidaya tersebut akan memberikan manfaat positif (Wijayanto, 2011).

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis bisnis sistem usaha domestikasi buah-buahan di lokasi penelitian yang direncanakan, maka terlihat bahwa sistem ini akan memberikan manfaat peluang pekerjaan bagi masyarakat, menghasilkan pendapatan dari produk berupa bibit tanaman buah-buahan, simplicia dan buah-buahan segar. Selain itu, dihasilkan juga kemungkinan potensi pendapatan dari jasa ekowisata yang dalam sistem yang dikerjakan belum diperhitungkan. Analisis kelayakan usaha menunjukkan bahwa secara ekonomis, sistem usaha memberikan nilai NPV positif, dan nilai BC Ratio >1, serta IRR lebih besar daripada suku bunga yang berlaku. Dengan demikian, dapat disimpulkan, dengan struktur biaya yang dikerjakan dalam penelitian dan proyeksi penerimaan yang diperkirakan, maka sistem ini secara ekonomis layak dikerjakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, Wahyu, 2007a. Buku Ajar Mata Kuliah Ekonomi Sumber Daya Hutan. Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gajah Mada. Tidak diterbitkan.
- Andayani, Wahyu, 2007b. Analisis Bisnis Pengusahaan Hutan (*Lecture Notes*). Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gajah Mada. Tidak diterbitkan.
- Food and Agriculture Organisation of The United Nations. 2014. State of The World's Forests 2014. Rome.
- Maulana, S. and Suswati. 2013. Utilization of Agriculture on Spatial Organization as Implementation of Critical Regionalism (Case Study: Lake Toba, North Sumatera, Indonesia). Faculty of Design & Architecture, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia: 18-19 December 2013.
- Ostrom, Elinor. 1990. Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge: Cambridge University Press.
- Razali, Z. Nasution and Rachmawaty. *Optimization Model On The Use Of Agriculture Land In The Catchment Area Of Lake Toba*. International Journal of Scientific & Technology Research Volume 3, Issue 11, November 2014: 6p.
- Silalahi, J., A. Harianja, R. Situmorang, S.P. Barus dan M. Nababan. 2015. Strategi Pelestarian Buah-buahan Potensial dari Hutan pada Etnik Batak Sebagai Sumber Pangan. Laporan Hasil Penelitian BP2LHK Aek Nauli. Tidak diterbitkan.
- Situmeang, R. 2016. Developing System Thinking Approach for Sustainable Destination Management in Lake Toba. MATEC Web of Conferences 70, 11004 (2016): 5p.
- Situmorang, R. dan Harianja A.H. 2014. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kearifan Lokal Pemanfaatan Obat-Obatan Tradisional Oleh Etnik Karo. Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian BPK Aek Nauli. Medan.
- Van Noordwijk M., Bizard V., Wangpakattanawaong P., Tata H.L., Villamor G.B., Leimona B. 2014. Tree cover transitions and food security in Southeast Asia. Global Food Security. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2014.10.005>.
- Wijayanto, N. 2011. *Species identification and selection to develop agroforestry at Lake Toba Catchment Area (LTCA)*. Biodiversitas. Volume 12, Number 1, January 2011. Pages: 52-58.

**PENINGKATAN PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA MELALUI PENILAIAN KINERJA  
PADA HOTEL GARUDA PLAZA, HOTEL MADANI, DAN HOTEL NOVOTEL SOEHI  
INTERNASIONAL MEDAN****Maulidina<sup>1\*</sup> dan Fahmi Sulaiman<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Program Studi Administrasi Bisnis, Politeknik LP3I, Medan<sup>2</sup>Program Studi Teknik Industri, Politeknik LP3I, Medan

\*E-mail: dinabachtiar@yahoo.com

**Abstrak.** Peningkatan kinerja merupakan hal yang diinginkan baik dari pihak pemberi kerja maupun para pekerja. Pemberi kerja menginginkan kinerja karyawannya baik untuk kepentingan peningkatan hasil kerja dan keuntungan perusahaan. Di sisi lain, para pekerja berkepentingan untuk pengembangan diri dan promosi pekerjaan. Secara umum, dapat dikatakan bahwa kinerja karyawan yang baik bertujuan untuk meningkatkan produktivitas. Oleh karena itu, peran dalam penilaian kinerja sangat berpengaruh dalam produktivitas karyawan dalam perusahaan guna untuk perbaikan sistem kerja yang dilakukan oleh setiap komponen yang ada dalam perusahaan. Untuk tujuan tersebut akan dibutuhkan sistem manajemen kinerja yang baik. Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) mengalokasikan 1.000 sertifikasi profesi hotel dan restoran di Sumatera Utara. Namun jatah "subsidi" pemerintah ini tak bisa dimanfaatkan, karena vakumnya Perhimpunan Hotel dan Restoran Indonesia (PHRI) Sumatera Utara. Padahal, sertifikasi profesi bagi karyawan hotel dan restoran menjadi syarat mutlak beroperasi di era Masyarakat Ekonomi ASEAN yang dimulai Desember 2015. "Dari ribuan karyawan hotel dan restoran di Sumatera Utara, hanya 200-an yang bersertifikat. Padahal, Oktober nanti, minimal 50 persen dari karyawan hotel berbintang 2 dan 3 harus bersertifikat profesi. Kalau tidak, izin usaha hotel maupun restoran nya bisa dicabut," kata Ketua Musyawarah Daerah (Musda) PHRI Sumut, Japar L Gultom saat beraudiensi dengan Ketua DPRD Sumatera Utara, Ajib Shah, Selasa (31/3/2015). Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Analisis Pengaruh Penilaian Kinerja Terhadap Produktivitas Karyawan pada Hotel Garuda Plaza, Hotel Madani, dan Hotel Novotel Soehi Internasional Medan". Menurut Bangun (2012 : 230) "Penilaian kinerja adalah proses yang dilakukan organisasi untuk mengevaluasi atau menilai keberhasilan karyawan dalam melaksanakan tugasnya. Penilaian dapat dilakukan dengan membandingkan hasil kerja yang dicapai karyawan dengan standar pekerjaan". Menurut Sutrisno (2011 : 99) produktivitas secara umum diartikan sebagai hubungan antara keluaran (barang-barang atau jasa) dengan masukan (tenaga kerja, bahan, uang). Produktivitas adalah ukuran efisiensi produktif. Suatu perbandingan antara hasil keluaran dan masukan. Masukan sering dibatasi dengan tenaga kerja, sedangkan keluaran diukur dalam kesatuan fisik, bentuk, dan nilai

**Kata kunci:** Kinerja, Produktivitas, penilaian kinerja

**PENDAHULUAN**

Peningkatan kinerja merupakan hal yang diinginkan baik dari pihak pemberi kerja maupun para pekerja. Pemberi kerja menginginkan kinerja karyawannya baik untuk kepentingan peningkatan hasil kerja dan keuntungan perusahaan. Di sisi lain, para pekerja berkepentingan untuk pengembangan diri dan promosi pekerjaan. Secara umum, dapat dikatakan bahwa kinerja karyawan yang baik bertujuan untuk meningkatkan produktivitas. Oleh karena itu, peran dalam penilaian kinerja sangat berpengaruh dalam produktivitas karyawan dalam perusahaan guna untuk perbaikan sistem kerja yang dilakukan oleh setiap komponen yang ada dalam perusahaan. Untuk tujuan tersebut akan dibutuhkan sistem manajemen kinerja yang baik. Nurholis (2010) dalam judul Pengaruh Pelaksanaan Penilaian Kinerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan di *Call Center* PT. Telkomsel Medan menyatakan bahwa "Produktivitas karyawan di *Call Center* PT. Telkomsel Medan disebabkan oleh pelaksanaan penilaian kinerja, selebihnya dipengaruhi oleh variabel lain seperti faktor kecerdasan emosional, insentif/bonus, tunjangan, kesehatan, status karyawan, keselamatan kerja dan lain-lain". Namun jatah "subsidi" pemerintah ini tak bisa dimanfaatkan, karena vakumnya Perhimpunan Hotel dan Restoran Indonesia (PHRI) Sumatera Utara. Padahal, sertifikasi profesi bagi karyawan hotel dan restoran menjadi syarat mutlak beroperasi di era Masyarakat Ekonomi ASEAN yang dimulai Desember 2015. "Dari ribuan karyawan hotel dan restoran di Sumatera Utara, hanya 200-an yang bersertifikat. Padahal, Oktober nanti, minimal 50 persen dari karyawan hotel berbintang 2 dan 3 harus bersertifikat profesi. Kalau tidak, izin usaha hotel maupun restoran nya bisa dicabut," kata Ketua Musyawarah Daerah (Musda) PHRI Sumut, Japar L Gultom saat beraudiensi dengan Ketua DPRD Sumatera Utara, Ajib Shah, Selasa (31/3/2015).

Didampingi Sekretaris Musda Eva Ginting, Wakil Ketua Denny S Wardana, Koordinator Wilayah Medan PHRI Sumut Rika F Syam dan Wakil Sekretaris, Prana Hutabarat disampaikannya bahwa salah satu agenda Musda PHRI Sumut untuk menyelamatkan industri perhotelan di Sumut. Sebab, dari 300-an hotel di Sumut, masih satu yang sedang mengurus sertifikasi usaha. "Ada seribu jatah, tapi tidak tersalurkan karena wadahnya (PHRI Sumut) vakum selama delapan tahun," ungkapnya. Eva Ginting mengatakan, Musda PHRI Sumut yang dilaksanakan pada tanggal 10-11 April mendatang, diharapkan dapat memilih Ketua yang mampu meningkatkan industri perhotelan dan restoran di Sumatera Utara. Selain itu, menjadi wadah bagi industri hotel dan restoran, terkait berbagai kebijakan pemerintah.

Sebagaimana diketahui, Pemerintah telah mengeluarkan UU No 10 Tahun 2009 tentang Kepariwisata dan Peraturan Pemerintah No 52 Tahun 2012 tentang Sertifikasi Kompetensi dan Sertifikasi Usaha di Bidang Pariwisata. Selain itu, Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi (PAN-RB) mengeluarkan Surat Edaran Nomor 11 Tahun 2014 tentang Pembatasan Kegiatan Pertemuan/Rapat di Luar Kantor. Dikatakannya, dampak SE Menpan-RB mengakibatkan pangsa pasar industri perhotelan menurun hingga 40 persen, bahkan beberapa hotel telah 'merumahkan' atau memberhentikan karyawannya hingga 30 persen. "Ketua PHRI Sumut yang terpilih nanti diharapkan mampu menjembatani pengusaha perhotelan dengan berbagai kebijakan pemerintah," katanya

Ketua DPRD Sumut Ajib Shah didampingi Ketua Komisi C (Bidang keuangan) DPRD Sumut Muchrid Nasution menyambut baik dan positif langkah mengaktifkan kembali PHRI Sumut. "Kami yakin, PHRI akan berkontribusi terhadap pembangunan Sumatera Utara, tidak hanya memajukan industri semata, tapi juga membangun para pekerjanya," kata Ajib Shah. Awalnya, H.Ajib Shah terkejut mendengar pernyataan bahwa dalam kurun waktu 8 tahun ini Perhimpunan Hotel dan Restoran Indonesia (PHRI) Sumut tidak berfungsi. Padahal pemerintah sangat berharap dari keberadaan organisasi ini untuk meningkatkan penerimaan daerah. Dikemukakan Ajib Shah, dari sisi pemerintah, keberadaan PHRI sangat dibutuhkan untuk membangun Sumatera Utara. Sebab, peran organisasi PHRI yang bergerak di sektor pariwisata ini sangat strategis dalam membantu meningkatkan perekonomian masyarakat. Paling penting, PHRI mampu berkontribusi menjaga lingkungan dan mempromosikan berbagai objek wisata di Sumatera Utara. "Danau Toba itu anugerah besar dan menjadi ikon Sumatera Utara, dan objek wisata Brastagi yang indah. Kami harap PHRI mampu menjaga lingkungannya dan mempromosikan berbagai objek wisata di Provinsi Sumut," pinta Ajib Shah. Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Peningkatan Produktivitas Tenaga Kerja melalui Penilaian Kinerja pada Hotel Garuda Plaza, Hotel Madani, dan Hotel Novotel Soehi Internasional Medan".

Adapun rumusan masalah yang penulis kemukakan dalam penelitian ini adalah: (1) Bagaimana metode penilaian kinerja yang diterapkan Hotel Garuda Plaza, Hotel Madani, dan Hotel Soehi Internasional. (2) Bagaimana pengaruh penilaian kinerja terhadap produktivitas karyawan Hotel Garuda Plaza, Hotel Madani, dan Hotel Soehi Internasional. (3) Indikator penilaian kinerja apa sajakah yang memengaruhi produktivitas karyawan Hotel Garuda Plaza, Hotel Madani, dan Hotel Soehi Internasional.

Untuk memperjelas serta membatasi ruang lingkup permasalahan dengan tujuan untuk menghasilkan uraian sistematis maka penulis merasa perlu membuat pembatasan masalah yaitu karyawan pada perusahaan Hotel Garuda Plaza, Hotel Madani, dan Hotel Soehi Internasional yang tidak mengalami perubahan manajemen selama penelitian berlangsung. Variabel-variabel penelitian ini adalah penilaian kinerja dan produktivitas. Indikator penelitian untuk variabel penilaian kinerja adalah kuantitas kerja, kualitas kerja, proses, waktu, kedisiplinan, loyalitas, dan kerja sama. Sedangkan indikator penelitian untuk variabel produktivitas adalah keterampilan dan inisiatif.

Adapun tujuan penulis penelitian ini adalah (1) Menganalisis metode penilaian kinerja yang dipakai Hotel Garuda Plaza, Hotel Madani, dan Hotel Soehi Internasional. (2) Menganalisis pengaruh penilaian kinerja terhadap produktivitas karyawan Hotel Garuda Plaza, Hotel Madani, dan Hotel Soehi Internasional. (3) Mengidentifikasi indikator-indikator penilaian kinerja yang memengaruhi produktivitas karyawan Hotel Garuda Plaza, Hotel Madani, dan Hotel Soehi Internasional. Manfaat dari penelitian yang penulis teliti antara lain Bagi Hotel Garuda Plaza, Hotel Madani, dan Hotel Soehi Internasional akan dapat memperbaiki kinerja karyawan semua lini yang ada pada hotel-hotel tersebut.

## **METODE**

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Hotel Garuda Plaza Medan, Hotel Madani Medan dan Hotel Novotel Soehi Internasional Medan. Waktu penelitian dilakukan mulai dari bulan Februari 2015 sampai dengan Mei 2015.

### **Tahapan Pengumpulan Data**

Data merupakan salah satu komponen terpenting untuk sebuah penelitian. Maka untuk membantu pelaksanaan penelitian digunakan teknik pengumpulan data. Menurut Sunyoto (2013 : 63) tahapan pengumpulan data terdiri dari (1) Observasi Lapangan adalah pengumpulan data dengan cara pengamatan secara langsung terhadap kondisi dan keadaan sistem penggajian dalam perusahaan yang menjadi obyek penelitian sehingga dapat ditemukannya fakta ataupun realitas yang dibutuhkan dalam laporan penyusunan laporan ini. (2) Wawancara adalah proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara tanya jawab, sambil bertatap muka antara si penanya atau pewawancara dengan si penjawab atau responden dengan menggunakan alat yang dinamakan *interview guide* (panduan wawancara). (3) Studi Dokumentasi adalah pengumpulan data yang mempelajari dokumen, buku-buku

lain, ataupun berbagai artikel yang berasal dari Hotel Garuda Plaza Medan, Hotel Madani Medan dan Hotel Novotel Soechi Internasional Medan.

**Jenis Data**

Jenis data dalam penelitian ini adalah data Primer, yaitu data yang diperoleh melalui penelitian langsung ke objek penelitian yang masih harus diolah penulis, berupa hasil kuesioner kepada karyawan Hotel Garuda Plaza Medan, Hotel Madani Medan dan Hotel Novotel Soechi Internasional Medan serta wawancara dengan HRD mengenai penilaian kinerja yang dilaksanakan perusahaan.

**Populasi dan sampel**

Menurut Sugiyono ( 2009 : 115 ) bahwa “ Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajaridan kemudian di tarik kesimpulannya”. Berdasarkan penjelasan diatas, maka yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah seluruh karyawan kantor Hotel Garuda Plaza Medan, Hotel Madani Medan dan Hotel Novotel Soechi Internasional Medan. Menurut Sunyoto ( 2013 : 15 ) bahwa “ Sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi”. Berikut ini diuraikan perhitungan pengambilan sampel berdasarkan rumus stratified random sampling.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

$$n = \frac{300}{1 + \{300 (0.05)^2\}}$$

$$= 171,429$$

$$= 172 \text{ orang}$$

Keterangan :

N = jumlah *sample* penelitian

N = jumlah populasi yaitu jumlah total karyawan Hotel Garuda Plaza Medan, Hotel Madani Medan dan Hotel Novotel Soechi Internasional Medan

E = kelonggaran ketidaktelitian karena kesalahan pengambilan *sample* yang dapat ditolerir ( peneliti memakai e= 0,05 ).

**Definisi Operasional**

Definisi operasional digunakan untuk memberikan definisi kepada suatu variabel dengan cara memberikan arti, atau menspesifikasikan kegiatan ataupun memberikan suatu operasional yang diperlukan untuk mengukur variable tersebut. Berikut definisi operasional dari indikator yang digunakan.

**Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik pengumpulan data primer , yaitu (1) Metode Wawancara (*Interview*) (2) Kuesioner (*Questionary*) (3) Observasi (*Observation*).

| Variabel Penelitian    | Definisi                                                                                                   | Indikator                                                                                                     | Skala  |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Penilaian Kinerja      | Merupakan kegiatan untuk membandingkan kinerja karyawan dengan standar-standar yang telah ditentukan.      | 1.Kuantitas kerja<br>2.Kualitas kerja<br>3.Proses<br>4.Waktu<br>5.Kedisiplinan<br>6.Loyalitas<br>7.Kerja sama | Likert |
| Produktivitas Karyawan | Merupakan perbandingan antara hasil yang dikeluarkan dengan sumber daya manusia pada kurun waktu tertentu. | 1.Keterampilan<br>2.Inisiatif                                                                                 | Likert |

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hotel Madani, Garuda Plaza Hotel dan Hotel Soechi Internasional melakukan penilaian kinerja setiap enam bulan sekali. Hal tersebut memiliki tujuan agar perusahaan dapat mengambil tindakan korektif secara cepat terhadap kesalahan atau kekurangan karyawan, efisien (tidak menyita waktu penelia), dan hemat biaya. Metode penilaian kinerja yang digunakan adalah rating scale . Penilaian kinerja dilakukan oleh pimpinan. Penilaian kinerja tenaga lapang dilakukan dalam beberapa tahap. Pada awalnya, penilaian dilakukan oleh koordinator lapangan karena koordinator lapangan merupakan pihak yang paling mengetahui kerja sehari-hari tenaga lapang. Setelah itu, hasil penilaian akan diserahkan kepada Staff untuk dievaluasi. Jika telah selesai dievaluasi, hasil penilaian kinerja diserahkan kepada

pimpinan untuk ditindaklanjuti. Pimpinan memanggil setiap karyawan yang telah dinilai kinerjanya untuk memperlihatkan hasil penilaian kinerja.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di atas maka di angkat sebuah kesimpulan yakni ketiga hotel melakukan penilaian kinerja setiap enam bulan sekali. Hal tersebut memiliki tujuan agar perusahaan dapat mengambil tindakan korektif secara cepat terhadap kesalahan atau kekurangan karyawan, efisien (tidak menyita waktu penyelia), dan hemat biaya. Metode penilaian kinerja yang digunakan adalah rating scale . Penilaian kinerja dilakukan oleh pimpinan. Penilaian kinerja tenaga lapang dilakukan dalam beberapa tahap. Pada awalnya, penilaian dilakukan oleh koordinator lapangan karena koordinator lapangan merupakan pihak yang paling mengetahui kerja sehari-hari tenaga lapang. Setelah itu, hasil penilaian akan diserahkan kepada Staff untuk dievaluasi. Jika telah selesai dievaluasi, hasil penilaian kinerja diserahkan kepada pimpinan untuk ditindaklanjuti. Pimpinan memanggil setiap karyawan yang telah dinilai kinerjanya untuk memperlihatkan hasil penilaian kinerja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina Maarif, Fauzia. 2005. *Analisis Hubungan Penilaian Kinerja dengan Produktivitas Karyawan (Studi Kasus pada Sub Divisi Group Liabilities Consumer Banking PT Bank Bukopin, Jakarta)* Skripsi pada Departemen Manajemen Fakultas Ekonomi dan Manajemen. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Davis, Tony, Cutt, Maggie, Flynn, Nail, Mowl, Peter, dan Orme, Simon. 2009. *Talent Assessment*. PPM, Jakarta Pusat.
- Dessler, G. 2006. *Manajemen Sumber Daya Manusia* . Indeks, Jakarta.
- Flippo dan Masud. 1996. *Manajemen Personalia*. Erlangga, Jakarta.
- Hasibuan. 2007. *Manajemen Sumberdaya Manusia*. PT Bumi Aksara, Jakarta.
- Iskandar, Andri. 2005. *Analisis Pengaruh Penilaian Kinerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan di Kantor PUSDIKLATWAS BPKP*. Tesis pada Program Studi Magister Manajemen Agribisnis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kuncoro, Mudrajad. 2003. *Metode Riset untuk Bisnis & Ekonomi*. Erlangga, Jakarta.
- Mangkuprawira, Sjafrri. 2007. *Manajemen Mutu Sumber daya Manusia*. Ghalia Indonesia, Bogor.
- Nachrowi. 2002. *Penggunaan Teknik ekonometri*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Nugroho, B. 2005. *Strategi Jitu Memilih Metode Statistik Penelitian dengan SPSS*. ANDI, Yogyakarta.
- Narbuko, C. 2001. *Metodologi Penelitian*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Nurholis, Iman. 2010. *Pengaruh Pelaks anaan Penilaian Kinerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan (Studi pada Call Center PT, Telkomsel Medan)*. Skripsi pada Departemen Ilmu Administrasi Nega ra Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- P. Siagian, Sondang. 2007. *Fungsi-Fungsi Manajerial*. PT Bumi Aksara, Jakarta.
- P. Siagian, Sondang. 2007. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. PT Bumi Aksara, Jakarta.
- P. Siagian, Sondang. 2008. *Manajemen Stratejik*. PT Bumi Ak sara, Jakarta.
- Priyatno, D. 2008. *Mandiri Belajar SPSS untuk Analisis Data dan Uji Statistik*. MediaKom, Yogyakarta.
- Rivai, Veithzal dan Mohd. Basri, Ahmad Fawzi. 2005. *Performance Appraisal*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Rivai, Veithzal dan Jauvani Sagala, Ella. 2009. *Manajemen Sumber Daya Manusia untuk Perusahaan*. PT RajaGrafindo Persada, Jakarta.
- Simamora, Henry. 2006. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. STIE YKPN, Yogyakarta.
- Sinungan, Muchdarsyah. 2008. *Produktivitas Apa dan Bagaimana*. PT Bumi Aksara, Jakarta.
- Siswanto, H.B. 2008. *Pengantar Manajemen*. PT Bumi Aksara, Jakarta.
- Sumarsono, Sonny. 2003. *Ekonomi Mana jemen Sumberdaya Manusia & Ketenagakerjaan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Tim Penyusun Kamus. 2002. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Balai Pustaka, Jakarta.
- Tisnawati Sule, Ernie dan Saefullah, Kurniawan. 2008. *Pengantar Manajemen*. Prenada Media, Jakarta.
- Umar, Husein. 2003. *Metode Riset Bisnis*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Walpole, R.E. 1993. *Pengantar Statistika*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yuniarsih, Tjutju. 2009. *Manajemen Sumberdaya Manusia*. Alfabeta, Bandung.

## **ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KINERJA SISTEM AKUNTANSI INSTANSI PADA KANTOR WILAYAH KEMENTERIAN AGAMA PROVINSI SUMATERA UTARA**

**Lily Karlina Nst\* dan Jaka Prasetya Abdi Negara**

Politeknik LP3I Medan  
E-Mail: indah.bunga20@gmail.com

**Abstrak.** Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh keterlibatan pemakai dalam pengembangan sistem, kemampuan teknik personal, dukungan manajemen puncak, formalisasi pengembangan sistem informasi, program pelatihan dan pendidikan pemakai serta kualitas sistem terhadap kinerja Sistem Akuntansi Instansi (SAI). Penelitian ini dilakukan penulis pada Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Sumatera Utara. Jenis penelitian ini adalah penelitian causal komperatif yang merupakan penelitian dengan karakteristik masalah berupa hubungan sebab akibat antara dua variabel atau lebih. Penelitian ini menggunakan data primer. Pengambilan sampel dengan menggunakan rumus Slovin. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 72 sampel dari total 256 populasi penelitian. Sampel dalam penelitian ini adalah para Pimpinan Satker pada jajaran Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Sumatera Utara. Data diolah dengan menggunakan model regresi berganda. Hasil penelitian ini dengan menggunakan uji F membuktikan bahwa secara simultan keterlibatan pemakai dalam pengembangan sistem, kemampuan teknik personal, dukungan manajemen puncak, formalisasi pengembangan sistem informasi, program pelatihan dan pendidikan pemakai serta kualitas sistem berpengaruh signifikan terhadap kinerja SAI. Sedangkan secara parsial dengan menggunakan uji t membuktikan bahwa keterlibatan pemakai dalam pengembangan sistem, program pelatihan dan pendidikan pemakai serta kualitas sistem berpengaruh terhadap kinerja SAI sedangkan kemampuan teknik personal, dukungan manajemen puncak, dan formalisasi pengembangan sistem informasi tidak berpengaruh terhadap kinerja SAI.

**Kata kunci:** kinerja sistem informasi akuntansi instansi, kemenag.

### **PENDAHULUAN**

Sistem Akuntansi Instansi (SAI) adalah suatu sistem yang berkaitan dengan pengumpulan, penyimpanan, dan pemrosesan data, baik yang dilakukan secara manual maupun dengan bantuan komputer untuk menghasilkan informasi yang berguna dalam pengambilan keputusan. Salah satu bentuk dari sistem akuntansi yang spesifik untuk laporan keuangan pemerintah adalah Sistem Akuntansi Pemerintah Pusat (SAPP) yang terdiri dari Sistem Akuntansi Bendahara Umum Negara (SA-BUN) dan SAI.

Penerapan SAI di instansi pemerintah bertujuan untuk mendukung kinerja dari unit-unit akuntansi yang ada di lingkungan instansi pemerintah untuk menghasilkan informasi keuangan dalam rangka pertanggungjawaban atas penggunaan anggaran negara maupun hal-hal lain yang berkaitan dengan pelaporan keuangan negara serta barang milik negara dalam suatu instansi pemerintah.

Informasi keuangan yang akuntabel diisyaratkan karena mengacu pada Undang-undang Nomor 17 Tahun 2003 tentang keuangan negara, Undang-undang Nomor 1 Tahun 2004 tentang perbendaharaan negara dan Undang-undang Nomor 15 Tahun 2004 tentang pengawasan dan pertanggungjawaban keuangan negara. Ketiga Undang-undang tersebut mengamanatkan kepada pemerintah yang dalam hal ini adalah Menteri Keuangan agar dapat membangun suatu sistem akuntansi dan pelaporan keuangan yang akuntabel sebagai suatu perwujudan pertanggungjawaban atas pengelolaan dan penggunaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN).

Penerapan SAI yang telah disusun oleh pemerintah yang dalam hal ini adalah Menteri Keuangan diharapkan dapat meningkatkan kinerja pelaporan keuangan di setiap instansi pemerintahan yang ada di Indonesia, oleh sebab itu perlu adanya perhatian terhadap implementasi SAI yang selama ini telah digunakan dalam membuat laporan informasi keuangan di instansi pemerintah. Perhatian yang dimaksud adalah berkaitan dengan kinerja dari SAI yang bersangkutan. Perlu ada pengkajian-pengkajian yang menyangkut faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja SAI tersebut.

Kementerian Agama merupakan salah satu instansi yang berfungsi sebagai perpanjangan tangan pemerintah dalam penyelenggaraan pemerintahan dan pembangunan di bidang keagamaan, dan diharuskan pula untuk menyelenggarakan SAI. Penggunaan SAI adalah untuk memudahkan pegawai pemerintah untuk membuat laporan keuangan instansi secara efektif dan efisien. Sehubungan dengan pentingnya SAI dalam membuat laporan keuangan instansi, maka diharapkan setiap instansi pemerintah dan tidak terkecuali bagi Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Sumatera Utara (Kanwil Kemenag Provsu) untuk menyelenggarakan SAI sebagai sistem akuntansi guna menyampaikan laporan keuangan instansi kepada Kantor Pelayanan Perbendaharaan Negara (KPPN).

Implementasi SAI di lingkungan Kanwil Kemenag Provsu secara umum sudah berjalan dengan baik, akan tetapi masih ada beberapa kendala. Satuan Kerja (Satker) sebagai pengguna anggaran, sering

terlambat dalam menyampaikan laporan keuangan Satker ke KPPN dan Unit Akuntansi Pembantu Pengguna Anggaran Wilayah (UAPPA-W), dikarenakan jarak antara Satker dengan KPPN dan UAPPA-W sangat jauh dan sulit terjangkau, di samping itu juga dipengaruhi oleh Sumber Daya Manusia (SDM) yang masih kurang memahami mekanisme penggunaan SAI sehingga kinerja yang dihasilkan oleh sistem tersebut kurang efektif dan efisien. Berdasarkan identifikasi kendala di atas, maka SAI saat ini sangat besar pengaruhnya terhadap laporan keuangan, karena sanksi keterlambatan penyampaian laporan keuangan bagi instansi dapat berdampak buruk bagi kinerja instansi di masa mendatang. Pengaruh kinerja yang dimaksud adalah apabila Unit Akuntansi Kuasa Pengguna Anggaran (UAKPA) yakni Satker tidak menyampaikan laporan keuangan tersebut, KPPN dapat menunda penerbitan Surat Perintah Pencairan Dana (SP2D) atas Surat Perintah Membayar (SPM) yang diajukan oleh Satker. Berbagai upaya yang dilakukan oleh UAPPA-W Kanwil Kemenag Provsu untuk keandalan laporan keuangan dari implementasi SAI, adalah dengan melakukan tugas monitoring ke-256 satker yang tersebar di Sumatera Utara dan penyelenggaraan pembinaan teknis SAI terhadap satker yang berada pada jajaran Kanwil Kemenag Provsu.

Melihat begitu pentingnya penerapan SAI dalam membantu instansi pemerintah untuk menyusun laporan keuangan, perlu kiranya dilakukan pengkajian ilmiah yang berkaitan dengan pengukuran kinerja serta faktor-faktor yang mempengaruhi rangkaian pelaksanaan penerapan SAI pada instansi pemerintah dalam menghasilkan laporan keuangan instansi. Kanwil Kemenag Provsu yang merupakan bagian dari instansi pemerintah memanfaatkan prosedur SAI dalam menyusun laporan keuangan. Kegagalan suatu instansi dalam menyusun laporan keuangan dalam rangka pertanggungjawaban penggunaan keuangan negara akan berdampak luas yaitu mulai dari penundaan penerbitan SP2D atas SPM oleh KPPN yang diajukan oleh Satker sampai dengan permasalahan kepercayaan masyarakat terhadap instansi tersebut dalam menggunakan keuangan negara. Fenomena tersebut membuat peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ilmiah terhadap penerapan SAI di Kanwil Kemenag Provsu. Peneliti beranggapan bahwa dengan adanya penelitian ini akan memberikan kontribusi bagi instansi pemerintah dalam mengkaji pengukuran kinerja serta faktor-faktor yang mempengaruhi dalam penggunaan SAI, sehingga kedepannya penggunaan sistem semakin lebih baik.

Banyak penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan pengukuran kinerja dari suatu sistem akuntansi, tolak ukur penilaian kinerja sistem akuntansi tersebut dapat dilihat dari kepuasan pengguna informasi (*User Information Satisfaction*). Konstruk tersebut dikemukakan oleh para peneliti seperti Montazemy (1988), Bailey & Pearson (1983), Edstrom (1977), Ives, Olson & Baroudi (1983), serta Pearson (1977) menyatakan kepuasan pengguna informasi (*User Information Satisfaction/UIS*) dijadikan sebagai tolak ukur keberhasilan sistem (dalam Komara, 2005).

Pengukuran kinerja suatu sistem tidak terlepas dari pengkajian terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi sistem tersebut. Soegiharto (2001) dan Jen (2002) mengemukakan bahwa ada beberapa faktor yang berpengaruh pada kinerja sistem akuntansi, antara lain : keterlibatan pemakai dalam pengembangan sistem informasi, kemampuan teknik personal, dukungan manajemen puncak, formalisasi pengembangan sistem informasi, serta program pelatihan dan pendidikan pemakai. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti tersebut, diantaranya Soegiharto (2001) dan Jen (2002), menunjukkan adanya perbedaan hasil atau dengan kata lain tidak adanya konsistensi terhadap hasil penelitian satu dengan lainnya. Hal ini juga terjadi pada hasil penelitian yang dilakukan Komara (2005), Almilia dan Briliantien (2007), dan Susilatri dkk (2010) yang menunjukkan hasil yang berbeda satu dengan yang lainnya dan masih menunjukkan hasil penelitian yang tidak konsisten.

Melihat hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, ketidak konsistenan hasil penelitian tersebut menambah ketertarikan peneliti untuk melakukan penelitian kembali berkaitan dengan analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja sistem akuntansi yang dalam hal ini berfokus pada SAI yang digunakan untuk menyusun laporan keuangan pemerintah.

Peneliti akan mencoba kembali menggunakan faktor-faktor yang telah digunakan oleh para peneliti terdahulu dalam mempengaruhi kinerja suatu sistem pada penelitian yang akan dilakukan di Kanwil Kemenag Provsu. Penelitian yang akan dilaksanakan nantinya akan menggunakan lima variabel bebas yang pernah digunakan dalam penelitian Komara (2005) dan menambah satu variabel bebas lainnya yaitu kualitas sistem yang menyangkut pada kegunaan suatu software di dalam sebuah sistem informasi, sehingga nantinya ada enam variabel yang akan peneliti gunakan dalam penelitian ini. Penambahan variabel kualitas sistem dalam penelitian ini didasarkan pada teori yang menyatakan bahwa kualitas sistem merupakan seberapa besar teknologi komputer dirasakan relatif mudah untuk dipahami dan digunakan dalam rangka meningkatkan kinerja (Davis, 1989). Teori yang dikemukakan oleh Davis (1989) mengisyaratkan kepada peneliti untuk menggunakan variabel kualitas sistem dalam penelitian ini, hal ini dimaksudkan karena SAI yang diterapkan di Kanwil Kemenag Provsu sudah berbasis Teknologi Informasi yang menggunakan sistem komputerisasi dengan menggunakan *software* yang dapat membantu instansi dalam menyusun laporan keuangan pemerintah.

## METODE

**Jenis penelitian.** Jenis yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian *causal komperatif* yang merupakan penelitian dengan karakteristik masalah berupa hubungan sebab akibat antara dua variabel atau lebih (Indiantoro dan Supomo, 1999). Penelitian ini untuk memberikan bukti empiris dengan menganalisis pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Dalam hal ini peneliti dapat mengetahui berapa besar kontribusi variabel independen dalam mempengaruhi variabel dependennya.

**Lokasi Penelitian.** Penelitian ini dilakukan pada Satuan Kerja (Satker) yang ada di jajaran Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Sumatera Utara khususnya pada bagian Unit Akuntansi Kuasa Pengguna Anggaran (UAKPA) dan Unit Akuntansi Kuasa Pengguna Barang (UAKPB) yang merupakan bagian dari **unit akuntansi pada penerapan Sistem Akuntansi Instansi** di lingkungan Kementerian Agama.

**Populasi.** Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh Satuan Kerja (Satker) yang ada di jajaran Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Sumatera Utara yang berjumlah 256 mereka merupakan pihak yang menerapkan sistem informasi.

**Sampel.** Proses pengambilan sampel dilakukan dengan cara *proportional random sampling*. Penentuan jumlah sampel dalam penelitian ini menggunakan rumus Slovin (Sugiono, 2007).

**Metode Pengumpulan Data.** Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer sehingga instrumen penelitian dalam bentuk kuesioner. Kuesioner dalam penelitian ini mengacu pada kuesioner dari peneliti terdahulu yang telah meneliti tentang kinerja sistem informasi. Penggunaan kuesioner yang mengacu pada peneliti terdahulu dikarenakan kuesioner yang dimaksud telah teruji pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Kuesioner tersebut akan dikirim *via email* kepada masing-masing Pimpinan Satker. Jawaban hasil kuesioner akan dikirimkan kembali ke *email* peneliti.

**Metode Analisa Data.** Metode yang digunakan yaitu pengujian instrumen penelitian, analisis statistik deskriptif, pengujian asumsi klasik, pengujian hipotesis. Mengingat pengumpulan data untuk penelitian ini dilakukan dengan menggunakan kuesioner, maka faktor kesungguhan responden dalam menjawab kuesioner merupakan hal yang penting. Oleh karena itu, perlu dilakukan terlebih dahulu pengujian terhadap data hasil kuesioner melalui uji validitas, uji reliabilitas dan uji *non-response bias*. Data yang baik setidaknya harus memenuhi dua persyaratan penting yaitu valid dan reliabel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Kualitas Data Penelitian

variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu untuk variabel independen meliputi keterlibatan pemakai dalam pengembangan sistem informasi, kemampuan teknik personal, dukungan manajemen puncak, formalisasi pengembangan sistem informasi, program pelatihan dan pendidikan pemakai serta kualitas sistem sedangkan variabel dependennya adalah kinerja sistem SAI. Pengujian validitas dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS dengan melihat tingkat korelasinya dan menggunakan taraf signifikan 5%. Ringkasan hasil pengujian dengan *software* tersebut adalah sebagai berikut : Dari hasil perhitungan diketahui bahwasanya seluruh kuesioner yang digunakan sebagai instrumen untuk mengukur keterlibatan pemakai dalam pengembangan sistem informasi, kemampuan teknik personal, dukungan manajemen puncak, formalisasi pengembangan sistem informasi, program pelatihan dan pendidikan pemakai, kualitas sistem dan kinerja sistem SAI adalah valid dengan variasi nilai signifikan 0.000, 0.001 dan 0.012 adalah lebih kecil dari  $\alpha = 0.05$ . Kuesioner ini memiliki validitas yang tinggi sehingga varian kesalahannya adalah kecil dan data yang terkumpul merupakan data yang dapat dipercaya. Pengujian reliabilitas dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS dengan melihat nilai koefisien *Cronbach Alpha* instrumen masing-masing variabel. Instrumen dikatakan reliabel bila memiliki nilai *Cronbach Alpha* lebih besar dari 0,6 Ringkasan hasil pengujian dengan *software* tersebut adalah sebagai berikut : diketahui bahwasanya seluruh instrumen kuesioner yang digunakan untuk mengukur variabel dalam penelitian ini adalah reliabel dengan masing-masing nilai *Cronbach Alpha* 0.712, 0.804, 0.801, 0.837, 0.833, 0.815, dan 0.795 adalah lebih besar dari 0.600. Uji *non response bias* dilakukan dengan *independent sample t-test* dengan cara membandingkan rata-rata jawaban antara sepuluh responden yang pertama menjawab kuesioner dengan sepuluh responden yang terakhir menjawab kuesioner. Bila probabilitas  $> 0,05$  atau 5% maka varian tersebut adalah sama. Sedangkan jika probabilitas  $< 0,05$  atau 5% maka varian tersebut adalah berbeda. Ringkasan hasil pengujian *Independent Samples T-test* dengan *software* SPSS adalah sebagai berikut : Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwasanya tidak ada perbedaan jawaban antara sepuluh responden yang pertama menjawab kuesioner dengan sepuluh responden yang terakhir menjawab kuesioner.

### Uji Asumsi Klasik.

Dari nilai probabilitas diketahui bahwasannya seluruh nilai probabilitas adalah lebih besar dari *alpha* 0.05 (5%). Untuk menentukan data berdistribusi normal atau tidak dapat digunakan rasio

*skewness* dan rasio *kurtosis* berdasarkan *variabel unstandardized residual*. Rasio *skewness* dapat diketahui dengan membagikan nilai *skewness* dengan *standard error skewness*, sedangkan rasio *kurtosis* dapat diketahui dengan membagikan nilai *kurtosis* dengan *standard error kurtosis*. Apabila kedua rasio berada diantara -2 dan +2 maka distribusi data adalah normal. Dari hasil perhitungan dapat diketahui nilai dari rasio *skewness* dan *kurtosis* sebagai berikut : 1,268 dan 0,540. diketahui bahwasanya nilai *variance inflation factor* (VIF) dari masing-masing variabel bebasnya adalah < 10. Hal ini berarti variabel independennya terbebas dari masalah multikolinearitas.

Jika kita menggunakan  $\alpha = 5\%$ . Dari perhitungan diketahui bahwasanya nilai signifikan dari masing-masing variabel bebas lebih besar dari  $\alpha$  atau dengan kata lain tidak ada yang signifikan secara statistik. Hal ini berarti seluruh variabel tidak mengalami masalah heteroskedastisitas, atau dengan kata lain terdapat kesamaan variance dari residual satu pengamatan ke pengamatan lainnya atau disebut Homokedastisitas.

### Uji Hipotesis

Nilai *R Square* adalah 0.968, hal ini berarti kinerja SAI pada Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Sumatera Utara 96.8% dipengaruhi oleh keterlibatan pemakai dalam pengembangan sistem informasi, kemampuan teknik personal, dukungan manajemen puncak, formalisasi pengembangan sistem informasi, program pelatihan dan pendidikan pemakai serta kualitas sistem. Dari hasil uji F, maka pada tabel *Anova* dapat diketahui nilai dari *level of significant*. Apabila nilai signifikan lebih kecil dari Alpha 5 % maka secara simultan variabel bebas berpengaruh terhadap variabel terikatnya, begitu pula sebaliknya. Berikut ini hasil ringkasan uji F yang dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS : Berdasarkan hasil perhitungan jika menggunakan taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$  maka dapat dibandingkan bahwa signifikansi <  $\alpha$  atau  $0,000 < 0,05$ . Hal ini berarti secara simultan keterlibatan pemakai dalam pengembangan sistem informasi, kemampuan teknik personal, dukungan manajemen puncak, formalisasi pengembangan sistem informasi, program pelatihan dan pendidikan pemakai serta kualitas sistem berpengaruh terhadap kinerja SAI pada Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Sumatera Utara. Dari hasil uji t, maka akan diketahui *level of significant* dari setiap variabel bebas terhadap variabel terikatnya. Apabila nilai signifikan lebih kecil dari Alpha 5 % maka secara parsial variabel bebas berpengaruh terhadap variabel terikatnya, dan begitu pula sebaliknya. Berikut ini hasil ringkasan uji t yang dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS : Berdasarkan hasil perhitungan, jika menggunakan taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$  (0.05) maka dapat disimpulkan bahwa : Signifikansi variabel keterlibatan pemakai dalam pengembangan sistem informasi adalah  $0,000 < 0,05$  maka secara parsial variabel ini berpengaruh signifikan terhadap kinerja SAI. Signifikansi variabel kemampuan teknik personal adalah  $0,401 > 0,05$  maka secara parsial variabel ini tidak berpengaruh signifikan terhadap kinerja SAI. Signifikansi variabel dukungan manajemen puncak adalah  $0,201 > \alpha$  maka secara parsial variabel ini tidak berpengaruh signifikan terhadap kinerja SAI. Signifikansi variabel formalisasi pengembangan SI adalah  $0,340 > \alpha$  maka secara parsial variabel ini tidak berpengaruh signifikan terhadap kinerja SAI. Signifikansi variabel program pelatihan dan pendidikan pemakai adalah  $0,000 < 0,05$  maka secara parsial variabel ini berpengaruh terhadap kinerja SAI. Signifikansi variabel kualitas sistem adalah  $0,000 < 0,05$  maka secara parsial variabel ini berpengaruh terhadap kinerja SAI. Dari hasil di atas dapat juga diketahui hasil persamaan regresi berdasarkan nilai dari koefisien *B*, yaitu sebagai berikut:

$$KSAI = 2,490 + 0,799 \text{ KeterlibatanPemakai} + 0,050 \text{ KemampuanPersonal} + 0,044 \text{ DukunganManajemen} + 0,040 \text{ FormalisasiPengembangan} + 0,873 \text{ ProgramPelatihan} + 1,185 \text{ KualitasSistem}$$

### KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan pembahasan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa, dari keenam variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini, ada tiga variabel independen yang berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja SAI pada Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Sumatera Utara, yaitu meliputi variabel kualitas sistem, program pelatihan dan pendidikan pemakai serta keterlibatan pemakai dalam pengembangan SI, sedangkan tiga variabel lainnya yaitu kemampuan teknik personal, dukungan manajemen puncak serta formalisasi pengembangan sistem informasi tidak berpengaruh signifikan terhadap kinerja SAI pada Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Sumatera Utara. Hasil penelitian juga menjelaskan bahwa secara parsial variabel kualitas sistem, program pelatihan dan pendidikan pemakai serta keterlibatan pemakai dalam pengembangan SI berpengaruh terhadap kinerja SAI, sedangkan tiga variabel lainnya yaitu kemampuan teknik personal, dukungan manajemen puncak serta formalisasi pengembangan sistem informasi tidak berpengaruh terhadap kinerja SAI. Secara simultan variabel keterlibatan pemakai dalam pengembangan sistem informasi, kemampuan teknik personal, dukungan manajemen puncak, formalisasi pengembangan sistem informasi, program pelatihan dan pendidikan pemakai serta kualitas sistem berpengaruh terhadap kinerja SAI.

## Ucapan Terimakasih

Saya ucapkan terimakasih Kepada seluruh pimpinan Satker di jajaran Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Sumatera Utara yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam menjawab kuesioner sebagai data penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almilia, Lucia Spica dan Brilliantien. 2007. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Sistem Informasi Akuntansi Pada Bank Umum Pemerintah di Wilayah Surabaya dan Sidoarjo. *Jurnal Ilmiah STIE Perbanas Surabaya*.
- Bodnar, Goerge H. dan William S. Hopwood. 2000. *Sistem Informasi Akuntansi*, Edisi 9. Andi. Yogyakarta.
- Burch, John G, Jr, Felix R. Strater, Gary Grudnitski, *Information Systems : Theory and Practice*, Second Edition, John Wiley & Sons, 1979.
- Jen, Tjhai Fung. 2002. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Sistem Informasi Akuntansi. *Jurnal Bisnis dan Akuntansi Volume IV No. 2*.
- Komara, Asep. 2005. Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Sistem Informasi Akuntansi. *Jurnal SNA 8, Halaman 836-848*.
- Lestari, Putri Astri. 2010. "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Sistem Informasi Akuntansi Pada Lembaga Perkreditan Desa Di Kota Denpasar" *Jurnal Ipteks New Media Vol.1 No.1*
- McGill, Tanya, Hobbs, Valerie, & Klobas, Jane. 2003. User-Developed Applications and Information Systems Success: a Test of DeLone and McLean's Model, *Information resource Management Journal, 16(1): 24-45*.
- Rusdi dan Megawati. 2011. Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Sistem Informasi Akuntansi (SIA). *Jurnal Majalah Ilmiah Agung 2 Vol. 49 No. 125*.
- Soegiharto. 2001. Influence Factors Affecting The Performance of Accounting Information System. *Gajah Mada International Journal Of Business. May. Vol. 3 No. 2 pp. 177-202*.
- Wijanto dan Istianingsih. 2008. Pengaruh Kualitas Sistem Informasi, Perceived Usefulness, Dan Kualitas Informasi Terhadap Kepuasan Pengguna Akhir Software Akuntansi. *Jurnal SNA 11 Pontianak*.
- Myers, Barry L, Kappelman, Leon A. & Prybutok, Victor.R. 2007. A Comprehensive Model for Assessing the Quality of the Information System Function: Toward a Theory for Information System Assessment, *Information Resource Management Journal, Winter, 10(1): 6-25*.
- Susilatri, Dkk. 2010. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Sistem Informasi Akuntansi Pada Bank Umum Pemerintah Di Kota Pekanbaru. *Jurnal Ekonomi Universitas Riau Volume 18 Nomor 2*.
- Sharma, R, P. 2003. The Contingent Effects of Management Support and Task Interpedence on Successful Information System Implementation. *MIS Quarterly, 27(4): h:533*.
- PMK Nomor 171/PMK.05/2007. *Tentang Sistem Akuntansi dan Pelaporan Keuangan Pemerintah Pusat. Perdirjen Nomor Per 24/PB/2006. Tentang Pelaksanaan Penyusunan Laporan Keuangan Kementerian Negara/Lembaga*
- Susanto, Azhar dan La Midjan. 2008. *Sistem Informasi Akuntansi 1*, Edisi Keenam. Lembaga Informasi Akuntansi.
- Undang-undang Nomor 1 Tahun 2004 tentang Perbendaharaan Negara.
- Undang-undang Nomor 17 Tahun 2003 Keuangan Negara.
- Undang-Undang No. 15 Tahun 2004 Tentang Pertanggungjawaban Keuangan Negara Pasal 10.

## PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN REAKSI KIMIA BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN INDUKTIF

Mawaddah Harahap\* dan Yanti Rambe

Universitas Prima Indonesia, Medan  
Email: mawaddah1012@gmail.com

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk merancang media pembelajaran reaksi kimia berbasis model pembelajaran induktif yang meningkatkan hasil belajar dan motivasi belajar siswa. Perancangan media pembelajaran menggunakan aplikasi Microsoft Visual Basic.Net 2008. Media pembelajaran tersebut terdiri dari beberapa menu yaitu pengantar, sejarah, penyetaraan persamaan reaksi kimia, jenis-jenis reaksi kimia, soal dan aplikasi reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya, media pembelajaran tersebut diujicobakan kepada 30 siswa SMA, setelahnya diberikan tes hasil belajar dan angket motivasi belajar. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dirancang sudah baik serta dapat meningkatkan hasil belajar dan motivasi belajar siswa. Rerata hasil belajar siswa sebesar 81,5 sedangkan rerata motivasi belajar siswa sebesar 85,4.

**Kata kunci:** media pembelajaran, reaksi kimia, pembelajaran induktif

### PENDAHULUAN

Pada dunia modern ini, perkembangan di dunia teknologi semakin pesat. Ilmu kecerdasan buatan sangat berperan besar terhadap aplikasi yang ada sekarang ini yang memudahkan dan berguna bagi kehidupan sehari-hari. Salah satu aplikasi dari kecerdasan buatan adalah pembelajaran berbantuan komputer. Ada beragam cara pengaplikasian tentang pembelajaran berbantuan komputer yang disebut media pembelajaran mulai dari permainan, modul, video, dan lain-lain. Tujuan pembuatan media pembelajaran adalah sebagai alat untuk membantu proses belajar serta bisa membangkitkan motivasi belajar. Penggunaan media pembelajaran diupayakan dapat meningkatkan motivasi belajar.

Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK) tepat sebagai media pembelajaran individual, namun PBK masih memerlukan kehadiran guru. PBK merupakan suatu alat bantu untuk meringankan beban guru, sehingga guru mempunyai kesempatan untuk lebih memperhatikan siswa secara individual. Kendati penggunaan komputer dapat meningkatkan prestasi belajar siswa, namun komputer tidak dapat mengganti peran guru secara keseluruhan, karena peran guru tidak dapat digantikan oleh media apapun termasuk komputer. Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran dengan komputer dan guru lebih efektif daripada pembelajaran dengan komputer saja atau guru saja (Wihardjo, 2007).

Selanjutnya, menurut Hick dan Hyde (Wena, 2011) dengan pembelajaran berbasis komputer siswa akan berinteraksi dan berhadapan langsung dengan komputer secara individual Warsita mengatakan bahwa pembelajaran berbasis komputer adalah salah satu media pembelajaran yang sangat menarik dan mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis komputer adalah kegiatan belajar mengajar yang dilakukan oleh guru dengan komputer sebagai alat bantu guru dalam menyampaikan materi pembelajaran agar siswa tidak bosan dan termotivasi dalam mengikuti kegiatan pembelajaran yang sedang berlangsung di dalam kelas.

Reaksi kimia adalah suatu reaksi antarsenyawa kimia atau unsur kimia yang melibatkan perubahan struktur dari molekul, yang umumnya berkaitan dengan pembentukan dan pemutusan ikatan kimia. Materi ini adalah dasar dari pembelajaran materi kimia yang lainnya. Dalam mempelajari materi ini memerlukan pemahaman konsep yang baik serta kemampuan berpikir yang luas. Karena itu pelajar yang kurang bisa mengikuti pelajaran sehingga pelajar kurang termotivasi dan indeks prestasi tidak maksimal (Istijabatun, 2015).

Oleh sebab itu diperlukan solusi untuk mengatasi hal tersebut. Media pembelajaran dibuat supaya pelajar bisa mempelajari kembali materi reaksi kimia yang belum dimengerti. Media pembelajaran yang dibuat harus bisa membuat pelajar atau pengguna mengerti tentang materi apa yang disampaikan. Media pembelajaran yang dibuat secara asal tanpa memperdulikan aspek dari pengguna tidak akan menghasilkan hasil yang positif. Pembuatan media pembelajaran ini digunakan sebuah model pembelajaran yang dimana akan membuat pengguna ikut serta berpikir mengenai materi ini. Dengan mengajak pengguna ikut berpikir maka akan terbentuk konsep didalam pikiran pengguna sehingga anggapan bahwa materi ini adalah materi yang sulit sebenarnya kurang benar sebab materi ini menyuguhkan pembahasan dimana kita bisa berpikir secara nyata tentang setiap reaksi kimia yang nyata terjadi disekitar tanpa disadari. Model yang akan digunakan adalah model berpikir induktif yang diperkenalkan oleh Hilda Taba. Model ini membuat pengguna berpikir secara langsung dari hal yang sifatnya khusus menuju sifat yang umum.

Taba (Joyce dkk, 2009) mengidentifikasi tiga keterampilan berpikir induktif dan menjelaskan tiga strategi mengajar untuk mengembangkan berpikir induktif. Pertama, pembentukan konsep (*concept formation*) sebagai strategi mengajar dasar. Kedua, interpretasi data (*interpretation of data*), dan ketiga adalah aplikasi prinsip (*application of principles*).

Sintak model pembelajaran berpikir induktif dalam pembelajaran memuat tiga strategi mengajar yang setiap strategi tersebut memuat fase-fase atau tahap-tahap pembelajaran, yang semuanya dapat diikuti seperti berikut, (1) Strategi Satu: Pembentukan konsep (*Concept formation*): Fase Satu: Pencacahan dan pencatatan (*enumeration and listing*), Fase Dua: Pengelompokkan (*grouping*), Fase Tiga: memberi label (*labeling*), mengkategorikan (*categorizing*); (2) Strategi Dua: Interpretasi data (*Interpretation of data*): Fase Empat: Mengidentifikasi hubungan-hubungan yang penting (*Identifying critical relationships*), Fase Lima: Mengeksplorasi hubungan-hubungan (*Exploring relationships*), Fase Enam: Membuat kesimpulan (*Making Inferences*); dan (3) Strategi Tiga: Aplikasi prinsip (*Application Principles*): Fase Tujuh: Memprediksi konsekuensi (*Predicting Consequences*), Fase Delapan: Menjelaskan dan/atau mendukung prediksi dan hipotesis (*Explaining and/or Supporting the Predictions and Hypotheses*), Fase Sembilan: Memverifikasi prediksi (*Verifying the Prediction*).

Semua strategi dalam model ini adalah memerlukan lingkungan kelas kooperatif, dengan aktivitas siswa yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa model ini mempunyai struktur yang cukup tinggi. Struktur itu adalah bekerja sama, tetapi guru berperan sebagai inisiator dan pengontrol aktivitas.

## **METODE**

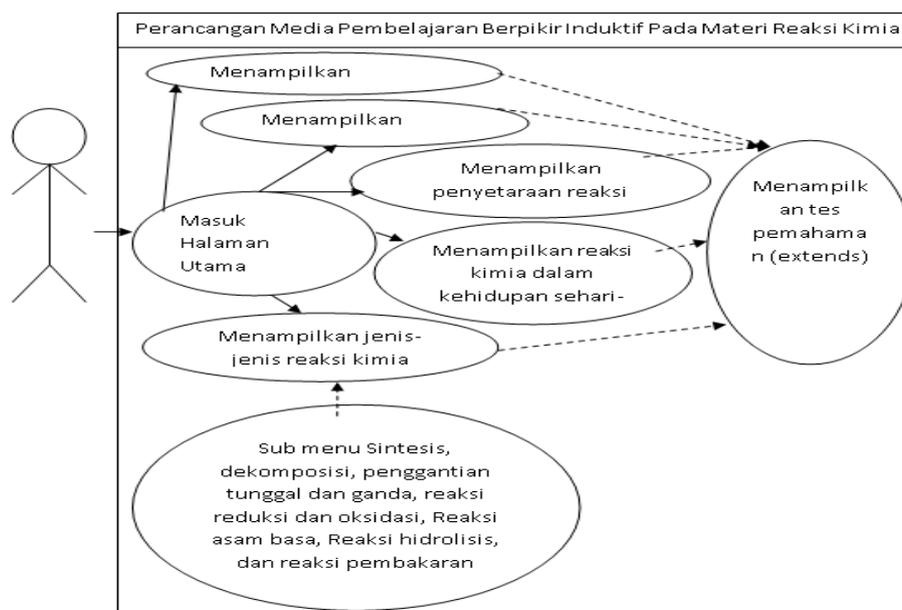
### **Bahan Penelitian**

Bahan yang dibutuhkan untuk merancang media pembelajaran adalah Prosesor *Pentium IV 2.0 GHz*, *Harddisk 50 GigaByte*, Memori (RAM) sebesar 512 MB, Monitor SVGA yang mendukung resolusi minimum 1024 x768, *VGA Card 128 MB*, *Keyboard* dan *Mouse*.

### **Metode Perancangan**

Perancangan media pembelajaran dilakukan dengan program aplikasi media pembelajaran berkonsep berpikir induktif pada materi reaksi kimia berbantuan komputer dan menggunakan aplikasi Microsoft Visual Basic.Net 2008. Perancangan terbagi menjadi bentuk *Unified Modeling Language (UML)*, perancangan *flowchart* dan perancangan *interface* serta pembahasan mengenai perancangan media pembelajaran yang dibangun.

UML(*Unified Modeling Language*) adalah alat bantu yang digunakan oleh pengembang sistem untuk menyediakan arsitektur, analisis, desain, dan implementasi sistem berbasis perangkat lunak. Salah satu tipe dari UML adalah *use case diagram*. model *use case diagram* ditunjukkan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 dijelaskan bahwa *user* akan masuk ke halaman utama setelah membuka program tersebut. Lalu di halaman utama terdapat enam *sub-menu*. Ke-enam *sub-menu* tersebut adalah pengantar, sejarah, penyetaraan persamaan reaksi kimia, jenis-jenis reaksi kimia, reaksi yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari, dan soal tentang persamaan reaksi kimia. Dari jenis-jenis reaksi kimia terdapat sub-menu lainnya yaitu sintesis dan dekomposisi, penggantian tunggal dan ganda, reaksi reduksi dan oksidasi, reaksi asam basa, reaksi hidrolisis, dan reaksi pembakaran.



**Gambar 1** Use Case Diagram Perancangan Media Pembelajaran Berpikir Induktif pada materi Reaksi Kimia

*Flowchart* atau disebut juga diagram alir merupakan suatu bagan dengan simbol-simbol yang menggambarkan aliran proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program.. *Flowchart* untuk merancang media pembelajaran ini dibagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

1. Halaman utama  
Pada bagian ini terlihat semua hal yang pertama akan muncul setelah membuka aplikasi. Setiap menu yang ada memiliki fungsi dan proses masing-masing. Semua menu itu antara lain pengantar, sejarah, penyetaraan persamaan reaksi kimia, jenis-jenis reaksi kimia, reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari dan soal persamaan reaksi kimia.
2. Pengantar  
Pengantar ini akan ditampilkan teori pembuka mengenai reaksi kimia.
3. Sejarah  
Didalam sejarah berisi tentang bagaimana reaksi kimia ada pertama kali dan oleh siapa dicetus tentang reaksi kimia tersebut.
4. Penyetaraan persamaan reaksi kimia  
Diagram alir untuk *sub-menu* penyetaraan persamaan reaksi kimia menampilkan proses dan logika yang terjadi. Mulai dari memasukkan persamaan reaksi kimia sampai menyetarakan persamaan reaksi kimia tersebut.
5. Jenis-jenis reaksi kimia  
Pada jenis-jenis reaksi kimia akan berisi *sub-menu* lainnya tentang jenis reaksi kimia.
6. Reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari  
Sub menu ini memuat informasi yang berisi tentang reaksi kimia yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.
7. Soal persamaan reaksi kimia  
Sub menu ini memuat soal-soal persamaan reaksi kimia dan sedikit pembahasannya.

Perancangan *interface* media pembelajaran ini menggunakan 15 *form* yang dirincikan sebagai berikut:

1. *Form* 'utama', yang menampilkan halaman utama dari media pembelajaran yang memiliki enam *sub-menu*.
2. *Form* 'pengantar', hanya menampilkan penjelasan sebagai pembuka teori untuk materi reaksi kimia dan ada tombol soal untuk masuk ke *form* soal.  
Pada *form* ini hanya menggunakan *label* dan tidak banyak fungsi khusus pada *form* ini.
3. *Form* 'sejarah', menampilkan sejarah tentang materi reaksi kimia serta ada tombol para ilmuwan dan tombol soal.
4. *Form* 'Gambar', menampilkan Gambar tokoh yang ada pada bagian sejarah.  
Menggunakan *label* sebagai tempat menampung nama ilmuwan yang sesuai dengan fotonya. Lalu dibagian bawah terdapat *button* yang fungsinya untuk kembali ke *form* sejarah.

5. *Form* 'penyetaraan persamaan reaksi kimia', menampilkan bagaimana proses sebuah persamaan reaksi kimia yang belum setara menjadi setara.
6. *Form* 'contoh persamaan reaksi kimia', menampilkan contoh yang bisa digunakan pada penyetaraan persamaan reaksi kimia.  
Pada *form* ini berisi tabel yang merupakan contoh persamaan reaksi kimia. Kiri yang dimaksud adalah persamaan reaksi kimia yang ada di sebelah kiri tanda panah pada persamaan reaksi kimia atau disebut reaktan. Kanan adalah produk yaitu yang berada disebelah kanan tanda panah. Jadi penulisan persamaan reaksi kimia dipisah jadi kiri dan kanan di program ini.
7. *Form* jenis-jenis reaksi kimia', menampilkan penjelasan dan jenis reaksi kimia beserta teori pendukung setiap jenis.  
Pada *form* ini hampir sama dengan *form* utama. Sama-sama menggunakan *groupbox* untuk *submenu*. Tombol soal juga berada pada bagian ini. Karena pada jenis-jenisnya tidak ada tombol soal lagi. Semua soal tentang keenam topic tersebut ada pada tombol tersebut.
8. *Form* 'sintesis&dekomposisi', menampilkan penjelasan mengenai reaksi kimia sintesis dan dekomposisi.  
Pada bagian ini berupa penjelasan teori dan contoh dari jenis reaksi kimia sintesis dan dekomposisi.
9. *Form* 'penggantian tunggal dan ganda', menampilkan penjelasan mengenai reaksi kimia penggantian tunggal dan ganda.  
Tidak jauh berbeda dengan sintesis dan dekomposisi diatas. Sama-sama berupa penjelasan teori mengenai topic ini.
10. *Form* 'reduksi dan oksidasi', menampilkan penjelasan mengenai reaksi kimia reduksi dan oksidasi.  
Pada reaksi reduksi dan oksidasi menjelaskan tentang cara kerja dalam menghitung bilangan reduksi dan oksidasi.
11. *Form* 'reaksi asam basa', menampilkan penjelasan mengenai reaksi kimia asam basa.  
Pada bagian ini menjelaskan tentang apa itu reaksi asam dan reaksi basa dan penggabungan reaksi tersebut membentuk garam.
12. *Form* 'reaksi hidrolisis', menampilkan penjelasan mengenai reaksi hidrolisis.  
Dari reaksi ini kita mengetahui apa itu asam kuat, basa kuat, asam lemah, dan basa lemah.
13. *Form* 'reaksi pembakaran', menampilkan penjelasan mengenai reaksi pembakaran.  
Reaksi ini hampir selalu menghasilkan CO<sub>2</sub> di setiap persamaannya.
14. *Form* 'reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari', menampilkan informasi mengenai reaksi kimia yang terjadi disekitar yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Pada bagian ini digunakan *richtextbox* yang bisa menampung banyak text dan memiliki fungsi *scroll up and down*.
15. *Form* 'soal', menampilkan soal-soal yang menyangkut masing-masing topik. Semua soalnya adalah beragam. Soal berupa pilihan ganda dan ada sistem penilaian untuk mengetes pemahaman dari topik yang dibuka.

Setelah media selesai dirancang, media pembelajaran ini diujicobakan kepada 30 siswa SMA untuk melihat pengaruhnya terhadap hasil belajar dan motivasi siswa. Setelah siswa selesai menggunakan, siswa diberi soal reaksi kimia sebanyak 10 soal dan angket motivasi belajar siswa.

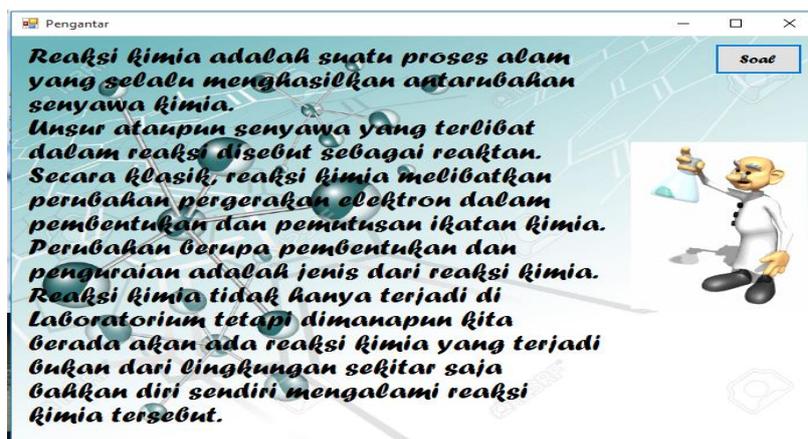
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Saat perangkat lunak dijalankan, maka akan muncul *form* yang berisi pilihan bagi user untuk memulai pembelajaran materi reaksi kimia. Tampilan *form* utama disajikan pada Gambar 2.

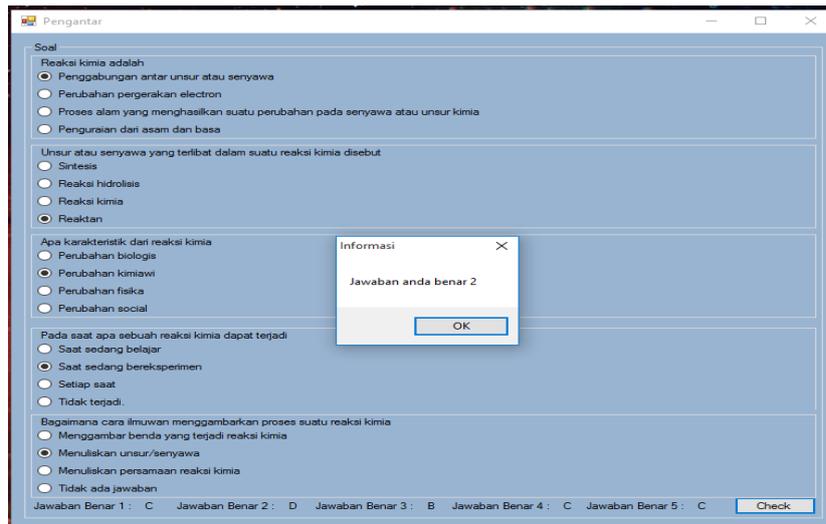


**Gambar 2** Tampilan *Form* Utama

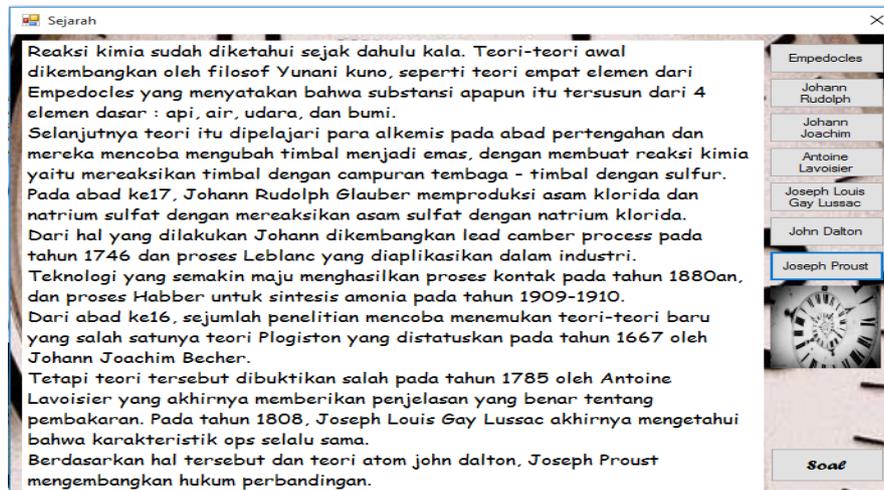
Pada *form* utama ini terdapat 5 pilihan yaitu pengantar, sejarah, penyetaraan persamaan reaksi kimia, jenis-jenis reaksi kimia, dan reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari. Masing-masing pilihan tersebut terdapat tombol yang akan menuju ke *form* yang dipilih. Untuk tampilan *form* pengantar disajikan pada Gambar 3. Pada *form* pengantar ini terdapat penjelasan tentang materi reaksi kimia. Ada tombol 'soal' yang bila ditekan maka akan masuk ke *form* soal yang isinya berupa tes pemahaman tentang materi setiap *sub-menu*. Soal disesuaikan dengan topik pada *form* yang sedang aktif. *Form* soal ditunjukkan pada Gambar 4.

**Gambar 3** Tampilan *Form* Pengantar**Gambar 4** *Form* Soal

Pada *form* soal terdapat pertanyaan-pertanyaan sebanyak 5 buah dalam bentuk pilihan ganda. Lalu setelah diisi semua ada tombol 'check' untuk mengecek jawaban yang kita pilih dan akan menunjukkan berapa banyak jawaban kita yang benar dan pada bagian bawah akan terdapat kunci jawaban yang benar setelah kita menekan tombol 'check' tersebut. Tampilan Gambar setelah kita menjawab di *form* soal disajikan pada Gambar 5.

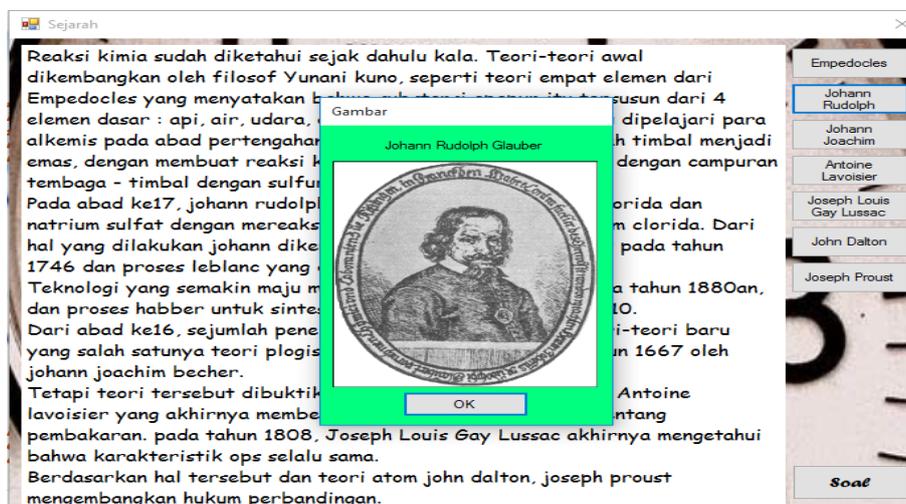


**Gambar 5** Form Soal setelah menjawab



**Gambar 6** Form sejarah

Tampilan pada *form* sejarah disajikan pada Gambar 6. Pada *form* sejarah terdapat tombol dengan nama ilmuwan. Bila tombol tersebut ditekan maka akan menampilkan Gambar dari sang-ilmuwan. Lalu ada juga tombol soal yang akan menuju ke *form* soal seperti yang ada pada *form* pengantar tadi. Bentuk layout sama hanya isi pertanyaan dan pilihan yang berbeda. Tampilan bila tombol nama ilmuwan ditekan disajikan pada Gambar 7.



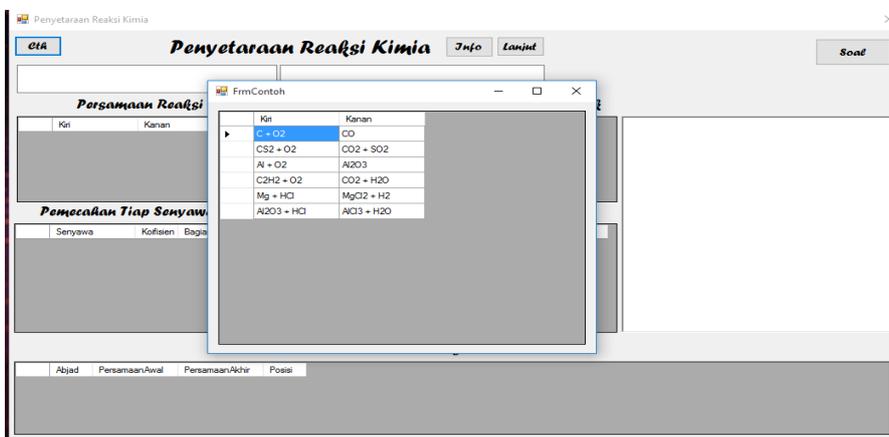
**Gambar 7** Form Gambar ilmuwan

Lalu masuk pada *form* penyeteraan persamaan reaksi kimia yang disajikan pada Gambar 8.



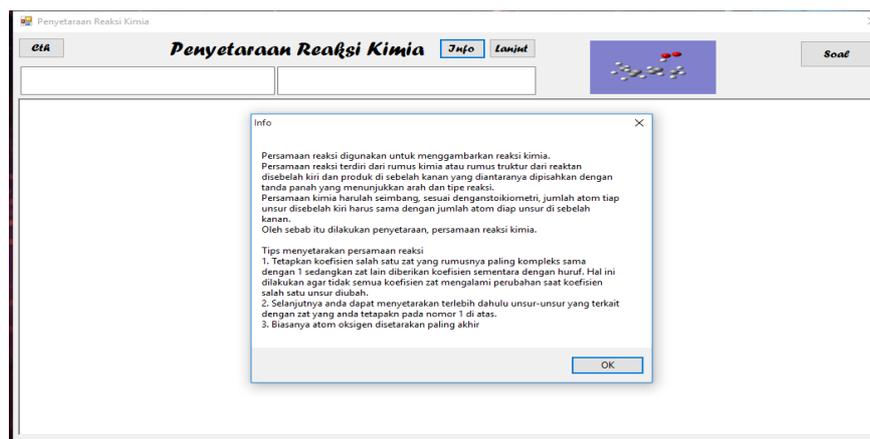
**Gambar 8** Form penyetaraan persamaan reaksi kimia

Pada *form* ini akan dilakukan yang namanya penyetaraan sebuah persamaan dari reaksi kimia. Pada *form* ini terdapat 4 tombol yaitu cth, info, lanjut, dan soal. Fungsi tombol cth adalah menampilkan suatu *form* yang isinya beberapa persamaan reaksi kimia. Berikut adalah Gambar untuk *form* contoh.



**Gambar 9** Form contoh

Untuk tombol info menampilkan dialog box yang isinya penjelasan mengenai penyetaraan reaksi kimia ini. Berikut Gambar yang ditampilkan apabila tombol info ditekan.



**Gambar 10** Form penyetaraan tombol info

Untuk tombol lanjut digunakan untuk menyetarakan persamaan reaksi kimia. Sebelum tombol tersebut ditekan, kedua *textbox* perlu diisi terlebih dahulu. Kita bisa mengisi sendiri persamaan reaksi kimia atau kita bisa mengambil persamaan reaksi dari contoh. Lalu terdapat 5 *datagridview* yang akan berisi tabel data dari persamaan reaksi yang disetarakan. Di *datagridview* tersebut memuat nilai-nilai dari persamaan reaksi kimia tersebut dan menentukan koefisien dari proses penyetaraan persamaan reaksi kimia tersebut. Ada juga *richtextbox* yang berisi tentang penjelasan secara terperinci dari apa yang

dimaksud oleh tabel-tabel tersebut sehingga persamaan reaksi kimia telah setara. Tampilan hasil dari suatu proses penyetaraan persamaan reaksi kimia disajikan pada Gambar 11.

The image shows two screenshots of a software application titled "Penyetaraan Reaksi Kimia".

The top screenshot shows the initial chemical equation:  $CS_2 + O_2 = CO_2 + SO_2$ . Below the equation, there is a list of steps for balancing the equation, such as "Tambah ke pemecahan tiap senyawa dari persamaan, senyawa = C, koefisien = 1, Posisi = kiri, Abjad = a".

A large black arrow points from the top screenshot to the bottom screenshot.

The bottom screenshot shows the balanced chemical equation:  $CS_2 + 3O_2 = CO_2 + 2SO_2$ . Below the equation, there is a list of steps for balancing the equation, such as "Persamaan Kimia yang terbentuk adalah persamaan =  $CO_2$ , abjad = c, Posisi = kanan". At the bottom, it shows the initial and final balanced equations: "Awal  $CS_2 + O_2 = CO_2 + SO_2$ " and "Akhir  $CS_2 + 3O_2 = CO_2 + 2SO_2$ ".

Gambar 11 Hasil menyetarakan persamaan reaksi kimia

Pada Gambar 11 terdapat contoh persamaan reaksi kimia yang disetarakan. Setelah kita mengetik sendiri persamaan reaksi kimia atau mengambil dari contoh yang ada, klik tombol lanjut untuk menyetarakan persamaan tersebut. Dari persamaan  $CS_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + SO_2$  disetarakan menjadi  $CS_2 + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2SO_2$ . Proses perhitungannya dapat dijelaskan dari *richtextbox* yang tersedia. *Richtextbox* berisi informasi dari cara mengambil nilai setiap senyawa ke unsur. Dimulai dari pemecahan unsur dari senyawa masing-masing dan ditetapkan posisi serta koefisien dari unsur tersebut. Dari pemecahan unsur tersebut dicari dan dibandingkan unsur-unsur antara sebelah kiri dan sebelah kanan. Lalu dicari unsur mana yang tidak setara koefisiennya. Pada contoh tersebut unsur S yang pertama belum setara selain unsur O. Sesuai dengan peraturannya unsur O disetarakan terakhir. Jadi unsur S pada sebelah kiri ada 2 dan sebelah kanan ada 1. Jadi unsur S dikali dengan 2 pada sebelah kanan beserta dengan unsur lain yang membentuk senyawa tersebut. Setelah unsur S setara, akan dilakukan pengecekan kembali seperti di awal. Lalu dicari lagi unsur yang belum setara dan setelah itu disetarakan. Setelah unsur terakhir disetarakan maka akan dilakukan lagi pengecekan ulang apabila semua unsur sudah setara atau belum. Setelah benar-benar setara maka akan ada pernyataan akhir dimana persamaan reaksi kimia yang pertama kita input dan hasil jadi setelah disetarakan.



Gambar 12 Form jenis reaksi kimia

Setelah penyetaraan persamaan reaksi kimia, lanjut ke jenis-jenis reaksi kimia. *Form* jenis reaksi kimia dapat dilihat pada Gambar 12. Pada *form* jenis reaksi kimia akan terdapat enam sub-bab lagi yang terdiri dari sintesis dan dekomposisi, penggantian tunggal dan penggantian ganda, reaksi reduksi dan oksidasi, reaksi asam basa, reaksi hidrolisis, dan reaksi pembakaran. Berikut adalah Gambar untuk *form* yang ada pada jenis reaksi kimia.



Gambar 13 Form sintesis dan dekomposisi

Penggantian Tunggal dan Penggantian Ganda

### Penggantian Tunggal

Dalam reaksi penggantian tunggal atau substitusi sebuah elemen tunggal menggantikan elemen tunggal lainnya di suatu senyawa. Reaksi pergantian atau satu reaksi perpindahan ditandai dengan satu elemen yang dipindahkan dari senyawa oleh unsur lain. Ketika kation atau anion dipertukarkan dari senyawa, ini disebut sebagai reaksi perpindahan tunggal.

$$A + BC \rightarrow AC + B$$

Contoh dari reaksi substitusi terjadi ketika seng bergabung dengan asam klorida. Seng menggantikan hidrogen:

$$Zn + 2 HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$

### Penggantian Ganda

Dalam reaksi penggantian ganda, dua senyawa saling berganti ion atau ikatan untuk membentuk senyawa baru yang berbeda. Hal ini terjadi ketika kation dan anion dari 2 senyawa yang berbeda saling berpindah tempat, dan membentuk 2 senyawa baru. Rumus umum dari reaksi ini adalah:

$$AB + CD \rightarrow AD + CB$$

Contoh dari reaksi perpindahan ganda terjadi antara Barium Klorida dengan Natrium Sulfat yang menghasilkan Barium Sulfat dan Natrium Klorida.

$$BaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2NaCl$$

Ion klorida dan Barium dan akan melekat pada natrium. Dalam proses ini, ion sulfat dan natrium dan memampol Barium. Dengan demikian, ada pertukaran anion antara Barium dan natrium mengakibatkan penggantian atau perpindahan reaksi ganda. Karena kedua senyawa berubah, hal ini berbeda dari reaksi perpindahan tunggal

Gambar 14 Form penggantian tunggal dan ganda

Reaksi Reduksi dan Oksidasi

### Reaksi Reduksi dan Oksidasi

Pengertian oksidasi dan reduksi dapat ditinjau berdasarkan 3 landasan teori, yaitu :

- Reaksi Pengikatan dan pelepasan unsur oksigen, Reaksi oksidasi (pengoksidasi) adalah peristiwa penggabungan suatu zat dengan oksigen. Contoh:
 
$$Si + O_2 \rightarrow SiO_2; 4 Fe + 3 O_2 \rightarrow 2 Fe_2O_3$$
- Reaksi pelepasan dan pengikatan elektron, Reaksi oksidasi dan reduksi juga dapat dibedakan dari pelepasan dan penangkapan elektron. Oksidasi adalah peristiwa pelepasan elektron. Contoh:
 
$$Na \rightarrow Na^+ + e^-; Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-; Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^-$$
 Reduksi adalah peristiwa penangkapan electron. Contoh:
 
$$Na^+ + e^- \rightarrow Na; Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$$
- Dari konsep kedua ini dapat disimpulkan bahwa reaksi oksidasi dan reduksi tidak hanya melibatkan reaksi suatu zat dengan oksigen.

c. Reaksi penambahan dan pengurangan bilangan oksidasi

Oksidasi adalah peristiwa naiknya / bertambahnya bilangan oksidasi suatu unsur, sedangkan reduksi adalah peristiwa turunnya / berkurangnya bilangan oksidasi. Bilangan oksidasi (biloks) disebut juga tingkat oksidasi. Bilangan oksidasi diartikan sebagai muatan yang dimiliki suatu atom dalam keadaan bebas atau dalam senyawa yang dibentuknya. Bilangan oksidasi suatu unsur dapat ditentukan dengan aturan berikut:

- Biloks atom dalam unsur adalah nol, Contoh Na, Fe, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> memiliki biloks nol
- Total biloks senyawa adalah nol, Contoh H<sub>2</sub>O, NaOH, CH<sub>3</sub>COOH, KNO<sub>3</sub> total biloksnya adalah nol
- Biloks ion sesuai dengan muatannya, Contoh Na<sup>+</sup> (+1), O<sup>2-</sup> (-2), Fe<sup>3+</sup> (+3)
- Biloks unsur golongan I A dalam senyawanya adalah +1, Contoh Biloks atom Na dalam NaCl adalah +1
- Biloks unsur golongan II A dalam senyawanya adalah +2, Contoh: Biloks Ca dalam CaCO<sub>3</sub> adalah +2
- Biloks unsur golongan VII A dalam senyawa binernya adalah -1, Contoh: Biloks F dalam senyawa KF dan BaF<sub>2</sub> adalah -1
- Biloks unsur oksigen dalam senyawanya adalah -2, Contoh dalam H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- Biloks unsur hidrogen dalam senyawanya adalah +1, Contoh dalam H<sub>2</sub>O, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Catatan penting biloks H = -1 dalam senyawa hidrida misal NaH, LiH, CaH<sub>2</sub>, biloks O = -1 dalam senyawa peroksida misal H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Oksidator adalah istilah untuk zat yang mengalami reduksi (biloksnya turun), sedangkan Reduktif adalah zat yang mengalami reaksi oksidasi (biloksnya naik/bertambah). Contoh: Pada reaksi  $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$  Reduktif adalah Na sebab biloksnya naik dari 0 ke +1. Oksidator adalah H<sub>2</sub>O sebab biloks H berubah dari +1 ke 0.

Gambar 15 Form reaksi reduksi dan oksidasi

Reaksi Asam Basa

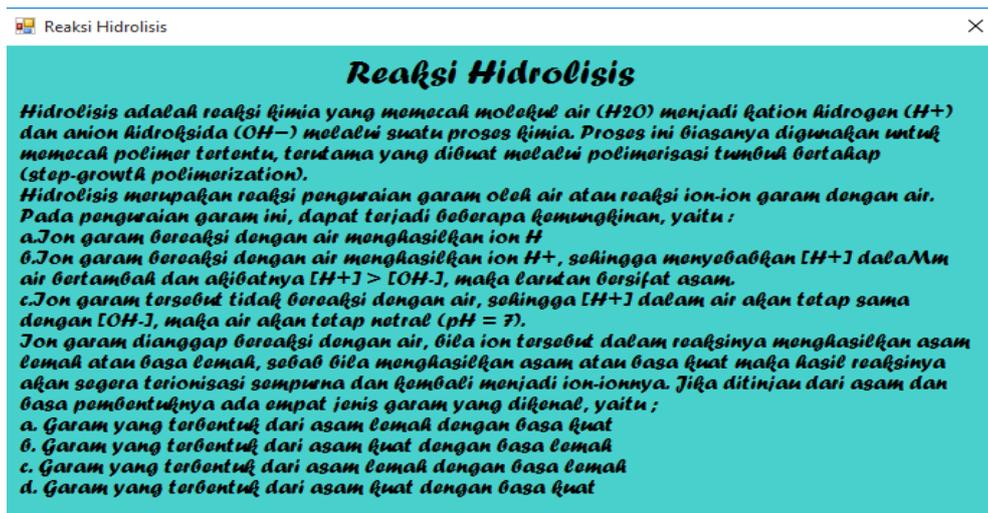
### Reaksi Asam Basa

Reaksi asam-basa adalah reaksi yang mendonorkan proton dari sebuah molekul asam ke molekul basa. Disini, asam berperan sebagai donor proton dan basa berperan sebagai akseptor proton.

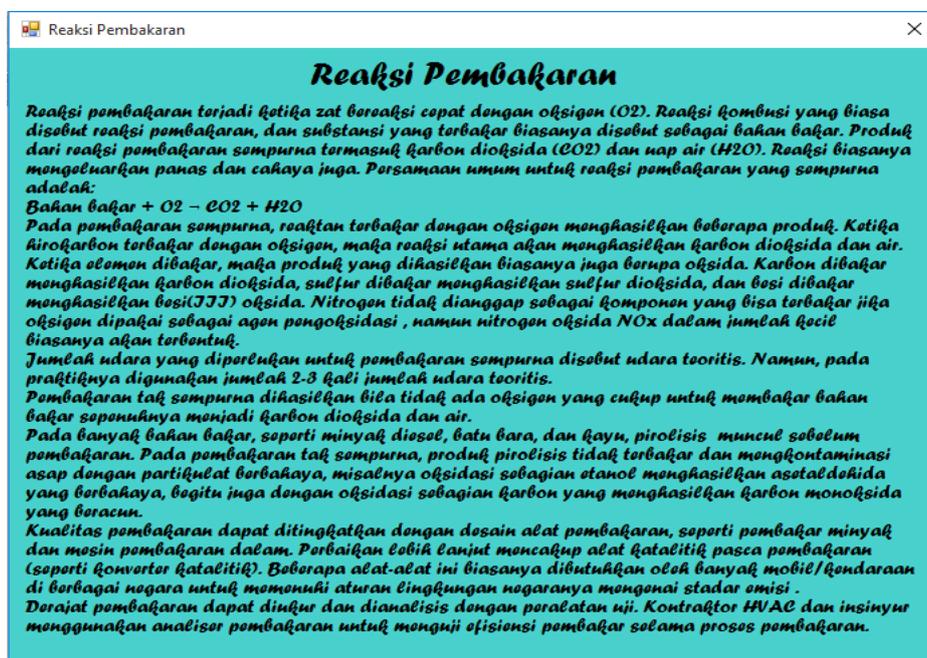
Reaksi asam basa, HA: asam, B: Basa, A-: basa konjugasi, HB+: asam konjugasi. Hasil dari transfer proton ini adalah asam konjugasi dan basa konjugasi. Reaksi kesetimbangan (bolak-balik) juga ada, dan karena itu asam/basa dan asam/basa konjugasinya selalu dalam kesetimbangan. Reaksi kesetimbangan ini ditandai dengan adanya konstanta diasosiasi asam dan basa (K<sub>a</sub> dan K<sub>b</sub>) dari setiap substansinya. Sebuah reaksi yang khusus dari reaksi asam-basa adalah netralisasi di mana asam dan basa dalam jumlah yang sama akan membentuk garam yang sifatnya netral. Contoh.

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

Gambar 16 Form reaksi asam basa

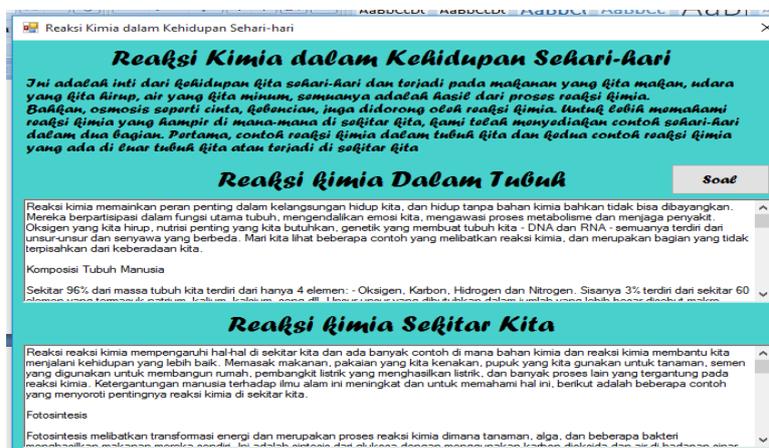


Gambar 17 Form reaksi hidrolisis



Gambar 18 Form reaksi pembakaran

Untuk pilihan terakhir yang ada pada *form* utama adalah reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari. Isi dari *form* ini adalah implementasi dan kejadian-kejadian yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Berikut adalah *form* untuk reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 19 Form reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari.

Pada *form* ini ada menjelaskan tentang dua hal yaitu reaksi kimia yang terjadi didalam tubuh sehari-hari dan reaksi kimia yang terjadi disekitar atau di lingkungan dalam kehidupan sehari-hari.

Dari hasil uji coba kepada 30 siswa SMA, diperoleh rerata hasil belajar siswa sebesar 81,5 dari nilai maksimum 100 dan rerata motivasi belajar siswa sebesar 85,4 dari nilai maksimum 100. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perancangan media pembelajaran reaksi kimia dengan model pembelajaran induktif berpengaruh positif terhadap hasil belajar dan motivasi siswa. Dari uji coba juga diketahui bahwa media pembelajaran yang dirancang sudah dapat digunakan oleh siswa dengan baik.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan media pembelajaran dilakukan dengan menggunakan aplikasi Microsoft Visual Basic.Net 2008 disesuaikan dengan model pembelajaran induktif.
2. Melalui aplikasi ini dihasilkan sebuah media pembelajaran reaksi kimia yang dapat meningkatkan hasil belajar dan motivasi siswa pada materi reaksi kimia. Rerata hasil belajar siswa sebesar 81,5 dari nilai maksimum 100 dan rerata motivasi belajar siswa sebesar 85,4 dari nilai maksimum 100.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Wihardjo, E., 2007, Pembelajaran Berbantuan Komputer, *Universitas Jember*, Jember
- Wena, M., 2011., Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer: Suatu Tinjauan Konseptual Operasional, *Bumi Aksara*, Jakarta
- Joyce B, Marsha W dan Emily C., 2009, *Model Of Teaching*, *Pustaka Pelajar* Yogyakarta

## ANALISIS HARGA POKOK PRODUKSI HARGA PENJUALAN YANG TERBAIK UNTUK UKM

Gunawan dan Muhammad Siddik Hasibuan

Politeknik LP3I Medan, Medan  
Email: [mhdsiddikhasibuan@gmail.com](mailto:mhdsiddikhasibuan@gmail.com)

**Abstrak.** Penggunaan harga pokok produksi dengan metode *full costing* mempunyai peranan penting dalam keputusan manajemen untuk menentukan harga jual suatu produk. **Tujuan jangka panjang** yang ingin dicapai penulis dalam penulisan penelitian ini adalah untuk mengetahui perhitungan harga pokok produksi pada perusahaan serta mengetahui pembebanan BOP (Biaya Overhead Pabrik) dalam proses produksi. Sedangkan **Target khusus** dari penelitian ini adalah untuk menjadikan wirausaha yang memiliki ilmu pembelajaran dalam mengkalkulasikan beban biasa secara tersistem dan mendapatkan harga jual yang optimal. Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi : tahap persiapan berupa mengkaji permasalahan yang ada, tahap pengumpulan data berupa mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dan tahap terakhir adalah tahap penyelesaian berupa melakukan pengolahan dan analisis dari data yang diperoleh dan memberikan kesimpulan dari hasil yang di peroleh.

**Kata kunci:** Full Costing, BOP, Harga Pokok Produksi

### PENDAHULUAN

Perusahaan yang telah berdiri tentunya ingin berkembang dan terus menjaga kelangsungan hidupnya, untuk itu pihak manajemen perusahaan perlu membuat kebijakan yang mengacu pada terciptanya efisiensi dan efektivitas kerja. Kebijakan tersebut dapat berupa penetapan harga pokok produksi, yaitu dengan cara menekan biaya produksi serendah mungkin dan tetap menjaga kualitas dari barang atau produk yang dihasilkan, sehingga harga pokok produk satuan yang dihasilkan perusahaan lebih rendah dari yang sebelumnya. Kebijakan ini sangat bermanfaat bagi perusahaan untuk menetapkan harga jual yang tepat dengan laba yang ingin diperoleh perusahaan, sehingga perusahaan tersebut dapat bersaing dengan perusahaan-perusahaan lain yang memproduksi produk sejenis. Kesalahan dalam perhitungan harga pokok produksi dapat mengakibatkan penentuan harga jual pada suatu perusahaan menjadi terlalu tinggi atau terlalu rendah. Kedua kemungkinan tersebut dapat mengakibatkan keadaan yang tidak menguntungkan bagi perusahaan, karena dengan harga jual yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan produk yang ditawarkan perusahaan akan sulit bersaing dengan produk sejenis yang ada di pasar, sebaliknya jika harga jual produk terlalu rendah akan mengakibatkan laba yang diperoleh perusahaan rendah pula.

Proses perhitungan harga pokok produksi berguna untuk meningkatkan pengetahuan bagi pemilik-pemilik perusahaan kecil yang bergerak dalam bidang produksi. Proses ini dapat mengetahui harga jual yang sesuai untuk suatu barang. Dalam pengembangan sumber daya manusia bagi produsen kecil Pemerintah membuat kebijakan untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi yang terkait langsung dengan UKM. Melalui peraturan pemerintah No. 17 tahun 2013 tentang pelaksanaan undang-undang No 24 tahun 2008 usaha mikro, kecil dan menengah Pasal 54. Perusahaan perlu mengkalkulasikan biaya produksi sebagai dasar perhitungan harga pokok produksi. Dalam menentukan harga pokok produksi perusahaan dapat menggunakan dua metode yaitu *full costing* dan *variabel costing*. Pada metode *full costing* semua biaya-biaya produksi diperhitungkan baik yang bersifat variabel maupun yang bersifat tetap. Biaya-biaya produksi tersebut yaitu terdiri dari biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, biaya *overhead* pabrik baik yang bersifat variabel maupun tetap sedangkan pada metode *variabel costing* biaya produksi yang diperhitungkan hanyalah yang bersifat *variabel* saja. Dan laba yang diperoleh perusahaan dapat optimal karena harga jual yang dibebankan kepada pemesan ditentukan oleh besarnya biaya produksi yang dikeluarkan untuk memproduksi pesanan tersebut.

### Harga Pokok Produksi

Harga pokok produksi menurut Mulyadi (2008) merupakan pengorbanan sumber ekonomi dalam pengolahan bahan baku menjadi produk.

Sedangkan menurut Sadono Sukirno (2007) harga pokok produksi adalah semua pengeluaran yang dilakukan perusahaan untuk memperoleh faktor-faktor produksi dan bahan mentah yang akan digunakan untuk menciptakan barang-barang yang diproduksi oleh perusahaan tersebut.

Dari pendapat-pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa harga pokok produksi adalah semua pengeluaran yang dilakukan perusahaan untuk memproduksi suatu produk. Tujuan utama dari penentuan harga pokok yaitu sebagai dasar untuk menetapkan harga di pasar penjualan, untuk menetapkan pendapatan yang diperoleh pada penukaran, serta sebagai alat untuk menilai efisiensi dari proses produksi.

Sedangkan pendapat Carter dan Usry yang dialihbahasakan oleh Krista (2006) akuntansi biaya dapat didefinisikan sebagai : “Akuntansi biaya adalah perhitungan dengan tujuan untuk aktifitas perencanaan dan pengendalian, perbikan kualitas dan efisiensi, serta pembuatan keputusan.

Tujuan penetapan harga pokok produksi yaitu selain untuk memenuhi keperluan pelaporan ekstern dalam hal penilaian persediaan dan penentuan laba, manajer membutuhkan data harga pokok produksi untuk pedoman pengambilan keputusan mengenai harga dan strategi produk. Informasi harga pokok produksi yang dihitung untuk jangka waktu tertentu bermanfaat bagi manajemen untuk :

1. Menentukan harga jual produk;
2. Memantau realisasi biaya produksi;
3. Menghitung laba atau rugi periodik;
4. Menentukan harga pokok persediaan produk jadi dan produk dalam proses yang disajikan dalam neraca.

Jadi dapat disimpulkan bahwa tujuan dan manfaat dalam penentuan harga pokok produksi yaitu :

1. Sebagai dasar dalam penetapan harga jual.
2. Sebagai alat untuk menilai efisiensi proses produksi.
3. Sebagai alat untuk memantau realisasi biaya produksi.
4. Untuk menentukan laba atau rugi periodik.
5. Menilai dan menentukan harga pokok persediaan.
6. Sebagai pedoman dalam pengambilan keputusan bisnis.

Dalam penentuan harga pokok produksi, biaya produksi perlu diklasifikasikan dengan benar dan jelas. Dalam penelitian ini penggolongan biaya yang digunakan adalah penggolongan biaya berdasarkan fungsi pokoknya dalam perusahaan, sehingga biaya produksi yang dikeluarkan meliputi :

1. Biaya bahan baku  
Bahan baku merupakan bahan yang membentuk bagian menyeluruh produk jadi. Menurut Ony Widilestariningtyas, Dony WF dan Sri Dewi Anggadini (2012) bahan baku adalah bahan baku yang membentuk bagian integral dari produk jadi dan dimasukkan secara eksplisit dalam perhitungan biaya produk. Bahan baku yang diolah dalam perusahaan manufaktur dapat diperoleh dari pembelian lokal, impor atau dari pengolahan sendiri. Sebelum perusahaan melakukan proses produksi pada umumnya terlebih dahulu menetapkan jumlah kebutuhan bahan baku yang akan digunakan.
2. Biaya tenaga kerja  
Tenaga kerja merupakan usaha fisik atau mental yang dikeluarkan karyawan untuk mengolah produk. Biaya tenaga kerja adalah harga yang dibebankan untuk penggunaan tenaga kerja manusia tersebut. Biaya tenaga kerja untuk fungsi produksi dibagi kedalam dua bagian yaitu :
  - a. Biaya tenaga kerja langsung Biaya tenaga kerja langsung yaitu upah semua tenaga kerja yang dapat diidentifikasi secara ekonomis terhadap produksi barang jadi.
  - b. Biaya tenaga kerja tidak langsung Biaya produksi tidak langsung adalah mencakup semua upah tenaga kerja pabrik yang secara tidak langsung berhubungan dengan pengerjaan produk.

## **METODE**

Metode pembiayaan penuh atau *full costing* adalah metode penentuan harga pokok produksi yang memperhitungkan semua unsur biaya produksi ke dalam harga pokok produksi, Ony Widilestariningtyas, Dony WF, Sri Dewi Anggadini (2012 : 16).

Jika kita menggunakan konsep biaya masukan total, maka semua biaya yang diperlakukan dalam produksi harus dimasukkan dalam penilaian asset yang diproduksi. Harga pokok produksi menurut metode *full costing* terdiri dari:

1. Biaya bahan baku
2. Biaya tenaga kerja langsung
3. *Overhead* pabrik- biaya tetap
4. *Overhead* pabrik- biaya variabel.

Dalam metode *full costing*, *overhead* pabrik, baik yang berperilaku tetap maupun variabel, dibebankan kepada produk yang diproduksi atas dasar tarif yang telah ditentukan pada kapasitas normal atau atas dasar *overhead* pabrik sesungguhnya. Oleh karena itu, *overhead* pabrik tetap akan melat pada harga pokok persediaan produk dalam proses dan persediaan produk jadi yang belum laku dijual dan baru dianggap sebagai biaya (unsur harga pokok penjualan) apabila produk jadi tersebut telah terjual. Jika semua produk yang diolah dalam periode tersebut belum laku dijual, maka pembebanan *overhead* pabrik lebih atau kurang tersebut tersebut digunakan untuk mengurangi atau menambah harga pokok produksi yang masih dalam persediaan tersebut ( baik yang berupa persediaan produk dalam

proses maupun produk jadi). Apabila dalam suatu periode akuntansi tidak terjadi pembebanan *overhead* lebih atau kurang, maka biaya *overhead* pabrik tetap tidak mempunyai pengaruh terhadap perhitungan laba-rugi sebelum produknya laku dijual. Metode full costing menunda pembebanan *overhead* pabrik tetap sebagai biaya sampai saat produk yang bersangkutan dijual. Jadi *overhead* pabrik yang terjadi, baik yang berperilaku tetap maupun yang variable masih dianggap sebagai aktiva (karena melekat pada persediaan) sebelum persediaan tersebut terjual. Perhitungan harga pokok produksi dapat dilihat pada Gambar 1.

|                                |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Biaya bahan baku               | Rp. XXX                     |
| Biaya Tenaga Kerja Langsung    | Rp. XXX                     |
| Biaya overhead pabrik variable | Rp. XXX                     |
| Biaya overhead pabrik tetap    | Rp. XXX +                   |
| Total Biaya Produksi           | Rp. XXX                     |
| Harga pokok produksi =         | Total biaya produksi        |
|                                | Jumlah unit yang dihasilkan |

Sumber : (Mulyadi, 2008)

Gambar 1. Metode Perhitungan Harga Pokok Produksi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini mengambil sampel dari UKM jamu Sari Akar yang setiap sekali produksi 500 botol. Dari pembuatan ini memerlukan bahan-bahan seperti berikut.

Tabel 1 Bahan-bahan Untuk Membuat Jamu

| No | Keterangan   | Banyak   | @Jumlah Harga | Total        |
|----|--------------|----------|---------------|--------------|
| 1  | Pala         | 3.5 Kg   | Rp 70.000     | Rp. 245000   |
| 2  | Merica       | 3 kg     | Rp 56.000     | Rp. 168000   |
| 3  | Jintan Hitam | 1.5 kg   | Rp 50.000     | Rp. 75000    |
| 4  | Rempah India | 4 kg     | Rp 33000      | Rp. 132000   |
| 5  | Cengkeh      | 0.5 kg   | Rp 40.000     | Rp. 80000    |
| 6  | Gula         | 20kg     | Rp 13000      | Rp. 260000   |
| 7  | Air          | 5 Galon  | Rp 3000       | Rp. 15000    |
| 8  | Botol        | 500 unit | Rp 600        | Rp. 300000   |
|    |              |          | Total         | Rp 1.235.000 |

Tabel 2 Alat yang diperlukan untuk mengolah Jamu

| No | Keterangan           |
|----|----------------------|
| 1  | Kompore gas + tabung |
| 2  | Kompore              |
| 3  | Dandang              |
| 4  | Gelas Ukur           |
| 5  | Baskom besar         |
| 6  | Galon Air            |
| 7  | Saringan             |
| 8  | Kuali                |

Tabel 3 Biaya Variabel Pendukung (1 x Produksi)

| No | Keterangan                   | Beban Biaya        |
|----|------------------------------|--------------------|
| 1  | Bahan Bakar Minyak           | Rp. 50000          |
| 2  | Listrik                      | Rp. 50000          |
| 3  | Air                          | Rp. 50000          |
| 4  | Biaya Tenaga Kerja (4 Orang) | Rp. 400000         |
|    | <b>Total</b>                 | <b>Rp. 550.000</b> |

Dari data diatas adalah asumsi untuk satu kali produksi untuk menghasilkan 500 botol (ukuran 120ml), setelah asumsi di dapat maka akan dimasukan kedalam sistem seperti pada Gambar 2. Adapun tampilan sistem untuk memasukan data bahan yang diperlukan untuk proses produksi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 form untuk memasukan Bahan Baku

Dari Gambar 2 adalah tampilan form untuk memasukan segala jenis bahan baku untuk melakukan proses produksi. Semua bahan yang akan di proses akan dimasukan kedalam sistem untuk dapat membuat kalkulasi perhitungan. Selanjutnya setelah memasukan data bahan yang diperlukan akan dilakukan proses memasukan alat-alat yang digunakan seperti Gambar 3.



Gambar 3 form untuk memasukan Alat-alat yang digunakan

Dari Gambar 3 adalah tampilan form untuk memasukan segala jenis alat untuk melakukan proses produksi. Semua alat yang akan di proses akan dimasukan kedalam sistem untuk dapat membuat kalkulasi perhitungan dan didapat nilai penyusutan dari suatu alat tersebut, nilai penyusutan ini dibuat karean ada bahan yang tidak habis sekali pakai. Estimasi nilai penyusutan ini sebesar 10% sampai 20% dari harga alat tersebut.

### Form Hitung HPP

Setelah proses memasukan bahan dan alat selesai dilakukan, selanjutnya adalah proses perhitungan untuk mendapatkan Harga pokok produksi yang murni tanpa seperti Gambar 4 dari hasil yang telah dimasukan akan didapat harga pokok produksi yang sebenarnya. Dari harga ini produsen bisa mengestimasi berapa besar produk yang di jual kepasar.

| DATA TOTAL HARGA POKOK |                  |            |       |         |       |                    |         |            |                 |                 |         |      |       |
|------------------------|------------------|------------|-------|---------|-------|--------------------|---------|------------|-----------------|-----------------|---------|------|-------|
| No                     | Biaya Bahan Baku | Biaya Alat | BBM   | Listrik | Air   | Biaya Tenaga Kerja | Total   | Tanggal    | Jumlah Produksi | HPP Satuan (Rp) | Laporan | Edit | Hapus |
| 1                      | 1235000          | 2080       | 50000 | 50000   | 50000 | 400000             | 1787080 | 2015-05-14 | 500             | 3574.16         | Laporan | Edit | Hapus |

Gambar 4 Form Hitung HPP

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya maka penulis mengambil kesimpulan, antara lain :

1. Sistem sebagai indikator untuk mengetahui harga pokok suatu produk.
2. Sistem yang dibuat berdasarkan metode full costing dimana dalam metode ini menghitung seluruh biaya penuh dalam pembuatan produk.
3. Dengan adanya sistem, penentuan harga pokok produksi menjadi stabil, tidak terlalu tinggi atau terlalu rendah.
4. Sistem mempermudah cara kerja sehingga pemanfaatan waktu dilakukan secara efisien.
5. Sistem mendukung kualitas sumber daya manusia dalam perkembangan teknologi, informasi dan komunikasi

## DAFTAR PUSTAKA

- Carter, dan Usry. 2006. *Cost Accounting*, 13th Edition, By South-Western, A Division of Thomson Learning Inc. (terjemahan). Akuntansi Biaya, Edisi Tiga Belas, Salemba Empat, Jakarta.
- Mulyadi, (2008), *Perhitungan Harga Pokok Produksi*, Makalah STIE Pandu Madania. Bogor.
- Ony, Widilestariningtyas; Anggadini, Sri Dewi; Firdaus, Dony Waluya, (2012), *Akuntansi Biaya*, Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2013 Tentang Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2008 Tentang Usaha Mikro, Kecil, Dan Menengah
- Sadono Sukirno, R.A.2007. *Akuntansi Biaya, Pengumpulan Biaya dan Penentuan Harga Pokok*, Buku I, Edisi Kedua, Cetakan Ketigabelas, BPFE UGM, Yogyakarta.

# THE EFFECT OF SYNTHESIZING STRATEGY ON STUDENTS READING COMPREHENSION AT SMA SERDANG MURNI LUBUK PAKAM GRADE X ACADEMIC YEAR 2015/2016

Desi Rajagukguk

Program Studi Pendidikan Bahasa Inggris, Universitas HKBP Nommensen, Medan, Sumatra Utara  
Email: desirajagukguk8@gmail.com

**Abstract.** *This study focused on finding out the effect of Synthesizing Strategy on Students' Reading Comprehension at SMA Serdang Murni Lubuk Pakam. A Thesis. This study was conducted in experimental Quantitative design. The population of this research was Tenth Grade of students in SMA Serdang Murni Lubuk Pakam. There were seventy six students of the tenth grade senior high school students as the sample of research. This study was conducted with two randomized groups namely Experimental Group and Control Group. The experimental group was taught by using Synthesizing Strategy, while control group was taught without Synthesizing Strategy. The instrument of collecting the data was a multiple choice test. The data were analyzed by using t-test. The calculation shown that t-observed (3.65) was higher than t-table (1.68) at the level of significance ( $\alpha$ ) 0.05 with the degree of freedom (df) 58. It means that there was a significant effect of Synthesizing Strategy on students reading comprehension. So, the null hypothesis ( $H_0$ ) is rejected and alternative hypothesis ( $H_a$ ) is accepted.*

**Key Word:** *Synthesizing Strategy, Reading Skill*

## INTRODUCTION

Language is one of important aspect to build communication in human life. Language is used to convey our ideas, feeling to the listener or other people in our life. Everyday people use language to interact each other, without language we can not build communication in our society. So many language in this world that uses by all people one of them is English.

English is one of important language in this world because English has been placed as international language in which the people use it as a second language or as a foreign language. Every human need to know English language because it can help them to study in abroad so English should be teach for every students in this world. Language mastery is divide into four skill namely Speaking, Reading, Listening, and Writing. Reading and listening are the receptive skills, in which people extract meaning from The discourse they see or hear. Then, Writing and speaking are call as productive skills. These skills are need in order to be succesful in learning English.

Reading is one of skill which is very important in learning English beside speaking, listening, and writing skill. In reading, the students are expect to be increase knowledge and familiar with what the teacher has explain in the context.

Reading Comprehension is the most basic purpose for reading. The purpose of reading is to comprehend the nations in the materials, it means that without comprehension reading is useless and meaningless, thats why it is very important to develop reading comprehension which is essential for the students achievement.

Based on the writer experience in Teacher Training Practice (PPL) most of the students in Senior High School do not interest to learn reading comprehension. The teacher that taught them only foccus to the pronouncation of the text not to the meaning of the text Therefore, the process of teaching reading comprehension can not run well because most of the students passive in the class they just read the text without know the meaning of the text and the students do not know what the text talking about and what is the main idea of the text. The students only read the text and answer the question based on their English book without knowing how to elicit prior knowledge and find spesific information from reading text and it can make them fell bored.

Synthesizing can be uses for understanding Reading Comprehension. Moreillon (2007:132) stated that Synthesizing strategy is waive light on the significance of texts from the reader's point of view. Synthesizing also involves bringing together information from several sources. When the readers synthesize, they sort and evaluate information, they may find agreement among texts, or they may find out conflicting "facts" like determining ideas and the readers make it in a value of judgments.

Synthesizing is a process of ordering, recalling, retelling, and recreating information into a coherent whole. Keene and Zimmermann in Moreillon (2007:133) stated that Synthesizing requires that readers use the strategies offered in this book to read, evaluate, and to use ideas and information. Synthesizing requires longer-term, in depth learning.

In synthesizing information students must make it in their own word, They must develop all of the reading comprehension strategies to know the meaning. They must connect the information that they found in various resources and interpret it, and put it back together into a transformed and coherent whole.

According to Moreillon. J (2007:134), Synthesizing is a process of learning from others ideas and transforming those ideas through analysis and interpretation to offer a new meaning. Through synthesizing the learner makes information and ideas his own. then synthesizing is a natural outgrowth of their prior literacy learning experience. A simple way to express the components of synthesizing that may be particularly appropriate to younger readers is

#### **Information + Response = Synthesizing**

Readers' responses to text can be described in many ways. They can make personal or text to self connections that include their prior knowledge, experience and feelings. They can respond to specific story elements, such as the setting or theme. They can pose question about concepts or topics and suggest "what if" scenarios. The important thing about a response is that it not be a restatment of the story or facts. A response is unique to the readers and demonstrates the central role of the reader in reading transaction. Combine with information or evidence from text, readers' responses are the other main ingredient in synthesis.

#### **Information + Interpretation= synthesizing**

Unit design is one way to ensure that students incorporate their own interpretations into their synthesis projects. Assignments must require that students do more than cut and paste information and call it a report. Designing instruction so that the students are required to think about the ideas and information they read is fundamental. Involving students in asking authentic questions, analyzing information and transforming it through synthesis means expecting them to do more than regurgitate facts. Loertscher.D.V.Carrol.K.Sandi.Z (2004:136) stated is an exemplary resource for guiding classroom collaboration to help students achieve synthesis.

## **METHODS**

The research design of this research was experimental quantitative research. Experiments carry out with a view to see the result of a treatment . If the writer uses this research design, it means that there was two group or two classes that used in this research as the samples. The first was experimental class and the second was control class. The experimental class was a class or a group which receive the treatment by using Synthesizing Strategy. With consciously the teacher taught the lesson by certain strategy to the students. While control class, was class or a group which did not taught by using Synthesizing Strategy in reading comprehension. As the purpose of this research was to find out whether synthesizing strategy can affect the students in understanding Reading comprehension or not.

## **RESULT AND DISCUSSION**

**Table 1.** The Calculation of Experimental Group

| No | Students' Initial | Pre-Test (T1) | Post-Test (T2) | Deviation (d) | Deviation Squared (d <sup>2</sup> ) |
|----|-------------------|---------------|----------------|---------------|-------------------------------------|
| 1  | AP                | 54            | 82             | 28            | 784                                 |
| 2  | AJPP              | 46            | 52             | 6             | 36                                  |
| 3  | ACS               | 48            | 66             | 18            | 324                                 |
| 4  | AH                | 60            | 80             | 20            | 400                                 |
| 5  | BENS              | 58            | 60             | 2             | 4                                   |
| 6  | BMN               | 52            | 68             | 16            | 256                                 |
| 7  | CWSP              | 54            | 64             | 10            | 100                                 |
| 8  | DMN               | 60            | 80             | 20            | 400                                 |
| 9  | DWT               | 62            | 68             | 6             | 36                                  |
| 10 | FDTR              | 60            | 72             | 12            | 144                                 |
| 11 | FLD               | 50            | 74             | 24            | 576                                 |
| 12 | GMS               | 52            | 54             | 2             | 4                                   |
| 13 | HIS               | 52            | 56             | 4             | 16                                  |
| 14 | IAP               | 62            | 80             | 18            | 324                                 |
| 15 | JMS               | 60            | 66             | 6             | 36                                  |
| 16 | KNES              | 52            | 78             | 26            | 676                                 |
| 17 | LTFS              | 40            | 46             | 6             | 36                                  |
| 18 | LS                | 60            | 66             | 6             | 36                                  |
| 19 | LMTN              | 48            | 60             | 12            | 144                                 |
| 20 | LS                | 66            | 82             | 16            | 256                                 |
| 21 | LSS               | 44            | 64             | 20            | 400                                 |
| 22 | LN                | 54            | 72             | 18            | 324                                 |

|    |              |              |              |              |             |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 23 | LPP          | 68           | 84           | 16           | 256         |
| 24 | MJN          | 50           | 52           | 2            | 4           |
| 25 | MBAP         | 48           | 72           | 24           | 576         |
| 26 | MMN          | 44           | 70           | 26           | 676         |
| 27 | MGG          | 62           | 89           | 27           | 729         |
| 28 | NMS          | 52           | 64           | 12           | 144         |
| 29 | RMT          | 64           | 88           | 24           | 576         |
| 30 | RAS          | 62           | 64           | 2            | 2           |
| 31 | SAS          | 52           | 62           | 10           | 100         |
| 32 | SS           | 62           | 66           | 4            | 16          |
| 33 | UMWS         | 54           | 56           | 2            | 4           |
| 34 | WHPS         | 62           | 76           | 14           | 196         |
| 35 | YG           | 50           | 68           | 18           | 324         |
| 36 | YYN          | 54           | 60           | 6            | 36          |
| 37 | YS           | 62           | 72           | 10           | 100         |
| 38 | YM           | 40           | 54           | 14           | 196         |
|    | <b>TOTAL</b> | <b>2082</b>  | <b>2585</b>  | <b>507</b>   | <b>9247</b> |
|    | <b>MEAN</b>  | <b>54,79</b> | <b>68,02</b> | <b>13,34</b> |             |

$$MX = \frac{\sum X}{N}$$

$$MX = \frac{507}{38} = 13.34$$

$$dX^2 = 9247 - \frac{507^2}{38}$$

$$dX = 9247 - \frac{257049}{38}$$

$$dX = 9247 - 6764.4$$

$$dx = 2482.6$$

**Table 2** The Calculation of Control Group

| NO | Students' Initial | Pre-Test (X1) | Post-Test (X2) | Deviation (d) | Deviation Squared (d <sup>2</sup> ) |
|----|-------------------|---------------|----------------|---------------|-------------------------------------|
| 1  | AGIS              | 34            | 46             | 12            | 144                                 |
| 2  | ABS               | 36            | 56             | 20            | 400                                 |
| 3  | AOT               | 34            | 56             | 22            | 484                                 |
| 4  | AMP               | 26            | 44             | 18            | 324                                 |
| 5  | BGSP              | 30            | 46             | 16            | 256                                 |
| 6  | CEH               | 40            | 62             | 22            | 484                                 |
| 7  | DLS               | 54            | 72             | 18            | 324                                 |
| 8  | DNS               | 36            | 46             | 10            | 100                                 |
| 9  | DABB              | 44            | 64             | 20            | 400                                 |
| 10 | DASS              | 56            | 72             | 16            | 256                                 |
| 11 | DT                | 44            | 58             | 14            | 196                                 |
| 12 | DAYT              | 44            | 62             | 18            | 324                                 |
| 13 | DG                | 24            | 38             | 14            | 196                                 |
| 14 | DA                | 64            | 78             | 14            | 196                                 |
| 15 | EFS               | 32            | 54             | 22            | 484                                 |
| 16 | FNSS              | 36            | 56             | 20            | 400                                 |
| 17 | FNS               | 18            | 30             | 12            | 144                                 |
| 18 | FSS               | 44            | 62             | 18            | 324                                 |
| 19 | GN                | 28            | 48             | 20            | 400                                 |
| 20 | IS                | 62            | 86             | 24            | 576                                 |
| 21 | IBS               | 38            | 56             | 18            | 324                                 |
| 22 | JRL               | 52            | 62             | 10            | 100                                 |
| 23 | JPS               | 40            | 54             | 14            | 196                                 |
| 24 | JSS               | 44            | 66             | 22            | 484                                 |
| 25 | JSCT              | 36            | 62             | 26            | 678                                 |
| 26 | JHS               | 40            | 60             | 20            | 400                                 |

|    |              |              |              |             |               |
|----|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| 27 | KN           | 32           | 46           | 14          | 196           |
| 28 | MHS          | 48           | 66           | 18          | 324           |
| 29 | LS           | 52           | 80           | 28          | 784           |
| 30 | PAS          | 40           | 20           | 20          | 400           |
| 31 | REGL         | 24           | 40           | 16          | 256           |
| 32 | RS           | 66           | 82           | 16          | 256           |
| 33 | RSHS         | 26           | 40           | 14          | 196           |
| 34 | REN          | 58           | 76           | 18          | 324           |
| 35 | RS           | 46           | 70           | 24          | 576           |
| 36 | SS           | 46           | 66           | 22          | 484           |
| 37 | WK           | 46           | 70           | 24          | 576           |
| 38 | YJAB         | 16           | 22           | 6           | 36            |
|    | <b>TOTAL</b> | <b>1536</b>  | <b>2174</b>  | <b>680</b>  | <b>13,002</b> |
|    | <b>MEAN</b>  | <b>40,42</b> | <b>57,21</b> | <b>7,89</b> |               |

$$MY = \frac{\Sigma Y}{N}$$

$$MY = \frac{680}{38} = 7.89$$

$$dY^2 = 13002 - \frac{680^2}{38}$$

$$dY = 13002 - \frac{462400}{38}$$

$$dY = 13002 - 12168.4$$

$$dY = 833.6$$

Before calculate the reability of the test, it must be determined the value of the mean and standart deviation of try out first. The calculation of the mean and standard deviation can be seen in the following:

- a. The mean score of try out class

$$M = \frac{\Sigma x}{N}$$

$$M = \frac{794}{38}$$

$$M = 20.89$$

The mean of try out class is 20,89 it is considered high.

- b. Standart Deviation

$$Vt = \frac{\Sigma x^2 - \frac{(x^2)}{N}}{N}$$

$$Vt = \frac{16560 - \frac{794^2}{38}}{38}$$

$$Vt = \frac{16560 - \frac{630,436}{38}}{38}$$

$$Vt = \frac{16560 - 16,590.42}{38}$$

$$Vt = \frac{30.42}{38}$$

$$Vt = 0.80$$

After the mean and deviation was obtained, the writer calculated the reliability of the test is used. The purpose of the researcher calculate the value of reliability was that the researcher knew the consistency of the test high or not. The calculation of the reliability of the test can be seen in the following :

$$(K21)r = \frac{K}{K-1} [1 - \frac{M(K-M)}{k.Vt^2}]$$

$$(K21)r = \frac{50}{49} [1 - \frac{20.89(50-20.89)}{50.(0.80)^2}]$$

$$(K21)r = \frac{50}{49} [1 - \frac{20.89(29.11)}{50.(0.64)}]$$

$$(K21)r = \frac{50}{49} \left[ 1 - \frac{608.1079}{32} \right]$$

$$(K21)r = \frac{50}{49} [1 - 1.87]$$

$$(K21)r = \frac{50}{49} [0.87]$$

$$(K21)r = \mathbf{0.88}$$

#### 4.2.3 Testing Hypothesis

T-test formula was used to calculate the differences of the mean score in pre-test and post-test of both experimental and control group in order to find t-observed.

The calculation of t-test is follows

$$t = \frac{Mx - My}{\sqrt{\left(\frac{dx^2 + dy^2}{(Nx + Ny) - 2}\right) \left(\frac{1}{Nx} + \frac{1}{Ny}\right)}}$$

$$t = \frac{13.34 - 7.89}{\sqrt{\left(\frac{2482.5 + 833.6}{(38 + 38) - 2}\right) \left(\frac{1}{38} + \frac{1}{38}\right)}}$$

$$t = \frac{5.45}{\sqrt{\left(\frac{3316.1}{74}\right) \left(\frac{2}{38}\right)}}$$

$$t = \frac{5.45}{\sqrt{(44.8) (0.05)}}$$

$$t = \frac{5.45}{\sqrt{2.24}}$$

$$t = \frac{5.45}{1.49}$$

$$t = \mathbf{3.65}$$

From the calculation, it is found that t-observed is 3.65 is higher than t-table is 1.67.

#### CONCLUSION

From all the calculation of data which have been analyzed, the researcher found that there was affect of using Synthesizing Strategy on the students' reading comprehension. It was proven by the calculation of the data obtained from the score of experimental group and score of control group by applying t-test formula. The result of the calculation of t-test presents that t-observed > t – table = 3.65 > 1.68 *at the* level of significance (p) 0.05 of two-tailed test and degree of freedom (df) = Nx + Ny-2 = 38 + 38 -2 = 74. If t-observed is higher than t-table, it indicates that Synthesizing Strategy gave significant effect to the students' reading comprehension.

The students who were taught by using Synthesizing Strategy got the higher score than those who taught without using Synthesizing Strategy. "Teaching reading comprehension through Synthesizing Strategy to the tenth grade students of SMA Serdang Murni Lubuk Pakam is affective and it is accepted. While teaching reading comprehension Without Synthesizing Strategy to the tenth grade students of SMA Serdang Murni Lubuk Pakam is not affective is rejected.

#### REFERENCES

- Bond. Guy L. (2000). *fifth edition reading difficulties their diagnosis and correction*. London:Prentice-Hall International.
- Brown. D. (2004). *Teaching by Principle: An Interactive Approach to Language Pedagogy*. San Fransisco:Pearson Education.

- Burns P, Roe B, Ross P. (1984). *Teaching Reading in Today's Elementary School*. New York: Longman.
- Caroline. L. (2005). *Practical English Language: Young learners*. McGraw-Hill ESL/ELT. New York.
- Grabe W & Fredricka I.S. (2002). *Teaching Reading in Small Group: Differential Instruction for Building Strategy, Independent Reader*. Portsmouth: Heinema.
- Heaton, J. B. (1990). *Writing English Language Test*. London and New York: Longman.
- J. Herbert. (2004). *Aguide to curriculum Planning in Reading*. Wisconsin Department of Public Instruction.
- Leortscher, David, V., Carrol, K, and Sandi Zwann. (2004). *Ban those bird units: 15 models For teaching and learning in information –rich and technology-rich enviroments*. salt lake city: hi willow.
- Moreillon, Judi. (2007). *Collaborative Strategy for teaching Reading Comprehension*. United State of America. American Library Association.
- Seravallo, J. (2010). *Teaching Reading in Small Group: Differential Instruction for Building Strategy, Independent Reader*. Portsmouth: Heinema.
- Stahl, Katherine A.D. (2005): *Improving the asphalt of reading instruction: A tribute to the work of seven A. Stahl*. Reading Teacher 59(2):

## **PENGGUNAAN PERMAINAN TRADISIONAL BATAK TOBA MARGALLA DALAM UPAYA MENINGKATKAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA**

**Elvi Mailani\* dan Eva Betty Simanjuntak**

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Medan  
Email: elvimailani@gmail.com

**Abstrak.** Latar belakang penelitian ini adalah rendahnya hasil belajar siswa pada pelajaran matematika pada materi system koordinat. Rendahnya hasil belajar matematika tersebut dikarenakan dalam mengajar matematika guru masih menggunakan metode konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar matematika pada materi system koordinat siswa kelas VI SD Negeri 101764 Bandar Klippa kabupaten Deli Serdang dengan menggunakan permainan Tradisional Batak Toba Margalla tahun pembelajaran 2014/2015. Metode pada penelitian ini menggunakan teknik analisis dekriptif kualitatif. Hasil penelitian dapat dilihat dari hasil rata-rata nilai hasil belajar siswa pada saat dilakukannya pretes dengan ketuntasan klasikal 9,09% dengan rata-rata 35,45, pada siklus I mengalami peningkatan pada hasil ketuntasan klasikal belajar siswa yang menjadi 59,09% dengan rata-rata 65,90 dan meningkat lagi menjadi 100% dengan rata-rata 89,54 pada siklus II. Berdasarkan dari keterangan tersebut dapat disimpulkan bahwa penelitian dengan menggunakan permainan tradisional Batak Toba Margalla dalam upaya meningkatkan hasil belajar matematika pada materi sistem koordinat dikatakan berhasil.

**Kata kunci:** hasil belajar, system koordinat, Margalla

### **PENDAHULUAN**

Mata pelajaran matematika merupakan satu mata pelajaran dari lima mata pelajaran pokok yang diajarkan pada tingkat sekolah dasar (SD). Pada kenyataannya sebagian besar peserta didik terutama di tingkat sekolah dasar kurang menyenangi pelajaran matematika tersebut. Alasan siswa sekolah dasar kurang menyenangi dan termotivasi untuk mengikutinya disebabkan mata pelajaran matematika sangat sulit untuk dipahami karena sebagian besar materinya bersifat abstrak, memerlukan penalaran yang sangat baik agar mengerti, sehingga siswa kurang berminat untuk mengikuti pelajaran ini. Selain itu siswa merasa bahwa pembelajaran matematika yang diberikan oleh guru selama ini kurang menarik, monoton dan tidak variatif pada kegiatan pembelajarannya.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan peneliti pada sekolah dasar negeri 101764 Bandar Klippa dimana peneliti melakukan penelitian ini, saat guru menyampaikan materi system koordinat, aktifitas yang dilakukan oleh guru sangatlah kurang menarik dan tidak memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan kemampuan yang dia miliki. Aktifitas yang dilakukan guru adalah guru menjelaskan materi yang akan dipelajari, dilanjutkan tanya jawab dengan mengajukan beberapa pertanyaan yang direspon diam oleh siswa, kemudian guru menugaskan siswa untuk mengerjakan latihan dan diakhiri dengan mengoreksi hasil pekerjaan siswa.

Proses pembelajaran yang demikian berdampak pada hasil belajar matematika terutama pada materi system koordinat yang sangat rendah. Siswa tidak memahami konsep tentang system koordinat, sehingga dalam mengerjakan soal-soal yang berhubungan dengan system koordinat baik itu dalam hal menentukan letak nilai, mengGambarkan serta melakukan pencerminan dari nilai tempat masih sangat mengalami kendala. Kondisi pembelajaran yang demikian tentunya tidak boleh dibiarkan dan harus segera dicarikan solusinya, agar pembelajaran matematika menjadi lebih mudah dipahami, lebih menarik bagi siswa, sehingga siswa menjadi lebih termotivasi untuk belajar matematika dan berujung pada hasil pembelajaran matematika yang meningkat.

Pembelajaran dengan menggunakan permainan dianggap sangat tepat dilakukan dalam mengajarkan pembelajaran matematika yang dianggap sangat menakutkan bagi sebagian besar peserta didik. Permainan tradisional batak toba margalla dianggap sangat tepat dipergunakan untuk mengajarkan materi system koordinat. Dengan permainan margalla diharapkan siswa dapat memahami materi system koordinat sambil melakukan permainan yang sangat menyenangkan dan disukai oleh peserta didik.

Permainan dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan hasil pembelajaran peserta didik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Irwansyah:2012) melalui permainan monopoli pecahan dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi pecahan. Penelitian ini membahas bahwa kesulitan siswa dalam memahami pecahan baik mulai mengenal pecahan, menyebutkan nilai pecahan, mengurutkan pecahan serta mengGambarkan pecahan dapat teratasi dengan menggunakan permainan monopoli pecahan. Kemampuan siswa dalam memahami materi pecahan menjadi meningkat setelah siswa belajar dengan menggunakan permainan monopoli pecahan.

Dari latar belakang masalah yang dijumpai peneliti, dan sejalan dengan pendapat Soejono (2004:4) adapun yang menjadi identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Cara guru mengajar matematika yang masih konvensional

2. Kondisi pembelajaran yang masih berpusat pada guru.
3. Guru tidak mampu merancang proses pembelajaran yang dapat memotivasi siswa agar terlibat aktif di dalamnya.
4. Sikap siswa terhadap pelajaran matematika tidak menyenangkan, cenderung membencinya.
5. Siswa kesulitan dalam memahami konsep pada materi system koordinat.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :Untuk meningkatkan hasil belajar matematika siswa kelas VI SDN 101764 Bandar Klippa kabupaten Deli serdang pada materi system koordinat melalui permainan trsdisional batak toba Margalla.

## METODE

**Bahan Penelitian.** Penelitian ini dilakukan di SD Negeri 101764 kecamatan Bandar Klippa kabupaten Deli serdang Provinsi Sumatera Utara. Subjek dari penelitian ini adalah siswa kelas VI yang berjumlah 22 siswa yang terdiri dari 13 siswa perempuan dan 9 siswa laki-laki.. Objek pada penelitian ini adalah kemampuan siswa dalam memahami materi system koordinat dengan menggunakan permainan tradisional batak toba Margalla.

**Permainan Margalla.** Permainan Margala, merupakan permainan warga Bonapasogit. Jika disimak dari kata-katanya penamaan permainan tradisional yang berasal dari batak toba ini cukup membuat penasaran. Ada sebagian daerah Toba provinsi Sumatera Utara menamakannya Marcabor. Mirip dengan permainan galasin, atau disebut juga galah asin atau gobak sodor di beberapa daerah lain. Permainan tradisional ini ternyata sudah ada sejak zaman dahulu, bahkan permainan margala adalah salah satu permainan sebagai hiburan resmi para raja batak(1). Permainan ini dulunya dimainkan pada saat rondang bulan atau poltak tula yang artinya terang bulan. Dan ketika rondang bulan inilah seluruh rakyat berkumpul di halaman rumah sang raja. Permainan ini bermodalkan dengan menggambar dan menggaris bentuk permainan di atas tanah atau lapangan yang telah tersedia. Bentuknya terdiri dari tiga garis horizontal dan tiga garis vertikal yang membentuk empat kotak, dan kotak itulah yang dijadikan arena permainan. Adapun cara bermainnya adalah pada mulanya tiga orang lawan berkesempatan untuk menjaga di tiga titik terdepan dan ada seseorang lagi yang berkesempatan menjaga di tengah garis vertikal. Dan kemudian yang menjadi pihak lawan akan berusaha memasuki arena yang telah dijaga tadi. Lawan akan berusaha masuk dengan cara jangan sampai badan mereka tersentuh oleh pihak yang menjaga, apabila salah seorang pihak lawan yang masuk badannya tersenggol oleh tim yang menjaganya maka berarti lawan tersebut kalah dan permainan digantikan oleh pihak yang bertugas menjaga. Namun jika lawan lolos maka akan mendapat tambahan nilai dan posisinya akan kembali ke tempat semula untuk memainkan permainan untuk yang kedua (2).

**Metode Penelitian.** Penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas dimana dalam setiap siklusnya terdiri dari kegiatan perencanaan, pelaksanaan, observasi dan refleksi. metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes, wawancara dan observasi. Tes dilakukan diakhir setiap siklus dengan tujuan ingin melihat kemampuan siswa dalam menjawab soal soal yang berhubungan dengan materi system koordinat setelah mendapatkan tindakan. Wawancara dilakukan diakhir penelitian untuk mendengar sejauh mana manfaat permainan tradisional batak toba Margalla ini dirasakan siswa dalam upaya meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi system koordinat. Sedangkan observasi dilakukan di setiap siklusnya dengan tujuan untuk melihat proses permainan dilakukan dan bagaimana pemahaman siswa dalam melakukan permainan dikaitkan dengan materi system koordinat yang sedang diajarkan. Hasil analisis tes dihitung dengan menggunakan persen atau disebut percentages correction. Rumus penelitian adalah sebagai berikut :

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100$$

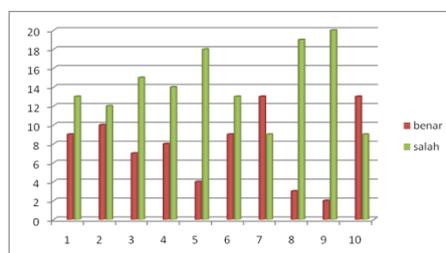
NP : Nilai Persen yang dicari  
R : Skore Perolehan  
SM : Skore Maksimum  
100 : Bilangan tetap.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Deskripsi Hasil Penelitian.** Pada pertemuan awal dengan siswa dilakukan pretes sebelum dilaksanakannya pembelajaran. Pretes dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal siswa pada system koordinat. Hasil pretes siswa diperoleh kesimpulan bahwa siswa masih tergolong kepada kurang mampu dalam menyelesaikan soal-soal tentang materi tersebut. Kesulitan-kesulitan siswa tersebut dapat dilihat dari kesalahan-kesalahan yang mereka lakukan ketika menjawab pertanyaan yang diberikan. Berikut disajikan persentase jawaban siswa dari soal-soal yang diberikan pada saat pretes.

**Tabel 1:** Ringkasan Hasil Tes Awal Siswa

| No | Frekuensi Jawaban Siswa |        |       |        | Ketuntasan   |
|----|-------------------------|--------|-------|--------|--------------|
|    | Salah                   | %      | Benar | %      |              |
| 1  | 13                      | 59,09% | 9     | 40,91% | Tidak Tuntas |
| 2  | 12                      | 54,55% | 10    | 45,45% | Tidak Tuntas |
| 3  | 15                      | 68,18% | 7     | 31,82% | Tidak Tuntas |
| 4  | 14                      | 63,64% | 8     | 36,36% | Tidak Tuntas |
| 5  | 18                      | 81,82% | 4     | 18,18% | Tidak Tuntas |
| 6  | 13                      | 59,09% | 9     | 40,91% | Tidak Tuntas |
| 7  | 9                       | 40,91% | 13    | 59,09% | Tidak Tuntas |
| 8  | 19                      | 86,35% | 3     | 45,45% | Tidak Tuntas |
| 9  | 20                      | 90,91% | 2     | 9,09%  | Tidak Tuntas |
| 10 | 9                       | 40,91% | 13    | 59,09% | Tidak Tuntas |



**Gambar 2** Ringkasan Hasil Tes Awal Siswa

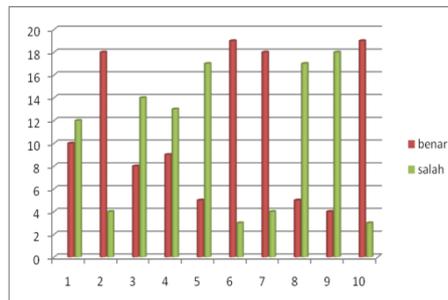
Pada siklus I guru melakukan tiga kegiatan pembelajaran yaitu: kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan penutup. Kegiatan pendahuluan yang dilakukan dengan meliputi kegiatan guru memberikan orientasi berupa penyampaian sekilas tentang materi system koordinat. Berikutnya guru mengawali materi pelajaran dengan menyajikan materi menggunakan computer dan LCD, dengan tujuan memberikan apersepsi dan motivasi kepada siswa. Dengan demikian siswa akan memahami dan tertarik untuk menggali informasi dari materi tersebut. Tindakan yang diberikan guru pada siklus I ini diawali dengan mengajak siswa untuk keluar kelas, kemudian secara bergantian bermain margalla. Saat bermain margalla ketika guru meniupkan peluit maka seluruh siswa yang bermain akan berhenti. Saat siswa berhenti siswa ditugaskan untuk berdiri menuju posisi titik terdekat dengan mereka, selanjutnya siswa dimintakan menyebutkan koordinat mereka berada. Sementara siswa yang lain menuliskan pada kertas yang telah disediakan.

Observasi difokuskan pada kegiatan belajar mengajar yang dilakukan peneliti, khususnya prosedur pengajaran yang menggunakan permainan tradisional batak toba margalla. Pada akhir pertemuan siklus I setelah semua materi dapat disampaikan maka dilakukan tes untuk mengetahui perkembangan prestasi belajar siswa. Tingkat ketuntasan belajar siswa pada siklus I dapat dilihat pada Tabel berikut :

**Tabel 2:** Ringkasan Hasil Belajar Siswa Pada Siklus I

| No | Frekuensi Jawaban Siswa |        |       |        | Ketuntasan   |
|----|-------------------------|--------|-------|--------|--------------|
|    | Salah                   | %      | Benar | %      |              |
| 1  | 12                      | 54,55% | 10    | 45,45% | Tidak Tuntas |
| 2  | 4                       | 18,18% | 18    | 81,82% | Tuntas       |
| 3  | 14                      | 63,64% | 8     | 36,36% | Tidak Tuntas |
| 4  | 13                      | 59,09% | 9     | 40,91% | Tidak Tuntas |
| 5  | 17                      | 77,27% | 5     | 22,73% | Tidak Tuntas |
| 6  | 3                       | 13,64% | 19    | 86,36% | Tuntas       |
| 7  | 4                       | 18,18% | 18    | 81,82% | Tuntas       |

|    |    |        |    |        |              |
|----|----|--------|----|--------|--------------|
| 8  | 17 | 77,27% | 5  | 22,73% | Tidak Tuntas |
| 9  | 18 | 81,82% | 4  | 18,18% | Tidak Tuntas |
| 10 | 3  | 13,64% | 19 | 86,36% | Tuntas       |



**Gambar 2** Ringkasan Hasil Belajar Siswa Pada Siklus I

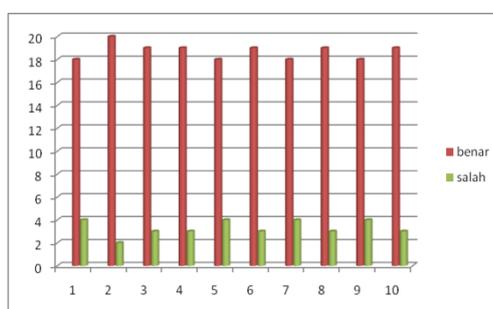
Tabel 2 diatas menunjukkan bahwa 10 soal yang diujikan kepada 22 siswa hanya 4 soal tergolong tuntas. Dengan rincian soal no 1 terdapat 12 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 54,55% dan 10 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 45,45%. Soal no 2 terdapat 4 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 18,18% dan 18 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 81,82%. Soal no 3 terdapat 14 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 63,64% dan 9 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 40,91%. Soal nomor 4 terdapat 13 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 59,09% dan 9 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 40,91%. Soal nomor 5 terdapat 17 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 77,27% dan 5 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 22,73%. Soal nomor 6 terdapat 3 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 13,64% dan 19 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 86,36%. Soal nomor 7 terdapat 4 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 18,18% dan 18 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 81,82%. Soal nomor 8 terdapat 17 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 77,27% dan 5 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 22,73%. Soal nomor 9 terdapat 18 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 81,82% dan 4 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 18,18%. Soal nomor 10 terdapat 3 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 13,64% dan 19 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 86,36%.

Tindakan yang diberikan guru pada siklus II ini diawali dengan kembali mengajak siswa untuk bermain permainan tradisional batak toba margalla. Cara permainan margalla pada siklus II ini sama dengan siklus I. perbedaan yang terlihat hanya pada waktu siswa berhenti bermain saat guru meniup peluit. Jika pada siklus I siswa hanya menyebutkan posisi koordinat dimana mereka berada dan mencatatnya, maka pada siklus ke II siswa diminta untuk membuat pencerminan dari titik koordinat dimana mereka berada. Selanjutnya dalam kelompok siswa diminta untuk membuat Gambar bangun datar bersama dengan teman teman sekelompoknya. Setelah waktu berakhir, guru menginstruksikan kepada siswa untuk memperhatikan keterangan guru. Selanjutnya guru melakukan evaluasi dan penguatan. Guru memberikan beberapa pertanyaan sebagai bahan tes tertulis kepada siswa untuk dijawab dan setelah selesai dikumpulkan kepada guru. Setelah itu guru menutup pelajaran dengan melakukan refleksi dan memberikan penguatan serta tindak lanjut kepada siswa.

Observasi pembelajaran dilaksanakan terhadap siswa pada saat proses pembelajaran berlangsung, keaktifan siswa dalam melakukan permainan margalla dan melakukan aktivitas yang dituntut saat permainan margalla dilakukan. Observasi difokuskan pada kegiatan belajar mengajar yang dilakukan peneliti, khususnya prosedur pengajaran yang menggunakan permainan margalla. Pada akhir pertemuan siklus II setelah semua materi dapat disampaikan maka dilakukan tes untuk mengetahui perkembangan prestasi belajar siswa.

**Tabel 3:** Ringkasan Hasil Belajar Siswa Pada Siklus II

| No | Frekuensi Jawaban Siswa |        |       |        | Ketuntasan |
|----|-------------------------|--------|-------|--------|------------|
|    | Salah                   | %      | Benar | %      |            |
| 1  | 4                       | 18,18% | 18    | 81,82% | Tuntas     |
| 2  | 2                       | 9,1%   | 20    | 90,90% | Tuntas     |
| 3  | 3                       | 13,64% | 19    | 86,36% | Tuntas     |
| 4  | 3                       | 13,64% | 19    | 86,36% | Tuntas     |
| 5  | 4                       | 18,18% | 18    | 81,82% | Tuntas     |
| 6  | 3                       | 13,64% | 19    | 86,36% | Tuntas     |
| 7  | 4                       | 18,18% | 18    | 81,82% | Tuntas     |
| 8  | 3                       | 13,64% | 19    | 86,36% | Tuntas     |
| 9  | 4                       | 18,18% | 18    | 81,82% | Tuntas     |
| 10 | 3                       | 13,64% | 19    | 86,36% | Tuntas     |



**Gambar 3** Ringkasan Hasil Belajar Siswa Pada Siklus II

Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa 10 soal yang diujikan kepada 22 siswa tergolong tuntas karena semua soal mencapai kriteria ketuntasan. Dengan rincian soal nomor 1 terdapat 4 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 18,18% dan 18 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 81,82%. Soal nomor 2 terdapat 2 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 9,1% dan 20 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 90,90%. Soal nomor 3 terdapat 3 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 13,64% dan 19 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 86,36%. Soal nomor 4 terdapat 3 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 13,64% dan 19 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 86,36%. Soal no 5 terdapat 4 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 18,18% dan 18 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 81,82%. Soal nomor 6 terdapat 3 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 13,64% dan 19 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 86,36%. Soal nomor 7 terdapat 4 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 18,18% dan 18 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 81,82%. Soal nomor 8 terdapat 3 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 13,64% dan 19 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 86,36%. Soal nomor 9 terdapat 4 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 18,18% dan 18 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 81,82%. Soal nomor 10 terdapat 3 siswa yang tidak dapat menjawab soal dengan nilai persentase 13,64% dan 19 siswa dapat menjawab pertanyaan dengan persentase nilai 86,36%. Dari 10 tes yang diberikan kepada siswa 10 soal yang dapat diselesaikan dengan baik.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang disajikan dapat ditarik kesimpulan bahwa: 1). Hasil penelitian dengan menggunakan permainan tradisional batak toba margalla terbukti dapat meningkatkan hasil belajar matematika pada materi system koordinat siswa kelas VI SD Negeri 101764 Bandar Klippa kabupaten Deliserdang. 2). Rata-rata nilai hasil belajar siswa pada saat dilakukannya pretes dengan ketuntasan klasikal 9,09% dengan rata-rata 35,45. Mengalami peningkatan dengan menggunakan permainan tradisional batak toba margalla, hasil belajar siswa dapat ditingkatkan yaitu

dapat dilihat dari hasil ketuntasan klasikal belajar siswa yang mencapai 59,09% dengan rata-rata 65,90 pada siklus I dan meningkat menjadi 100% dengan rata-rata 89,54 pada siklus II.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

<http://tradisinusantara.blogspot.com/2013/02/permainan-tradisional-margala-khas-toba.html>,  
<http://lifestyle.kompasiana.com/catatan/2013/07/08/margala-ketika-permainan-tradisional-semakin-tidak-diminati-575111.html>

Soejono, (2004) *Pembahasan Pembelajaran di SD* Jakarta: Universitas Terbuka

## **PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *QUANTUM TEACHING* DENGAN TEKNIK CATATAN TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA POKOK BAHASAN HIDROKARBON**

**Hafni Indriati Nasution\*; Rinna Ayu Afriani dan Saronom Silaban**

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Medan, Medan

\*Alamat korespondensi: hafniidriatinst@gmail.com

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh model pembelajaran *Quantum Teaching* dengan teknik catatan terhadap hasil belajar kimia siswa khususnya materi hidrokarbon. Jenis penelitian ini adalah quasi eksperimen dengan desain *two group Pre-test dan Pos-test*. Penelitian ini menggunakan dua kelas siswa semester genap pada SMA N-2 Perbaungan sebagai kelas sampel eksperimen dan kontrol. Kedua kelas sampel teracak secara *cluster random sampling* dari 3 kelas paralel populasi. Instrumen yang digunakan berupa tes pilihan berganda sebanyak 20 soal dan telah memenuhi standar validitas dan reliabilitas. Berdasarkan hasil uji hipotesis menggunakan uji beda (*uji-t*) diperoleh bahwa  $t_{hit}$  sebesar 3,37 lebih besar dari  $t_{tab}$  2,00 dan peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen (69,1%) lebih tinggi dari kelas kontrol sebesar 54,7%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *Quantum Teaching* pada pokok bahasan hidrokarbon berpengaruh positif dan signifikan terhadap hasil dan peningkatan hasil belajar kimia siswa.

**Kata kunci:** model pembelajaran *quantum teaching*, hasil belajar siswa, materi hidrokarbon

### **PENDAHULUAN**

Salah satu masalah dalam dunia pendidikan adalah lemahnya proses pembelajaran. Proses pembelajaran merupakan salah satu kunci untuk mencapai tujuan pendidikan. Pengalaman pendidikan yang sering dihadapi oleh guru kimia adalah bahwa kebanyakan siswa menganggap mata pelajaran kimia sulit, sehingga tidak jarang seorang siswa sudah terlebih dahulu merasa kurang mampu untuk mempelajarinya (Sakkashiri, 1991). Hal ini mungkin disebabkan oleh kegiatan pembelajaran yang masih bersifat *textbook oriented* sehingga terkesan kurang menarik dan membosankan bagi siswa. Keadaan ini akan merugikan terhadap keberhasilan siswa bila tidak segera dibenahi

Sebagai pendidik, idealnya seorang guru harus selalu waspada terhadap materi pelajaran, khususnya materi hidrokarbon yang sedang dan akan diajarkan kepada siswa. (Boyce *et al.*, 1997). Dengan demikian, selain menyampaikan materi pelajaran, kepadanya juga diberi beban untuk mengembangkan metode pelajaran agar memberikan hasil belajar yang optimum terhadap siswa (Silaban, 2013). Untuk mengembangkan penguasaan konsep kimia yang baik dibutuhkan komitmen siswa memilih belajar menjadi sesuatu yang “berarti”, yaitu dengan cara meningkatkan kemauan siswa mencari hubungan konseptual antara pengetahuan yang dimiliki dengan yang dipelajari di dalam kelas (Silaban & Simangunsong, 2015). Untuk mencapai tujuan ini maka diperlukan suatu tindakan konkrit yang efisien berdasarkan pengetahuan dan kemampuan yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran, yang dapat menyebabkan terjadinya pergeseran pembelajaran yang membosankan menjadi sangat menarik untuk dipelajari oleh siswa (Silaban, 2014).

Pembelajaran *Quantum Teaching*, memungkinkan anggapan pada pelajaran kimia sebagai pelajaran yang menantang dan sulit dapat berubah menjadi pelajaran yang menyenangkan (Setiawan, 2012). Beberapa penelitian untuk melihat pengaruh model pembelajaran *Quantum Teaching* terhadap hasil belajar siswa pada berbagai pokok bahasan kimia telah dilakukan (Setiawan, 2012; Amalana, 2013; Mariati, 2015). Penelitian tersebut melaporkan bahwa model pembelajaran *Quantum Teaching* berpengaruh positif dalam meningkatkan hasil belajar siswa (Amalana, 2013; Mariati, 2015).

### **METODE**

#### **Populasi dan Sampel**

Populasi adalah keseluruhan subjek penelitian. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMA Negeri 2 Perbaungan TA 2015/2016 yang terdiri dari 3 kelas paralel. Sedangkan sampel terpilih dua kelas, dimana kelas pertama sebagai kelas eksperimen yang dibelajarkan menggunakan model pembelajaran *Quantum Teaching* dengan teknik catatan dan kelas kedua sebagai kelas kontrol yang diberi pengajaran langsung. Untuk mendapatkan kelas sampel yang representatif, dilakukan dengan teknik *cluster random sampling*.

#### **Penyusunan instrumen tes dan materi pembelajaran**

Instrumen yang digunakan berupa tes pilihan berganda sebanyak 20 soal dengan *option* A, B, C, D dan E. Instrumen disusun berdasarkan materi hidrokarbon sesuai kurikulum yang berlaku. Selanjutnya instrumen tes divalidasi oleh validator ahli untuk meminimalkan kemungkinan instrumen yang

digunakan tidak valid. Instrumen hasil validasi oleh validator ahli, selanjutnya diujikan kepada siswa untuk menentukan bahwa butir soal tersebut valid dan reliabel. Dari 35 butir soal yang diujikan kepada siswa diperoleh 20 soal yang memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas. Pembelajaran menggunakan model *Quantum Teaching* didisain sesuai dengan materi hidrokarbon yang akan diajarkan dan ada dalam rencana pembelajaran.

### Pemberian pengajaran dan pengambilan data

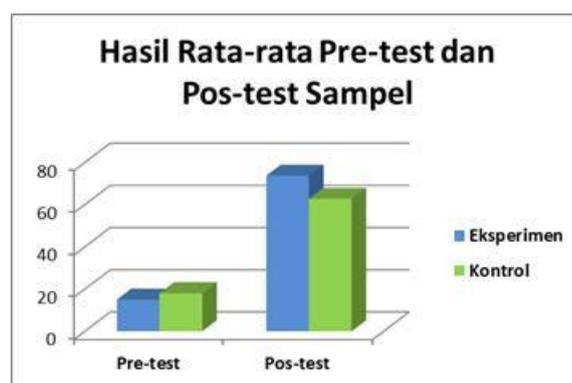
Sebelum perlakuan pengajaran, terhadap kelompok eksperimen terlebih dahulu dilakukan evaluasi pendahuluan (pre-test) untuk mengukur kemampuan awal siswa terhadap materi hidrokarbon yang akan diajarkan, kemudian dilanjutkan dengan pengajaran menggunakan pembelajaran dengan model *Quantum Teaching* dengan teknik catatan (tulis dan susun). Untuk memperoleh data pengaruh pembelajaran *Quantum Teaching* terhadap hasil belajar siswa, maka dilakukan evaluasi akhir (pos-test). Selanjutnya data hasil penelitian disajikan dalam bentuk Tabel sesuai dengan jenis data yang diperoleh dalam penelitian. Data penelitian yang diperoleh berupa hasil belajar siswa (skor), baik pre-tes maupun post-tes ditabulasi dan diolah secara statisti menggunakan *software excel* untuk penarikan kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Pretes dan Postes.** Sebelum kedua sampel diberikan perlakuan yang berbeda terlebih dahulu diberikan pretes yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan awal masing-masing siswa pada kedua kelas, serta untuk mengetahui kedua kelas tersebut terdistribusi normal dan homogen. Selanjutnya dilakukan pembelajaran yang berbeda yaitu kelas eksperimen perlakuan dengan model *Quantum Teaching* dengan Teknik Catatan: Tulis dan Susun dan kelas kontrol diberikan perlakuan dengan Pembelajaran konvensional. Pada akhir proses pembelajaran akan diberikan tes akhir untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa. Data pretes dan postes selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

**Tabel 1.** Rata-rata Pretes dan Postes Kedua Kelas Percobaan

| Kelas      | $\bar{X}$ | $\bar{X}$ | Peningkatan Hasil Belajar | $\bar{X}$ Gain (%) |
|------------|-----------|-----------|---------------------------|--------------------|
|            | pre-test  | post-test |                           |                    |
| Eksperimen | 15,00     | 73,71     | 58,71                     | 69,1               |
| Kontrol    | 18,07     | 62,74     | 44,68                     | 54,7               |



**Gambar 1.** Giagram Rata-rata Hasil Pretest dan Postest

**Peningkatan Hasil Belajar.** Peningkatan hasil belajar dapat menggunakan rumus g faktor. Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa rata-rata pre-test, post-test, dan peningkatan hasil belajar dan gain pada kelas yang diberi pengajaran dengan Model *Quantum Teaching* dengan Teknik Catatan (Eksperimen) dan kelas yang diberi Pembelajaran konvensional berbeda. Berdasarkan perhitungan rumus g faktor diperoleh rata-rata persentase peningkatan hasil belajar kelas eksperimen yang diberi pengajaran dengan Model *Quantum Teaching* dengan Teknik Catatan adalah sebesar 69.1% sedangkan rata-rata persentase peningkatan hasil belajar kelas kontrol yang diberi Pembelajaran Langsung adalah sebesar 54,7%. hal ini menunjukkan bahwa penerapan *Quantum Teaching* dengan Teknik Catatan

memberikan persentase peningkatan hasil belajar yang lebih tinggi dengan selisih persentase yaitu sebesar 14,4% (Gambar 2.).



**Gambar 2.** Giagram Peningkatan Hasil Belajar

**Uji Hipotesis.** Setelah diketahui bahwa sampel penelitian berdistribusi normal dan mempunyai varians yang seragam (Homogen), dengan demikian hipotesis dapat dilakukan dengan uji-t. Dari lampiran 21 diperoleh bahwa  $t$  hitung = 3,37. kemudian dibandingkan dengan harga  $t$  tabel pada  $db = 60$  dan taraf  $\alpha = 0.05$  adalah 2,00. Dengan kriteria pengujian adalah  $H_a$  diterima apabila harga  $t$  hitung  $> t_a$  dan yang berarti pula menolak  $H_o$ . Dari data diperoleh  $t$  hitung (3,37)  $> t$  tabel (2,00). dengan kata lain, ada pengaruh dalam penerapan model pembelajaran *Quantum Teaching* dengan teknik catatan: tulis dan susun terhadap hasil belajar kimia siswa kelas X SMA Negeri 2 Perbaungan pada pokok bahasan hidrokarbon.

Perbedaan keterampilan diperoleh antara kelas yang diberi pengajaran dengan model *Quantum Teaching* dengan teknik catatan: tulis dan susun (eksperimen) dengan kelas yang diberi Pengajaran Langsung (kontrol) ditinjau dari keterampilan kognitif yang dicapai terdapat perbedaan dalam hasil belajar di kelas yang diberi model *Quantum Teaching* dengan teknik catatan: tulis dan susun (eksperimen) sebesar  $58,71 \pm 17,01$  dan kelas yang diberi Pengajaran Langsung (kontrol) sebesar  $44,68 \pm 15,77$ .

Apabila ditinjau dari keterampilan efektif yang dicapai siswa di kelas yang diajar dengan model *Quantum Teaching* dengan teknik catatan: tulis dan susun lebih terarah dan tenang dalam mengikuti pelajaran. Tapi, pada kelas eksperimen ini waktu pelajaran sering mundur, hal ini diakibatkan karena waktu terpakai untuk apel pagi dan menertibkan siswa setelah apel pagi kedalam kelas. Pencahayaannya sangat bagus, namun cahaya yang masuk melalui jendela langsung mengarah ke papan tulis sehingga silau jika di lihat dari belakang. Sedangkan pada kelas yang diajar dengan Pengajaran Langsung, lebih ribut. Beberapa siswa pada kelas kontrol tidak memiliki motivasi untuk mengikuti pelajaran, karna sebagian dari mereka ada yang tidur di dalam kelas dan ada yang bermain *Handphone*. Hal ini dapat disebabkan beberapa faktor, salah satunya faktor fisik, seperti bergadang pada malam hari. Kondisi ruang kelas yang ditempati cukup sempit, dan pencahayaannya kurang, sehingga susah untuk menegur siswa yang tidur belakang. Beberapa faktor di atas dapat mengurangi keefektifan dalam belajar untuk kelas eksperimen maupun kelas kontrol.

Pada kelas yang diajar dengan model *Quantum Teaching* dengan teknik catatan: tulis dan susun, catatan yang mereka buat sangat tersusun dan semua siswa mencatat. Berbeda pada kelas dengan Pengajaran Langsung, tidak semua mencatat, karena tulisan di papan tulis kurang jelas di lihat bagi siswa yang duduk di belakang. Dan juga mereka malas mencatat materi yang telah di sampaikan. Namun pada kedua kelas, siswa lambat dalam mencatat sehingga setiap kali selesai menjelaskan beberapa materi, mereka meminta waktu untuk mencatat sebentar. Hal ini mengurangi keefisienan waktu.

Berdasarkan pengujian hipotesis diperoleh harga  $t$  hitung = 3,37 dan  $t_a$  pada taraf 5% dengan  $db = 60$  adalah 2,00, sehingga  $t$  hitung  $> t_a$ , ini berarti  $H_o$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Ini menunjukkan bahwa ada pengaruh dalam penerapan model pembelajaran *Quantum Teaching* dengan teknik catatan: tulis dan susun terhadap hasil belajar kimia siswa kelas X SMA Negeri 2 Perbaungan pada pokok bahasan hidrokarbon.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa: (1) Ada pengaruh dalam penerapan model pembelajaran *Quantum Teaching* dengan teknik catatan terhadap hasil belajar kimia siswa kelas X SMA Negeri 2 Perbaungan pada pokok bahasan hidrokarbon; dan (2) Rataan peningkatan hasil belajar kimia siswa yang

diberi pengajaran dengan Model *Quantum Teaching* dengan teknik catatan adalah 58,71 dan Rataan peningkatan hasil belajar kimia siswa yang diberi Pengajaran Langsung adalah 44,68.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amalana, H. 2013. Pengaruh Model Pembelajaran *Quantum Teaching* Berbantuan Modul QT-Bilingual, *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 7:1145-1157.
- Mariati, (2015), Penerapan Pembelajaran Quantum Teaching Terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa SMA Panca Bakti Pontianak, *Jurnal Pendidikan*, -:1-8
- Setiawan, R. 2012. Pendekatan Quantum Teaching pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan, *Jurnal Pendidikan Kimia*, 1:46-49.
- Sakkashiri, B.Z. 1991. Chemical Demonstration. A hand book for teacher of chemistry, The University of Winconsin Press.
- Boyce, L.N., Van Tassel Baska, J., Burruss, J.D., Sher, B.T & Johnson, D.T. 1997. Aproblem-based curriculum: Parallel learning opportunities for students and teachers, *Journal of the Education of the Gifted*, 20: 363-379.
- Silaban, S. 2013. Efektivitas media petakonsept dalam pengajaran biokimia dasar terhadap peningkatan prestasi belajar mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 5(2).
- Silaban, S. 2014. Efektifitas media petakonsept dalam pembelajaran kimia. Proceeding Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi Informasi. Samosir, 10-11 Oktober: 361-365.
- Silaban, S., & Simangunsong, N.S.D. 2015. Pengaruh Model Pembelajaran Contextual Teaching And Learning (CTL) Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Pokok Bahasan Sistem Koloid. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 7(1):1-7.

## **PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *THINK TALK WRITE* UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN MENULIS KARANGAN NARASI DI KELAS V SD**

**Karmila Novitasari Siahaan dan Naeklan Simbolon\***

Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Medan, Medan

\*Email: Naeklan.simbolon@yahoo.com

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan menulis karangan narasi pada dengan menggunakan model pembelajaran *Think Talk Write* di Kelas V SD . Subjek dalam penelitian ini adalah siswa/i kelas V SD yang berjumlah 30 orang siswa. Teknik Pengumpulan data tes dan observasi. Tes yang diberikan berbentuk essay yang dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada pre test, pos test Siklus I dan Siklus II. Secara individual siswa dikatakan tuntas jika telah memenuhi standar nilai KKM yang telah ditentukan sekolah untuk mata pelajaran Bahasa Indonesia yaitu  $\geq 70$  dan secara klasikal di katakan tuntas jika  $\geq 80\%$  siswa yang tuntas belajar. Berdasarkan hasil pre test yang diberikan kepada 30 orang siswa, diperoleh tingkat ketuntasan klasikal sebanyak 4 orang siswa yang mendapat nilai terampil dengan persentase (13,33%) dan 26 orang siswa yang mendapat nilai tidak terampil dengan persentase (86,67%) dengan nilai rata-rata 49,86. Setelah dilaksanakan Siklus I siswa diberi post test Siklus I. Dari hasil post test Siklus I yang diberikan kepada 30 orang siswa diperoleh tingkat ketuntasan klasikal sebanyak 18 orang siswa yang mendapat nilai terampil dengan persentase (60%) dan 12 orang siswa yang mendapat nilai tidak terampil dengan persentase (40%) dengan nilai rata-rata 68,2. Berdasarkan hasil post test Siklus II yang diberikan kepada 30 orang siswa diperoleh tingkat ketuntasan klasikal sebanyak 27 orang siswa yang mendapat nilai terampil dengan persentase (90%) dan sebanyak 3 orang siswa yang mendapat nilai tidak terampil dengan persentase (10%) yang mencapai tingkat ketuntasan belajar dengan nilai rata-rata (83,86). Peningkatan hasil belajar dari keadaan awal (pre test) ke Siklus I sebesar 46,67% dan dari Siklus I ke Siklus II sebesar 30%. Berdasarkan perolehan data di atas, maka dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan model pembelajaran *Think Talk Write* dapat meningkatkan keterampilan menulis karangan narasi siswa di kelas V SD .

**Kata kunci:** *Think Talk Write, Bahasa Indonesia, Karangan Narasi, Keterampilan Menulis*

### **PENDAHULUAN**

Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya (UU No.23 Tahun 2003). Pendidikan di SD bertujuan untuk memberikan bekal kemampuan dasar, pengetahuan dan keterampilan dasar pada peserta didik yang memiliki manfaat sesuai dengan tingkat perkembangannya serta mempersiapkan mereka untuk mengikuti pendidikan di sekolah yang lebih tinggi tingkatannya. Bahasa sangat memegang peranan penting bagi kehidupan manusia dalam mengungkapkan pikiran termasuk bagi anak usia SD. Keterampilan berbahasa dapat dikelompokkan ke dalam empat bagian yaitu: keterampilan menyimak, keterampilan berbicara, keterampilan membaca dan keterampilan menulis. Dari ke empat keterampilan tersebut, yang menjadi fokus utama dalam pengajaran Bahasa Indonesia di SD lebih menekankan kepada keterampilan menulis karena menulis merupakan keterampilan yang sulit dan kompleks. Dikatakan demikian karena tampak siswa di SD banyak yang kurang terampil menulis dengan baik.

Keterampilan menulis merupakan salah satu jenis keterampilan berbahasa yang harus dikuasai siswa dalam mata pelajaran Bahasa Indonesia terutama dalam pembelajaran menulis karangan. Keterampilan menulis karangan diajarkan dengan tujuan agar siswa memiliki kemampuan dalam mengungkapkan ide atau gagasan, pikiran, pengalaman, dan pendapatnya dengan benar. Ada beberapa persoalan yang harus diperhatikan dalam menulis karangan yakni pengarang harus mempunyai objek yang ingin dibicarakan atau yang akan ditulis; apabila sudah menemukan objek itu selanjutnya yang harus dilakukan memikirkan dan merenungkan gagasan atau idenya secara jelas.

Nida dan Harris dalam Tarigan (2008: 01) menyatakan bahwa keterampilan berbahasa mempunyai empat komponen, yaitu keterampilan menyimak, keterampilan berbicara, keterampilan membaca dan keterampilan menulis. Menulis merupakan suatu keterampilan berbahasa yang dipergunakan seseorang untuk berkomunikasi secara tidak langsung, tidak secara tatap muka dengan orang lain. selanjutnya Poteet seperti dikutip oleh Hargrove dan Poteet dalam Mulyono (2012 : 179) juga berpendapat, Menulis merupakan penggambaran visual tentang pikiran, perasaan dan ide dengan menggunakan simbol – simbol sistem bahasa penulisnya untuk keperluan komunikasi atau mencatat. Pada prinsipnya fungsi utama dari sebuah tulisan adalah sebagai alat komunikasi yang tidak langsung. Menulis sangat penting bagi pendidikan karena memudahkan para pelajar untuk berpikir. Juga dapat menolong kita berpikir kritis. Juga dapat memudahkan kita merasakan dan menikmati hubungan-hubungan, memperdalam

daya tanggap atau persepsi kita, memecahkan masalah-masalah yang kita hadapi, menyusun urutan bagi pengalaman.

Menurut Dalman (2014 : 6), menulis memiliki banyak manfaat yang dapat dipetik dalam kehidupan ini, diantaranya adalah (a) peningkatan kecerdasan; (b) pengembangan daya inisiatif dan kreativitas; (c) penumbuhan keberanian; (d) pendorongan kemauan dan kemampuan mengumpulkan informasi, Menurut Dalman (2014 : 105), “Karangan narasi adalah suatu bentuk tulisan yang berusaha menciptakan, mengisahkan, dan merangkaikan tindak tanduk perbuatan manusia dalam sebuah peristiwa secara kronologis atau berlangsung dalam suatu kesatuan waktu (baca Finoza, 2008 : 202).TTW merupakan singkatan dari Think Talk Write yang berarti Berpikir, Berbicara dan Menuliskan. Menurut Miftahul Huda (2014 : 218) :

Think Talk Write adalah strategi yang memfasilitasi latihan berbahasa secara lisan dan menulis bahasa tersebut dengan lancar. Strategi Think Talk Write mendorong siswa untuk berpikir, berbicara dan kemudian menuliskan suatu topik tertentu. Adapun manfaat dari model pembelajaran Think Talk Write ini adalah sebagai berikut: a) Model pembelajaran berbasis komunikasi dengan strategi Think Talk Write dapat membantu siswa dalam mengkonstruksi pengetahuannya sendiri sehingga pemahaman konsep siswa menjadi lebih baik. b) Model pembelajaran berbasis komunikasi dengan strategi Think Talk Write dapat melatih siswa untuk menuliskan hasil diskusinya ke bentuk tulisan secara sistematis sehingga siswa akan lebih memahami materi dan membantu siswa untuk mengkomunikasikan ide-idenya dalam bentuk tulisan.

Menurut Aris Shoimin (2014 : 215) berikut ini adalah kelebihan dan kelemahan model pembelajaran *Think Talk Write*: Kelebihan Model Pembelajaran *Think Talk Write*, a) Mengembangkan pemecahan yang bermakna dalam memahami materi ajar; b) dengan memberikan soal open ended dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa; c) dengan berinteraksi dan berdiskusi dengan kelompok akan melibatkan siswa secara aktif dalam belajar; d) membiasakan siswa berpikir dan berkomunikasi dengan teman, guru, bahkan dengan diri mereka sendiri. Selain kelebihan *Think Talk Write* sebagai berikut: a) kecuali kalau soal open ended tersebut dapat memotivasi, siswa dimungkinkan sibuk; b) ketika siswa bekerja dalam kelompok itu mudah kehilangan kemampuan dan kepercayaan karena didominasi oleh siswa yang mampu; c) guru harus benar-benar menyiapkan semua media dengan matang agar dalam menerapkan strategi *Think Talk Write* tidak mengalami kesulitan

Mata pelajaran Bahasa Indonesia merupakan salah satu dari beberapa macam mata pelajaran yang terdapat dalam kurikulum pendidikan di Indonesia. Mata pelajaran Bahasa Indonesia dalam kurikulum bertujuan untuk mengembangkan sikap dan berperilaku positif dalam berbahasa. Bahasa Indonesia di sekolah digunakan sebagai bahasa pengantar sejak sekolah dasar sampai Perguruan Tinggi Bahasa dan Sastra Indonesia. Bahasa dan Sastra Indonesia adalah pembelajaran Bahasa Indonesia yang ditekankan pada pengembangan salah satu kompetensi dasar dan keempat keterampilan berbahasa yang ada yaitu menyimak, berbicara, membaca dan menulis.

## **METODE**

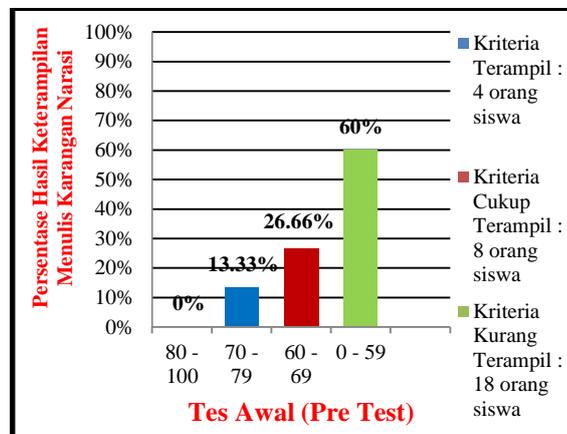
Jenis penelitian yang akan dilaksanakan adalah Penelitian Tindakan Kelas . Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kualitatif, yang berguna untuk memperbaiki proses pembelajaran dan meningkatkan keterampilan siswa dalam menulis karangan narasi pada mata pelajaran Bahasa Indonesia dengan menggunakan model pembelajaran Think Talk Write. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas V SD Negeri No.105291 Saentis, yang berjumlah 30 orang yang terdiri dari 13 orang siswa laki-laki dan 17 orang siswa perempuan. Objek dalam penelitian ini adalah tindakan sebagai upaya untuk meningkatkan keterampilan siswa dalam menulis karangan narasi pada mata pelajaran Bahasa Indonesia melalui model pembelajaran *Think Talk Write*.

Prosedur penelitian dilakukan di dalam kelas meliputi kegiatan penelitian tindakan kelas berupa tes dan observasi untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada di kelas V SD Negeri Saentis khususnya dalam mata pelajaran Bahasa Indonesia. Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah tes. Tes adalah salah satu evaluasi yang dilakukan untuk mengukur kemampuan siswa dan melihat tingkat keberhasilan dari suatu materi ajar yang akan disampaikan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sebelum menerapkan model pembelajaran *Think Talk Write*, terlebih dahulu siswa diberikan pre test yakni meminta siswa untuk menuliskan sebuah karangan narasi dilakukan supaya peneliti dapat mengetahui sejauh mana keterampilan yang dimiliki oleh setiap siswa dalam menuliskan pengalamannya dalam bentuk karangan narasi, serta untuk mengetahui kesalahan – kesalahan dalam penulisan kalimat dan tanda baca khususnya pada mata pelajaran Bahasa Indonesia.

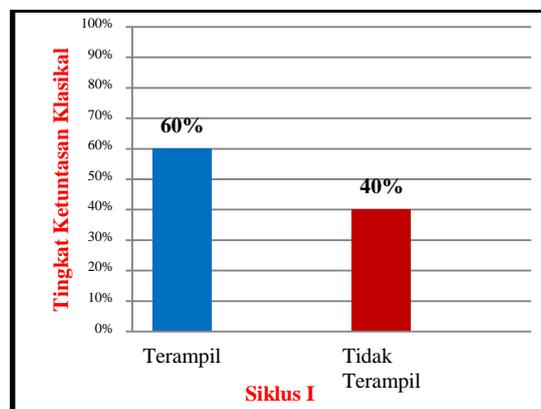
Berdasarkan data yang diperoleh dapat dilihat bahwa nilai keterampilan menulis karangan narasi siswa pada pre test masih tergolong rendah, dengan nilai rata-rata kelas 49,86%. Dari 30 orang siswa terdapat 13,33% atau 4 orang siswa yang sudah terampil dan 86,67% atau 26 orang siswa yang tidak terampil. Berarti secara klasikal angka ketuntasan hasil belajar siswa pada keterampilan menulis karangan narasi belum tuntas dan tergolong rendah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar dibawah ini:



**Gambar 1** Persentase Tingkat Keterampilan Menulis Karangan Narasi Siswa pada Pre Test

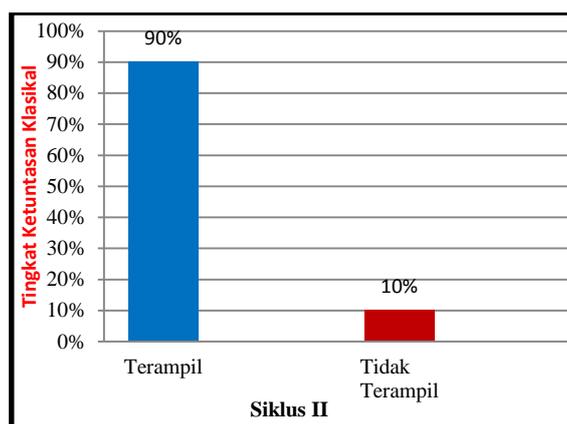
Dari Gambar di atas maka jelas terlihat persentase tingkat keterampilan menulis karangan narasi siswa pada mata pelajaran Bahasa Indonesia. Dari 30 orang siswa diperoleh data bahwa 5 siswa (16,67%) tingkat keterampilan menulisnya tergolong pada kriteria sangat terampil, 13 orang siswa (43,33%) keterampilan menulisnya tergolong pada kriteria terampil, 7 orang siswa (23,33%) keterampilan menulisnya tergolong pada kriteria cukup terampil, 5 orang siswa (16,67%) keterampilan menulisnya tergolong pada kriteria kurang terampil.

Pada siklus I perbandingan jumlah siswa yang terampil dengan yang tidak terampil pada siklus I (post test) menulis karangan narasi dapat dilihat pada Gambar berikut ini:



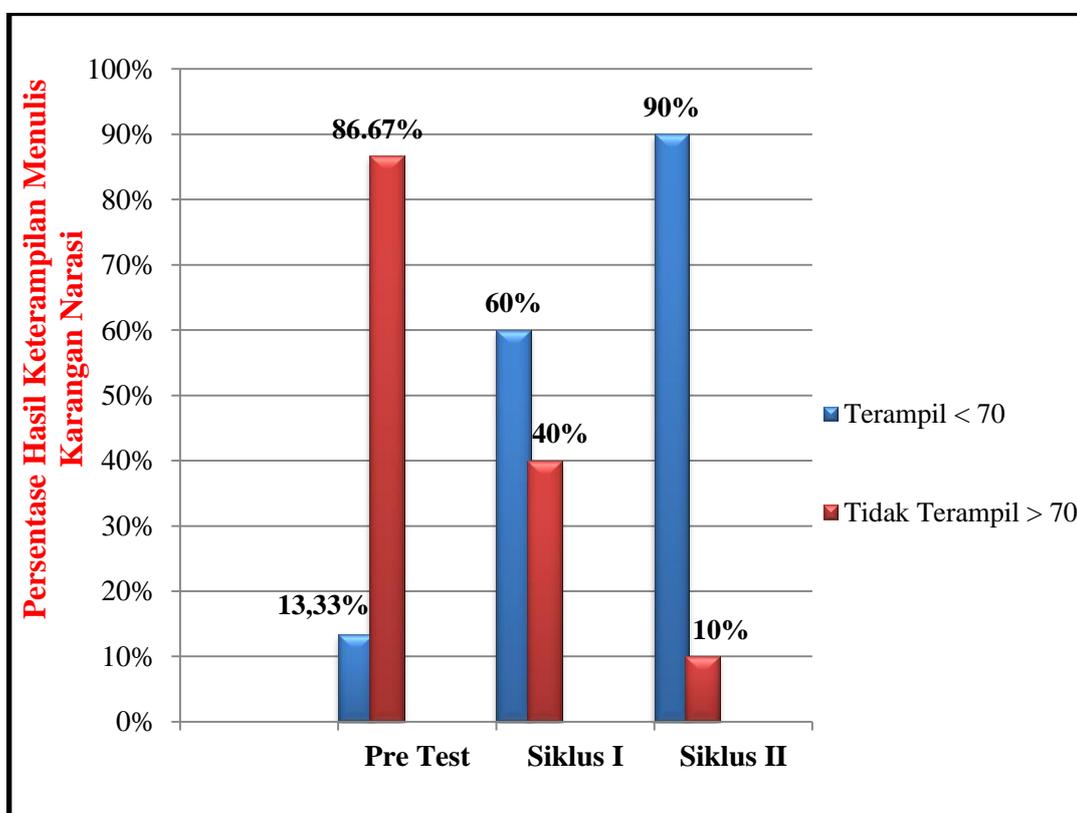
**Gambar 2.** Persentase Ketuntasan Keterampilan Menulis Karangan Narasi Siswa Secara Klasikal Pada Siklus I (Post Test )

Berdasarkan data pada siklus II diperoleh persentase tingkat keterampilan menulis karangan narasi siswa pada mata pelajaran Bahasa Indonesia. Dari 30 orang siswa diperoleh data bahwa 19 siswa (63,33%) tingkat keterampilan menulisnya tergolong pada kriteria sangat terampil, 8 orang siswa (26,67%) keterampilan menulisnya tergolong pada kriteria terampil, 3 orang siswa (10%) keterampilan menulisnya tergolong pada kriteria cukup terampil, 0 orang siswa (0%) keterampilan menulisnya tergolong pada kriteria kurang terampil. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar berikut:



**Gambar 3.** Persentase Ketuntasan Keterampilan Menulis Karangan Narasi Siswa Secara Klasikal Pada Siklus II (Post Test)

Berikut disajikan Rekapitulasi Persentase Tingkat Ketuntasan Keterampilan Menulis Karangan Narasi Siswa Secara Klasikal pada Pre Test, Post Test Siklus I dan Siklus II



**Gambar 4** Rekapitulasi Persentase Tingkat Ketuntasan Keterampilan Menulis Karangan Narasi Siswa Secara Klasikal pada Pre Test, Post Test Siklus I dan Siklus II

Berdasarkan Gambar 4. di atas dapat disimpulkan bahwa persentase keterampilan menulis karangan narasi siswa dari 30 siswa pada pre test mengalami ketuntasan belajar 13,33% yang terampil dan tidak terampil 86,67%, pada Siklus I siswa mengalami ketuntasan belajar 60% yang terampil dan tidak terampil 40%, sedangkan pada Siklus II siswa mengalami ketuntasan belajar 90% yang terampil dan tidak terampil 10%.

Berdasarkan hasil penelitian, sebelum melakukan tindakan siswa terlebih dahulu diberikan pre test untuk mengetahui sejauh mana tingkat keterampilan siswa dalam menulis karangan narasi. Nilai rata – rata kelas yang di peroleh siswa pada pre test sebesar 49,86 dengan tingkat ketuntasan belajar siswa secara klasikal sebanyak 4 orang siswa yang terampil (13,33%) dan siswa yang tidak tuntas sebanyak 26 orang siswa (86,67%). Dimana dari 30 orang siswa tidak ada siswa yang mendapat nilai sangat terampil (0%), 4 orang siswa yang mendapat nilai terampil (13,33%), 8 orang siswa yang mendapat nilai cukup

terampil (26,66%) dan 18 orang siswa yang mendapat nilai kurang terampil (60%). Nilai keterampilan menulis karangan narasi yang diperoleh siswa pada saat dilakukan pre test masih tergolong dalam kategori rendah.

Selanjutnya dilakukan tindakan siklus I dengan menggunakan model pembelajaran *Think Talk Write* dan diperoleh nilai rata – rata kelas sebesar 68,2 dengan tingkat ketuntasan belajar siswa secara klasikal sebanyak 18 orang siswa yang terampil (60%) dan siswa yang tidak terampil sebanyak 12 orang siswa (40%). Dimana dari 30 orang siswa ada 5 orang siswa yang mendapat nilai sangat terampil (16,67%), 13 orang siswa yang mendapat nilai terampil (43,33%), 7 orang siswa yang mendapat nilai cukup terampil (23,33%) dan 5 orang siswa yang mendapat nilai kurang terampil (16,67%). Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan ketuntasan belajar siswa yang dapat dilihat dari nilai pre test dengan nilai post tes siklus I yaitu nilai rata-rata siswa meningkat sebesar 19,88 dan peningkatan ketuntasan belajar siswa secara klasikal sebesar 43,33%. Namun peningkatan ini belum mencapai nilai standar yang ditetapkan, sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan dan pengembangan pada siklus II.

Kemudian dilanjutkan tindakan perbaikan pada siklus II dengan diperoleh nilai rata – rata kelas sebesar 83,86 dengan tingkat ketuntasan belajar siswa secara klasikal sebanyak 27 orang siswa yang terampil (90%) dan siswa yang tidak terampil sebanyak 3 orang siswa (10%). Dimana dari 30 orang siswa ada 19 orang siswa yang mendapat nilai sangat terampil (63,33%), 8 orang siswa yang mendapat nilai terampil (26,66%), 3 orang siswa yang mendapat nilai cukup terampil (10%) dan tidak ada siswa yang mendapat nilai kurang terampil (0). Hal ini berarti menunjukkan peningkatan keberhasilan yang dapat dilihat dari nilai post tes I dengan nilai post tes II yaitu dengan nilai rata – rata siswa meningkat sebesar 15,66 dan peningkatan keberhasilan belajar siswa secara klasikal sebesar 30%. Maka dari itu peningkatan ini sudah mencapai standar yang telah ditetapkan dengan nilai siswa secara individual yang memenuhi kriteria ketuntasan belajar perorangan berdasarkan KKM yaitu nilai  $\geq 70$  dan ketuntasan hasil belajar siswa secara klasikal yang telah ditentukan sebesar  $\geq 80$  % siswa tuntas.

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan keterampilan menulis karangan narasi siswa baik secara individu maupun klasikal pada siklus II setelah dilakukan tindakan dengan menggunakan model pembelajaran *Think Talk Write* pada pelajaran Bahasa Indonesia di kelas V SD sehingga tidak perlu dilakukan siklus berikutnya. Walaupun masih ada 3 orang siswa yang belum terampil dalam menulis karangan narasi, hal ini dapat terjadi karena hasil belajar siswa tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan guru dalam membelajarkan siswa semata akan tetapi hasil belajar juga dipengaruhi oleh faktor intern dan ekstern siswa. Faktor – faktor yang dimaksud dapat berupa motivasi dari dalam diri siswa atau dari keluarga yang kurang memotivasi siswa dalam belajar, berkaitan dengan kemampuan siswa dalam menerima pengetahuan yang disampaikan guru.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dikemukakan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada saat pelaksanaan *pre test* dari 30 siswa diperoleh tingkat ketuntasan klasikal sebanyak 4 orang siswa yang mendapat nilai terampil dengan persentase (13,33%) dan 26 orang siswa yang mendapat nilai tidak terampil dengan persentase (86,67%) dengan nilai rata-rata 49,86.
2. Pada Siklus I terdapat sebanyak 18 orang siswa yang mendapat nilai terampil dengan persentase (60%) dan sebanyak 12 orang siswa yang mendapat nilai tidak terampil dengan persentase (40%) dengan nilai rata-rata 68,2. Setelah dilaksanakan siklus I dengan menerapkan model pembelajaran *Think Talk Write*.
3. Pada pelaksanaan siklus II diperoleh tingkat ketuntasan klasikal sebanyak 27 orang siswa yang mendapat nilai terampil dengan persentase (90%) dan sebanyak 3 orang siswa yang mendapat nilai tidak terampil dengan persentase (10%) yang mencapai tingkat ketuntasan belajar dengan nilai rata-rata (83,86).

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Mulyono. 2012. *Anak Berkesulitan Belajar*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Akhadiyah, Sabarti dkk. 2012. *Pembinaan Kemampuan Menulis Bahasa Indonesia*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Aqib, Zainal. 2009. *Penelitian Tindakan Kelas (PTK) untuk Guru SD, SLB, TK*. Bandung : Yrama Widya.
- Dalman, H. 2014. *Keterampilan Menulis*. Jakarta : Rajawali Pers.
- Dewi, Rosmala. 2010. *Penelitian Tindakan Kelas*. Medan : Pasca Sarjana Unimed.

- Huda, Miftahul. 2014. *Model – Model Pengajaran dan Pembelajaran*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Kosasih, E. 2011. *Ketatabahasa dan Kesusastraan Bahasa Indonesia*. Bandung : Yrama Widya.

- Sasrini, Mita. 2015. *Penerapan Model Pembelajaran Think Talk Write untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Siswa pada Mata Pelajaran IPA Kelas V SD Negeri No.8 Banyuning*. <http://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPGSD/article/viewFile/5629/4102>
- Shoimin, Aris. 2014. *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta : Ar-Ruzz Media.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Tantawi, Isma. 2014. *Terampil Berbahasa Indonesia*. Bandung : Citapustaka Media Perintis.
- Tarigan. 2008. *Menulis Sebagai Suatu Keterampilan Berbahasa*. Bandung : Angkasa.
- Widianti, Purno. 2015. *Penerapan Model Think Talk write dengan Media Grafis dalam Peningkatan Keterampilan Menulis Karangan di Siswa Kelas IV SD Negeri 5 Bumirejo Tahun Pelajaran 2014/2015*. <http://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/pgsdkebumen/article/download/5955/4144>
- Yunus, Syarifudin. 2015. *Kompetensi Menulis Kreatif*. Bogor : Ghalia Indonesia.  
<http://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Formatif/article/viewFile/167/160>  
<http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/JKTO/article/viewFile/4084/3033>

## THE EFFECTIVENESS OF MIND MAPPING METHOD IN TEACHING WRITING RESEARCH PROPOSAL

Kammer Tuahman Sipayung

Universitas HKBP Nommensen, Medan  
Alamat Korespondensi: ksipayung@yahoo.com

**Abstract.** *Writing and speaking are productive skill in mastering language, while writing is the most difficult than the other skill. In order to get a degree from university, students must write a scientific reseach. The goal of this reserach is to figure out the effectiveness of mind mapping in teaching and learning writing process. The writer used quantitative experimental research design in order to conduct this research. The population of this research was whole of students at the sixth semester (group A,B,C and D) while the sample was group A and B. Group A as the experimental while group B as the control group. Both of groups were treated with diffrent treatment. Group A was treated with mind mapping method while group B with conventional way. The writer compared the value with the formula of t-test. The result of this research showed that mind mapping method significant affect on students writing research proposal. It can be seen that t-test is lower than t-table, based on the 5% significant level. Main Mapping method can be used as an alternative teaching on scientific writing.*

**Key words:** *Effectiveness, Mind Mapping, Reseach Proposal*

### INTRODUCTION

All level of university in world must write research proposal before doing a research as an academic writing and it will be report in thesis or dissertation as final project. According to Marhaeni (2010) state that writing is often considered as the most difficult language skill to be learnt since it is complexity makes it becomes difficult. The main activities of students at collage is written assignment such as assign exam, essay, research paper and etc. Several steps involve in writing any kind of genre or paper are prewriting, organizing, writing, revising, and proof reading. Taylor (2009) described that writing a research paper is a process acquiring and organizing information on particular topic. It involves choosing the topic, locating useful sources of information, literature sources, taking notes and organizing information. Based on academic writing description or curriculum at Nommensen University that students at English department at sixth are provide with competencies on research article and research proposal. The library research article includes both survey and argumentative ones and the research proposal include quantitative and qualitative and classroom action research.

To achieve the goal above which is described in academic writing's curriculum which already well arranged in syllabus and lesson plan (SAP). Curriculum as a plan, it can be seen from the lecturer preparation on material (Research background) before teaching process. Curriculum as a process, it can be seen that the writer applied the plan before teaching process. Curriculum as production, it means that the students are able to write a research background. There are four major points of research background namely reason of choosing topic, the hope and fact (gaps), the other related theories and the relevant information. Based on the writer observation when taught the academic writing, many of students are difficult to write a research proposal. In chapter one consist of research background, problem, objective, significant and hypothesis. In research background, most of students are difficult to write the reason of choosing topic. Some of their research background less of hope and fact in order to show the gap. Another students are difficult to quote related theories and another of students are difficult to relate with relevant researchers' finding. Ninety seven percent are difficult to formulate the research problem, research objective, research significant theoretically and practically. In addition to that, the students have a problem with the related review. The students confuse what have to write in related review or in chapter two. In chapter three (research method), The writers confuse to read students' research method such as the procedure of analyzing data, the research instrument and etc. In addition to that, most of students use incorrect of sub-language skill such as structure, vocabulary and punctuation.

Based on the students' difficulties (problems) above the writer would like to promote a solution to overcome the problems by using mind mapping method to improve writing research proposal ability on students sixth semester at English department of Nommensen university. According to (Buzan 2010) state that Mind mapping is one of teaching method which can help the students to associate the ideas, think creatively and make connection that might not otherwise make. It means that students are to associate and think creatively in order to formulate the research background. In addition to that, According to shamma al naqbi (2008: 93) mind mapping method can help the students to answer writing task more effectively in their coursework. It means that, research proposal as students work can be done by using mind mapping method. Graphs, charts, flow chart, diagrams or any kind of mapping tools can facilitate students for organizing the concept for academic writing (Imran Mahmud 2011 : 23) Based on the experts' statement above, the writers conclude that mind mapping can help the students to solve the problem in writing research proposal.

Brickman in Madu (2012: 247) gave some rules for making mind-map. The rules are, (1) Use a large sheet of paper, place the topic of the map at the centre (2) From the topic draw a main branch for each of the main ideas linked to the topic (3) Write keywords relating to the main ideas directly as the lines (4) Starting from the main branches draw further lines (sub branches) for secondary ideas (sub topics) and so on (5) The order follows the principle-from the abstract to the concrete, from the general to the specific (6) Use colors when drawing a mind map (7) Add sketches, symbols such as little arrows, geometric figures, exclamation marks or question marks, as well as self defined symbols. Topic as a keywords are most importance to extract and arrange in implementing mind mapping method.

## METHOD

This research is an experimental design. To conduct the research, the writer gave different treatment for both of group while before treatment both have pre-test to measure the ability in writing research proposal. Then, group (A) treated with mind mapping in the class activities and group (B) was treated with traditional method in teaching and learning process. Finally, to know the affect of mind mapping, the writer calculated the post-test and comapre it between t-table and t-test.

**Table 1** Research Design

| Group                  | Pre-Test | Treatment           | Post-Test |
|------------------------|----------|---------------------|-----------|
| Experimental (Group A) | √        | Mind Mapping Method | √         |
| Control (Group B)      | √        | Conventional Method | √         |

## Population and Sample

Arikunto (2010: 130) states that population is overall subject research. In this research, the population are students at sixth semester which is consist of eighty students or two groups namely group A and B. Kothari (2004: 55) states that a sample design is a definite plan for obtaining a sample from a given population. The writer used purposive sampling technique to get the sample. Arikunto (2005: 136) states that the sample should be 10 % - 100% from the population. Based on statement above, the writer took all the population as a sample of research or 100% of population become sample in this research.

## The Instrument of Research

The data of this research was collected by using research proposal written test. In collecting the data, the writer did the post-test to both of groups. To know the students ability in writing research proposal there are some components which are evaluated in writing research proposal namely : research background, research objectives, theoretical framework, population and sample, data collection, method of data analysis, Organization, vocabulary, language use, mechanics.

**Table 2.** Scoring Rubric

| No | Criteria                                                                                                                                                                                                                                           | Bobot | Score | Value | Note |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|------|
| 1  | Research background <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concept of Reasoning for choosing the topic</li> <li>- Hope and Fact (Gap)</li> <li>- Related current theories</li> <li>- Relevant researchers' finding</li> </ul>                    | 4     | 5     | 20    |      |
| 2  | Research objectives <ul style="list-style-type: none"> <li>- Research objectives are based on research problems</li> <li>- Hypothesis formulation should be relevant with research objectives</li> </ul>                                           | 2     | 5     | 10    |      |
| 3  | Theoretical framework <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variables should be arranged in a frame which is shown the relevance of each variables</li> <li>- Each variables should be involve with operational definitions.</li> </ul>         | 2     | 5     | 10    |      |
| 4  | Population and Sample <ul style="list-style-type: none"> <li>- there is a clear scope and population features</li> <li>- the explanation of population amount</li> <li>- sampling technique</li> <li>- the explanation of sample amount</li> </ul> | 4     | 5     | 20    |      |

|              |                                                                                                                                                                |           |           |            |  |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|--|
| 5            | Data collection<br>- the appropriateness between variable and indicator that will be measured with method<br>- explain the instrument used to collect the data | 2         | 5         | 10         |  |
| 6            | Method of data Analysis<br>- The explanation of preface and hypothesis analysis.<br>- To explain the steps in analyzing data.                                  | 2         | 5         | 10         |  |
| 7            | Organization<br>- Fluent expression, ideas is clearly stated, sentences are categorized, logical sequence, cohesive.                                           | 1         | 5         | 5          |  |
| 8            | Vocabulary<br>- students with sophisticated range of word from, imitative appropriate register.                                                                | 1         | 5         | 5          |  |
| 9            | Language use<br>- effective, construction few errors of agreement, tenses, numbers, word order, articles, pronoun and preposition.                             | 1         | 5         | 5          |  |
| 10           | Mechanics<br>- demonstrated mastery of punctuation few errors in capitalization and paragraphing.                                                              | 1         | 5         | 5          |  |
| <b>Total</b> |                                                                                                                                                                | <b>20</b> | <b>50</b> | <b>100</b> |  |

Explanation : Score: 1,2,3,4,5 (1: too bad; 2 : bad; 3: Enough; 4: good; 5: Excellent Value = score x bobot

**Validity and Reliability of Test**

**Validity**

Ary (2004: 19) defines that validity is always specific to the particular situation and to the particular of purpose for which it being used. It describes that the test is well. A test can be valid in one situation and it can be invalid in different situation.

**Reliability**

Reliability also determined how well the test is. It is one of a good characteristic test. The test in this research used portfolio written test. In scoring the research proposal as a data, it involved subjectivity was minimized in order to produce more objective scoring/data. To find out whether the test is reliable, the writers used inter-rater reliability. The coefficient correlation obtained by applying Pearson Product Moment formula as follows:

$$r_1 = \frac{N(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[N(\sum x^2) - (\sum x)^2][N(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

$$r_2 = \frac{2r^{1/2} 1/2}{1 + r^{1/2} 1/2}$$

Where:

r = Reliability

∑ x = Sum of score x

∑ y = Sum of score y

N = Number of students

According to Best (2002) the reliability of the test could be categorized as follows :

- 0.0 – 0.20 = The reliability is very low
- 0.21 – 0.40 = The reliability is low
- 0.41 – 0.60 = The reliability is fair
- 0.61 – 0.80 = The reliability is high
- 0.81 – above =The reliability is very high

**Data Analysis**

From the data, the calculation in order to know whether mind mapping method is helpful in teaching research proposal or not. To know the result between two groups, the writer will use t- test as in Arikunto (2010 :311), the formula below:

$$t = \frac{Ma - Mb}{\sqrt{\frac{da^2 + db^2}{Na + Nb} - \frac{1}{2Na} + \frac{1}{2Nb}}}$$

Where : Ma = The mean of experimental group  
 Mb = The mean of control group  
 da = the standard deviation of experimental group  
 db = the standard deviation of control group  
 Na = the total number samples of experimental class  
 Nb = the total number samples of control class

## RESULT AND DISCUSSION

The table below is the summarized score of writing research proposal by applying mind mapping on control and experimental group.

**Table 3.** Summarized Score between Experiment and Control Group

| Group        | H  | L  | R  | Me   | Mo | T    | M     | SD   |
|--------------|----|----|----|------|----|------|-------|------|
| Experimental | 95 | 70 | 25 | 80   | 85 | 3314 | 82,85 | 7,46 |
| Control      | 80 | 56 | 24 | 70,5 | 56 | 2726 | 68,15 | 8.08 |

**Mark :** H: High, L: Low, R: Range, Me: Median, Mo : Modus, T: Total, M: Mean, SD: Standard Deviation

The number of sample (N1 = 40 and N2 = 40) and the level of significance is 5%, the result of the computation of t-test is 8,64 Based on the value in the t-table for N1 = 40 and N2 = 40 and the significance level is 5%, the value of t-table is 1.664. The computation shows that t-test is higher than t-table that is 8,64 > 1.664. After computing t-test separated variance, and after knowing that the hypothesis is accepted, the theory meets the fact in this case. Then, from the computation in the previous section; the researcher concludes that mind mapping is effective to improve students skill in writing research proposal on students

Mind mapping is a good method in teaching scientific proposal. It can be seen from the finding above. This method can be applied by the lecture who teach writing as an alternative method. Moreover, the implication of this method can be used by the teacher/teacher candidate by modifying (adding or deleting) a certain step in teaching process. To the readers who are interested to conduct a similar research with this article can innovate this method to achieve better improvement in writing field.

## REFERENCES

- Arikunto 2005. *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta  
 \_\_\_\_\_(2010). *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta  
 Blackwell, J. & Martin, J. (2011). *A scientific approach to scientific writing*. New York: Springer.  
 Buzan, Tony. (2010). *Buku Pintar Mind Mapping Untuk Anak*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama  
 Creswell, J. W. (2011). *Educational research: Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. Boston: Pearson.  
 Harmer, J. 2003. *The practice of English Language Teaching*. England: Longman  
 Hertzman, A.2014. *Writing Research Paper*. Retrieved April 17, 2015 from [Http// www.dgp.toronto.edu/~hertzman/advice writing-technical- papers.pdf](http://www.dgp.toronto.edu/~hertzman/advice/writing-technical-papers.pdf).  
 Imran Mahmud (2011) *Mind map for Academic Writing: tool to facilitate university level students* International Journal of education science and research 21-30.  
 Joko Supriyanto (2013) "The Effect of Mind Mapping Strategy on the Students' Writing Ability" JP3: Vol 1, No. 13  
 Judith Habber (2015) research question, hypotheis and clinical questions. Retrieved april 21,2015from[www.us.elsevierhealth.com/media/us/samplechapters/9780323057431/Chapter 02.pdf](http://www.us.elsevierhealth.com/media/us/samplechapters/9780323057431/Chapter%2002.pdf)  
 Kothari,C.R. (2004). *Reserch Methodology* New Delhi: New Age International (p) Limited Naqbi, al (2008; 93) The Use of Mind Mapping to Develop Writing Skills in UAE Schools (Journal)  
 Madu (2012) *Effect of Mind Map as a Note-Taking Approach on Students' Achievements' in Economics* The Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences 247-251  
 Pajares, F. (2007). Elements of a proposal. Emory University. Retrieved from <http://www.des.emory.edu/mfp/proposal.html>

- Paltridge, B. & Starfield, S. (2007). *Thesis and dissertation writing in a second language: A handbook for supervisors*. London: Routledge.
- Paul T.P. Wong 2015 *how to write research proposal*. Trinity western university : Langely BC Canada
- Riswanto, Putra,P.P (2012 ) *The Use of Mind Mapping Strategy In The Teaching Of Writing at SMAN3 Bengkulu Indonesia State Institute of Islamic Studies*. International Journal of Humanities and Social Science,(Online) Vol. 2. 4th April 2014
- Sunaryo. 2014. *Pedoman penulisan karya ilmiah Universitas Pendidikan Indonesia tahun 2014*. Retrieved 20 april 2015 from [www.aademia.edu/tata\\_Cara\\_Penulisan\\_Karya\\_Ilmiyah\\_UPI\\_2014](http://www.aademia.edu/tata_Cara_Penulisan_Karya_Ilmiyah_UPI_2014)
- Taylor, G. 2009. *A student's Writing Guide: How to plan and write successful essay*. New York: Cambridge University Press
- Windura, Sutanto. (2008). *Mind Map Langkah Demi Langkah*. Jakarta : PT Elex Media Kompotindo

## ANALISIS SARANA PRASARANA PEMBELAJARAN SMA DI KOTA MEDAN DAN PERMASALAHANNYA

**Kartomo Simarmata<sup>1\*</sup>; Rabiah Afifah Daulay<sup>1</sup>; Nursyam<sup>1</sup>; Nelius Harefa<sup>1</sup>; Saronom Silaban<sup>2</sup> dan Ramlan Silaban<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Prodi Pendidikan Kimia, Pascasarjana, Universitas Negeri Medan, Medan

<sup>2</sup>Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Medan, Medan

\*Korespondensi: kartomosimarmata48@gmail.com

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis materi ajar kimia Sekolah Menengah Atas (SMA) yang diajarkan guru kepada siswa dengan melihat kurikulum, silabus, dan penerapan belajar kimia di sekolah menengah atas serta permasalahan-permasalahan yang terdapat di SMA Swasta Hosana, SMA Amir Hamzah, SMAN 1 Gebang, SMA An-Nizam, SMA Swasta Brigjend Katamso II dengan permasalahannya Tahun ajaran 2015/2016. Penelitian ini telah dilaksanakan pada tanggal 13 sampai dengan 25 Agustus 2015. Analisis data Penelitian ini bersifat deskriptif. Siswa yang terlibat dalam penelitian ini adalah Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) Swasta Hosana Medan 2015/ 2016 kelas XI IPA yang berjumlah 17 orang siswa XI IPA, SMA An- Nizam Medan berjumlah 14 orang, SMA Amir Hamzah kelas X berjumlah 33 orang, SMA Brigjend Katamso II kelas XI IPA-1 berjumlah 36 orang, SMA N 1 Gebang Medan Kelas XI yang berjumlah 34 orang . Dalam pelaksanaan kegiatan ini penulis melakukan penelitian yang langsung bersumber dari siswa, guru bidang studi kimia SMA yang bersangkutan. Penulis juga membagikan angket dan mengumpulkan perangkat pembelajaran yang diperlukan untuk mendukung kelengkapan data. Diperoleh kesimpulan SMA Kristen Hosana, bahan ajar belum lengkap baik dari segi laboratorium dan perpustakaan namun bahan ajar masih berpedoman pada KTSP, SMA Brigjend Katamso II, sarana dan prasarana sudah lengkap baik dari segi laboratorium fisika, kimia dan biologi, dan perustakaan bacaan serta bahan ajar masih mengacu pada KTSP. SMA An-Nizam menggunakan perangkat/bahan ajar sesuai KTSP namun perpustakaan dan laboratorium tidak beroperasi dengan baik. SMA Amir Hamzah memiliki perpustakaan yang lengkap, lab Fisika Kimia dan biologi beroperasi dengan baik.

**Kata kunci:** analissis, sarana dan prasarana

### PENDAHULUAN

Pendidikan Nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab (UU No.20 Tahun 2003 Pasal 3 Pendidikan Nasional). Jelas dinyatakan bahwa tujuan pendidikan bangsa Indonesia adalah mengembangkan potensi peserta didik.

Keterkaitan pencapaian potensi siswa yang ditandai dalam sembilan aspek, yaitu manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab, untuk itu pemerintah melalui pendidikan mengupayakan adanya pendidikan berkarakter.

Pendidikan karakter adalah suatu sistem penanaman nilai-nilai karakter kepada warga sekolah yang meliputi komponen pengetahuan, kesadaran atau kemauan, dan tindakan untuk melaksanakan nilai-nilai tersebut, baik terhadap Tuhan Yang Maha Esa , diri sendiri, sesama, lingkungan, maupun kebangsaan. Dalam pendidikan karakter di sekolah, semua komponen (*stakeholders*) harus dilibatkan, termasuk komponen-komponen pendidikan itu sendiri, yaitu isi kurikulum, proses pembelajaran dan penilaian, kualitas hubungan, penanganan atau pengelolaan mata pelajaran, pengelolaan sekolah, pelaksanaan aktivitas atau kegiatan ko-kurikuler, pemberdayaan sarana prasarana, pembiayaan, dan ethos kerja seluruh warga dan lingkungan sekolah.

Dari berbagai komponen pendidikan, peneliti tertarik dalam lima hal yaitu kurikulum, proses pembelajaran, penilaian, pemberdayaan sarana prasarana, serta ethos kerja seluruh warga dan lingkungan sekolah. Kelima komponen ini memiliki keterkaitan yang sangat dekat dalam meningkatkan suatu mutu pendidikan. Namun bukan berarti komponen pendidikan yang lain tidak perlu atau dengan kata lain kelima komponen ini seperti ujung tombak untuk mencapai tujuan pendidikan.

Penyusunan KTSP oleh sekolah dimulai tahun ajaran 2007/2008 dengan mengacu pada Standar Isi (SI) dan Standar Kompetensi Kelulusan (SKL) untuk pendidikan dasar dan menengah sebagaimana yang diterbitkan melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional masing-masing Nomor 22 Tahun 2006 dan Nomor 23 Tahun 2006, serta Panduan Pengembangan KTSP yang dikeluarkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). BSNP berfungsi sebagai bahan acuan bagi Depdiknas dalam mengeluarkan beberapa kebijakan nasional. Pada prinsipnya, KTSP merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari SI, namun pengembangannya diserahkan kepada sekolah agar sesuai dengan kebutuhan sekolah itu sendiri. KTSP terdiri dari tujuan pendidikan tingkat satuan pendidikan, struktur dan muatan kurikulum tingkat satuan pendidikan, kalender pendidikan, dan silabus. Pelaksanaan KTSP mengacu pada Permendiknas Nomor 24 Tahun 2006 tentang Pelaksanaan SI dan SKL. Pemberlakuan KTSP, sebagaimana yang

ditetapkan dalam peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 24 Tahun 2006 tentang Pelaksanaan SI dan SKL, ditetapkan oleh kepala sekolah setelah memperhatikan pertimbangan dari komite sekolah. Dengan kata lain, pemberlakuan KTSP sepenuhnya diserahkan kepada sekolah, dalam arti tidak ada intervensi dari Dinas Pendidikan atau Departemen Pendidikan Nasional. Penyusunan KTSP selain melibatkan guru dan karyawan juga melibatkan komite sekolah serta bila perlu para ahli dari perguruan tinggi setempat. Dengan keterlibatan komite sekolah dalam penyusunan KTSP maka KTSP yang disusun akan sesuai dengan aspirasi masyarakat, situasi dan kondisi lingkungan dan kebutuhan masyarakat.

Pemberian otonomi ini, akan memberi peluang bagi setiap sekolah mengembangkan kurikulum, silabus, indikator, dan materi pembelajaran sesuai dengan situasi, kondisi, dan potensi unggulan sekolah, namun harus tetap mengacu pada Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar yang telah ditetapkan BSNP untuk tiap mata pelajaran (Hanafie, 2008). Komponen-komponen KTSP terdiri dari 1) tujuan yang berisi visi dan misi, 2) Struktur dan muatan kurikulum, 3) kalender pendidikan, dan 4) lampiran silabus dan rencana pembelajaran. Pelaksanaan KTSP ini menuntut kesiapan guru untuk berinovasi dan berkreasi dalam mengembangkan kurikulum di sekolahnya dan harus meninggalkan cara lama yang hanya bergantung pada petunjuk teknis (Suharto, 2008). Dalam hal ini guru harus mampu mengembangkan proses pembelajaran yang sesuai dengan lingkungan sekolah.

Proses pembelajaran adalah sebuah upaya bersama antara pengajar dan pembelajar untuk berbagi dan mengolah informasi dengan tujuan agar pengetahuan yang terbentuk terinternalisasi dalam diri peserta pembelajaran dan menjadi landasan belajar secara mandiri dan berkelanjutan. (Prayudi, 2007). Maka kriteria keberhasilan sebuah proses pembelajaran adalah munculnya kemampuan belajar berkelanjutan secara mandiri.

Sementara itu, proses pembelajaran sampai saat ini masih banyak yang menggunakan metode pembelajaran konvensional, yang justru metode itu semakin terbelakang dalam mencapai keberhasilan pembelajaran. Padahal kita tahu, proses pembelajaran mempunyai peranan vital dalam mencapai keberhasilan pendidikan. Belum lagi keterkaitan sarana prasarana yang memberikan pengaruh dalam keberhasilan pembelajaran di kelas, serta penilaian yang digunakan sebagai tolak ukur dalam menyatakan keberhasilan.

Dalam hal lain, *ethos kerja* merupakan modal utama dalam meningkatkan pendidikan. Artinya dengan *ethos kerja* yang tinggi, kekurangan dalam sarana dan prasarana, serta metode pembelajaran dapat diatasi. Tapi dalam berbagai pengamatan dalam kesempatan lain, kita melihat *ethos kerja* yang masih sangat minim. Jadi lengkaplah bahwa setiap modal yang dibutuhkan masih jauh dari apa yang diharapkan. Sesuai dengan karakteristiknya, pengembangan KTSP di tentukan oleh tingkat satuan pendidikan itu sendiri yang disesuaikan dengan potensi lingkungannya, maka pembelajaran Kimia di SMA dilaksanakan sesuai kebutuhan masing-masing. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan menganalisis Pelaksanaan Pembelajaran Kimia di SMA yang telah di sebutkan di atas.

## **METODE**

Penelitian ini merupakan penelitian survey. Penelitian survey adalah penelitian yang menggunakan sample dari satu populasi dan menggunakan kuisioner sebagai alat pengumpul data yang pokok (Singarimbun, 1998). Survei merupakan studi yang bersifat kuantitatif yang digunakan untuk meneliti gejala suatu kelompok atau perilaku individu. Survey adalah suatu desain yang digunakan untuk penyelidikan informasi yang berhubungan dengan prevalensi, distribusi dan hubungan antar variabel dalam suatu populasi. Pada survey tidak ada intervensi, survey mengumpulkan informasi dari tindakan seseorang, pengetahuan, kemauan, pendapat, perilaku, dan nilai (Basirun, 2009).

Data diperoleh melalui angket kepada siswa dan guru, serta berupa dokumen RPP, Silabus dan lain-lain yang dikumpulkan dari kepala sekolah dan guru. Populasi penelitian sekaligus sampel dalam penelitian ini adalah guru kimia di Sekolah-sekolah yang telah di sebutkan di atas dan siswa kelas XI IPA di Hosana, Bridgen Katamso II, SMA N1 Gebang, SMA An-Nizam medan dan siswa kelas X di Amir HAMzah

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **SMA Yayasan Kristen Hosana**

**Bahan Ajar.** Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada sekolah yang diteliti (peneliti sekaligus guru yang bersangkutan), siswa menggunakan buku Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI Penerbit Erlangga tahun 2012 dan Buku Mandiri mengasah kemampuan kimia Untuk SMA/MA Kelas XI sebagai buku soal-soal. Buku ini diperoleh dari Koperasi Sekolah Yayasan Kristen Hosana. Namun Peneliti (Kartomo Simarmata), sebagai guru di sekolah yang dimaksud juga memberikan latihan tambahan dengan soal-soal berstandar UN, SBMPTN yang relevan dengan topik yang telah dipelajari karena peneliti (guru yang bersangkutan) juga merupakan seorang tim pengajar di bimbingan belajar OCTA SCIENCE Medan.

**Pembelajaran di Kelas.** Dari penelitian, selamat mengajar di Yayasan Kristen Hosana diperoleh data sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil Angket pada Siswa

| No | Pernyataan                                                                                                                                     | Ya   | Tidak |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| 1  | Guru berusaha menjelaskan apa yang akan dipelajari siswa dalam satu semester termasuk cara penilaiannya pada pertemuan pertama                 | 100% | 0 %   |
| 2  | Guru menyiapkan materi dengan sebaik-baiknya untuk diajarkan                                                                                   | 83%  | 17%   |
| 3  | Guru nampak bersungguh-sungguh dalam mengajar, agar materi yang dibawakannya dapat dimengerti siswa                                            | 100% | 0 %   |
| 4  | Guru nampak berusaha menjelaskan bahwa secara umum bahan pelajarannya akan bermanfaat sebagai bahan dasar dalam kehidupan sehari-hari          | 89%  | 11 %  |
| 5  | Guru sering memberi tugas / pekerjaan rumah / bahan diskusi yang lebih bersifat membantu siswa dalam memahami materi pelajaran                 | 100% | 0 %   |
| 6  | Guru nampak berusaha dengan caranya agar siswa tertarik mengikuti pelajarannya                                                                 | 58 % | 42 %  |
| 7  | Guru memakai buku acuan / bahan ajar yang membantu siswa dalam menguasai materi pelajaran                                                      | 58%  | 42%   |
| 8  | Dalam memberi kesempatan bertanya baik di kelas maupun diluar guru bersifat obyektif tanpa memandang suku, agama, ras, golongan, jenis kelamin | 83%  | 17%   |
| 9  | Soal midtest dan / atau ujian yang diberikan guru sesuai dengan materi yang disampaikan                                                        | 83%  | 17%   |
| 10 | Secara umum, guru dinilai cukup baik dalam melakukan proses belajar mengajar                                                                   | 77%  | 23%   |

**Tabel 2.** Hasil Angket Pada Guru

| No | Pernyataan                                                                                                | Ya | Tidak |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| 1  | Apakah buku materi ajar bapak Guru telah sesuai dengan silabus Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP)   | √  |       |
| 2  | Apakah materi pelajaran Kimia yang disampaikan bapak Guru telah sesuai dengan buku pegangan Kimia         | √  |       |
| 3  | Apakah bapak Guru melakukan diskusi dalam pembelajaran Kimia                                              | √  |       |
| 4  | Apakah bapak Guru memberikan remedial kepada siswa                                                        |    | √     |
| 5  | Menurut bapak Guru, Apakah pelajaran kimia merupakan pelajaran sulit untuk diajarkan kepada siswa         |    | v     |
| 6  | Apakah bapak Guru sering memberikan tugas pelajaran kimia yang berhubungan dengan kimia kepada para siswa | v  |       |
| 7  | Apakah siswa antusias bertanya pada saat pembelajaran                                                     | √  |       |
| 8  | Apakah bapak Guru pernah menggunakan model pembelajaran ke alam untuk pembelajaran Kimia                  |    | √     |
| 9  | Apakah bapak Guru menggunakan media/alat peraga saat pembelajaran Kimia yang berhubungan dengan kimia     | √  |       |
| 10 | Apakah siswa-siswi bapak guru memberikan kesimpulan setiap akhir pembelajaran                             | v  |       |

**Faktor Siswa.** Berdasarkan hasil angket dan dan pengalaman yang diperoleh dari guru (peneliti) dan siswa bahwa siswa sangat antusias terhadap pelajaran kimia. Siswa memang awalnya menganggap pelajaran kimia itu sulit dan sangat membosankan, namun peneliti sangat dekat dengan siswa se. Hal ini mungkin diakibatkan karena siswa merasa hingga siswa bebas bertanya tentang pelajaran, baik di dalam ruangan kelas atau pun saat istirahat dikantor guru. Namun guru mengalami kendala dalam hal membimbing dua orang peserta kelas, karena mereka sangat sulit mengikuti pelajaran kimia yang peneliti (guru) sampaikan. Berdasarkan informasi bahwa siswa yang bersangkutan pernah menderita operasi kanker otak. Dan beberapa diantara mereka ada yang malas mengerjakan tugas/ PR.

**Faktor Guru.** Berdasarkan pengalaman yang diperoleh dari guru (peneliti), guru merasa metode mengajar ceramah tepat untuk pembelajaran Kimia dengan topik tertentu saja. Metode diskusi juga sering dilakukan guna melihat sejauhmana kemampuan siswa. Namun beberapa kali guru menjelaskan lewat slide dalam hal struktur atom agar lebih mudah dipahami siswa.

**Fasilitas Belajar.** Berdasarkan hasil survey dan pengalaman yang dilakukan oleh peneliti, Yayasan Kristen Hosana Medan memiliki ruang kelas yang cukup baik dan memiliki perpustakaan mini namun

tidak lengkap buku-buku penunjang lainnya, laboratorium komputer dan layanan *wifi* serta juga laboratorium IPA (Kimia, Fisika dan Biologi). Berdasarkan pengalaman peneliti (guru) keberadaan jaringan *wifi* tidak bisa dimanfaatkan siswa untuk mencari informasi dan bahan pembelajaran yang mendukung pembelajaran di kelas karena memang dilarang oleh kepala sekolah guna menghindari kenakalan remaja, dan siswa yang ketahuan menggunakan HP saat KBM akan dikenakan sanksi. Dalam laboratorium KIMIA tidak lengkap, yang ada bahan-bahan yang sudah sangat lama, dan alat-alat juga tidak memadai. Dan saat ini masih dalam pembenahan dalam hal melengkapi alat dan bahan, sehingga lab untuk kimia dijalankan praktikum 2x1 bulan. Dan di lab juga dilakukan pendalaman materi sebelum melakukan praktikum. Waktu Praktikum dilakukan 2 x 45 menit.

**Kurikulum.** Untuk menganalisis kurikulum dan pembagian pelajaran kimia, peneliti melakukan wawancara dengan kepala sekolah SMP dan SMA, yaitu *T panjaitan*, *ST*. Sekolah ini menggunakan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan sesuai dengan Kurikulum Program Dinas Pendidikan. Sekolah dalam melaksanakan kurikulum dengan berpedoman pada BNSP. Sementara itu, untuk kesiapan guru untuk melaksanakan pembelajaran di kelas, guru (peneliti) dianjurkan untuk mencari silabus sendiri sesuai KTSP karena Yayasan Kristen Hosana belum terakreditasi. Akreditasi dilakukan tahun 2016 karena SMA di yayasan Kristen Hosana baru tahun kedua. Guru-guru mata pelajaran lain juga membuat perlengkapan mengajar seperti Silabus, Program Tahunan, Program Semester, Rincian Minggu Efektif, dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran sendiri dari internet sebagai bahan untuk KBM dan sekaligus perlengkapan untuk bahan akreditasi tahun 2016 yang akan datang.

### SMA An-Nizam Medan

**Lingkupan Materi Ajar Kimia Kelas XI IPA SMA An-Nizam Medan.** SMA An-Nizam Medan menggunakan Standar Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP 2006). Selanjutnya mengenai Silabus disesuaikan dengan Standar Silabus yang dikeluarkan oleh BSNP (Badan Standar Nasional Pendidikan) kurikulum KTSP, yang dijadikan arah dan landasan untuk mengembangkan materi pokok, kegiatan pembelajaran dan indikator pencapaian kompetensi untuk penilaian. Maka identifikasi materi-materi ajar yang terdapat di kelas XI IPA SMA An-Nizam diantaranya :

**Tabel 3.** Standar Kompetensi Dan Kompetensi Dasar Semester 1 Dan 2

| <b>STANDAR KOMPETENSI DAN KOMPETENSI DASAR SEMESTER 1</b>                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Standar Kompetensi</b>                                                                                                                             | <b>Kompetensi Dasar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1. Memahami struktur atom dan meramalkan sifat-sifat periodik unsur, struktur molekul dan sifat-sifat senyawa.                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan teori atom bohr dan mekanika kuantum untuk menuliskan konfigurasi elektron dan diagram orbital serta menentukan letak unsur dalam Tabel periodik.</li> <li>Menjelaskan teori jumlah pasangan elektron disekitar kulit luar atom pusat dan teori hibridisasi untuk meramalkan bentuk molekul.</li> <li>Menjelaskan interaksi antar molekul (gaya antar molekul) dan sifat zat.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2. Memahami perubahan energi dalam reaksi kimia dan cara pengukurannya.                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mendeskripsi-kan perubahan entalpi reaksi, reaksi eksoterm dan reaksi endoterm.</li> <li>Menentukan <math>\Delta H</math> reaksi berdasarkan percobaan, hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan data energi ikatan.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3. Memahami kinetika reaksi, kesetimbangan kimia dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari dan industri. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mendeskrip-sikan pengertian laju reaksi dengan melakukan percobaan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.</li> <li>Memahami teori tumbukan (tabrakan) untuk menjelaskan faktor-faktor penentu laju dan orde reaksi, dan terapannya dalam kehidupan sehari-hari.</li> <li>Menjelaskan keseimbangan dan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan dengan melakukan percobaan.</li> <li>Menentukan hubungan kuantitatif antara pereaksi dengan hasil reaksi dari suatu reaksi kesetimbangan.</li> <li>Menjelaskan penerapan prinsip kesetimbangan dalam kehidupan sehari-hari dan industry.</li> </ul> |
| <b>STANDAR KOMPETENSI DAN KOMPETENSI DASAR SEMESTER 2</b>                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>STANDAR KOMPETENSI</b>                                                                                                                             | <b>KOMPETENSI DASAR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4. Memahami sifat-sifat larutan asam-basa, metode pengukuran dan terapannya                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mendeskrip-sikan teori-teori asam basa dengan menentukan sifat larutan dan menghitung pH larutan.</li> <li>Mendeskripsi-kan sifat larutan penyangga dan peranan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendeskripsi-kan sifat larutan penyangga dan peranan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup.</li> <li>• Menentukan jenis garam yang mengalami hidrolisis dalam air dan pH larutan garam tersebut.</li> <li>• Menggunakan kurva perubahan harga pH pada titrasi asam basa untuk menjelaskan larutan penyangga dan hidrolisis.</li> <li>• Memprediksi terbentuknya endapan dari suatu reaksi berdasarkan prinsip kelarutan dan hasil kali kelarutan</li> </ul> |
| 5. Menjelaskan sistem dan sifat koloid serta peneapannya dalam kehidupan sehari-hari. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengelompok-kan sifat-sifat koloid dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.</li> <li>• Membuat berbagai sistem koloid dengan bahan-bahan yang ada di sekitarnya</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

**Analisis Bahan Ajar.** Bahan ajar merupakan salah satu komponen dalam proses belajar mengajar yang memiliki peranan penting dalam membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran. Cakupan bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru dalam melaksanakan proses belajar mengajar kimia seperti buku, audio, visual, dan multi media. Dalam proses belajar mengajar di kelas XI IPA SMA An-Nizam Medan, sekolah menyediakan buku pelajaran kimia yang sesuai dengan kurikulum yang digunakan untuk guru bidang studi dan semua peserta didik yang berjudul Kimia untuk SMA/MA kelas XI dengan penulis Michael Purba yang diterbitkan oleh Erlangga.

**Analisis Angket.** Angket siswa yang digunakan terdiri dari 20 butir, angket berisi pernyataan tentang persepsi siswa, sikap terhadap guru kimia, sikap terhadap materi kimia, belajar mengajar kimia (yang meliputi sarana prasarana). Hasil angket sikap siswa terhadap pelajaran kimia seperti pada Tabel 4, sedangkan angket penilaian siswa terhadap proses pembelajaran kimia di kelas ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 4.** Angket Sikap Siswa Terhadap Pelajaran Kimia

| No  | Pertanyaan                                                                                                                         | Suka Sekali          | Suka          | Tidak suka           | Sangat tidak suka   |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------------|
| 1.  | Apakah mata pelajaran kimia merupakan mata pelajaran yang kamu sukai                                                               | 21,43%               | 78,57%        | 0                    | 0                   |
| 2.  | Apakah kamu senang membaca buku yang berkaitan dengan kimia                                                                        | 14,29%               | 71,43%        | 14,29%               | 0                   |
| 3.  | Apakah kamu senang mengikuti pelajaran kimia                                                                                       | 28,57%               | 71,43%        | 0                    | 0                   |
| 4.  | Apakah kamu selalu bertanya dikelas pada pelajaran kimia                                                                           | 28,57%               | 35,71%        | 35,71%               | 0                   |
| 5.  | Apakah kamu selalu mengerjakan tugas pelajaran kimia                                                                               | 28,57%               | 71,43%        | 0                    | 0                   |
| 6.  | Apakah kamu suka memiliki buku pelajaran kimia                                                                                     | 14,29%               | 78,57%        | 7,14%                | 0                   |
| 7.  | Apakah kamu berusaha hadir tiap pelajaran kimia                                                                                    | 42,86%               | 57,14%        | 0                    | 0                   |
| 8.  | Apakah kamu berusaha memahami pelajaran kimia dengan berdiskusi bersama teman                                                      | 50%                  | 50%           | 0                    | 0                   |
| 9.  | Apakah kamu berusaha memahami pelajaran kimia dengan cara bertanya kepada guru tentang masalah pelajaran kimia yang tidak dipahami | 35,71%               | 28,57%        | 35,71%               | 0                   |
|     |                                                                                                                                    | <b>Sering sekali</b> | <b>sering</b> | <b>Kadang-kadang</b> | <b>Tidak pernah</b> |
| 10. | Apakah kamu sering mengalami kendala dalam mempelajari pelajaran kimia                                                             | 7,14%                | 21,43%        | 71,43%               | 0                   |
|     |                                                                                                                                    | <b>Sangat mudah</b>  | <b>mudah</b>  | <b>Sulit</b>         | <b>Sangat sulit</b> |
| 11. | Menurut kamu pelajaran kimia merupakan pelajaran yang....                                                                          | 7,14%                | 21,43%        | 71,43%               | 0                   |

**Tabel 5.** Angket Penilaian Siswa Terhadap Proses Pembelajaran Kimia di Kelas

| NO | PERTANYAAN                                               | PERNYATAAN  |              |        |              |
|----|----------------------------------------------------------|-------------|--------------|--------|--------------|
|    |                                                          | Tidak Suka  | Kurang Suka  | Suka   | Sangat Suka  |
| 1  | Bagaimana pendapat kamu tentang pelajaran Kimia?         | 0           | 71,43 %      | 7,14 % | 21,43 %      |
|    |                                                          |             |              |        |              |
| 2  | Apakah penjelasan guru saat pembelajaran dapat dipahami? | Tidak Jelas | Kurang Jelas | Jelas  | Sangat Jelas |
|    |                                                          | 0           | 0            | 50 %   | 50 %         |

|   |                                                             |                                        |                                     |                                     |                                               |
|---|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 3 | Apakah guru selalu memberikan tugas?                        | Tidak Pernah                           | Kurang sering                       | Sering                              | Selalu                                        |
|   |                                                             | 0                                      | 7,14 %                              | 85,71 %                             | 7,14 %                                        |
| 4 | Apakah guru selalu memberikan kuis?                         | Tidak Pernah                           | Kurang sering                       | Sering                              | Selalu                                        |
|   |                                                             | 0                                      | 14,29 %                             | 78,57 %                             | 7,14 %                                        |
| 5 | Apakah ada umpan balik dari tugas tersebut?                 | Tidak dikoreksi dan tidak dikembalikan | Dikoreksi tetapi tidak dikembalikan | Dikoreksi, dikembalikan dan dibahas | Dikoreksi, dikembalikan, tetapi tidak dibahas |
|   |                                                             | 0                                      | 0                                   | 100 %                               | 0                                             |
| 6 | Apakah pembelajaran Kimia sering dilakukan di laboratorium? | Tidak Pernah                           | Kurang Sering                       | Sering                              | Selalu                                        |
|   |                                                             | 100 %                                  | 0                                   | 0                                   | 0                                             |
| 7 | Apa metode yang digunakan guru dalam mengajar?              | Ceramah di depan Kelas                 | Diskusi Kelompok                    | Tanya Jawab                         | Latihan Soal                                  |
|   |                                                             | 14,29 %                                | 0                                   | 14,29 %                             | 71,43 %                                       |
| 8 | Berapa banyak buku Kimia yang kamu miliki?                  | Tidak ada                              | Hanya 1                             | 2                                   | Lebih dari 2                                  |
|   |                                                             | 0                                      | 57,14 %                             | 28,57 %                             | 14,29 %                                       |
| 9 | Apa jenis media yang sering digunakan guru?                 | Tidak ada                              | Contoh benda                        | Karton                              | Komputer (LCD)                                |
|   |                                                             | 64,29 %                                | 35,71 %                             | 0                                   | 0                                             |

Berdasarkan analisis angket di atas, secara garis besar dapat disimpulkan bahwa :

a. Angket Sikap Siswa Terhadap Pelajaran Kimia

1. Pelajaran kimia merupakan mata pelajaran yang di sukai.
2. Siswa senang/suka membaca buku yang berkaitan dengan kimia
3. Siswa senang mengikuti pelajaran kimia
4. Siswa suka bertanya dikelas pada pelajaran kimia
5. Siswa selalu mengerjakan tugas pelajaran kimia
6. Siswa suka memiliki buku pelajaran kimia
7. Siswa selalu berusaha hadir tiap pelajaran kimia
8. Sebagian siswa suka sekali berusaha memahami pelajaran kimia dengan berdiskusi bersama teman dan sebagian Suka.
9. Sebagian siswa berusaha memahami pelajaran kimia dengan cara bertanya kepada guru tentang masalah pelajaran kimia yang tidak dipahami sebagian lagi tidak.
10. Siswa kadang-kadang mengalami kendala dalam mempelajari pelajaran kimia
11. Menurut siswa pelajaran kimia merupakan pelajaran yang sulit.

b. Angket penilaian siswa terhadap proses pembelajaran kimia dikelas

1. Siswa berpendapat pelajaran kimia merupakan pelajaran yang kurang disukai
2. Sebagian siswa berpendapat bahwa penjelasan gurusaat pembelajaran dapat dipahami dengan jelas dan sebagian sangat jelas
3. Guru sering memberikan tugas
4. Guru sering memberikan kuis
5. Cara guru memberikan umpan balik dari tugas yang diberikan dengan cara dikoreksi, dikembalikan dan dibahas.
6. Pembelajaran kimia tidak pernah dilakukan di laboratorium
7. Metode yang paling sering digunakan guru dalam mengajar adalah dengan memberikan latihan soal.
8. Siswa hanya memiliki 1 buah buku kimia
9. Media pembelajaran yang sering digunakan guru menurut siswa tidak ada.

**Kelengkapan Laboratorium.** Laboratorium yang terdapat disekolah SMA An-Nizam Medan tata letak laboratorium tidak teratur sehingga terlihat berantakan dan tidak terawat. Tetapi menurut guru bidang studi kimia yang mengajar di kelas XII, untuk persediaan peralatan praktikum, khususnya praktikum kimia, memiliki peralatan yang lengkap. Hanya saja ketersediaan tempat yang kurang memadai untuk diadakannya praktikum dengan perbandingan jumlah siswa dan luas laboratorium.

**Lingkupan Materi Ajar Kimia Kelas X SMA Amir Hamzah Medan.** SMA Amir Hamzah Medan menggunakan Standar Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP 2006). Selanjutnya mengenai Silabus disesuaikan dengan Standar Silabus yang dikeluarkan oleh BSNP (Badan Standar Nasional Pendidikan) kurikulum KTSP, yang dijadikan arah dan landasan untuk mengembangkan materi

pokok, kegiatan pembelajaran dan indikator pencapaian kompetensi untuk penilaian. Maka identifikasi materi-materi ajar yang terdapat di kelas X SMA Amir Hamzah seperti pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Semester 1 dan 2

| <b>Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Semester 1</b>                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Standar Kompetensi</b>                                                                  | <b>Kompetensi Dasar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Memahami struktur atom, sifat-sifat periodik unsur, dan ikatan kimia                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Memahami struktur atom berdasarkan teori atom Bohr, sifat-sifat unsur, massa atom relatif, dan sifat-sifat periodik unsur dalam Tabel periodik serta menyadari keteraturannya, melalui pemahaman konfigurasi elektron.</li> <li>Membandingkan proses pembentukan ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan kovalen koordinat dan ikatan logam, serta hubungannya dengan sifat fisika senyawa yang terbentuk.</li> </ul>                                      |
| Memahami hukum-hukum dasar kimia dan penerapannya dalam perhitungan kimia (Stoikiometri).  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mendeskrripsikan tata nama senyawa anorganik dan senyawa organik sederhana serta persamaan reaksinya.</li> <li>Membuktikan dan mengkomunikasikan berlakunya hukum-hukum dasar kimia melalui percobaan serta menerapkan konsep mol dalam menyelesaikan perhitungan kimia.</li> </ul>                                                                                                                                                                   |
| <b>Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Semester 2</b>                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Standar Kompetensi</b>                                                                  | <b>Kompetensi Dasar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Memahami sifat-sifat larutan non elektrolit dan elektrolit, serta reaksi oksidasi-reduksi. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengidentifikasi sifat larutan non elektrolit dan elektrolit berdasarkan data hasil percobaan.</li> <li>Menjelaskan perkembangan konsep reaksi oksidasi reduksi dan hubungannya dengan tatanama senyawa serta penerapannya.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                |
| Memahami sifat-sifat senyawa organik atas dasar gugus fungsi dan senyawa makromolekul.     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mendeskrripsikan kekhasan atom karbon dalam membentuk senyawa hidrokarbon.</li> <li>Mengelompokkan senyawa hidrokarbon berdasarkan strukturnya dan hubungannya dengan sifat senyawa.</li> <li>Menjelaskan proses pembentukan dan teknik pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi serta kegunaannya.</li> <li>Menjelaskan kegunaan senyawa hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari dalam bidang pangan, sandang, perdagangan, seni dan estetika.</li> </ul> |

**Analisis Bahan Ajar.** Bahan ajar merupakan salah satu komponen dalam proses belajar mengajar yang memiliki peranan penting dalam membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran. Cakupan bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru dalam melaksanakan proses belajar mengajar kimia seperti buku, audio, visual, dan multi media. Dalam proses belajar mengajar di kelas X SMA Amir Hamzah Medan, sekolah menyediakan buku pelajaran kimia yang sesuai dengan kurikulum yang digunakan untuk guru bidang studi dan semua peserta didik yang berjudul Kimia untuk SMA/MA kelas X dengan penulis Michael Purba dan Sunardi yang diterbitkan oleh Erlangga.

**Analisis Angket.** Angket siswa yang digunakan terdiri dari 25 butir, angket berisi pernyataan tentang persepsi siswa, sikap terhadap guru kimia, sikap terhadap materi kimia, belajar mengajar kimia (yang meliputi sarana prasarana). Hasil angket yang diperoleh pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Angket Siswa terhadap Pembelajaran Kimia

| No | Pernyataan                                                                                              | Persentase (%) |       |       |       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|
|    |                                                                                                         | SS             | S     | BS    | TS    |
| 1  | Pelajaran kimia adalah mata pelajaran favorit saya                                                      | 9,09           | 18,18 | 60,61 | 9,09  |
| 2  | Saya senang mengikuti pelajaran kimia                                                                   | 12,12          | 27,27 | 60,61 | 0     |
| 3  | Saya selalu aktif bertanya kepada guru dikelas pada pelajaran kimia jika ada hal yang tidak saya pahami | 15,15          | 36,36 | 24,24 | 21,21 |
| 4  | Saya selalu mengerjakan tugas pelajaran kimia                                                           | 51,52          | 33,33 | 15,15 | 0     |
| 5  | Saya senang membaca buku yang berkaitan dengan kimia                                                    | 3,03           | 18,18 | 66,67 | 12,12 |
| 6  | Saya merasa belajar kimia itu perlu karena banyak berhubungan dengan kehidupan                          | 15,15          | 42,42 | 30,30 | 9,09  |

|    |                                                                                                     |       |       |       |       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 7  | Saya menyukai pelajaran IPA karena faktor guru                                                      | 9,09  | 12,12 | 42,42 | 36,36 |
| 8  | Saya merasa sulit belajar kimia karena terlalu banyak teori dan hafalan                             | 15,15 | 15,15 | 51,52 | 18,18 |
| 9  | Dalam belajar kimia, saya menggunakan buku yang dijual/dianjurkan sekolah                           | 27,27 | 48,48 | 18,18 | 6,06  |
| 10 | Selain buku yang dianjurkan sekolah, saya memiliki buku referensi lain                              | 3,03  | 51,52 | 27,27 | 18,18 |
| 11 | Fasilitas yang ada di laboratorium sekolah saya sangat lengkap/mendukung materi pembelajaran kimia  | 12,12 | 51,52 | 33,33 | 3,03  |
| 12 | Di sekolah saya sering melakukan praktikum kimia pada setiap materi baru dalam pembelajaran kimia   | 9,09  | 18,18 | 69,70 | 3,03  |
| 13 | Saya senang belajar kimia karena guru sering menggunakan media pembelajaran                         | 3,03  | 21,21 | 60,61 | 12,12 |
| 14 | Selain belajar di kelas, saya juga senang belajar kimia diperpustakaan                              | 6,06  | 9,09  | 63,64 | 21,21 |
| 15 | Saya senang belajar kimia di perpustakaan karena buku-buku yang ada telah memenuhi standar          | 0     | 39,39 | 51,52 | 6,06  |
| 16 | Guru menyampaikan tujuan pembelajaran sebelum menyampaikan materi pembelajaran kimia                | 12,12 | 63,64 | 18,18 | 6,06  |
| 17 | Guru menggunakan metode pembelajaran yang bervariasi seperti ceramah, diskusi, dan demonstrasi      | 12,12 | 45,45 | 30,30 | 12,12 |
| 18 | Guru menggunakan media pembelajaran kimia di kelas                                                  | 6,06  | 48,48 | 36,36 | 9,09  |
| 19 | Guru memberi kesempatan kepada siswa untuk bertanya tentang materi pelajaran yang telah disampaikan | 39,39 | 48,48 | 9,09  | 3,03  |
| 20 | Materi pelajaran yang disampaikan guru mudah dipahami                                               | 42,42 | 27,27 | 30,30 | 0     |
| 21 | Guru memberi contoh atau ilustrasi nyata sesuai dengan materi pelajaran kimia                       | 30,30 | 30,30 | 36,36 | 3,03  |
| 22 | Guru bertanya kepada siswa saat materi pelajaran kimia berlangsung                                  | 6,06  | 51,52 | 24,24 | 18,18 |
| 23 | Guru memberi tugas pada setiap materi baru dalam pembelajaran kimia                                 | 18,18 | 42,42 | 36,36 | 3,03  |
| 24 | Tugas yang diberikan membantu saya dalam memahami materi pelajaran                                  | 21,21 | 48,48 | 30,30 | 0     |
| 25 | Guru mengakhiri pembelajaran dengan menyampaikan kesimpulan materi yang telah diajarkan             | 30,30 | 33,33 | 33,33 | 3,03  |

Mengenai pelajaran kimia adalah mata pelajaran favorit terdapat 60,61% siswa memilih biasa saja, 18,18% setuju, 9,09% sangat setuju dan tidak setuju. Hal tersebut menunjukkan bahwa masih perlu peran guru dalam meningkatkan persepsi siswa mengenai pelajaran kimia sehingga siswa senang dalam mengikuti pelajaran kimia karena siswa memilih 60,61% biasa saja, 27,27% sangat setuju, 12,12% setuju dalam mengikuti pelajaran kimia. Bukan hanya itu saja yang membutuhkan peran guru tetapi juga mengenai kesadaran siswa untuk menambah wawasan dengan membaca buku kimia karena terdapat 66,67% siswa memilih biasa saja, 18,18% setuju, 3,03% sangat setuju dan 12,12% tidak setuju dalam kesenangan membaca buku kimia.

Siswa sangat antusias mengerjakan tugas pelajaran kimia karena siswa memilih 51,52% sangat setuju, 33,33% setuju, 15,15% biasa saja, dan tidak ada yang memilih untuk kategori tidak setuju. Hal ini sangat menguntungkan guru karena siswa berperan aktif dalam mengerjakan tugas kimia yang diberikan. Sehingga mengenai guru memberi tugas pada setiap materi baru dalam pembelajaran kimia, siswa memilih 42,42% setuju, 36,36% biasa saja, 18,18% sangat setuju, dan 3,03% tidak setuju. Karena memang menurut siswa tugas yang diberikan membantu dalam memahami materi pelajaran kimia dengan persentase 48,48% setuju, 30,30% biasa saja, 21,21% sangat setuju.

Dalam belajar kimia, setiap siswa hampir memiliki buku teks pelajaran kimia yang dapat memudahkan dalam proses belajar mengajar karena berdasarkan angket siswa memilih 48,48% setuju, 27,27% sangat setuju, 18,18% biasa saja, dan 6,06% tidak setuju. Sejalan dengan itu, ada juga siswa yang memiliki buku yang dianjurkan sekolah, sebagai buku referensi lain yaitu 51,52% setuju, 27,27% biasa saja, 18,18% tidak setuju, dan 3,03% sangat setuju. Selain belajar di kelas, minat siswa yang senang belajar kimia diperpustakaan dengan membaca koleksi buku kimia disana perlu diperhatikan karena 63,64% siswa memilih biasa saja, 21,21% tidak setuju, 9,09% setuju, dan 6,06% sangat setuju. Selanjutnya minat siswa berkunjung ke perpustakaan untuk membaca buku-buku yang ada di perpustakaan telah memenuhi standar juga perlumendapat perhatian guru karena dengan persentase siswa memilih 51,52% minat siswa biasa saja, 39,39% setuju, 6,06% tidak setuju, dan tidak ada siswa yang memilih sangat setuju.

Fasilitas yang ada di laboratorium sekolah sangat mendukung materi pembelajaran kimia, karena siswa memilih 51,52% setuju, 12,12% tidak setuju, 33,33% biasa saja, dan 3,03% tidak setuju. Tetapi siswa

tidak sering melakukan praktikum kimia pada setiap materi baru dalam pembelajaran kimia dengan persentase 69,70% biasa saja, 18,18% setuju, 9,09% sangat setuju, dan 3,03% tidak setuju.

Guru menggunakan metode pembelajaran yang bervariasi seperti ceramah, diskusi, dan demonstrasi sudah baik dengan persentase siswa memilih 45,45% setuju, 30,30% biasa saja, 12,12% sangat setuju dan tidak setuju.

Fakta dilapangan menunjukkan sebanyak 15,15% siswa merasa sulit belajar kimia karena terlalu banyak teori dan hafalan. Bagian-bagian yang sulit tersebut meliputi perhitungan, konsep yang abstrak, kaitan antar konsep, dan praktikum dilaboratorium. Karakteristik ilmu kimia berbeda dengan konsep ilmu lainnya. Kimia berisi hitungan, fakta yang harus diingat, kosa kata khusus, hukum-hukum yang mengaitkan satu ide dengan ide lain yang harus dimengerti. Maka dimungkinkan terjadi kesulitan dalam mempelajarinya. (Suemi, Sari: 2005).

Menyukai pelajaran IPA karena faktor guru ternyata persentase tertinggi siswa memilih 42,42% biasa saja, 36,36% tidak setuju, 12,12% setuju, dan 9,09% sangat setuju. Hal ini menunjukkan bahwa peran guru sangatlah penting untuk menarik minat anak belajar kimia. Selain itu, guru memberi kesempatan kepada siswa untuk bertanya tentang materi pelajaran yang telah disampaikan sudah baik dengan persentase siswa memilih 48,48% setuju, 39,39% sangat setuju, 9,09% biasa saja, 3,03% tidak setuju. Dan juga guru bertanya kepada siswa saat materi pelajaran kimia berlangsung merupakan hal yang berkesinambungan dengan hal guru memberikan kesempatan untuk bertanya sehingga suasana belajar memiliki dua arah, karena pembelajaran bukan hanya berpusat pada guru maka persentase siswa memilih bahwa guru bertanya kepada siswa saat materi pelajaran kimia berlangsung sebanyak 51,52% setuju, 24,24% biasa saja, 6,06% sangat setuju, dan 18,18% tidak setuju.

Pembelajaran kimia dengan menggunakan media pembelajaran adalah hal yang penting karena memudahkan guru dalam membantu memudahkan penyampaian materi kepada siswa dan memudahkan siswa memahami materi pelajaran kimia tersebut, mengenai hal ini siswa memilih 60,61% biasa saja, 21,21% setuju, 12,12% tidak setuju, dan 3,03% tidak setuju. Tetapi persentase selanjutnya mengenai guru menggunakan media pembelajaran kimia di kelas, siswa memilih 48,48% setuju, 36,36% biasa saja, 9,09% tidak setuju, 6,06% sangat setuju. Dari data diatas dapat dilihat bahwa penggunaan media oleh guru dikelas sudah baik dalam proses belajar mengajar kimia dikelas.

Dalam memulai proses belajar mengajar, guru menyampaikan tujuan pembelajaran sebelum menyampaikan materi pembelajaran kimia dalam hal ini siswa memilih dengan persentase 63,64% setuju, 18,18% biasa saja, 12,12% sangat setuju, dan 6,06% tidak setuju. Selanjutnya guru mengakhiri pembelajaran dengan menyampaikan kesimpulan materi yang telah diajarkan dalam hal ini siswa memilih dengan persentase 33,33% setuju dan biasa saja, 30,30% sangat setuju, dan 3,03% tidak setuju.

**Sarana dan Prasarana Sekolah.** Proses pembelajaran kimia di kelas X SMA Amir Hamzah Medan juga didukung oleh sarana dan prasarana sekolah, dimana sarana merupakan alat langsung untuk mencapai tujuan pendidikan misalnya ruangan, buku, laboratorium dan perpustakaan. Sedangkan prasarana berkaitan dengan alat yang tidak langsung untuk mencapai tujuan misalnya lokasi/ tempat, bangunan sekolah dan sebagainya. Adapun penjelasan mengenai sarana dan prasarana di SMA Amir Hamzah adalah sebagai berikut:

**Ruang Belajar;** kelas X-2 merupakan salah satu kelas yang dijadikan sampel dalam penelitian ini memiliki 33 meja dan kursi siswa, serta meja dan kursi guru. Dikelas ini juga terdapat papan tulis dan panggung disekitar daerah papan tulis yang memudahkan siswa melihat dan mendengarkan penjelasan guru dalam proses belajar mengajar kimia. Mengenai infokus juga disediakan oleh sekolah (lampiran 1).

**Buku Kimia;** baik guru dan siswa memiliki buku teks pelajaran kimia yaitu yang berjudul Kimia untuk SMA/MA kelas X dengan penulis Michael Purba dan Sunardi yang diterbitkan oleh Erlangga.

**Laboratorium;** SMA Amir Hamzah Medan memiliki 1 laboratorium IPA (Kimia, Fisika, Biologi) yang berada di lantai 2, didalam laboratorium ini memiliki 1 ruang khusus didalamnya untuk penyimpanan alat dan bahan (lampiran 2). Kondisi laboratorium adalah baik karena memiliki kelengkapan alat dan bahan yang baik serta memiliki peraturan laboratorium (lampiran 3)

**Perpustakaan;** SMA Amir Hamzah Medan memiliki koleksi lengkap buku kimia pendukung pembelajaran untuk kelas X sebanyak 6 buku kimia kelas X yang berbeda.

### **SMA Brigjend Katamso II Medan**

**Identifikasi Materi Ajar.** Silabus dan RPP di Sekolah Menengah Atas (SMA) Brigjend Katamso II Medan disusun masih menggunakan Standar Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) 2006. Penggunaan kurikulum ini mengacu pada peraturan pemerintah yang memperbolehkan sekolah untuk kembali menggunakan KTSP 2006 setelah sempat menggunakan Kurikulum 2013 (K-13). Di sekolah ini belum menggunakan K-13 karena pihak fungsionaris sekolah masih membutuhkan waktu untuk transisi dalam penggunaan kurikulum yang dianggap terlalu berat tersebut. Buku yang digunakan juga masih menggunakan buku KTSP 2006 terbitan Erlangga, karangan Michael Purba.

**Analisis Bahan Ajar.** Bahan ajar merupakan salah satu faktor penting yang tidak bisa dipisahkan dari proses pembelajaran baik bagi guru dan terlebih-lebih siswa. Bahan ajar yang sesuai merupakan pondasi utama dalam usaha mencapai suatu target pembelajaran yang baik.

Bahan ajar yang baik akan sangat berpengaruh pada tercapainya pendidikan yang bermutu. Penggunaan buku sangatlah fundamental dalam menentukan arah pembelajaran dalam suatu sekolah. Bermutu atau tidak bermutunya pelajaran suatu sekolah, sangatlah ditentukan oleh penggunaan buku. Begitu juga untuk pelajaran kimia, buku yang baik sangatlah berpengaruh kepada siswa dalam memahami materi maupun mengasah kemampuan siswa. Oleh karena itu, sangatlah diharapkan supaya semua sekolah menggunakan buku maupun bahan ajar yang lain yang sudah sesuai dengan standar kurikulum yang berlaku.

Pada SMA Swasta Brigjend Katamso II, buku yang digunakan guru maupun murid sebagai acuan adalah buku yang sesuai dengan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) 2006 terbitan Erlangga yang dikarang oleh Michael Purba. Selain itu, sekolah juga memberikan buku pegangan tambahan kepada siswa berupa LKS yang memuat ringkasan materi dan soal-soal latihan untuk membuat siswa semakin terasah dalam memahami materi yang diajarkan oleh guru.

Buku kimia acuan yang digunakan sudah memenuhi standar isi yang ditentukan oleh Menteri Pendidikan Republik Indonesia sehingga materi yang diajarkan kepada siswa-siswi SMA Swasta Brigjend Katamso II sesuai dengan standar yang diberikan dan tidak tertinggal dari sekolah-sekolah yang lainnya. Sementara itu, buku tambahan yang diberikan berupa LKS juga sudah sangat baik. LKS yang diberikan sangat kreatif dalam penyajian ringkasan materi, penyajiannya sangat sederhana tetapi isinya sudah mencakup materi keseluruhan. Hal ini sangat penting dalam meningkatkan minat belajar siswa karena LKS sudah memuat materi-materi yang sedang maupun yang akan dipelajari.

Dalam penyusunan soal-soal latihan sangat bervariasi. Soal-soal memuat soal yang pernah diujikan di UN, SBMPTN, maupun test yang lain yang mengandung soal yang sesuai dengan materi. Hal ini sangat penting dalam membiasakan siswa mengerjakan soal dan terutama memberikan tambahan pengalaman kepada siswa dalam mempersiapkan diri pada test-test tersebut. Selain itu siswa juga semakin tertantang dalam belajar kimia.

**Sarana dan Prasarana.** Sarana dan prasarana merupakan faktor pendukung yang sangat berpengaruh pada proses pembelajaran dalam suatu sekolah maupun secara khusus dalam suatu kelas. Sangatlah sulit menjalankan proses pembelajaran yang baik, pendidikan yang baik, maupun kegiatan-kegiatan lainnya yang menunjang tercapainya suatu harapan jika sarana dan prasarana tidak memadai. Sarana dan prasarana di SMA Swasta Brigjend Katamso II sudah sangat mendukung dalam tercapainya proses pembelajaran yang baik. Lingkungan sekolah sangat nyaman, luas, dan tidak dekat dengan pasar. SMA ini juga memiliki halaman yang sangat luas, tempat parkir juga tersedia dengan baik. Selain itu, SMA ini juga memiliki sarana pendukung yang lain, seperti lapangan futsal, lapangan sepakbola, dan juga lapangan basket. Hal ini sangat diperlukan agar aktivitas belajar-mengajar berjalan dengan baik dan tidak terganggu. Sarana dan prasarana yang mendukung langsung proses pembelajaran, juga tersedia di SMA ini seperti perpustakaan, laboratorium kimia, laboratorium fisika, laboratorium biologi, dan juga laboratorium computer. Perpustakaan di sekolah ini sudah tergolong lengkap dengan berbagai buku baik buku pelajaran disekolah maupun buku-buku pengetahuan umum lainnya. Suasana perpustakaan juga nyaman dengan dilengkapi jumlah kursi dan meja yang banyak. Hal ini sangat diperlukan oleh siswa dalam menambah referensi pembelajaran termasuk pengetahuan umum.

Laboratorium kimia, laboratorium fisika, dan laboratorium biologi sudah bagus dan memenuhi standar untuk tingkat Sekolah Menengah Atas. Ruangan laboratoriumnya pun sudah sangat nyaman tetapi ada baiknya, ruangan laboratoriumnya lebih tertutup lagi supaya proses praktikum tidak terganggu dan tidak berbahaya bagi lingkungan laboratorium. Laboratorium computer di sekolah ini pun sudah termasuk baik. Ruangan laboratorium sudah nyaman dengan dilengkapi computer yang masih bagus. Tetapi ada baiknya, jumlah computer ditambah lagi karena jumlah computer yang tersedia ada 35 buah sedangkan jumlah siswa tiap kelas rata-rata 37 orang. Selain itu, ada baiknya juga dilengkapi dengan internet seperti Wifi supaya siswa semakin terbantu dalam belajar. Ruangan laboratoriumnya ada baiknya lebih tertutup lagi agar siswa tidak terganggu.

Ruangan kelas di sekolah ini juga sangat luas, rata-rata bisa menampung 48 orang siswa. Untuk kelas XI IPA-1 sebenarnya bisa menampung 50 orang siswa. Tetapi kelas ini hanya terisi 36 siswa saja. Sehingga ruangan terasa nyaman bagi siswa tanpa harus berdesakan dalam kelas dan letak meja pun tidak disusun dengan rapat sehingga guru dengan mudah memperhatikan para murid satu persatu. Meja paling depan juga tidak terlalu dekat dengan papan tulis sehingga tidak mengganggu aktivitas guru dalam menerangkan. Ruangan kelas XI IPA-1, sangat bersih, tidak ada sampah berserakan ataupun kursi dan meja yang terletak dengan sembarangan. Ruangan kelas dilengkapi dengan 1 buah white board, spidol, dan penghapus untuk mendukung proses pembelajaran. Ruangan juga dilengkapi dengan 2 buah bola lampu listrik ukuran panjang. Sehingga ruangan ini cukup terang pada saat cuaca mendung maupun hujan. Selain itu, ruangan ini juga dilengkapi dengan 2 buah kipas angin dengan ukuran besar. Sehingga

ruangan ini tidak sesak ketika proses pembelajaran. Ruangan ini dilengkapi dengan jendela kaca yang bisa dibuka maupun ditutup. Sehingga pada saat cuaca lagi baik, maka ruangan ini tidak perlu lagi menghidupkan lampu maupun kipas angin. Tetapi dinding yang lain dari kelas ini tidak memakai jendela, hanya dibatasi dengan jerijak besi sehingga siswa yang lain dari luar kelas bisa dengan mudah mengganggu siswa yang sedang belajar didalam kelas. Hal ini tentu sangat mengganggu bagi siswa yang sedang belajar, maupun guru yang sedang mengajar. Walaupun sarana dan prasarana di sekolah ini sudah sangat baik. Namun masih ada beberapa hal yang perlu diperbaiki agar proses belajar mengajar betul-betul berjalan dengan baik.

**Analisis Angket.** Angket siswa yang digunakan terdiri dari 25 butir, angket berisi pernyataan tentang persepsi siswa, sikap terhadap guru kimia, sikap terhadap materi kimia, belajar mengajar kimia (yang meliputi sarana prasarana). Hasil angket yang diperoleh pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Angket Siswa terhadap Pembelajaran Kimia

| No | Pernyataan                                                                                              | Persentase (%) |       |       |       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|
|    |                                                                                                         | SS             | S     | BS    | TS    |
| 1  | Pelajaran kimia adalah mata pelajaran favorit saya                                                      | 9,09           | 18,18 | 60,61 | 9,09  |
| 2  | Saya senang mengikuti pelajaran kimia                                                                   | 12,12          | 27,27 | 60,61 | 0     |
| 3  | Saya selalu aktif bertanya kepada guru dikelas pada pelajaran kimia jika ada hal yang tidak saya pahami | 15,15          | 36,36 | 24,24 | 21,21 |
| 4  | Saya selalu mengerjakan tugas pelajaran kimia                                                           | 51,52          | 33,33 | 15,15 | 0     |
| 5  | Saya senang membaca buku yang berkaitan dengan kimia                                                    | 3,03           | 18,18 | 66,67 | 12,12 |
| 6  | Saya merasa belajar kimia itu perlu karena banyak berhubungan dengan kehidupan                          | 15,15          | 42,42 | 30,30 | 9,09  |
| 7  | Saya menyukai pelajaran IPA karena faktor guru                                                          | 9,09           | 12,12 | 42,42 | 36,36 |
| 8  | Saya merasa sulit belajar kimia karena terlalu banyak teori dan hafalan                                 | 15,15          | 15,15 | 51,52 | 18,18 |
| 9  | Dalam belajar kimia, saya menggunakan buku yang dijual/dianjurkan sekolah                               | 27,27          | 48,48 | 18,18 | 6,06  |
| 10 | Selain buku yang dianjurkan sekolah, saya memiliki buku referensi lain                                  | 3,03           | 51,52 | 27,27 | 18,18 |
| 11 | Fasilitas yang ada di laboratorium sekolah saya sangat lengkap/mendukung materi pembelajaran kimia      | 12,12          | 51,52 | 33,33 | 3,03  |
| 12 | Di sekolah saya sering melakukan praktikum kimia pada setiap materi baru dalam pembelajaran kimia       | 9,09           | 18,18 | 69,70 | 3,03  |
| 13 | Saya senang belajar kimia karena guru sering menggunakan media pembelajaran                             | 3,03           | 21,21 | 60,61 | 12,12 |
| 14 | Selain belajar di kelas, saya juga senang belajar kimia dipergustakaan                                  | 6,06           | 9,09  | 63,64 | 21,21 |
| 15 | Saya senang belajar kimia di perpustakaan karena buku-buku yang ada telah memenuhi standar              | 0              | 39,39 | 51,52 | 6,06  |
| 16 | Guru menyampaikan tujuan pembelajaran sebelum menyampaikan materi pembelajaran kimia                    | 12,12          | 63,64 | 18,18 | 6,06  |
| 17 | Guru menggunakan metode pembelajaran yang bervariasi seperti ceramah, diskusi, dan demonstrasi          | 12,12          | 45,45 | 30,30 | 12,12 |
| 18 | Guru menggunakan media pembelajaran kimia di kelas                                                      | 6,06           | 48,48 | 36,36 | 9,09  |
| 19 | Guru memberi kesempatan kepada siswa untuk bertanya tentang materi pelajaran yang telah disampaikan     | 39,39          | 48,48 | 9,09  | 3,03  |
| 20 | Materi pelajaran yang disampaikan guru mudah dipahami                                                   | 42,42          | 27,27 | 30,30 | 0     |
| 21 | Guru memberi contoh atau ilustrasi nyata sesuai dengan materi pelajaran kimia                           | 30,30          | 30,30 | 36,36 | 3,03  |
| 22 | Guru bertanya kepada siswa saat materi pelajaran kimia berlangsung                                      | 6,06           | 51,52 | 24,24 | 18,18 |
| 23 | Guru memberi tugas pada setiap materi baru dalam pembelajaran kimia                                     | 18,18          | 42,42 | 36,36 | 3,03  |
| 24 | Tugas yang diberikan membantu saya dalam memahami materi pelajaran                                      | 21,21          | 48,48 | 30,30 | 0     |
| 25 | Guru mengakhiri pembelajaran dengan menyampaikan kesimpulan materi yang telah diajarkan                 | 30,30          | 33,33 | 33,33 | 3,03  |

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa secara umum sarana prasarana SMA di kota Medan belum memadai dan perlu mendapat perhatian serius dari pemerintah.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anaonim, <http://researchengines.com/imamhanafie3-07-2.html>
- Arikunto, Suharsimi, (2002), *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi)*, Penerbit PT Bumi Aksara, Jakarta.
- Arikunto, S, (2006), *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik (Edisi Revisi VI)*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Awang, M.M., Jindal-Snape, D. & Barber, T. (2013). A documentary analysis of the government's circulars on positive behaviour enhancement strategies. *Asian Social Science*. 9(5). 203-208.
- Demircioglu, G., A. Ayas and H. Demircioglu, 2005. Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 6: 36-51.
- Depdiknas. 2003. *Kurikulum 2004 SMA: Pedoman Khusus Pengembangan Silabus dan Penilaian Mata Pelajaran Kimia*. Jakarta: Depdiknas.
- Dwi S, R. 2010. *Strategi Pembelajaran Kimia*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Eka, E, (2008), *Efektifitas Media Grafis Dalam Peningkatan Prestasi Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan Di SMA*, Skripsi, FMKIMIA, Universitas Negeri Medan, Medan.
- Mursyid, (2010), <http://file:///d:/etc/curriculum/pengertian-dan-defenisi-kurikulum.htm>.
- Purwanto, Ngalim, (2007), *Psikologi Pendidikan*, Penerbit PT Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Sagala, S, (2005), *Konsep Dan Makna Pembelajaran*, Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Slameto, (2003), *Belajar Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta
- Tulus, T, (2007), *Efektifitas Media Pembelajaran Dalam Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa Pada Pengajaran Struktur Atom*, Skripsi, FMKIMIA, Universitas Negeri Medan, Medan.
- Prayudi, Y. Y, (2007), <http://prayudi.wordpress.com/2007/05/15/proses-pembelajaran/>

## **EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DENGAN KEGIATAN LABORATORIUM DALAM PEMBELAJARAN FISIKA UMUM**

**Mariati Purnama Simanjuntak\*; Betty Marisi Turnip dan Rappel Situmorang**

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Medan

\*Alamat korespondensi: mariati\_ps@yahoo.co.id

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penerapan model pembelajaran berbasis masalah dengan kegiatan laboratorium dalam perkuliahan Fisika Umum I. Diharapkan mahasiswa dapat menguasai keterampilan proses sains dan berpikir kritis. Penelitian ini menggunakan metode pra-eksperimen dengan one group pretest posttest design. Instrumen penelitian yang digunakan adalah tes keterampilan proses sains berbentuk pilihan ganda dan keterampilan berpikir kritis berbentuk uraian yang sudah divalidasi. Berdasarkan hasil analisis data dengan menggunakan N-gain menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dengan kegiatan laboratorium efektif meningkatkan keterampilan proses sains dan berpikir kritis mahasiswa dengan peningkatan pada kategori sedang.

**Kata kunci:** pembelajaran berbasis masalah dengan kegiatan laboratorium, keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir kritis

### **PENDAHULUAN**

Pendidikan merupakan proses mendidik yang menimbulkan perubahan dalam diri peserta didik. Sistem pendidikan yang baik juga berperan penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah baik ditingkat pendidikan dasar, menengah maupun perguruan tinggi dalam meningkatkan mutu pendidikan, diantaranya pengembangan atau penyempurnaan kurikulum, melengkapi sarana dan prasarana pendidikan, meningkatkan kualitas dosen/guru, dan pengembangan sistem pembelajaran yang inovatif.

Upaya yang telah dilakukan pemerintah untuk meningkatkan kualitas pendidikan belum sesuai dengan hasil yang diharapkan, dimana berdasarkan hasil pengalaman peneliti sebagai salah satu dosen di salah satu perguruan tinggi di Medan memperoleh hasil belajar mahasiswa khususnya pada perkuliahan Fisika Umum I masaiah rendah. Berdasarkan hasil ujian formatif mahasiswa diperoleh umumnya mereka memperoleh rata-rata di bawah 50.

Berdasarkan pengalaman peneliti dan hasil observasi di lapangan, rendahnya hasil belajar Fisika Umum mahasiswa rendah karena proses pembelajaran masih bersifat *teacher centered*, dengan dominan menggunakan ceramah dan latihan soal. Pembelajaran masih bersifat satu arah sehingga siswa merasa bosan dan tidak tertarik untuk mempelajarinya.

Materi fisika diajarkan dengan penekanan pada angka-angka matematis bukan pada permasalahan yang kontekstual padahal materi fisika sangat erat dengan kehidupan sehari-hari sehingga ketika mahasiswa yang bersangkutan menghadapi masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari mereka tidak mampu memecahkannya.

Rancangan model pembelajaran fisika yang baik tentunya harus sesuai dengan tujuan pembelajaran fisika yang ditetapkan pada kurikulum baik untuk tingkat sekolah maupun untuk tingkat perguruan tinggi. Salah satu tujuan pembelajaran fisika sesuai dengan kurikulum adalah untuk menguasai konsep-konsep fisika dan saling keterkaitannya, serta mampu menerapkan metode sains yang dilandasi sikap keilmuan untuk memecahkan masalah yang dihadapinya.

Sebaiknya proses pembelajaran fisika menyajikan permasalahan yang pemecahannya membutuhkan penyelidikan ilmiah melalui eksperimen sehingga dapat melatih keterampilan proses sains dan berpikir kritis mahasiswa. Pembelajaran fisika, khususnya yang berkaitan dengan proses mempersiapkan calon guru perlu dirancang sedemikian rupa dengan model-model pembelajaran inovatif sehingga materi yang diberikan tidak hanya dikuasai dengan baik, tapi juga dapat mentransfer pengetahuan yang telah dipelajarinya pada situasi baru, artinya bahwa mahasiswa harus dapat mengaplikasikan pengetahuannya dalam memecahkan masalah-masalah yang dihadapi dan dapat menolong dirinya dengan menggunakan pengetahuan yang dikuasainya dalam kehidupan sehari-hari. Kemampuan mentransfer ini yang menjadi inti dari proses pembelajaran dan membuka kemungkinan untuk memperluas dan memperdalam pengetahuan mahasiswa berdasarkan penguasaan prinsip-prinsip umum.

Fisika Umum merupakan ilmu pengetahuan yang paling mendasar, karena berhubungan dengan perilaku dan struktur benda (Giancoli, 2001). Fisika Umum merupakan ilmu pengetahuan tentang fenomena alam, berupa kumpulan fakta, konsep, prinsip, teori dan hukum serta proses yang sistematis untuk memperoleh konsep, prinsip, teori dan hukum yang kemudian dapat diuji kebenarannya.

Selain dimensi isi, fisika juga memiliki dimensi proses dan sikap. Dilihat dari sisi proses, fisikawan menentukan variabel-variabel yang diteliti, dengan mengamati, bertanya, membuat hipotesis,

memprediksi, menemukan pola dan hubungan, mengkomunikasikan, merencanakan dan melakukan penyelidikan serta mengukur dan menghitung. Kegiatan-kegiatan tersebut merupakan bagian dari keterampilan proses sains (Harlen & Elstgeest, 1992).

Selain keterampilan proses sains, keterampilan berpikir kritis juga perlu dibekali bagi peserta didik. Keterampilan berpikir kritis mahasiswa perlu dilatih untuk menyiapkan mahasiswa agar berhasil menghadapi kehidupan (Schafersman, 1991); menciptakan penduduk yang memiliki kepedulian dan literasi terhadap lingkungan (Ernest & Monroe, 2004); dan meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menganalisis, mengkritisi, menyarankan ide-ide, memberi alasan secara induktif dan deduktif, serta untuk mencapai kesimpulan yang faktual berdasarkan pertimbangan-pertimbangan rasional (Jones, 1996).

Bagi mahasiswa, keterampilan berpikir kritis diperlukan terutama untuk memahami konsep-konsep pada matakuliah yang sedang dipelajari. Dengan keterampilan berpikir kritis, mahasiswa akan dapat menganalisis masalah, mengidentifikasi konsep-konsep yang terkait, mempertimbangkan kredibilitas sumber informasi yang relevan, menganalisis argumen, mengkritisi pendapat dan mengevaluasi solusi yang mungkin sehingga dihasilkan solusi yang terbaik.

Mengingat pentingnya keterampilan proses sains dan berpikir kritis, hendaknya keterampilan tersebut dikembangkan sejak dini (tahun pertama kuliah). Salah satu model pembelajaran yang memberikan peluang bagi mahasiswa untuk memiliki pengalaman menemukan suatu konsep dan mengembangkan keterampilan proses sains adalah model pembelajaran berbasis. Model PBL merupakan model pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi mahasiswa untuk melatih keterampilannya untuk memperoleh pengetahuan dan konsep esensial. Model PBL menggunakan masalah kontekstual untuk memberikan rangsangan kepada mahasiswa agar menimbulkan rasa ingin tahu, sehingga lebih termotivasi untuk mencari informasi sebagai pemecahan terhadap masalah tersebut (Arends, 2012). Proses pencarian informasi dalam rangka memecahkan masalah inilah yang nantinya akan membantu mahasiswa dalam membangun pengetahuannya sekaligus dapat mengembangkan keterampilan, salah satunya keterampilan proses sains.

## METODE

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa FMIPA salah satu perguruan tinggi di Medan yang mengontrak Fisika Umum I pada Semester I. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pre-experimental*, yaitu dengan menggunakan satu kelas penelitian tanpa kelas kontrol dengan *one group pretest posttest design* (Best & Kahn, 2006). Dengan menggunakan desain ini, subyek penelitian hanya ada satu kelompok sebagai kelompok eksperimen yang berjumlah 26 orang. Kelompok ini diberi tes awal sebelum mendapat perlakuan berupa pembelajaran berbasis masalah kemudian diberi tes akhir (*post-test*). Adapun desain *one group pretest post-test* ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Desain One Group Pretest Posttest

| Kelas      | Pretest | Perlakuan | Post-test |
|------------|---------|-----------|-----------|
| Eksperimen | O       | X         | O         |

Keterangan: O = *Pretest post-test*; X = Perlakuan dengan penerapan model pembelajaran berbasis masalah

Instrumen pengumpulan data berupa tes keterampilan proses sains berbentuk pilihan ganda dan tes keterampilan berpikir kritis berbentuk uraian yang sudah divalidasi. Indikator keterampilan proses sains (KPS) yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas delapan aspek yang meliputi: mengobservasi, mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, memprediksi, merumuskan pola dan hubungan, berkomunikasi secara efektif, merencanakan dan melakukan penyelidikan serta mengukur dan menghitung (Harlen & Elstgeest, 1992).

Adapun indikator keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini yang dikembangkan adalah: mengklarifikasi masalah dan pertanyaan, menyimpulkan dan menginterpretasi, mendukung kesimpulan dan interpretasi, dan mengevaluasi (McLean, 2005). Persentase peningkatan keterampilan proses sains dan berpikir kritis dicari dengan menggunakan *N-gain* berdasarkan persamaan Hake (dalam Meltzer, 2002):

$$N\text{-gain} = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}} \times 100\%$$

dimana: *N-gain* = *N-gain* yang dinormalisasi

$S_{post}$  = skor tes akhir

$S_{pre}$  = skor tes awal

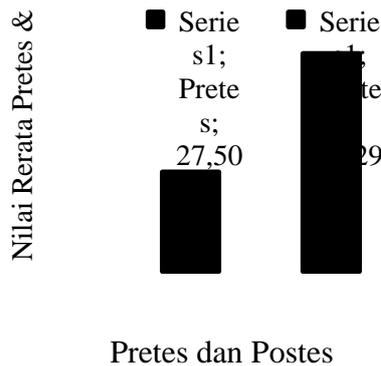
$S_{maks}$  = skor maksimum ideal

dengan kategori:

tinggi:  $N-gain > 70$ ; sedang  $30 \leq N-gain \leq 70$ ; dan rendah:  $N-gain < 30$ .

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Indikator keterampilan proses sains (KPS) mahasiswa yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas delapan indikator yang meliputi: mengamati (KPS-1), mengajukan pertanyaan (KPS-2), merumuskan hipotesis (KPS-3), memprediksi (KPS-4), merumuskan pola dan hubungan (KPS-5), berkomunikasi secara efektif (KPS-6), merencanakan dan melakukan penyelidikan (KPS-7) serta mengukur dan menghitung (KPS-8) (Harlen & Elstgeest, 1992). Nilai rata-rata pretes 27,50 dan postes 60,58. Nilai pretes dan postes ditunjukkan pada Gambar 1.



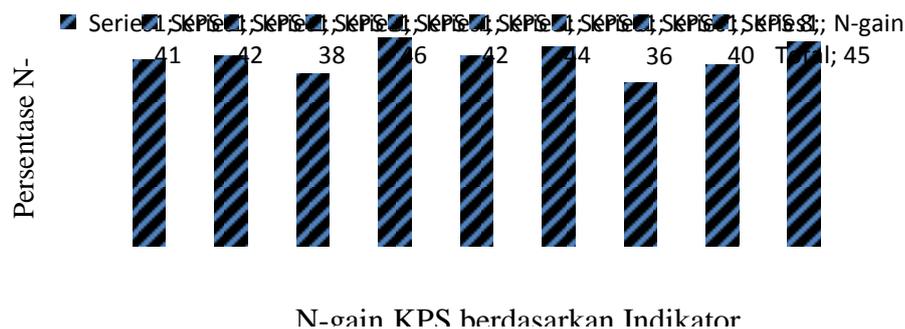
**Gambar 1.** Rata-rata Nilai Pretes dan Postes Keterampilan Proses Sains

Persentase rata-rata  $N-gain$  yang dinormalisasi keterampilan proses sains pada materi suhu dan kalor sebesar 45% berada pada kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan proses sains pada materi suhu dan kalor mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran dengan menerapkan model PBL mengalami peningkatan. Persentase peningkatan  $N-gain$  dapat diuraikan berdasarkan masing-masing indikator KPS seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

**Tabel 2.** Persentase Peningkatan Keterampilan Proses Sains

| N-gain KPS berdasarkan Indikator (%) |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| KPS-1                                | KPS-2 | KPS-3 | KPS-4 | KPS-5 | KPS-6 | KPS-7 | KPS-8 |
| 41                                   | 42    | 38    | 46    | 42    | 44    | 36    | 40    |

Ket: KPS = keterampilan proses sains



**Gambar 2.** Persentase N-gain KPS berdasarkan Indikator

Peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa dinyatakan dalam persentase skor  $gain$  yang dinormalisasi ( $N-gain$ ). Rerata skor tes awal, tes akhir dan %  $N-gain$  keterampilan berpikir kritis pada topik Suhu dan Kalor ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 tampak bahwa %  $N-gain$  keterampilan berpikir kritis pada materi Suhu dan Kalor sebesar 44% berada pada kategori sedang. Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa penerapan model pembelajaran Fisika Umum I berbasis masalah dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa.

**Tabel 3.** Perbandingan Rerata Nilai Tes Awal, Tes Akhir dan % N-Gain Keterampilan Berpikir Kritis

| Topik          | Rerata Nilai Tes Awal | Rerata Nilai Tes Akhir | N-gain (%) | Kategori |
|----------------|-----------------------|------------------------|------------|----------|
| Suhu dan Kalor | 19,11                 | 55,23                  | 44         | Sedang   |

Ket: Nilai maksimal 100

Peningkatan % N-gain keterampilan berpikir kritis yang dijabarkan berdasarkan indikator setiap komponennya, meliputi mengklarifikasi masalah dan pertanyaan (BK-1), menyimpulkan dan menginterpretasi (BK-2), mendukung kesimpulan dan interpretasi (BK-3), dan mengevaluasi (BK-4) berturut-turut besarnya 46%, 50%, 42%, dan 37%. Hal ini menunjukkan peningkatan % N-gain untuk masing-masing indikator keterampilan berpikir kritis berada pada kategori sedang. Persentase peningkatan N-gain berpikir kritis dapat diuraikan berdasarkan masing-masing indikator seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Persentase peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis

| N-gain Keterampilan Berpikir Kritis berdasarkan Indikator (%) |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------|------|------|------|
| BK-1                                                          | BK-2 | BK-3 | BK-4 |
| 46                                                            | 50   | 42   | 37   |

Ket: BK = keterampilan berpikir kritis

Penerapan model pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan KPS mahasiswa karena pembelajaran mendorong terjadinya proses pembelajaran dengan hasil belajar yang optimal. Selain itu, proses pembelajaran PBL berlangsung dengan baik, tahapan pembelajaran berbasis masalah menjadikan mahasiswa berpartisipasi aktif dalam mengikuti pembelajaran. Tahapan pembelajaran berbasis masalah menjadikan mahasiswa sebagai pusat dari proses belajar memecahkan masalah melalui penyelidikan dengan bereksperimen sehingga KPS mahasiswa terlatih.

Tahap orientasi pada masalah menjadikan mahasiswa termotivasi untuk terlibat aktif dalam membuat yang disajikan sebelum melakukan penyelidikan lebih lanjut dan saling kerjasama dalam aktivitas pemecahan. Mahasiswa berusaha mengajukan pertanyaan jika mereka belum memahami masalah yang sedang dihadapi, belum mengetahui prosedur percobaan yang akan dilakukan.

Tahap pengorganisasian untuk belajar, mahasiswa secara mandiri maupun kelompok, aktif mencari informasi dari berbagai sumber. Mahasiswa saling bekerja-sama dan bertanggung-jawab dalam memecahkan masalah, mengumpulkan informasi apa yang diketahui, dan yang dibutuhkan serta apa yang akan dilakukan dengan informasi yang ada untuk mencari penjelasan dalam rangka mencari solusi pemecahan masalah.

Tahap membantupenyelidikanmandiridankelompok, mahasiswasamakinterdorong dan termotivasiuntukmemecahkan masalah melalui penyelidikan dengan melakukan pengamatan, mengajukan pertanyaan, merencanakan penyelidikan, menghitung dan menganalisis data pengukuran, serta membuat pola dan hubungan yang sesuai dengan temuan dari hasil penyelidikan.

Tahap mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya menjadikan mahasiswa berani mengemukakan pendapatnya lewat pertanyaan saat diskusi. Mahasiswa memperhatikan setiap pendapat kelompok lain serta mau memberi tanggapan maupun masukan terhadap kelompok presentasi sehingga penguasaan konsep semakin bertambah dan berkembang. Tiap pertemuan semakin banyak mahasiswa yang memberikantanggapan dan pertanyaan sehingga proses pembelajaran semakin aktif dan keterampilan proses sains mahasiswa semakin meningkat terutama dalam berkomunikasi secara efektif.

Tahap menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, mahasiswa dituntut untuk membuat kesimpulan akhir dari diskusi yang telah dilakukan sehingga penguasaan materi semakin bertambah dan berkembang. Mahasiswa semakin meningkat pemahaman dan memahami konsep penyelesaian masalah yang diperoleh dari hasil pemikiran sendiri maupun pendapat kelompok lain.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa dengan menerapkan model pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan keterampilan proses sains. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya seperti Enyeneokpon, (2009) yang menyatakan bahwa penerapan model PBL dapat meningkatkan hasil belajar dan keterampilan proses sains mahasiswa.

Peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa termasuk kategori sedang. Walaupun demikian, jika ditinjau peningkatan % N-gain keterampilan berpikir kritis per indikator terdapat perbedaan. Persentase N-gain untuk indikator menyimpulkan dan menginterpretasi (BK-2) paling tinggi, yaitu sebesar 50% dan sedangkan Persentase N-gain untuk indikator mengevaluasi paling rendah, yaitu 37%.

Berdasarkan hasil penelitian dapat dikatakan bahwa dari sejumlah indikator berpikir kritis yang dapat diungkapkan dalam pembelajaran berbasis masalah dengan menggunakan lembar kerja mahasiswa berbasis masalah, ternyata keterampilan mahasiswa dalam hal mengevaluasi lebih rendah dibandingkan dengan indikator berpikir kritis lainnya. Hal ini disebabkan karena kegiatan mengevaluasi merupakan bagian yang sulit karena kegiatan ini menuntut mahasiswa untuk dapat mengevaluasi hasil pengamatan,

mempertimbangkan kelengkapan solusi, kesimpulan, atau interpretasi, mengevaluasi bukti-bukti baru, wawasan, atau mengubah penyelidikan ketika ada bukti dan alasan yang cukup untuk melakukannya.

Nilai tes awal dan tes akhirnya masih rendah serta persentase N-gain keterampilan berpikir kritis pada pengembangan model pembelajaran Fisika Umum berbasis masalah dengan menggunakan lembar kerja mahasiswa berbasis masalah masih pada kategori sedang. Hal ini dimungkinkan karena mahasiswa belum pernah mengikuti pembelajaran seperti ini, mereka masih betul-betul awam dalam hal ini. Hal ini tampak jelas pada pertemuan pertama, mereka banyak yang bertanya apa maksud permasalahan yang sedang dihadapinya, bagaimana membuat hipotesis dan bagaimana prosedur kerja pemecahan masalahnya. Tetapi pada pertemuan selanjutnya mahasiswa sudah lebih terbiasa. Hal ini tampak jelas karena pada pertemuan selanjutnya mahasiswa sudah semakin sedikit bertanya dan sudah mulai bisa membuat hipotesis dan prosedur pemecahan masalah sehingga aktifitas belajar mereka semakin meningkat.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran Fisika Umum yang dikembangkan dengan menggunakan lembar kerja mahasiswa berbasis masalah dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis karena dengan pembelajaran ini, mahasiswa dituntut untuk membuat hipotesis sebelum melakukan penyelidikan lebih lanjut, memilih dan menuliskan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses eksperimen; menentukan variabel-variabel yang diamati; menjelaskan langkah-langkah eksperimen, membuat Gambar rancangan; menuliskan hasil pengamatan; menganalisis, dan membuat kesimpulan.

Hal ini didukung oleh Pembelajaran berbasis masalah dapat membantu siswa mengkonstruksi pengetahuan dan keterampilan berpikir kritis dibandingkan dengan pembelajaran tradisional Mitchell (dalam Tan, 2003). Oleh Hofstein & Mamlok-Naaman (2007) menyatakan bahwa kegiatan eksperimen di laboratorium dimaksudkan untuk melatih memecahkan masalah dan keterampilan berpikir kritis; kebiasaan berpikir ilmiah; memahami bagaimana sains dan ilmuwan bekerja; dan menumbuhkan minat dan motivasi. Hal ini didukung oleh Ünal & Özdemir (2013) yang mengatakan melalui lembar kerja berbasis masalah, mahasiswa menjadi lebih aktif, belajar memecahkan masalah otentik, membuat hipotesis sebelum melakukan eksperimen lebih lanjut dengan bimbingan dosen.

## KESIMPULAN

Penggunaan model pembelajaran berbasis masalah pada materi suhu dan kalor efektif meningkatkan keterampilan proses sains mahasiswa dan berada pada kategori sedang. Model pembelajaran berbasis masalah efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dalam kategori sedang.

## Ucapan Terima Kasih

Terimakasih yang tulus disampaikan kepada Dirjen Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana untuk mendukung pelaksanaan penelitian hibah bersaing ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arends, R., (2012). *Learning to Teach Ninth Edition*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Best, J. W & Kahn, J. V. (2006). *Research in Education*. Pearson Education Inc, Boston New York San Fransisco.
- Enyeneokpon, U. E. (2009). Determining The Effect of Problem-Based Learning Instructional Strategy on NCE Pre-Service Teachers' Achievement in Physics and Acquisition of Science Process Skills *European Scientific Journal*, 8(17) 102-113.
- Ernest, J. & Monroe, M. (2004). "The Effects of Environment-Based Education on Students' Critical Thinking". *Environmental Education Research.*, vol. 10, no. 4, pp. 507-522.
- Giancoli, D. C. (2001). *Physics: Principles with Applications*, Fifth Edition. New Jersey: Prentice Hall International.
- Harlen, W & Elstgeest, J. (1992), "UNESCO Source Book for Science Teaching in the Primary School", NBT, New Delhi.
- Hofstein, A. & Mamlok-Naaman, R. "The Laboratory in Science Education: The State of The Art," *Journal of Chemistry Education Research and Oractice*, vol. 8, no. 2, 105-107, 2007.
- Jones, D. (1996). *Critical Thinking in an Online Word*. [Online]. Available: <http://www.library.ucsb.edu/untangle/jones.html>.
- McLean, C. L. (2005). "Evaluating Critical Thinking Skills: Two Conceptualizations," *Journal of Distance Education Revue De L'éducation À Distance Spring/Printemps* vol.20, no. 2, pp.1-20, 2005.
- Meltzer, D. E. (2002). "The Relationship between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gain in Physics: A Possible Hidden Variable in Diagnostic Pretest Score". *Am.J.Phys.*70,(2),1259-1267.

- Schafersman, S., D. (1991). *Introduction to Critical Thinking*. [Online]. Available:: <http://www.freeinquiry.com/critical-thinking.html>.
- Tan, O. S. (2003). *Problem-based Learning Innovation*. Singapore: Thomson Learning.
- Ünal, C. & Özdemir, Ö. F. (2013). "A physics laboratory course designed using problem-based learning for prospective physics teachers," *European Journal of Science and Mathematics Education.*, vol. 1, no. 1, pp. 29-33.

## EFEKTIVITAS LEMBAR KERJA MAHASISWA BERBASIS MASALAH TERHADAP PENGUASAAN KONSEP

Sehat Simatupang\*; Juniar Hutahaean dan Togi Tampubolon

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Medan

\*Alamat korespondensi: simatorop15@gmail.com

**Abstrak.** Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas lembar kerja mahasiswa berbasis masalah terhadap penguasaan konsep mahasiswa. Penelitian dilakukan dengan metode *pre-experimental* dengan desain *one group pretest-posttest design*. Ujicoba terbatas dilakukan di Universitas Negeri Medan dengan mengambil sampel satu kelas yang menerapkan pembelajaran Praktikum Rangkaian listrik dengan menggunakan lembar kerja berbasis masalah. Jumlah sampel 28 orang yang mengontrak matakuliah Praktikum Rangkaian Listrik. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes pilihan berganda berjumlah 25 item. Berdasarkan hasil penelitian pada ujicoba terbatas dengan menerapkan model pembelajaran Praktikum Rangkaian Listrik dengan menggunakan lembar kerja mahasiswa berbasis masalah diperoleh bahwa efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa pada materi Arus Bolak Balik (*Alternating Current*) pada kategori sedang.

**Kata kunci:** praktikum rangkaian listrik, lembar kerja berbasis masalah, penguasaan konsep

### PENDAHULUAN

Pratikum berasal dari kata *praktik* yang artinya pelaksanaan secara nyata apa yang disebut dalam teori. Pratikum bagian dari pengajaran yang bertujuan agar siswa mendapat kesempatan untuk menguji dan melaksanakan di keadaan nyata, apa yang diperoleh dari teori dan pelajaran praktik. Melalui praktikum, peserta didik dapat memiliki banyak pengalaman, baik berupa pengamatan langsung atau bahkan melakukan percobaan sendiri dengan objek tertentu. Pengalaman praktikum sukar tergantikan oleh pembelajaran yang lain sebab dalam praktikum mahasiswa langsung mengalami sendiri, mengobservasi dan akhirnya menyimpulkan. Tidak diragukan lagi bahwa melalui pengalaman langsung (*first-hand experiences*), peserta didik dapat belajar lebih mudah dibandingkan dengan belajar melalui sumber sekunder, misalnya buku. Hal tersebut sangat sesuai dengan pendapat Bruner yang menyatakan bahwa anak belajar dengan pola *inactive* melalui perbuatan (*learning by doing*) akan dapat mentransfer ilmu pengetahuan yang dimilikinya pada berbagai situasi.

Kegiatan praktikum merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam pembelajaran sains khususnya fisika. Kılıç, *et al.*, (2011) mengatakan bahwa sejak pertengahan abad kesembilan belas, penggunaan laboratorium penting dilakukan dalam pembelajaran fisika dan sampai saat ini penggunaan laboratorium telah menjadi bagian yang tak terpisahkan dari sains. Pembelajaran fisika melalui kegiatan praktikum bertujuan untuk menguji prinsip-prinsip fisika dalam kehidupan sehari-hari dan memberikan perubahan perilaku yang diharapkan dari siswa dalam pengajaran fisika melalui aplikasi di lingkungan laboratorium (Akdeniz & Karamustafaoğlu, 2003). Pengalaman laboratorium dalam pembelajaran sains bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep dalam ilmu dan aplikasi, keterampilan ilmiah dan kemampuan pemecahan masalah, kebiasaan berpikir (*habits of mind*), pemahaman tentang bagaimana sains dan ilmuwan bekerja, menumbuhkan minat dan motivasi (Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007).

Kegiatan praktikum dimulai dari pendidikan dasar sampai dengan pendidikan tinggi, seperti halnya matakuliah Praktikum Rangkaian Listrik di tingkat perguruan tinggi. Praktikum Rangkaian Listrik termasuk salah satu matakuliah yang diwajibkan kepada seluruh mahasiswa jurusan fisika, baik prodi pendidikan dan non kependidikan FMIPA Unimed. Setelah mengikuti perkuliahan Praktikum Rangkaian Listrik diharapkan mahasiswa dapat menguasai konsep-konsep, prinsip-prinsip rangkaian listrik dan mampu menerapkannya ke dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi lewat proses praktikum.

Tujuan yang diharapkan ternyata tidak sesuai dengan yang diharapkan. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, mahasiswa menganggap bahwa kegiatan praktikum hanya sebagai pelengkap teori. Penilaian yang dilakukan pun tidak mengharuskan mereka untuk memahami lebih jauh tentang apa yang mereka lakukan di dalam laboratorium. Mereka tidak lagi memilih perolehan konsep lewat proses dalam praktikum. Mereka lebih cenderung memilih perolehan konsep dari kelas yang disampaikan secara langsung (ceramah). Keadaan ini berakibat praktikum (kegiatan laboratorium) sampai saat ini belum dapat memberikan kontribusi pada pembentukan sikap dan pengetahuan, khususnya pada penguasaan konsep. Kegiatan laboratorium selama ini mahasiswa lebih cenderung menggunakan struktur kognitif yang telah diisi konsep dari perkuliahan (teori). Mereka terbiasa menjalankan praktikum dengan terlebih dulu mengetahui hasilnya sebelum melakukannya. Hal ini akan menjadikan mahasiswa tidak terbiasa mencapai suatu penguasaan konsep dari suatu proses dan mengaplikasikan teori pada kenyataan yang dijumpai di alam.

Berdasarkan uraian di atas, perlu dikembangkan suatu pembelajaran praktikum yang dapat mengakomodasi proses pencapaian hasil yang hendak dicapai dan menarik sehingga mengajak

mahasiswa untuk lebih bersungguh-sungguh dalam melaksanakan praktikum, khususnya Praktikum Rangkaian Listrik.

Salah satu pembelajaran yang dapat diterapkan adalah dengan menggunakan model *ProblemBased Learning* (PBL). Model pembelajaran berbasis masalah merupakan salah satu model yang membentuk mahasiswa melakukan pemecahan masalah secara kreatif, aktif dan menghargai keragaman yang timbul selama proses pemecahan masalah dengan kata lain model pembelajaran berbasis masalah merupakan model pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi mahasiswa untuk belajar tentang keterampilan pemecahan masalah untuk memperoleh pengetahuan dan konsep esensial. Fogarty (1997) menyatakan bahwa PBL adalah suatu pendekatan pembelajaran dengan membuat konfrontasi kepada pembelajar (siswa/mahasiswa) dengan masalah-masalah praktis, berbentuk *ill-structured*, atau *open ended* melalui stimulus dalam belajar. Tan (2003) menyatakan bahwa pendidikan di abad XXI berkaitan dengan masalah dunia nyata sehingga PBL relevan untuk diterapkan.

**METODE**

Penelitian dilakukan dengan metode *pre-experimental* dengan desain *one group pretest-posttest design*. Ujicoba terbatas dilakukan di Universitas Negeri Medan dengan mengambil sampel satu kelas yang menerapkan pembelajaran Praktikum Rangkaian listrik dengan menggunakan lembar kerja berbasis masalah. Jumlah sampel 28 orang yang mengontrak matakuliah Praktikum Rangkaian Listrik. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes pilihan berganda berjumlah 25 item pada materi Arus Bolak Balik (*Alternating Current*). Adapun desain *one group pretest post-test* ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Desain One Group Pretest Postet-test

| Kelas      | Pretest | Perlakuan | Postet-test |
|------------|---------|-----------|-------------|
| Eksperimen | O       | X         | O           |

Keterangan: O = Pretest postet-test; X = Perlakuan dengan penerapan model pembelajaran berbasis masalah

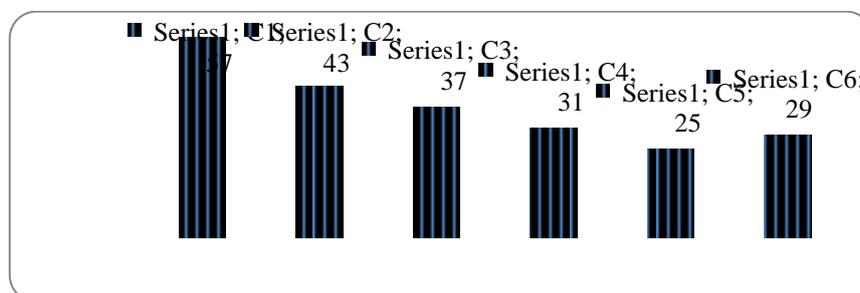
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Peningkatan penguasaan konsep mahasiswa dinyatakan dalam persentase skor *gain* yang dinormalisasi (*N-gain*). Rerata skor tes awal, tes akhir dan % *N-gain* penguasaan konsep pada topik Arus Bolak Balik ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 3 tampak bahwa % *N-gain* kognisi pada topik Arus Searah sebesar 32% berada pada kategori sedang. Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa penerapan model pembelajaran Praktikum Rangkaian Listrik dapat meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa.

**Tabel 2.** Perbandingan Rerata Nilai Tes Awal, Tes Akhir dan % *N-gain* Penguasaan Konsep

| Topik                 | Rerata Nilai Tes Awal | Rerata Nilai Tes Akhir | <i>N-gain</i> (%) | Kategori |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|----------|
| Arus Bolak Balik (AC) | 24,57                 | 52,43                  | 36                | sedang   |

Peningkatan % *N-gain* penguasaan konsep yang dijabarkan berdasarkan indikator setiap komponennya, meliputi mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5) dan mencipta (C6). Perbandingan % *N-gain* penguasaan konsep ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Perbandingan N-gain Penguasaan Konsep berdasarkan Indikator

Peningkatan penguasaan konsep mahasiswa termasuk kategori sedang. Walaupun demikian, jika ditinjau peningkatan % *N-gain* penguasaan konsep per indikator terdapat perbedaan kategori. Untuk indikaotr mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), dan menganalisis (C4), termasuk kategori sedang sedangkan pada komponen mengevaluasi (C5) dan mencipta (C6) pada kategori rendah. Persentase *N-gain* penguasaan konsep mahasiswa untuk indikator C1-C4 lebih tinggi daripada indikator

C5-C6. Hal ini karena kegiatan mengevaluasi dan mencipta lebih sulit bila dibandingkan dengan kegiatan untuk mengingat, memahami, mengaplikasikan dan menganalisis.

Penguasaan konsep mahasiswa dapat ditingkatkan dengan melakukan kegiatan pemecahan masalah secara berkelompok (Bormann, 2012). Hal ini didukung oleh Hofstein & Mamlok-Naaman (2007) menyatakan bahwa eksperimen di laboratorium dimaksudkan untuk meningkatkan penguasaan konsep dalam sains dan aplikasinya; kemampuan memecahkan masalah dan keterampilan-keterampilan ilmiah; kebiasaan berpikir ilmiah; memahami bagaimana sains dan ilmuwan bekerja; dan menumbuhkan minat dan motivasi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan-temuan yang telah dilaporkan sebelumnya bahwa melalui pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan penguasaan konsep (Duch *et al.*, 2001; Akinoglu & Tandogan, 2007). Pada tahap mengorientasi pada masalah mahasiswa dalam kelompok diberi masalah, pemberian masalah ini akan membangkitkan keingintahuan mahasiswa dan memotivasinya untuk bisa memecahkan masalah sehingga penguasaan konsepnya juga akan meningkat (Fogarty, 1997). Menurut Tan (2003), bukti-bukti menyarankan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan transfer konsep kepada situasi baru, integrasi konsep, minat belajar intrinsik, dan keterampilan belajar. Sementara itu, Mitchell (dalam Tan, 2003) mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat membantu siswa mengkonstruksi pengetahuan dan keterampilan penalaran dibandingkan dengan pembelajaran tradisional. Proses pengkonstruksian pengetahuan melalui interaksi sosial dengan teman lain merupakan hal yang potensial untuk memperkaya perkembangan intelektual siswa (Ibrahim dan Nur, 2004).

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah bahwa berdasarkan hasil uji coba terbatas diperoleh bahwa model Praktikum Rangkaian Listrik dengan menggunakan lembar kerja mahasiswa berbasis masalah dapat meningkatkan penguasaan konsep dalam kategori sedang.

## Ucapan Terima Kasih

Terimakasih yang tulus disampaikan kepada Dirjen Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana untuk mendukung pelaksanaan penelitian hibah bersaing ini dengan surat perjanjian penelitian bernomor 016A/UN33.8/KU/2015.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akdeniz, A.R. & Karamustafaoglu, O. (2003). Difficulties Encountered in Teaching Physics. *Journal of Turkish Educational Sciences*, 2, 265–274.
- Akinoglu, O. & Tandogan, R.O. (2007). Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students' Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Educatio*, 3 (1), 71-81.
- Bormann, T. (2008). Laboratory education in New Zealand. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4, 327–335.
- Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen., D. E. (2001). *The Power of Problem-based Learning*. Virginia: Stylus Publishing, LLC.
- Fogarty, R. 1997. Problem-based learning and other curriculum models for the multiple intelligences classroom. Arlington Heights, Illionis: Sky Light.
- Hofstein, A. & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The State of the Art *Journal The Royal Society of Chemistry Education Research and Practice*, 8 (2), 105-107 .
- Ibrahim, M. dan Nur, M. (2004). *Pengajaran Berbasis Masalah*, Surabaya: University Press.
- Kılıç, D.S., Emsen, P. & Soran, H. (2011). Behavioral Intention Towards Laboratory Applications in Science Teaching. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 28, 416–420.
- Tan, O.S. (2003). *Problem Based Learning Innovation. Using Problem to Power Learning in the 21st Century*. Singapore: Cengage Learning Asia Pte. Ltd.

**EKSPLOITASI KESULITAN BELAJAR MAHASISWA DENGAN PEMBELAJARAN *GUIDED INQUIRY*****Betty Marisi Turnip**Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Medan  
Email: ibeth.toernip@gmail.com

**Abstrak.** Penelitian ini dilatar-belakangi dengan hasil belajar mahasiswa yang rendah, khususnya dalam perkuliahan Fisika Umum. Salah satu penyebab rendahnya hasil belajar mahasiswa karena sulitnya belajar fisika. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diterapkan model pembelajaran *guided inquiry* yang bertujuan untuk mengeksplorasi kesulitan belajar mahasiswa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuasi-eksperimen dengan *pretest-posttest control group design*. Sampel penelitian adalah mahasiswa yang mengontrak matakuliah Fisika Umum I di Universitas Negeri Medan semester ganjil yang terdiri dari dua kelas yang ditentukan secara *cluster random sampling*. Satu kelas sebagai kelompok eksperimen berjumlah 42 orang dengan menerapkan model pembelajaran *guided inquiry* dan satu kelas yang lain sebagai kelompok kontrol yang berjumlah 26 orang dengan menerapkan pembelajaran konvensional. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa dengan menerapkan pembelajaran *guided inquiry* persentase kesulitan belajar mahasiswa pada matakuliah Fisik a Umum I berkurang tiap pertemuan, dengan kata lain bahwa dengan menerapkan model pembelajaran *guided inquiry* dapat mengurangi kesulitan belajar mahasiswa.

**Kata kunci:** model pembelajaran *guide inquiry*, kesulitan belajar, Kinematika dan Dinamika Partikel

**PENDAHULUAN**

Dalam upaya untuk meningkatkan mutu pendidikan khususnya mata pelajaran fisika, baik pada tingkat pendidikan dasar sampai dengan pendidikan tinggi, para pendidik/guru/dosen dituntut untuk selalu meningkatkan diri baik dalam pengetahuan fisika maupun pengelolaan proses belajar mengajar. Hal ini dimaksudkan agar para peserta didik dapat mempelajari fisika dengan baik dan benar sehingga mereka mampu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Fisika merupakan bagian dari sains yang mempelajari fenomena dan gejala alam secara empiris, logis, sistematis dan rasional yang melibatkan proses dan sikap ilmiah. Ketika belajar fisika, siswa akan dikenalkan tentang produk fisika berupa materi, konsep, asas, teori, prinsip dan hukum-hukum fisika. Siswa juga akan diajarkan untuk bereksperimen di dalam laboratorium atau di luar laboratorium sebagai proses ilmiah untuk memahami berbagai pokok bahasan dalam fisika. Hal yang juga dikembangkan selama berlangsungnya proses belajar mengajar fisika adalah sikap ilmiah seperti jujur, obyektif, rasional, skeptis, kritis, dan sebagainya. Ciri khas dari pelajaran fisika adalah penggabungan antara sains dan logika. Pembelajaran fisika hendaknya mengedepankan pada logika yang berbasis pada fenomena nyata. Ciri khas inilah yang menyebabkan pembelajaran fisika seolah-olah menjadi pelajaran yang sulit. Hingga saat ini sebagian besar siswa masih memiliki pandangan yang sama bahwa pelajaran fisika pelajaran sulit, bahkan cenderung menjemukan.

Kesulitan belajar merupakan salah satu gejala dalam proses belajar yang ditandai dengan berbagai tingkah laku yang berlatar belakang dalam diri maupun di luar diri peserta didik (Zakir, 2007). Kesulitan belajar merupakan salah satu gejala dalam proses belajar yang ditandai dengan berbagai tingkah laku yang berlatar belakang dalam diri maupun di luar diri si pembelajar (dalam hal ini siswa). Beberapa tingkah laku tersebut antara lain: menunjukkan hasil belajar yang rendah; hasil yang dicapai tidak seimbang dengan usaha yang telah dilakukan; lambat dalam melakukan tugas-tugas kegiatan belajar; menunjukkan sikap-sikap yang kurang wajar; menunjukkan tingkah laku yang berkelainan, seperti membolos, datang terlambat, tidak mengerjakan pekerjaan rumah (PR), mengganggu di dalam atau di luar kelas, dan sebagainya serta menunjukkan gejala emosional yang kurang wajar.

Siswa sering mengalami kesulitan dalam belajar fisika terutama saat memahami konsep-konsep fisika (Arief, dkk., 2012), menyelesaikan soal-soal (Arief, dkk., 2012), memecahkan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari, dan berkonsentrasi untuk belajar. Salah satu faktor penyebab sulitnya belajar fisika berasal dari faktor internal. Faktor internal tersebut adalah pola belajar yang bersifat hafalan belaka, bertahan pada pola pikir intuitif, menerapkan pengetahuan sehari-hari mereka dalam kasus-kasus yang bersifat ilmiah, bertahan dengan miskonsepsi-miskonsepsi yang dibawanya sejak duduk di bangku pendidikan yang lebih rendah bahkan yang telah bercokol di otaknya sejak masa kanak-kanak. Pola-pola pikir tersebut sering memperkuat miskonsepsi dan bahkan akan menimbulkan miskonsepsi baru.

Fisika Umum I adalah mata kuliah wajib diikuti oleh semua mahasiswa S1 dari semua prodi yang ada di FMIPA. Fisika Umum diperlukan oleh sains untuk meningkatkan daya prediksi ilmu tersebut dan merupakan sesuatu yang imperatif karena merupakan sarana untuk meningkatkan penalaran lebih jauh yang bersifat deduktif. Di samping itu, matakuliah Fisika Umum I sebagai syarat untuk mengikuti fisika

lanjut bagi mahasiswa prodi fisika. Kenyataan menunjukkan bahwa matakuliah Fisika Umum I pada umumnya kurang disenangi oleh mahasiswa FMIPA, karena dirasakan sulit untuk memahaminya. Sulitnya belajar Fisika Umum karena membutuhkan matematika yang rumit (Nashon, dalam Campbell, 2007); materi yang terlalu banyak, bergantung pada buku teks, abstrak dan kompleks (Sheppard dan Robin, dalam Campbell, 2007); dan materinya bersifat abstrak, membutuhkan kegiatan laboratorium (Heller dan Heller, 1999).

Sulitnya belajar Fisika Umum ini dibuktikan dengan hasil belajarnya yang rendah. Berdasarkan pengalaman peneliti, beberapa sebab rendahnya hasil belajar Fisika Umum I khususnya pada materi Kinematika dan Dinamika Partikel sebagai berikut. (1) Mahasiswa kurang memahami manfaat belajar matakuliah Fisika Umum I. (2) Cara belajar mahasiswa masih seperti belajar di Sekolah Menengah, yaitu mengacu pada keterampilan menyelesaikan soal-soal yang lebih menekankan penggunaan rumus matematis tanpa didukung oleh penguasaan atau memahami konsep secara mantap. (3) Strategi pembelajaran cenderung menggunakan alur memberikan informasi-memberikan contoh-contoh soal-latihan soal pekerjaan rumah dengan dominan menggunakan metode ceramah. (4) Permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari sangat jarang disajikan kepada mahasiswa padahal materi Fisika Umum I sangat erat berkaitan dengan kehidupan sehari-hari (5) Mahasiswa kurang mampu belajar mandiri.

Dalam rangka mengatasi kesulitan-kesulitan yang dialami siswa dalam belajar fisika diperlukan suatu pembelajaran yang dapat merubah pola pikir siswa dari sifat pasif ke sifat aktif yaitu pembelajaran dengan inkuiri terbimbing (*guided inquiry*). Inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) yaitu suatu pembelajaran inkuiri yang dalam pelaksanaannya dosen menyediakan bimbingan atau petunjuk cukup luas kepada mahasiswa (Kuhlthau, *et al.*, 2009; 2007). Dalam pembelajaran ini, siswa akan mengkonstruksi pengetahuannya melalui penyelidikan ilmiah, lebih mudah menemukan dan memahami pemecahan konsep-konsep yang sulit jika mereka saling mendiskusikan masalah yang dihadapinya dengan temannya.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuasi-eksperimen dengan *pretest-posttest control group design*. Sampel penelitian adalah mahasiswa yang mengontrak matakuliah Fisika Umum I di Universitas Negeri Medan semester ganjil yang terdiri dari dua kelas yang ditentukan secara *cluster random sampling*. Satu kelas sebagai kelompok eksperimen berjumlah 42 orang dengan menerapkan model pembelajaran *guided inquiry* dan satu kelas yang lain sebagai kelompok kontrol yang berjumlah 26 orang dengan menerapkan pembelajaran konvensional. Adapun desain *one group pretest post-test* ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Desain *One Group Pretest Postet-test*

| Kelas      | Pretest | Perlakuan      | Postet-test |
|------------|---------|----------------|-------------|
| Eksperimen | O       | X <sub>1</sub> | O           |
| Kontrol    | O       | X <sub>2</sub> | O           |

Keterangan: O = Pretest postet-test; X<sub>1</sub> = Perlakuan dengan penerapan model pembelajaran *guided inquiry*; X<sub>2</sub> = Penerapan pembelajaran konvensional

Adapun indikator kesulitan belajar yang dikembangkan dalam penelitian ini dalam hal menulis, memahami bacaan, menerapkan rumus matematis, memecahkan masalah dan memberi perhatian (Aro & Aheren., 2011). Instrumen yang menggali kesulitan belajar mahasiswa berbentuk angket dengan menggunakan skala Likert yang terdiri dari 40 pernyataan yang terdiri dari enam aspek kesulitan belajar seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Aspek Kesulitan Belajar

| Aspek Kesulitan Belajar        | Jumlah Pernyataan |
|--------------------------------|-------------------|
| membaca                        | 4                 |
| menulis                        | 6                 |
| memahami                       | 9                 |
| menerapkan persamaan matematis | 4                 |
| memecahkan masalah             | 6                 |
| memberi perhatian              | 11                |
| Total                          | 40                |

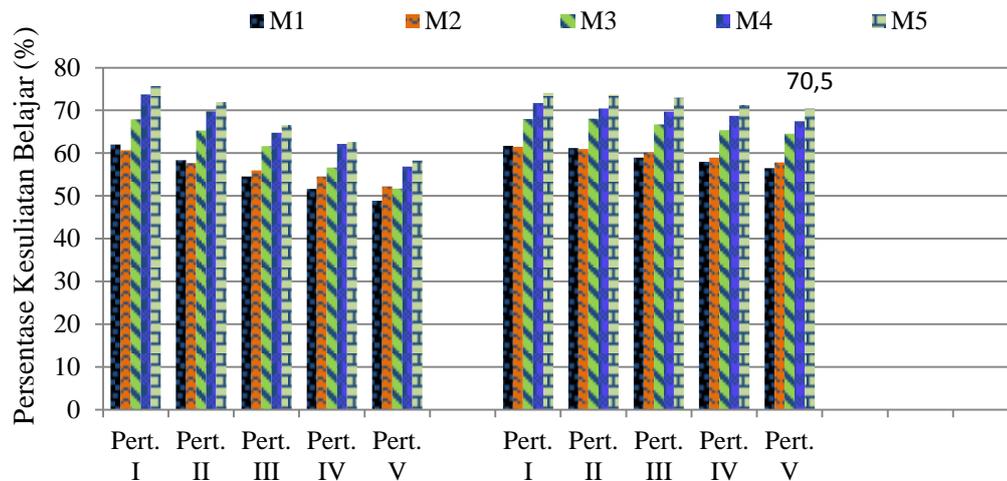
Adapun fase-fase dalam model pembelajaran inkuiri terbimbing dengan fase-fase: *open* (membuka), *immerse* (menanamkan), *explore* (menyelidiki), *explore* (menyelidiki), *identify* (mengidentifikasi), *gather* (mengumpulkan), *create and share* (kreasi dan berbagi) dan *Evaluate* (evaluasi) (Kuhlthau, *et al.*, 2012).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil penelitian, dengan memberikan angket kesulitan belajar fisika kepada 68 mahasiswa untuk lima kali pertemuan pada materi Kinematika dan Dinamika Partikel didapat hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 1.

**Tabel 3.** Penurunan Persentase Kesulitan Belajar Berdasarkan Aspek-aspeknya pada Kelas Eksperimen dan kelas Kontrol.

| No | Aspek kesulitan belajar             | Pertemuan I (%) |       | Pertemuan II (%) |       | Pertemuan III (%) |       | Pertemuan IV (%) |       | Pertemuan V (%) |       |
|----|-------------------------------------|-----------------|-------|------------------|-------|-------------------|-------|------------------|-------|-----------------|-------|
|    |                                     | Eks.            | Kont. | Eks.             | Kont. | Eks.              | Kont. | Eks.             | Kont. | Eks.            | Kont. |
| 1  | Membaca (M1)                        | 62,04           | 61,75 | 58,38            | 61,25 | 54,57             | 59,00 | 51,68            | 58,00 | 48,93           | 56,50 |
| 2  | Menulis (M2)                        | 60,67           | 61,50 | 57,72            | 61,00 | 56,00             | 60,17 | 54,57            | 59,00 | 52,24           | 57,83 |
| 3  | Memahami (M3)                       | 67,95           | 68,00 | 65,31            | 68,11 | 61,65             | 66,78 | 56,64            | 65,44 | 51,76           | 64,56 |
| 4  | Menerapkan persamaan matematis (M4) | 73,78           | 71,75 | 69,82            | 70,50 | 64,79             | 69,75 | 62,20            | 68,75 | 56,86           | 67,50 |
| 5  | Memecahkan permasalahan (M5)        | 75,73           | 74,17 | 71,97            | 73,67 | 66,61             | 73,00 | 62,64            | 71,33 | 58,28           | 70,50 |
| 6  | Memberi perhatian (M6)              | 72,33           | 71,91 | 70,01            | 69,91 | 63,44             | 68,64 | 58,14            | 67,00 | 48,11           | 66,18 |



**Gambar 1.** Penurunan Persentase Kesulitan Belajar Berdasarkan Aspek-aspeknya pada Kelas Eksperimen dan kelas Kontrol (M1=membaca; M2=menulis; M3=memahami; M4=menggunakan persamaan matematis; M5=memecahkan masalah; dan M6=memberi perhatian)

Persentase yang mengalami kesulitan dan yang tidak mengalami kesulitan belajar fisika pada kelas eksperimen ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Persentase yang Mengalami Kesulitan dan yang Tidak Mengalami Kesulitan Belajar Fisika pada Kelas Eksperimen.

| Pertemuan | Kesulitan Belajar | M1 (%) | M2 (%) | M3 (%) | M4 (%) | M5 (%) | M6 (%) |
|-----------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| I         | Kesulitan         | 62,04  | 60,67  | 67,95  | 73,78  | 75,73  | 72,33  |
|           | Tidak kesulitan   | 37,96  | 39,33  | 32,05  | 26,62  | 24,27  | 27,77  |
| II        | Kesulitan         | 58,38  | 57,72  | 65,31  | 69,82  | 71,97  | 70,01  |
|           | Tidak             | 41,62  | 42,28  | 34,69  | 30,18  | 28,03  | 29,99  |

|     |                 |       |       |       |       |       |       |
|-----|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|     | kesulitan       |       |       |       |       |       |       |
| III | Kesulitan       | 54,57 | 56,00 | 61,65 | 64,79 | 66,61 | 63,44 |
|     | Tidak kesulitan | 45,43 | 44,00 | 38,35 | 35,21 | 33,39 | 36,56 |
| IV  | Kesulitan       | 51,68 | 54,57 | 56,64 | 62,20 | 62,64 | 58,14 |
|     | Tidak kesulitan | 48,32 | 45,43 | 43,36 | 37,80 | 37,76 | 41,86 |
| V   | Kesulitan       | 48,93 | 52,24 | 51,76 | 56,86 | 58,28 | 48,11 |
|     | Tidak kesulitan | 51,07 | 47,76 | 48,24 | 43,14 | 41,72 | 51,89 |

Persentase yang mengalami kesulitan dan yang tidak mengalami kesulitan belajar fisika pada kelas kontrol ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Persentase yang Mengalami Kesulitan Belajar dan yang Persentasi yang Tidak Mengalami Kesulitan Belajar Fisika pada Kelas Kontrol

| Pertemuan | Kesulitan Belajar | M1 (%) | M2 (%) | M3 (%) | M4 (%) | M5 (%) | M6 (%) |
|-----------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| I         | Kesulitan         | 61,75  | 61,50  | 68,00  | 71,75  | 74,17  | 71,91  |
|           | Tidak kesulitan   | 38,25  | 38,50  | 32,00  | 68,25  | 25,83  | 28,09  |
| II        | Kesulitan         | 61,25  | 61,00  | 68,11  | 70,50  | 73,67  | 69,91  |
|           | Tidak kesulitan   | 38,75  | 39,00  | 31,89  | 29,50  | 26,33  | 30,89  |
| III       | Kesulitan         | 59,00  | 60,17  | 66,78  | 69,75  | 73,00  | 68,64  |
|           | Tidak kesulitan   | 41,00  | 39,83  | 33,22  | 30,25  | 27,00  | 31,36  |
| IV        | Kesulitan         | 58,00  | 59,00  | 65,44  | 68,75  | 71,33  | 67,00  |
|           | Tidak kesulitan   | 42,00  | 41,00  | 34,56  | 31,25  | 28,67  | 33,00  |
| V         | Kesulitan         | 56,50  | 57,83  | 64,56  | 67,50  | 70,50  | 66,18  |
|           | Tidak kesulitan   | 43,50  | 42,17  | 35,44  | 32,50  | 29,50  | 31,82  |

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5 di setiap pertemuannya, terdapat persentase penurunan kesulitan belajar. Pertemuan I, pada kelas eksperimen untuk kesulitan belajar pada aspek membaca sebesar 62,04% maka mahasiswa mengalami kesulitan dalam aspek membaca, sebanyak 38,25%, begitu juga untuk pertemuan selanjutnya. Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa persentase penurunana kesulitan belajar pada kelas pada kelas eksperimen yang menerapkan pembelajaran *guided inquiry* lebih besar jika dibandingkan dengan kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran konvensional. Atau dengan kata lain bahwa pembelajaran *guided inquiry* lebih baik dalam mengeksplorasi kesulitan belajar fisika dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Hal ini sesuai dengan Turnip dan Simanjuntak (2015) dan Wijayanti, dkk.,(2010).

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5, baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol, persentase kesulitan belajar yang paling tinggi terjadi pada aspek memecahkan masalah, masing-masing sebesar 75,73% dan 74,17%. Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5, baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol, persentase kesulitan belajar yang paling rendah terjadi pada aspek menulis, masing-masing sebesar 60,67% dan 61,50%. Hal ini dimungkinkan karena kegiatan ini sudah terbiasa dilakukan mereka saat mereka di tingkat menengah saat pada belajar IPA di tingkat SMA saat belajar fisika.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa umumnya mahasiswa kesulitan belajar dalam hal memecahkan masalah. Hal ini dimungkinkan karena mahasiswa sebelumnya belum terbiasa memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, mereka biasanya hanya menyelesaikan soal-soal yang penekanannya lebih ke penggunaan persamaan matematis dalam menyelesaikannya. Hal ini didukung oleh Samudra, dkk., (2014) yang menyatakan bahwa siswa mengalami kesulitan belajar karena (1) siswa tidak menyukai pelajaran fisika karena tidak menyukai guru fisika; (2) siswa menganggap fisika sebagai pelajaran yang sulit dipahami karena menghafal dan banyak mengandung unsur matematis; (3) siswa menganggap fisika perlu untuk dipelajari, namun siswa belum memahami kegunaannya; (4) siswa mengharapkan pembelajaran fisika yang simpel dan kontekstual; (5) metode ceramah masih dominan digunakan dalam pembelajaran di kelas; (6) metode ceramah bukan merupakan metode yang membosankan bagi siswa; (7) siswa tidak menyukai guru yang tidak memperhatikan siswa; (8) siswa memerlukan guru dalam belajar fisika; (9) prestasi fisika bukan

merupakan prestasi yang membanggakan; (10) siswa merasa kurang berbakat belajar fisika namun berminat dan termotivasi belajar fisika; (11) fasilitas belajar sudah cukup untuk menunjang pembelajaran fisika; dan (12) secara umum siswa diperhatikan oleh orang tuanya dalam belajar dan siswa ingin diperhatikan orang tua dalam belajar.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut: 1). Persentase kesulitan belajar, baik di kelas eksperimen maupun kelas kontrol, yang paling tinggi terjadi pada aspek memecahkan masalah. 2). Persentase kesulitan belajar, baik di kelas eksperimen maupun kelas kontrol, yang paling tinggi terjadi pada aspek menulis. 3. Persentase penurunan kesulitan belajar pada kelas pada kelas eksperimen yang menerapkan pembelajaran *guided inquiry* lebih besar jika dibandingkan dengan kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran konvensional. Atau dengan kata lain bahwa pembelajaran *guided inquiry* lebih baik dalam mengeksplorasi kesulitan belajar fisika dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

## Ucapan Terima Kasih

Terimakasih yang tulus disampaikan kepada Dirjen Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana untuk mendukung pelaksanaan penelitian fundamental ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M.K., Handayani, L. dan Dwijananti, P. (2012), Identifikasi Kesulitan Belajar pada Siswa RSBI: Sudi Kasus di RSMABI se-Kota Semarang, *Unnes Physics Educational Journal*, UPEJ 1 (2), 5-10.
- Aro, T. & Aheren, T. (2011). *Assessment of Learning Dissabilities Cooperation between Teacher, Psychologist and Parents*, African Edition.
- Campbell, J. (2007). "Using Metacogs to Collaborate with Students to Improve Teaching and Learning in Physics". Tersedia <http://www.ccfi.educ.ubc.ca/publication/insight/v11n02/articles/campbell.html>
- Kuhlthau, C. C., Maniotes, L. K & Caspari, A. K. (2012). *Guided Inquiry Design: a Framework for Inquiry in You're School*. ABC-CLIO: California.
- Kuhlthau, C. C., Maniotes, L. K & Caspari, A. K. (2007). *Guided Inquiry Learning in the 21<sup>st</sup> Century*. Libraries Unlimited Westport Connecticut. London.
- Heller, K., & Heller, P. (1999). *Problem-Solving Labs*. Introductory Physics I Mechanics. Cooperative Group Problem-Solving in Physics.
- Samudra, G.B., Suastra, I.W. dan Suma, K. (2014). Permasalahan-Permasalahan yang Dihadapi Siswa SMA di Kota Singaraja dalam Mempelajari Fisika, *e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi IPA*, vol. 4, 1-7.
- Turrnip, B. M. dan Simanjuntak, M. P. (2015a). Desain Model *Guided Inquiry* untuk Eksplorasi Kesulitan Belajar dan Pengaruhnya terhadap Hasil Belajar serta Keterampilan Pemecahan Masalah, *Jurnal on line INPAFI*, 3(2), 1-8.
- Wijayanti, P. I., Mosik, dan Hindarto, N. (2010). Eksplorasi Kesulitan Belajar Siswa pada Pokok Bahasan Cahaya dan Upaya Peningkatan Hasil Belajar Melalui Pembelajaran Inkuiri Terbimbing, *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 6 (1-5) ISSN: 1693-1246.
- Zakir, S. 2007. Usaha Guru dalam Mengatasi Anak yang Bermasalah dalam Belajar. <http://manzaku.blogspot.com/2007/09/mengatasi-masalah-belajar.html>.

## IMPROVING STUDENTS' SPEAKING ABILITY THROUGH DIRECT METHOD ON GRADE X-3<sup>th</sup> AT SMA. St.MARIA TARUTUNG

Elfina Sipayung

SMA. St. Maria, Tarutung, Jalan D.I. Panjaitan No. 39  
Alamat Korespondensi: Elfinspy@gmail.com

**Abstract.** *Speaking is a productive skill which have to be acquired by students from the low up to the high level. The objective of this research is to improve the students' speaking ability through direct method. The writer used quantitative and qualitative research method. This research is classroom action reseach and the writer used three cycles in order to achieve the standard minimum (KKM). There were two kind of data on this research namely qualitative and quantitative. Qualitative data showed that students' interest in speaking beacause they can speak naturally and spontaneously in teaching and learning process. Quantitative data showed us the improvement from the first up to the last test, the improvement occurred continuously. It can be seen from the students' mean score and percentage students who got  $\geq 75$ . The mean in the first (observation) test is 59 and percentage who got  $\geq 75$  is 0%. The mean in cycle-I is 71,83 and percentage who got  $\geq 75$  is 60%. The mean in cycle-II is 76,36 and percentage who got  $\geq 75$  is 70%. The mean in cycle-III is 79,36 and percentage who got  $\geq 75$  is 80%. It describes us that there is an improvement on students achievement by implementing direct method.*

**Kata kunci:** *Speaking, Ability, Direct Method*

### INTRODUCTION

In the beginning of the baby was born, they start to speak. It means that, speaking is the first language skill which is learnt by the babies. Speaking is a language skill that is very important. The first skill that has to be mastered by people is speaking. Speaking and writing are productive skill. It involves producing the language rather than receiving it. In speaking, people will produce spoken language while in writing will produce written language. The significance of speaking is that speaking is the most simple macro skill in language mastery. In order to communicate to each other, people do not need to master all of the grammar in speaking. It is enough to know the basic of grammar. It becomes the easiest way to communicate as well. To express the idea is the last significance of speaking. Some expressions can be shared by speaking. Laughing, crying or angry, they can be expressed easily in speaking.

Many factors that influenced the ability of speaking, the internal factor and the external factor. Students' interest, motivation and knowledge are the internal factor. Lack of speaking can be caused by their lack of knowledge or there is not any idea toward the material being tough, and also the techniques or methods are used not interesting for the students. Those cases are very influence the students learning achievement. In most conversation, the world flows with just the least of mental urge. People think about what to say, who they are talking to, where they are, and they also need to know how many times to talk. So, focusing on their accuracy and fluency is the main learning process to get developing of the students in their speaking performance.

People start to learn English at the early age, in Indonesia. English already taught in elementary school or even in the kindergarten, in curriculum. Unfortunately, children, who already learn English in their school, have a same problem in speaking. For example, students at senior high school at St. Maria Tarutung Grade IX-3 sometimes face many problems in learning English specially in speaking, for example the students are shy to speak, low motivation, less self confidence, afraid of making mistakes, sometimes are reluctant to speak English, and the students look confuse if the teacher used English in teaching and learning process. It happens because they do not know what their aims to speak, so their speaking grows slowly and also states that many students who wants to speak to the other usually face some troubles such as cannot produce their ideas, arguments or feelings.

The researcher have been trying some methods, strategies and techniques in teaching English to make the students easy to understand the language and applied it in their life. One of the ways in teaching English is using strategy as apart that cannot separate in education. Strategy refers to a plan of action designed to achieve a particular goal. Based on the reasons above, the solution that the researcher offers is to apply direct method in teaching to improve students' speaking skill. By using this kind of method, students will consider that it is easier to get an idea without thinking about grammar. Teacher will use some pictures that telling or illustrating someone, something or somewhere by using direct method. It will guide students to explore and to generate idea to speak.

The direct method, which arrived at the end of the ninetieth century, was the product of reform movement which was reacting to the restrictions of grammar translation. Translation was abandoned in favors of the teacher and the students speaking together, relating the grammatical forms they were studying to objects and pictures, etc. in order to establish their meaning. The sentence was still the main object of interest, and accuracy was all important. The direct method has one basic rule and that is that no translation is allowed. The meaning of the name, Direct Method, comes from the fact that meaning is to

be conveyed directly into the second language through demonstration and visual aids. Based on the principles, it uses the way how most people have traditionally acquired languages in early stages. It means that it is a must to use the target language in presenting the new vocabulary and in communication, and the teacher must use the pictures, gestures, realia or by using the target language that is familiar to the students in explaining the new words. In other words the Direct Method is regarded effective in teaching English speaking. Therefore, in this article the researcher would like to identify the use of the Direct Method in teaching vocabulary in order to know its effectiveness in teaching speaking in the language course.

There are some methods in teaching. Anthony in Richards and Rogers (2001 : 14) described that a method is an overall plan for the orderly presentation of language material, no part of which contradicts, and all of which is based upon, the selected approach. An approach is axiomatic, a method is procedural. One of the method called Direct Method. The direct method is a radical change from Grammar-Translation Method by the use of the target language as a means of instruction and communication in the language classroom, and by the avoidance of the use of the first language and of translation as a technique. It is a shift from literary language to the spoken everyday language as the object of early instruction. In this method, the learning of languages was viewed as analogous to the first language acquisition, and the learning process involved were often interpreted in terms of an association's psychology.

Richards and Rodgers in Brown (2001) stated the principles of Direct Method as follow: Classroom was conducted exclusively in the target language; Only everyday vocabulary and sentences were taught; Oral communication skills has build in a carefully graded progression organized around question and answer exchanges between teachers and students in small, intensive class; Grammar was taught inductively; New teaching points were introduced orally; Concrete vocabulary was taught through demonstration, objects, and pictures, whereas abstract vocabulary was taught by association of ideas; Both speech and listening comprehension were taught; and Correct pronunciation and grammar were emphasizes.

The direct method is the learning of language in relevant setting. The direct method of teaching, sometimes called the natural method and often used in teaching foreign languages, the method refrains from using the learners' native language and uses only the target language. The main purpose of direct method is mastery of foreign language orally so learner able to communicate English language. To reach this purpose, learners had given exercises to understand words and sentences with meaning although demonstration, shows, actions, also mime.

In the Direct Method, language is learned for communication, as Larsen-Freeman (2000) states language is primarily speech. Classroom instruction and classroom activities are carried out in the target language; therefore, students are actively involved in using the target language. Conversational activities hold an important place in this method. Through using language in real contexts, students stand a better chance of thinking, and speaking in the target language. Similarly, Stern (1991) points out that the Direct Method is characterized by the use of the target language as a means of instruction and communication in the language classroom, and by the avoidance of the use of the first language and of translation as a technique. These principles are seen in the following guidelines for teaching oral language, which are concluded as follows: 1. Never translate: demonstrate, 2. Never explain: act, 3. Never make a speech: ask questions, 4. Never imitate mistakes: correct, 5. Never speak with single words: use sentences, 6. Never speak too much: make students speak much, 7. Never use the book: use your lesson plan, 8. Never jump around: follow your plan, 9. Never go too fast: keep the pace of the student, 10. Never speak too slowly: speak normally, 11. Never speak too quickly: speak naturally, 12. Never speak too loudly: speak naturally, 13. Never be impatient: take it easy.

Norland and Terry (2006) describe how to apply Direct Method in teaching as follow: The teacher shows a set of pictures that often portray life in the country of the target language; The teacher describes the picture in the target language; The teacher asks questions in the target language about the picture; Students answer the questions as best they can using the target language. Pronunciation is corrected, but grammatical structure is not; Students may also read a passage in the target language; The teacher asks questions in the target language about the reading; and Students answer questions as best they can using the target language.

From the explanations above, there are some benefits in using Direct Method in teaching at language course, for examples, students always give attention, students know much of words, students can have pronunciation like native speaker, learners often try on the conversation, especially topics which have teaching in the classroom and this method has principles which can be used by private schools which have few lessons and students

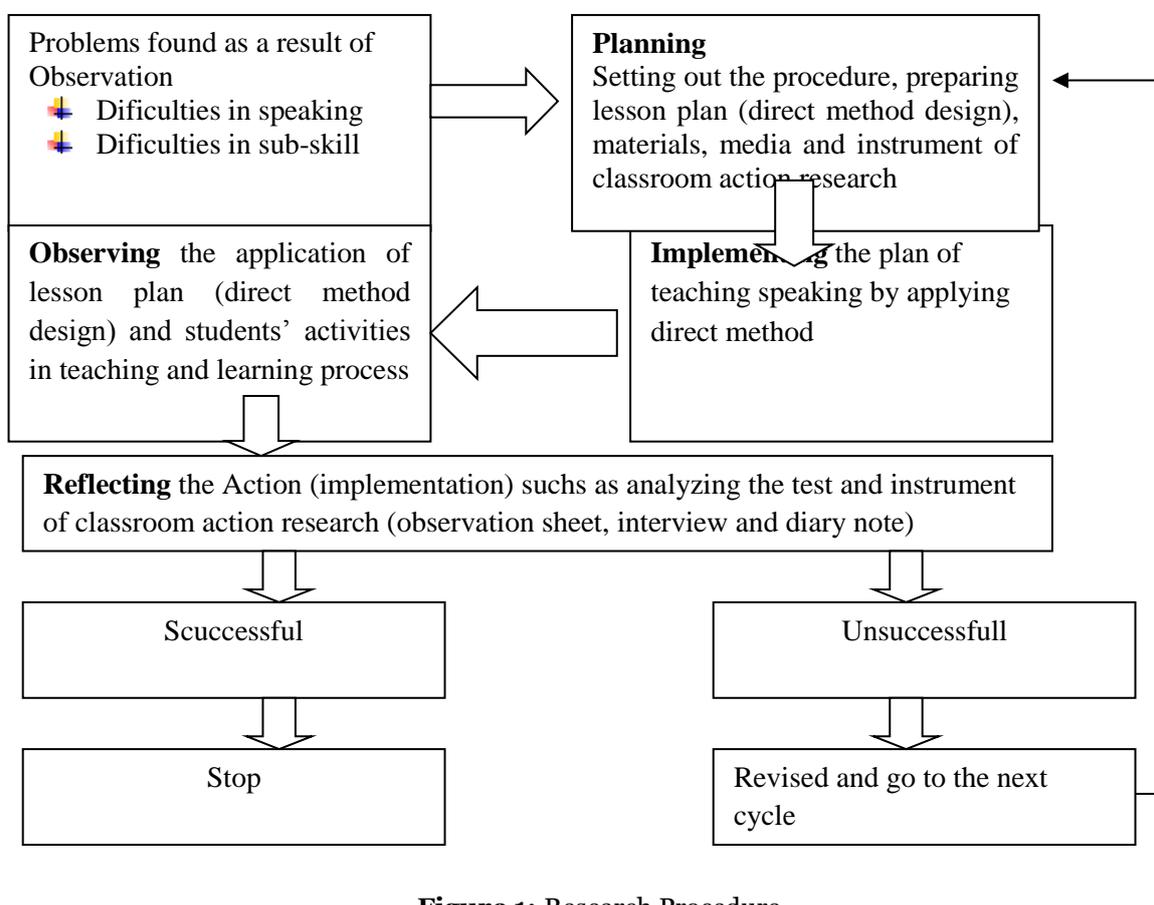
## **METHOD**

This research was conducted by using classroom action research. Kemmis in Ismawati (2011: 49) state that action research is a form of self reflective enquiry undertaken by participant in social situation in order to improve the rationality and justice of (a) their own social or educational practices, (b) their understanding of these practice and (c) the situation in which the practices carried out. An observation of an activity that appear in class is called action research. This is the reason the term of “action” is used as a method of research.

The research was conducted at SMA St MARIA Tarutung grade X-3. This research was done for three months at the academic year 2015/2016.

Quantitative and qualitative data were used in this research. Administrating speaking test is used to collect the quantitative data. It is used to measure the skill of students in speaking. Students will be asked to speak based on direct method procedure (application). Diary note, observation, questionnaire and interview are used to collect qualitative data.

There are two cycles of this research procedure that was implemented. Cycle one consist of two meetings include the first meeting as an observation to identify the situation background of teaching learning in the class. Based on the first cycle finding, the researcher decided to conduct three cycles in order to improve the students’ speaking skill by revising the procedure of the treatment and motivate the students who get lowest score from cycle I. The cycle II and III consist of one meeting. Concept for each cycle can be drawn as follow:



**Figure 1:** Research Procedure

The data of this research is collected quantitatively and qualitatively. Generally quantitative is used to measure or describe things that can be counted through analyzing the score. Qualitative data is used to describe things that can not be counted objectively and subjectively. The qualitative data will be analyzed from questionnaire, interview sheet and observation sheet.

**FINDING**

Observation test, post-test in cycle I, II and III were the source of quantitative data. In conducting this class room action research, the writer carried out in three cycles. The test in the first, second and the third cycle were given after treatment (Direct Method) completely finish. The students’ achievement on observation, cycle I, II and III through Direct Method method on speaking can be seen in the following table:

**Table 1.** Finding

| No                                            | Students Initials | 1 <sup>st</sup><br>meeting | 2 <sup>nd</sup><br>meeting | 3 <sup>rd</sup><br>meeting | 4 <sup>th</sup><br>meeting |
|-----------------------------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                               |                   | Observation                | Post-test<br>Cycle I       | Post-<br>test<br>Cycle II  | Post-<br>test<br>Cycle II  |
| 1                                             | Students 1        | 50                         | 76                         | 78                         | 81                         |
| 2                                             | Students 2        | 68                         | 76                         | 80                         | 83                         |
| 3                                             | Students 3        | 60                         | 76                         | 77                         | 80                         |
| 4                                             | Students 4        | 60                         | 76                         | 82                         | 85                         |
| 5                                             | Students 5        | 65                         | 60                         | 76                         | 78                         |
| 6                                             | Students 6        | 68                         | 76                         | 79                         | 81                         |
| 7                                             | Students 7        | 60                         | 68                         | 72                         | 77                         |
| 8                                             | Students 8        | 60                         | 68                         | 75                         | 80                         |
| 9                                             | Students 9        | 55                         | 75                         | 78                         | 83                         |
| 10                                            | Students 10       | 65                         | 60                         | 70                         | 74                         |
| 11                                            | Students 11       | 55                         | 75                         | 80                         | 82                         |
| 12                                            | Students 12       | 68                         | 76                         | 80                         | 84                         |
| 13                                            | Students 13       | 65                         | 60                         | 70                         | 74                         |
| 14                                            | Students 14       | 55                         | 75                         | 77                         | 81                         |
| 15                                            | Students 15       | 55                         | 75                         | 75                         | 79                         |
| 16                                            | Students 16       | 60                         | 76                         | 75                         | 76                         |
| 17                                            | Students 17       | 55                         | 75                         | 76                         | 77                         |
| 18                                            | Students 18       | 60                         | 76                         | 82                         | 83                         |
| 19                                            | Students 19       | 65                         | 60                         | 72                         | 72                         |
| 20                                            | Students 20       | 60                         | 76                         | 78                         | 80                         |
| 21                                            | Students 21       | 68                         | 76                         | 83                         | 85                         |
| 22                                            | Students 22       | 65                         | 60                         | 72                         | 73                         |
| 23                                            | Students 23       | 68                         | 76                         | 83                         | 86                         |
| 24                                            | Students 24       | 60                         | 68                         | 72                         | 76                         |
| 25                                            | Students 25       | 50                         | 76                         | 84                         | 86                         |
| 26                                            | Students 26       | 60                         | 76                         | 80                         | 83                         |
| 27                                            | Students 27       | 50                         | 76                         | 79                         | 83                         |
| 28                                            | Students 28       | 60                         | 68                         | 72                         | 76                         |
| 29                                            | Students 29       | 50                         | 76                         | 77                         | 79                         |
| 30                                            | Students 30       | 50                         | 76                         | 79                         | 80                         |
| 31                                            | Students 31       | 60                         | 68                         | 70                         | 72                         |
| 32                                            | Students 32       | 55                         | 75                         | 75                         | 79                         |
| 33                                            | Students 33       | 68                         | 76                         | 77                         | 82                         |
| 34                                            | Students 34       | 60                         | 68                         | 70                         | 72                         |
| 35                                            | Students 35       | 65                         | 60                         | 66                         | 71                         |
| 36                                            | Students 36       | 50                         | 76                         | 78                         | 84                         |
| <b>Mean (X)</b>                               |                   | <b>59</b>                  | <b>71,83</b>               | <b>76,36</b>               | <b>79,36</b>               |
| <b>Total</b>                                  |                   | <b>2148</b>                | <b>2586</b>                | <b>2749</b>                | <b>2857</b>                |
| <b>% Passed of the Test (higher than KKM)</b> |                   | <b>0%</b>                  | <b>66%</b>                 | <b>72%</b>                 | <b>80%</b>                 |

From the observation shows that the lowest score is 50 while the highest is 68 with mean is 59. Cycle I (C-I) shows that the lowest score is 60 while the highest is 76, the mean is 71. Cycle II (C-II) shows that the lowest is 70 while the highest is 84, the mean is 76. Finally, the last cycle (cycle III) shows that the lowest is 71 while the highest is 86.

To know the improvement of students' ability on speaking on grade X-3, the writer used  $\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \times 100\%$  as formula. By applying the formula the writer know that the improvement of students' mean. It grew from 59 in observation test to 71,83 in C-I, C- II is 76,36 and finally C-III is 79,36 . It can be concluded that students' achievement on speaking through direct method had improved from 59 to 79,36. Students can be categorized master on speaking if they got higher than 75. The percentage of students who got over 75 (KKM) showed the improvement of speaking through Direct Method. It can be seen in the first to the last meeting.

In the first speaking test there was not who got higher 75. In the second speaking test there was 60% who got over than 75. The next test, 72% students who got over than 75. The last test is 80% who passed from KKM, There was an improvement that can be seen from the above data. There was an improvement about 14% if the writer compared between C-I and C-III. Based on the analysis data above, writer can conclude that students' speaking skill had improved for each students from the first test to the last test through direct method as a treatment on teaching and learning process.

Based on qualitative data were taken during treatment on teaching and learning process, the writer conclude that most of students enjoyed in studying speaking. Interview sheet showed the students' difficulties in speaking. Observation sheet showed that most of students were active and enthusiastic in speaking through direct method. Last, questionnaire sheet showed their good response after teaching and learning process through direct method.

## SUGGESTIONS

The result on this research shows that direct method improve the students' achievement on speaking. suggestions are offered to English teachers at SMA St Maria tarutung, it is better to use direct method in teaching speaking because through applying this treatment students can speak naturally. For the students, speaking is simple skill to master. Practice regularly and make speaking as a habit are the key to master this skill. For other researcher, it is realized that the high percentage who pass this test is 80% it means that lack of reflection was faced by the writer, it suggested to the next reseacher who are interested on this field and conduct a research can create an innovation to direct method. Another reseacher can make a reseach by using another method as a treatment on other skill.

## REFERENCES

- Arikunto 2005. *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta
- \_\_\_\_\_. (2010). *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta
- Brown, H. Douglas. (2000). *Principles of Language Learning and Teaching*. Fourth Edition. White Plains. NY: Pearson Education.
- \_\_\_\_\_. (2001). *Teaching by Principles: An Interactive Approach to Language Pedagogy*. Second Edition. White Plains. NY: Pearson Education.
- \_\_\_\_\_. (2004). *Language Assessment: Principles and Classroom Practices*. White Plains. NY: Pearson Education.
- Burns, Anne. (2010). *Doing Action Research in English Language Teaching*. New York: Routledge.
- Cameron, Lynne. (2001). *Teaching Language to Young Learners*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Coady, James and Thomas Huckin. (1997)-digital printed transferred in 2003. *Second Language Vocabulary Acquisition "A Rationale for Pedagogy"*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Freeman, Diane Larsen. (2000). *Techniques and Principles in Language Teaching 2nd Edition*. London : Oxford University Press.
- Harmer, Jeremy. (2001). *How to Teach English*. England : Pearson Education limited.
- Hatch, Evelyn and Cheryl Brown. (1995). *Vocabulary, Semantics and Language Education*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Hornby, A.S. (2001). *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English*. London : Oxford University Press.
- Norland, L. Deborah and Terry Pruet. (2006). *A Kaleidoscope of Models and Strategies for Teaching English to Speakers of Other Language*. Sard Westport: CT. Libraries Unlimited/ Teacher Ideas Press.
- Nunan, David. (2004). *Research Methods in Language Teaching*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pinter, A. (2006). *Teaching Young Language Learners*. Oxford: Oxford University Press.
- Richards, JC and TS Rodgers. (2001). *Language Teaching-"Approaches and Methods in Language Teaching"*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Storch, Neomy. (2005). Collaborative writing: Product, process, and students' reflections. *Journal of Second Language Writing*: (14) 153-173.
- Storch, Neomy. (2011). Collaborative Writing in L2 contexts: Processes, Outcomes, and Future Directions. *Annual Review of Applied Linguistics*. 31, 275- 288. Doi: 10.1017/S0267190511000079
- Viggiano,emilly (n.d) teaching tip sheet collaborative writing. Retrieved on maret 20, 2014 from [wac.gmu.edu/supporting/tip\\_sheet\\_collaboration.pdf](http://wac.gmu.edu/supporting/tip_sheet_collaboration.pdf)
- Watkins, Peter.(2005) . *Learning to teach English*. England: Delta publishing

## HUBUNGAN BANYAKNYA JUMLAH KUNJUNGAN TERHADAP TINGKAT HUNIAN HOTEL DI KABUPATEN SAMOSIR

Zubaidah Hanum

Program Studi Administrasi Bisnis, Politeknik LP3I, Medan  
E-Mail: hanum2011@gmail.com

**Abstrak.** Sektor pariwisata masih menduduki peranan penting dalam menunjang pembangunan nasional. Pulau Samosir memiliki daerah potensi wisata yang berbasis pemandangan alam, budaya, sejarah dan perairan. Perkiraan jumlah wisatawan yang berkunjung di Kabupaten Samosir sangat diperlukan dalam rangka perencanaan pengembangan pariwisata. Wisatawan yang melakukan perjalanan ke kabupaten samosir dengan beragam motif antara lain untuk rekreasi / liburan, seminar, rapat dan kepentingan lainnya. Hotel biasanya digunakan hanya untuk tempat bermalam bagi pelanggan yang melakukan bisnis atau wisata dan sebagai tempat makan namun sekarang sering digunakan untuk acara pesta pernikahan, ulang tahun, seminar dan rapat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hubungan antarpengunjung yang datang ke Kabupaten Samosir terhadap tingkat hunian hotel. Metode penelitian adalah metode kuantitatif dan jenis data yang digunakan adalah data skunder berdasarkan laporan BPS Kabupaten Samosir tahun 2016. Berdasarkan hasil penelitian bahwa terdapat hubungan sebesar 0,0425 artinya jumlah kunjungan memiliki hubungan yang sangat rendah terhadap tingkat hunian hotel. Hal ini disebabkan karena tidak semua pengunjung yang datang menginap di hotel kelas bintang atau melati melainkan di tempat hunian lain seperti hostel, villa, cottage, guest house atau tempat hunian lainnya dan bahkan sebagian dari pengunjung tidak menginap.

**Kata kunci:** Wisatawan, kunjungan, hotel, Kabupaten Samosir

### PENDAHULUAN

Perkembangan dunia pariwisata semakin pesat dan telah mengalami berbagai perubahan baik perubahan bentuk, kegiatan dan tujuan. Pariwisata mempunyai peranan penting dalam pengembangan perekonomian khususnya di Sumatera Utara. Tempat-tempat pariwisata harus mendapat perhatian yang serius sehingga dapat meningkatkan jumlah pengunjung yang datang dari berbagai negara dan penambahan devisa semakin besar. Disamping itu peranan pariwisata dapat meningkatkan pendapatan masyarakat, memperluas kesempatan berusaha, menciptakan lapangan kerja dan mendorong pembangunan daerah. Sumatera Utara adalah salah satu daerah tujuan wisata di Indonesia disamping daerah tujuan wisata lainnya. Kabupaten Samosir adalah kabupaten yang baru dimekarkan dari kabupaten toba samosir sesuai dengan UU RI Nomor 36 Tahun 2003 tanggal 18 Desember 2003. Terbentuknya Samosir sebagai kabupaten baru merupakan langkah awal untuk memulai percepatan pembangunan menuju masyarakat yang lebih sejahtera.

Samosir merupakan salah satu kabupaten di wilayah provinsi Sumatera Utara yang berada dikawasan Danau Toba. Pesona keindahan alam berbalut budaya khas menjadi daya tarik memukau bagi wisatawan Nusantara dan Asing untuk melakukan kunjungan kesana. Pengunjung yang datang kesana dengan beragam tujuan mulai dari rekreasi, liburan, penelitian, seminar, rapat dan kepentingan lainnya. Di pulau samosir pengunjung dapat menikmati pemandangan yang indah, mengunjungi tempat sejarah, budaya dan kuliner khas batak. Jumlah pengunjung yang datang ke Pulau Samosir terus meningkat setiap tahunnya baik pengunjung Nusantara ataupun asing. Hal ini menunjukkan ketertarikan wisatawan untuk berkunjung ke Kabupaten Samosir sangat tinggi. Tempat penginapan juga meraneka ragam mulai dari jenis hotel kelas bintang dan melati, hostel, villa, cottage, guest house dan tempat penginapan lainnya. Keputusan pengunjung untuk menentukan tempat penginapan juga beraneka ragam sesuai dengan kebutuhan. Salah satu cara untuk memajukan kepariwisataan di Sumatera Utara adalah dengan melihat kebutuhan, keinginan dan preferensi wisatawan melalui pendekatan kepuasan wisatawan sehingga kita dapat memperbaiki dan melengkapi sarana dan prasarana kepariwisataan yang dibutuhkan (Ginting, 2011). Peneliti sebelumnya Astawa (2015) menyatakan bahwa Jumlah kamar hotel berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah kunjungan Wisatawan ke Provinsi Bali. Hal ini disebabkan karena kondisi keamanan dalam wilayah Indonesia belum sepenuhnya pulih akibat bom Bali, sehingga wisatawan mengalihkan tujuan wisatanya ke daerah lain. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara pengunjung yang datang ke Kabupaten Samosir terhadap tingkat hunian hotel.

### METODE

Penelitian ini menggunakan satu variabel bebas yaitu banyaknya jumlah kunjungan dan satu variabel terikat yaitu tingkat hunian hotel.

a. Banyaknya jumlah kunjungan dalam penelitian ini adalah seluruh pengunjung Nusantara ataupun Asing yang datang ke Kabupaten samosir dengan beragam tujuan.

b. Tingkat hunian hotel dalam penelitian ini adalah jumlah seluruh pengunjung yang datang ke Kabupaten samosir dan menginap di hotel kelas bintang ataupun melati.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder yang digunakan diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Samosir dengan Analisis *Product moment*. Untuk menguji kebenaran dari hipotesis yang diajukan diatas, maka diadakan pengujian data hasil dari statistik terhadap variabel x dan variabel y yang diGambarkan secara kuantitatif. Untuk itu dapat digunakan rumus product moment sebagai berikut:

$$r_{XY} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

Adapun keterangan dari rumus diatas adalah :

- $r_{xy}$  : Koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y
- $n$  : Jumlah Subjek
- $X$  : Variabel bebas (Jumlah kunjungan)
- $Y$  : Variabel terikat (Tingkat hunian)

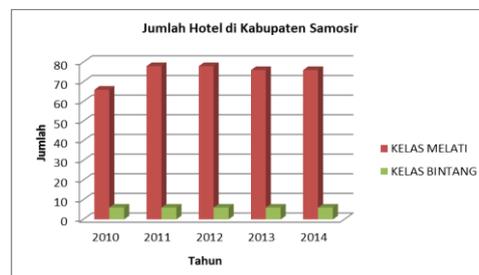
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui jumlah wisatawan yang berkunjung dan jumlah hotel yang ada di Kabupaten Samosir maka diambil data dari BPS Kabupaten Samosir tahun 2016. Data jumlah wisatawan yang berkunjung ke Kabupaten Samosir diambil selama 5 tahun terakhir yaitu dari tahun 2010 sampai 2014.



**Gambar 1.** Jumlah wisatawan yang berkunjung.

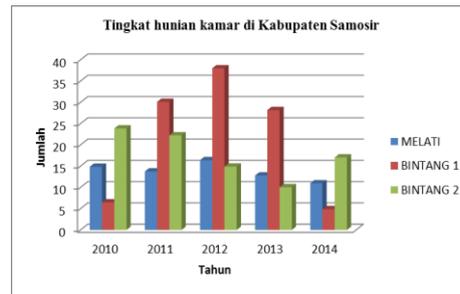
Dari Gambar 1, dapat diketahui bahwa jumlah wisatawan yang berkunjung baik wisatawan asing ataupun nusantara mengalami peningkatan. Pengunjung atau wisatawan asing dan nusantara yang datang ke Pulau Samosir terjadi peningkatan sebesar 11% pada tahun 2011. Pada tahun 2012 kenaikan jumlah pengunjung sebesar 8% dan pada tahun 2013 peningkatan hanya 3% dari tahun sebelumnya. Peningkatan yang cukup signifikan pada tahun 2014 yakni sebesar 12% pengunjung dibanding tahun-tahun sebelumnya.



**Gambar 2.** Jumlah Hotel di Kabupaten Samosir

Berdasarkan Gambar 2, Jumlah Hotel yang ada di kabupaten Samosir terjadi peningkatan pada tahun 2011 yaitu penambahan sebesar 14% hotel kelas melati sedangkan kelas bintang tidak terjadi penambahan. Pada tahun 2012 tidak terjadi penambahan jumlah hotel baik kelas melati atau kelas bintang. Pada tahun 2013 terjadi penurunan sebesar 2 % hal ini dimungkinkan perubahan fungsi penginapan menjadi villa, *Guest house* atau sejenisnya yang tidak ditemukan dalam BPS Kabupaten Samosir. Pada tahun 2014 Jumlah hotel masih sama di tahun sebelumnya tanpa ada penambahan atau

pengurangan. Untuk mengetahui jumlah pengunjung yang datang ke Kabupaten Samosir dan melakukan penginapan di Hotel kelas bintang maupun melati adalah sebagai berikut:



**Gambar 3.** Tingkat hunian kamar di Kabupaten Samosir

Berdasarkan Gambar 3, Jumlah wisatawan yang menginap di Hotel bintang dan melati pada tahun 2011 mengalami peningkatan sebesar 32% dari tahun sebelumnya. Pada tahun 2012 tingkat hunian kamar mengalami peningkatan hanya 4% dari tahun sebelumnya. Pada tahun 2013 terjadi penurunan hunian kamar sebesar 35% dan tahun 2014 terjadi penurunan hingga 55%, Ini terjadi pada tingkat hunian hotel bintang I yang penurunannya cukup signifikan. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan product moment diperoleh bahwa koefisien korelasi ( $r_{xy}$ ) antara banyaknya jumlah kunjungan X terhadap tingkat hunian hotel Y memiliki hubungan sebesar 0,04256 artinya jumlah kunjungan memiliki hubungan yang sangat rendah terhadap tingkat hunian hotel atau bisa dikatakan hubungan yang tidak nyata.

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis data diatas dapat disimpulkan bahwa banyaknya jumlah kunjungan terhadap tingkat hunian hotel di Kabupaten Karo berhubungan tidak nyata sebesar 0,0425 artinya jumlah kunjungan memiliki hubungan yang sangat rendah terhadap tingkat hunian hotel. Jumlah pengunjung yang datang ke Kabupaten Samosir terjadi peningkatan tetapi jumlah tingkat hunian kamar terjadi penurunan, hal ini disebabkan karena tidak semua pengunjung yang datang menginap di hotel bintang atau melati melainkan di tempat hunian lain seperti hostel, villa, guest house atau tempat hunian lainnya yang tidak ada datanya di BPS Kabupaten Samosir dan bahkan sebagian dari pengunjung tidak menginap. Kebutuhan pengunjung mengalami perubahan dalam hidupnya sejalan dengan perubahan sosial, ekonomi dan budaya sehingga perubahan tersebut mempengaruhi perilaku dalam menentukan tempat hunian yang semula menyukai menginap di hotel tetapi sekarang lebih menyukai tempat hunian yang bernuansa alami dan dekat dengan objek wisata. Jumlah wisatawan yang berkunjung ke Kabupaten Samosir dapat ditingkatkan lagi dengan perbaikan sarana dan prasarana terutama tempat hunian seperti hostel, villa, guest house atau sejenisnya dan membuat tempat wahana permainan yang dapat menarik minat pengunjung. Sebaiknya Pendataan jumlah hotel atau tempat hunian lainnya lebih terorganisir sehingga pendataan untuk melihat jumlah pengunjung yang datang ke Kabupaten Samosir yang melakukan penginapan dapat dilaksanakan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto Suharsimi, 2006, Prosedur Penelitian, Suatu pendekatan Praktik, PT Rineka Cipta, Jakarta
- AstamaWidhi, 2015, Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kunjungan wisatawan di propinsi Bali, Universitas Tabanan
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Samosir 2016, Nomor Publikasi :1217.16.01
- Ginting Paham, Pemasaran Pariwisata, Studi empiris tentang kepuasan dan kunjungan berkelanjutan pariwisata Sumatera Utara, Cet 2 Medan : USUpress, 2011
- Pitana I Gde dan DiartaSurya, 2009, Pengantar Ilmu Pariwisata, penerbit Andi Yogyakarta
- Sugiyono, 2013, Metode penelitian Manajemen, Alfabeta, Bandung
- [https://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten\\_Samosir](https://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Samosir)
- <http://www.pariwisatasumut.net/2014/08/kabupaten-samosir.html>
- <http://www.tobasamosirkab.go.id/dinas-kebudayaan-dan-pariwisa>

## PEMANFAATAN LIMBAH TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI MATERIAL AKTIF SUPERKAPASITOR

Maryati Doloksaribu<sup>1\*</sup>, Harsojo<sup>2</sup>, Kuwat Triyana<sup>2</sup>, Bambang Prihandoko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa S3 Ilmu Fisika Universitas Gadjah Mada

<sup>1</sup>Jurusan Fisika Universitas Negeri Medan

<sup>2</sup>Ilmu Fisika Universitas Gadjah Mada

<sup>3</sup> Pusat Penelitian Fisika LIPI

\*[maryatidoloksaribu@yahoo.com](mailto:maryatidoloksaribu@yahoo.com)

**Abstrak.** Superkapasitor merupakan alat penyimpan energi yang penggunaannya sudah secara luas pada bidang elektronik dan transportasi. Kinerja suatu superkapasitor dapat ditentukan dari kapasitasnya dalam menyimpan energi. Kapasitansi spesifik dari superkapasitor yang dibuat dari material karbon berpori dipengaruhi oleh struktur pori dari bahan tersebut. Untuk meningkatkan kapasitansi spesifik dapat dilakukan dengan menyiapkan material karbon berpori yang memiliki fraksi mesopori dan luas permukaan spesifik yang tinggi. Pada penelitian ini, material karbon berpori dibuat dengan proses pemanasan dengan gas pembawa. Proses aktivasi dilakukan dengan senyawa kimia KOH dan optimasi dilakukan dengan memvariasikan komposisi KOH dan karbon yang dihasilkan dikarakterisasi luas permukaan spesifiknya. Setelah itu dilakukan fabrikasi dengan meletakkan separator diantara material elektroda dan memberikan elektrolit. Superkapasitor dikarakterisasi dengan cyclic voltammetry

**Kata kunci:** Superkapasitor, Karbon nanopori, Logam oksida

### PENDAHULUAN

Superkapasitor, sebagai alat penyimpan energi, telah digunakan secara luas pada bidang elektronik seperti sistem telekomunikasi digital, komputer dan *pulse laser system*, dan sebagainya. Superkapasitor memiliki banyak kelebihan dibanding dengan alat penyimpan energi yang lain seperti baterai. Dari sisi teknis, superkapasitor memiliki kerapatan energi yang tinggi, kemampuan menyimpan energi yang besar, prinsip yang sederhana dan konstruksi yang mudah. Sedangkan dari sisi keramahan terhadap pengguna, superkapasitor bersifat tidak korosif dan lebih sedikit bahan yang beracun (Zhu dkk, 2007). Material yang digunakan untuk pembuatan elektroda superkapasitor antara lain *graphene*, *carbon nanotube*, karbon berpori. Saat ini, material elektroda aktif superkapasitor menggunakan karbon berpori yang dibuat dari bahan alam yaitu tempurung kelapa karena produk karbon aktif yang dihasilkan dari arang tempurung kelapa memiliki pori yang banyak dan luas permukaan besar (Miller and Simon, 2008)

Karbon berpori potensial untuk digunakan sebagai material elektroda superkapasitor karena memiliki potensi kerapatan energi yang tinggi, aksesibilitas pori yang baik, dan biaya pembuatan yang relatif murah (Dietz, 2002). Untuk meningkatkan kapasitansi energi dari superkapasitor dapat dilakukan dengan menyiapkan material karbon berpori yang memiliki fraksi mesopori dan luas permukaan yang tinggi. Karbon berpori dapat dibuat dengan cara dikarbonisasi selanjutnya arang karbon diaktivasi untuk membentuk pori internal berupa mesopori dan mikropori sehingga menghasilkan luas permukaan yang lebih besar. Proses aktivasi ini melibatkan mekanisme fisika dengan pemberian gas (*gasifikasi*) atau penyisipan senyawa kimia (Zhu dkk, 2007). Proses aktivasi ini juga melibatkan pemanasan pada temperatur relatif tinggi. Adapun aktivasi secara kimia memiliki beberapa keuntungan antara lain memerlukan temperatur yang rendah, menghasilkan hasil (*yield*) yang lebih tinggi dan mikropori dapat dikontrol. Beberapa senyawa kimia yang banyak digunakan seperti asam fosfat, zinc klorida, NaOH dan KOH (Roldan, 2010).

Pada penelitian ini, dilakukan sintesis nanopori karbon dengan variasi jumlah KOH yang digunakan pada proses aktivasi untuk melihat pengaruh jumlah KOH terhadap luas permukaan elektroda nanopori karbon dan kontribusinya terhadap nilai kapasitansi dari superkapasitor.

### BAHAN DAN METODE

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu limbah tempurung kelapa sebagai prekursor, KOH sebagai aktivator kimia, kertas saring whatman, HCl 0,5 M, PVDF, DMAC, Akuades, elektrolit KOH 1M, dan separator.

#### Metode

##### Sintesa Nanopori Karbon

Sintesis nanopori karbon diawali dengan proses karbonisasi dari tempurung kelapa yang sudah dihancurkan. Karbonisasi dilakukan pada temperatur 800°C selama 4 jam dengan menggunakan

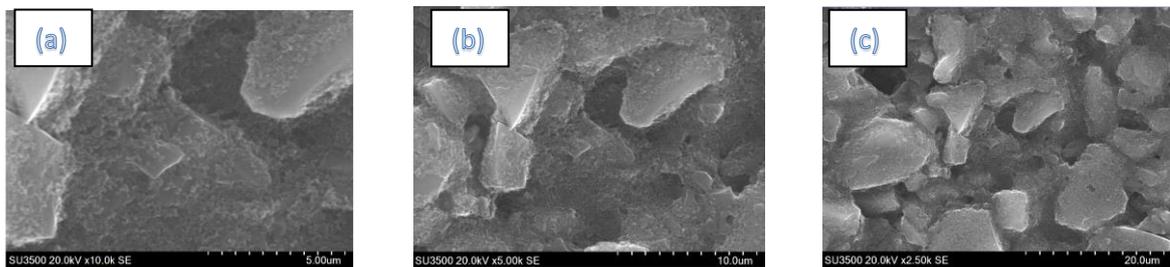
tungku pembakar (furnace) tanpa bantuan gas. Proses ini menghasilkan arang karbon yang kemudian dihaluskan dan disaring untuk mendapatkan serbuk karbon yang halus yang berukuran 200 mesh. Arang tersebut selanjutnya dicampur dengan KOH dengan variasi perbandingan massa karbon terhadap KOH antara lain 1:3 (sampel A), 1:4 (sampel B) dan 1:5 (sampel C). Campuran tersebut distirrer selama 2 jam untuk menjamin keberlangsungan proses difusi ke bagian dalam pori arang, selanjutnya dibiarkan selama 24 jam dalam suhu ruang. Setelah itu dilakukan proses pembakaran lebih lanjut dengan menggunakan furnace dengan bantuan gas N<sub>2</sub> pada temperatur 700°C selama 1 jam. Proses pembakaran ini dilakukan masing-masing untuk ketiga variasi jumlah KOH. Dari proses pembakaran ini dihasilkan arang dalam bentuk serbuk beserta garam alkali. Proses terakhir adalah pencucian arang dengan 0,5M HCl dan aquades secara berulang-ulang. Nanopori karbon hasil pencucian ini kemudian dikeringkan pada temperatur 100°C untuk membuang uap air yang terkandung didalamnya.

**Fabrikasi Superkapasitor**

Pembuatan superkapasitor dilakukan dengan terlebih dahulu membuat sel elektroda dalam bentuk koin dengan menggunakan metoda *Dr Blade*. Struktur superkapasitor dibuat seperti *sandwich*. Diantara dua elektroda disisipkan separator yang sebelumnya ditetesi elektrolit. Selanjutnya dua elektroda dan separator disusun dalam *holder* penguji dan selanjutnya dilakukan pengujian *cyclic voltammetry*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Morfologi permukaan nanopori karbon ditunjukkan pada hasil SEM yang menggunakan X-Mex Horbia *Scanning Electron Microscopy* (SEM) seperti terlihat di Gambar 1 (a), (b) dan (c). Hasil SEM menunjukkan bahwa arang karbon dengan perbandingan massa 1:5 terhadap massa KOH memiliki pori permukaan yang terbatas dibandingkan dengan dua sampel lainnya. Pada Gambar 1 (b) sudah terlihat makropori di permukaan sampel. Untuk perbandingan massa 1:3 pada Gambar (c) terlihat distribusi pori yang lebih banyak di permukaan sampel berbentuk cangkang.



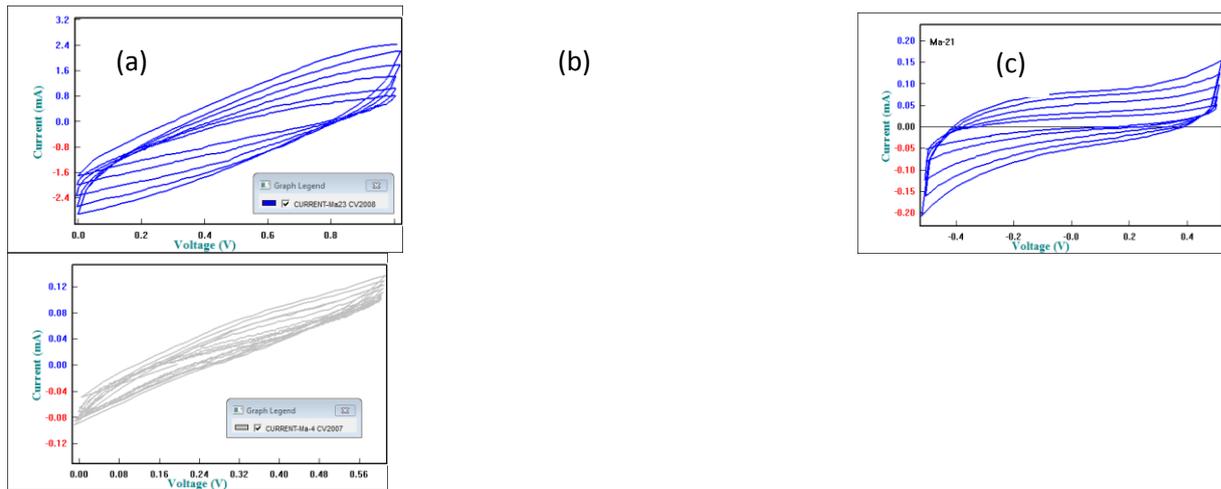
**GAMBAR 1.** Karakterisasi SEM nanopori karbon dengan perbandingan karbon : KOH (a). 1:3 (b). 1:4, (c). 1:5.

Terbentuknya pori internal berupa mesopori dapat diketahui dari hasil pengukuran dengan metoda Brunauer-Emmett-Teller (BET) yang menggunakan NOVA 2000 High Speed Gas Sorption Analyzer. Luas permukaan masing-masing elektroda diperlihatkan pada Tabel 1. Luas permukaan nanopori karbon terlihat semakin kecil dengan penambahan jumlah KOH.

Tabel 1. Karakterisasi BET sampel nanopori karbon

| Perbandingan AC:KOH | Sampel | BET(m <sup>2</sup> /gr) | Average Pore Radius (A) |
|---------------------|--------|-------------------------|-------------------------|
| 1:3                 | A      | 1469,044                | 1,16                    |
| 1:4                 | B      | 1089,449                | 1,25                    |
| 1:5                 | C      | 676,357                 | 1,18                    |

Dari Tabel 1 terlihat bahwa semakin besar perbandingan KOH terhadap karbon aktif maka luas permukaannya semakin rendah, ini disebabkan difusi KOH yang berlebihan pada saat proses aktivasi menyebabkan pelebaran pori internal sehingga memperkecil surface area (Ramanos, 2011) Mekanisme pengisian/pengosongan muatan dari superkapasitor dapat diamati dari cyclic voltametri yang direpresentasikan pada Gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Kurva *cyclic Voltammetry* dari sampel A,B,C

Pengukuran arus dilakukan pada rentang potensial tertentu dengan laju scan yang berbeda secara bolak-balik. Karakteristik arus terhadap tegangan dalam satu siklus menunjukkan pengisian dan pengosongan superkapasitor. Kapasitansi dapat dihitung dari kurva cyclic voltametri dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) seperti di bawah ini:

$$C_{sel} (F) = \frac{\int i dV}{\Delta V \times V_s} \tag{1}$$

Dengan  $C_{sel}$  adalah kapasitansi sel (F),  $I$  arus pengosongan (A),  $\Delta V$  rentang potensial (V),  $V_s$  scan rate (mV/s). Dari persamaan (1) dapat dihitung kapasitansi total superkapasitor berdasarkan konstruksi dua pelat sejajar yang dipenuhi dengan persamaan (2):

$$C_s = \frac{2 C_{sel}}{m} \tag{2}$$

Dengan  $C_s$  kapasitansi spesifik ( $Fg^{-1}$ ),  $m$  massa elektroda (g). Sehingga diperoleh nilai kapasitansi untuk sampel A = 34 F/gr, Sampel B = 24 F/gr dan sampel C = 14 F/gr

**KESIMPULAN**

Pemberian variasi jumlah KOH pada arang karbon terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap surface area karbon. Hubungan pori dengan kapasitansi spesifik superkapasitor menunjukkan bahwa tidak hanya tersedia luas permukaan spesifik yang tinggi sebagai tempat anion ataupun kation tetapi juga tersedianya akses bagi ion-ion menuju kedalam pori yang baik. Oleh karena itu, menyiapkan karbon berpori yang memiliki luas permukaan tinggi dan memiliki mesoporositas yang tinggi pula menjadi hal yang penting dalam menyiapkan material elektroda superkapasitor yang berasal dari karbon berpori. Meningkatnya luas permukaan dari karbon yang digunakan akan menyebabkan semakin banyak ion baik kation maupun anion yang mampu terjerap dalam elektroda sehingga meningkat pula kapasitansinya

**DAFTAR PUSTAKA**

Dietz, S.D. and Nguyen, 2002, Mesoporous Carbon Electrodes for Double Layer Capacitors, *Proceedings of the 2002 NSF Design, Service and Manufacturing Grantees and Research Conference*, Tampa.

Miller, J.R. and Simon, P., 2008, *Supercapacitors: Fundamentals of Electrochemical Capacitor Design and Operation*, The Electrochemical Society Interface

Roldan, S., Villar, I., Ruiz, V., Blanco, C., Granda, M., Menendez, R., Santamaria, R. 2010. *Comparison between Electrochemical Capacitors Based on NaOH- and KOH-Activated Carbon*. Oviedo, Spain: Consejo Superior de. Instituto Nacional del Carbon Investigaciones Cientificas (CSIC).

Romanos, J., Beckner, M., Rash, T., Firlej, L., Kuchta, B., Suppes, G., Wexler, C., dan Pfeifer, P. 2011. Nanospace engineering of KOH activated carbon. *IOP Science*. Columbia.

Zhu, Z., Hu, H., Li, W., and Zhang, X., (2007), Resorcinol Formaldehyde Based Porous Carbon as an Electrode Material for Supercapacitors, *Carbon*, vol.45, pp. 160-165

## KAJIAN VISUALISASI GELOMBANGTSUNAMI MENGGUNAKAN METODE LATTICE BOLTZMAN

**Khairun Nisa Marwan\***, **Meutia Kemala Putri**, **Saima Putrini R.**, **Harahap**, **Juniastel Rajagukguk**

Prodi Pendidikan Fisika Pascasarjana Universitas Negeri Medan

\*corespondensi e-mail: khairunisamarwan@gmail.com

**Abstrak.** *Teknologi yang sudah berkembang memudahkan masyarakat untuk mengantisipasi peristiwa yang akan terjadi karena lewat teknologi dapat diperoleh informasi yang akurat. Salah satu peristiwa alam yang dapat diantisipasi dengan memanfaatkan teknologi adalah peristiwa gelombang tsunami. Fokus utama pada review ini adalah mengkaji efisiensi metode Lattice Boltzman untuk simulasi gelombang fluida khususnya pada gelombang tsunami. Metode yang digunakan adalah pengkajian literatur dan peneliti terdahulu yang relevan. Hasil dari pengkajian adalah metode Lattice Boltzman dapat digunakan untuk memvisualisasikan gelombang fluida. Salah satu fenomena fluida yang dapat diamati dengan metode Lattice Boltzman adalah fenomena gelombang tsunami. Untuk menghasilkan visualisasi dapat menggunakan berbagai software komputasi diantaranya adalah Microsoft Visual C++.*

**Kata Kunci:** *Fluida, Visualisasi, Lattice Boltzman*

### PENDAHULUAN

Bidang ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) telah banyak berkembang lewat banyak penelitian yang telah dilakukan. Teknologi yang sudah berkembang memudahkan masyarakat untuk mengantisipasi peristiwa yang akan terjadi karena lewat teknologi dapat diperoleh informasi yang akurat. Salah satu peristiwa alam yang dapat diantisipasi dengan memanfaatkan teknologi adalah peristiwa gelombang tsunami. (Ahmad: 2015)

Gelombang Tsunami merupakan salah satu peristiwa perambatan gelombang fluida. Fluida merupakan salah satu materi yang terdapat di bumi. Sebagian besar dari permukaan bumi dilingkupi oleh fluida. Fluida berbentuk cair merupakan bagian yang penting dari bumi ini. Salah satu sifat fluida adalah fluida dapat mengalir dan memiliki bentuk sama seperti bentuk yang ditempati oleh fluida tersebut. Fluida mengalir diakibatkan oleh berbagai macam gaya yang bekerja pada fluida. Besarnya gaya luar dari fluida, dapat mempengaruhi pergerakan fluida tersebut. (Rahmayani:2012)

Ludwig Eduard Boltzmann adalah seorang fisikawan Austria yang memiliki pencapaian terbesar dalam pengembangan mekanika statistik. Pengembangan mekanika statistik tersebut digunakan untuk memprediksi sifat makroskopik materi seperti viskositas, konduktivitas termal, dan koefisien difusi dari sifat mikroskopis atom dan molekul (Almalowi:2012). Metode Lattice Boltzmann adalah metode yang menjanjikan dalam dinamika fluida komputasi. Metode ini telah berkembang dari metode lama dari automata gas kisi, dan diajukan pertama kali pada tahun 1988 (Viggen:2009)

Dalam beberapa tahun terakhir, Metode Lattice Boltzmann telah berkembang menjadi sebuah skema numerik dan alternatif menjanjikan untuk simulasi aliran fluida dan pemodelan fisika dalam cairan. Skema ini sangat berhasil dalam aplikasi aliran fluida yang melibatkan dinamika antar muka dan batas-batas yang kompleks. Tidak seperti skema konvensional numerik berdasarkan persamaan kontinuitas makroskopik, metode Lattice Boltzmann didasarkan pada model mikroskopik dan persamaan mesoskopik kinetik. Ide mendasar dari metode Lattice Boltzmann adalah untuk membangun model kinetik sederhana yang memadukan proses mikroskopis fisika esensial atau proses mesoscopic sehingga sifat rata-rata makroskopik mematuhi persamaan makroskopik yang diinginkan. Premis dasar untuk menggunakan metode kinetik yang telah disederhanakan ini untuk aliran fluida makroskopik adalah bahwa dinamika makroskopik fluida adalah hasil dari perilaku kolektif dari banyak partikel mikroskopis dalam sistem dan bahwa dinamika makroskopik tidak sensitif terhadap detail yang mendasari di fisika mikroskopis (Chen:1998) Metode Lattice Boltzmann dipilih untuk menunjukkan simulasi aliran fluida karena efisiensi komputasi algoritma dasar Lattice Boltzmann, dan kemampuannya untuk menangani geometri yang kompleks dan topologi (Aziz:2016)

Fokus utama pada review ini adalah mengkaji efisiensi metode Lattice Boltzman untuk simulasi gelombang fluida khususnya pada gelombang tsunami. Beberapa penelitian telah dilakukan oleh peneliti terdahulu yaitu Visualisasi Gelombang Viggen dengan Metode Lattice Boltzmann Untuk Perambatan Gelombang Tsunami Aceh (Ahmad:2015), *Lattice Boltzmann Method For Fluid Flows* (Chen:1998), *Elastic and Seismic Model for the Generation of Tsunamis via Lattice Boltzmann Method* (Zergani,dkk:2016), *Modeling of Propagation Tsunami Waves via Lattice Boltzmann Method* (Aziz,dkk:2016).

### Persamaan Lattice Boltzman

Metode Lattice Boltzman merupakan salah satu metode fisika statistik yang menganggap fluida adalah partikel gas ideal yang memenuhi persamaan statistik Maxwell-Boltzman. (Qohar,dkk : 2014). Metode Lattice Boltzman merupakan teknik numerik moderen untuk solusi dari persamaan fluida

tanpa menggunakan persamaan air dangkal yang rumit. Metode Lattice Boltzman memecahkan persamaan mikroskopis, maka dengan persamaan Lattice Boltzmann kedalaman dan kecepatan dapat dihitung secara makroskopik. Dalam Metode Lattice Boltzman hanya diperlukan perhitungan aritmatik sederhana untuk mendapatkan solusi yang akurat untuk masalah aliran fluida dengan kondisi batas, menyediakan cara yang mudah dan efisien untuk mensimulasikan arus yang rumit.

Mencari tahu fungsi keseimbangan yang sesuai sangat penting dalam menggunakan metode Lattice Boltzmann. Fungsi ini memutuskan aliran mana yang dapat diselesaikan melalui persamaan Lattice Boltzmann. Fungsi distribusi partikel adalah variabel utama untuk mensimulasikan Lattice Boltzman. Variabel makroskopik dapat diasumsikan sebagai sebuah fungsi. Fungsi makroskopik tersebut dapat didefinisikan sebagai fungsi dari fungsi partikel. Persamaan makroskopik densitas fluida (*density*) dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$\rho = \sum_{i=0}^{\beta-1} f_i \tag{1}$$

Sedangkan persamaan makroskopik untuk kecepatan (*velocity*) dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$\vec{u} = \frac{1}{\rho} \sum_{i=0}^{\beta-1} f_i \vec{e}_i \tag{2}$$

Persamaan Lattice Boltzman dapat dituliskan dalam persamaan aliran dan tumbukan dalam waktu yang dapat dilihat dari persamaan berikut:

$$\text{Aliran : } f_i^t(x, t) = f_i(x + e_i, t + 1) \tag{3}$$

$$\text{Tumbukan : } f_i^t(x, t) = f_i(x, t) - \frac{f_i(x, t) - f_i^{eq}(x, t)}{\tau} \tag{4}$$

Persamaan Lattice Boltzmann didapat dengan menggabungkan persamaan 3 dan 4 sehingga didapat hasil :

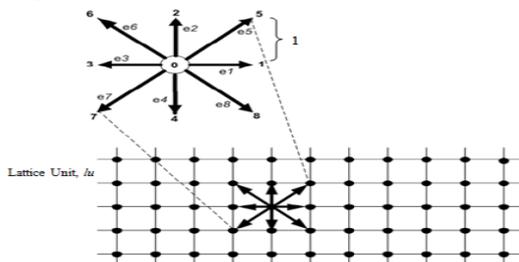
$$f_i(x + e_i, t + 1) - f_i(x, t) = -\frac{1}{\tau} (f_i(x, t) - f_i^{eq}(x, t)) \tag{5}$$

Koefisien  $\omega = \frac{1}{\tau}$ , sedangkan  $f^{eq}$  merupakan fungsi kesetimbangan (equilibrium) yang merupakan distribusi Maxwell-Boltzman. Rho ( $\rho$ ) merupakan kepadatan dari sel, sedangkan  $\vec{u} = (u_1, u_2)$ . Vektor  $\vec{e}_{0,8}$ , merupakan vector kecepatan dari lattice yang memiliki bobot  $w_i$ . Pada tahap tumbukan, untuk mencari nilai kesetimbangan fungsi distribusi harus dihitung dari kepadatan dan kecepatan ( $h = \rho$ ):

$$f_i^{eq} = \begin{cases} h (1 - \frac{5gh}{6e^2} - \frac{2}{3e^2} u_1 \cdot u_2) \\ h (\frac{gh}{6e^2} + \frac{e_i u_i}{3e^2} + \frac{e_j u_j}{2e^4} - \frac{u_i u_i}{6e^2} \\ h (\frac{gh}{24e^2} + \frac{e_i u_i}{12e^2} + \frac{e_j u_j}{8e^4} - \frac{u_i u_i}{24e^2} \end{cases} \tag{6}$$

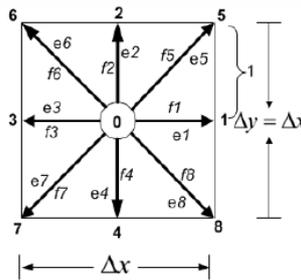
**Model D2Q9**

Fluida *incompressible* (tak mampu mampat) dapat dimodelkan dengan menggunakan metode Lattice Boltzmann. Dalam metode Lattice Boltzman partikel fluida bergerak searah dengan vector kecepatan lattice. Gambar 1 menunjukkan sebuah sel model D2Q9 dua dimensi dan memiliki 9 arah kecepatan lattice.



**Gambar 1.** Model D2Q9 Arah dan Kecepatan

Fungsi  $f_i$  merupakan fungsi partikel yang bergerak menurut arah vektornya masing-masing,  $i$  adalah nomor vektor lattice. Gambar 2 menunjukkan susunan fungsi  $f_i$  yaitu  $f_0, f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8$ .



**Gambar 2.** Distribusi  $f_i$  Model D2Q9

**METODE KAJIAN**

Dalam karya ilmiah ini telah dikaji beberapa topik Metode Lattice Boltzman yang dimanfaatkan untuk memvisualisasikan gelombang fluida khususnya tsunami. Pengkajian topik tersebut diambil dari hasil penelitian terdahulu dan beberapa literatur yang relevan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Percobaan visualisasi gelombang vigen untuk perambatan gelombang tsunami aceh dilakukan dengan menjalankan program dengan batasan iterasi yang ditentukan. *Microsoft Visual C++* adalah perangkat lunak yang dipilih untuk menuliskan kode program kemudian untuk menampilkan hasil visualisasi digunakan *library* OpenGL. Sebelumnya, citra biner harus sudah didapat, kemudiandimasukkan ke dalam program, algoritma.Cara untuk memasukkan citra biner dapat dilihat pada Gambar3 :

```

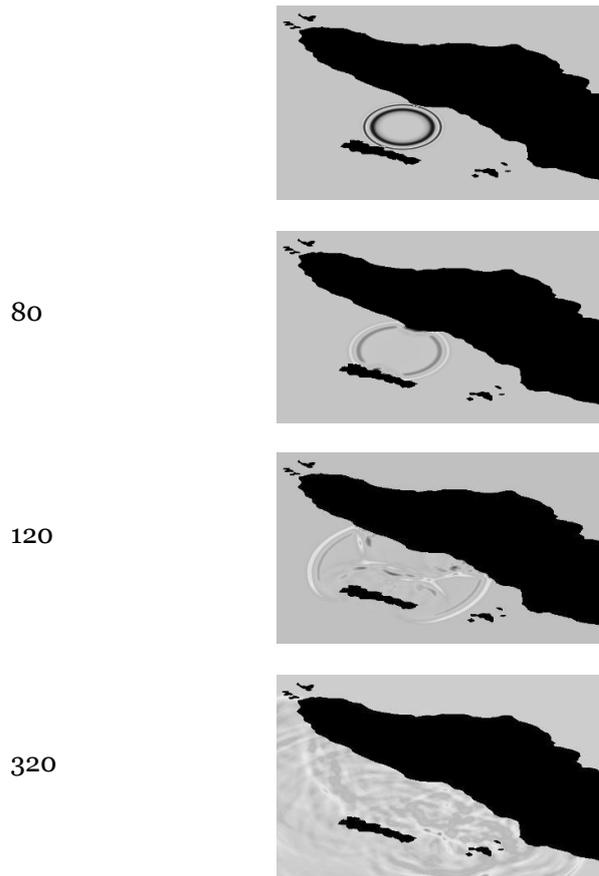
1. Tentukan matriks citra biner
2. Baca file citra biner
3. Tentukan nilai awal kolom
4. Tentukan nilai awal baris
5. Tentukan nilai citra biner yang ingin
   ditampilkan
6. Jika citra biner bernilai 0 maka
   jalankan perintah 7
7. Baris dan kolom sama dengan solid
8. Jika citra biner bernilai 1 maka
   jalankan perintah 9
9. Baris dan kolom tidak sama dengan solid
    
```

**Gambar 3.** Algoritma input citra biner (Ahmad, 2015)

Input nilai yang dilakukan dalam percobaan ini adalah  $n_i \times n_j = 100 \times 100$ ,  $\tau = 0.2$ ,  $gr = 0.2$ ,  $hout = 1.0$ , untuk iterasi = 12, 60, 80, 120, dan 320 maka akan didapat hasil visualisaasi seperti pada Tabel dibawah ini:

**Tabel 1.** Visualisasi dengan iterasi = 12, 60,80, 120, dan 320

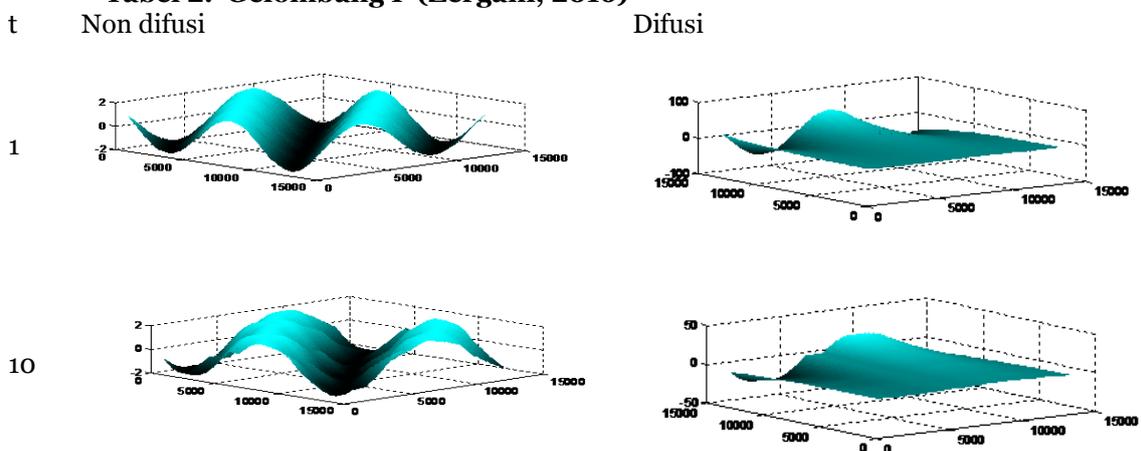
| Jumlah iterasi | Gambar Visualisasi |
|----------------|--------------------|
| 12             |                    |
| 60             |                    |

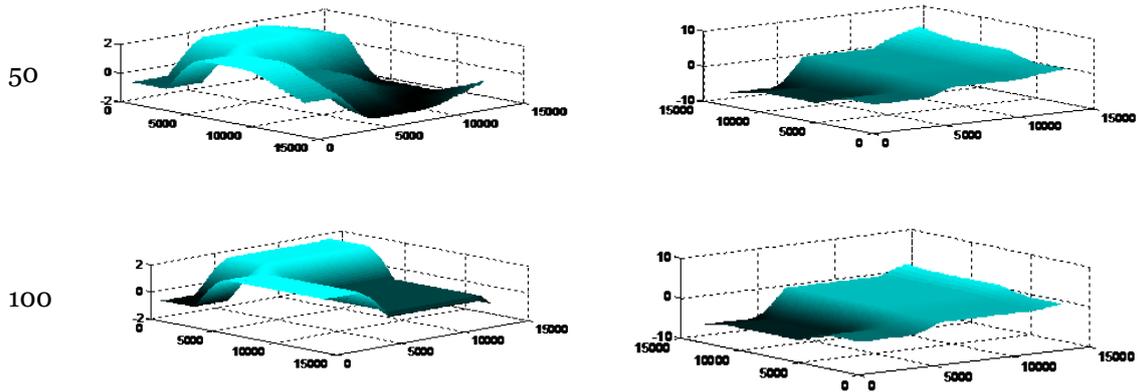


Pada percobaan visualisasi gelombang dengan iterasi yang berbeda diatas, dapat dilihat bagaimana gelombang tsunami diasumsikan sebagai perambatan gelombang. Dari Gambar dapat dilihat jika pada iterasi ke-320, gelombang sudah mengalir penuh pada sebagian bidang, sedangkan jika dibandingkan dengan iterasi ke-12, dapat dilihat bahwa pada saat itu merupakan titik awal gelombang. Kemudian jika iterasi ditambahkan, visualisasi yang ditunjukkan akan semakin baik.

Saat kita berbicara tentang gempa bumi, gelombang pertama yang terjadi disebut dengan gelombang P. Solusi numerik dari gelombang P dimanfaatkan untuk menyelesaikan gelombang P difusi dan non-difusi menggunakan D2Q9 lattice. Perhitungan numerik menggunakan  $101 \times 101$ , dengan  $\Delta x = 1500, \Delta y = 150, \Delta t = 2000$ , dan  $\tau = 1$ . Metode Lattice Boltzman adalah metode numerik diskrit, maka metode ini memiliki ketidakstabilan seperti metode numerik lain, tetapi dengan menggunakan nilai waktu relaksasi yang cocok, lattice dan waktu, ketidakstabilan tersebut dapat diminimalkan. Untuk mencoba metode ini, diinput nilai sebagai berikut :  $\tau = 1, r_x = 1400m, dx = 0.05m, \rho = 1, u_x=0$  dan  $u_y=0$ , dilakukan perulangan dengan nilai  $t = 1, 10, 50, 100$  maka didapat hasil :

**Tabel 2. Gelombang P (Zergani, 2016)**





## KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa metode Lattice Boltzman dapat digunakan untuk memvisualisasikan gelombang fluida. Salah satu fenomena fluida yang dapat diamati dengan metode Lattice Boltzman adalah fenomena gelombang tsunami. Untuk menghasilkan visualisasi dapat menggunakan berbagai software komputasi diantaranya adalah *Microsoft Visual C++*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N. 2015. Visualisasi Gelombang Viggen dengan Metode Lattice Boltzman Untuk Perambatan Gelombang Tsunami Aceh. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Informasi*, No.1, Vol.1, Juni 2015
- Almalowi, Saeed J. & Ozketin, Alparslan. 2012. Flow Simulations Using Two Dimensional Thermal Lattice Boltzmann Method. *Jurnal of Applied Mathematics* Volume 2012
- Azis, Z.A., Zergani, S., Viswanathan, K.K., 2016. Modeling of Propagation Tsunami Waves via Lattice Boltzmann Method. *International Journal of Applied Engineering Research*, **11**:8483-8500
- Chen, S., and Doolen, G. D. 1998. Lattice Boltzmann Method For Fluid Flows. *Annual Reviews Inc. All Rights Reserved*
- Rahmayani, N., dan Dharmawan, I.A. 2012. Simulasi Dinamika Fluida Pada Medium Berpori Dua Dimensi Menggunakan Metode Lattice Boltzman. *Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir*
- Qohar, U.N.A., Latief, F.D.E., Fauzi, U. 2014. Pemodelan Aliran Fluida Multifasa Menggunakan Metode Lattice Boltzmann Model Shan-Chen.
- Viggen, E. M. 2009. The Lattice Boltzmann Method with Application and Acoustics. *Department of Physics-NTNU 2009*
- Zergani, S., Azis, Z.A., Viswanathan, K.K., 2016. Elastic and Seismic Model for the Generation of Tsunamis via Lattice Boltzmann Method. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, **12**:1979-1999

## PURWARUPA SISTEM PERINGATAN DINI NIRKABEL PADA JEMBATAN ANTAR PULAU BERBASIS ARDUINO NANO

Budi Sumanto<sup>1\*</sup>, Nur Ahmad Effendi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta  
[bs.jogja@gmail.com](mailto:bs.jogja@gmail.com)

**Abstrak.** Pembangunan infrastruktur khususnya jembatan untuk menghubungkan antar pulau seperti halnya jembatan Suramadu merupakan gagasan yang bagus terlebih Indonesia merupakan negara kepulauan. Selain itu dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi pembangunan infrastruktur juga harus di tunjang dengan sistem peringatan dini terutama untuk jembatan antar pulau. Hal ini dikarenakan wilayah Indonesia rentan akan bencana khususnya perubahan iklim atau cuaca yang mengakibatkan kecepatan angin yang tinggi yang dapat membahayakan pengguna jalan sehingga perlu kewaspadaan yang lebih. Pemantauan jembatan dengan teknologi sistem peringatan dini ini mungkin dapat diterapkan untuk meningkatkan kewaspadaan kita akan bencana saat melintasi jembatan yang mana dalam implementasinya menggunakan komunikasi nirkabel. Sistem yang dibangun ini menggunakan Radio Frekuensi Modul 315/433 Mhz dan dikontrol menggunakan Arduino nano. Dari hasil sistem purwarupa peringatan dini terkait implementasi pada jembatan antar pulau dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan dengan memanfaatkan RF 315/433 Mhz. Selain itu juga anemometer yang dibuat memiliki ralat paling kecil sebesar 0,1.

**Kata kunci:** Anemometer, Arduino nano, Modul RF 315/433 MHz

### PENDAHULUAN

Jembatan antar pulau merupakan jembatan penghubung yang dibangun dengan tujuan untuk memaksimalkan pemetaan pendapatan wilayah suatu daerah. Salah satunya adalah wilayah Surabaya ke wilayah Madura, namun perlu diperhatikan bahwa jembatan antar pulau ini dibangun di atas laut yang mana pasti akan bertiup angin laut dengan kencang dan bisa mengakibatkan pengendara oleng dan dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan. Penelitian ini dimaksudkan untuk membangun purwarupa alat yang dapat memberikan peringatan sedini mungkin kepada masyarakat bila akan menyeberangi jembatan antar pulau, saat terjadi perubahan kecepatan angin yang bisa mengakibatkan kecelakaan, sistem peringatan dini secara nirkabel pada jembatan antar pulau ini yang nantinya dapat di implementasikan dan diharapkan manfaatnya. Ada beberapa penelitian yang terkait dengan sistem ini diantaranya penggunaan anemometer, tetapi pengaplikasiannya untuk melihat nilai kepekaan analisis dan kendali analisis dengan termoreveiver [1]. Selain itu penelitian lain yang menggunakan aplikasi anemometer terkait akurasi tinggi waktu terbang dengan pengukuran untuk ultrasonik aplikasi anemometer [2].

### BAHAN DAN METODE

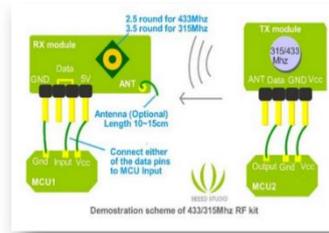
#### Arduino Nano

Arduino Nano merupakan suatu *board* mikrokontroler berukuran kecil yang dilengkapi dengan Chip ATmega 328, dengan port mini USB sebagai Port10 untuk menghubungkan Arduino dengan komputer, Arduino Nano V3.0 ini merupakan penyempurnaan dari Arduino Nano V2.3 yang menggunakan Chip ATmega 168, sehingga Arduino Nano V3.0 ini mempunyai kapasitas penyimpanan program yang lebih besar dari versi sebelumnya, untuk dapat berkomunikasi dengan komputer, Arduino Nano V3.0 ini dilengkapi dengan FTDI FT232RL yang dapat berfungsi untuk mengirimkan program, memantau aktivitas dengan fitur Serial Monitor. Arduino Nano V3.0 ini memiliki 14 pin digital dan 8 pin analog yang kesemuanya dapat dijadikan Input atau Output yang disesuaikan dengan kebutuhan dari *Project* yang dijalankan, beberapa dari pin digital memiliki fungsi khusus seperti Serial Tx/Rx yang berfungsi untuk melakukan komunikasi data menggunakan *Transmitter/Receiver*, External Interrupts yang berfungsi untuk menjalankan perintah interupsi ketika program utama berjalan sesuai dengan algoritma yang diberikan, PWM (*Pulse Width Modulation*) yang berfungsi untuk memberikan kendali berupa pengaturan lebar pulsa yang dikeluarkan dari pin tersebut, pin SPI (*Serial Peripheral Interface*) suatu sistem komunikasi data yang memiliki prinsip kerja *Master/Slave*, artinya komunikasi yang dilakukan bersifat dua arah, sedangkan pin analog memiliki beberapa pin khusus yaitu pin I<sup>2</sup>C (*InterIntegrated Circuit*) yang didalamnya memiliki 2 pin yaitu SCL (*Serial Clock Line*) dan SDA (*Serial Data Line*) yang memiliki fungsi untuk melakukan komunikasi antara *Master* dengan beberapa *Slave* yang mengakses *Slave* sesuai dengan *Address* masing-masing. [3]

#### Modul RF 315/433 Mhz

Pemancar nirkabel dan pasangan penerima beroperasi pada frekuensi 315 MHz. Karena ini hanya pemancar, maka hanya bekerja pada komunikasi data satu arah sehingga diperlukan dua pasang dengan frekuensi yang berbeda agar berfungsi sebagai pemancar/penerima. Karena kedua pemancar

dan penerima ini bekerja pada frekuensi umum dan tidak memerlukan ID, oleh karena itu metode penyaringan gelombang untuk pasangan pemancar dan penerima akan diperlukan. Untuk konfigurasi pin RF 315/433 Mhz seperti pada Gambar 1 berikut ini.



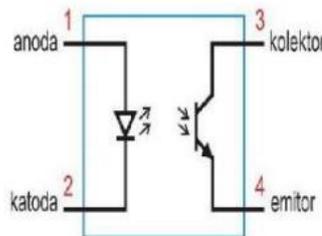
Gambar 1. Konfigurasi Pin RF Modul 315/433 Mhz

**Anemometer**

Anemometer adalah salah satu instrument yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin dan untuk mengukur arah angin oleh balai cuaca seperti Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

**A. Optocoupler**

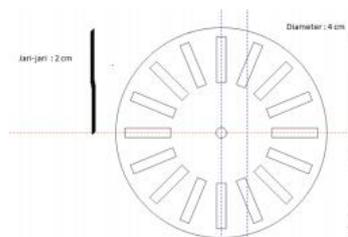
Merupakan salah satu jenis komponen yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu on/off nya. Karena berasal dari kata opto yang berarti optic dan coupler berarti pemicu, sehingga bisa diartikan sebagai suatu komponen yang bekerja berdasarkan picu cahaya optic termasuk dalam sensor dimana terdиси dari dua bagian yaitu transmitter dan receiver. Dasar rangkaian seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Rangkaian Optocoupler

**Rotary Encoder**

Rotari encoder merupakan bagian elektromekanik yang dapat memonitor gerakan dan posisi tertentu. Pada penelitian ini rotary encoder dirangkai dengan optocoupler yang nantinya dapat memberikan informasi berupa pulsa yang dapat diartikan sebagai suatu gerakan, posisi dan arah. Komponen ini terbuat dari suatu piringan tipis yang memiliki lubang-lubang pada bagian lingkaran piringan, karena semakin banyak lubang maka pulsa yang dihasilkan pada satu putaran akan menentukan akurasi dari rotary encoder tersebut. Gambar 3 berikut ini menunjukkan bagan sederhana dari rotary encoder.



Gambar 3. Bagan Sederhana Rotary Encoder

Karena digunakan untuk pengukuran jarak dalam satu kali putaran maka persamaan yang berlaku adalah:

$$K = 2\pi r \tag{1}$$

Dimana; K = keliling  
r = jari-jari

Selain persamaan diatas juga berlaku persamaan yang digunakan dalam perhitungan terkait nilai kelajuan yaitu

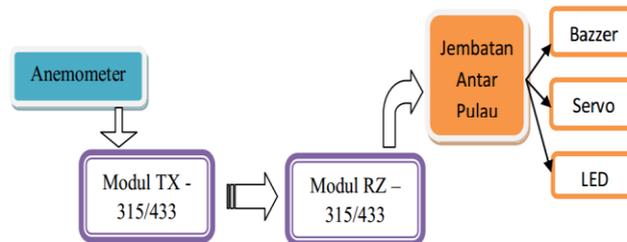
$$v = r * \omega \tag{2}$$

**Radio Frekuensi**

Didalam frekuensi radio yang memanfaatkan gelombang radio, terdapat dua perbedaan sistem pengiriman sinyal, perbedaan ini terdapat pada pemodulasian sinyal yang dikirimkan, perbedaannya adalah frekuensi modulasi (FM) dan amplitudo modulasi (AM), frekuensi modulasi (FM) sendiri adalah suatu bentuk modulasi dimana gelombang elektromagnetik yang diubah menjadi sinyal

elektrik disesuaikan dengan frekuensi sinyal pembawa (*Carrier Frequency*) sedangkan pada amplitudo frekuensi (AM) sinyal elektrik tersebut disesuaikan dengan amplitudo pada gelombang pembawanya. Berdasarkan perbedaan ini gelombang FM memiliki area jangkauan yang lebih rendah dari pada gelombang AM tetapi untuk kecepatan pengiriman data, gelombang FM memiliki kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan gelombang AM.

Pada penelitian ini terdiri dari dua bagian yaitu sistem perangkat lunak dan perangkat kerasnya. Secara umum dari penelitian ini dapat di lihat pada blok diagram seperti pada Gambar 2 berikut ini



Gambar 2. Blok diagram sistem

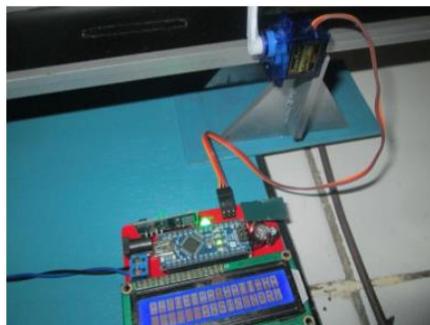
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi dari perancangan perangkat keras dalam hal ini pembuatan anemometer dengan menggunakan sensor optocoupler sebagai penghasil klock penghasil pulsa yang digunakan untuk perhitungan kecepatan angin terpasang pada bagian samping as dari mangkok-mangkok dengan *rotary encoder* yang berwarna hitam dengan lubang-lubang untuk pembentukan pulsa dari optocoupler. Untuk anemometer yang dibuat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Optocoupler pada penyusunan Anemometer

Sedangkan untuk implemntasi dari RF modul seperti pada Gambar 4, penyusunannya digabungkan dengan komponen LCD sebagai penampil, buzzer untuk memberi peringatan suara dan Arduino sebagai pengolah program dari komponen-komponen penyusun yang terdiri dari beberapa elektronik seperti LED merah, LED hijau dan RF Modul 315/433 Mhz. Dengan LCD untuk menampilkan sebuah kata-kata himbauan yang ditujukan kepada pengendara untuk membantu menjelaskan bahwa pada posisi sekarang ini jembatan layak atau tidak untuk proses penyeberangan. Buzzer digunakan untuk memberikan isyarat suara peringatan seandainya di jembatan sedang berlangsung perubahan angin yang dapat membahayakan pengendara dan sebagai pesan untuk lebih berhati-hati.



Gambar 4. Implementasi jembatan dan servo

### Kalibrasi Anemometer

Sensor anemometer yang digunakan sebagai titik acuan penghasil nilai pantau kecepatan angin sudah dikalibrasi dengan anemometer dari BMKG, seperti terlihat pada Tabel 1. Dari pembacaan Tabel tersebut nilai terbaca sensor yang digunakan adalah setiap 1 menit dan setiap 10 menit pembacaan sensor dalam kecepatan knot. Dari Tabel pembandingan tersebut antara sensor yang dibuat dengan anemometer milik BMKG memiliki pembacaan yang hampir sama, pembacaan *error* dari alat yang dibuat hanya memiliki nilai *error* 0,1 sampai 0,2. Nilai *error* yang dihasilkan dalam pengujian

alat dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain dikarenakan kipas yang digunakan terlalu jauh dari anemometer sehingga mangkok-mangkok berputar kurang optimal.

Tabel 1. Hasil Pembacaan Anemometer

| No | Per 1 menit        |            | Per 10 menit (rata-rata) |            | Max |
|----|--------------------|------------|--------------------------|------------|-----|
|    | Anemo. yang dibuat | Anemo BMKG | Anemo yg dibuat          | Anemo BMKG |     |
| 1  | 7                  | 3          | 7,3                      | 7,1        | 9   |
| 2  | 7                  | 7          |                          |            |     |
| 3  | 7                  | 7          |                          |            |     |
| 4  | 7                  | 7          |                          |            |     |
| 5  | 7                  | 7          |                          |            |     |
| 6  | 8                  | 8          |                          |            |     |
| 7  | 8                  | 8          |                          |            |     |
| 8  | 8                  | 8          |                          |            |     |
| 9  | 7                  | 8          |                          |            |     |
| 10 | 7                  | 8          |                          |            |     |
| 11 | 8                  | 8          | 7,5                      | 7,4        | 9   |
| 12 | 8                  | 8          |                          |            |     |
| 13 | 8                  | 8          |                          |            |     |
| 14 | 7                  | 7          |                          |            |     |
| 15 | 8                  | 8          |                          |            |     |
| 16 | 7                  | 7          |                          |            |     |
| 17 | 7                  | 7          |                          |            |     |
| 18 | 8                  | 7          |                          |            |     |
| 19 | 7                  | 7          |                          |            |     |
| 20 | 7                  | 7          |                          |            |     |

**Jarak Jangkauan Modul RF 315/433 MHz**

Pengujian pada modul RF 315/433 Mhz dengan mengukur jarak pancar RF yang dapat dilihat dari serial monitor dengan mencoba mengirim kata “Hello there”. Pengukuran ini dilakukan setiap 10 meter dengan ketinggian sensor dari tanah minimal 1 meter. Penempatan sensor dilakukan minimal 1 meter dikarenakan agar sensor lebih optimal dalam memancarkan data. Pada Tabel 2 merupakan hasil pembacaan jarak pancar RF. Pengukuran dilakukan ditempat terbuka, pada waktu pagi dan menjelang malam.

Tabel 2. Hasil Pengujian Jangkauan Modul RF 315/433 MHz

| NO | JARAK (m) | KETERANGAN TERBACA (Y/N) |
|----|-----------|--------------------------|
| 1  | 1         | Y                        |
| 2  | 10        | Y                        |
| 3  | 20        | Y                        |
| 4  | 30        | Y                        |
| 5  | 40        | Y                        |
| 6  | 50        | Y                        |
| 7  | 60        | Y                        |
| 8  | 70        | Y                        |
| 9  | 80        | Y                        |
| 10 | 90        | Y                        |
| 11 | 100       | Y                        |
| 12 | 110       | Y                        |
| 13 | 120       | Y                        |
| 14 | 130       | N                        |

Pengujian dilakukan kembali tetapi dengan menggunakan motor servo yang memiliki perubahan sudut sebesar 90° yang diatur pergerakannya dengan “L” dan “R” saja. Berdasarkan informasi pada Tabel 2 untuk pengujian ini dimaksudkan untuk mengatur palang pintu perlintasan sebelum masuk ke jembatan, dimana pintu perlintasan akan mendapat sinyal perintah untuk menutup dan membuka pintu. Hasil pengujian jarak dengan menggunakan servo seperti pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian dengan Servo

| No | Jarak (m) | Keterangan Servo |          | Ket. Terbaca (Y/N) |
|----|-----------|------------------|----------|--------------------|
|    |           | Right (R)        | Left (L) |                    |
| 1  | 1         | R                | L        | Y                  |
| 2  | 10        | R                | L        | Y                  |
| 3  | 20        | R                | L        | Y                  |
| 4  | 30        | R                | L        | Y                  |
| 5  | 40        | R                | L        | Y                  |
| 6  | 50        | R                | L        | Y                  |
| 7  | 60        | R                | L        | Y                  |
| 8  | 70        | R                | L        | Y                  |
| 9  | 80        | R                | L        | Y                  |
| 10 | 90        | R                | L        | Y                  |
| 11 | 100       | R                | L        | Y                  |
| 12 | 110       | R                | L        | Y                  |
| 13 | 120       | R                | L        | Y                  |
| 14 | 130       | N                | N        | N                  |

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa sistem purwarupa peringatan dini terkait implementasi pada jembatan antar pulau dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan dengan memanfaatkan RF 315/433 Mhz. Selain itu juga anemometer yang dibuat memiliki ralat paling kecil sebesar 0,1 yang dibandingkan dengan anemometer pada BMKG.

### DAFTAR PUSTAKA

- Sebastian, Y.C. 2010. *Sensitivity Analysis and Automatic Adjustment of a Controlled Temperature and Automation*. Natal, RN, Brazil.
- Han Dong, You Jun. 2013. *High Accuracy Time of Flight Measurement for Ultrasonic Anemometer Application*. Trans. Instrum. Mea., Vol 539-543. Department of Optical Engineering, Zhejiang University.
- Arduino Nano board website. [Online]. Available: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardNano>.

## KAJIAN PENDEKATAN PERSAMAAN MAXWELL-BOLTZMANN PADA ENERGI BIOGAS

Afni, Z.Harahap\*, Fitriana Hafni, Sepdian Anggreani S, & Juniastel Rajagukguk

Jurusan Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana Universitas Negeri Medan, 20154.  
SMK Putra Anda Binjai, Binjai – Sumatera Utara, 20157  
\*corespondensi e-mail: afnizaharaharahap@yahoo.com

**Abstrak.** *Persamaan Maxwell-Boltzmann merupakan persamaan statistikal mekanik yang digunakan untuk melihat hubungan antara energi yang dihasilkan oleh biogas dengan berbagai temperatur tertentu. Kajian ini bertujuan menganalisis hasil penelitian berbagai pendekatan Persamaan Maxwell-boltzmann pada berbagai energi biogas. Analisis dilakukan dengan cara membandingkan hasil beberapa penelitian diantaranya, pendekatan Persamaan Maxwell-boltzmann pada berbagai energi biogas. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dapat melihat hubungan antara besar energi dan mol gas yang terdapat pada biogas yang berbahan dasar sampah organik yaitu sayuran dan buah-buahan dari sampah pasar tradisional. Dimana hasil penelitian yang didapat menyatakan semakin tinggi temperatur digester maka energi semakin besar juga sebaliknya semakin rendah temperatur digester maka energi dan kalor yang dihasilkan akan semakin kecil. Adapun grafik yang didapatkan oleh persamaan Maxwell-Boltzmann yaitu grafik berbanding lurus yang menunjukkan hubungan antara temperatur terhadap energi, sehingga membuat energi bergantung pada temperatur digester dan mol zat gas yang terkandung dalam biogas.*

**Kata Kunci:** *Persamaan Maxwell-Boltzmann, Sampah Organik, Mol Gas.*

### PENDAHULUAN

Termodinamika adalah cabang dari ilmu fisika yang mempelajari tentang proses perpindahan energi sebagai kalor dan usaha antara sistem dan lingkungan. Kalor diartikan sebagai perpindahan energi yang disebabkan oleh perbedaan suhu, sedangkan usaha merupakan perubahan energi melalui cara-cara mekanis yang tidak disebabkan oleh perubahan suhu. Energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain tanpa ada pengurangan maupun penambahan, prinsip ini disebut sebagai prinsip konservasi atau kekekalan energi.

Prinsip termodinamika tersebut dapat kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, dimana contohnya yaitu energi panas dari matahari yang diserap oleh bumi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Pada perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terdapat prinsip alamiah pada termodinamika dimana direkayasa menjadi berbagai bentuk mekanisme untuk membantu manusia dalam melakukan kegiatannya.

Penerapan termodinamika yang begitu luas dimungkinkan adanya perkembangan ilmu termodinamika sejak abad 17 yang diawali dengan penemuan mesin uap di Inggris, dan diikuti oleh para ilmuwan termodinamika seperti Willian Rankine, Rudolph Clausius, dan Lord Kelvin pada abad ke 19. Perkembangan ilmu termodinamika diawali dengan pendekatan makroskopik, dimana sifat termodinamis didekati dalam perilaku umum partikel-partikel zat yang menjadi media pembawa energi, yang disebut pendekatan termodinamika klasik. Pendekatan sifat-sifat termodinamis suatu zat didasarkan pada perilaku kumpulan partikel-partikel yang disebut pendekatan mikroskopis dimana merupakan perkembangan ilmu termodinamika modern atau disebut termodinamika statistik. Pendekatan termodinamika statistik dimungkinkan karena perkembangan teknologi komputer, yang sangat membantu dalam menganalisis data dalam jumlah yang sangat besar.

Bentuk-bentuk energi yang dihasilkan pada proses termodinamika dapat berupa berbagai bentuk antara lain energi kimia, energi panas, energi mekanis, energi listrik, energi nuklir, adapun salah satunya yaitu energi yang terdapat pada biogas itu sendiri yaitu dengan pendekatan persamaan Maxwell-Boltzmann.

Biogas adalah salah satu sumber energi alternatif yang memiliki beberapa keunggulan daripada BBM yang berasal dari fosil. Biogas bersifat ramah lingkungan dan dapat diperbaharui. Selain itu biogas memiliki kandungan energi yang begitu besar daripada kandungan energi yang berasal dari bahan bakar fosil. Oleh karena itu, biogas sangat cocok menggantikan minyak tanah, LPG, dan bahan bakar fosil lainnya.

Pembuatan biogas membutuhkan ketekunan dan ketelitian yang sangat besar, jika tidak maka hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan yang diinginkan. Banyak kesulitan yang dihadapi oleh para pembuat biogas yang menginginkan hasil yang maksimal. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu : temperatur di dalam digester yang dijadikan tempat pembuatan biogas itu sendiri. Energi yang dihasilkan biogas selama ini tidak diperhitungkan berapa yang didapat, tetapi hanya dengan perhitungan sederhana oleh karena itu membutuhkan sebuah solusi eksak yang lebih logis bagi orang lain agar prediksi energi biogas yang terdapat dalam satu digester dapat diketahui berapa hasilnya.

Pembuatan biogas pada makalah ini berupa sampah-sampah organik dari pasar tradisional yang mengandung sayur-sayuran, buah-buahan.

Tingkat pertumbuhan penduduk Indonesia yang tinggi mengakibatkan jumlah sampah yang dihasilkan juga bertambah (Damanhuri, 1995). Kondisi ini menjadi masalah yang penting karena pengelolaan sampah di Indonesia masih belum memadai, dimana sampah hanya dikumpul, diangkut lalu dibuang ke lokasi

pemrosesan akhir (LPA) (Khair AM, 2009) Tingkat pertumbuhan penduduk Indonesia yang tinggi mengakibatkan jumlah sampah yang dihasilkan juga bertambah (Damanhuri, 1995). Pengelolaan sampah yang demikian berpotensi mencemari lingkungan dan menurunkan kualitas hidup masyarakat. Salah satu konsekuensi jangka panjang yang tidak kalah penting dari sistem di LPA ini adalah pembentukan emisi gas metan yang tidak terkontrol dari tumpukan sampah yang terurai secara aerob dan anaerob, dimana membentuk gas rumah kaca dan berkontribusi terhadap pemanasan global 21 kali lebih besar daripada gas karbondioksida (Deublein & Steinhauser, 2008). Permasalahan pengelolaan sampah tersebut dapat diminimalkan dengan menerapkan pengelolaan sampah yang terpadu (*Integrated Solid Waste Management/ISWM*), diantaranya *waste to energy* atau pengolahan sampah menjadi energi (Damanhuri, 2010). Salah satu bentuk energi yang dihasilkan dari sampah adalah biogas, yaitu energi terbarukan yang dibuat dari bahan buangan organik berupa sampah, kotoran ternak, jerami, eceng gondok serta bahan lainnya (Surawiria, 2005). Pemanfaatan sampah dan bahan organik lain sebagai penghasil biogas dapat mengurangi jumlah sampah organik yang diangkut ke LPA dan dapat mengurangi emisi gas metan sekaligus mengurangi risiko pemanasan global. Selain itu, residu dari proses pembuatan biogas merupakan bahan yang ramah lingkungan dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik (Deublein & Steinhauser, 2008).

Sebagai contoh, pasar tradisional-semi modern yang membuang sampah sayur dan buah ton/hari. Pengelolaan sampah dengan cara ini akan menimbulkan efek pencemaran lingkungan seperti emisi gas rumah kaca, kontaminasi air tanah, emisi bau tidak sedap dan sebagai tempat endemik berbagai penyakit.

Sampah organik pasar tradisional pada dasarnya memiliki potensi yang besar untuk digunakan sebagai bahan baku produksi biogas. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mendirikan unit instalasi produksi biogas di sekitar lingkungan pasar tradisional tersebut. Biogas yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik yang dapat digunakan untuk mensubstitusi sebagian/total kebutuhan listrik pasar yang selama ini disuplai oleh listrik pemerintah. Dengan skema ini, pasar tradisional akan menjadi bersih, tidak mencemari lingkungan bahkan mampu memenuhi kebutuhan energi secara mandiri.

Teknologi biogas merupakan teknologi yang sudah teruji (*proven technology*) yang sudah diaplikasikan untuk pengolahan berbagai sampah/limbah organik seperti sampah, kambing, kerbau, bahkan kotoran manusia. Namun sayangnya, penelitian-penelitian ini sebagian besar berkonsentrasi pada skala laboratorium saja. Untuk skala pilot plant dengan menggunakan sampah organik dari pasar tradisional yang mengandung sayur-sayuran dan buah-buahan belum banyak ditemukan di Indonesia termasuk di wilayah Binjai.

Keberadaan unit instalasi produksi biogas yang didirikan di lingkungan pasar tradisional akan memberikan dampak positif bagi perbaikan lingkungan dan kesejahteraan para pedagang dan stakeholder pasar yang bersangkutan. Pengembangan penelitian yang menunjang untuk implementasi unit produksi biogas tersebut sangat penting dilakukan.

Berdasarkan penjelasan diatas, tulisan ini bertujuan untuk mengkaji Pendekatan Persamaan Maxwell-Boltzmann Pada Energi Biogas”.

## **METODE**

Dalam karya ilmiah ini telah dikaji beberapa topik dari Persamaan Maxwell-Boltzmann yang dimanfaatkan untuk memecahkan masalah dalam Energi biogas. Pengkajian topik tersebut diambil dari hasil penelitian terdahulu dan beberapa literatur yang relevan.

Penelitian dilakukan dalam 2 kegiatan utama penelitian yaitu *pertama*, pengambilan dan karakterisasi sampah organik pasar tradisional; *kedua*, penggunaan Persamaan Maxwell-Boltzmann yang merupakan sebuah persamaan mekanika statistik dimana salah satunya digunakan untuk menentukan besar energi yang didapat dari biogas yang terbuat dari sampah sayuran dan buah-buahan dan persamaan tersebut secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E = \frac{5}{2} NkT$$

Dengan :

$E$  = energi (J)

$k_B$  = konstanta Boltzmann (J/K)

$T$  = temperatur (K)

$N$  = jumlah total molekul (molekul mol)

$U$  = energi dalam (J)

Prosedur pengambilan dan karakterisasi sampah organik pasar tradisional dilakukan dengan cara mengambil 100 kg sampah pasar tradisional dan memilah-milahnya sehingga diperoleh fraksi organik. Pemilahan ini dilakukan juga untuk memperoleh nilai persentase fraksi berat dari sampah organik pasar tradisional. Sampah organik yang telah dipilah kemudian dicacah dan dihaluskan dengan menggunakan kitchen blender dengan ditambah air secukupnya.

Dalam pembuatan biogas membutuhkan skema alat yang digunakan berupa satu unit digester dan Tabel hasil pengamatan yang digunakan untuk memasukkan data hasil penelitian.

Temperatur dan mol zat gas merupakan dua parameter yang harus ditentukan dalam menentukan besar energi dalam persamaan Maxwell- Boltzmann. Setelah mengolah data tersebut maka hasil energi gas dapat diprediksi besarnya yang disesuaikan dengan digester, dalam penelitian ini digunakan digester yang berukuran 300 Liter atau sekitar 0,3 m<sup>3</sup>.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampah adalah bahan buangan padat atau semi padat yang dihasilkan dari aktifitas manusia atau hewan yang dibuang karena tidak diinginkan atau tidak digunakan lagi (*tchobanoglous, dkk,1993*). Menurut petunjuk Teknis Perencanaan Pembangunan dan Pengelolaan Bidang ke-PLP-an perkotaan dan pedesaan, *sampah* adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari sampah organik, sampah anorganik dan sampah B3 yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan (*dep.PU Ditjen Cipta Karya, 1999*).

Sementara itu, Hadiwiyoto (1983) mendefinisikan sampah adalah sisa-sisa bahan yang mengalami perlakuan-perlakuan, baik karena telah diambil bagian utamanya, atau karena pengelolaan, atau karena sudah tidak ada manfaatnya, yang ditinjau dari aspek pencemaran atau gangguan kelestarian lingkungan.

Bila dilihat dari sifatnya, sampah dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu

### 1. Sampah organik

Sampah organik adalah sampah yang mengandung senyawa-senyawa organik yang tersusun dari unsur-unsur karbon, hydrogen dan oksigen. Yang termasuk sampah organik adalah daun-daunan, kayu, kertas, karton, sisa-sisa makanan, sayur, buah, yang mudah diuraikan oleh mikroba.

### 2. Sampah non organik

Terdiri dari kaleng, plastik, besi, logam, gelas atau bahan lain yang yang tidak tersusun oleh senyawa-senyawa organik. Sampah anorganik tidak dapat diuraikan oleh mikroba.

## Karakteristik Sampah Pasar Tradisional

Sampah pasar tradisional yang ada di wilayah Binjai yaitu Pasar Buah dan Sayur yang memiliki komposisi sayur dan buah seperti terangkum dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi sayur dan buah dalam sampah pasar tradisional

| No | Komponen Sampah | Jumlah (kg) | Persentase (%) |
|----|-----------------|-------------|----------------|
| 1. | Sayur           | 51          | 51             |
| 2. | Buah            | 33          | 33             |
| 3. | Non Organik     | 6           | 6              |
| 4. | Serabut         | 10          | 10             |

Biogas yang dihasilkan dari sampah organik merupakan gas yang mudah terbakar (*flammable*) dan didominasi senyawa methana (CH<sub>4</sub>) dan senyawa CO<sub>2</sub>. Gas ini dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob yang tahan pada wilayah atau area yang kedap udara. Semua jenis bahan organik yang mengandung senyawa karbohidrat, protein, lemak bisa diproses untuk menghasilkan biogas. Namun, keheterogenan sampah organik dapat mengakibatkan bakteri anaerobik tidak dapat hidup sehingga perlu pengolahan lebih lanjut agar sampah tersebut benar-benar

dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi biogas. Sampah dari bahan organik yang homogen, baik padat maupun cair sangat cocok sebagai umpan pada sistem peralatan produksi biogas secara sederhana. Kandungan metana dalam biogas yang diproduksi oleh reaktor/digester berbeda-beda tergantung jenis feed, komposisi masukan, dan lama waktu fermentasi serta kapasitas reaktor. Zhang *et al.* (1997) di muat dalam Hermawan. B, dkk. (2007) menunjukkan bahwa biogas yang dihasilkan mengandung gas metana sebesar 50-80 (% Volume) dan gas karbondioksida 20-50 (% Volume). Sedangkan Hansen (2001) dimuat dalam Hermawan. B, dkk. 2007, dalam reaktor biogasnya mengandung sekitar 60-70 (% Volume) gas metana, 30-40 (% Volume) gas karbon dioksida serta gas-gas lain, meliputi ammonia, hidrogen sulfida, merkaptan (tio-alkohol) dan gas lainnya. Secara umum komposisi biogas dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini:

**Tabel 2 Komposisi Biogas**

| Komponen                            | Persentase (% Volume) |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Metana (CH <sub>4</sub> )           | 55-75                 |
| Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )  | 25-45                 |
| Nitrogen (N <sub>2</sub> )          | 0-0.3                 |
| Hidrogen (H <sub>2</sub> )          | 1-5                   |
| Hidrogen sulfida (H <sub>2</sub> S) | 0-3                   |
| Oksigen (O <sub>2</sub> )           | 0,1-0,5               |

Pembentukan biogas oleh mikroba pada kondisi anaerob oleh Haryati (dalam Mara, 2012:39) meliputi tiga tahap proses yaitu:

- Hidrolisis, pada tahap ini terjadi penguraian bahan-bahan organik mudah larut dan bahan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana, perubahan struktur bentuk polimer.
- Pengasaman, pada tahap pengasaman komponen monomer (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam. Produk akhir dari perombakan gula-gula sederhana ini yaitu asam asetat propionat, format, laktat, alkohol dan sedikit butir, gas karbon dioksida, hidrogen dan amonia.
- Metanogenik, pada tahap metanogenik terjadi proses pembentukan gas metan. Bakteri pereduksi sulfat juga terdapat dalam proses ini, yaitu mereduksi sulfat dan komponen sulfur lainnya menjadi sulfur sulfida.

Adapun hasil penelitian pembuatan biogas yang dilakukan beberapa waktu lalu yaitu :

**Tabel 3 Hasil Pengamatan Temperatur Pada Saat Pembuatan Biogas**

| No | Massa Sampah (kg) | Massa Air (kg) | Temperatur (°C) | Tekanan (Pa) |
|----|-------------------|----------------|-----------------|--------------|
| 1  | 100               | 100            | 30              | 17519,68     |
| 2  | 100               | 100            | 31              | 35039,37     |
| 3  | 100               | 100            | 32              | 52559,055    |
| 4  | 100               | 100            | 33              | 70078,74     |
| 5  | 100               | 100            | 34              | 87596,425    |

Hasil pengamatan tersebut di atas dapat diketahui Kalor maupun energi yang terdapat dalam biogas itu dapat dianalisis melalui persamaan-persamaan mekanika statistik. Dimana dalam satu digester yang berisi 300 liter, energi dan kalor yang dihasilkan dihitung dengan persamaan Maxwell-Boltzmann pada mekanika statistik dalam (Huan,2013:33): dengan persamaan energi kinetik rata-rata yang dihubungkan dengan energi termal yaitu persamaan tersebut :

$$\frac{1}{2} m\bar{v}^2 = \frac{3}{2} K_B T \tag{3.1}$$

$$\overline{EK} = U = \frac{3}{2} NkT = \frac{5}{2} NkT$$

Dimana :

$E$  = energi (J)

$k_B$  = konstanta Boltzmann (J/K)

$T$  = temperatur (K)

$N$  = jumlah total molekul (molekul mol)

$U$  = energi dalam (J)

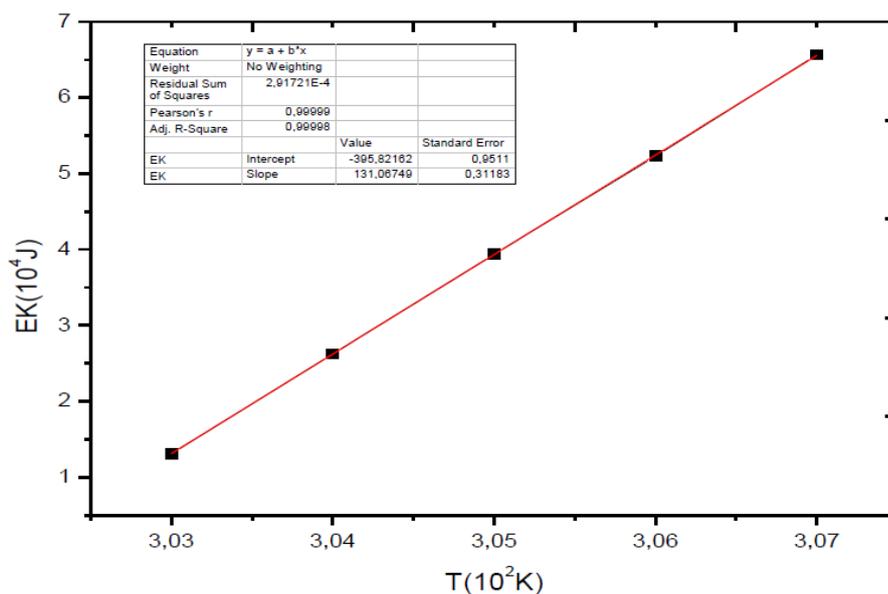
Data temperatur digester 30-34 dengan massa sampah 100 kg dan massa air 100 kg dengan volume digester yaitu 300 liter dapat diketahui energi yang dihasilkan dengan volume digester 300 liter yakni dengan memasukkan kedalam aproksimasi persamaan Maxwell-Boltzmann. Adapun pemodelan persamaan Maxwell-Boltzmann

$$\overline{EK} = U = \frac{5}{2} NkT$$

Persamaan diatas dapat digunakan dengan mengubah nilai N dengan  $n \times N_A$ , yang mana nilai mol zat gas dicari yang dalam hal ini hanya gas CH<sub>4</sub> dan gas tang lain dicari, karena sebagian besar kandungan biogas didominasi oleh zat gas Metana.

1 Energi yang didapatkan dalam digester berukuran 300 Liter dapat dilihat pada Tabel berikut ini.  
**Tabel 4** Hasil Perhitungan Pengaruh Temperatur Terhadap Energi Gas

| No | Massa Sampah (kg) | Massa Air (kg) | Temperatur (°C) | Energi Gas (J) |
|----|-------------------|----------------|-----------------|----------------|
| 1  | 100               | 100            | 30              | 13128,09       |
| 2  | 100               | 100            | 31              | 26256,15       |
| 3  | 100               | 100            | 32              | 39384,21       |
| 4  | 100               | 100            | 33              | 52306,14       |
| 5  | 100               | 100            | 34              | 65636,84       |



Gambar 2. Grafik hubungan antara temperatur terhadap energi kinetik gas

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui hasil penelitian dapat membuktikan bahwa temperatur digester sangat berpengaruh terhadap pembentukan biogas yaitu energi yang dihasilkan, dimana semakin besar temperatur pada digester atau digester sebagai wadah fermentasi sampah maka nilai energi yang dihasilkan akan semakin tinggi, begitu sebaliknya semakin rendah temperatur digester, maka energi maupun biogas yang dihasilkan akan semakin rendah dan kualitasnya juga tidak maksimal jika digunakan dalam penggunaan energi.

1. Perbandingan mol gas yang terdapat dalam biogas dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

**Tabel 5** Perbandingan mol zat CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, dan N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, & H<sub>2</sub>S

| No | Tekanan Gas (N/m <sup>2</sup> ) | Mol zat CH <sub>4</sub> (mol) | Mol zat CO <sub>2</sub> (10 <sup>-4</sup> mol) | Mol zat N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , & H <sub>2</sub> S (10 <sup>-4</sup> mol) |
|----|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 10                              | 7,1                           | 4,5                                            | 0,2                                                                                                  |
| 2  | 35                              | 24,9                          | 15,8                                           | 0,8                                                                                                  |
| 3  | 47                              | 33,4                          | 21,1                                           | 1,1                                                                                                  |
| 4  | 59                              | 41,7                          | 26,4                                           | 1,4                                                                                                  |
| 5  | 68                              | 47,9                          | 30,4                                           | 1,6                                                                                                  |

Pada Tabel di atas dapat diketahui bahwa perbandingan mol zat yang terkandung dalam biogas dari sampah dalam hal ini didominasi oleh zat CH<sub>4</sub> kemudian zat CO<sub>2</sub> dan zat N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, & H<sub>2</sub>S. Hal ini berdasarkan kapasitas dari biogas, dimana dengan volume digester 300 Liter maka dapat menghasilkan gas sekitar ± 300 Liter pula tiap harinya hingga gas habis atau tidak beroperasi lagi. Komponen biogas antara lain sebagai berikut : ± 60 % CH<sub>4</sub> (metana), ± 38 % CO<sub>2</sub> (karbon dioksida) dan ± 2 % N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, & H<sub>2</sub>S (Hamidi, 2012).

▪ Pada suhu 30<sup>o</sup> C

$$\frac{5}{2} NKT = 13128,09$$

$$\frac{5}{2} N5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 303 = 13128,09$$

$$N4295,025 \cdot 10^{-8} = 13128,09$$

$$N = \frac{13128,09}{4295,025 \cdot 10^{-8}} = 3 \cdot 10^8 \text{ mol}$$

▪ Pada suhu 31<sup>o</sup> C

$$\frac{5}{2} NKT = 26256,15$$

$$\frac{5}{2} N5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 304 = 26256,15$$

$$N4309,2 \cdot 10^{-8} = 26256,15$$

$$N = \frac{26256,15}{4309,2 \cdot 10^{-8}} = 6,09 \cdot 10^8 \text{ mol}$$

- Pada suhu  $32^{\circ}C$

$$\frac{5}{2} NKT = 39384,21$$

$$\frac{5}{2} N5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 305 = 39384,21$$

$$N4323,4 \cdot 10^{-8} = 39384,21$$

$$N = \frac{26256,15}{4323,410^{-8}} = 9,11 \cdot 10^8 \text{ mol}$$

- Pada suhu  $33^{\circ}C$

$$\frac{5}{2} NKT = 52306,14$$

$$\frac{5}{2} N5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 306 = 52306,14$$

$$N4337,55 \cdot 10^{-8} = 52306,14$$

$$N = \frac{26256,15}{4337,55 \cdot 10^{-8}} = 12,06 \cdot 10^8 \text{ mol}$$

- Pada suhu  $34^{\circ}C$

$$\frac{5}{2} NKT = 65636,84$$

$$\frac{5}{2} N5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 304 = 65636,84$$

$$N4351,73 \cdot 10^{-8} = 65636,84$$

$$N = \frac{65636,84}{4351,73 \cdot 10^{-8}} = 15,08 \cdot 10^8 \text{ mol}$$

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka diperoleh suatu hasil dimana pada pembuatan biogas yang berbahan dasar sampah diperlukan ketelitian dan keuletan dengan menjaga temperatur digester agar gas yang terbentuk sangat baik sesuai yang diharapkan. Oleh karena itu digunakan sebuah aplikasi dari persamaan Maxwell-Boltzmann pada energi alternatif yang menghasilkan suatu hubungan yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan dalam 2 kegiatan utama penelitian yaitu *pertama*, pengambilan dan karakterisasi sampah organik pasar tradisional; *kedua*, penggunaan Persamaan Maxwell-Boltzmann yang merupakan sebuah persamaan mekanika statistik dimana salah satunya digunakan untuk menentukan besar energi yang didapat dari biogas yang terbuat dari sampah sayuran dan buah-buahan.

2. Besarnya nilai temperatur sangat berpengaruh pada pembentukan biogas, hal ini juga mempengaruhi energi biogas, dimana semakin tinggi temperatur digester maka energi gas akan semakin besar juga. Dan sebaliknya semakin kecil temperatur digester maka energi yang dihasilkan juga akan menurun.
3. Besarnya nilai mol zat mempengaruhi energi pada biogas dimana semakin besar mol zat maka energi akan semakin besar begitu sebaliknya semakin kecil nilai mol zat maka energi pada biogas tersebut akan semakin kecil juga.
4. Perbandingan mol zat dalam biogas yaitu terbesar dimulai dari CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, dan N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, & H<sub>2</sub>S

#### DAFTAR PUSTAKA

- Damanhuri, E. 1995. *Teknik Pembuangan Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan, ITB: Bandung
- Damanhuri, E. 2008. *Diktat Landfilling Limbah*. Jurusan Teknik Lingkungan, ITB: Bandung
- Damanhuri, Enri. 2010. *Pengelolaan Sampah*. Jurusan Teknik Lingkungan, ITB: Bandung
- Deublein, Dieter and Angelika Steinhauser. 2008. *Biogas from Waste and Renewable Resources*. Wiley-VHC: Jerman
- Hamidi, Nurkholis. (2011) "Peningkatan Bahan Bakar Biogas Melalui proses pemurnian Bahan Bakar Alam". Jurnal Rekayasa Mesin. Jilid 2 No 3. (<http://rekayasamesin.ub.ac.id>. diakses 20 Oktober 2016).
- Hermawan. B., Lailatul Qodriyah, dan Candrarini Puspita. 2007. Sampah Organik sebagai Bahan Baku Biogas untuk Mengatasi Krisis Energi Dalam Negeri. Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa. Universitas Lampung. Bandar Lampung. diakses pada tanggal 20 Oktober 2016 dari <http://chemistryaddict.wordpress.com>
- Huan, Alfred. 2013, Statistical Mechanics, (pdf), (<http://www.spms.ntu.edu.sg/PAP/courseware/statemech>, diakses Oktober 2016)
- Khair AM, Hafidzul. 2009. *Detail Engineering Design (DED) Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Kabupaten Sijunjung*. Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Universitas Andalas: Padang
- Mara, I Made. (2012) "Analisis Penyerapan Gas Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) Dengan Larutan NaOH Terhadap Kualitas Biogas Sampah". Jurnal Dinamika Teknik Mesin (Online). Jilid 2 No 1. (<http://www.ejournal.ftunram.ac.id>. diakses 16 Oktober 2016).
- Rahayu dkk. (2009) "Pemanfaatan Kotoran ternak Sapi Sebagai Sumber Energi Altrnatif Ramah Lingkungan Beserta Aspek sosio Kulturalnya". Jurnal Lingkungan. Jilid 13 No 2. (<http://journal.uny.ac.id>. diakses 20 Oktober 2016)
- Surawiria, U. *Menuai Biogas Dari Limbah*. Disadur dari Pikiran Rakyat, 7 April 2005

## PENYELESAIAN NUMERIK MODEL AYUNAN TERPAKSA MENGUNAKAN METODE PENGALI LAGRANGE DAN KARAKTERISTIK DINAMIKA

**Harbintoro Situmorang<sup>1</sup>, Januarita Br Ginting<sup>1</sup>, Hendri<sup>1</sup>, Nur Elida Siregar<sup>1</sup>, Juniastel Rajagukguk<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Prodi S2 Pendidikan Fisika Pascasarjana, Universitas Negeri Medan 20221  
email:arbint.situmorang@gmail.com

**Abstrak.** Ada dua jenis osilasi dalam sistem ayunan yaitu gerak harmonik dan gerak terpaksa. Gerak terpaksa terjadi pada suatu sistem karena adanya gaya luar yang menyebabkannya. Model osilasi yang diselesaikan dalam artikel ini menggunakan model ayunan terpaksa yang menghasilkan gerak osilasi terpaksa dan dinamika gerak sistem dipengaruhi oleh gaya luar. Sistem mekanika berupa sistem pegas massa dikatakan mempunyai dua derajat kebebasan apabila pada sistem tersebut mempunyai dua kuantitas bebas, dalam hal ini berupa  $u_1$  dan  $u_2$ , yang menyatakan benda dari keadaan setimbangnya. Penyelesaian model ayunan terpaksa menggunakan Metode Lagrange untuk menentukan persamaan gerak Sistem pegas. Karakteristik dinamika gerak model ayunan terpaksa menggunakan Sistem pegas dengan dua derajat kebebasan.

**Kata kunci:** osilasi, ayunan terpaksa, metode lagrange, karakteristik dinamika, sistem pegas.

### PENDAHULUAN

Osilasi terjadi bila sebuah sistem diganggu dari posisi kesetimbangan stabilnya. Untuk mempertahankan suatu sistem teredam agar tetap beresilasi, energi harus diberikan ke dalam sistem. Bila ini dilakukan, osilasi dikatakan digerakkan atau dipaksa (Tipler.P.A, 1998). Sistem beresilasi karena rangsangan gaya luar dan dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan. Jika frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem, maka akan didapat keadaan resonansi (Novianarenti. E, et.all 2013). Osilasi sistem pegas-massa ini tidak pernah terjadi pada realita, karena bagaimanapun juga gesekan beban dengan lantai akan menghambat gerakan benda, hingga lambat laun osilasi beban terhenti. Berhentinya osilasi beban disebabkan adanya gaya luar yang bekerja selain gaya-gaya konservatifnya, yaitu gaya redaman yang selalu melawan arah gerak beban. Untuk mengetahui dinamika dalam model sistem ayunan terpaksa dapat merubah nilai frekuensi pada gaya paksa dengan nilai amplitudo dibuat tetap (Hamadi. H, Nugroho. F, 2015).

Sebuah pendekatan yang lebih efektif digunakan dalam mencari persamaan gerak sistem adalah dengan menggunakan metode Lagrange atau disebut juga dengan formalisme Lagrange. Persamaan gerak partikel yang dinyatakan oleh persamaan Lagrange dapat diperoleh dengan meninjau energi kinetik dan energi potensial partikel tanpa perlu meninjau gaya yang beraksi pada partikel. (Anli.E, Ozkol. I, 2010). Energi kinetik partikel dalam koordinat kartesian adalah fungsi dari kecepatan, energi potensial partikel yang bergerak dalam medan gaya konservatif adalah fungsi dari posisi. Jika didefinisikan Lagrangian sebagai selisih antara energi kinetik dan energi potensial.

Dalam dinamika struktur, jumlah kordinat bebas diperlukan untuk menetapkan susunan atau posisi sistem pada setiap saat, yang berhubungan dengan jumlah derajat kebebasan. Pada umumnya, struktur berkesinambungan mempunyai jumlah derajat kebebasan tak berhingga. Namun disini yang digunakan adalah sistem dua derajat kebebasan.

### METODE

**Metode Lagrange.** Untuk mencari persamaan diferensial gerak sebuah benda yang dinyatakan dalam koordinat rampatan, dapat dimulai dengan persamaan berikut:

$$F_i = m_i \ddot{x}_i \quad (1)$$

dan selanjutnya menyatakan persamaan tersebut dalam  $q$ . Pendekatan pertama yang akan dipakai adalah dari persamaan energi. Kita akan menghitung energi kinetik  $T$  dalam bentuk koordinat Kartesian dan selanjutnya menyatakan dalam koordinat rampatan dan turunannya terhadap waktu. Energi kinetik  $T$  dari sebuah sistem yang mengandung  $N$  partikel dapat dinyatakan dengan

$$T = \sum_{i=1}^{3N} \frac{1}{2} m_i \dot{x}_i^2 \quad (2)$$

Maka dengan demikian dapat ditentukan hubungan antara koordinat  $x$  dan  $q$  yang juga mengandung waktu  $t$  secara eksplisit. Kita dapat misalkan

$$x_i = x_i(q_1, q_2, \dots, q_n, t) \quad (3)$$

dan selanjutnya

$$\dot{x}_i = \sum \frac{\partial x_i}{\partial q_k} \dot{q}_k + \frac{\partial x_i}{\partial t} \tag{4}$$

Selanjutnya, menetapkan harga  $i$  adalah  $1,2, \dots, 3N$  dimana  $N$  menyatakan jumlah partikel dalam sistem, dan harga  $k$  adalah  $1,2, \dots, n$ ; dimana  $n$  menyatakan jumlah koordinat rampatan (derajat kebebasan) sistem. Maka dapat diamati bahwa energi kinetik sebagai fungsi koordinat rampatan, turunannya terhadap waktu. Dalam banyak hal, waktu  $t$  tidak secara eksplisit terkait hubungan antara  $x_i$  dan  $q_k$ , sehingga  $\partial x_i / \partial t = 0$ . Jelaslah bahwa energi kinetik  $T$  merupakan fungsi kuadrat yang homogen dari kecepatan rampatan  $\dot{q}_k$ . Dari persamaan

$$\frac{\partial \dot{x}_i}{\partial \dot{q}_k} = \frac{\partial x_i}{\partial q_k} \tag{5}$$

Dengan mengalikan kedua ruas (ruas kiri dan kanan) dengan  $\dot{x}_i$  dan diferensialkan terhadap  $t$ , akan diperoleh:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial}{\partial \dot{q}_k} \frac{\dot{x}_i^2}{2} \right) = \ddot{x}_i \frac{\partial x_i}{\partial q_k} + \frac{\partial}{\partial q_k} \left( \frac{\dot{x}_i^2}{2} \right) \tag{6}$$

Selanjutnya dengan mengalikan  $m_i$  dan menggunakan hubungan  $m_i \ddot{x}_i = F_i$ , kita dapat peroleh

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial}{\partial \dot{q}_k} \left( \frac{m_i \dot{x}_i^2}{2} \right) = F_i \frac{\partial x_i}{\partial q_k} + \frac{\partial}{\partial q_k} \left( \frac{m_i \dot{x}_i^2}{2} \right) \tag{7}$$

Dengan melakukan penjumlahan terhadap  $i$ , akan diperoleh :

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k} = \sum_i \left( F_i \frac{\partial x_i}{\partial q_k} \right) + \frac{\partial T}{\partial q_k} \tag{8}$$

Dari definisi gaya rampatan kita peroleh

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k} = Q_k + \frac{\partial T}{\partial q_k} \tag{9}$$

Persamaan ini adalah persamaan diferensial gerak yang dinyatakan dalam koordinat rampatan dan dikenal dengan persamaan Lagrange untuk gerak.

Dalam kasus gerakannya adalah konservatif, persamaan Lagrange dapat ditulis sebagai berikut:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k} = \frac{\partial T}{\partial q_k} - \frac{\partial V}{\partial q_k} \tag{10}$$

Persamaan ini biasanya ditulis dalam bentuk yang lebih singkat dengan mendefinisikan fungsi Lagrangian  $L$  yakni

$$L = T - V \text{ atau } = \frac{1}{2} m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) - mgz \tag{11}$$

di sini  $t$  adalah variabel bebas,  $x, y, z$  adalah variabel bebas dan  $L$  koresponden untuk apa yang disebut  $F$  sebelumnya. (Boas. *M.L*, 1983)

Persamaan Lagrange dapat ditulis

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k} = \frac{\partial L}{\partial q_k} \tag{12}$$

Persamaan diferensial gerak untuk suatu sistem konservatif dapat dicari jika kita ketahui fungsi Lagrangian dalam bentuk koordinat tertentu. Di sisi lain, jika gaya rampatan tidak konservatif, misalkan nilainya adalah  $Q'_k$ , maka kita dapat menuliskan,

$$Q_k = Q'_k - \frac{\partial V}{\partial q_k} \tag{13}$$

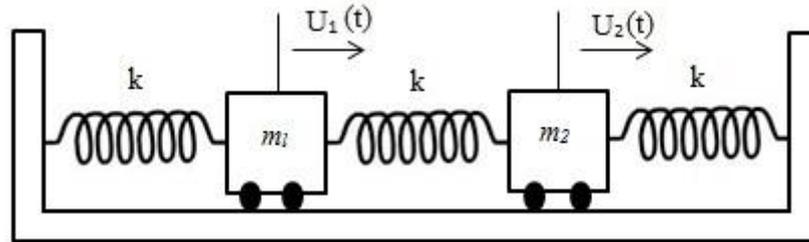
Selanjutnya kita dapat mendefinisikan sebuah fungsi Lagrangian  $L = T - V$ , dan menuliskan persamaan diferensial gerak dalam bentuk

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k} - \frac{\partial L}{\partial q_k} = Q'_k \tag{14}$$

Persamaan (14) lebih muda dipakai jika gaya gesekan diperhitungkan.

**PEMBAHASAN**

Dalam sistem massa pegas seperti terlihat dalam Gambar (1) di bawah ini, bila gerakan massa  $m_1$  dan  $m_2$  secara vertikal dibatasi, maka paling sedikit dibutuhkan satu koordinat  $x(t)$  guna menentukan kedudukan massa pada berbagai waktu. Berarti sistem membutuhkan dua buah koordinat bersama-sama untuk menentukan kedudukan massa; sistem ini adalah sistem dua-derajat-kebebasan.



(Gambar 1). Sistem pegas dengan dua derajat kebebasan.

Dari Gambar diatas, dapat ditentukan gerak sistem dengan menggunakan metode lagrange. Persamaan Lagrange dari persamaan (10) dapat kita ubah menjadi bentuk seperti dibawah ini.

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial [T]}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial [T]}{\partial q_i} + \frac{\partial [Ed]}{\partial \dot{q}_i} + \frac{\partial [V]}{\partial q_i} = Q_i$$

Persamaan diatas menunjukkan bahwa  $T$  merupakan energi kinetik akibat gerakan massa dan  $V$  adalah energi potensial pegas yang diakibatkan oleh kerja pegas sedangkan  $Ed$  adalah energi terbuang sistem akibat kerja redaman. Dan dalam kasus ini  $Ed = 0$ .  $Q_i$  adalah gaya luar yang bekerja pada sistem (eksitasi) dan pada kasus ini  $Q_i$  bernilai = 0.

Pada Gambar (1) merupakan dua derajat kebebasan, sehingga persamaan umum Lagrange dapat dibuat menjadi dua bentuk, yaitu penurunan terhadap  $u_1(t)$  dan terhadap  $u_2(t)$ .

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial [T]}{\partial \dot{u}_1} - \frac{\partial [T]}{\partial u_1} + \frac{\partial [V]}{\partial u_1} = 0 \tag{15}$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial [T]}{\partial \dot{u}_2} - \frac{\partial [T]}{\partial u_2} + \frac{\partial [V]}{\partial u_2} = 0 \tag{16}$$

Dengan

$$T = \frac{1}{2} m \dot{u}_1^2 + \frac{1}{2} m \dot{u}_2^2 \tag{17}$$

$$V = \frac{1}{2} k u_1^2 + \frac{1}{2} k (u_1 - u_2)^2 + \frac{1}{2} k u_2^2 \tag{18}$$

Kemudian persamaan (17) dan (18) disubstitusi ke persamaan (15), maka diperoleh:

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{\partial \left[ \frac{1}{2} m \dot{u}_1^2 + \frac{1}{2} m \dot{u}_2^2 \right]}{\partial \dot{u}_1} \right] - \frac{\partial \left[ \frac{1}{2} m \dot{u}_1^2 + \frac{1}{2} m \dot{u}_2^2 \right]}{\partial u_1} + \frac{\partial \left[ \frac{1}{2} k u_1^2 + \frac{1}{2} k (u_1 - u_2)^2 + \frac{1}{2} k u_2^2 \right]}{\partial u_1} = 0$$

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{1}{2} m \cdot 2 \dot{u}_1 \right] - 0 + \left[ \frac{1}{2} k \cdot 2 u_1 + \frac{1}{2} k \cdot 2 (u_1 - u_2) \right] = 0$$

$$m \cdot \ddot{u}_1 + k u_1 + k (u_1 - u_2) = 0$$

$$m \cdot \ddot{u}_1 + 2 k u_1 + k u_2 = 0 \tag{19}$$

Kemudian persamaan (21) dan (22) disubstitusi ke persamaan (20), maka diperoleh:

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{\partial \left[ \frac{1}{2} m \dot{u}_1^2 + \frac{1}{2} m \dot{u}_2^2 \right]}{\partial \dot{u}_2} \right] - \frac{\partial \left[ \frac{1}{2} m \dot{u}_1^2 + \frac{1}{2} m \dot{u}_2^2 \right]}{\partial u_2} + \frac{\partial \left[ \frac{1}{2} k u_1^2 + \frac{1}{2} k (u_1 - u_2)^2 + \frac{1}{2} k u_2^2 \right]}{\partial u_2} = 0$$

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{1}{2} m \cdot 2\dot{u}_2^1 \right] - 0 + \left[ -\frac{1}{2} k \cdot 2(u_1 - u_2)^1 + \frac{1}{2} k \cdot 2u_2^1 \right] = 0$$

$$m \cdot \ddot{u}_2 - k(u_1 - u_2) + ku_2 = 0$$

$$m \cdot \ddot{u}_2 - ku_1 + 2ku_2 = 0 \tag{20}$$

Maka persamaan (19) dan (20) merupakan persamaan gerak Sistem pegas pada Gambar (1) diatas.

Dengan menganggap gerakan adalah periodik dan terdiri dari gerakan harmonis dari berbagai amplitudo dan frekuensi. Jika dimisalkan massa benda pada Gambar (1) adalah 10 kg dan konstanta pegas adalah 30 N/m, maka dapat mengambil suatu contoh  $u = A \sin(\omega t + \psi)$ . Dari persamaan (19) dan persamaan (20) dan dengan memisalkan

|            |                                                  |                                                  |
|------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Simpangan  | $u_1 = A \cos(\omega t + \psi)$                  | $u_2 = B \cos(\omega t + \psi)$                  |
| Kecepatan  | $\dot{u}_1 = -A \omega \sin(\omega t + \psi)$    | $\dot{u}_2 = -B \omega \sin(\omega t + \psi)$    |
| Percepatan | $\ddot{u}_1 = -A \omega^2 \cos(\omega t + \psi)$ | $\ddot{u}_2 = -B \omega^2 \cos(\omega t + \psi)$ |

Maka diperoleh,

$$-m\omega^2 A \cos(\omega t + \psi) + 2kA \cos(\omega t + \psi) - kB \cos(\omega t + \psi) = 0 \tag{21}$$

$$-m\omega^2 B \cos(\omega t + \psi) + kA \cos(\omega t + \psi) + 2kB \cos(\omega t + \psi) = 0 \tag{22}$$

$$(2k - m\omega^2)A - kB = 0 \tag{23}$$

$$-kA + (2k - m\omega^2)B = 0 \tag{24}$$

Kemudian persamaan (21) dan persamaan (22) dijadikan satu

$$\begin{bmatrix} 2k - m\omega^2 & -k \\ -k & 2k - m\omega^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} A \\ B \end{Bmatrix} = 0 \tag{25}$$

Dapat ditentukan nilai A dan B jika determinannya bernilai nol

$$\begin{bmatrix} 2k - m\omega^2 & -k \\ -k & 2k - m\omega^2 \end{bmatrix} = 0 \tag{26}$$

$$(2k - m\omega^2)(2k - m\omega^2) - (-k)^2 = 0 \tag{27}$$

$$(4k^2 - 2km\omega^2 - 2km\omega^2 + m^2\omega^4) - k^2 = 0 \tag{28}$$

$$(m^2\omega^4 - 4km\omega^2 + 3k^2) = 0 \tag{29}$$

$$\omega_{1,2}^2 = + \frac{4k}{2m^2} \pm \frac{\sqrt{(-4km)^2 - 4m^2 \cdot 3k^2}}{2m^2} \tag{30}$$

$$\omega_{1,2}^2 = + \frac{2k}{m} \pm \frac{\sqrt{(16k^2 m^2) - 12k^2 m^2}}{4m^4} \tag{31}$$

$$\omega_{1,2}^2 = + \frac{2k}{m} \pm \frac{\sqrt{(16k^2 m^2) - 12k^2 m^2}}{4m^4} \tag{32}$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{30}{10}} = \sqrt{3} \text{ rad/s} \tag{33}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{3k}{m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 30}{10}} = 3 \text{ rad/s} \tag{34}$$

Rasio amplitudo ditentukan oleh persamaan (23) dan (24)

$$\frac{A_1}{B_1} = \frac{k}{(2k - m\omega_1^2)} = \frac{30}{2 \cdot 30 - 10(\sqrt{3})^2} = 1 \tag{35}$$

atau dapat ditulis,

$$\frac{A_1}{B_1} = \frac{(2k - m\omega_1^2)}{k} = \frac{2.30 - 10(\sqrt{3})^2}{30} = 1 \tag{36}$$

Sedangkan

$$\frac{A_2}{B_2} = \frac{k}{(2k - m\omega_1^2)} = \frac{30}{2.30 - 10(3)^2} = -1 \tag{37}$$

$$\frac{A_2}{B_2} = \frac{(2k - m\omega_1^2)}{k} = \frac{2.30 - 10(3)^2}{30} = -1 \tag{38}$$

Penyelesaian umum persamaan gerak terdiri dari dua gerakan harmonis dengan frekuensi  $\omega_1$  dan  $\omega_2$ . Maka dengan demikian gerakan massa dinyatakan dengan,

$$u_1(t) = A_1 \cos(\omega_1 t + \psi_1) + A_2 \cos(\omega_2 t + \psi_2) = A_1 \cos(\sqrt{3}t + \psi_1) + A_2 \cos(3t + \psi_2) \tag{39}$$

$$u_2(t) = B_1 \cos(\omega_1 t + \psi_1) + B_2 \cos(\omega_2 t + \psi_2) = B_1 \cos(\sqrt{3}t + \psi_1) + B_2 \cos(3t + \psi_2) \tag{40}$$

Dari persamaan (35) dan (37) diperoleh  $A_1 = B_1$  sedangkan  $A_2 = -B_2$ , sehingga persamaan (39) dan (40) menjadi,

$$u_1(t) = A_1 \cos(\sqrt{3}t + \psi_1) + A_2 \cos(3t + \psi_2) \tag{41}$$

$$u_2(t) = A_1 \cos(\sqrt{3}t + \psi_1) + A_2 \cos(3t + \psi_2) \tag{42}$$

Keempat konstanta persamaan (41) dan (42) dievaluasi dengan empat buah kondisi awal, yaitu

$$u_1(0) = 1, u_2(0) = 0, \dot{u}_1(0) = 0, \text{ dan } \dot{u}_2(0) = 0. \text{ Untuk } \psi_1 = \psi_2 = 0 \text{ maka,}$$

$$u_1(t) = A_1 \cos(\sqrt{3}t + \psi_1) + A_2 \cos(3t + \psi_2) \Rightarrow 1 = A_1 \cos 0 + A_2 \cos 0, \text{ sehingga}$$

$$1 = A_1 + A_2$$

$$u_2(t) = A_1 \cos(\sqrt{3}t + \psi_1) + A_2 \cos(3t + \psi_2) \Rightarrow 0 = A_1 \cos 0 - A_2 \cos 0, \text{ sehingga}$$

$$A_1 = A_2$$

$$\dot{u}_1(t) = -A_1 \sqrt{3} \sin(\sqrt{3}t + \psi_1) - A_2 3 \sin(3t + \psi_2) \Rightarrow 0 = -A_1 \sqrt{3} \sin 0 - A_2 3 \sin 0,$$

$$\dot{u}_2(t) = -A_1 \sqrt{3} \sin(\sqrt{3}t + \psi_1) + A_2 3 \sin(3t + \psi_2) \Rightarrow 0 = -A_1 \sqrt{3} \sin 0 + A_2 3 \sin 0,$$

$$A_1 = A_2 = \frac{1}{2}$$

Maka gerakan massa sistem pegas pada Gambar (1) adalah

$$u_1(t) = \frac{1}{2} \cos \sqrt{3}t + \frac{1}{2} + \cos 3t \tag{43}$$

$$u_2(t) = \frac{1}{2} \cos \sqrt{3}t + \frac{1}{2} + \cos 3t \tag{44}$$

Solusi (41) dan (42) tersebut menginterpretasikan bahwa pada sistem pegas massa dengan dua derajat kebebasan dengan pengaruh gaya luar, osilasi tidak hanya ditentukan oleh frekuensi naturalnya tetapi juga ditentukan oleh frekuensi dari gaya luarnya. pengaruh frekuensi dari gaya luar dapat menyebabkan terjadinya resonansi pada sistem ini.

## KESIMPULAN

Telah dilakukan penyelesaian numerik persamaan model sistem osilasi pada pegas dengan dua derajat kebebasan dengan metode lagrange. Persamaan Lagrange sangat baik digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah gerak. Pada bagian ini diambil beberapa asumsi untuk sebagai parameter yaitu  $k$  (konstanta pegas),  $m_1$  dan  $m_2$  (massa beban), maka didapatkan hasil pendekatan numerik terhadap sistem osilasi dengan dua derajat kebebasan tersebut. dengan memasukkan nilai berupa konstanta pegas dan massa maka dapat kita dapatkan persamaan gerak sebuah sistem dengan dua derajat kebebasan. Prosedur umum yang dipakai untuk mencari persamaan diferensial gerak dari sebuah sistem adalah memilih sebuah kumpulan koordinat untuk menyatakan konfigurasi sistem. Lalu energi kinetik  $T$  sebagai fungsi koordinat tersebut beserta turunannya terhadap waktu. Jika sistem tersebut konservatif maka dapat dicari energi potensial  $V$  sebagai fungsi koordinatnya, atau jika

sistem tersebut tidak konservatif, dapat dicari koordinat rampatan  $Q_k$ . Persamaan deferensial gerak selanjutnya dapat dicari dengan menggunakan persamaan lagrangian.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anli.E, Ozkol. I, 2010. Classical and Fractional-Order Analysis of Free and Forced Double Pendulum. *Scientific Research*. **2**:935-949.
- Hamadi. Halim, Nugroho Fahrudin, 2015. Penyelesaian Numerik Model Ayunan Terpaksa Menggunakan Metode *Exponential Time Differencing* (ETD) dan Karakteristik Dinamika, *JMPF*, **5**: 56-64.
- Novianarenti. E, Susatio.Y, Hantoro.R, 2013. Penentuan Parameter Bandul Matematis untuk Memperoleh Energi Maksimum dengan Gelombang dalam Tangki, *Jurnal Teknik POMITS*, **2**:122-127
- Boas. M. L, 1983. *Mathematical Methods In The Physical Science*. Simultaneously, Canada.
- Tipler. P. A, 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.

## PENENTUAN ALIRAN FLUIDA DENGAN MENGGUNAKAN PERSAMAAN NAVIER- STOKES DAN BANTUAN PERSAMAAN DIFERENSIAL

**Maria Ulfah Handayani<sup>1</sup>, Zahrani Dalimunthe<sup>2</sup>, Rika Sari Indah<sup>3</sup>, Juniastel Rajagukguk<sup>4</sup>**

*Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Medan, Medan*

\*Email: [ulfah240912@gmail.com](mailto:ulfah240912@gmail.com)

**Abstrak:** *Dinamika fluida memberikan gambaran tentang gerak fluida dalam batas ruang tertentu. Fluida tidak mampu menahan tegangan geser pada saat fluida dalam keadaan diam. Persamaan dasar aliran fluida secara matematis adalah persamaan Navier Stokes. Persamaan Navier Stokes menjelaskan pergerakan dari suatu fluida seperti cair dan gas, dan merupakan bentuk diferensial dari hukum kedua Newton. Penurunan persamaan Navier Stokes, diselesaikan dengan cara mensubstitusi tegangan normal dan tegangan geser pada gaya-gaya yang bekerja pada elemen fluida hasilnya disubstitusikan pada persamaan kontinuitas dan viskositas kinematik sehingga diperoleh persamaan Navier Stokes untuk kekentalan momentum yaitu  $\frac{dv}{dt} = \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu (\nabla^2 v) - g\hat{k}$ . Persamaan ini berlaku untuk fluida dengan viskositas tidak sama dengan nol.*

**Kata kunci:** Aliran fluida, Persamaan Navier Stokes, Diferensial

### PENDAHULUAN

Fluida adalah suatu zat yang dapat mengalir dapat berupa cairan atau gas. Salah satu cabang ilmu fisika yang membahas tentang fluida adalah dinamika fluida. Dinamika fluida memberi gambaran tentang gerak fluida dalam batas ruang tertentu. Salah satu contoh fluida adalah air. Aliran air yang ada di alam ini memiliki bentuk beragam, karena berbagai sebab dari keadaan alam baik bentuk permukaan tempat mengalirnya air juga akibat arah arus yang tidak mudah untuk digambarkan. Untuk dapat menjelaskan tentang gerak fluida maka gerak ini lebih dahulu harus dapat diketahui semua persamaan diferensial yang dapat diselesaikan secara analitik maupun numerik. Persamaan dasar yang dibutuhkan adalah persamaan kontinuitas dan persamaan gerak yang berkaitan dengan hukum Newton II.

### KAJIAN TEORI

#### *Aliran Fluida*

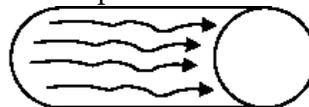
Dalam mekanika fluida, maka aliran fluida dapat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

aliran laminar, aliran turbulen, dan aliran transisi.

#### **Aliran Laminar**

Aliran laminar terjadi apabila partikel-partikel zat cair bergerak teratur dengan membentuk garis lintasan kontinu dan tidak saling berpotongan. Aliran laminar juga dapat terjadi apabila kecepatan aliran rendah, ukuran saluran sangat kecil dan zat cair mempunyai kekentalan besar.

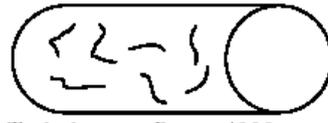
Aliran dengan fluida yang bergerak dalam lapisan-lapisan, atau lamina-lamina dengan satu lapisan meluncur secara lancar. Dalam aliran laminar ini viskositas berfungsi untuk meredam kecenderungan terjadinya gerakan relatif antara lapisan.



**Gambar 1. Aliran Laminar**

#### **2. Aliran Turbulen**

Aliran turbulen terjadi apabila pergerakan dari partikel-partikel fluida sangat tidak menentu karena mengalami pencampuran serta putaran partikel antar lapisan, yang mengakibatkan saling tukar momentum dari satu bagian fluida ke bagian fluida yang lain dalam skala yang besar. Dalam keadaan aliran turbulen maka turbulensi yang terjadi membangkitkan tegangan geser yang merata diseluruh fluida sehingga menghasilkan kerugian-kerugian aliran.



**Gambar 2. Aliran Turbulen**

**Aliran Transisi**

Aliran transisi merupakan aliran peralihan dari aliran laminar ke aliran turbulen (Kodoatie,R,J. 2002)

**Persamaan-Persamaan Diferensial Aliran Fluida**

Persamaan dasar aliran yang telah dinyatakan didalam bentuk matematis untuksuatu volume kontrol sembarang, juga dapat dinyatakan di dalam bentuk matematis untuk jenis volume kontrol yang istimewa, elemen difrensial. Persamaan-persamaan diferensial aliran fluida ini menyediakan cara untuk menentukan variasi titik-per-titik properti fluida.

Viskositas (kekentalan) fluida besarnya dapat ditentukan melalui pengukurun terhadap tingkat hambatan yang ditimbulkan pada aliran fluida yang bersangkutan. Viskositas merupakan properti dari semua fluida nyata dan viskositas inilah yang membedakan fluida nyata dengan fluida ideal (fluida tak berviskositas). Hambatan geser terukur sebagai gaya geser total. Satuan tegangan geser adalah gaya geser persatu-satuan luas. Viskositas dinamik  $\mu$  ditunjukkan sebagai perbandingan antara tegangan geserdan gradien kecepatan. Oleh karena itu dimensinya adalah gaya dikalikan dengan waktu persatuan luas atau massa persatuan panjang dan waktu.

Dalam sistem SI tentang satuan, tegangan geser diberi satuan N/m<sup>2</sup> dan gradient kecepatan dengan satuan (m/dt)/m. oleh karena itu satuan dari viskositas dinamik adalah sebagai berikut:

$$\mu = \frac{N/m^2}{(m/dt)/m} = \frac{kg \cdot dt \cdot m/dt^2}{m^2} = \frac{kg}{m \cdot dt} \tag{1}$$

Viskositas kinematik ( $\nu$ ) didefinisikan sebagai perbandingan antara viskositas dinamik dan rapat massa:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \tag{2}$$

**Persamaan Navier-Stokes**

Persamaan Navier Stokes adalah serangkaian persamaan yang menjelaskan pergerakan dari suatu fluida seperti cairan dan gas. Persamaan- persamaan ini menyatakan bahwa perubahan dalam momentum (percepatan) partikel- partikel fluida bergantung hanya kepada gaya viskos internal dan viskos tekanan eksternal yang bekerja pada fluida. Oleh karena itu, persamaan Navier Stokes menjelaskan kesetimbangan gaya- gaya yang bekerja pada fluida.

Persamaan umum Navier Stokes untuk kekekalan momentum adalah:

$$\rho \frac{\partial v}{\partial t} = \nabla \cdot P + \rho F \tag{3}$$

$\rho$  = densitas fluida

$\frac{\partial}{\partial t}$  = derivatif substantif

$v$  = vektor kecepatan

$F$  = gaya

**PEMBAHASAN**

Persamaan Navier Stokes adalah bentuk diferensial dari hukum kedua Newton tentang gerakan. Persamaan gerak yang paling lengkap untuk elemen fluida berviskositas dalam medan gravitasi adalah persamaan Navier Stokes. Ditinjau elemen fluida dengan volume  $\Delta x \Delta y \Delta z$ .

Tegangan permukaan pada elemen fluida adalah tegangan normal ( $\sigma$ ) dan tegangan geser ( $\tau$ ).

Tegangan geser ( $\tau$ ) memberikan Gambaran untuk menunjukkan bidang tempat bekerjanya tegangan geser yang bekerja sesuai dengan arah tegangan geser.

Ditinjau dari elemen fluida berbentuk kubus dengan sisi  $\Delta x, \Delta y, dan \Delta z$ . Massa dari elemen fluida:

$$m = \rho \Delta x \Delta y \Delta z$$

$$F = m \cdot a = (\rho \Delta x \Delta y \Delta z) \cdot a \tag{4}$$

Dengan  $v = v_x \hat{i} + v_y \hat{j} + v_z \hat{k}$

$v$  = vektor kecepatan fluida dengan komponen  $v_x, v_y$  dan  $v_z$

$r = x \hat{i} + y \hat{j} + z \hat{k}$

$r$  = vektor posisi dengan komponen x,y,z.

Vektor kecepatan  $v$  dengan komponennya dapat ditulis dalam bentuk matriks kolom berikut ini.

$$v = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix}$$

Apabila  $v_x, v_y$  dan  $v_z$  merupakan fungsi dari x, y, z,t maka fungsi komponen kecepatan ini dapat ditulis dalam bentuk:

$$v_x = v(x, y, z, t) \tag{5.1}$$

$$v_y = v(x, y, z, t) \tag{5.2}$$

$$v_z = v(x, y, z, t) \tag{5.3}$$

Diferensial total dari persamaan diatas adalah:

$$dv_x = \frac{\partial v_x}{\partial x} dx + \frac{\partial v_x}{\partial y} dy + \frac{\partial v_x}{\partial z} dz + \frac{\partial v_x}{\partial t} dt \tag{6.1}$$

(6.2)

$$dv_y = \frac{\partial v_y}{\partial x} dx + \frac{\partial v_y}{\partial y} dy + \frac{\partial v_y}{\partial z} dz + \frac{\partial v_y}{\partial t} dt$$

$$dv_z = \frac{\partial v_z}{\partial x} dx + \frac{\partial v_z}{\partial y} dy + \frac{\partial v_z}{\partial z} dz + \frac{\partial v_z}{\partial t} dt$$

(6.3)

Jika persamaan (6.1), (6.2), dan (6.3) dibagi dengan  $dt$  maka dapat diperoleh persamaan berikut:

$$a_x = \frac{\partial v_x}{\partial x} dx + \frac{\partial v_x}{\partial y} dy + \frac{\partial v_x}{\partial z} dz + \frac{\partial v_x}{\partial t} dt \tag{7.1}$$

$$a_y = \frac{\partial v_y}{\partial x} dx + \frac{\partial v_y}{\partial y} dy + \frac{\partial v_y}{\partial z} dz + \frac{\partial v_y}{\partial t} dt \tag{7.2}$$

$$a_z = \frac{\partial v_z}{\partial x} dx + \frac{\partial v_z}{\partial y} dy + \frac{\partial v_z}{\partial z} dz + \frac{\partial v_z}{\partial t} dt \tag{7.3}$$

$a_x, a_y,$  dan  $a_z$  persamaan (7.1), (7.2) dan (7.3) tidak lain adalah percepatan dalam arah x, arah y, dan arah z. Oleh karena itu vektor percepatan dapat ditulis menjadi:

$$a = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix} \tag{8}$$

dengan :

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} \tag{9.1}$$

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} \tag{9.2}$$

$$a_z = \frac{dv_z}{dt} \tag{9.3}$$

Maka pada persamaan (9.1), (9.2), dan (9.3) dapat ditulis kembali:

$$a_x = v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} dx + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} dy + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} dz + \frac{\partial v_x}{\partial t} dt \tag{10.1}$$

$$a_y = v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} dx + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} dy + v_z \frac{\partial v_y}{\partial z} dz + \frac{\partial v_y}{\partial t} dt \tag{10.2}$$

$$a_z = v_x \frac{\partial v_z}{\partial x} dx + v_y \frac{\partial v_z}{\partial y} dy + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} dz + \frac{\partial v_z}{\partial t} dt \tag{10.3}$$

Persamaan (10.1), (10,2), dan (10,3) dikenal dengan sebutan percepatan total dengan:

$$v_x = \frac{dx}{dt} \tag{11,1}$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} \tag{11,2}$$

$$v_z = \frac{dz}{dt} \tag{11,3}$$

Keseimbangan gaya-gaya yang bekerja pada elemen fluida akibat tegangan normal dan tegangan geser dalam arah x, y dan z adalah:

$$F_x = \left( \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} \right) \Delta x \Delta y \Delta z \tag{12,1}$$

$$F_y = \left( \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} \right) \Delta x \Delta y \Delta z \tag{12,2}$$

$$F_z = \left( \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} \right) \Delta x \Delta y \Delta z \tag{12,3}$$

Maka tegangan geser pada elemen fluida (Newtonian Fluid):

$$\tau_{xy} = \mu \left( \frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x} \right) \tag{13,1}$$

$$\tau_{yz} = \mu \left( \frac{\partial v_y}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial y} \right) \tag{13,2}$$

$$\tau_{xz} = \mu \left( \frac{\partial v_x}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial x} \right) \tag{13,3}$$

dengan

$$\tau_{yx} = \tau_{xy} \tag{14,1}$$

$$\tau_{zy} = \tau_{yz} \tag{14,2}$$

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} \tag{14,3}$$

Sedangkan tegangan normal yang bekerja pada elemen untuk fluida Newtonian (Newtonian Fluid) adalah:

$$\sigma_x = \tau_{xx} = -p + 2\mu \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{2}{3}\mu \left( \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) \tag{15,1}$$

$$\sigma_y = \tau_{yy} = -p + 2\mu \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{2}{3}\mu \left( \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) \tag{15,2}$$

$$\sigma_z = \tau_{zz} = -p + 2\mu \frac{\partial v_z}{\partial z} + \frac{2}{3}\mu \left( \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) \tag{15,3}$$

Dari persamaan (15.1), (15.2), dan (15.3) untuk fluida berviskositas nilai rata- rata dari jumlah ketiga tegangan normal tersebut disebut tekanan.

Jika nilai tegangan geser pada persamaan (14.1),(14.2), dan (14.3) dan nilai tegangan normal pada persamaan dimasukkan (15.1), (15.2), dan (15.3) dimasukkan ke dalam persamaan (12.1), (12.2), dan (12.3) dan hasilnya disubstitusi ke persamaan kontinuitas. Maka diperoleh persamaan:

$$F = (-\nabla p + \mu \nabla^2 v - \rho g \hat{k}) \Delta x \Delta y \Delta z \tag{16}$$

Apabila vektor gaya F= m. A dan massa  $m = \rho \Delta x \Delta y \Delta z$  serta koefisien viskositas kinematika  $\nu = \frac{\mu}{\rho}$  dimasukkan ke persamaaan (16) menghasilkan persamaan vektor berikut:

$$\bar{a} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \nu (\nabla^2 v) - g \hat{k} \tag{17}$$

Gabungan persamaan (10.1), (10.2) dan (10.3) menghasilkan persamaan vektor berikut:

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \nu (\nabla^2 v) - g \hat{k} \tag{18}$$

Dalam koordinat kartesian untuk kekekalan momentum menggunakan persamaan Navier Stokes dapat disusun menjadi:

$$\frac{\partial v_x}{\partial t} + \frac{\partial v_x v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_x v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_x v_z}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left( \frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} \right) \quad (19.1)$$

$$\frac{\partial v_y}{\partial t} + \frac{\partial v_x v_y}{\partial x} + \frac{\partial v_y v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_y v_z}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left( \frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial z^2} \right) \quad (19.2)$$

$$\frac{\partial v_z}{\partial t} + \frac{\partial v_x v_z}{\partial x} + \frac{\partial v_y v_z}{\partial y} + \frac{\partial v_z v_z}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \left( \frac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \right) - g \quad (19.3)$$

Persamaan (18), (19.1), (19.2), dan (19.3) merupakan persamaan kekekalan momentum yang dikenal dengan persamaan Navier Stokes. Persamaan ini berlaku untuk fluida dengan viskositas tidak sama dengan nol.

### KESIMPULAN

1. Pada keseimbangan gaya-gaya yang bekerja pada elemen fluida akibat tegangan normal dan tegangan geser dalam arah x, arah y, dan arah z
2. Persamaan Navier Stokes untuk kekekalan momentum berlaku untuk fluida dengan viskositas tidak sama dengan nol.

### DAFTAR PUSTAKA

- Boas, Mary L. 1996, *Mathematical Methods In The Physical Science*, Canada: DePaul University
- Djojodihardjo, Harijono, 1983, *Mekanika Fluida*, Jakarta: Erlangga.
- Kodoatie, R, J, *Hidrolika Terapan, Aliran pada saluran terbuka dan Pipa*, Yogyakarta: Andi.
- Makrup, Lalu, 2001, *Dasar-Dasar Analisis Aliran di Sungai dan Muara*, Jogjakarta: UI Press.
- Munson, R.B, dkk, 2003, *Mekanika Fluida*, Edisi Keempat, Jilid 1, Jakarta: Erlangga.
- Nawi, M.W.H, 2001, *Kajidaya Bendalir*, Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia 81310 Skudai, Johor Darul Ta'zim.
- Streeter, L.V, dkk, 1988, *Mekanika Fluida*, Edisi Delapan, Jilid 1, Jakarta: Erlangga.
- Sitorus.H.R dan Anisya.D, 2008, *Ringkasan Fisika*, Bandung: Yrama Widya.
- Sutrisno, 1977, *Fisika Dasar, Mekanika*, Jilid 1, Bandung: ITB
- Victor, L. Steeter Dan E. Benjamin Wylie, 1988, *Mekanika Fluida*, Edisi Delapan, Jilid 1, Jakarta: Erlangga.
- White, M. Frank, 1986, *Mekanika Fluida*, Edisi Kedua, Jilid 1, Jakarta: Erlangga.
- Welty, R. James, 2004, *Dasar-Dasar Fenomena Transfort, Volume 1, Transfer Momentum*, Edisi ke-4, Jakarta: Erlangga.
- Shuangling Donga,\*, Songping Wub. 2015, *A modified Navier-Stokes equation for incompressible fluid flow*, Beijing: Procedia Engineering.
- Vistarani Arini Tiwow\*, Jasruddin Daud Malago. 2015, *Penerapan Persamaan Navier-Stokes Untuk Kasus Aliran Fluida Laminer Pada Pipa Tidak Horizontal*, Makassar: Sainsmat.
- Manickam Siva Kumar, Pichai Philominathan. 2011, *Bringing out Fluids Experiments from Laboratory to in Silico—A Journey of Hundred Years*, India: Computational Mathematics.
- James B. Polly and J. M. McDonough. 2012, *Application of the Poor Man's Navier-Stokes Equations to Real-Time Control of Fluid Flow*, New York: Hindawi Publishing Corporation.
- J.Venetis. 2015, *On a Modified Form of Navier-Stokes Equations for Three-Dimensional Flows*, NTUA: Hindawi Publishing Corporation.

## REVIEW: ANALISIS PENGARUH PRODUKSI ENTROPI MAKSIMUM TERHADAP IKLIM BUMI DAN LINGKUNGAN

**Feny Desinta<sup>1</sup>, Shofia Ummi<sup>1\*</sup>, Nurbaya Rajagukguk<sup>1</sup>, Juniastel Rajagukguk<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana Universitas Negeri Medan, 20222

\*corespondensi e-mail: [shofiaazhar@gmail.com](mailto:shofiaazhar@gmail.com)

### ABSTRAK

*Keadaan iklim bumi bisa dikaji sebagai sebuah keadaan termodinamika yang jika kita pandang dari sudut siklus Carnot, bumi sebagai sebuah mesin kalor akan memindahkan kalor dari daerah khatulistiwa yang panas ke daerah kutub yang suhunya lebih rendah. Berdasarkan siklus Carnot, setiap perpindahan kalor ini efisiensi yang dihasilkan tidak pernah seratus persen artinya ada energi yang dilepaskan dan membentuk entropi. Karena sistem bumi bersifat irreversible maka entropi yang diproduksi semakin meningkat. Keadaan ini didukung dengan keadaan atmosfer yang jauh dari kesetimbangan termodinamika dimana konsentrasi molekul oksigen yang relatif semakin tinggi sementara kelembabannya semakin rendah. Keadaan seperti ini ternyata tidak membahayakan bahkan diharapkan karena ketidaksetimbangan termodinamika dan produksi entropi maksimum memiliki potensi untuk memberikan teori sederhana tentang fungsi sistem bumi. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk mengetahui keadaan iklim bumi dan pemanfaatan produksi entropi maksimum pada lingkungan.*

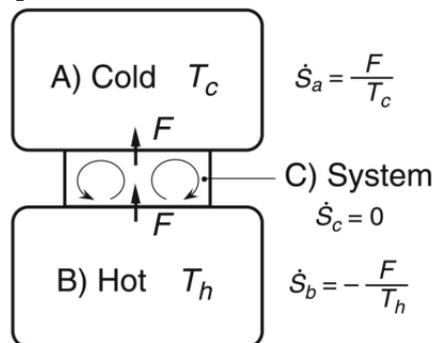
*Kata Kunci : produksi entropi maksimum, iklim bumi, lingkungan*

### PENDAHULUAN

Menurut Clasius, Panas secara alamiah akan mengalir dari suhu tinggi ke rendah dan panas tidak akan mengalir secara spontan dari suhu rendah ke tinggi. Berdasarkan siklus carnot setiap perpindahan kalor dari suhu tinggi ke rendah tidak pernah memiliki efisiensi seratus persen. Jadi ada kalor yang hilang dalam proses perpindahan kalor tersebut. Entropi merupakan ukuran banyak atau jumlah energi atau kalor yang tidak dapat diubah menjadi usaha. Entropi juga dinyatakan sebagai ukuran ketidakteraturan suatu sistem.

Tulisan ini mereview beberapa artikel penelitian terkait dengan bagaimana keadaan entropi di sistem bumi yang memberikan dampak terhadap bumi. Dimana keadaan iklim bumi bisa dikaji sebagai sebuah keadaan termodinamika yang jika kita pandang dari sudut siklus carnot, bumi sebagai sebuah mesin kalor akan memindahkan kalor dari daerah khatulistiwa yang panas ke daerah kutub yang suhunya lebih rendah. Dalam peristiwa berpindahnya kalor ini akan ada kalor yang lepas atau tidak diserap menjadi usaha dalam sistem. Peristiwa ini mengakibatkan perubahan entropi sistem terus meningkat karena bumi merupakan sebuah sistem fluida nonlinear sehingga terjadi proses irreversible sehingga produksi entropi yang terjadi adalah maksimum.

Berdasarkan Hukum Kedua Termodinamika, entropi akan meningkat jika suatu proses berjalan dengan spontan. Sedangkan dalam sistem diabatik entropinya dapat meningkat dan menurun karena terjadi pertukaran kalor dengan sistem lain di sekelilingnya. Secara keseluruhan, entropi total keseluruhan sistem meningkat sehingga tidak melanggar Hukum Kedua Termodinamika. Proses terbentuknya entropi dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



$$\dot{S}_{\text{whole}} = \dot{S}_a + \dot{S}_b + \dot{S}_c = \frac{T_h - T_c}{T_h T_c} F \geq 0$$

= maximum (for a nonlinear system)

**Gambar 1.** Skema transpor kalor melalui suatu sistem kecil antara dua reservoir termal beda suhu.

Jika perpindahan kalor tersebut terjadi secara reversible seperti dalam siklus Carnot, energi kalor yang mengalir akan dikonversi sebagian menjadi energi mekanik dalam sistem. Namun, yang terjadi dalam sistem alam adalah proses irreversible, yaitu semua kalor yang berpindah secara langsung dari reservoir tinggi ke reservoir rendah sehingga tidak ada kerja yang terbentuk dan produksi entropi semakin besar. Dapat disimpulkan, dissipasi termal maupun mekanik menyebabkan adanya produksi entropi dalam keseluruhan sistem.

**METODE KAJIAN**

Dalam karya ilmiah ini telah dikaji beberapa topik dari produksi entropi maksimum yang membahas hubungan produksi entropi maksimum dengan iklim bumi dan lingkungan. Pengkajian topik tersebut diambil dari hasil penelitian terdahulu dan beberapa literatur yang relevan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Menurut Kleidon (2010) saat ini, keadaan atmosfer bumi jauh dari keadaan kesetimbangan termodinamika. Berarti, keadaan atmosfer bumi secara mekanis, termal dan kimia tidak setimbang. Keadaan ini terlihat dari tingginya konsentrasi molekul oksigen dan kelembaban di atmosfer yang relatif rendah. Seperti yang diketahui bahwa konsentrasi oksigen atmosfer cenderung meningkat sepanjang sejarah sistem bumi.

Keadaan sistem bumi yang seperti ini menghasilkan produksi entropi maksimum. Dimana keadaan ini terlihat membahayakan bagi sistem bumi, ternyata keadaan ini diharapkan karena berarti bagi evolusi sistem bumi secara keseluruhan. Hal ini sesuai dengan prinsip umum produksi entropi maksimum yang menyatakan bahwa keadaan ketidaksetimbangan termodinamika akan mempertahankan keadaan stabil pada saat produksi entropi dimaksimalkan.

Kleidon (2010) melakukan penelitian dengan menggambarkan sifat ketidaksetimbangan termodinamika pada sistem bumi dan menyimpulkan bahwa ketidaksetimbangan termodinamika dan produksi entropi maksimum memiliki potensi untuk memberikan teori sederhana tentang fungsi sistem bumi.

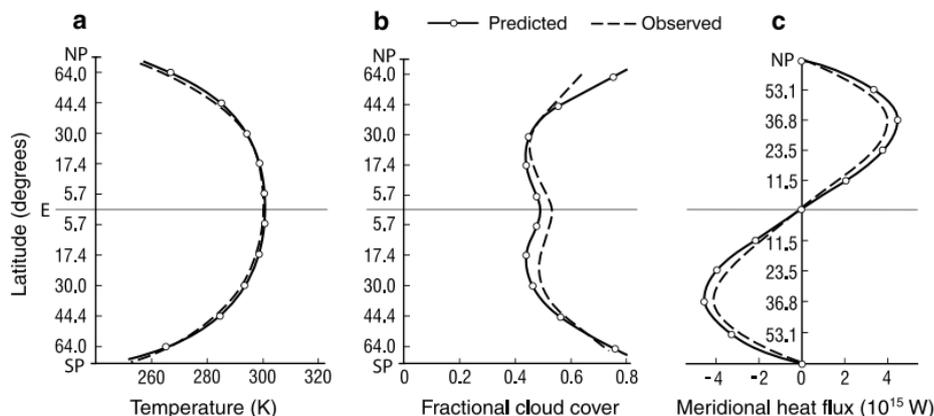
Hipotesis produksi entropi maksimum yang dikemukakan Paltridge (1978) bahwa produksi entropi maksimum dapat menjelaskan fenomena yang berkaitan dengan berbagai sistem fluida seperti iklim bumi, iklim planet lain, konveksi mantel planet, sifat-sifat transpor dari turbulensi, laju serta pembentukan energi potensial dalam atmosfer.

Pengembangan terbaru dari aplikasi produksi entropi maksimum ke sistem biosfer-atmosfer menunjukkan potensi produksi entropi maksimum untuk berkontribusi meningkatkan pemahaman dan pemodelan biosfer dan sistem bumi yang lebih luas, dan juga mengeksplorasi keterbatasan dan kendala penerapan prinsip produksi entropi maksimum (Kleidon dkk, 2010)

Dalam hal ini akan dibahas penjelasan mengenai hubungan produksi entropi maksimum pada iklim bumi dan lingkungan.

**Pengaruh Produksi Entropi Maksimum terhadap Iklim Bumi**

Berdasarkan teori produksi entropi maksimum, Paltridge (1978) membuat suatu permodelan untuk menggambarkan sistem termodinamik bumi. Pemodelan tersebut ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.



**Gambar 2.** Distribusi suhu udara, awan dan fluks panas di bumi. Paltridge (1978)

Gambar diatas menunjukkan bahwa model yang di buat Paltridge tersebut mendekati keadaan yang sebenarnya, sehingga dapat digunakan untuk mempelajari berbagai permasalahan keadaan sistem bumi. Dapat ditarik kesimpulan bahwa produksi entropi maksimum benar-benar terjadi di bumi.

Penjelasan yang dikemukakan di atas tidak melibatkan radiasi dari luar sistem bumi, padahal matahari adalah penyumbang entropi terbesar di bumi dan walaupun laju produksi entropi akibat turbulensi lebih kecil daripada yang dibentuk oleh penyerapan radiasi, laju produksi entropi tersebut maksimum dalam sistem iklim.

### **Pengaruh Produksi Entropi Maksimum terhadap Lingkungan**

Penerapan Produksi entropi maksimum dapat dilakukan dalam lingkungan. Dimana hal ini diawali dengan melihat keadaan sistem ganda biosfer-atmosfer. Sistem ganda biosfer-atmosfer memerlukan sebuah skala yang besar dari proses pada skala yang berbeda yaitu dari energi pertukaran fluks ekosistem, air dan karbon untuk proses yang mendorong siklus biogeokimia global, komposisi atmosfer dan pada akhirnya diharapkan terjadi keseimbangan energi planet. Proses ini umumnya kompleks dengan berbagai interaksi dan umpan balik dan bersifat irreversibel, sehingga menghasilkan entropi. Prinsip yang diusulkan produksi entropi maksimum, berdasarkan mekanika statistik menyatakan bahwa proses termodinamika jauh dari kesetimbangan termodinamika akan beradaptasi dengan keadaan stabil di mana mereka menghilangkan energi dan menghasilkan entropi pada tingkat maksimum.

Untuk memahami lingkungan bumi, perlu memperhatikan sistem termodinamika yang keadaannya jauh dari kesetimbangan termodinamika. Pusat termodinamika adalah entropi sebagai ukuran gangguan atau keacakan, sedangkan penggunaan entropi sering ambigu, dimana tetap dapat digunakan dalam istilah kuantitatif untuk mengukur jarak keadaan tertentu dari kesetimbangan termodinamika. Oleh karena itu, akan terlihat bahwa entropi dapat berfungsi sebagai konsep penting untuk mengkarakterisasi keadaan termodinamika yang khusus untuk kehidupan dan lingkungan di bumi, serta memahami cara membuat keadaan-keadaan termodinamika yang khusus (Kleidon dkk, 2010).

Pembahasan mengenai produksi entropi maksimum ini dibahas dalam lokakarya di *Max-Planck Institute for Biogeochemie* di Jerman. Pembahasan ini bertujuan menjelaskan bagaimana sistem bumi diorganisir agar jauh dari kesetimbangan termodinamika. Dari penjelasan ini dapat disimpulkan bahwa keadaan yang jauh dari kesetimbangan termodinamika menyebabkan produksi entropi maksimum dan hal ini bermanfaat untuk sistem bumi dan lingkungan.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Produksi entropi maksimum dihasilkan dari perpindahan kalor di daerah khatulistiwa ke kutub bumi. Hal ini menyebabkan terjadinya keadaan atmosfer yang jauh dari keadaan kesetimbangan termodinamika. Keadaan ini terus dijaga karena pada kondisi produksi entropi maksimum akan menjaga keadaan sistemnya tetap stabil. Sehingga didapatkan kesimpulan bahwasanya ketidaksetimbangan termodinamika dan produksi entropi maksimum dapat menjelaskan konsep sistem bumi. Maka produksi entropi maksimum dimanfaatkan untuk mengetahui keadaan iklim bumi dan manfaatnya bagi lingkungan. Didapat bahwa laju produksi entropi tersebut maksimum dalam sistem iklim dan keadaan yang jauh dari kesetimbangan termodinamika menyebabkan produksi entropi maksimum dan hal ini bermanfaat untuk sistem bumi dan lingkungan.

Tulisan ini hanya membahas mengenai pengaruh produksi entropi maksimum terhadap iklim bumi dan lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, produksi entropi maksimum dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal termasuk mengetahui keadaan sistem planet lain. Diharapkan untuk tulisan berikutnya dapat membahas ataupun mereview penelitian yang berhubungan dengan produksi entropi maksimum dalam bidang lainnya tersebut.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Kleidon, Axel. 2010. Non-equilibrium thermodynamics, maximum entropy production and Earth-system evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society A Journal*. 368, 181–196  
doi:10.1098/rsta.2009.0188
- Kleidon, A, Malhi, Y and Peter M. Cox. 2010. Maximum entropy production in environmental and ecological systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Journal*. 365, 1297–1302  
doi:10.1098/rstb.2010.0018
- Leonid M. Martyushev. 2010. The maximum entropy production principle: two basic questions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Journal*. 365, 1333–1334  
doi:10.1098/rstb.2009.0295
- Paltridge, G. W. 1978. The steady-state format of global climate. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.* 104, 927–945. (doi:10.1002/qj.49710444206)

## PENERAPAN BILANGAN KOMPLEKS DALAM MENENTUKAN IMPEDANSI DAN TEGANGAN PADA RANGKAIAN RLC SERI

Tetty S Siregar<sup>1,2</sup>, Yaumul Silvini<sup>1</sup>, Evy Maria Br Meliala<sup>1</sup>, Juniastel Rajagukguk<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Pendidikan Fisika Pasca Sarjana Universitas Negeri Medan

<sup>2</sup>One Science Institute

tettyssiregar@rocketmail.com

**Abstrak.** Bentuk eksponensial bilangan kompleks telah dimanfaatkan dalam penyelesaian persoalan yang muncul dalam rangkaian listrik. Salah satu topik dalam rangkaian listrik yang sering diselesaikan adalah rangkaian RLC. Dalam artikel ini telah dikupas pemanfaatan solusi nilai eigen bilangan kompleks untuk menghitung impedansi dan tegangan pada sebuah rangkaian RLC. Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah metode pengumpulan teori maupun data-data tentang rangkaian RLC dan bilangan kompleks. Dengan pengumpulan teori dari berbagai macam sumber dan penulisan artikel bilangan kompleks oleh Hishshah Ghassani Program Studi Informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung terdahulu maka persoalan rangkaian listrik RLC dapat diselesaikan dengan menggunakan bilangan kompleks. Berdasarkan perhitungan yang diperoleh dengan menggunakan bilangan kompleks didapat hasil impedansi totalnya  $= 1000 \Omega < 3070$  dan tegangan totalnya  $120 \text{ volt} < 3070$ . Dari perolehan hasil perhitungan impedansi dan tegangan tersebut penggunaan bilangan kompleks pada sebuah rangkaian telah menyelesaikan persoalan dalam rangkaian RLC.

**Kata Kunci**— bilangan kompleks, rangkaian RLC, impedansi, tegangan.

### PENDAHULUAN

Perhitungan dalam persoalan fisika sudah banyak diselesaikan dengan matematika, seperti diferensial ordo 1 dan 2 dalam rangkaian listrik, vektor dalam dinamika partikel, matriks dalam hukum kirchoff, dan sebagainya. Salah satu topik dalam rangkaian listrik yang sering diselesaikan adalah rangkaian RLC. Dalam penelitian ini rangkaian RLC yang digunakan adalah rangkaian RLC seri. Jika rangkaian RLC seri dihubungkan dengan sumber tegangan arus bolak balik, maka besarnya arus yang melewati tiap komponen adalah sama tetapi besar tegangan dan hambatan pada masing-masing komponen akan berbeda. Untuk menentukan nilai tegangan dan hambatan pada resistor, induktor, dan kapasitor ini, sering dijumpai permasalahan karena adanya beda fasa pada tegangan dan hambatan di setiap komponen. Permasalahan yang menyangkut adanya beda fasa dapat ditunjukkan dengan matematika yaitu dengan penyajian bilangan kompleks. Bilangan kompleks adalah bilangan yang terdiri atas bilangan riil dan imajiner yang sering dijumpai dalam rangkaian RLC. Apabila dihadapkan dengan perhitungan dengan menggunakan bilangan riil tentu saja ini adalah hal biasa, permasalahannya bagaimana apabila suatu perhitungan menghasilkan bilangan yang bukan bilangan riil yang kemudian kita olah menjadi bilangan imajiner dalam bentuk  $i$  atau  $j$ . Hasil penelitian yang dilakukan Hishshah Ghassani, (2015) mengenai penerapan bilangan kompleks pada rangkaian RLC dapat diketahui nilai impedansi suatu rangkaian RLC  $Z_{total} = 1544,72 \Omega < 358,590^\circ$  dengan menggunakan aturan bilangan kompleks. Bilangan kompleks juga dapat menyajikan besaran sinusoidal, dalam rangkaian RLC terdapat besaran-besaran fisika yang mengandung besaran sinusoidal seperti halnya arus listrik, dan tegangan bolak-balik yang kemudian dapat kita nyatakan dengan diagram fasor atau bidang *argand*. Berdasarkan uraian diatas karena rangkaian RLC banyak mengandung bilangan kompleks maka dapat dicari nilai hambatan, tegangan, dan arus berdasarkan aturan penyajian bilangan kompleks. Kemudian dirumuskanlah tujuan penelitian yang dimaksud adalah untuk mengetahui bagaimana penerapan bilangan kompleks dalam menghitung nilai hambatan dan tegangan yang merupakan besaran sinusoidal dan berbeda fasa dalam suatu rangkaian seri RLC.

### DASAR TEORI

**Rangkaian Seri RLC.** Rangkaian Seri RLC adalah rangkaian yang terdiri dari resistor (R), induktor (L), dan kapasitor (C) yang dihubungkan dengan sumber tegangan arus bolak balik. Komponen-komponen pada rangkaian RLC adalah resistansi, reaktansi, dan impedansi. Resistansi adalah hambatan yang diberikan oleh resistor. Reaktansi adalah hambatan yang bersifat reaksi terhadap perubahan arus dan tegangan. Nilainya berubah-ubah tergantung dengan perbedaan fase dari arus dan tegangan. Sedangkan impedansi adalah keseluruhan dari sifat hambatan terhadap arus, baik mencakup resistansi, reaktansi, atau keduanya. Satuan ketiga jenis hambatan ini adalah ohm ( $\Omega$ ). Simbol reaktansi induktif adalah XL. Reaktansi induktif dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$X_L = 2 \pi f L \quad (1)$$

dengan XL dalam ohm, f (frekuensi) dalam Hertz, dan L dalam Henry. Simbol reaktansi kapasitif adalah XC. Reaktansi kapasitif dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} \tag{2}$$

dengan  $X_c$  dalam ohm,  $f$  (frekuensi) dalam Hertz (Hz), dan  $C$  dalam Farad (F). Setelah kita mendapatkan reaktansi induktor dan reaktansi kapasitor, besar impedansi pada rangkaian dapat dicari dengan persamaan :

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \tag{3}$$

Impedansi dari hubungan seri didapat dengan penjumlahan secara vektor  $R$ ,  $X_L$ , dan  $X_C$  ( $R$  arah sumbu  $X$  positif,  $X_L$  arah sumbu  $Y$  positif, dan  $X_C$  arah sumbu  $Y$  negatif). Selain impedansi, kita juga dapat mencari tegangan efektif pada rangkaian dengan persamaan:

$$V_{ef} = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} \tag{6}$$

Tegangan total/tegangan efektif dari hubungan seri didapat dengan penjumlahan secara vektor  $V_R$ ,  $V_L$ , dan  $V_C$  ( $V_R$  arah sumbu  $X$  positif,  $V_L$  arah sumbu  $Y$  positif, dan  $V_C$  arah sumbu  $Y$  negatif), sehingga sudut fase rangkaiannya adalah :

$$\tan \phi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R} \tag{7}$$

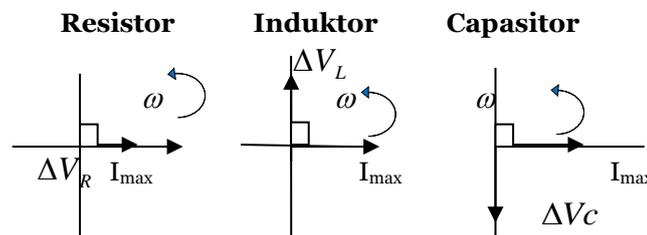
Sebelumnya kita menganggap bahwa tegangan yang dipakai adalah tegangan yang berubah secara sinusoidal terhadap waktu. Tegangan yang digunakan saat itu diasumsikan dengan persamaan :

$$\Delta V = \Delta V_{max} \sin \omega t \tag{8}$$

sementara persamaan arusnya adalah :

$$i = I_{max} \sin (\omega t - \phi) \tag{9}$$

Karena rangkaian seri maka arus sama disemua komponen sehingga arus pada rangkaian seri disegala titik memiliki amplitudo dan fase yang sama besar. Hubungan antara arus dan tegangan pada masing-masing komponen diGambarkan dalam fasor pada Gambar 2, di mana untuk resistor, arus dan tegangannya berada dalam satu fasa, sedangkan pada induktor, tegangan mendahului arus dengan beda fasa sebesar  $90^\circ$  dan pada kapasitor, tegangan tertinggal arus dengan beda fasa sebesar  $90^\circ$ .



Gambar 2. Diagram fasor arus dan tegangan pada (a) resistor, (b) induktor, dan (c) kapasitor .

Sifat rangkaian RLC tergantung pada reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif pada rangkaian tersebut. Apabila reaktansi induktif lebih besar dari reaktansi kapasitif, maka rangkaian tersebut bersifat induktif. Sebaliknya, apabila reaktansi induktif lebih kecil dari reaktansi kapasitif, maka rangkaian tersebut bersifat kapasitif. Sedangkan apabila reaktansi induktif dan reaktansi kapasitifnya sama, maka rangkaian tersebut bersifat resistif dan akan terjadi resonansi yang besar frekuensinya dapat diketahui dengan persamaan:

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}} \tag{10}$$

**Bilangan Kompleks.** Konsep bilangan kompleks muncul untuk mengakomodasi nilai akar suatu bilangan negatif. Ditinjau persamaan kuadrat dalam  $z$  berikut :

$$az^2 + bz + c = 0 \tag{11}$$

dengan  $a$ ,  $b$  dan  $c$  variabel bebas. Penyelesaian persamaan kuadrat di atas adalah:

$$Z_{12} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \tag{12}$$

Jika diskriminan  $D = b^2 - 4ac$  bernilai negatif, maka dua nilai  $z$  mengandung akar bilangan negatif. Karena itulah didefinisikan nilai  $-1 = i$ , sehingga  $i^2 = -1$ .

Istilah bilangan kompleks digunakan untuk menunjukkan set bilangan real, imajiner atau gabungan keduanya, seperti  $1 \pm i$ . Bilangan kompleks dirumuskan sebagai :

$$z = x + iy$$

yang merupakan gabungan bilangan real  $x$  dan bilangan imajiner  $iy$ . Besaran  $x$ ,  $y$  dan berturut-turut dinamakan bagian real, bagian imajiner dan modulus bilangan kompleks  $z$  yang dituliskan sebagai

$$x = \text{Re}(z)$$

$$y = \text{Im}(z)$$

Bilangan kompleks dapat melakukan operasi tambah, kurang, kali, dan bagi seperti bilangan real. Namun, ada beberapa sifat bilangan kompleks yang menyebabkan pengoperasian matematika pada bilangan kompleks berbeda dengan bilangan real. Berikut sifat-sifat operasi matematika pada bilangan kompleks:

### 1. Penjumlahan

Penjumlahan pada bilangan kompleks dapat dinyatakan dengan:

$$(a + bj) + (c + dj) = (a + c) + (b + d)j$$

Penjumlahan bilangan kompleks hampir sama dengan penjumlahan bilangan real biasa. Bagian real dijumlahkan dengan bagian real ( $a + c$ ), sedangkan bagian imajiner dijumlahkan dengan bagian imajiner pula ( $b + d$ ).

### 2. Pengurangan

Pengurangan pada bilangan kompleks dapat dinyatakan dengan:

$$(a + bj) - (c + dj) = (a - c) + (b - d)j$$

Pengurangan bilangan kompleks tidak jauh berbeda dengan penjumlahan, hanya saja pengurangan terjadi pada bagian yang sama.

### 3. Perkalian

Perkalian pada bilangan kompleks dapat dinyatakan dengan:

$$(a + bj) \times (c + dj) = (a \times c + a \times dj + bj \times c + bj \times dj) = (a \times c - b \times d) + (a \times d + c \times bj)$$

$j$  adalah akar kuadrat dari  $-1$ , sehingga perkalian  $bj \times dj$  akan menghasilkan  $-b \times d$ . Bilangan tersebut sudah tidak imajiner karena sudah tidak mengandung  $j$ .

### 4. Pembagian

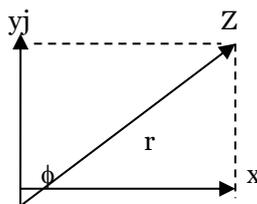
Pembagian pada bilangan kompleks dapat dinyatakan dengan:

$$\begin{aligned} \frac{a + bj}{c + dj} &= \frac{a + bj}{c - dj} \times \frac{c - dj}{c - dj} = \frac{(a + bj)(c - dj)}{(c^2 - d^2)j^2} = \frac{(axc) + (axdj) + (bjxc) + (bjx - dj)}{c^2 + d^2} \\ &= \frac{(axc + bxd) + (-axd + bxc)j}{c^2 + d^2} \\ &= \frac{(axc + bxd) + (bxc - axd)j}{c^2 + d^2} \end{aligned}$$

Pembagian pada bilangan kompleks memang sedikit lebih rumit daripada operasi lainnya. Hal ini dikarenakan kita harus membuat penyebut menjadi sederhana. Dengan memanfaatkan sifat  $(x + y) \cdot (x - y) = (x^2 - y^2)$ , maka kita kalikan penyebut dengan sekawannya  $(c - dj)$ . Agar tidak mengubah persamaan, maka pembilang juga dikalikan dengan  $(c - dj)$ . Bilangan kompleks dapat direpresentasikan dengan beberapa cara. Berikut adalah penyajian bilangan kompleks:

### 1. Bentuk Rektanguler

Misalkan ada bilangan kompleks  $z = x + yj$ , di mana  $x$  adalah bagian real dan  $y$  adalah bagian imajiner. Maka bilangan kompleks tersebut dapat digambarkan pada bidang *Argand* seperti pada Gambar berikut ini:



Gambar 4. Bentuk Rectangular

Pada Gambar di atas,  $r$  adalah garis yang terbentuk dari titik awal ke titik  $z$ , sedangkan  $\theta$  adalah sudut yang terbentuk dari garis  $r$  dengan sumbu  $x$ . Semua titik yang berada pada sumbu  $x$  mewakili garis bilangan real.

**2. Bentuk Polar**

Dengan anggapan bahwa:  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$  dan  $\theta = \arctan (y / x)$  maka  $x + jy = r \cos \theta + jr \sin \theta = r(\cos \theta + j \sin \theta)$ . Untuk mempersingkat bentuk penulisan, bentuk  $(\cos \theta + j \sin \theta)$  sering ditulis sebagai  $r \text{ cis} \theta$ .  
Persamaan bentuk polarnya menjadi:  $r < 0$

**3. Bentuk Eksponen**

Bentuk eksponen dari bilangan kompleks adalah:  $x + jy = r e^{j\theta}$ . Bentuk ini diperoleh dari bentuk polar, dengan hubungan fungsi trigonometri dengan fungsi eksponensial kompleks:

$$\sin \theta = \frac{e^{j\theta} - e^{-j\theta}}{2j} = \text{Im}(e^{j\theta}) \text{ dan } \cos \theta = \frac{e^{j\theta} + e^{-j\theta}}{2} = \text{Re}(e^{j\theta})$$

Bentuk bilangan kompleks dapat ditransformasi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Berikut adalah persamaan transformasi antara bentuk rektanguler dan polar, dan sebaliknya:

1. Transformasi dari bentuk rektanguler ke bentuk polar.

Apabila didefinisikan dalam bentuk polar  $r < \theta$ , maka dalam bentuk rektanguler, di mana persamaannya  $z = x + jy$ , didefinisikan  $x = r \cos \theta$ , dan  $y = r \sin \theta$ .

Transformasi dari bentuk polar ke bentuk rektanguler

- a. Apabila bentuk rektangularnya  $z = x + jy$ , maka bentuk persamaan polarnya adalah:

$$r < \theta \text{ dengan } r = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ dan } \theta = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

- b. Apabila bentuk rektangularnya  $z = -x + jy$ , maka bentuk persamaan polarnya adalah:

$$r < \theta \text{ dengan } r = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ dan } \theta = 180 - \theta = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

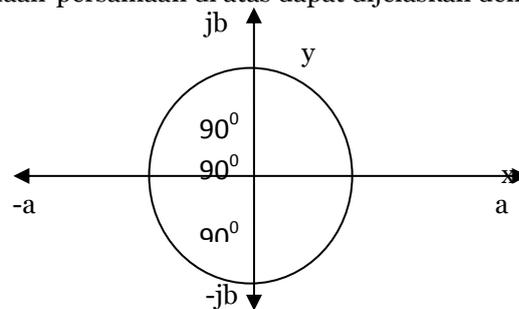
- c. Apabila bentuk rektangularnya  $z = -x - jy$ , maka bentuk persamaan polarnya adalah:

$$r < \theta \text{ dengan } r = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ dan } \theta = 180 + \theta = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

- d. Apabila bentuk rektangularnya  $z = x - jy$ , maka bentuk persamaan polarnya adalah:

$$r < \theta \text{ dengan } r = \sqrt{x^2 + y^2} \text{ dan } \theta = 360 - \theta = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

Untuk lebih singkatnya, persamaan-persamaan di atas dapat dijelaskan dengan Gambar berikut:

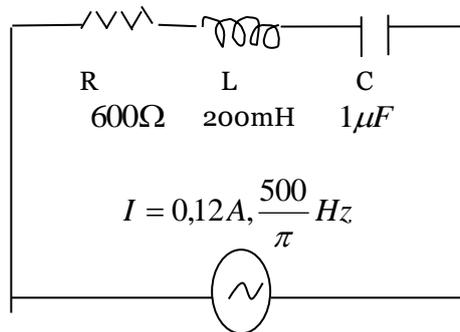


Gambar 5 Kuadran Pada Koordinat Cartesius

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Besaran yang dihitung dengan penerapan bilangan kompleks adalah impedansi dan tegangan, pada dasar teori sudah dijelaskan bahwa impedansi adalah keseluruhan dari sifat hambatan. Sudah dijelaskan juga persamaan mencari besarnya, jika persamaan dituliskan dengan memakai bilangan kompleks maka persamaannya menjadi :

Dalam penyelesaian soal rangkaian RLC, kita harus mampu mengubah bentuk bilangan kompleks agar dapat melakukan operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Setiap operasi penjumlahan dan pengurangan, sebaiknya digunakan bentuk rektanguler. Sedangkan operasi perkalian dan pembagian, digunakan bentuk polar.



Gambar 6 Contoh Gambar rangkaian yang akan dihitung dengan bilangan kompleks.

**Impedansi.** Untuk menghitung Impedansi total terlebih dahulu kita hitung reaktansi induktif dan reaktansi kapasitifnya. Caranya :

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2\pi \cdot \frac{500}{\pi} \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 200\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \cdot \frac{500}{\pi} \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = 10^3 = 1000\Omega$$

Setelah itu kita cari impedansi masing – masing komponen  $Z_R, Z_L, Z_C$ .

$$Z_R = (600 + 0j)\Omega$$

$$Z_L = (0 + 200j)\Omega$$

$$Z_C = (0 - 1000j)\Omega$$

Kemudian kita mencari impedansi total dengan cara menjumlahkan masing – masing komponen Z.

$$\begin{aligned} Z_{total} &= (600 + 0 + 0) + (0 + 200 - 1000)j \\ &= (600 - 800j) \end{aligned}$$

Dalam bentuk polar :

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{600^2 + 800^2} = \sqrt{1000000} = 1000\Omega$$

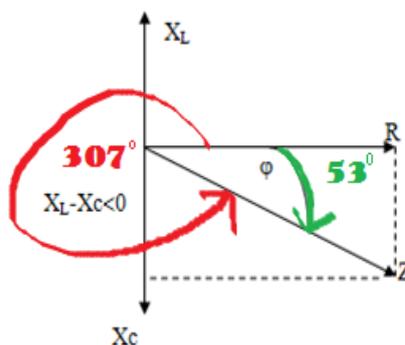
Apabila bentuk rektangularnya  $z = x - jb$ , maka bentuk persamaan polarnya adalah:

$$\theta = 360 - \text{Tan}^{-1} \frac{y}{x}$$

$$\theta = 360 - \text{Tan}^{-1} \frac{800}{600} = 360 - 53^\circ = 307^\circ$$

$$Z_{totalnya} = 1000 \Omega \angle 307^\circ$$

Apabila dibuat dalam bidang Argand maka tampilan vektor impedansinya seperti berikut :



Gambar 6. Diagram fasor impedansi

**Tegangan .** Untuk menghitung tegangan total terlebih dahulu kita hitung tegangan pada masing – masing komponen, caranya :

$$V_R = I.R = 0,12A.600\Omega = 72volt$$

$$V_L = I.X_L = 0,12A.200\Omega = 24volt$$

$$V_C = I.X_C = 0,12A.1000\Omega = 120volt$$

Setelah itu kita cari tegangan masing – masing komponen  $V_R, V_L, V_C$ .

$$V_R = (72 + 0j)\Omega$$

$$V_L = (0 + 24j)\Omega$$

$$V_C = (0 - 120j)\Omega$$

Kemudian kita mencari tegangan total dengan cara menjumlahkan masing – masing komponen  $V$ .

$$V_{tot} = (72 + 0j)volt + (0 + 24j)volt + (0 - 120j)volt = 72 - 96j$$

Dalam bentuk polar :

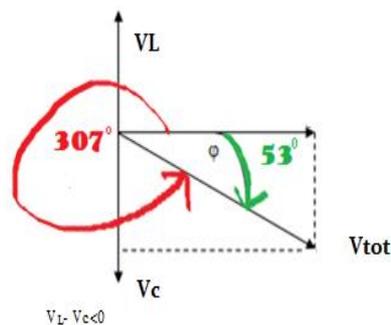
$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{72^2 + 96^2} = 120volt$$

bila bentuk rektangularnya  $z = x - jb$ , maka bentuk persamaan polarnya adalah:

$$\theta = 360 - \tan^{-1} \frac{y}{x} = 360 - \tan^{-1} \frac{96}{72} = 360 - 53^\circ = 307^\circ$$

$V_{totalnya} = 120 \text{ volt} < 307^\circ$

Apabila dibuat dalam bidang Argand maka tampilan vektor tegangannya seperti berikut :



Gambar 7. Diagram fasor Tegangan

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pemaparan di atas adalah: (1) Penerapan bilangan kompleks dalam suatu rangkaian RLC seri dapat menghitung besar impedansi, menghitung besar fase, dan menunjukkan besar fase pada diagram fasor. (2) Penerapan bilangan kompleks dalam suatu rangkaian RLC seri dapat menghitung besar tegangan total, menghitung besar fase, dan menunjukkan besar fase pada diagram fasor.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas penyertaannya penulis dapat menyelesaikan artikel ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada orangtua dan keluarga, yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada penulis dalam menjalankan tugas-tugas kuliah. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada Pak Juniastel Rajagukguk, selaku dosen mata kuliah Matematika Fisika, atas bimbingan, dukungan, dan referensi-referensi yang sangat membantu dalam penyelesaian makalah ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anugraha, Rinto, 2011 *Pengantar Fisika Matematik*, Jurusan Fisika FMIPA UGM, 2011 Yogyakarta  
 Boas, M.L., 1983, *Mathematical Methods in the Physical Sciences*, John Wiley & Sons, New York.  
 Ghassani., Hishshah, 2015, *Penerapan Bilangan Kompleks pada Rangkaian RLC* , Makalah IF2123 Aljabar Geometri – Informatika ITB , Bandung  
 Halliday., Resnick and Walker.,(2001), *Fundamental of Physics,6th Edition*, JohnWiley & Son.

## ISOLATOR LISTRIK BERBASIS KERAMIK PORSELIN ALUMINA

Maryati Doloksaribu\*, Lisnawaty Simatupang

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

\*Email: maryatidoloksaribu@yahoo.com

**Abstrak.** Telah dilakukan penelitian pengaruh komposisi alumina untuk pembuatan keramik alumina porselin sebagai bahan isolator listrik. Bahan baku yang digunakan adalah campuran dari Kaolin, Kuarsa, Feldspar dan Alumina, dimana komposisi alumina divariasikan yaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% berat total seluruh bahan. Suhu pembakaran divariasikan yaitu 1100°C, 1200°C, 1300°C, 1400°C dan 1500°C, pada masing-masing suhu ditahan selama 2 jam. Berdasarkan pengujian densitas, kuat patah, dan kuat tembus listrik terlihat bahwa persentase alumina memberikan pengaruh terhadap sifat fisis, mekanik dan sifat listrik dari keramik porselin alumina. Dari karakterisasi sifat listrik yang dihasilkan maka besarnya kuat tembus listrik dengan komposisi alumina 10% hingga 20% yang disinter pada suhu 1500°C dapat digunakan sebagai isolator listrik tegangan tinggi.

**Katakunci:** Porselin, Alumina, Isolator Listrik, Sintering

### PENDAHULUAN

Porselin merupakan keramik polikristalin yang umumnya mempunyai fasa *quartz*, *mullit* dan lebih dari 10% volumenya adalah fasa gelas. Porselin adalah bahan keramik yang keras, kuat, berwarna putih, tembus cahaya, tidak porous, halus bila dibakar pada suhu tinggi dan bersifat isolator listrik [1-5]. Salah satu contoh pengembangan porselin dalam bidang industri otomotif adalah pembuatan busi (*Spark plugs*). Tahun 1930 dikembangkan industri porselin untuk bahan isolator frekuensi tinggi. Kemudian pengembangan dilakukan secara intensif oleh *MC.Dugel Borkett* yang menghasilkan isolator alumina yang dapat digunakan pada kondisi tekanan tinggi.

Pada dasarnya material porselin dibentuk dari bahan baku : feldspar, kaolin (*ball clay*) dan kuarsa. Untuk maksud tertentu, misalnya perbaikan sifat fisisnya dilakukan penambahan aditif tertentu, antara lain : kapur, talk, dolomite dan lainnya. Aditif ini dapat juga berfungsi untuk meningkatkan plastisitas bodi, kekuatan, memudahkan pembentukannya dan terbentuknya struktur tertentu. Klasifikasi keramik porselin dibedakan berdasarkan komposisi, sifat-sifat dan aplikasinya .

Aplikasi keramik porselin lainnya adalah sebagai bahan stop kontak, sekering, busi, isolator jaringan listrik, sakelar pemutus tegangan listrik dan sebagainya. Mengingat Indonesia kaya akan bahan galian yang tersebar di daerah-daerah maka usaha untuk mendorong pemanfaatan bahan tersebut, khususnya untuk pembuatan bahan isolator listrik menjadi topik dalam penelitian ini. Dengan demikian melalui penelitian ini dapat diharapkan suatu terobosan pemanfaatan bahan galian sehingga memberikan nilai tambah tersendiri yang cukup berarti. Langkah-langkah yang ditempuh dalam usaha penelitian keramik porselin alumina akan membahas aspek-aspek sifat fisis, mekanis dan analisa struktur mikronya.

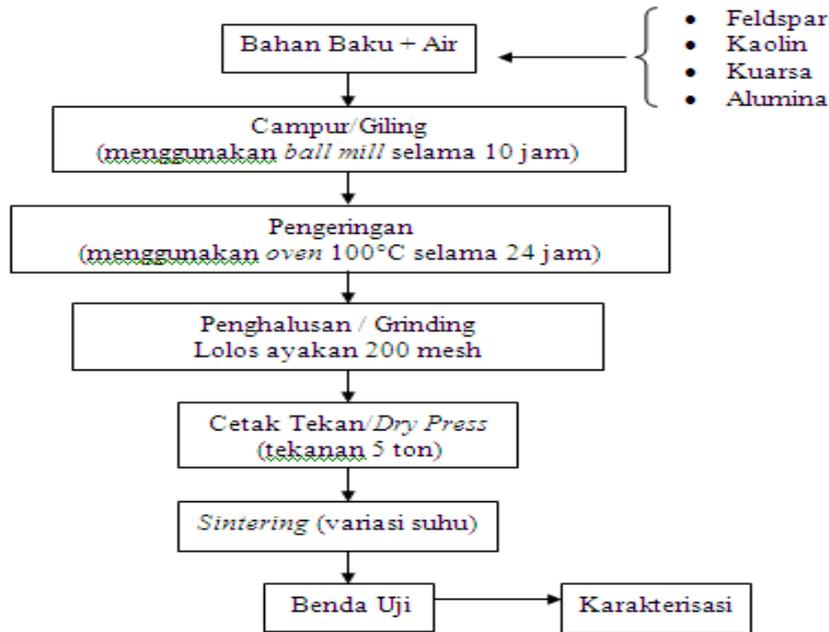
### BAHAN DAN METODE

#### Bahan dan Alat Penelitian.

Bahan baku untuk pembuatan keramik porselin alumina yang digunakan adalah : *Feldspar* [(KNa)<sub>2</sub>O.3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.6SiO<sub>2</sub>], *Kaolin* (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.2SiO<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O), *Kuarsa* (SiO<sub>2</sub>), *Alumina* (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)  
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca teknis, ball mill, oven, grinding, sintering, dry press, pengukuran uji dielektrik dengan Methrom E3640

#### Metode Penelitian.

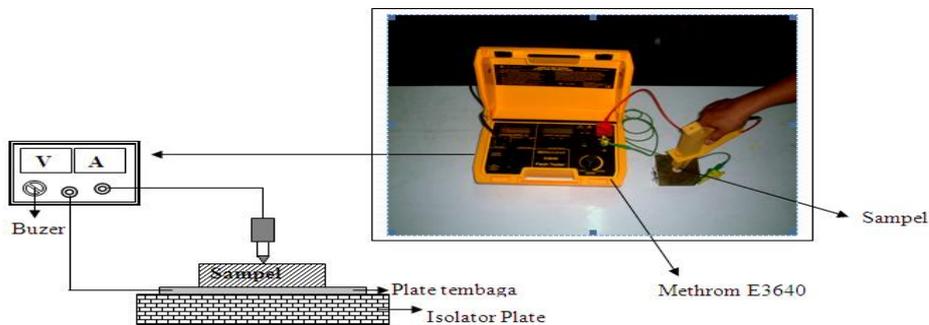
Ada dua tahap pengerjaan yang dilakukan dalam penelitian yaitu preparasi benda uji dan karakterisasi.



Gambar 1. Diagram Alir Preparasi Benda Uji

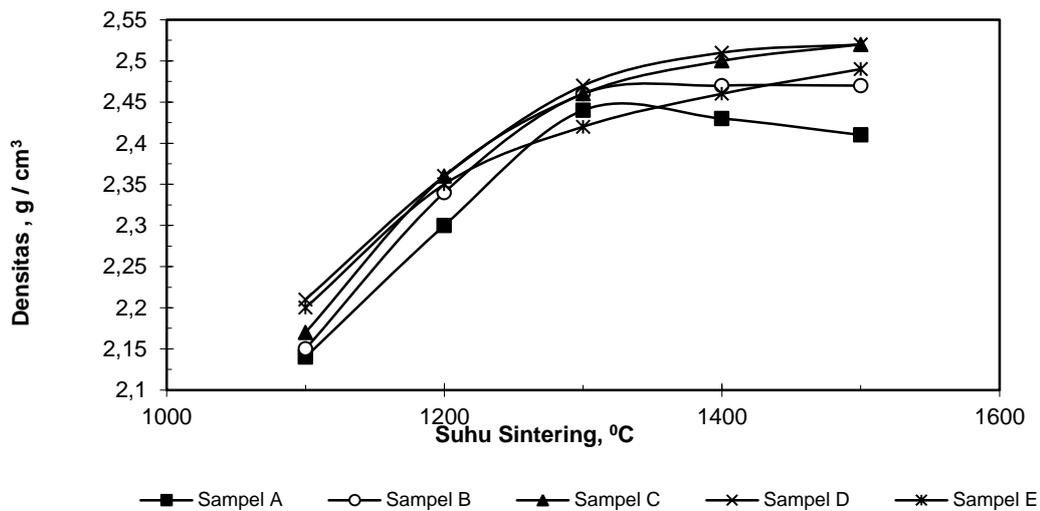
Tabel 1. Komposisi keramik alumina porselin yang dibuat

| Bahan Baku                                               | Komposisi ( % berat ) |            |            |            |            |
|----------------------------------------------------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|
|                                                          | Sampel A              | Sampel B   | Sampel C   | Sampel D   | Sampel E   |
| Kaolin                                                   | 50                    | 50         | 50         | 50         | 50         |
| Feldspar                                                 | 30                    | 30         | 30         | 30         | 30         |
| Kuarsa                                                   | 20                    | 20         | 20         | 20         | 20         |
| <b>Total</b>                                             | <b>100</b>            | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>( % berat dari total ) | 0                     | 5          | 10         | 15         | 20         |



Gambar 2. Pengujian sifat Listrik

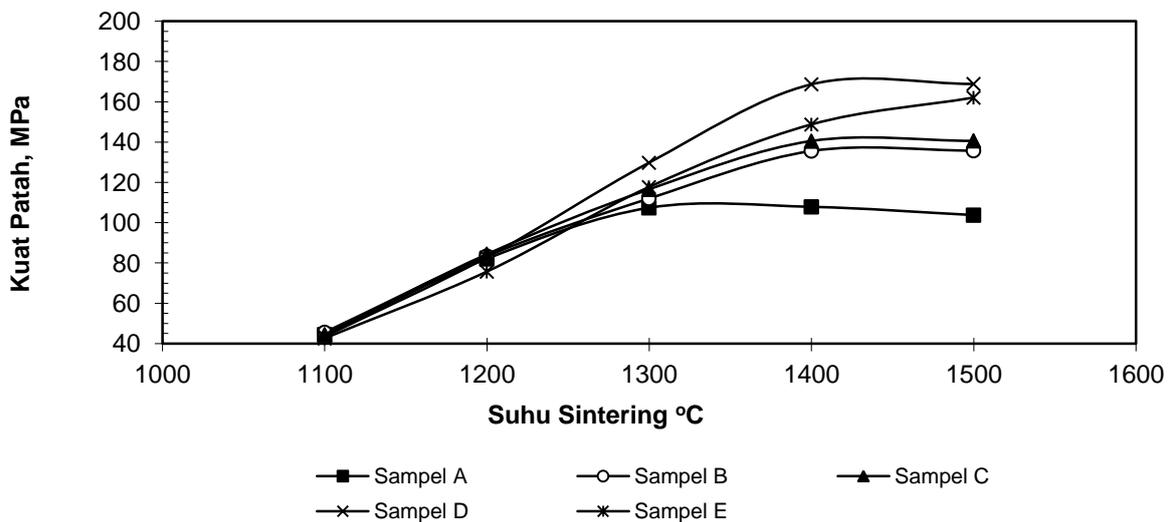
**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Uji Densitas**



Gambar 3. Grafik hubungan suhu sintering terhadap densitas

Dari Gambar 3 terlihat bahwa penambahan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cenderung meningkatkan suhu sintering dan nilai densitasnya, karena Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki titik lebur yang lebih tinggi dari bahan baku yang lain, dan densitasnya lebih besar. Dari kurva hubungan densitas dengan suhu sintering, ternyata sampel dengan 5 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki suhu sintering optimum 1400°C dengan densitas 2,47 g/cm<sup>3</sup>. Sedangkan sampel dengan aditif 10 % dan 15 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mencapai suhu sintering optimal pada suhu 1500°C dengan densitas 2,52 g/cm<sup>3</sup>. Tetapi nilai densitas untuk sampel dengan aditif 20 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sampai suhu sintering 1500°C densitas hanya 2,49 g/cm<sup>3</sup> dan ternyata lebih kecil dari sampel dengan aditif 15 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, seharusnya densitasnya sama atau lebih besar. Jadi dapat dikatakan sampel dengan aditif 20 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> belum mencapai suhu sintering yang optimum dan perlu suhu sintering yang lebih tinggi lagi. Bila dibandingkan dengan literatur bahwa densitas untuk High Voltage Porcelain adalah sekitar 2,3 – 2,5 g/cm<sup>3</sup>, dan dari eksperimen densitas yang diperoleh telah memenuhi literatur

**Hasil pengukuran kekuatan patah**



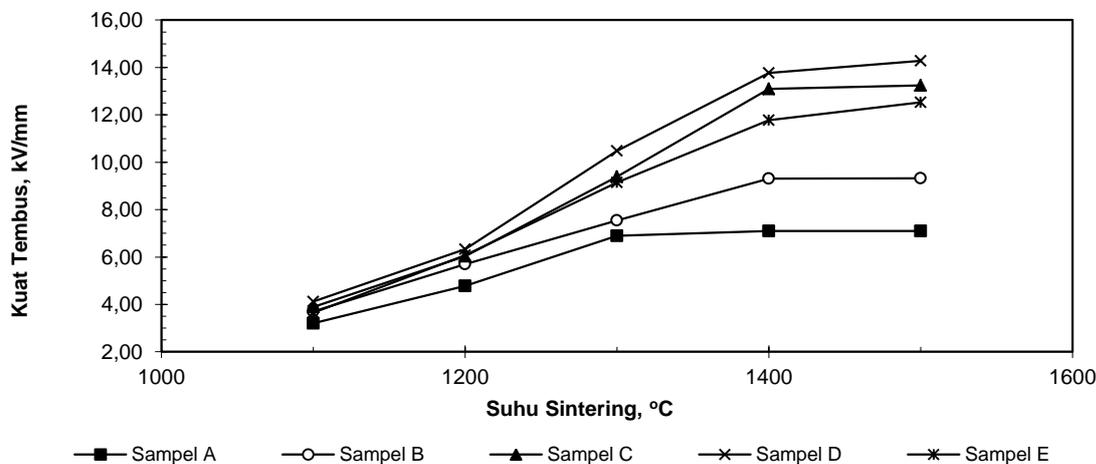
Gambar 4. Grafik hubungan suhu sintering terhadap kuat patah

Dari Gambar 4 ditunjukkan bahwa semakin tinggi suhu sintering maka nilai kekuatan patahnya semakin besar. Hal ini semua tentu ada kaitannya dengan densitas dan porositas, dimana semakin tinggi suhu sintering maka akan semakin padat benda keramik dan semakin kuat ikatan antara butirannya. Nilai kekkuatan patah akan cenderung konstan bila telah tercapai kondisi suhu sintering yang optimal, bila melebihi suhu sintering yang optimum maka nilai

kekuatan patahnya akan cenderung konstan atau turun. Menurut literatur kekuatan patah dari alumina porselin adalah 20.000 – 45.000 psi (137,8 – 310 Mpa). Dari hasil percobaan diperoleh bahwa dengan penambahan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dapat memberikan peningkatan kekuatan patah, karena nilai kekuatan patah dari  $\text{Al}_2\text{O}_3$  juga lebih tinggi dari porselin yaitu 421 Mpa. Nilai kekuatan patah dari sampel tanpa aditif yang telah disinterring  $1300^\circ\text{C}$  adalah 107,42 Mpa, sedangkan kekuatan patah dari sampel dengan aditif 5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang telah disinterring  $1400^\circ\text{C}$  adalah 135,59 Mpa, sedangkan sampel dengan aditif 10 %, 15 %, dan 20 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang telah disinterring  $1500^\circ\text{C}$  memiliki kekuatan patah masing-masing sebesar 140,61 Mpa ,168,86 Mpa, dan 162,10 MPa. Nilai kekuatan untuk semua sampel dengan aditif  $\text{Al}_2\text{O}_3$  telah memenuhi persyaratan sebagai keramik alumina porselin.

### Hasil Pengukuran Kuat Tembus Listrik

Grafik hubungan antara kuat tembus listrik terhadap suhu sinterring menunjukkan bahwa untuk sample keramik porselin tanpa aditif  $\text{Al}_2\text{O}_3$  memiliki kuat tembus listrik yang meningkat tajam dari suhu sinterring  $1100^\circ\text{C}$  sampai  $1300^\circ\text{C}$  yaitu dari 3,21 kV/mm menjadi 6,90 kV/mm, tetapi diatas suhu  $1300^\circ\text{C}$  cenderung tetap dengan perubahan yang sangat kecil yaitu menjadi 7,1 kV/mm. Karena badan keramik yang disinterring dibawah  $1300^\circ\text{C}$  masih memiliki pori yang cukup banyak atau porositasnya masih cukup besar, dimana kebocoran arus listrik disebabkan melalui pori-pori yang ada pada badan keramik, sedangkan bila disinterring diatas  $1300^\circ\text{C}$  porositas menjadi kecil sehingga kebocoran arus hampir tidak ada. Menurut literatur bahwa keramik dengan kuat tembus listrik / kuat dielektrik sekitar 9 – 11 kV/mm tergolong untuk porselin tegangan rendah dan menengah, jadi porselin tanpa  $\text{Al}_2\text{O}_3$  hanya terbatas untuk pemakaian isolator listrik tegangan rendah / menengah. Kuat tembus listrik untuk sampel dengan penambahan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  menunjukkan adanya peningkatan yang relatif besar, karena aditif  $\text{Al}_2\text{O}_3$  memberikan kontribusi peningkatan terhadap sifat mekanik juga memberikan kontribusi terhadap kuat dielektriknya yaitu 9,9 – 15,8 kV/mm. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa kuat tembus listrik sampel dengan aditif 5%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang telah disinterring  $1400^\circ\text{C}$  adalah 9,3 kV/mm , sedangkan sampel dengan aditif 10 %, 15 %, dan 20 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang telah disinterring  $1500^\circ\text{C}$  memiliki kuat tembus listrik masing-masing sebesar 13,25 kV/mm, 14,28 kV/mm, dan 12,53 kV/mm. Untuk isolator listrik tegangan tinggi harus memiliki kuat dielektrik sebesar 13 – 18 kV/mm, ternyata sampel dengan aditif 10 % sampai 20 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dapat digunakan sebagai isolator listrik tegangan tinggi.



Gambar 5. Grafik hubungan suhu sinterring terhadap kuat tembus listrik

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut (1) Besarnya nilai densitas dapat dipenuhi oleh keramik porselin dengan 5% - 20% alumina, diman nilai densitasnya 2,3 – 2,5g/cm<sup>3</sup> (2) Nilai kekuatan patah (*bending strength*) adalah 162,10 MPa dan 168,8 MPa merupakan nilai tertinggi yang dicapai, masing-masing disinter pada suhu  $1500^\circ\text{C}$ . (3) Besarnya nilai dielektrik strength untuk high tension porcelain = 13 – 18 kV/ mm, ini dapat dipenuhi oleh sampel C, D dan E dan mampu menahan tegangan sekitar 100kV

### UCAPAN TERIMAKASIH

Kepada DP2M DIKTI yang telah membiayai penelitian ini

**DAFTAR PUSTAKA**

- Clipton G. *et all*, 1984, Introduction to Phase equilibria in Ceramics, The American Ceramics Society Inc, Columbus Ohio.
- Gernot Kostorz, 1988, High Tech Ceramics, Academic Press Zurich.
- James Reed, 1994, Principle of Ceramics Processing, John Wiley and Son, Inc
- Man F. Yan, 1991, Solid State Sintering, Engineering Material handbook, Handbook Commitee, New York.
- Masaru Miyayama, 1992, Engineer Material Handbook, Handbook Commitee, New York.
- Muljadi *et all*, 2002, Journal Fisika LIPI.
- Norton. F. H, 1997, Fine Ceramics Technology and Application, McGraw – Hill Book Company
- Perdamean *et all*, 2002, Journal Telaah Fisika LIPI Volume 23.
- Randall M. German, 1991, Fundamental of Sintering, Engineering Material Handbook, New York.
- Relva Buchanan, 1991, Electronics Application for Advanced ceramics, Engineering Material Handbook. New York.
- Relva Buchanan, 1986, Ceramics Material for Electronics, Marcel dekker Inc, New York.
- Samuel J. Scheneider Jr, 1991, Ceramics and Glass, Vol 4, Engineering Material, USA
- Yan H. Lavac, 1983, The Technology of Glass and Ceramics and Introduction, Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- Yet Ming, 1997, Physical Ceramics, Principle for Ceramic Science and Engineering, John Willey and Song Inc, Canada.

## PENERAPAN DERET FOURIER UNTUK MENENTUKAN PERSAMAAN GELOMBANG PADA DAWAI

**Wike Wiranda<sup>1</sup>, Denny Khairani<sup>1</sup>, Alessandro<sup>1</sup>, Solikin<sup>1</sup>, Juniastel Rajagukguk<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Prodi Pendidikan Fisika Pascasarjana Universitas Negeri Medan  
Jl. Willem Iskandar Psr.V Medan, Sumatera Utara 20221  
Email [wirandawike@gmail.com](mailto:wirandawike@gmail.com), [denykhairani@gmail.com](mailto:denykhairani@gmail.com)

**Abstrak.** Deret Fourier merupakan suatu deret yang mengandung suku-suku sinus dan cosinus yang digunakan untuk menampilkan fungsi-fungsi periodik secara umum. Dimana deret ini sering digunakan dalam menyelesaikan persamaan diferensial, baik persamaan diferensial biasa maupun persamaan diferensial parsial. Salah satu permasalahan yang membutuhkan bantuan deret Fourier adalah solusi dari persamaan gelombang pada dawai. Persamaan gelombang adalah salah satu dari bentuk persamaan diferensial parsial yang memiliki tiga kondisi batas yaitu Dirichlet, Neuman, dan Robin. Permasalahan yang diteliti adalah bagaimana penerapan deret Fourier dalam solusi umum persamaan diferensial parsial pada persamaan gelombang dawai untuk kondisi campuran (Dirichlet dan Neuman) dengan menggunakan metode pemisahan variabel. Diperoleh hasil solusi persamaan diferensial parsial pada persamaan gelombang dawai untuk kondisi campuran dan penerapan deret Fourier dalam penyelesaian persamaan diferensial parsial pada persamaan gelombang dawai yang membentuk solusi periodik dengan periode  $2\pi$ , hal ini disebabkan karena sifat periodik dari gelombang.

**Kata kunci :** Deret Fourier, Diferensial, Gelombang, Dawai

### PENDAHULUAN

Deret fourier adalah suatu model regresi nonparametrik yang digunakan dalam mengestimasi suatu pola data yang berbentuk trigonometri. Pola data yang dapat digunakan dalam deret fourier adalah pola data yang berulang karena bersifat periodik. Periodik sendiri memiliki arti yaitu suatu keadaan terjadi dengan selang waktu yang tetap. Dalam permasalahan Fisika, banyak gejala yang dipelajari terkait dengan dinamika yang berulang-ulang atau periodik, seperti getaran atau osilasi. Contoh yang paling sederhana adalah gerakan berulang pada dawai yang membentuk fungsi sinusoidal jika kita Gambarkan hubungan antara posisi dengan waktu. Pada kesempatan ini kita akan membahas penerapan deret Fourier dalam solusi umum persamaan diferensial parsial pada persamaan gelombang dawai untuk kondisi campuran (Dirichlet dan Neuman) dengan menggunakan metode pemisahan variabel.

### LANDASAN TEORI

#### Persamaan Diferensial Biasa

Persamaan diferensial biasa adalah persamaan diferensial dimana fungsi yang tidak diketahui (variable terikat) adalah fungsi dari variable bebas tunggal. Dalam bentuk paling sederhana fungsi yang tidak diketahui adalah fungsi real atau fungsi kompleks, namun secara umum bisa juga berupa fungsi vector atau matriks. Lebih jauh lagi, persamaan diferensial biasa digolongkan berdasarkan orde tertinggi dari turunan terhadap variable terikat yang muncul dalam persamaan tersebut. Sebagai contoh, jika laju

pertumbuhan suatu populasi (manusia, hewan, bakteri dan sebagainya)  $y' = \frac{dy}{dx}$

( $x = \text{waktu}$ ) sama dengan populasi  $y(x)$ , maka model populasi tersebut  $y' = y$ , berbentuk persamaan diferensial. Persamaan diferensial dibagi menjadi dua, yakni persamaan diferensial linier orde satu dan persamaan linier orde dua.

#### Solusi Persamaan Diferensial Linier Orde Satu

Suatu fungsi  $y = y(x)$  dinyatakan solusi persamaan diferensial  $F(x, y, y') = 0$  apabila  $y = y(x)$  atau turunannya yakni  $y''$  memenuhi persamaan diferensial tersebut.

Contoh :

$y = x^2 + 1$  adalah solusi persamaan diferensial  $y' = 2x$ . Demikian pula  $y = x^2 + c$  untuk  $c$  adalah konstanta, merupakan solusi persamaan diferensial  $y' = 2x$ . Solusi  $y = x^2 + 1$  disebut solusi khusus dan  $y = x^2 + c$  disebut solusi umum.

#### Persamaan Diferensial Linier Orde Dua

Persamaan diferensial berbentuk  $f(x, y, y', y'') = 0$  disebut persamaan orde dua, dimana  $y' = \frac{dy}{dx}$  dan

$$y'' = \frac{d^2 y}{dx^2}$$

Contoh :

1.  $(x+1)^2y'' + y'tanx - y \sin x = 0$  merupakan diferensial orde dua.
2.  $xy''' + xy'' - xy' + y \sin x + 2 = 0$  bukan merupakan persamaan diferensial orde dua.

**Solusi Persamaan Diferensial Linier Orde Dua**

Fungsi  $\phi(x)$  dikatakan solusi persamaan diferensial  $a(x)y'' + b(x)y' + c(x)y = g(x)$  pada selang I, apabila  $\phi(x)$  mempunyai turunan kedua dan memenuhi hubungan  $a(x)y'' + b(x)y' + c(x)y = g(x)$  pada selang I, yakni  $a(x)\phi''(x) + b(x)\phi'(x) + c(x)\phi(x) = g(x)$  untuk setiap  $x \in I$

**Persamaan Diferensial Linier Orde Dua Homogen dengan Koefisien Konstanta**

Perhatikan persamaan diferensial yang terbentuk  $y'' + py' + qy = 0$  dimana p dan q konstanta-konstanta. Intuisi  $y = e^{mx}$  merupakan solusi persamaan diferensial  $y'' + py' + qy = 0$  dengan m memenuhi persamaan tersebut. Untuk itu akan dicari m agar  $y = e^{mx}$  merupakan solusi persamaan diferensial  $y'' + py' + qy = 0$ . Dari  $y = e^{mx}$  diperoleh  $y' = me^{mx}$  dan  $y'' = m^2e^{mx}$  sehingga  $y, y',$  dan  $y''$  disubstitikan ke persamaan  $y'' + py' + qy = 0$  didapat persamaan  $m^2e^{mx} + mpe^{mx} + qe^{mx} = 0 \Leftrightarrow (m^2 + pm + q)e^{mx} = 0$ . Dan karena  $e^{mx} \neq 0$ , untuk setiap m dan x, maka  $m^2 + pm + q = 0$ . ( Dengan demikian  $y = e^{mx}$  dikatakan solusi dari persamaan diferensial  $y'' + py' + qy = 0$ , jika m merupakan penyelesaian kuadrat  $m^2 + pm + q = 0$ . Persamaan  $m^2 + pm + q = 0$  disebut persamaan karakteristik dari persamaan  $y'' + py' + qy = 0$  dan akar-akarnya disebut akar-akar karakteristik. Akar-akarnya adalah  $m_1 = \frac{1}{2}(-p + \sqrt{p^2 - 4q})$  dan  $m_2 = \frac{1}{2}(-p - \sqrt{p^2 - 4q})$ . Dari

perhitungan di atas diperoleh  $y_1 = e^{m_1x}$  dan  $y_2 = e^{m_2x}$  merupakan solusi dari persamaan  $y'' + py' + qy = 0$ . Untuk p dan q merupakan bilangan real, akar-akar dari persamaan karakteristik  $m^2 + pm + q = 0$  dapat dibagi dalam tiga kasus, yaitu: dua akar berbeda, dua akar sama, dan dua akar kompleks.

1. Akar real berlainan berbeda  
Bilangan  $m_1$  dan  $m_2$  dua akar real berbeda maka  $e^{m_1x}$  dan  $e^{m_2x}$  adalah solusi yang bebas linier sehingga  $y = Ae^{m_1x} + Be^{m_2x}$  merupakan solusi umum persamaan diferensial  $y'' + py' + qy = 0$
2. Kedua akar sama  
Misalkan kedua akar persamaan  $m^2 + pm + q = 0$  adalah sama, maka  $m_1 = m_2 = a$ , maka  $\phi_1(x) = e^{ax}$  adalah salah satu solusi persamaan diferensial  $y'' + py' + qy = 0$ . Bila  $\phi_2(x) = W(x)\phi_1(x)$  solusi lainnya, maka

$$W(x) = \int \left[ \left( \frac{1}{e^{ax}} \right)^2 e^{-\int pxdx} \right] dx$$

$$= \int \left[ \left( \frac{1}{e^{2ax}} \right) e^{-px} \right]$$

Karena  $m_1 = m_2 = a$  adalah akar-akar persamaan  $m^2 + pm + q = 0$ , maka  $m_1 + m_2 = 2a = -p$ . Jadi

$$W(x) = \int \left[ \left( \frac{1}{e^{2ax}} \right) e^{2ax} \right] dx = \int dx = x$$

Hal tersebut  $\phi_2(x) = x\phi_1(x) \Rightarrow \phi_2(x) = xe^{ax}$  dimana  $\phi_1$  dan  $\phi_2$  bebas linier. Jadi solusi umum persamaan diferensial  $y'' + py' + qy = 0$  adalah  $y = Ae^{ax} + Be^{ax} = (A + Bx)e^{ax}$

3. Akar Kompleks  
Misalkan salah satu akar persamaan  $m^2 + pm + q = 0$  adalah  $m_1 = a + \beta i$ , maka akar yang lain  $m_2 = a - \beta i$ , sehingga  $\phi_1(x) = e^{m_1x} = e^{(a+\beta i)x}$  dan  $\phi_2(x) = e^{m_2x} = e^{(a-\beta i)x}$  adalah solusi basis untuk persamaan diferensial  $y'' + py' + qy = 0$ . Jadi solusi umum persamaan diferensial tersebut adalah :

$$y = C_1 e^{(a+\beta i)x} + C_2 e^{(a-\beta i)x}$$

$$= C_1 e^a e^{\beta xi} + C_2 e^a e^{-\beta xi}$$

$$= C_1 e^{ax} (\cos \beta x + i \sin \beta x) + C_2 e^{ax} (\cos \beta x - i \sin \beta x)$$

$$= e^{ax} \{ (C_1 + C_2) \cos \beta x + (C_1 - C_2) i \sin \beta x \}$$

Dengan demikian mengambil  $C_1 + C_2 = A$  dan  $I(C_1 - C_2) = B$  maka solusi umum persamaan diferensial tersebut adalah  $y = e^{\alpha x} \{A \cos \beta x + B \sin \beta x\}$

**Deret Fourier**

Deret Fourier adalah suatu deret yang mengandung suku-suku sinus dan cosines yang digunakan untuk merepresentasikan fungsi-fungsi periodik secara umum. Selain itu, deret ini sering dijadikan sebagai alat bantu dalam menyelesaikan persamaan diferensial, baik persamaan diferensial biasa maupun persamaan diferensial parsial.

Misalkan  $f$  fungsi kontinu pada interval  $-L < x < L$  dengan periode  $2\pi$ . Maka deret Fourier dari  $f(x)$  didefinisikan

$$f(x) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left( a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right)$$

$$a_0 = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) dx$$

$$a_n = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \cos \frac{n\pi x}{L} dx$$

Dengan koefisien

$$b_n = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \sin \frac{n\pi x}{L} dx$$

(Edwards,1989,538)

**Masalah Nilai Awal dan Syarat Batas**

Suatu persamaan memiliki lebih dari satu solusi. Agar dapat diperoleh solusi tunggal dari persamaan diferensial tersebut, maka ditentukan suatu kondisi. Kondisi itu sendiri terdiri dari dua bagian yaitu kondisi awal dan kondisi batas. Suatu kondisi awal biasanya berhubungan dengan waktu awal  $t_0$  (Strauss 1995,19).

Terdapat tiga jenis kondisi batas yang penting yaitu :

1. Kondisi Dirichlet,  $u(0,t) = f(t)$  dan  $u(l,t) = g(t)$ ,
2. Kondisi Neuman, jika turunan normalnya  $\frac{\partial u}{\partial n} = u_n$  telah ditentukan,
3. Kondisi Robin, jika  $\frac{\partial u}{\partial n} = au$  telah ditentukan, dengan  $a$  adalah sebuah fungsi yang bergantung pada variable yang sama dengan  $u$

Contoh kondisi batas pada domain  $0 \leq x \leq l$  :

1. Kondisi Dirichlet,  $u(0,t) = f(t)$  dan  $u(l,t) = g(t)$ ,
2. Kondisi Neuman,  $\frac{\partial u}{\partial n} = u(0,t) = h(t)$  dan  $\frac{\partial u}{\partial n} u(l,t) = i(t)$ ,
3. Kondisi Robin,  $\frac{\partial u}{\partial n} = u(0,t) + au(0,t) = j(t)$  dan  $\frac{\partial u}{\partial n} = u(l,t) + au(l,t) = k(t)$

Selanjutnya masalah mencari solusi dari suatu persamaan diferensial yang memenuhi kondisi batas disebut masalah nilai batas.

Dalam hal ini yang digunakan dalam membahas persamaan gelombang dawai adalah

1. Kondisi Campuran ( Dirichlet & Neuman) yaitu  $u_x(0,t) = 0 = u(l,t)$  dan  $u(0,t) = 0 = u_x(l,t)$

**Senar (dawai) sebagai sumber bunyi**

Dawai atau tali merupakan salah satu sumber bunyi. Dawai yang digetarkan akan membentuk gelombang stasioner dan menghasilkan bunyi yang merambat ke segala arah. Nada yang dihasilkan dari dawai berbeda - beda sesuai panjang gelombang yang dihasilkan. Getaran senar pada gitar merupakan sumber bunyi. Nada yang dihasilkan oleh senar gitar dapat bermacam-macam, tergantung cara member tumpuan pada senar itu. Frekuensi nada dasar  $f_0$  ditentukan dengan :

$$f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l} = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{f}{\mu}}$$

Persamaan gelombang pada dawai untuk ujung bebas yaitu ;

$$y_c = 2A \cos 2\pi \left(\frac{x}{\lambda}\right) \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{L}{\lambda}\right)$$

Persamaan gelombang pada dawai untuk ujung bebas yaitu ;

$$y_c = 2A \sin 2\pi \left(\frac{x}{\lambda}\right) \cdot \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{L}{\lambda}\right)$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Solusi Persamaan Diferensial Parsial Pada Persamaan Gelombang Dawai dengan Kondisi Campuran ( *Dirichlet dan Neuman* ).

Kasus  $u(0,t) = 0 = u_x(l,t)$  :

Dipunyai persamaan gelombang  $u_{tt} = c^2 u_{xx}$ .

Dalam kondisi Campuran  $u(0,t) = 0 = u_x(l,t)$ , dengan kondisi awal  $u(x,0) = \phi(x)$  dan  $u_t(x,0) = \psi(x)$ ,  $0 < x < L$ .

Penyelesaian :

Misalkan solusi persamaan gelombang di atas adalah  $u_x(x,t) = X(x).T(t)$ .

$$\begin{aligned} \text{Diperoleh } u_x &= X'(x)T(t) & \text{dan } u_t &= X(x)T'(t) \\ u_{xx} &= X''(x).T(t) & u_{tt} &= X(x).T''(t) \end{aligned}$$

$$\text{Diperoleh } u_{tt} = c^2 u_{xx} \leftrightarrow X(x).T''(t) = c^2 X''(x).T(t) \leftrightarrow \frac{X''}{X} = \frac{T''}{c^2 T} \tag{1.1}$$

$$\text{Tulis } -\frac{T''}{c^2 T} = -\frac{X''}{X} = \lambda \text{ (dengan } \lambda = \beta^2, \beta > 0 \text{)} \tag{1.2}$$

Dari persamaan  $\frac{T''}{c^2 T} = -\frac{X''}{X} = \lambda$  ada dua persamaan diferensial biasa  $X(x)$  dan  $T(t)$  yaitu :

1.  $-\frac{X''}{X} = \lambda \Leftrightarrow X'' + \lambda X = 0$
2.  $-\frac{T''}{c^2 T} = \lambda \Leftrightarrow T'' + c^2 \lambda T = 0$

Berdasarkan landasan teori 5, diperoleh solusi persamaan dieferensial biasa homogen yaitu :

1.  $X(x) = C \cos \beta x + D \sin \beta x$
2.  $T(t) = A \cos c \beta t + B \sin c \beta t$  (A, B, C, D konstan).

Dari kondisi campuran  $u(0,t) = 0 = u_x(l,t)$ .

$$\begin{aligned} \text{Diperoleh } u(0,t) &= 0 \\ &\Leftrightarrow X(0) = 0 \\ &\Leftrightarrow C \cos 0 + D \sin 0 = 0 \\ &\Leftrightarrow C + 0 = 0 \\ &\Leftrightarrow C = 0. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dan } u_x(l,t) &= 0 \\ &\Leftrightarrow X'(l) = 0 \\ &\Leftrightarrow -\beta C \sin \beta l + D \beta \cos \beta l = 0 \\ &\Leftrightarrow 0 + D \beta \cos \beta l = 0 \\ &\Leftrightarrow D \beta \cos \beta l = 0 \end{aligned}$$

Dari persamaan di atas  $D \neq 0$  dan  $\beta \neq 0$ , sehingga  $\cos \beta l = 0$

$$\begin{aligned} &\Leftrightarrow \beta l = \left(n + \frac{1}{2}\right)\pi \\ &\Leftrightarrow \beta = \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi}{l} \end{aligned}$$

Dari persamaan ( 1.2 ) diperoleh  $\lambda_n = \left( \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi}{l} \right)^2$ , untuk  $n = 1, 2, 3, \dots$

Sehingga  $X_n = D \sin \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi}{l} x$

Jadi  $u_n(x,t) = \left( A_n \cos \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi c}{l} t + B_n \sin \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi c}{l} t \right) \sin \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi}{l} x$

Jadi solusi umum dari persamaan gelombang dalam kasus  $u(0,t) = 0 = u_x(l,t)$  adalah

$$u(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} u_n(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left( A_n \cos \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi c}{l} t + B_n \sin \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi c}{l} t \right) \sin \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi}{l} x \quad (1.3)$$

Dari kondisi awal  $u(x,0) = \phi(x)$  diperoleh

$$\begin{aligned} u(x,0) = \phi(x) &\Leftrightarrow \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos 0 + B_n \sin 0) \sin \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi}{l} x = \phi(x) \\ &\Leftrightarrow \sum_{n=1}^{\infty} A_n \sin \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi}{l} x = \phi(x) \end{aligned}$$

Dengan konversi deret Fourier Sinus untuk  $\phi(x)$  diperoleh

$$A_n = \frac{2}{l} \int_0^l \phi(x) \sin \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi}{l} x \quad (1.4)$$

Dari persamaan ( 1.3) diturunkan terhadap t diperoleh

$$u_t(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left( -A_n \cos \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi c}{l} t \sin \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi c}{l} t + B_n \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi c}{l} \cos \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi c}{l} t \right) \sin \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi}{l} x$$

Dari kondisi awal  $u(x,0) = \psi(x)$  diperoleh

$$\begin{aligned} u(x,0) = \psi(x) &\Leftrightarrow \sum_{n=1}^{\infty} \left( -A_n \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi c}{l} \sin 0 + B_n \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi c}{l} \cos 0 \right) \sin \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi}{l} x = \psi(x) \\ &\Leftrightarrow \sum_{n=1}^{\infty} \left( -A_n \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi c}{l} \cdot 0 + B_n \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi c}{l} \cdot 1 \right) \sin \frac{\left( n + \frac{1}{2} \right) \pi}{l} x = \psi(x) \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi c}{l} \cdot \sin \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi}{l} \cdot x = \psi(x)$$

Dengan konversi deret Fourier Sinus untuk  $x = \psi(x)$  diperoleh

$$B_n = \frac{2}{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi c} \int_0^l \psi(x) \sin \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi}{l} x \tag{1.5}$$

Jadi solusi persamaan gelombang dimensi satu dengan kondisi Campuran kasus  $u(0,t) = 0 = u_x(l,t)$  adalah

$$u_t(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left( A_n \cos \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi c}{l} t + B_n \sin \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi c}{l} t \right) \sin \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi}{l} x$$

Dengan konversi deret Fourier

$$A_n = \frac{2}{l} \int_0^l \phi(x) \sin \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi}{l} x \quad n = 1, 2, \dots$$

$$B_n = \frac{2}{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi c} \int_0^l \psi(x) \sin \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi}{l} x \quad n = 1, 2, \dots$$

**KESIMPULAN**

Jadi solusi persamaan gelombang dawai dengan kondisi Campuran kasus  $u(0,t) = 0 = u_x(l,t)$  adalah

$$u_t(x,t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left( A_n \cos \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi c}{l} t + B_n \sin \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi c}{l} t \right) \sin \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi}{l} x$$

Dengan konversi deret Fourier

$$A_n = \frac{2}{l} \int_0^l \phi(x) \sin \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi}{l} x$$

$$B_n = \frac{2}{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi c} \int_0^l \psi(x) \sin \frac{\left(n + \frac{1}{2}\right)\pi}{l} x$$

**DAFTAR PUSTAKA**

Dwijayono, Kiki. 2008. *Aplikasi Persamaan Diferensial Parsial Pada Alat Musik*: Skripsi. UNNES Semarang  
 Edwards, C.H dan Penney, D.E. 1989, *Elementary Differential Equations With Boundary Value Problems*, University of Georgia  
 G. B. Arfken, H. J. Weber, *Mathematical Methods for Physicist*, Academic Press, 1995.  
 Golberg, R. 1976. *Methods Of Real Analysis*, New York : John Wiley & Sons, Inc  
 Hewitt, E. 1969. *Real And Abstract Analysis*, New York ; Springer Verlag.

- Strauss,W.A.1992. *Partial Differential Equation An Introduction*, New York : John Wiley & Sons,Inc
- Waluya,S.B. 2006. *Persamaan Diferensial*, Yogyakarta : Graha Ilmu

**REVIEW: KAJIAN BERBAGAI APLIKASI PLASMA NON-TERMİK****Yanthy Simanjuntak<sup>1\*</sup>, Syahrudin Aritonang<sup>1</sup>, Masdalipa<sup>1</sup>, Rinapril<sup>1</sup>, Juniastel Rajaguguk<sup>1</sup>**

Jurusan Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana Universitas Negeri Medan, 20222.

\*correspondensi e-mail: [juntak.thy@gmail.com](mailto:juntak.thy@gmail.com)

**Abstrak.** Plasma merupakan jenis gas yang terionisasi hampir menyerupai plasma darah. Perkembangan penelitian tentang plasma dari aspek fisika, kimia, dan bantuan analitik matematika telah sangat pesat baik secara teoritis dan eksperimen. Aplikasi plasma non-termik dalam pemecahan masalah lingkungan dapat dilihat dalam upaya pengendalian laju polusi udara. Hasil penelitian tersebut menunjukkan gas emisi dari kendaraan akan mengalami pereduksian akibat berinteraksi dengan plasma sehingga mampu mengubah emisi CO<sub>x</sub> menjadi senyawa bentuk lain, akibatnya kadar CO<sub>x</sub> yang keluar menjadi berkurang. Dengan demikian polusi udara akan teratasi dengan metode ini. Pemanfaatan plasma non-termik ini digunakan juga dalam spektroskopi emisi untuk penentuan temperatur elektronik. Hasil penelitian tersebut menunjukkan spektrum emisi dari molekul nitrogen tereksitasi dan molekul terionisasi secara eksperimen diperoleh dari spektroskopi emisi. Aplikasi plasma non-termik selanjutnya dapat dilihat dalam dekontaminasi bakteri pada tekanan atmosfer. Pengujian ini menggunakan bakteri *Escherichia coli*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem sterilisasi ini mampu membunuh 96,8% dari populasi bakteri setelah radiasi plasma selama 100 detik.

**Kata Kunci :** Plasma, Non-termik, emisi

**PENDAHULUAN**

Plasma merupakan jenis gas yang terionisasi hampir menyerupai plasma darah. Konsep plasma ini pertama kali dikemukakan oleh *Langmuir* dan *Tonks* pada tahun 1928. Percampuran antara ion positif dengan elektron negatif memiliki sifat - sifat yang sangat berbeda dengan gas pada umumnya dan materi pada fase ini disebut fase plasma. Di dalam ilmu Fisika, plasma sudah menjadi wujud materi yang keempat, setelah sebelumnya ada wujud padat, cair, dan gas. Plasma merupakan daerah reaksi tumbukan elektron yang sangat signifikan untuk terjadi (Chen, 2002). Plasma terjadi ketika temperatur atau energi suatu gas dinaikkan sehingga mengakibatkan atom - atom gas terionisasi akan membuat gas tersebut melepaskan elektron -elektronnya yang pada keadaan normal mengelilingi inti.

Plasma pada dasarnya dibagi menjadi dua bagian, yaitu plasma alamiah dan plasma buatan. Contoh plasma alamiah, yaitu matahari, ionosfer, cahaya kilat, dan aurora, sedangkan plasma buatan biasanya ditemukan dalam eksperimen laboratorium termasuk dalam industri.

Ditinjau dari suhunya, plasma dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian lagi, yaitu plasma dingin, plasma termik, dan plasma panas (Nur, 2011). Plasma dingin terjadi dalam keadaan ketidaksetimbangan termal antara gas dan temperatur elektron. Plasma termik dapat digolongkan dalam keadaan ketidaksetimbangan termal dimana partikel berat di dalam plasma mencapai suhu di atas 3000 K. Plasma panas terjadi dalam keadaan kesetimbangan termal dimana distribusi energi elektron dan molekul gas mendekati sama, karena frekuensi tumbukan antara elektron dan molekul gas lebih besar. Plasma panas adalah plasma yang tersusun dari molekul gas yang memiliki suhu yang tinggi. Plasma panas memiliki temperatur di atas 10 K. Plasma panas biasanya digunakan untuk memproduksi energi listrik.

Teknologi plasma non-termik sudah mulai banyak dikembangkan dalam upaya pemecahan masalah lingkungan dan kesehatan. Hal ini didasari pada sifat plasma non-termik yang begitu mudahnya menghasilkan senyawa radikal bebas. Salah satu teknologi plasma non-termik tersebut adalah lucutan korona yang begitu baik dalam mereduksi SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, dan CO<sub>x</sub> yang berasal dari gas pembuangan kendaraan bermotor.

Pada era modern saat ini, kehidupan masyarakat tidak terlepas dari transportasi dan industri. Kedua hal ini saat ini berkembang dengan sangat pesat, khususnya transportasi. Hal ini jelas terlihat dari begitu banyak jumlah kendaraan bermotor yang telah terjual dan selalu mengalami peningkatan yang signifikan setiap tahunnya. Hal ini memicu tingginya tingkat pencemaran udara, terutama di kota - kota besar. Tingginya tingkat pencemaran udara ini sudah mencapai ambang batas yang faktanya sangat membahayakan kondisi lingkungan terlebih kesehatan manusia.

Kendaraan bermotor memang dapat menghasilkan pencemaran udara yang sangat besar. Hal ini dapat dilihat dengan adanya gas - gas yang berasal dari corong gas buang kendaraan tersebut, seperti gas CO, CO<sub>2</sub>, HC, dan NO<sub>x</sub>. Gas - gas tersebut dianggap sebagai penyebab munculnya berbagai keluhan ataupun penyakit seperti katarak bahkan kebutaan, stamina tubuh yang menurun, bahkan hingga penyakit kanker.

Selain sebagai upaya pemecahan masalah lingkungan, teknologi plasma non-termik juga sudah mulai dikembangkan dalam bidang kesehatan. Sejak akhir tahun sembilan puluhan, sudah mulai dikembangkan suatu pendekatan terhadap metode sterilisasi bersuhu rendah yang dapat membasmi

berbagai macam mikroorganisme yang menempati permukaan peralatan medis di hamper seluruh rumah sakit. Teknik dekontaminasi yang umum digunakan hanyalah sebatas pemanasan dengan suhu di atas 150° C, sehingga membatasi penggunaannya. Ada juga yang menggunakan arus listrik baik arus AC maupun DC, tetapi hal ini juga belum maksimal dalam membunuh spora bakteri.

Plasma non-termik, dalam hal ini plasma lucutan pijar korona mampu menghasilkan ion, elektron, dan radikal bebas. Dimana ketika ion yang dihasilkan plasma tersebut mengenai sel bakteri maka akan terbentuk radikal bebas, dalam hal ini hidrogen, yang dapat menyebabkan kerusakan dalam sel (Nur *et al.*, 2005). Dalam dekontaminasi dengan menggunakan plasma non-termik digunakan bantuan bakteri *E. coli*.

Aplikasi plasma non-termik dalam upaya pemecahan masalah lingkungan dan kesehatan sudah mulai banyak dikembangkan. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian oleh beberapa peneliti terdahulu, yaitu (1) dalam pemecahan masalah lingkungan : pemanfaatan plasma non termik dalam upaya pengendalian laju polusi udara akibat emisi gas kendaraan bermotor bermesin 2 tag (Sugiharto, Ari. 2004), pereduksian CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, HC, dari kendaraan bermotor dengan menggunakan plasma non-termik (Nur, Muhammad. 2006), usaha mengurangi *global warming* melalui inovasi knalpot anti polusi berteknologi plasma (Nur, M. 2007). (2) dalam pemecahan masalah kesehatan : metoda baru untuk dekontaminasi bakteri dengan plasma non-termik pada tekanan atmosfer (Nur, Muhammad. 2005), analisa spektroskopi emisi untuk penentuan temperatur elektronik pada plasma non-termik nitrogen (Nur, Muhammad. 2010)

## METODE KAJIAN

Dalam jurnal ini telah dikaji beberapa topik dari plasma non-termik yang dimanfaatkan untuk memecahkan masalah dalam bidang lingkungan dan kesehatan. Pengkajian topik tersebut diambil dari hasil penelitian terdahulu dan beberapa literatur yang relevan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kendaraan bermotor, emisi gas buang, dalam hal ini adalah asap knalpot timbul karena adanya proses pembakaran yang tidak sempurna. Asap knalpot dalam hal ini mengandung karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), oksida fotokimia (Ox), timbal hitam (Pb), oksida sulfur (SO<sub>2</sub>), dan *suspended particulate matter* (SPM) (Ismiyati. 2014). Pencemaran udara telah mengakibatkan terjadinya perubahan suhu bumi. Polusi tentunya juga akan memicu timbulnya pemanasan global.

Tabel 1 di bawah menunjukkan bagaimana konsentrasi gas polutan sebelum dan sesudah perlakuan dengan plasma. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pereduksian menggunakan plasma non termik berhasil mereduksi gas polutan kendaraan bermotor dengan rentang reduksi 57 – 80% (Sugiharto. 2004). Hal ini menjelaskan bahwa sistem ini efektif jika diaplikasikan pada kendaraan bermotor. Selanjutnya, pereduksian gas buangan dari kendaraan bermotor yang menggunakan bensin campur lebih besar daripada kendaraan bermotor yang hanya menggunakan bahan bakar bensin saja.

**Tabel 1.** Konsentrasi gas polutan sebelum dan sesudah perlakuan dengan plasma

| Jenis Kendaraan | Konsentrasi gas polutan tanpa perlakuan dengan plasma |                 | Konsentrasi gas polutan setelah perlakuan dengan plasma |                 |
|-----------------|-------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------|-----------------|
|                 | CO                                                    | CO <sub>2</sub> | CO                                                      | CO <sub>2</sub> |
| Suzuki Carry    | 0,42                                                  | 0,80            | 0,12                                                    | 0,15            |
| Yamaha V 80     | 2,79                                                  | 1,80            | 0,30                                                    | 0,25            |
| Suzuki Cryatal  | 1,81                                                  | 1,70            | 0,23                                                    | 0,20            |

(Sugiharto.2004)

Pada kendaraan yang menggunakan bahan bakar campuran, emisi gas buangnya berwarna putih yang menunjukkan adanya kandungan partikel koloid di dalam gas tersebut. Sedangkan ketika diberlakukan korona pada gas, maka tidak terlihat lagi asap tersebut yang disebabkan oleh partikel koloid yang terkandung di dalamnya termuati elektron yang terdapat dalam plasma sehingga pada akhirnya gas tersebut terendapkan pada elektroda kawat. Peristiwa ini dapat dilihat dengan timbulnya kerak berwarna hitam pada elektroda tersebut.

Penelitian berikutnya pada mesin diesel menunjukkan bahwa kondisi plasma pada korona negatif terlihat dalam tampilan pijaran rumbai di ujung elektroda pisau yang tersebar merata di sepanjang lintasan sirip pisau. Pada alat dekomposisi NO<sub>x</sub> ini digunakan sistem pengapian platina yang lazim dipakai pada kendaraan bermotor roda empat. Dalam hal ini, pereduksian NO<sub>x</sub> dilakukan pada kondisi elektroda aktif diberi muatan negatif dan elektroda pasif diberi muatan positif. Rentang arus yang terukur adalah antara 50.0 – 90.0μA pada putaran 500 – 1500 rpm (Nur, Muhammad. 2006).

Pereduksian CO<sub>x</sub> dan SO<sub>x</sub> akan berhasil apabila NO<sub>x</sub> sudah direduksi dan akan lebih dibersihkan dari pipa pembuangan gas kendaraan bermotor. Hal ini juga terbukti karena nitrogen merupakan penyusun amonium yang fungsinya sebagai pengikat CO<sub>x</sub> dan SO<sub>x</sub>. Reaktor plasma termodifikasi terdiri

dari sebuah reaktor plasma yang ditempatkan pada bagian separator di dalam corong gas buang sepeda motor dengan spesifikasi tak 110cc. lucutan pijar korona yang kuat dihasilkan oleh medan listrik yang tidak seragam.

Mula – mula karakteristik reaktor plasma dicari dengan menentukan daerah lucutan plasma korona dengan cara memberikan beda potensial secara perlahan pada reaktor plasma lalu mengamati dan menuliskan kenaikan arus yang terbaca pada keadaan menggunakan ataupun tidak menggunakan aliran gas buang. Hasilnya menunjukkan bahwa diperlukan beda potensial yang lebih besar untuk memicu munculnya plasma korona. Hal ini disebabkan karena keadaan reaktor yang dialiri gas buang akan memiliki konsentrasi molukul (CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, HC) yang lebih besar.

Aplikasi plasma non – termik juga sudah dikembangkan dalam proses dekontaminasi bakteri *E. coli* menggunakan plasma lucutan pijar korona. Proses ini dilakukan dengan 6 perlakuan dan 4 pengulangan. Pada tiap - tiap perlakuan, dilakukan variasi waktu lamanya penyinaran plasma. Variasi waktu penyinaran plasma dimulai dari 0, 20, 40, 60, 80, dan 100 detik. Pada detik ke-0 bakteri tidak disinari plasma, bakteri hanya dimasukkan dalam reaktor plasma, perlakuan ini merupakan perlakuan kontrol. Bakteri *E. coli* yang akan disinari plasma ditanamkan pada medium *Merck* pada cawan petri yang terbuat dari gelas, sebanyak 1 ml suspensi *E. coli* berasal dari suspensi kultur bakteri dengan kerapatan 10<sup>6</sup>/ml. Hasil uji dekontaminasi *E. coli* dengan plasma lucutan pijar korona menunjukkan bahwa jumlah bakteri yang hidup semakin berkurang sejalan dengan penambahan waktu penyinaran plasma dengan kisaran pengurangannya sebesar 96,8% (Nur, Muhammad. 2005).

## KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan disimpulkan bahwa aplikasi plasma non – termik sudah mulai dikembangkan dalam berbagai bidang, khususnya dalam upaya pengendalian laju polusi udara dan dekontaminasi bakteri. Dalam upaya pengendalian laju polusi akibat emisi gas kendaraan bermotor, gas polutan CO<sub>x</sub> dan HC pada emisi kendaraan bermotor dengan hasil efisiensi sebesar 57% - 80% dan hal ini baik jika diterapkan pada kendaraan bermotor. Pada kendaraan bermesin diesel pereduksian CO<sub>x</sub> dan SO<sub>x</sub> akan berhasil apabila NO<sub>x</sub> sudah direduksi dan akan lebih dibersihkan dari pipa pembuangan gas kendaraan bermotor. Hal ini juga terbukti karena nitrogen merupakan penyusun amonium yang fungsinya sebagai pengikat CO<sub>x</sub> dan SO<sub>x</sub>. Reaktor plasma termodifikasi terdiri dari sebuah reaktor plasma yang ditempatkan pada bagian separator di dalam corong gas buang sepeda motor dengan spesifikasi tak 110cc. Aplikasi plasma non – termik pada uji dekontaminasi bakteri *E. coli* penyinaran plasma selama 100 detik mengakibatkan bakteri berkurang secara signifikan dengan angka pengurangannya mencapai 96,8%.

## DAFTAR PUSTAKA

### Pustaka Jurnal

- Arjunan, Khrisna Priya., Friedman, Gary., Fridman Alexander., Clyne, & Alisa Morss. 2012. *Non-thermal dielectric barrier discharge plasma induces angiogenesis through reactive oxygen species*. *Interface*, 9. 147 – 157.
- Ismiyati., Marlita, Devi., & Saidah, Deslida. 2014. Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *JMTransLog*, 1 : 241 - 247
- Lee, Jung-Hwan.& Kim, Kyoung-Nam. 2016. *Effects of a Nonthermal Atmospheric Pressure Plasma Jet on Human Gingival Fibroblasts for Biomedical Application*. Hindawi.
- Nur, Muhammad., Rukmi, M.G. Isworo., & Komariyah. 2005. Metoda Baru untuk Dekontaminasi Bakteri dengan Plasma Non-termik pada Tekanan Atmosfer. *Berkala Fisika*, 8 : 91 – 98.
- Nur, Muhammad., Wirawan, Bukit Yuta., Wijaya, Wahyu Adi., Suseno, Ahmad., & Sumariyah. 2006. Pereduksian CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, HC, dari Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan Plasma Non-termik. *Berkala Fisika*, 9 : 209 – 219.
- Nur, M., et al. 2007. Usaha Mengurangi *Global Warming* Melalui Inovasi Knalpot Anti Polusi Berteknologi Plasma. *Riptek*, 1 : 11 – 18.
- Nur, Muhammad., Bonifaci, Nelly., & Denat, Andre. 2010. Analisa Spektroskopi Emisi untuk Penentuan Temperatur Elektronik pada Plasma Non-termik Nitrogen. *Reaktor*, 13 : 103-108.
- Sugiharto, Ari., Rasito., Nur, M., Suseno, A. 2004. Pemanfaatan Plasma Non Termik dalam Upaya Pengendalian Laju Polusi Udara Akibat Emisi Gas Kendaraan Bermotor Bermesin 2 Tag. *Berkala Fisika*, 7 : 103 – 110.
- Tseng, C.H., 1999. *The Application of Pulsed Corona Discharge Technology in Flue Gas Desulfurization and Denitrification, The Air & Wasre Management association's 92<sup>nd</sup> Annual Meeting & Exhibition, St. Louis, Missouri, USA*.
- Nur, Muhammad. 2011. *Fisika Plasma dan Aplikasinya*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.

**KEKUATAN MORTAR BATU GAMPING DAERAH CANGAP KERABANGEN  
KECAMATAN KUTAMBARU KABUPATEN LANGKAT****Devi Sunday Hutapea<sup>1</sup>, Rita Juliani<sup>1</sup>, Rahmatsyah<sup>1</sup>**Prodi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan  
[Email: hutapeadevisunday@gmail.com](mailto:hutapeadevisunday@gmail.com)

**Abstrak.** Penelitian bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik bahan dasar batu gamping dengan semen Portland tipe I. Sampel batu gamping diambil di daerah Cangap Kerabangen pada 5 titik koordinat dengan menggunakan GPS. Bahan dasar berupa batu gamping, clay dan gypsum difurnace pada suhu 1000°C selama 6 jam, semua bahan digerus dan ditambahkan pasir silika dan pasir besi, untuk dijadikan bahan dasar batu gamping, dan selanjutnya dicampur dengan semen. Sampel dicetak dengan perbandingan 100% bahan dasar (I), 90% bahan dasar dan 10% semen (II), 80% bahan dasar dan 20% semen (III), 70% bahan dasar dan 30% semen (IV), 60% bahan dasar dan 40% semen (V), 50% bahan dasar dan 50% semen (VI). Uji sifat fisik dilakukan dengan bobot isi, kadar air, porositas dan derajat kejenuhan. Uji sifat mekanik dilakukan dengan kuat tekan dengan alat Compression Machine, kuat tarik dengan alat Tensile Test Machine, kuat aus dengan alat Los Angeles Machine. Hasil uji fisik sampel bobot isi asli 0,3327 gram, bobot isi kering 0,3303 gram, berat jenis asli senilai 327,03 gram/cm<sup>3</sup>, berat jenis semu 330,33 gram/cm<sup>3</sup>, kadar air asli berkisar 0,73%, kadar air jenuh 3,16%, porositas 1,43% dan derajat kejenuhan 23,61%. Hasil uji kuat tekan sampel dengan semen 0%, 10% dan 20% pada beban maksimal antara 4,00 kg/cm<sup>2</sup> sampai 48,00 kg/cm<sup>2</sup>, sampel yang memiliki beban maksimal antara 40,00 kg/cm<sup>2</sup> sampai 100,00 kg/cm<sup>2</sup> semen dicampur 30%, 40%, dan 50% dengan nilai 100,00 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil kuat tarik nomor benda uji sampel I, II, I II memiliki kuat tarik antara 4,60 kg/cm<sup>2</sup> sampai 5,82 kg/cm<sup>2</sup> dibanding dengan nomor uji sampel IV, V, VI dan hasil uji tarik antara 14,20 kg/cm<sup>2</sup> sampai 32,79 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil uji abrasi mempunyai ketahanan aus yang baik yaitu berada pada rata-rata 26,5%. Kekuatan mortar batu gamping daerah Cangap Kerabangen kecamatan Kutambaru kabupaten Langkat memiliki sifat fisik yang mampu menahan beban yang besar dengan nilai porositas kecil. Kuat tekan mortar batu gamping bertipe N dan O dengan kuat tekan minimum 5,2 MPa dan 2,4 MPa. Kuat tarik dan kuat aus mortar batu gamping termasuk tipe O yang mampu menahan beban tidak lebih dari 7 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** Cangap Kerabangen, Batu Gamping, Mortar

**PENDAHULUAN**

Batu gamping adalah batuan sedimen yang sebagian besar disusun oleh kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) yang berasal dari sisa-sisa organisme laut seperti kerang, siput laut, dan koral yang sudah mati. Batu gamping terbentuk secara organik, secara mekanik maupun secara kimia. Batu gamping yang terjadi secara organik di alam yang merupakan pengendapan cangkang ataupun siput dan ganggang yang berasal dari kerangka koral. Batu gamping yang terjadi secara mekanik tidak jauh berbeda dengan jenis batu gamping yang terbentuk secara organik, perbedaannya yang terjadi diantara keduanya adalah terjadinya perombakan bahan batu gamping yang kemudian terbawa arus dan biasanya mengendap tidak jauh dari tempat semula. Batu gamping yang terjadi secara kimia merupakan jenis dari batu gamping yang terjadi dalam kondisi iklim dan dalam suasana lingkungan tertentu.

Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Sumatera Utara (2011), cadangan batu gamping di Sumatera Utara sangat banyak dan tersebar luas di beberapa kabupaten diantaranya di daerah Cangap Kerabangen kabupaten Langkat. Konsumsi batu gamping digunakan sebagai bahan penetralis tanah dan agregat penimbun jalan untuk memperbaiki sarana infrastruktur. Kondisi ini menyebabkan pemanfaatan dan konsumsi batu gamping tidak begitu besar dibandingkan penyebaran yang luas.

Batu gamping merupakan salah satu mineral industri yang digunakan oleh sektor industri dan pertanian, bangunan, penstabil jalan raya, pengapuran, pertanian, bahan keramik, industri kaca, pembuatan karbit, untuk peleburan dan pemurnian baja, untuk bahan pemutih dalam industri kertas pulp dan karet dan juga industri semen. Semen berasal dari kata *Caementum* yang berarti bahan perekat yang mampu memampatkan atau mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kokoh atau suatu produk yang mempunyai fungsi sebagai bahan perekat antara dua atau lebih bahan sehingga menjadi suatu bagian yang kompak atau dalam pengertian yang luas adalah material plastis yang memberikan sifat rekat antara batuan-batuan konstruksi bangunan (Anas, 2012). Batuan yang terdapat pada daerah Cangap Kerabangen disusun oleh mineral kalsit (40%-75%), lumpur karbonat (13%-22%), bioklas *Arthropoda* (15%), bioklas *Brachiopoda* (10%), bioklas koral (4%-8%), bioklas Ooids (6%-7%), bioklas Echinodermata (4%-5%) dan opak (2%-3%). Adapun nama dan klasifikasi batu gamping di daerah Cangap Kerabangen ialah Batu Gamping Kerangka (*Boundstone*) dan Batu Gamping Lumpur Karbonat (*Mudstone*) setelah dilakukan proses sayatan tipis pada batu gamping (Sigiro, 2014).

Penggabungan semen dan batu gamping menjadikan kedua material yang memiliki manfaat sama yaitu untuk konstruksi bangunan maka metode yang dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik

dari kedua material dengan analisis mekanika batuan. Hasil analisis mekanika batu gamping dimana besarnya kuat tekan batuan dipengaruhi oleh porositas, absorpsi, dan berat jenis. Dari hasil pengujian sifat fisik yaitu porositas dan sifat mekanik yaitu semakin besar porositas batu gamping, maka nilai kuat tekannya akan semakin kecil, begitu sebaliknya yang menyebabkan batuan akan mudah pecah (Raihan dan Muktar, 2012).

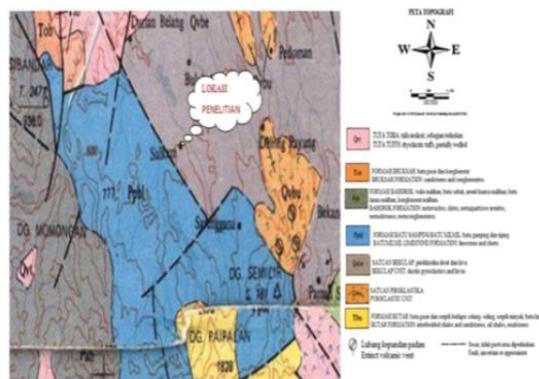
Sifat fisik dan sifat mekanik dari gypsum-papan partikel semen dianalisis pada penelitian yang dikondisikan pada kelembaban relatif 20°C dan 60 % dan kemudian direndam di dalam air selama 24 jam. Penggabungan semen portland meningkatkan perlawanan beban mekanik dari papan. Pada saat kering, semen Portland meningkatkan modulus pecah sebesar 53% dan meningkatkan kekuatan internal sebesar 206 %. Peningkatan kekuatan diperoleh setelah 24 jam perendaman dalam air. Peningkatan rasio 642 % diperoleh dari modulus pecah dan 97 % pada kekerasan . Penambahan semen portland mengakibatkan penurunan rasio 21 % pada resapan air setelah 2 jam perendaman air dan 26 % setelah 24 jam perendaman air. Pengurangan rasio dari 43 % dan 61 % pada ketebalan serta 33 % dan 46 % pada variasi linear yang diamati setelah 2 dan 24 jam perendaman air. Semen portland berguna untuk memperkuat bahan satu dengan yang lain (Herrera dkk, 2010). Menurut hasil pengujian yang menunjukkan bahwa penambahan semen dan serat untuk tanah liat meningkatkan kekuatan kompresi dan rendahnya modulus elastisitas serta pengerasan tanah liat (Li dkk, 2014).

Penggunaan bahan ligno-selulosa (Pistachio, Delima, Kapas, jenis *Haloxylon*), untuk membuat blok konstruksi ringan. Tiga beban pada semen Portland tipe II (65, 70, 75 dengan/ tanpa kayu), tiga jenis aditif untuk mempercepat pengaturan semen ( $\text{CaCl}_2$  (3 dengan/ tanpa semen),  $\text{CaSO}_4$  (5, 10 % dengan/ tanpa semen)) yang dianggap sebagai variabel (9 perlakuan). Tiga pengulangan dibuat untuk setiap perlakuan dan sifat fisik dan mekanik dari setiap cetakan dievaluasi sesuai ASTM D-1037. Besarnya jumlah kepadatan dari cetakan divariasikan dari 0.96 ke 1.17 g/cm<sup>3</sup>. Perbedaan yang signifikan ditemukan antara kadar semen dan kekuatan tekan pada  $\text{CaCl}_2$  dan  $\text{CaSO}_4$ . Perbedaan yang tidak signifikan juga dimiliki kadar semen dan juga  $\text{CaCl}_2$  dan  $\text{CaSO}_4$  dalam penyerapan air dan penambahan ketebalan. Penyerapan air yang rendah dan ketebalan kadar semen sebesar 75% dan 3%  $\text{CaCl}_2$  pada cetakan semen- kayu (Moghadam dkk, 2013).

Mempelajari sifat sifat bahan peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai sifat fisik dan mekanik pencampuran semen dan batu gamping dengan judul “Kekuatan Mortar Batu Gamping Daerah Cangap Kerabangen Kecamatan Kutambaru Kabupaten Langkat”

## METODOLOGI PENELITIAN

Pengambilan sampel dilakukan di daerah Cangap Kerabangen kecamatan Kutambaru Kabupaten Langkat. Daerah Cangap Kerabangen (Gambar 1) dengan batas- batas wilayah sebelah Utara adalah Desa Sulkam, sebelah Barat adalah Dusun Kejaren, sebelah Timur adalah Dusun Uruk Gedang, sebelah Selatan adalah Dusun Kasumpat.



Gambar 1 Daerah Pengambilan Sampel

Pembuatan bahan sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Medan dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.

Alat yang digunakan selama proses adalah sebagai berikut: *Global Position System (GPS) Map 76CSx*, Palu, Timbangan Cap. 30 kg, Div. 1g, SIN = 14091486, Oven Gallenkamp (Hotbox Oven), Bejana, *Compression Mechine Ser. 12576073= 500kN*, *Tensile Test Machine*, Mesin Los Angeles ASTM C 131-89, Pan, Ayakan 1,68 mm.

Bahan yang digunakan batu gamping daerah Cangap Kerabangen Kecamatan Kutambaru Kabupaten Langkat, Pasir Besi, Pasir Kuarsa, Semen *Portland* tipe I, *Gypsum*, *Clay*.



### Uji Sifat Fisik

Pengujian sifat fisik dilakukan untuk mendapatkan bobot isi asli (*natural density*), bobot isi kering (*dry density*), bobot isi jenuh (*saturated density*), berat jenis semu (*apparent specific gravity*), berat jenis sejati (*true specific gravity*), kadar air asli (*natural water content*), kadar air jenuh (*saturated water content*), derajat kejenuhan (*degree of saturation*), porositas, *Void ratio*.



### Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan mortar dilakukan dengan menggunakan alat *Compression Machine* dengan benda uji dibentuk menjadi kubus ukuran sisi 5 cm x 5 cm x 5 cm, membersihkan permukaan pelat baja atas dan bawah serta benda uji dengan kain bersih, menempatkan benda uji pada pelat baja bawah dan mengatur posisi sumbu memanjang benda uji sehingga berada pada titik pusat sendi peluru pada pelat baja atas, mengatur jarum penunjuk pada manometer pengukuran tekanan dan melakukan pembacaan awal, mengatur pelat baja secara perlahan hingga menyentuh ujung benda uji secara merata, meningkatkan beban sampai kondisi benda uji runtuh, pemberian beban yaitu dengan mengontrol tegangan, mencatat hasil pembacaan manometer pada saat terjadi keruntuhan benda uji.

### Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik mortar dengan menggunakan alat *Tensile Test Machine* dengan membuat bentuk sampel mortar sesuai ukuran brequitte dengan panjang = 7,5 cm, lebar<sub>1</sub> = 4,2cm, lebar<sub>2</sub> = 2,6 cm, tebal = 2,6 cm, menempatkan sampel berbentuk prisma di dalam cetakan yang ada, memasukkan benda uji ke alat *Tensile Test Machine*, kemudian menghidupkan alat uji, membaca nilai beban tarik ketika benda uji patah, kemudian mengukur luas patahan.

### Kuat Aus

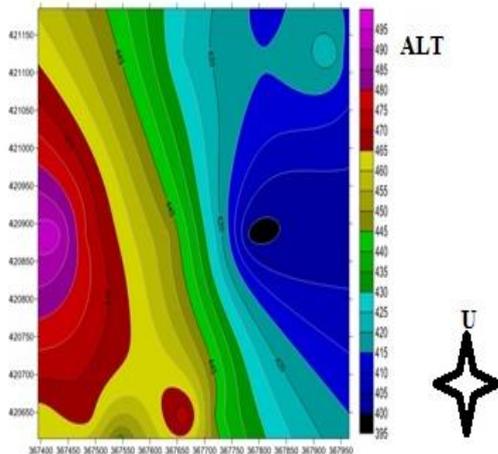
Mesin *Los Angeles* digunakan untuk melihat kekuatan batuan sebagai bahan bangunan. Adapun prosedur pelaksanaannya menimbang sampel bergradasi B dengan masing-masing berat yang telah ditentukan yaitu kerikil  $\Phi$  19 mm – 12,5 mm dan  $\Phi$  12,5 mm – 9,5 mm sejumlah  $5000 \pm 25$  gr, masukkan peluru sebanyak 11 buah dan sampel kerikil ke dalam mesin *Los Angeles*, tutup dan kunci mesin *Los Angeles*, memutar mesin untuk 500 kali putaran selama 15 menit, mengeluarkan sampel dari mesin *Los Angeles* kemudian diayak dengan ayakan  $\Phi$  1,68 mm.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**Daerah Pengambilan Batu Gamping**

Pengambilan titik koordinat sampel di daerah Cangap Kerabangen yang memiliki singkapan batu gamping. Titik- titik koordinat yang didapat dari pengukuran di lapangan dengan menggunakan GPS dan pengolahannya menggunakan *Surfer13* (Gambar 2).

**Kontur Permukaan Daerah Penelitian**



Gambar 2 Kontur Daerah Pengambilan Batu Gamping

**Uji Fisik dan Uji Mekanik**

**Sifat Fisik**

Hasil sifat fisik menunjukkan setiap sampel mortar memiliki bobot isi asli 0,3327 gram, bobot isi kering 0,3303 gram, berat jenis asli senilai 327,03gram/cm<sup>3</sup>, berat jenis semu 330,33 gram/cm<sup>3</sup>, kadar air asli berkisar 0,73%, kadar air jenuh 3,16%, porositas 1,43% dengan nilai porositas yang kecil (meniadakan) untuk menahan beban yang semakin besar (L. Toruan dan Almin, 2010) dan derajat kejenuhan 23,61%.

| S<br>A<br>M<br>P<br>E<br>L | Berat Sampel<br>(gram) |                |                | Bobot Isi<br>(gram) |             | Berat Jenis<br>(gram/ cm <sup>3</sup> ) |        | Kadar Air |            | Porositas<br>% | Kejen-<br>uhan<br>% |
|----------------------------|------------------------|----------------|----------------|---------------------|-------------|-----------------------------------------|--------|-----------|------------|----------------|---------------------|
|                            | W <sub>n</sub>         | W <sub>w</sub> | W <sub>o</sub> | Asli                | Keri-<br>ng | Asli                                    | Semu   | Asli      | Jen-<br>uh |                |                     |
| 1                          | 131,4                  | 135,2          | 130,2          | 0,2628              | 0,2604      | 257,82                                  | 260,4  | 0,92      | 3,84       | 1              | 23,95               |
| 2                          | 147,8                  | 151,2          | 146,6          | 0,2956              | 0,2932      | 290,52                                  | 293,2  | 0,81      | 3,13       | 0,92           | 25,87               |
| 3                          | 158,4                  | 163,4          | 157,2          | 0,3168              | 0,3144      | 310,5                                   | 314,4  | 0,76      | 3,94       | 1,24           | 19,28               |
| 4                          | 171,8                  | 175,4          | 170,6          | 0,3436              | 0,3412      | 337,95                                  | 341,2  | 0,70      | 2,81       | 0,96           | 24,91               |
| 5                          | 190,6                  | 193,8          | 189,2          | 0,3812              | 0,3784      | 375,39                                  | 378,4  | 0,73      | 2,43       | 0,92           | 30,04               |
| 6                          | 198,2                  | 202,8          | 197,2          | 0,3964              | 0,3944      | 390,03                                  | 394,4  | 0,50      | 2,83       | 1,12           | 17,66               |
| X=                         |                        |                |                | 0,3327              | 0,3303      | 327,03                                  | 330,33 | 0,73      | 3,16       | 1,43           | 23,61               |

**Sifat Mekanik**

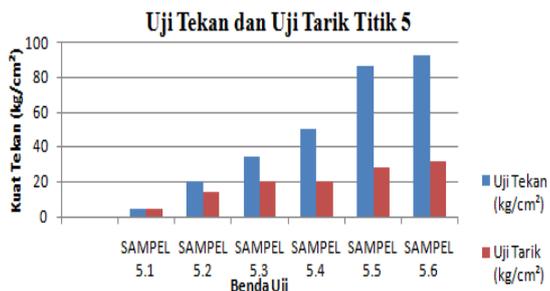
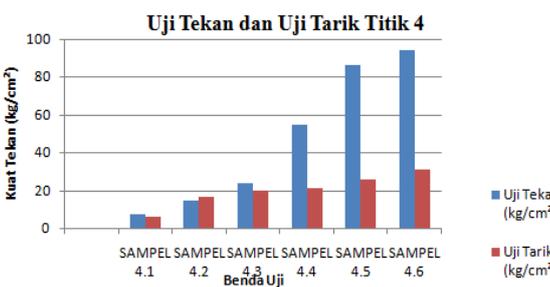
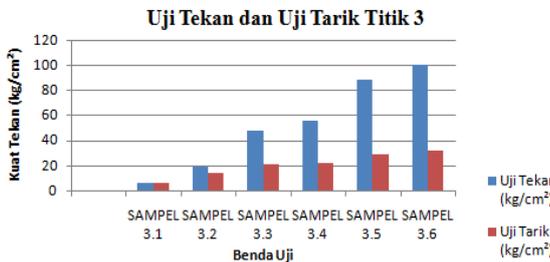
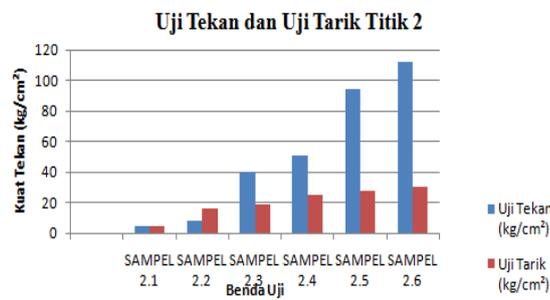
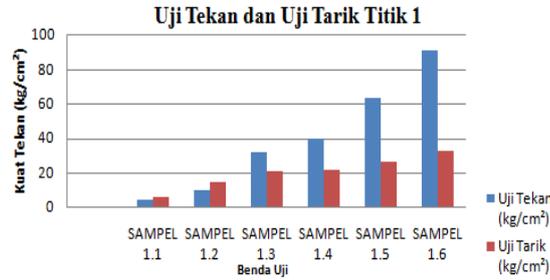
**Kuat Tekan**

Menurut SNI 03-6882-2002 untuk nilai 1 MPa setara dengan 10 kg/cm<sup>2</sup>, maka untuk tipe M mortar dengan kuat tekan minimum sebesar 17,2 MPa dipakai untuk dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, adukan dinding penahan dan adukan jalan, tipe S untuk kuat tekan minimum 12,5 MPa merupakan kuat tekan sedang, tipe N kuat tekan minimum 5,2 MPa merupakan kuat tekan sedang digunakan untuk pasangan terbuka di atas tanah, tipe O dengan kuat tekan 2,4 MPa adukan tekan rendah dipakai untuk konstruksi dinding dengan beban tidak melebihi 7 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan rata- rata berada pada tipe N dan tipe O dengan kuat tekan minimum 5,2 MPa dan 2,4 MPa. Mortar batu gamping berfungsi meningkatkan kuat tekan karena mempunyai kandungan CaCO<sub>3</sub> dengan mineral kalsit

yang mudah halus sehingga dapat menutup rongga- rongga yang terdapat dalam sampel dan mempercepat reaksi hidrasi. (Juliani dan Hutapea, 2016)

**Kuat Tarik**

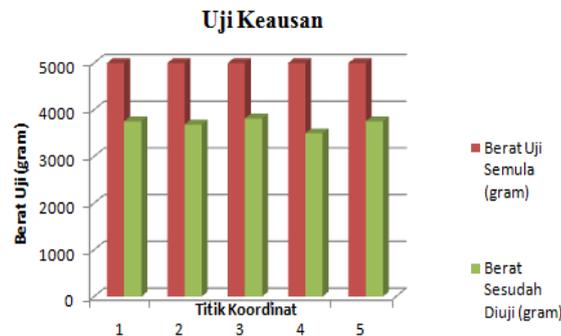
Hasil uji kuat tarik batu gamping mengalami kenaikan. Kuat tarik yang dimiliki mortar yang berdasarkan SNI 03-6882-2002 termasuk tipe O dengan konstruksi dinding yang hanya mampu menahan beban tidak lebih dari 7 kg/cm<sup>2</sup> dan dengan cuaca yang tidak ekstrim dengan nilai kuat minimum sebesar 2,4 MPa.



Menurut Tugino (2010) hasil uji kuat tarik mortar dengan komposisi campuran 1 tras : 1 kapur : 2 pasir, kuat tarik rata- rata 4,17 kg/cm<sup>2</sup>, 1 tras : 1 kapur : 3 pasir, kuat tarik rata- rata 2,23 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kuat Aus**

Kuat aus mortar memiliki nilai masing- masing 24,92%, 26,34%, 23,76%, 30,08% dan 27,40% termasuk tipe O dengan kuat tekan minimum 2,4 MPa untuk konstruksi dinding beton. Menurut SNI 03-2417-1991 digunakan dalam perencanaan dan pelaksanaan bahan perkerasan jalan atau konstruksi beton.

**KESIMPULAN**

1. Sifat fisik mortar batu gamping diperoleh bobot isi asli 0,3327 gram, bobot isi kering 0,3303 gram, berat jenis asli senilai 327,03gram/cm<sup>3</sup>, berat jenis semu 330,33 gram/cm<sup>3</sup>, kadar air asli berkisar 0,73%, kadar air jenuh 3,16%, porositas 1,43% dengan nilai porositas yang kecil untuk menahan beban yang semakin besar dan derajat kejenuhan 23,61%.
2. Sifat mekanik mortar batu gamping dengan nilai kuat tekan rata – rata sampel berada pada tipe N dan tipe O dengan kuat tekan minimum 5,2 MPa dan 2,4 MPa. Kuat tarik dan kuat aus bertipe O untuk konstruksi dengan nilai kuat minimum sebesar 2,4 MPa.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anas Khairul, (2012), Makalah Pembuatan Semen, <http://khairul-nas.blogspot.com/2012/05/makalah-pembuatan-semen.html#> (diakses Maret 2015)
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara, (2011), *Studi Pemanfaatan Batugamping di Kabupaten Tapanuli Selatan*, Pemprov. Sumut, Medan
- Herrera, Cloutier Alain, (2010), *Physical and Mechanical Properties of Gypsum Particleboard Reinforced with Portland Cement*, Europe Journal Wood, 69: 247-254
- Juliani Rita, Hutapea Devi Sunday, (2016), *Studi Sifat Mekanik Mortar Batu Gamping Daerah Cangap Kerabangen Kabupaten Langkat*, Semirata 2016
- L. Toruan, Armin, (2013), *Pengaruh Porositas Agrerat Terhadap Berat Jenis Maksimum Campuran*, Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 3
- Li Lin, Li Yadong, Cetin Bora, (2014), *Effect of Climatic Factors on Mechanical Properties of Cement and Fiber Reinforced Clays*, Original Paper Geotech English, USA
- Monghadam Sedigheh, Shamsian Mohammad, (2013), *Investigation on Physical and Mechanical Properties of Wood-Cement Block Manufactured From Agriculture Residues and Haloxylon Species*, Journal Indian Acad Wood Science, 11(2): 134-139
- Raihan, Muktar, (2012), *Analisis Mekanika Batu Gamping dengan Pengujian Sifat Fisik*, Jurnal Teknik No. 1 Vol. 14
- Sigiro Sovian, (2014), *Pendeteksian Struktur Penyebaran Batu Gamping dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Daerah Cangap Kerabangen Kecamatan Kutambaru Kabupaten Langkat*, Skripsi, FMIPA, Unimed, Medan
- SNI 03-2417-1991, *Kuat Abrasi Mortar*
- SNI 03-6882-2002, *Tipe- Tipe Mortar*
- Tugino, (2010), *Model Kuat Tekan Dan Tarik Proporsi Tras Muria Dengan Kapur Untuk Bahan Dasar Mortar*, Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan No. 1 Vol 12

## **ANALISIS UNTUNG RUGI PENGGUNAAN ENERGI TERBARUKAN SEBAGAI ALTERNATIF LISTRIK RUMAH TANGGA**

**Isnan Nur Rifai, Panji Saka Gilap Asa**

Departemen Teknik Elektro dan Informatika Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada  
[Isnan.nur@ugm.ac.id](mailto:Isnan.nur@ugm.ac.id) [saka.gilap.asa@gmail.com](mailto:saka.gilap.asa@gmail.com)

**Abstrak.** Beberapa tahun belakangan, penelitian tentang pembangkit listrik energi non-fosil mulai menjadi tema global dan merupakan bagian penting dari kesadaran masyarakat akan dampak perubahan iklim. Di Indonesia sendiri, pemerintah saat ini sedang gencar membangun program pembangkit listrik 35.000 megawatt untuk mendukung visi nawacita Jokowi- Jusuf Kalla, dan kita tahu sebagian pembangkit listrik tersebut masih menggunakan bahan dasar fosil seperti batubara dan minyak bumi. Sedangkan secara geografis, negara ini diberkahi dengan banyaknya sumber daya alam yang dapat dipakai gratis sebagai bahan baku pembangkit listrik. Pemakaian energi fosil sebagai pembangkit listrik terbukti secara ilmiah mempunyai efisiensi yang cukup rendah serta mengakibatkan polusi udara yang berperan dalam pemanasan global. Inilah saatnya memulai transisi pemakaian sumber daya alam yang bersumber dari energi terbarukan seperti energi surya, energi angin, energi air sebagai energi alternatif untuk mendapatkan listrik berbiaya rendah. Banyak keraguan dari masyarakat tentang seberapa efektif energi alternatif tersebut, bagaimana memulai transisinya, serta seberapa murah biaya instalasinya. Melihat realitas yang ada di masyarakat seperti itu, maka penelitian ini mencoba untuk menjawab permasalahan dengan memaparkan analisa untung rugi penggunaan energi terbarukan khususnya energi surya sebagai energi alternatif listrik rumah tangga

**Kata kunci:** Energi Terbarukan, Solar Cell, Listrik.

### **PENDAHULUAN**

Indonesia secara geografis merupakan negara kepulauan terbesar didunia yang terletak di garis khatulistiwa dan merupakan kawasan cincin api sehingga mempunyai potensi yang sangat besar untuk mengembangkan energi alternatif atau energi terbarukan. Potensi tersebut diantaranya energi surya, energi panas bumi, energi air mikrohidro, energi ombak dan lain sebagainya.

Pembangunan pembangkit listrik di Indonesia masih didominasi oleh pembangkit listrik tenaga uap yang memanfaatkan bahan bakar fosil (batu bara atau minyak bumi) untuk pemanasan sistem boiler. Padahal pemakaian energi fosil sebagai pembangkit listrik terbukti secara ilmiah mempunyai efisiensi yang cukup rendah serta mengakibatkan polusi udara yang berperan dalam pemanasan global. Inilah saatnya memulai transisi pemakaian sumber daya alam yang bersumber dari energi terbarukan sebagai energi alternatif untuk mendapatkan listrik berbiaya rendah.

Banyak keraguan dari masyarakat tentang seberapa efektif energi alternatif tersebut, bagaimana memulai transisinya, serta seberapa murah biaya instalasinya. Melihat realitas yang ada di masyarakat seperti itu, maka penelitian ini mencoba untuk menjawab permasalahan dengan memaparkan analisa untung rugi penggunaan energi terbarukan khususnya energi surya sebagai energi alternatif listrik rumah tangga.

### **Memulai Transisi**

Pemahaman dan keinginan untuk menggunakan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan tidak serta merta mengharuskan kita untuk secara langsung meninggalkan sumber utama listrik dari PLN. Meskipun distribusi listrik indonesia belum menyebar ke pelosok negeri, namun ketergantungan terhadap listrik PLN masih sangat besar. Bahkan beberapa industri besar yang sudah mempunyai pembangkit listrik sendiri juga masih menggantungkan PLN sebagai tenaga cadangan bila terjadi trip atau kegagalan fungsi dari pembangkit listrik.

Ada tahapan transisi yang bisa dilakukan untuk menunjang kampanye gerakan ramah lingkungan dengan memanfaatkan energi terbarukan diantaranya:

1. Memulai penghematan

Terasa ironi jika mengkampanyekan gerakan ramah lingkungan tetapi tidak dibarengi dengan gerakan penghematan pemakaian listrik. Transisi bisa dimulai dengan menggunakan listrik seperlunya dan mematikan alat yang sudah tidak terpakai, biasanya yang paling sering lupa dimatikan antara lain, lampu dan televisi.

2. Memakai alat listrik yang hemat energi.

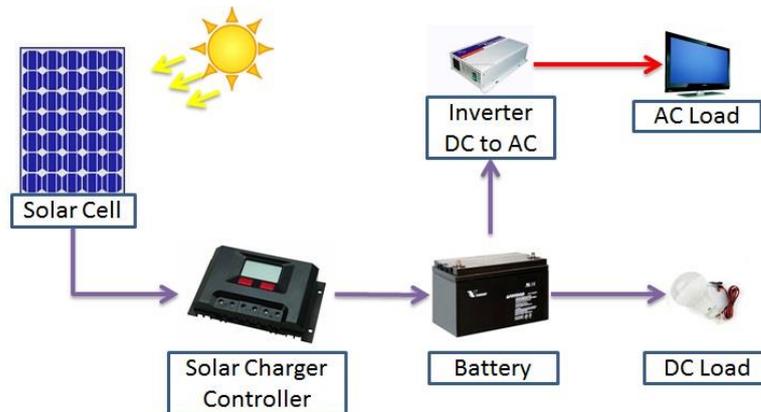
Saat ini banyak perusahaan produsen alat rumah tangga berlomba lomba untuk membuat alat yang mampu beroperasi maksimal namun hanya membutuhkan daya listrik kecil. Transisi bisa dimulai dengan mengganti alat rumah tangga yang masih menyedot daya besar dengan alat yang hemat energi diantaranya lampu bohlam ke lampu LED, televisi tabung ke televisi LED dan lain sebagainya. Dari pemakaian listrik akan sangat terasa perbedaannya meskipun memang untuk saat ini harga alat hemat energi masih relatif mahal.

3. Instalasi listrik dari energi terbarukan

Dengan potensi alam yang demikian besar di Indonesia, pilihan untuk membangun pembangkit listrik ramah lingkungan cukup bervariasi, mulai dari pemanfaatan energi matahari, energi mikrohidro, energi angin, maupun energi gelombang air laut. Tapi yang akan dibahas pada makalah ini fokus pada instalasi panel surya yang memanfaatkan energi matahari menjadi sumber listrik searah (DC). Pembangkit listrik dari panel surya merupakan sumber energi yang ramah lingkungan karena tidak memancarkan emisi karbon sebagaimana yang dihasilkan oleh pembangkit listrik berbahan dasar fosil.

**Instalasi Panel Surya**

Biaya instalasi listrik energi surya untuk saat ini tidaklah semahal masa 4-5 tahun yang lalu dimana teknologi panel surya masih asing bagi masyarakat Indonesia. Saat itu selain mahal, komponen pendukung juga masih susah ditemukan sehingga pada umumnya ketika ada tawaran untuk instalasi listrik energi surya, masyarakat akan menolak. Namun kondisi yang jauh dengan saat ini karena komponen sudah banyak tersedia di pasaran dengan harga yang cukup terjangkau. Gambar 1 menunjukkan komponen apa saja yang dibutuhkan untuk pemasangan instalasi listrik energi surya.



Gambar 1. Diagram blok instalasi panel surya

Solar cell atau sering disebut photovoltaic berfungsi untuk mengubah cahaya surya menjadi listrik. Dapat dianalogikan sebagai dioda dengan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi seperti dioda, dan saat disinari dengan cahaya surya dapat menghasilkan tegangan. Ketika disinari, umumnya satu sel surya komersial menghasilkan tegangan dc sebesar 0,5 sampai 1 volt, dan arus short-circuit dalam skala milliampere per cm<sup>2</sup>. Besar tegangan dan arus ini tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga umumnya sejumlah sel surya disusun secara seri membentuk modul surya.

Solar charger controller berfungsi sebagai pengatur arus listrik (Current Regulator) baik terhadap arus yang masuk dari panel surya maupun arus beban keluar / digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan (OverCharge) dengan cara mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai.

Tabel 1 menunjukkan perkiraan harga komponen yang dibutuhkan dalam instalasi listrik energi surya kapasitas 200 watt.

Tabel 1. Perkiraan harga komponen instalasi panel surya

| No    | Komponen                       | Pcs | Harga*      | Jumlah      |
|-------|--------------------------------|-----|-------------|-------------|
| 1.    | Panel surya 100wp              | 2   | 1.100.000,- | 2.200.000,- |
| 2.    | 500VA solar charger controller | 1   | 700.000,-   | 700.000,-   |
| 3.    | Aki 45ah 12 volt               | 1   | 500.000,-   | 500.000,-   |
| 4.    | Power inverter 500w            | 1   | 300.000,-   | 300.000,-   |
| 5.    | Kabel, dll                     | 1   | 300.000,-   | 300.000,-   |
| Total |                                |     |             | 4.000.000,- |

\*Harga berdasar dari toko online diakses tanggal 20 oktober 2016

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Energi matahari dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik searah (DC) dengan menggunakan device solar cell atau sering disebut photovoltaic (PV). Ketika mendapat sinar matahari, umumnya tiap cell dapat memproduksi tegangan DC 0,5 sampai 1 volt dan arus short circuit yang masih kecil, dalam skala milliampere (mA) / cm<sup>2</sup>. Sehingga agar menghasilkan tegangan yang besar perlu dirangkai seri membentuk modul panel sampai mampu menghasilkan 12 volt atau lebih.

Pada kondisi tertentu, intensitas sinar matahari tidaklah stabil sehingga tegangan keluar juga bervariasi sehingga biasanya tidak langsung digunakan pada beban listrik. Diperlukan baterai yang bisa menampung sumbu dc dan mengeluarkan secara stabil.

Kemudian dari baterai, beban apa yang bisa langsung dipasangkan?. Yang paling mudah adalah penerangan. Karena sekarang sudah banyak tersedia lampu yang menggunakan arus searah. 200 watt sudah lebih dari cukup untuk penerangan rumah, bahkan yang berlantai 2 sekalipun. Rumah yang digunakan studi kasus pada penelitian ini memiliki 2 lantai dengan sumber PLN 1300 VA dan rincian jumlah penerangan terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemakaian penerangan standar rumah tangga

| No.   | Lampu       | Pcs | Jumlah |
|-------|-------------|-----|--------|
| 1.    | LED 5 watt  | 4   | 20     |
| 2.    | LED 7 watt  | 6   | 42     |
| 3.    | LED 11 watt | 6   | 66     |
| 4.    | LED 14 watt | 2   | 28     |
| Total |             |     | 156    |

Apabila penggunaan rata rata semua lampu adalah 7 jam dan tarif dasar listrik sesuai surat penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik bulan september 2012 adalah Rp1458/kvah,- maka dapat dihitung nilai yang dapat dihitung adalah sebagai berikut:

Pemakaian Listrik penerangan per hari dengan asumsi rata rata lampu menyala 7 jam:

$$156 \text{ watt} \times 7 \text{ jam} = 1092 \text{ watt} \approx 1,1 \text{ kva}$$

Biaya listrik yang mampu dihemat berdasar tarif tenaga listrik per november 2016

$$1,1 \text{ kva} \times 1458 = \text{Rp } 1604, -(\text{per hari})$$

$$30 \text{ hari} \times 1604 = \text{Rp } 48.114, -(\text{per bulan})$$

$$12 \text{ bulan} \times 1458 = \text{Rp } 577.368, -(\text{per tahun})$$

Dari data tersebut terlihat bahwa penghematan yang bisa dilakukan hanya dari pemindahan penerangan dari PLN ke panel surya hampir 580ribu. Bisa dibayangkan jika konversi energi sudah mencakup alat alat yang lain seperti televisi setrika dan lainnya.

Yang menjadi persoalan adalah ketika intensitas cahaya matahari meredup atau mendung, daya yang dihasilkan juga tidak optimum bahkan tidak stabil. Sehingga diperlukan adanya baterai agar tegangan dan arus yang dialirkan ke beban stabil.

## KESIMPULAN

Setelah Instalasi panel surya sebagai pembangkit listrik untuk rumah tangga dapat disimpulkan bahwa keuntungan dan kelemahannya adalah sebagai berikut:

1. Keunggulan
  - a. Energi matahari merupakan energi ramah lingkungan yang bisa dimanfaatkan sebagai alternatif listrik rumah tangga secara gratis.
  - b. Bersifat renewable energy yang artinya tidak akan habis
  - c. Mudah dipasang dan minim perawatan
  - d. Tidak menimbulkan polusi baik suara maupun udara
2. Kelemahan
  - a. Instalasi panel surya relatif masih mahal
  - b. Bila sinar tidak optimal daya yang dihasilkan juga tidak stabil sehingga diperlukan media penyimpanan (baterai)

## DAFTAR PUSTAKA

- Dennis Kumetat, 2015 "Managing the transition, renewable energy and innovation policies in the UAE and Algeria, Routhledge, New york
- John Twidell dkk, 1986 "renewable energy resources, third edition, Routhledge, New york
- Bjoern Hagen, 2016 "Public Perception of Climate Change, Policy and communication, Routhledge, New york

## ANALISIS KOMPONEN KIMIA, UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI MINYAK ADSIRI BAWANG BATAK (*Allium schoenoprasum L.*)

Mimpin Ginting, Juliati Br Tarigan, Martina Da Silva Nababan

Departemen Kimia FMIPA-Universitas Sumatera Utara Medan  
Email : [mimpinginting@usu.ac.id](mailto:mimpinginting@usu.ac.id)

**Abstrak.** Minyak atsiri bawang batak (*Allium schoenoprasum L.*) telah diisolasi dengan metode hidrodestilasi menggunakan alat Sthal. Bawang batak dilakukan hidrodestilasi selama 4-5 jam menghasilkan minyak atsiri 0,52%(b/b). Komponen kimia minyak atsiri bawang batak dianalisis menggunakan GC-MS menunjukkan ada sebanyak 55 senyawa dengan senyawa utama antara lain yaitu eugenol (6,86%), dimetil tetrasulfida (5,88%), carvacrol (4,33%), fenil karbamat (2,71%), furfural alkohol (2,47%) dan 1,3-bis metiltio (1,76%). Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH dimana diperoleh nilai  $IC_{50}$  sebesar 211,51 mg/L. Uji antibakteri dilakukan dengan metode difusi agar terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Shigella disenteriae* dan diperoleh bahwa bakteri tersebut sensitif terhadap minyak atsiri bawang batak pada konsentrasi 10 dan 20%.

**Kata kunci :** bawang batak, hidrodestilasi, minyak atsiri, antioksidan, antibakteri

### PENDAHULUAN

Hampir seluruh tanaman penghasil minyak atsiri yang saat ini tumbuh di wilayah Indonesia sudah dikenal oleh sebahagian masyarakat. Bahkan beberapa jenis tanaman minyak atsiri menjadi bahan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Minyak atsiri dihasilkan dari bagian jaringan tanaman tertentu seperti akar, batang, kulit, daun, buah atau biji. Sifat minyak atsiri yang menonjol antara lain mudah menguap pada suhu kamar, mempunyai rasa getir, berbau wangi sesuai dengan aroma tanaman yang menghasilkan dan umumnya larut dalam perarut organik (Lutony, 1994).

Bawang memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia, terutama sebagai penyedap masakan dan bahan untuk membuat obat-obatan. Bawang bermanfaat bagi kesehatan karena mengandung unsur-unsur aktif, memiliki daya bunuh terhadap bakteri, sebagai bahan antibiotik, merangsang pertumbuhan sel tubuh dan sebagai sumber vitamin B1. Selain itu bawang mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi dan mempunyai jumlah komponen kimia yang diperlukan untuk hidup manusia. Komponen utamanya dari bawang berupa protein, karbohidrat dan lemak. Komponen ini merupakan zat organik yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tubuh manusia, serta untuk kelangsungan hidupnya. Di samping itu, sebagian besar bawang mengandung zat-zat seperti kalsium, besi serta unsur kimia lainnya, bahkan jenis bawang tertentu mengandung vitamin A dan serat (*crude fibre*) (Akk, 2005).

Salah satu anggota dari suku *Liliaceae* adalah *Allium schoenoprasum* dengan nama daerah kucai (Sunda), gundera (Karo) dan bawang batak (Batak). Daun dari tumbuhan ini banyak digunakan sebagai cita rasa dalam sayuran. Anggota suku *Liliaceae* ini belum banyak dikenal kegunaannya. Khasiat kucai yang sudah pernah dipublikasikan adalah *antitrombosit*. Belakangan ini kucai secara tradisional digunakan sebagai obat penurun tekanan darah tinggi (Irda *et al*, 2003).

Penelitian terhadap bawang batak sudah dilakukan oleh Diaz *et al* (2011) dalam menentukan komposisi minyak atsiri daun dan umbi dengan menggunakan GC-MS. Minyak atsiri yang dihasilkan dari daun didapat sebanyak 0,2 mL dalam 960 g *Allium schoenoprasum L.* sedangkan minyak atsiri yang dihasilkan dari umbi didapat 0,3 mL dalam 1050 g *Allium schoenoprasum L.* Konstituen utama yang dihasilkan dari dua minyak atsiri tersebut adalah bis-(2-sulfhidryethyl)-disulfid, selanjutnya 2,4,5-trithiahexane dan tris methylthio-methane.

Roekistningsih *et al* (2011), juga meneliti tentang efek antibakteri ekstrak daun bawang batak (*Allium schoenoprasum L.*) terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* secara in vitro. Hasil yang diperoleh bahwa ekstrak daun bawang batak dapat menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* secara in vitro. Kadar Hambat Minimum (KHM) belum dapat ditentukan sedangkan kadar Bunuh Minimum (KBM) adalah pada konsentrasi 3%.

Berdasarkan hasil penelusuran studi kepustakaan diperoleh informasi bahwa penelitian komponen minyak atsiri tanaman bawang batak masih terbatas, oleh sebab itu peneliti tertarik untuk menganalisis komponen kimia minyak atsiri bawang batak secara GC-MS, uji aktifitas antioksidan dengan metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazil*) dan uji aktivitas bakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Shigella disenteriae* dengan metode difusi agar.

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan-bahan**

Bahan yang digunakan adalah bawang batak, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrous, NaCl, eter, etanol p.a, DPPH, dimetil sulfoksida (DMSO), nutrient agar (NA), nutrient broth (NB), muller hinton agar (MHA), larutan standar Mcfarland, aquadest, *Staphylococcus aureus*, *Shigella dysenteriae*.

### **Penyediaan Sampel**

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah bawang batak yang diperoleh dari Sidikalang kabupaten Dairi, Sumatera Utara.

### **Isolasi Minyak Atsiri Bawang Batak dengan Alat Destilasi Sthal**

Tanaman bawang batak dibersihkan lalu dipisahkan dari akarnya, kemudian diiris kecil-kecil dan dikering anginkan selama 24 jam. Bawang batak kering ditimbang sebanyak 300 gram dan dimasukkan kedalam labu alas bulat volume 1000 mL kemudian ditambahkan air suling 150 mL, dipasang alat *hidrodestilasi*, dan dipanaskan selama 5-6 jam diatas penangas minyak hingga minyak atsiri menguap. Destilat yang diperoleh merupakan campuran minyak dengan air yang selanjutnya ditambahkan NaCl hingga jenuh, kemudian minyak atsiri yang masih tercampur bersama air diekstraksi dengan eter. Ekstrak eter yang masih tercampur dengan minyak atsiri ditambahkan dengan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrous, kemudian disaring, filtrat hasil saringan diuapkan hingga diperoleh minyak atsiri sebagai residu yang selanjutnya disimpan dilemari pendingin. Minyak atsiri yang diperoleh dianalisa komponen kimianya menggunakan alat GC-MS serta uji antibakteri dan uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH.

### **Uji Sifat Antioksidan Minyak Atsiri Bawang Batak dengan Metode DPPH**

#### **Pembuatan larutan DPPH**

Larutan DPPH 0.3 mM dibuat dengan melarutkan 11,83 mg serbuk DPPH dengan etanol p.a dalam labu takar 100 mL, kemudian dihomogenkan.

#### **Pembuatan Variasi Minyak Atsiri Bawang Batak**

Minyak atsiri bawang batak dibuat larutan induk 1000 ppm dengan melarutkan 0,025g minyak atsiri dengan pelarut etanol p.a dalam labu takar 25 mL. Kemudian dari larutan induk 1000 ppm dibuat larutan 100 ppm. Kemudian dari larutan 100 ppm dibuat lagi variasi konsentrasi 10, 20, 30, dan 40 ppm untuk uji aktivitas antioksidan.

#### **Uji Aktivitas Antioksidan Larutan Blanko**

Sebanyak 1 mL larutan DPPH 0.3 mM ditambahkan 2,5 mL etanol p.a, dihomogenkan dalam tabung reaksi dan dibiarkan selama 30 menit pada ruang gelap. Setelah itu, diukur absorbansi pada panjang gelombang maksimum 515 nm.

#### **Uji Aktivitas Antioksidan Sampel**

Sebanyak 1 mL larutan DPPH 0.3 mM ditambahkan 2,5 mL minyak atsiri bawang batak, dihomogenkan dalam tabung reaksi dan dibiarkan selama 30 menit pada ruang gelap. Setelah itu, diukur absorbansi pada panjang gelombang maksimum 515 nm. Dilakukan dengan perlakuan yang sama untuk variasi konsentrasi 20, 30, dan 40 ppm.

### **Pengujian Sifat Antibakteri Minyak Atsiri Bawang Batak (*Allium schoenoprasum L.*)**

#### **Pembuatan Media Nutrien Agar (NA) dan Stok Kultur Bakteri**

Dimasukkan 2,8 g media NA kedalam gelas Erlenmeyer, dilarutkan dengan 100 mL aquadest yang diikuti dengan pemanasan dan pengadukkan, lalu disterilkan di dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Dituang sebanyak 3 mL kedalam tabung reaksi, dibiarkan memadat pada posisi miring membentuk 30°-45° kemudian diambil biakan bakteri *Staphylococcus aureus* dari stain utama dengan jarum ose lalu digoreskan pada media NA tang telah memadat, kemudian diinkubasi pada suhu 35 °C selama 18-24 jam. Dilakukan perlakuan yang sama terhadap bakteri *Shigella dysenteriae*.

#### **Pembuatan Media Mueller Hilton Agar (MHA)**

Dimasukkan sebanyak 19 g media MHA kedalam gelas Erlenmeyer, dilarutkan dengan 500 mL aquadest yang diikuti dengan pemanasan dan pengadukkan lalu disterilkan di dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit.

#### **Penyiapan Inokulum Bakteri**

Dimasukkan sebanyak 1,3 g media Nutrien Broth (NB) kedalam gelas Erlenmeyer, dilarutkan dengan 100 mL aquadest yang diikuti dengan pemanasan dan pengadukkan lalu disterilkan didalan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Dimasukkan sebanyak 10 mL NB steril kedalam tabung reaksi, kemudian

diambil koloni *Staphylococcus aureus* dari stok kultur bakteri dengan jarum ose. Diinkubasi pada suhu 35 °C selama 3 jam kemudian dibandingkan kekeruhannya dengan standart Mcfarland. Dilakukan perlakuan yang sama terhadap bakteri *Shiggela disenteriae*.

### Pembuatan Variasi Konsentrasi Minyak Atsiri Bawang Batak (*Allium schoenoprasum L.*)

Minyak atsiri bawang batak dibuat dalam konsentrasi 10 % dan 20% (v/v), dengan memipet 0.5 mL dan 1 mL minyak atsiri dengan menggunakan mat pipett dan dimasukkan ke dalam labu ukur 5 mL, kemudian ditambahkan Dimetil Sulfoxida (DMSO) pada masing-masing minyak atsiri hingga garis batas dan dihomogenkan.

### Uji Sifat Antibakteri Minyak Atsiri

Dimasukkan sebanyak 0,1 mL inokulum bakteri *Staphylococcus aureus* ke dalam cawan petri, ditambahkan 15 mL media MHA dalam suhu 45 °C-50 °C, kemudian dihomogenkan sampai media dan bakteri tercampur rata dan dibiarkan sampai media memadat. Dimasukkan kertas cakram yang telah terendam dengan minyak atsiri tanaman bawang batak ke dalam cawan petri yang telah berisi bakteri dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 35 °C. Setelah itu diukur zona bening yang ada sekitar kertas cakram dengan menggunakan jangka sorong. Dilakukan perlakuan yang sama terhadap bakteri *Shiggela disenteriae*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penentuan Kadar Minyak Atsiri

Minyak atsiri bawang batak diperoleh dengan metode hidrodestilasi menggunakan alat Stahl. Proses ini dilakukan secara triplo. Hasilnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Minyak atsiri bawang batak yang diperoleh dengan metode hidrodestilasi

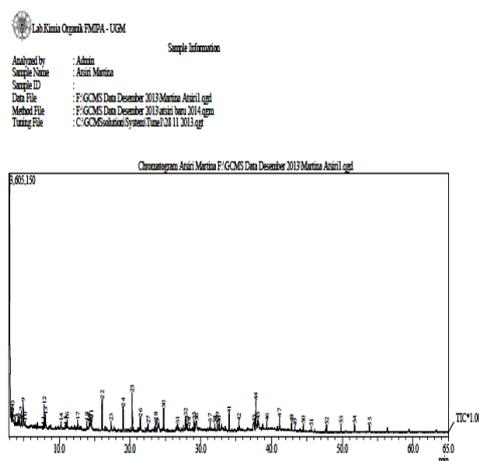
| Berat Sampel (g) | Hasil Perolehan (g) |        |        | Rata-Rata (g) |
|------------------|---------------------|--------|--------|---------------|
|                  | I                   | II     | III    |               |
| 300              | 1,6009              | 1,4778 | 1,6009 | 1,5599        |

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dari 300 g bawang batak digunakan diperoleh minyak atsiri rata-rata sebanyak 1,5599 g ( 0,52% )

Minyak atsiri bawang batak yang diperoleh berwarna kuning bening. Dalam mengisolasi minyak atsiri bawang batak perlu penambahkan NaCl hingga jenuh dan penambahan eter setelah proses *hidrodestilasi*, dikarenakan minyak yang diperoleh merupakan golongan hidrokarbon teroksigenasi. Komponen kimia golongan persenyawaan ini terbentuk dari unsur Karbon (C), Hidrogen (H) dan Oksigen (O) yang sedikit memiliki sifat semi polar. Persenyawaan yang termasuk didalam golongan ini adalah alkohol, aldehyd, keton, ester, eter, dan fenol. Ikatan karbon yang terdapat didalam molekulnya dapat terdiri dari ikatan tunggal, ikatan rangkap tiga (Ketaren, 1985).

### Hasil Analisa dengan GC-MS

Minyak atsiri yang dihasilkan secara hidrodestilasi dianalisis dengan Gas Chromatography – Mass Spectroscopy (GC-MS). Kromatogram dari bawang batak hasil hidrodestilasi diperoleh 55 puncak senyawa (Gambar 1.) dan sebanyak 18 senyawa yang dapat interpretasi sesuai dengan Library Wiley dan Nist seperti pada Tabel 2.



Gambar 1. Kromatogram hasil analisis GC minyak atsiri bawang batak

Tabel 2. Senyawa hasil analisis GC-MS minyak atsiri yang dapat diinterpretasikan

| No. Peak | Waktu Retensi | Massa Molekul | Rumus Molekul                                               | Nama Senyawa                  |
|----------|---------------|---------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1        | 3,204         | 94            | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>2</sub>                | Disulfat dimetil              |
| 2        | 3,309         | 90            | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> S                            | Metil n-propil sulfit         |
| 4        | 3,736         | 98            | C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O                            | 4-metil 3-panten 2-one        |
| 7        | 4,630         | 98            | C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>                | 3-isopropil oxentan           |
| 10       | 5,165         | 102           | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O                            | Dimetil trisulfida            |
| 12       | 7,873         | 126           | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>3</sub>                | Fenil karbamat                |
| 13       | 8,060         | 94            | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O                             | Benzenacetal dehid            |
| 14       | 10,251        | 120           | C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O                            | Metil metil thisulfonat       |
| 15       | 10,883        | 126           | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> S <sub>2</sub> | Fenil etil alcohol            |
| 17       | 12,607        | 122           | C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O                            | Dipropil disulfide            |
| 18       | 13,916        | 150           | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> S <sub>2</sub>               | Dimetil tetrasulfida          |
| 22       | 16,066        | 158           | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>4</sub>                | Carvacrol                     |
| 24       | 19,025        | 150           | C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O                           | Eugenol                       |
| 25       | 20,313        | 164           | C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>              | 3-hidroksi 4-hidroksi         |
| 26       | 21,490        | 152           | C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>                | Benzenaldehid                 |
| 27       | 22,576        | 182           | C <sub>11</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>              | 2 n-hexil 5 metil furan 3 one |
| 28       | 23,619        | 120           | C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> S <sub>2</sub>                | 1,3- bis metilthio            |
| 32       | 27,867        | 210           | C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>              | 5 metil 2 octil furan 3 one   |

### Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri Bawang Batak

Minyak atsiri bawang batak dilakukan uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH radikal bebas, untuk memperoleh nilai IC<sub>50</sub> dilakukan pengamatan secara spektrofotometer UV-Visibel pada panjang gelombang maksimum 515 nm.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Absorbansi Minyak atsiri Bawang batak

| Sampel | Absorbansi |
|--------|------------|
| Blanko | 0,7962     |
| 10 ppm | 0,7799     |
| 20 ppm | 0,7669     |
| 30 ppm | 0,7409     |
| 40 ppm | 0,7209     |

Dari persamaan regresi linier nilai IC<sub>50</sub> = 211,51 mg/L.

Uji aktivitas antioksidan dari minyak atsiri bawang batak dilakukan menggunakan pereaksi DPPH dengan metode Spektrofotometri visible pada panjang gelombang 515 nm. Pada uji DPPH, peredaman warna DPPH terjadi karena adanya senyawa yang dapat memberikan radikal hidrogen kepada radikal DPPH sehingga tereduksi menjadi DPPH-H (*2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazil*).

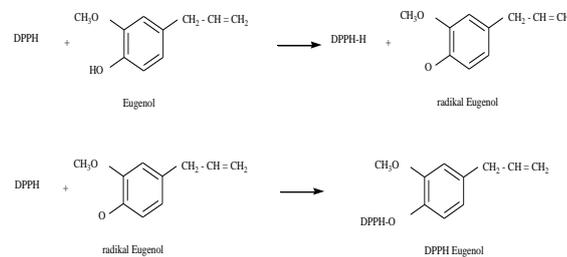
Pada Tabel 3. menunjukkan telah terjadi peredaman radikal bebas DPPH yang ditandai dengan menurunnya absorbansi radikal bebas DPPH setelah penambahan minyak atsiri, dengan persamaan *Least*

square diperoleh nilai IC<sub>50</sub> sebesar 211,51 mg/L. Menurut, Ionita (2003) tingkat kekuatan uji antioksidan senyawa ini digolongkan menurut nilai IC<sub>50</sub> (Tabel 4)

Tabel 4. Tingkat kekuatan antioksidan dengan metode DPPH

| Intensitas  | Nilai IC <sub>50</sub> |
|-------------|------------------------|
| Sangat kuat | < 50 mg/L              |
| Kuat        | 50-100 mg/L            |
| Sedang      | 101-150 mg/L           |
| Lemah       | >150 mg/L              |

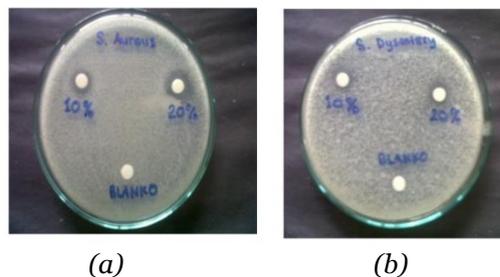
Hal ini menunjukkan bahwa minyak atsiri bawang batak memiliki kemampuan sebagai antioksidan yang lemah. Ini dimungkinkan karena setiap senyawa-senyawa yang terdapat didalam sampel memiliki kadar yang kecil misalnya Eugenol dengan kadar 6,86%. Potensi aktivitas antioksidan dari minyak atsiri telah menunjukkan dengan adanya persen peredaman dari radikal bebas DPPH. Aktivitas antioksidan ini dipengaruhi oleh kandungan monoterpen dan seskuiterpen teroksidasi dari minyak atsiri tersebut (Saragih, 2013). Berdasarkan hal ini senyawa yang terkandung didalam minyak atsiri bawang batak yang diduga berpotensi sebagai antioksidan adalah Eugenol. Senyawa ini diduga bersifat antioksidan berdasarkan mekanisme reaksi pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Reaksi DPPH dengan Eugenol

**Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Bawang Batak**

Sifat antibakteri minyak atsiri bawang batak menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri patogen yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Shigella disenteriae*



Gambar 2. Zona hambat minyak atsiri bawang batak terhadap bakteri (a) *Staphylococcus aureus* dan (b) *Shigella disenteriae*

Hasil pengujian minyak atsiri bawang batak terhadap pertumbuhan bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus* serta Gram negatif *Shigella disenteriae* setelah diinkubasi selama 1x24 jam dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran diameter zona bening beberra kultur bakteri oleh miunyak atsiri bawang batak

| Bakteri                      | Diameter Zona Bening Minyak Atsiri (mm) |      |
|------------------------------|-----------------------------------------|------|
|                              | 10 %                                    | 20%  |
| <i>Sthapylococcus aureus</i> | 9,6                                     | 10,9 |
| <i>Shigella disenteriae</i>  | 9,4                                     | 9,9  |

Terbentuknya daerah bening disekitar kertas cakram menunjukkan terjadinya penghambatan bakteri akibat pengaruh senyawa bioaktif yang terdapat pada minyak atsiri bawang batak.

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa minyak atsiri bawang batak memberi dampak sensitif terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Shigella disenteriae*. Hal ini dinyatakan dengan literatur, dimana

Diameter zona hambat <8 mm: kurang sensitif

Diameter zona hambat 9-14 mm: sensitif

Diameter zona hambat 15-19 mm: sangat sensitif

Diameter zona hambat >20 mm: luar biasa sensitif (Ponce *et al*, 2008).

Menurut Oka *et al* (2008), senyawa-senyawa turunan hidrokarbon teroksigenasi (fenol) memiliki kemampuan antibakteri yang kuat. Minyak atsiri yang aktif sebagai antibakteri pada umumnya mengandung gugus fungsi hidroksil (-OH) dan karbonil. Minyak atsiri bawang batak mengandung senyawa-senyawa turunan hidrokarbon teroksigenasi yang memiliki gugus fungsi hidroksil (-OH) seperti Eugenol, Fenol, Carvanol dan Furfuril Alkohol dan karbonil yang aktif sebagai antibakteri.

Aktivitas kerja minyak atsiri dalam menghambat pertumbuhan atau mematikan bakteri yaitu dengan cara mengganggu proses terbentuknya membran atau dinding sel sehingga tidak terbentuk atau terbentuk secara tidak sempurna. Supaya dapat membunuh mikroorganisme, bahan uji harus masuk ke dalam sel melalui dinding sel (Siti, 2010).

## KESIMPULAN

Kandungan minyak atsiri yang diperoleh dari daun bawang batak secara hidrodestilasi sebanyak 0,52%. Berdasarkan analisis GC-MS menunjukkan bahwa pada minyak atsiri bawang batak jumlah senyawa ada 55 senyawa, dimana komponen utamanya adalah Eugenol (6,86%), Dimetil tetrulfid (5,88%), Carvacrol (4,33%), Fenil karbamat (2,71%), Furfuril alkohol (2,47%) dan 1,3-bis metilthio (1,76%).

Aktivitas antioksidan dari minyak atsiri bawang batak diperoleh melalui pengujian dengan DPPH terhadap golongan antioksidan dengan nilai IC<sub>50</sub> yaitu 211,51 mg/L Minyak atsiri bawang batak memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Shigella disenteriae*. Dimana pada *Staphylococcus aureus* diperoleh zona hambat bakteri sebesar 9,6 mm pada konsentrasi 10% dan 10,9 mm pada konsentrasi 20% dan pada *Shigella disenteriae* diperoleh zona hambat bakteri sebesar 9,4 mm pada konsentrasi 10% dan 9,9 mm pada konsentrasi 20%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akk. 1998. Pedomam Bertanam Bawang. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Diaz, B., Vera, R., Fermin, R., Mendez, M., Zambrano, A. and Contreras, R. 2011. Composition of the Essential Oil *Allium schoenoprasum L.* *Journal Universidad Santiago de Chile* 10: 218-221.
- Irda, F., Kosasih, P., Soediro, S., Elin, Y. 2003. Efek antihipertensi dan Hipotensi Beberapa fraksi dari Ekstrak Etanol Umbi Lapis Kucai (*Allium schoenoprasum L.*). *Jurnal Matematika dan Sains Departemen Farmasi ITB*. Bandung.
- Ionita, P. 2003. Is DPPH Stable Radical a Good Scavenger for Oxygen Active Species. *Chem. Pap.* 59(1) Romania. Pages 11-16.
- Ketaren, S. 1985. Pengantar Tehnologi Minyak Atsiri. UI Press. Jakarta.
- Lutony, T.L. 1994. Produksi dan Perdagangan Minyak Atsiri. Bandung : Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.
- Oka, P. 2008. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri dari Rimapang Lengkuas (*Alpinia galangal L.*). Fakultas MIPA Udayana. Bali.
- Ponce, A., Fritz, R., Del Valle, C. and Roura, S. 2003. Antimicrobial Activity of Essential Oil on The Native Microflora of Organic Swiss Chard, *LWT* 36.
- Roekistiningsih, Soemardini, Affa K.W. Efek Antibakteri Daun Kucai (*Allium schoenoprasum L.*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Secara in Vitro. *Jurnal Program studi pendidikan dokter*. FK Unibraw.
- Saragih, M. 2013. Analisis Komponen Kimia Minyak Atsiri Kulit Buah Kecombrang (*Etilingera eletior*) dan Uji Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiri serta Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol dengan Metode DPPH. [Skripsi]. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Siti, N. 2010. Identifikasi Dan Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Daun Sirih Merah (*Piper Crocatum Ruiz & Pav.*) Asal Magelang. [Skripsi]. Magelang. Universitas Sebelas Maret.

## PENGARUH INHIBITOR DALAM MENGHAMBAT AKTIVITAS PROTEASE SELAMA PROSES PEMURNIAN PRETROMBIN-2 MANUSIA REKOMBINAN DI *Escherichia coli*

Saronom Silaban

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Medan

\*Alamat korespondensi: saronomsilaban@unimed.ac.id

**Abstrak.** *E. coli* BL21(DE3) ArcticExpress merupakan salah satu inang ekspresi protein rekombinan yang telah mengalami defisien protease, artinya bila protein rekombinan diproduksi pada inang ini, maka protein tersebut tidak akan didegradasi oleh protease. Namun dalam penelitian kami diperoleh bahwa, pretrombin-2 manusia rekombinan (PT-2 MR) justru terdegradasi saat proses pemurnian. Hasil ini diperkuat oleh laporan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa *E. coli* yang defisien protease, jika dipaksa untuk memproduksi protein rekombinan akan mengalami stres sehingga dapat menghasilkan protease. Dalam studi ini, kami menambahkan inhibitor protease (PMSF dan campuran inhibitor berupa cocktail) selama proses pemurnian PT-2 MR. Penambahan inhibitor dilakukan sebelum pemecahan sel (lisis) dan saat proses pemurnian (pada bufer pemecah). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, penggunaan inhibitor protease seperti PMSF dan cocktail selama proses pemurnian dapat membantu PT2 terhindar dari degradasi protease, sementara tanpa inhibitor, PT-2 hilang terdegradasi. Dengan demikian penambahan inhibitor protease selama proses pemurnian PT-2 MR di *E. coli* berpengaruh menghambat aktivitas protease.

**Kata kunci:** inhibitor protease, *E. coli* BL21(DE3) ArcticExpress, pretrombin-2

### PENDAHULUAN

Aplikasi teknologi rekombinan memungkinkan untuk memproduksi dan memasarkan protein plasma untuk aplikasi terapeutik manusia (Burnouf, 2001). Penggunaan teknologi rekombinan untuk produksi trombin manusia menggunakan *E. coli* telah dilakukan (Soejima *et al.*, 2001). Pemilihan *E. coli* untuk produksi trombin manusia rekombinan karena sifatnya yang dapat tumbuh cepat dengan siklus hidup pendek, informasi dan karakter genomnya sudah lengkap sehingga mudah dimanipulasi, biaya produksi relatif murah, tingkat ekspresi protein target tinggi, cepat, serta teknologinya sudah mapan (Cabrita *et al.*, 2006).

Galur *E. coli* B dan K12 serta turunannya saat ini masih menjadi pilihan favorit sebagai inang ekspresi untuk industri protein rekombinan. Galur ini banyak dikembangkan sehingga memiliki defisiensi protease dan mutasi pada gen-gen tertentu, misalnya untuk seleksi transforman, menjaga kestabilan segregasi plasmid rekombinan (Graumann & Premstaller, 2006). Galur *E. coli* untuk inang ekspresi protein heterolog secara umum dipilih yang memiliki karakter defisien protease dan elemen genetik yang sesuai untuk fungsi ekspresi (Sorensen & Mortensen, 2005; Grauman & Premstaller, 2006). Penelitian ini menggunakan galur *E. coli* BL21(DE3) ArcticExpress yang memiliki karakter tersebut (Grodberg & Dunn, 1988). Pemilihan galur ini karena mengandung *chaperone* (Cpn10 dan Cpn60), yang dapat membantu pelipatan protein di dalam sel inang ketika diekspresikan (Strocchi *et al.*, 2006).

Sistem IMPACT™ (*Intein Mediated Purification with an Affinity Chitin-binding Tag*) merupakan sistem ekspresi sekaligus pemurnian protein. Pada sistem ini dilakukan fusi antara protein target dengan penanda intein yang dapat melakukan pemotongan sendiri (*self-splicing*) dan juga bersifat sebagai protein pengikat kitin dalam kolom kromatografi afinitas kitin (Chong *et al.*, 1998). Mekanisme pemotongan sendiri yang dimediasi oleh intein telah digunakan dalam rekayasa protein, diantaranya untuk pemurnian protein, ligasi protein, labeling dan siklisasi. Manfaat utama dari strategi pemurnian protein yang dimediasi oleh intein adalah berdasarkan kenyataan bahwa protein rekombinan dapat diperoleh dalam keadaan bebas dari penanda afinitas dengan satu kali tahapan pemotongan (Perler *et al.*, 1996).

Sistem IMPACT memiliki beberapa keunggulan yaitu: (1) pemurnian dilakukan dengan kolom tunggal dan tanpa menggunakan protease untuk menghilangkan label afinitas; (2) dapat memproduksi protein target natif tanpa asam amino turunan vektor; (3) fusi pada target protein dapat dilakukan ke dalam C-terminal maupun N-terminal; dan (4) isolasi protein dengan atau tanpa residu asam amino metionin N-terminal (Chong *et al.*, 1998).

### BAHAN DAN METODE

#### Galur, vektor, bahan kimia, media

Untuk inang ekspresi digunakan *E. coli* BL21(DE3) ArcticExpress (didukung oleh Prof. Jiri Damborsky, Masaryk University, Brno, Czech Republic) yang memiliki genotip *E. coli* B *F*<sup>-</sup> *ompT* *hdsS*(*r<sub>B</sub>*<sup>-</sup> *mB*<sup>-</sup>) *dcm*<sup>+</sup> *Tet*<sup>r</sup> *gal*  $\lambda$ (DE3) *endA* *Hte* [*cpn10* *cpn60* *Gent*<sup>r</sup>] (Agilent Technologies). Inang ditumbuhkan dalam media luria bertani (LB) dengan komposisi (tripton 1%, ekstrak ragi 0,5%, dan natrium klorida 1%)

yang disuplemen dengan antibiotik tetrasiklin, ampisilin dan gentamisin. Vektor ekspresi menggunakan pTWIN1 (New England Biolabs, USA). *Isopropyl- $\beta$ -D-thiogalactoside* (IPTG) dan  *$\beta$ -mercaptoethanol* (*B-ME*) diperoleh dari Sigma. Poliakrilamid dan Coomassie Brilliant Blue R250 (Biorad, Richmond, USA). Matriks kitin diperoleh dari NEB (New England Biolabs, USA). Inhibitor protease PMSF dan campuran inhibitor protease *cocktail*. Bahan kimia lainnya tersedia di laboratorium kami dengan tingkat *pro-analysis* (p.a.).

### **Ekspresi protein fusi pretrombin-2 dalam galur *E. coli* BL21(DE3) ArcticExpress**

Protein fusi (CBD-Intein-PT2) diekspresikan di galur *E. coli* BL21(DE3) ArcticExpress dalam skala medium cair LB 1 L/tabung sebanyak 3 L. Sebanyak 30  $\mu$ L stok gliserol transforman *E. coli* BL21(DE3) ArcticExpress-[pTWIN1-PT2] diinokulasi dalam medium cair LB 30 mL yang mengandung tetrasiklin 30  $\mu$ g/mL, gentamisin 60  $\mu$ g/mL, dan ampisilin 30  $\mu$ g/mL, selanjutnya diinkubasi pada inkubator 37°C selama 17 jam dengan kecepatan kocok 150 rpm. Selanjutnya 1% inokulum (v/v) diinokulasi ke dalam medium cair LB 1 L yang mengandung ampisilin 1000  $\mu$ g/mL, diinkubasi pada inkubator 37°C selama 3 jam hingga OD<sub>600</sub> 0,6. Untuk mengkondisikan suhu pertumbuhan galur, medium inokulasi diinkubasi selama 15 menit pada suhu 4°C, selanjutnya ditambahkan IPTG 0,1 mM dan diinkubasi pada inkubator 12°C selama 16 jam dengan kecepatan kocok 100 rpm. Sel dipanen dalam tabung 15 mL dengan sentrifugasi pada kecepatan 10000 rpm selama 10 menit kondisi suhu 4°C. Pelet sel yang diperoleh ditimbang untuk mengetahui berat sel yang diperoleh dari medium kultur 1 L. Selanjutnya pelet sel dari 1 L medium pertama diresuspensi dengan 15 mL bufer lisis yang mengandung Tris-HCl 10 mM, NaCl 500 mM, Tween20 1% pH 8,5, PMSF 1 mM. Sel dari 1 L medium kedua diresuspensi dengan 15 mL bufer lisis yang mengandung Tris-HCl 10 mM, NaCl 500 mM, Tween20 1% pH 8,5, dan *cocktail*. Sedangkan sel dari 1 L medium ketiga ditambahkan 15 mL bufer lisis tanpa penambahan inhibitor protease. Selanjutnya suspensi sel disimpan pada suhu -20°C selama 30 menit, dicairkan kembali pada suhu ruang dan dilakukan proses pemecahan sel dengan sonikator, disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 10000 rpm dengan kondisi suhu 4°C. Fraksi terlarut diambil untuk dimurnikan. Larutan *Phenyl Methyl Sulfonyl Fluoride* (PMSF) dan larutan *cocktail* berfungsi sebagai inhibitor protease.

### **Permurnian PT2 rekombinan dalam kolom kitin yang dimediasi intein**

Permurnian PT2 sebagai bagian dari protein fusi dilakukan dalam 3 kolom kitin berbeda. Kolom pertama digunakan untuk memurnikan fraksi terlarut hasil fermentasi dari 1 L medium dengan penambahan PMSF, kolom kedua untuk memurnikan fraksi terlarut dengan penambahan *cocktail*, dan kolom ketiga digunakan untuk memurnikan fraksi terlarut tanpa penambahan inhibitor protease. Proses pemurnian juga dioptimasi melalui perubahan pH pemotongan yaitu pH 6,5 dan pH 7,0 pada fraksi terlarut yang mengandung PMSF. Penambahan inhibitor protease dilakukan sejak pemecahan sel dengan sonikator dan pada bufer pemotong. Proses pemurnian dilakukan mengikuti metode Guo *et al.* (2004) dengan sedikit modifikasi.

### **Proses pemurnian PT2 dalam kolom kitin**

Masing-masing 15 mL fraksi terlarut (CBD-Intein-PT2) yang diperoleh dimasukkan ke dalam kolom yang telah disiapkan, selanjutnya diinkubasi selama 30 menit pada suhu 4°C. Protein yang tidak terikat dalam kolom dialirkan dengan laju alir 1 tetes/detik dan ditampung sebagai sampel protein tidak terikat (*flowthrough*) untuk karakterisasi SDS-PAGE. Untuk menghilangkan protein lain yang tidak diinginkan, kolom dicuci dengan bufer kolom (Tris-Cl 10 mM, NaCl 500 mM pH 8,5) 4°C sebanyak dua puluh kali volume kolom dan ditampung sebagai sampel pencuci (*wash*) untuk karakterisasi SDS-PAGE. Sebanyak 100  $\mu$ L resin dipipet dari masing-masing kolom sebagai sampel resin sebelum pemotongan ( $R_{bc}$ ) untuk karakterisasi SDS-PAGE.

### **Proses pemotongan PT2 dari intein dalam kolom kitin**

Kolom selanjutnya dicuci kembali dengan bufer pemotong (Tris-Cl 10 mM, NaCl 500 mM pH 6,5) suhu ruang sebanyak tiga kali volume kolom yang mengandung PMSF; mengandung *cocktail* dan tanpa inhibitor protease. Sesegera mungkin, bufer pemotong dialirkan dengan laju alir 2 tetes/detik dan ditampung sebagai sampel bufer pemotong (*flush*) untuk karakterisasi SDS-PAGE. Semua proses pengerjaan pemurnian dilakukan pada suhu ruang.

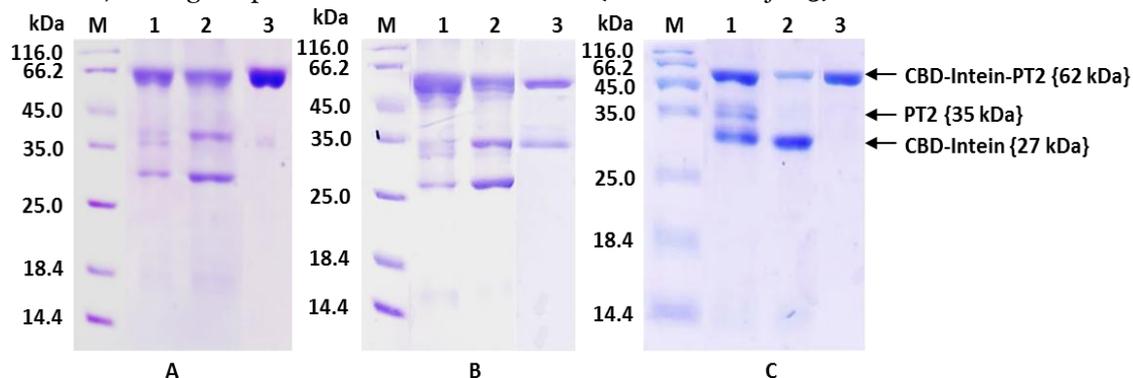
Untuk memaksimalkan reaksi pemotongan, masing-masing kolom diinkubasi pada suhu 25°C selama 48 jam. Untuk memperoleh produk PT2 yang diinginkan, kolom elusi dengan bufer pemotong (Tris-Cl 10 mM, NaCl 500 mM pH 6,5) sebanyak 8 mL tanpa penambahan inhibitor, dan ditampung 1 mL tiap tabung 1,5 mL. Sebanyak 100  $\mu$ L resin dipipet kembali dari kolom sebagai sampel resin setelah pemotongan dan elusi ( $R_{ac}$ ) untuk karakterisasi SDS-PAGE. Produk PT2 yang diperoleh dari hasil pemurnian selanjutnya dikarakterisasi dengan *Sodium Dodecyl Sulphat-Polyacrylamide Gel Electrophoreses* (Bollag *et al.*, 1996).

**HASIL DAN PEMBAHASAN****Ekspresi protein fusi pretrombin-2 dalam galur *E. coli* BL21(DE3) ArcticExpress.**

PT2 diekspresikan oleh *E. coli* dalam bentuk protein fusi (CBD-Intein-PT2). Protein fusi berhasil diekspresikan oleh galur *E. coli* BL21(DE3) ArcticExpress dalam bentuk protein larut. Setelah pemecahan sel menggunakan sonikator, protein fusi berada dalam bentuk terlarut (data tidak ditampilkan). Keberhasilan ini disebabkan oleh beberapa kemungkinan, yaitu karena preferensi kodon PT2 yang sesuai dengan *E. coli*, konsentrasi IPTG yang sesuai, suhu fermentasi, dan peran Cpn10 dan Cpn60 dalam lingkungan psikrofilik yang terdapat pada galur *E. coli* BL21(DE3) ArcticExpress.

Fraksi terlarut dimurnikan dalam kolom kitin yang telah disetimbangkan sebelumnya. Protein fusi berhasil dimurnikan dari protein-protein lain melalui penambahan bufer pH 8,5 dan tidak ada protein fusi yang terlihat. Hasil ini menunjukkan bahwa protein fusi terikat pada resin karena adanya aktivitas pengikatan yang tinggi dari domain pengikat kitin (CBD) terhadap resin. Aktivitas pengikatan juga dapat dilihat dari ketebalan pita protein yang tidak terikat (data tidak ditampilkan) yang semakin tipis dibanding pita fraksi terlarut (data tidak ditampilkan). PT2 dipotong dari penanda intein menggunakan pH 6,5. Untuk mengoptimalkan reaksi pemotongan, kolom diinkubasi pada suhu 25°C selama 48 jam. Efisiensi pemotongan dapat terlihat dengan membandingkan resin sebelum dan sesudah pemotongan (data tidak ditampilkan).

Selama proses pemurnian, terjadi kecenderungan produk PT2 berkurang bahkan hilang. Kecenderungan berkurangnya produk PT2 diduga terjadi karena terdegradasi oleh protease. Untuk meminimalkan kemungkinan produk PT2 terdegradasi, dalam penelitian ini digunakan PMSF dan campuran inhibitor seperti *cocktail*. Inhibitor protease ini digunakan sejak proses pemecahan sel (lisis) dan dalam bufer pemecah. Hasil karakterisasi SDS-PAGE menunjukkan bahwa, penggunaan inhibitor protease seperti PMSF (Gambar 1A lajur 3) dan *cocktail* (Gambar 1B lajur 3) dapat membantu PT2 terhindar dari degradasi protease. Sementara tanpa menggunakan inhibitor, PT2 hilang terdegradasi (Gambar 1C lajur 3). Pada gel SDS-PAGE berhasil diidentifikasi dua pita utama yang memiliki bobot molekul ~62 kDa (protein fusi), ~35 kDa (PT2) (Gambar 1A lajur 3 dan Gambar 1B lajur 3). Sementara pada proses pemurnian tanpa menggunakan inhibitor protease, hanya pita ~62 kDa yang dapat diidentifikasi, sedangkan pita PT2 tidak teridentifikasi (Gambar 1C lajur 3).



**Gambar 1.** Perbandingan penambahan inhibitor protease terhadap pemurnian. A: Menggunakan inhibitor PMSF; B: Menggunakan inhibitor *cocktail*; C: Tanpa inhibitor protease. M: Marker protein; lajur 1A-C: CBD-Intein-PT2 terimobilisasi pada resin; lajur 2A-C: Resin setelah pemotongan; lajur 3A: Protein fusi dan PT2 hasil pemotongan dengan penambahan PMSF; 3B: Protein fusi dan PT2 hasil pemotongan dengan penambahan *cocktail*; 3C: Protein fusi hasil pemotongan tanpa inhibitor protease. Reaksi pemotongan menggunakan bufer pH 6,5 dan suhu inkubasi 25°C selama 48 jam.

Gambar 1 menunjukkan bahwa penambahan inhibitor protease berpengaruh dalam menghambat aktivitas protease. Hal ini dapat terlihat dari Gambar 1A dan 1B lajur 3, dimana terdeteksi pita berukuran 35 kDa yang merupakan produk PT2, sedangkan tanpa inhibitor, pita produk PT2 justru tidak terdeteksi (Gambar 1C lajur 3). Penambahan campuran inhibitor yaitu *cocktail* lebih optimum menghambat aktivitas protease dibanding PMSF. Hal ini juga dapat menjelaskan bahwa aktivitas protease benar-benar terjadi selama proses pemurnian PT2 rekombinan. Dimana inhibitor PMSF hanya dapat mencegah aktivitas protease serin dan sistein, sedangkan *cocktail* dapat mencegah aktivitas protease serin, sistein dan metalloprotease (Umezawa & Aoyagi, 1983).

Dari hasil penelitian ini juga dapat dijelaskan bahwa, walaupun inang *E. coli* yang digunakan untuk produksi protein rekombinan defisien protease, namun selama proses pemurnian protein rekombinan aktivitas protease dapat terjadi. Secara teori, galur *E. coli* BL21(DE3) ArcticExpress adalah galur defisien protease (Grodberg & Dunn, 1988). Namun, Waegeman & Soetaert, (2011) mengemukakan bahwa *E. coli*

yang defisien protease jika dipaksa untuk memproduksi protein rekombinan akan mengalami stres sehingga dapat menghasilkan protease.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) *E. coli* yang defisien protease jika dipaksa untuk memproduksi protein rekombinan akan mengalami stres sehingga dapat menghasilkan protease; (2) inhibitor protease berpengaruh positif dalam menghambat aktivitas protease selama pemurnian PT2-MR hasil produksi di *E. coli*; dan (3) campuran inhibitor protease *cocktail* lebih optimum dalam menghambat aktivitas protease dibanding PMSF.

## DAFTAR PUSTAKA

- Burnouf, T. 2011. Recombinant plasma proteins. *Vox Sanguinis*, **100**:8-83.
- Bollag, D. M., Rozycki, M. D., & Edelman, S. J. 1996. Protein method. 2<sup>nd</sup>, *John Wiley & Sons*, Inc. USA.
- Cabrita, L. D., Weiwen, D., & Stephen, P. B. 2006. A family of *E.coli* expression vectors for laboratory scale and high throughput soluble protein production. *BMC Biotechnol*, **6**:12.
- Chong, S., Montello, G. E., Zhang, A., Cantor, E. J., Liao, W., Xu, M. Q., & Benner, J. 1998. Utilizing the C-terminal cleavage activity of a protein splicing element to purify recombinant proteins in a single chromatographic step. *Nucl. Acids Res*, **26**:5109-5115.
- Graumann, K., & Premstaller, A. 2006. Manufacturing of recombinant therapeutic proteins in microbial systems. *J. Biotechnol*, **1**:164-186.
- Grodberg, J., & Dunn, J. J. 1988. OmpT encodes the *Escherichia coli* outer membrane protease that cleaves T7 RNA polymerase during purification. *J.Bacteriol*, **170**:1245-1253.
- Guo, C., Lia, Z., Shia, Y., Xub, M., Wisec, J. G., Trommerc, W. E., & Yuan, J. 2004. Intein-mediated fusion expression, high efficient refolding, and one-step purification of gelonin toxin. *Protein Expression and Purification*, **37**:361-367.
- Perler, F. B., Benner, J., Kucera, R. B., Hirvonen, C. A., Pelletier, J. J., Paulus, H., & Xu, M.-Q. 1996. Single-column purification of free recombinant proteins using a self-cleavable affinity tag derived from a protein splicing element. *Gene*, **192**:277-281.
- Soejima, K., Mimura, N., Yonemura, H., Nakatake, H., T. Imamura, T., & Nozaki, C. 2001. An efficient refolding method for the preparation of recombinant human prethrombin-2 and characterization of the recombinant-derived  $\alpha$ -thrombin. *J. Biochem*, **130**:269-277.
- Sorensen, S. P., & Mortensen, K. K. 2005. Advanced genetic strategies for recombinant protein expression in *Escherichia coli*. *J Biotechnol*, **115**:113-128.
- Strocchi, M., Ferrer, M., Timmis, K. N., & Golyshin, P. N. 2006. Low temperature-induced systems failure in *Escherichia coli*: Insights from rescue by cold-adapted chaperoneins. *Proteomics*, **6**:193-206.
- Umezawa, H., & Aoyagi, T. 1983. In: Protease Inhibitors: Medical and Biological Aspect. *Springer-Verlag*, 3-15.
- Waegeman, H., & Soetaert, W. 2011. Increasing recombinant protein production in *Escherichia coli* through metabolic and genetic engineering. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol*, **38**:1891-1910.

## ANALISIS VEGETASI POHON DAN POLE HUTAN TAMAN NASIONAL GUNUNG LEUSER RESORT TENGGULUN

Zulfan Arico<sup>1\*</sup> dan Sri Jayanthi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Biologi Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Langsa

<sup>2</sup> Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas KIP, Universitas Samudra, Langsa

\*arico\_zulfan@yahoo.co.id

**Abstrak.** Taman Nasional Gunung Leuser Resort Tenggulun sejak tahun 1998-2008 terus dijarah tegakannya dengan cara dialihkan menjadi perkebunan sawit. Wilayah ini mengalami kerusakan hutan sebesar 2.200 Ha/tahun. Penelitian ini bertujuan melindungi dan mempertahankan kawasan hutan tersebut sebagai upaya mitigasi perubahan iklim dengan menggunakan metode purposive sampling dan metode kuadrat untuk mengetahui kerapatan vegetasi. Adapun hasil yang didapatkan untuk jenis pohon nilai KR, FR dan INP tertinggi terdapat pada jenis *Macaranga gigantea* dengan KR 22,50%, FR 13,43% dan INP 40,36%. Pada jenis Pole nilai KR, FR dan INP tertinggi terdapat pada jenis *Macaranga gigantea* dengan nilai KR 25,81%, FR 25,81% dan INP 78,15%. Hal ini menandakan bahwa jenis *Macaranga gigantea* merupakan tumbuhan yang paling dominan serta mampu bertahan hidup di Hutan Taman Nasional Gunung Leuser. *Macaranga* dikenal sebagai tumbuhan pionir yang mudah tumbuh pada hutan sekunder dan lahan terbuka dan menjadi indikator hutan terganggu atau rusak.

**Kata kunci:** Pohon, Pole, Tenggulun, Vegetasi

### PENDAHULUAN

Kawasan Konservasi Taman Nasional Gunung Leuser (TNGL) merupakan salah satu kawasan hutan yang sedang mengalami degradasi yang cukup parah. Berdasarkan kajian sampai dengan tahun 2000, di seluruh TNGL telah terjadi deforestasi (kawasan yang sudah tidak berhutan) seluas 18.089 Ha, sedangkan kawasan TNGL yang mengalami degradasi (kawasan yang mengalami penurunan kualitas akibat berbagai gangguan) seluas 142.087 Ha. Terdapat 65 titik rawan, yaitu lokasi-lokasi yang mengalami berbagai tingkatan gangguan dan kerusakan. Titik-titik rawan tersebut masih akan berkembang terus apabila upaya-upaya preventif dan represif tidak dilakukan secara konsisten dan berkesinambungan (Balai Besar TNGL, 2007).

Berdasarkan penelitian Subhan (2010) menyatakan bahwa kerusakan hutan Taman Nasional Gunung Leuser Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah VI Besitang sampai dengan tahun 2009 seluas 7.435 ha, sedangkan laju kerusakan hutan Taman Nasional Gunung Leuser Seksi Pengelolaan Taman Nasional Gunung Leuser selama kurun waktu delapan tahun terakhir (2001 s/d 2009) seluas 448,450 ha/tahun. Sedangkan di Aceh Tamiang merupakan penyumbang terbesar kerusakan hutan TNGL. Daerah ini sejak tahun 1998-2008 terus dijarah tegakannya termasuk dialihkan menjadi perkebunan sawit daerah yang berbatasan dengan Kecamatan Tenggulun Aceh Tamiang. Wilayah TNGL ini mengalami kerusakan hutan sebesar 2.200 Ha/tahun. Bahkan di wilayah TNGL ini sebagian telah terbit Sertifikat Hak Milik yang dikeluarkan oleh BPN Aceh Timur. Hal ini tidak hanya menyebabkan luas hutan Aceh mengalami penciptaan melainkan juga dapat menimbulkan berbagai bencana alam seperti kekeringan, banjir, longsor dan kebakaran hutan. Dampak yang ditimbulkan tersebut tidak hanya bersifat lokal, melainkan juga bersifat regional, nasional, maupun internasional.

Pemahaman akan komposisi jenis pohon, keragaman dan struktur dapat membantu penilaian kelestarian hutan, prioritas konservasi jenis, pengelolaan ekosistem hutan dan upaya restorasi ekologi (Chua *et al.*, 2013; Kacholi, 2014). Analisis vegetasi pohon dan pole di hutan Taman Nasional Gunung Leuser Resort Tenggulun dirasa tepat. Kekhawatiran akan terus menurunnya luas hutan TNGL yang berakibat pada meningkatnya pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim dan cuaca ekstrim yang mengakibatkan bencana alam menjadi latar belakang perlu adanya penelitian tentang Analisis vegetasi pohon dan pole di hutan Taman Nasional Gunung Leuser Resort Tenggulun yang bertujuan untuk melindungi dan mempertahankan kawasan hutan tersebut sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.

### METODE

**Bahan penelitian.** Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah alkohol 70%, aquadest dan kapur barus.

**Metode kerja di lapangan.** Penentuan areal lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Purposive Sampling. Pengambilan data pada areal penelitian dilakukan dengan menggunakan metode kombinasi antara metode jalur dan metode garis berpetak dengan 20 m x 20 m (Soerianegara dan Indrawan, 2012). Penentuan lokasi penelitian didasarkan atas survei sebelumnya. Pada masing-masing lokasi penelitian dibuat garis rintis sepanjang 200 meter dengan menggunakan tali tambang. Pada garis rintis ini dibuat plot besar dengan ukuran 20m x 200m. Pada plot besar ini (20m x 200 m) dibuat sub-

sub plot dengan ukuran 20 m x 20 m sebanyak 10 sub plot untuk pengambilan data analisis vegetasi pohon. Pada setiap plot dilakukan pengamatan pada seluruh pohon yang berdiameter  $\geq 35$  cm dan mengukur diameter batang pohon setinggi dada orang dewasa atau sekitar 1,3 m dari permukaan tanah dengan menggunakan dbh meter atau meteran dan pada setiap batang yang telah diukur diberi nomor (tagging) dan dicatat jenis pohonnya. Spesimen dari seluruh individu dikoleksi dan diberi label gantung setelah lebih dahulu mencatat ciri-ciri morfologinya. Kemudian dilakukan pengawetan spesimen yaitu spesimen disusun dan dibungkus dengan kertas koran dan dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi alkohol 70%. Udara dalam kantong plastik dikeluarkan dan kantong plastik ditutup dengan lakban. Selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dikeringkan.

**Metode kerja di laboratorium.** Setelah pengamatan di lapangan berakhir, spesimen tumbuhan yang telah dikoleksi dibawa ke laboratorium dibuka kembali dan kertas korannya diganti dengan kertas koran yang baru. Kemudian disusun kembali untuk dikeringkan dalam oven pengering dengan temperatur  $\pm 60^{\circ}$  C selama 48 jam. Spesimen yang telah benar-benar kering dibuat herbarium kemudian diidentifikasi.

**Analisa data.** Analisis vegetasi dihitung berdasarkan besarnya Indeks Nilai Penting (INP) yang didalamnya meliputi Kerapatan Relatif (KR), Dominansi Relatif (DR) (Kainde *et al*, 2011).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Kekayaan Jenis Pohon.** Hasil penghitungan nilai Kerapatan Relatif (KR), Frekuensi Relatif (FR) dan Dominansi Relatif menghasilkan Indeks Nilai Penting (INP) yang menggambarkan dominansi jenis tertentu dalam komunitasnya. Besarnya nilai INP dapat menjadi acuan bioindikator lingkungan. Semakin tinggi INP suatu jenis, semakin dapat tumbuhan tersebut bertahan dalam habitatnya serta melanjutkan siklus hidupnya dengan baik (Ihsan, 2013).

Tabel 1. Kekayaan Jenis Pohon di Hutan Taman Nasional Gunung Leuser Resort Tenggulun

| NO            | Jenis                         | Jlh       | K             | KR            | F           | FR            | D             | DR            | INP   |
|---------------|-------------------------------|-----------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|-------|
| 1             | <i>Aglaia Sp</i>              | 5         | 12,50         | 7,46          | 0,50        | 7,46          | 102,37        | 10,69         | 25,61 |
| 2             | <i>Aleurites moluccana</i>    | 6         | 15,00         | 8,95          | 0,60        | 8,95          | 71,29         | 7,44          | 25,35 |
| 3             | <i>Anaxagorea javanica</i>    | 4         | 10,00         | 5,97          | 0,40        | 5,97          | 76,66         | 8,00          | 19,94 |
| 4             | <i>Buchanania Sp</i>          | 3         | 7,500         | 4,47          | 0,30        | 4,47          | 50,35         | 5,25          | 14,21 |
| 5             | <i>Casearia Sp</i>            | 3         | 7,500         | 4,47          | 0,30        | 4,47          | 61,06         | 6,37          | 15,33 |
| 6             | <i>Cinnamomum burmannii</i>   | 3         | 7,500         | 4,47          | 0,30        | 4,47          | 39,43         | 4,11          | 13,07 |
| 7             | <i>Diospyros Sp</i>           | 3         | 7,500         | 4,47          | 0,30        | 4,47          | 39,82         | 4,15          | 13,11 |
| 8             | <i>Lithocarpus Sp</i>         | 3         | 7,500         | 4,47          | 0,30        | 4,47          | 38,60         | 4,03          | 12,98 |
| 9             | <i>Litsea Sp</i>              | 6         | 15,00         | 8,95          | 0,60        | 8,95          | 95,07         | 9,92          | 27,83 |
| 10            | <i>Macaranga gigantea</i>     | 9         | 22,50         | 13,43         | 0,90        | 13,43         | 129,23        | 13,49         | 40,36 |
| 11            | <i>Macaranga tanaria</i>      | 7         | 17,50         | 10,44         | 0,70        | 10,44         | 80,36         | 8,39          | 29,28 |
| 12            | <i>Macaranga triloba</i>      | 7         | 17,50         | 10,44         | 0,70        | 10,44         | 85,00         | 8,87          | 29,77 |
| 13            | <i>Mallotus paniculatus</i>   | 3         | 7,50          | 4,47          | 0,30        | 4,47          | 27,91         | 2,91          | 11,87 |
| 14            | <i>Semecarpus bunburianus</i> | 3         | 7,500         | 4,47          | 0,30        | 4,47          | 31,88         | 3,33          | 12,28 |
| 15            | <i>Villebrunea rubescens</i>  | 2         | 5,00          | 2,98          | 0,20        | 2,98          | 28,45         | 2,97          | 8,94  |
| <b>Jumlah</b> |                               | <b>67</b> | <b>167,50</b> | <b>100,00</b> | <b>6,70</b> | <b>100,00</b> | <b>957,56</b> | <b>100,00</b> |       |

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Taman Nasional Gunung Leuser Resort Tenggulun (Tabel 1). Nilai KR tertinggi terdapat pada jenis *Macaranga gigantea* dengan jumlah 22,50 begitu juga dengan nilai FR tertinggi yang terdapat pada jenis *Macaranga gigantea* dengan jumlah 13,43 dan nilai INP tertinggi terdapat pada jenis *Macaranga gigantea* dengan nilai 40,36 (**Tabel 1**). Hal ini menandakan bahwa jenis *Macaranga gigantea* merupakan tumbuhan yang paling dominan serta mampu bertahan hidup. Menurut (Utama, 2012) mengatakan tidak semua jenis tumbuhan yang cocok hidup pada lahan kritis. Tumbuhan pionir dikenal sebagai tumbuhan yang berperan penting dalam pemulihan lahan kritis karena adaptasi yang tinggi. *Macaranga* dikenal sebagai tumbuhan pionir yang mudah tumbuh pada

hutan sekunder dan lahan terbuka. Pertumbuhan jenis ini memerlukan kelembaban yang cukup dan beradaptasi tinggi untuk tumbuh di lahan terbuka pada kondisi ekologi yang beragam. Berdasarkan hasil penelitian dapat dikatakan bahwa pembalakan mekanis menyebabkan kerusakan baik habitat fisik maupun vegetasinya. Akibatnya permudaan alami tidak berjalan dengan baik, sehingga terjadi perubahan komposisi vegetasi yang didominasi oleh jenis-jenis sekunder. Beberapa jenis primer hanya ditemukan pada kondisi vegetasi yang tidak terganggu ditandai dengan kanopi yang relatif tertutup. Adanya keterkaitan suatu jenis tumbuhan terhadap kondisi habitat tertentu cukup menarik untuk ditelaah lebih lanjut.

**Kekayaan Jenis Pole.** Dari hasil penelitian didapatkan nilai KR tertinggi terdapat pada jenis *Macaranga gigantea* dengan nilai 25,81 dan nilai FR tertinggi terdapat pada *Macaranga gigantea* dengan nilai 25,81 serta INP tertinggi juga terdapat pada *Macaranga gigantea* dengan nilai 78,15 (**Tabel 2**). Hal ini dikarenakan sebahagian tumbuhan berhasil tumbuh dalam kondisi lingkungan yang beraneka ragam sehingga tumbuhan tersebut cenderung tersebar luas

Tabel 2. Kekayaan Jenis Pole di Hutan Taman Nasional Gunung Leuser Resort Tenggulun

| No.           | Jenis                        | Jlh       | K          | KR            | F          | FR            | D             | DR            | INP   |
|---------------|------------------------------|-----------|------------|---------------|------------|---------------|---------------|---------------|-------|
| 1             | <i>Aleurites moluccana</i>   | 1         | 10         | 3,23          | 0,1        | 3,23          | 24,97         | 5,49          | 11,94 |
| 2             | <i>Cinnamomum burmannii</i>  | 3         | 30         | 9,68          | 0,3        | 9,68          | 51,09         | 11,23         | 30,59 |
| 3             | <i>Diospyros Sp</i>          | 1         | 10         | 3,23          | 0,1        | 3,23          | 20,71         | 4,55          | 11,00 |
| 4             | <i>Knema Sp</i>              | 4         | 40         | 12,90         | 0,4        | 12,90         | 52,04         | 11,44         | 37,25 |
| 5             | <i>Lithocarpus Sp</i>        | 4         | 40         | 12,90         | 0,4        | 12,90         | 83,07         | 18,26         | 44,07 |
| 6             | <i>Litsea Sp</i>             | 4         | 40         | 12,90         | 0,4        | 12,90         | 72,18         | 15,87         | 41,67 |
| 7             | <i>Macaranga gigantea</i>    | 8         | 80         | 25,81         | 0,8        | 25,81         | 120,73        | 26,54         | 78,15 |
| 8             | <i>Macaranga triloba</i>     | 3         | 30         | 9,68          | 0,3        | 9,68          | 29,56         | 6,50          | 25,85 |
| 9             | <i>Villebrunea rubescens</i> | 3         | 30         | 9,68          | 0,3        | 9,68          | 0,59          | 0,13          | 19,49 |
| <b>Jumlah</b> |                              | <b>31</b> | <b>310</b> | <b>100,00</b> | <b>3,1</b> | <b>100,00</b> | <b>454,92</b> | <b>100,00</b> |       |

Nilai kerapatan suatu jenis menunjukkan jumlah individu jenis dalam luasan tertentu, oleh karena itu nilai KR tidak dapat menggambarkan distribusi jenis tersebut dalam areal penelitian. Gambaran mengenai distribusi tumbuhan dapat diketahui dengan menghitung nilai Frekuensi Relatif (FR) nya. Nilai FR merupakan perbandingan antara jumlah plot ditemukannya jenis tertentu dengan jumlah total plot penelitian secara keseluruhan. Frekuensi kehadiran sering pula dinyatakan dengan konstansi. Konstansi atau frekuensi kehadiran organisme dapat dikelompokkan atas empat kelompok yaitu jenis yang aksidental (frekuensi 0-25%), jenis assessor (frekuensi 25-50%), jenis konstan (frekuensi 50-75%), dan jenis absolut (frekuensi di atas 75%) (Suin, 2002).

Dominansi jenis menunjukkan jenis-jenis tumbuhan yang berperan penting dalam suatu komunitas di areal hutan. Dominansi jenis ini ditunjukkan dengan Nilai Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi. Tingginya nilai INP pun menunjukkan bahwa jenis-jenis tersebut mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan sekitarnya lebih baik dibanding jenis lainnya.

Pada penelitian Wahyuni & Hendra (2016), menyatakan bahwa tingkat kerapatan vegetasi di blok Inobonto Poigar I sebesar 352 individu pohon/ ha dan rata-rata bidang dasar sebesar 16,77 m<sup>2</sup> /ha. Struktur tegakan di lokasi penelitian sebagian besar vegetasi termasuk dalam kelas diameter 0-10 cm (31,66 %) dan 20-30 cm (29,16 %). *Trema orientalis* merupakan jenis dengan INP tertinggi di tingkat pertumbuhan tiang dan pohon, sedangkan *Piper sp.* mendominasi tingkat pancang. Vegetasi tingkat pancang memiliki nilai keanekaragaman jenis yang lebih tinggi dibandingkan pohon dan tiang. Hasil analisis vegetasi menunjukkan blok Inobonto Poigar 1 termasuk dalam hutan sekunder.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- Pada jenis pohon nilai KR tertinggi terdapat pada jenis *Macaranga gigantea* dengan jumlah 22,50 begitu juga dengan nilai FR tertinggi yang terdapat pada jenis *Macaranga gigantea* dengan jumlah 13,43 dan nilai INP tertinggi terdapat pada jenis *Macaranga gigantea* dengan nilai 40,36.
- Pada jenis Pole nilai KR tertinggi terdapat pada jenis *Macaranga gigantea* dengan nilai 25,81 dan nilai FR tertinggi terdapat pada *Macaranga gigantea* dengan nilai 25,81 serta INP tertinggi juga terdapat pada *Macaranga gigantea* dengan nilai 78,15..

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih penulis ucapkan kepada DP2M DIKTI karena riset penulis dibiayai oleh Hibah Penelitian Dosen Pemula dari DP2M DIKTI dengan kontrak Nomor: 067/SP2H/LT/DRPM/II/2016 tanggal 17 Pebruari 2016.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Balai Besar Taman Nasional Gunung Leuser, 2007. *Buletin Jejak Leuser*, 3:1-32.
- Chua, S. C., Benjamín S. R., Kang M. N., Matthew D. P., & Shawn K. Y. L. 2013. Slow recovery of a secondary tropical forest in Southeast Asia. *Forest Ecology and Management*, 308: 153-160.
- Ihsan, M, 2013, Studi *Altitudinal* Vegetasi Pohon dan Pole Serta Potensi Karbon Tersimpan di Jalur Pendakian Sigarang-garang Hutan Gunung Sinabung, Kabupaten Karo, Tesis Program Pascasarjana Biologi, FMIPA Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Kacholi, D. S. 2014. Analysis of structure and diversity of the Kilengwe Forest in the Morogoro Region, Tanzania. *International Journal of Biodiversity*, Volume 2014: 8.
- Kainde, R. P., Ratag, S. P., Tasirin, J. S dan Faryanti, D. 2011. Analisis vegetasi Hutan Lindung Gunung Tumpa. *Jurnal Eugenia*. 17:1-11.
- Subhan. 2010. Analisis Kerusakan Hutan di Kawasan Hutan Taman Nasional Gunung Leuser Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah VI Besitang. Tesis Program Pasca Sarjana PSL, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Suin, N. 2002. Metoda Ekologi. *Universitas Andalas*. Padang
- Soerianegara I, dan Indrawan A. 2012. *Ekologi Hutan Indonesia*. *Institut Pertanian Bogor*. Bogor.
- Utama, A. P. 2012. Studi Morfometrik Daun *Macaranga Thou*. Di Hutan Pendidikan dan Penelitian Biologi (HPPB). *Jurnal Biologi Univrsitas Andalas*. 1:54-62.
- Wahyuni, I. L., & hendra, S. M. 2016. Struktur, Komposisi dan keragaman jenis pohon di hutan produksi Inobonto Poigar I, KPHP Poigar, Sulawesi Utara. *Jurnal WASIAN*, 3: 45-50.

## POTENSI KARBON TERSIMPAN (*CARBON SEQUESTRATION*) DI HUTAN ARBORETUM TAMAN NASIONAL KELIMUTU

**Ridwan Fauzi**

Calon Peneliti/ Puslitbang Kualitas dan Laboratorium Lingkungan, KLHK, Serpong, Banten, Indonesia

\*Corresponding author: ridwan\_fkt@yahoo.com

**Abstrak.** Kawasan hutan sebagai salah satu pengendali dampak perubahan iklim mempunyai nilai *intangible product* yang apabila dihitung nilai ekonomi dan ekologisnya jauh lebih besar dari *tangible product*. Hutan mampu menyerap karbon ( $CO_2$ ) dan pelepas udara bersih ( $O_2$ ). Hutan Arboretum Taman Nasional Kelimutu merupakan hutan alam yang difungsikan sebagai penunjang wisata pendidikan lingkungan tentunya mempunyai potensi karbon tersimpan juga. Oleh karena itu, Balai Taman Nasional Kelimutu melakukan kegiatan Identifikasi Kemampuan Hutan Arboretum Taman Nasional Kelimutu Dalam Penyerapan Karbon (*Carbon Sequestration*). Identifikasi ini bertujuan mengetahui jumlah biomassa, kemampuan menyimpan karbon (C), serta jumlah karbondioksida ( $CO_2$ ). Menurut Chave J., et al, (2005) pengukuran biomassa karbon pada tegakan dapat didekati melalui pengukuran volume pohon pada batang utama. Penghitungan dilakukan secara manual yaitu dengan menggunakan perhitungan biomassa pohon dengan persamaan:

$$AGB = F \times \rho \times \frac{\pi D^2}{4} \times H$$

Dimana AGB (*above ground biomass*) adalah jumlah biomassa yang berada diatas permukaan tanah,  $\rho$  adalah berat jenis kayu ( $g/cm^3$ ),  $D$  adalah diameter setinggi dada (1.3 m) dalam cm dan  $H$  adalah tinggi total pohon (dalam meter). Berdasarkan hasil identifikasi, di hutan arboretum Taman Nasional Kelimutu terdapat 37 jenis tumbuhan berkayu dengan jumlah biomassa sebesar 1.161,796 ton; kemampuan menyimpan karbon (C) sebesar 534,42 ton karbon atau sekitar 118,76 ton/ha, serta jumlah karbondioksida ( $CO_2$ ) terserap sebanyak 1.959,563 ton.

**Kata kunci:** Arboretum Taman Nasional Kelimutu, Karbon Tersimpan.

### PENDAHULUAN

Perubahan kondisi cuaca yang tidak menentu berimbas pada perubahan iklim global, merupakan fenomena yang telah terjadi saat ini. Sumber emisi karbon di atmosfer sebagai penyebab pemanasan global disebabkan lebih banyak oleh aktifitas manusia seperti dari transportasi, pembakaran minyak, gas, arang dan kayu, proses-proses industri dan penebangan serta kebakaran hutan. Di satu sisi, hutan yang diharapkan menjadi pengendali pemanasan global, kondisinya semakin mengkhawatirkan. Penjarahan hutan (*illegal logging*) dari waktu ke waktu semakin marak. Berdasarkan data laju deforestasi (kerusakan hutan) Kementerian Kehutanan periode 2003 s/d 2006 diketahui laju deforestasi di Indonesia sebesar 1,17 juta hektar per tahun (Kompas, 2010).

Kerusakan hutan disinyalir disebabkan kuatnya paradigma bahwa hutan adalah kayu (*timber oriented*). Hutan masih sekedar dilihat dari nilai *tangible* berupa produk yang bisa dijual secara langsung seperti kayu bulat untuk kayu lapis atau perabot rumah. Padahal hutan juga penghasil *intangible product* yang apabila dihitung, nilai ekonomi dan ekologisnya jauh lebih tinggi dari nilai ekonomi kayu (*tangible product*). Nilai *intangible* hutan antara lain sebagai pencegah banjir di musim hujan dan penyimpanan air dimusim kemarau (tata air). Hutan juga merupakan penyerap karbon ( $CO_2$ ) dan pelepas udara bersih ( $O_2$ ) atau lebih dikenal sebagai paru-paru dunia. Menurut Alexandrov (2007) dalam Zribi, L., et al (2016) karbondioksida dari atmosfer terakumulasi dalam bentuk bahan organik dalam tanah dan pohon, siklus ini dapat terjadi antara hutan dan atmosfer melalui proses dekomposisi bahan organik.

Menurut Ginoga (2004), pada ekosistem hutan, karbon terakumulasi pada biomassa tegakan terutama bagian batang dan penyerapan karbon tergantung pada waktu dan variasi pertumbuhan pada setiap spesies. Berdasarkan hasil penelitian Boyce (1995) seperti dikutip Fandeli (2004), menunjukkan bahwa pada bagian tubuh pohon dan tegakan pohon di atmosfer ternyata memiliki kandungan karbon yang tidak sama antara berbagai bagian tubuh pohon. Hal yang menarik dari penelitian ini adalah karbon yang terdapat pada daun justru lebih sedikit dan terbanyak pada batang.

Dengan demikian pengukuran biomassa karbon pada tegakan dapat didekati dengan pengukuran volume batang pohon. Hal ini karena pendekatan tersebut mempunyai akurasi yang relatif tinggi, mudah untuk dilakukan dan mudah untuk diverifikasi. Menurut Brown, S., (1997) karbon yang terdapat diakar dan di dalam tanah menurut beberapa penelitian menunjukkan nilai yang relatif kecil, sehingga bisa diabaikan.

Seiring dengan perkembangan trend dunia dengan melihat sisi pemanfaatan hutan sebagai penyedia jasa lingkungan melalui penyerapan karbon, Taman Nasional Kelimutu sebagai salah satu kawasan pelestarian alam yang ada di Indonesia terdapat hutan arboretum yang difungsikan sebagai penunjang wisata pendidikan lingkungan yang mempunyai banyak potensi terutama sebagai hutan alam dengan keberagaman jenis serta ketutupan lahan yang tinggi tentunya memiliki kemampuan untuk menyimpan karbon. Menurut Hairiah K., et al (2007), hutan alami merupakan penyimpan karbon (C) tertinggi bila

dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan pertanian. Oleh karena itu, Taman Nasional Kelimutu melaksanakan kajian potensi hutan arboretum dalam menyimpan karbon (*carbon sequestration*).

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah biomassa, kemampuan menyimpan karbon (C), serta jumlah karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang mampu diserap pada tegakan hutan arboretum di kawasan Taman Nasional Kelimutu. Dampak yang diharapkan dari kegiatan ini adalah:

1. Menimbulkan kesadaran pada masyarakat bahwa hutan tidak bernilai *tangible* saja namun juga mempunyai nilai *intangible* yang jauh lebih besar.
2. Tersedianya data mengenai kemampuan hutan arboretum dalam menyimpan karbon.
3. Sebagai pembelajaran dalam perhitungan karbon tersimpan pada tegakan pohon hutan.
4. Sebagai upaya untuk alternatif pendanaan bagi kelestarian hutan melalui *Scheme Debt For Nature Swap* (DNS) ataupun *carbon trade*

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada hutan arboretum (1496 mdpl) di kawasan Taman Nasional Kelimutu dalam waktu 1 (satu) bulan, yaitu pada bulan Maret 2010 dan difokuskan pada jenis tumbuhan berkayu. Penghitungan dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung total berat karbon tersimpan pada masing-masing jenis dan dikumulatifkan untuk mengetahui jumlah karbon tersimpan. Model penghitungan karbon yang digunakan adalah model yang bersifat manual dengan menggunakan pendekatan perhitungan biomassa pohon. Model penghitungan yang di pakai adalah alometrik biomassa (Chave J., et al, 2005) dengan persamaan:

$$AGB = F \times \rho \times \frac{\pi D^2}{4} \times H$$

Dimana AGB (*above ground biomass*) adalah jumlah biomassa yang berada diatas permukaan tanah,  $\rho$  adalah berat jenis kayu (g/cm<sup>3</sup>), D adalah diameter setinggi dada (1.3 m) dalam cm dan H adalah tinggi total pohon (dalam meter). Menurut Dawkins (1961) dan Gray (1966) dalam Chave J., et al (2005) mengemukakan bahwa nilai konstanta faktor bentuk F untuk jenis-jenis tumbuhan berdaun lebar (*boardleaf species*) adalah 0,06; sedangkan untuk jenis tumbuhan berdaun jarum (*conical shape*) menggunakan nilai faktor konstanta bentuk F adalah 0,0333. Menurut Hairiah, K., et al (2007) untuk mengetahui jumlah C tersimpan dapat mengalikan total berat biomassa (*above ground biomass / AGB*) dengan konsentrasi C dalam bahan organik (46%), sehingga akan diperoleh persamaan sebagai berikut:

Jumlah C Tersimpan = Berat biomassa (AGB) X 0,46

Menurut Morikawa dalam Mutiara, TB., et al. (2003) untuk mengetahui jumlah serapan CO<sub>2</sub> dapat dilakukan dengan mengkonversi karbon tersimpan dengan perbandingan massa atom CO<sub>2</sub> dan massa atom C dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Jumlah Serapan CO<sub>2</sub> =  $\frac{44}{12}$  X Jumlah C Tersimpan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan identifikasi kemampuan hutan arboretum dalam menyimpan karbon dengan cara sensus (100%), di hutan arboretum Taman Nasional Kelimutu terdapat 37 jenis tumbuhan berkayu yang termasuk dalam 23 famili. Famili dengan jumlah jenis tumbuhan terbanyak yaitu famili Euphorbiaceae sebanyak 6 jenis. Sedangkan famili lainnya seperti Ulmaceae, Moraceae, Lauraceae dan Actinidiaceae masing-masing 4, 3, 3 dan 2 jenis tumbuhan. Famili lainnya sebanyak 18 famili hanya terdiri dari 1 jenis tumbuhan.

Biomassa seluruh tumbuhan berkayu di Arboretum berdasarkan kegiatan identifikasi mencapai 1.161,796 ton. Separuh lebih biomassa disumbang oleh biomassa *Casuarina junghuhniana* yang mencapai 625,120 ton atau 53,8%. Besar kecilnya biomassa total dipengaruhi oleh berat jenis kayu, diameter, tinggi dan jumlah ditemukan tumbuhan tersebut di hutan arboretum.

Tumbuhan berkayu di hutan arboretum dapat menyimpan karbon sebesar 534,42 ton karbon atau sekitar 118,76 ton/ha. Berdasarkan hasil identifikasi ini, *Casuarina junghuhniana* mempunyai kemampuan sebagai penyimpan stok karbon paling tinggi apabila dibandingkan dengan jenis yang lain yang berada di kawasan hutan arboretum. *Casuarina junghuhniana* merupakan jenis tumbuhan yang hidup di daerah dataran tinggi (1500–3100 mdpl) akan tetapi di Pulau Wetar dan Pulau Timor tumbuhan ini mampu tumbuh pada ketinggian 800 mdpl (Pinyopusarek, K. et al., 2005).

Serapan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) menjadi penting, karena tumbuhan melalui proses fotosintesis bisa mengubah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) menjadi oksigen (O<sub>2</sub>) secara alami. Kondisi ini yang menjadikan hutan menjadi sangat penting sebagai penyimpan stok karbon, penyerap (CO<sub>2</sub>) dan menghasilkan (O<sub>2</sub>), dimana ketiga hal ini sangat menentukan keberlangsungan kehidupan di dunia.

Berdasarkan hasil identifikasi ini, tumbuhan berkayu di hutan arboretum mampu menyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebanyak 1.959,563 ton. Besarnya serapan karbon ini berbanding lurus dengan biomassa tumbuhan dan potensi karbon. *Casuarina junghuhniana* mampu menyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebanyak 1.054,369 ton, atau 53,8% serapan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) seluruh tumbuhan berkayu di hutan arboretum.

Taman Nasional Kelimutu berupaya untuk meningkatkan serapan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di arboretum dengan melakukan *enrichment planting*, upaya tersebut dilakukan dengan cara menanam tumbuhan-tumbuhan yang belum ada di arboretum baik tumbuhan berkayu maupun non kayu namun berada di tempat lain di dalam kawasan Taman Nasional Kelimutu. Upaya penanaman ini dilakukan dengan menanam di areal kosong atau di tempat yang ditumbuhi oleh tumbuhan Ki Rinyuh, dengan adanya penggantian tumbuhan Ki Rinyuh dengan tumbuhan berkayu diharapkan mampu meningkatkan jumlah serapan karbon (tumbuhan berkayu memiliki biomassa lebih besar dibandingkan tumbuhan bawah/ perdu) selain sebagai perwujudan fungsi arboretum sebagai miniature flora yang ada di dalam kawasan Taman Nasional Kelimutu.

### KESIMPULAN

Berdasarkan pelaksanaan kegiatan identifikasi kemampuan hutan arboretum dalam menyimpan karbon (*carbon sequestration*) di Kawasan Taman Nasional Kelimutu dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tumbuhan berkayu di hutan arboretum Taman Nasional Kelimutu mampu menyimpan karbon (C) sebanyak 534.426,52 kg atau 534,43 ton; dengan rata-rata per hektar luasan 118.761,45 kg/ha atau 118,76 ton/ha.
2. Jumlah biomassa yang dimiliki sebesar 1.161.796,78 kg atau 1.161,80 ton; dengan rata-rata per hektar luasan mencapai 258.177,06 kg/ha atau 258,18 ton/ha.
3. Jumlah karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang tersimpan sebesar 1.959.563,91 kg atau 1.959,56 ton; dengan rata-rata per hektar luasan mencapai 435.458,65 kg/ha atau 435,46 ton/ha.

### DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_, 2005, *Manual of Biomass Survey and Analysis*, Forestry Research and Development Agency (FORDA) & Japan International Cooperation Agency (JICA).
- \_\_\_\_\_, 2010, *Deforestasi Mengancam Satwa Kehidupan Endemik*. <http://cetak.kompas.com/read/xml/2010/02/23/03403247/deforestasi.mengancam.kehidupan.satwa.endemik>.
- \_\_\_\_\_, 2010, <http://www.worldagroforestry.org/sea/Products/AFDbases/wd/Index.htm>
- Brown, S., 1997. *Estimating biomass and biomass change of tropical forests, a primer*. FAO Forestry paper No. 134. FAO, Rome, 55 pp
- Chave J., et al., 2005, *Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests*. *Ecosystem Ecology. Oecologia* (2005) 145: 87–99 DOI 10.1007/s00442-005-0100-x
- Fandeli, C. 2004. *Perhutanan Kota*. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta
- Ginoga, K. 2004. *Beberapa Cara Perhitungan Biomassa Karbon*. *Jurnal Sosial Ekonomi* Vol. 4 No. 1, Tahun 2004. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial, Budaya dan Ekonomi Departemen Kehutanan. Bogor.
- Hairiah, K., & Subekti R., 2007, *Petunjuk Praktis Pengukuran “Karbon Tersimpan” Di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*, World Agroforestry Centre, ICRAF Southeast Asia.
- Mutiara, TB., et al., 2003, *Kajian Kuantifikasi Hutan Tanaman Pada Hutan Tanaman Jati (Tectona grandis LINN.)*, <http://www.scribd.com/doc/19481954/Heru-Dwi-Riyanto-Jati-karbon>.
- Pinyopusarerk, K. et al., 2005, *Variations In Growth And Morphological Characteristics Of Casuarina Junghuhniana Provenances Grown In Thailand*, *Journal of Tropical Forest Science* 17(4): 574--587
- Zribi, Lobna. et al., 2016, *Estimate of Biomass and Carbon Pools in Disturbed and Undisturbed Oak Forests in Tunisia*, *Forest Systems*. 25(2), e060, 12 pages (2016), eISSN: 2171-9845.

## ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ASAM LAKTAT BERPOTENSI PROBIOTIK DARI *DENGKE NANIURA* YANG DIOLAH DARI IKAN MAS (*CYPRINUS CARPIO*) HASIL BUDIDAYA

Maria Manik<sup>1\*</sup>, Jamaran Kaban<sup>2</sup>, Jansen Silalahi<sup>3</sup>, Mimpin Ginting<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program S-3 Kimia-FMIPA-USU-Medan, Staf Pengajar Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas HKBP Nommensen, Medan 20234

<sup>2</sup>Staf Pengajar Departemen Kimia FMIPA USU

<sup>3</sup>Staf Pengajar Fakultas Farmasi USU

<sup>4</sup>Staf Pengajar Departemen Kimia FMIPA USU

\*e-mail: [maria\\_l\\_manik@yahoo.com](mailto:maria_l_manik@yahoo.com)

**Abstrak.** *Dengke Naniura* diolah dari ikan Mas yang direndam dalam sari asam jungga dan dikonsumsi tanpa pemanasan. Kondisi tanpa pemanasan pada makanan ini memungkinkan tumbuh dan berkembangnya Bakteri Asam Laktat. Beberapa jenis Bakteri Asam Laktat merupakan bakteri probiotik. Probiotik diartikan sebagai mikroorganisme hidup yang ketika dikonsumsi dalam jumlah cukup, secara aktif dapat mendukung kesehatan tubuh konsumen melalui peningkatan keseimbangan mikrobiota usus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan probiotik dari Bakteri Asam Laktat yang diisolasi dari *Dengke Mas Naniura*. Dalam penelitian ini telah diisolasi 5 jenis Bakteri Asam Laktat dari *Dengke Mas Naniura* dengan media agar *De Man Rogosa and Sharpe (MRS)* dan dilakukan identifikasi sifat fenotif. Bakteri Asam Laktat yang diisolasi dari *Dengke Mas Naniura* mempunyai daya tahan hidup dalam garam empedu sampai 3 % dan pH rendah sampai 2. Isolat Bakteri Asam Laktat tersebut mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Dari Hasil Penelitian dapat disimpulkan bahwa pada *Dengke Mas Naniura* dapat tumbuh Bakteri Asam Laktat yang mempunyai kemampuan probiotik.

**Kata kunci:** *Dengke Mas Naniura*, Probiotik, Bakteri Asam Laktat, Garam Empedu, pH rendah, Aktifitas Antimikrobia

### PENDAHULUAN

*Dengke Naniura* atau ikan yang diasamkan, dibuat dari ikan Mas (*Cyprinus carpio*) segar merupakan salah satu jenis makanan tradisional Batak Toba Sumatera Utara yang dikonsumsi sebagai lauk sumber protein. Ikan mas yang ditemukan hidup di danau Toba sejak dahulu kala merupakan makanan penting sumber protein maupun keperluan adat dan budaya dalam masyarakat Batak. Saat ini ikan mas hasil budidaya dalam tambak banyak ditemukan di pasar sehingga ikan Mas hasil budidaya juga digunakan untuk pembuatan *Dengke Mas Naniura*. *Dengke Mas Naniura* diolah dengan cara perendaman dalam larutan sari jeruk sunde atau *unte jungga* dan bumbu hingga ikan menjadi lunak dan siap dikonsumsi tanpa pemasakan. Bumbu naniura yang terdiri dari andaliman, bawang merah, bawang putih, kunyit, jahe, kencur, cabai rawit, kemiri dan batang kecombrang digunakan untuk menambah rasa dan memperbaiki penampilan. Cara pengolahan *Dengke Mas Naniura* bervariasi dalam jumlah asam dan waktu perendaman serta jumlah bumbu sesuai dengan selera masyarakat. Waktu perendaman dalam larutan asam dan bumbu bervariasi antara 3 - 9 jam. (Nainggolan dan Manik, 1997; Manik dan Naibaho, 2005; Manik, 2013, Manalu, 2009, Paiton, 2013). Dalam proses pengasaman ini akan terjadi pembengkakan pada otot ikan karena asam menyebabkan perubahan sifat pada protein kolagen dan akan membuat daging ikan menjadi lunak tanpa perlakuan pemanasan. (Belitz dan Grosch, 1982).

*Dengke Mas Naniura* diolah hanya dengan perendaman dalam larutan asam dan tanpa pemanasan. Pemanasan yang umum dilakukan dalam pengolahan pangan di samping untuk memperbaiki rasa dan mempermudah pencernaan juga akan membunuh mikrobia. Sebagai permasalahan apakah larutan asam dengan jumlah dan lama perendaman yang umum dilakukan dalam pengolahan *Dengke Mas Naniura* yang dapat melunakkan daging ikan juga dapat mematikan mikrobia patogen yang mungkin terbawa dalam bahan-bahan naniura yaitu ikan mas dan bumbu-bumbu naniura. (Sopandi, 2014)

*Dengke Mas Naniura* merupakan makanan dengan komposisi kimia nutrisi kadar air 69%, kadar lemak 6,35%, kadar protein 13,38% dan kadar abu 0,80% (Manik dkk. 2015) termasuk makanan asam dengan total asam 5,28% dan pH 4,02 (Nainggolan dan Manik, 1997). Kandungan zat nutrisi *dengke naniura* dengan pH rendah serta kandungan karbohidrat dari bumbu-bumbu (kandungan karbohidrat g/100g bahan pada cabai rawit 20,1%, bawang merah 9,2%, bawang putih 23,1%, kemiri 8,0 %) sebagai sumber energi bakteri, memungkinkan bakteri tahan asam (bakteri asidurik) yang dapat hidup pada pH rendah (<4) dapat berkembang. Beberapa spesies dari genus *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus* dan *Streptococcus* termasuk ke dalam kelompok bakteri asidurik. Bakteri-bakteri asidurik tersebut di atas termasuk kelompok Bakteri Asam Laktat (BAL) (Sopandi, 2014). Asam laktat yang dihasilkan bakteri ini akan menghambat perkembangan bakteri yang merugikan seperti *Escherichia Coli* dan genus *Clostridium* yang tidak tahan terhadap suasana asam. (Silalahi, 2006).

Manik dan Naibaho, 2005, dengan metode hitungan cawan menemukan koloni bakteri pada *Dengke Mas Naniura*. Hasil identifikasi Purba, 2011 dengan pengecatan gram dan pengamatan dengan mikroskop menyatakan bahwa bakteri pada *Dengke Mas Naniura* adalah bakteri *Lactobacillus sp.* Menurut Silalahi, 2006 proses pengolahan *Dengke Mas Naniura* memungkinkan BAL yang merupakan sumber probiotik dapat berkembang.

"Probiotik" berasal dari bahasa Yunani yang berarti "for life" yaitu untuk kehidupan. (Lee, 2009). Probiotik diartikan sebagai mikroorganisme hidup yang ketika dikonsumsi dalam jumlah cukup, secara aktif dapat mendukung kesehatan tubuh konsumen melalui peningkatan keseimbangan mikrobiota usus. (FAO/WHO 2002). Probiotik sebenarnya bukan produk baru namun sudah dikenal manfaatnya sejak dahulu kala. Dalam Testamen bahasa Persia disebutkan bahwa Abraham mempunyai umur panjang karena konsumsi susu asam. Metchnikof 1908 menghubungkan umur panjang bangsa Bulgaria dengan tingginya konsumsi susu fermentasi yang mengandung *Lactobacilli* (Homayuoni, 2012).

Penelitian-penelitian telah menunjukkan berbagai pengaruh positif probiotik. Probiotik dapat mempengaruhi peningkatan perkembangan otak dan karakter pada saat dewasa (Heijtz dkk., 2011), memperbaiki kesehatan pencernaan dengan melindungi dari bahaya mikrobia patogen, antihipertensif dan antioksidatif, antikarsinogenik, memperbaiki artritis, mengurangi gejala alergi dan penyakit kulit, melindungi dari gangguan caries gigi (*dental carries*), osteoforesis dan obesitas, memperbaiki profil lipid (kolesterol total, kolesterol LDL- kolesterol HDL dan trigliserida) (Homayouni dkk., 2012) serta memperbaiki konsentrasi serum insulin. (Mariush dan Ismail, 2013). Pendekatan probiotik saat ini adalah dengan mengkonsumsi sel bakteri penghasil asam laktat seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* di dalam makanan atau dalam bentuk suplemen makanan. Dosis probiotik yang direkomendasikan adalah  $10^7 - 10^{10}$  CFU (*Colony Forming Unit*) untuk sekali konsumsi dan dalam sehari dapat dikonsumsi 3-4 kali. (Lee, 2009). Probiotik menyebabkan komposisi mikroflora dalam kolon akan berubah. Populasi mikroba yang menguntungkan, terutama *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* akan meningkat dan sebaliknya pertumbuhan bakteri yang merugikan terutama *Escherichia coli* dan *Clostridium* dihambat. Probiotik memberi pengaruh yang menguntungkan karena kemampuan untuk memberikan perlindungan terhadap bahaya bakteri patogen, menyediakan enzim untuk membantu metabolisme nutrisi dan metabolit di usus halus, menstimulasi sistem imun intestinal dan meningkatkan aktivitas peristaltik intestinal. (Ray, 2005). Untuk dapat berfungsi sebagai probiotik, mikrobia harus toleran terhadap asam dan dapat membentuk koloni dalam saluran pencernaan. (Silalahi, 2006).

Perkembangan probiotik akhir-akhir ini sangat pesat, baik dalam makanan, suplemen maupun obat. Kesadaran untuk hidup sehat dan terhindar dari berbagai penyakit membuat masyarakat semakin cermat memilih makanan yang memberi keuntungan bagi kesehatan. Beberapa bahan pangan sumber BAL yang potensial sebagai probiotik di antaranya adalah keju, sosis, susu fermentasi, produk fermentasi sayuran seperti kimchi dan hasil fermentasi buah zaitun serta hasil fermentasi produk ikan salami. (Junior dkk, 2015). Rahayu, ES. 2003 di Indonesia telah mengisolasi berbagai jenis BAL dari 21 jenis makanan fermentasi yang berasal dari tanaman seperti gatot dan growol; tape ragi, tempe dan dari ikan seperti pakasam (terbuat dari ikan gabus yang dicampur dengan nasi dan difermentasi dengan garam 10-20%), peda (terbuat dari ikan kembung yang difermentasi dengan garam 20-30%), pindang (terbuat dari ikan yang difermentasi pada larutan garam dan dimasak selama 1-2 jam).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi mikrobia dengan potensi probiotik pada *Dengke Mas Naniura* yang diolah dari ikan mas (*Cyprinus carpio*) hasil budidaya. Bakteri dengan potensi probiotik diisolasi dengan menggunakan media *de Man Rogosa Sharpe* (MRS). Uji secara *in vitro* dilakukan terhadap sifat penting bakteri yang menentukan sebagai probiotik yaitu daya tahan hidup bakteri pada kondisi seperti dalam saluran pencernaan dengan pH rendah dan adanya garam empedu serta aktifitas antimikrobia terhadap bakteri patogen. Penelitian ini merupakan bagian dari rangkaian penelitian mahasiswa dalam studi di Program Pasca Sarjana S-3 Kimia Universitas Sumatera Utara yang bertujuan untuk karakterisasi kimia dan mikrobia pada *Dengke Mas Naniur*, potensi bakteri probiotik dan aplikasi dalam industri pangan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kondisi mikrobiologis dan manfaat *Dengke Mas Naniura* sebagai makanan yang mengandung probiotik.

## METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*) segar dengan berat  $\pm 1$  kg yang diperoleh dari tambak budidaya ikan mas di Pematang Siantar. Ikan dibawa ke laboratorium dalam kantong plastik berisi air dan diberi oksigen. Bumbu *naniura* seperti asam jingga, andaliman, kemiri, cabai rawit, bawang merah, bawang putih, jahe, kunyit, kencur, rias dan garam diperoleh dari pasar tradisional Pajak Pringgatan Medan.

*Dengke Mas Naniura* diolah sesuai prosedur menurut Manik, 2013. Pra-penelitian dilakukan dengan waktu perendaman bervariasi untuk melihat waktu optimum untuk pertumbuhan mikrobia yang berpotensi probiotik. Media yang digunakan untuk isolasi Bakteri Asam Laktat (BAL) adalah media *de Man Rogosa Sharpe* (MRS) agar (Merck) + 1%  $\text{CaCO}_3$ . Bakteri dalam media MRS dengan koloni

dikelilingi zona bening diperkirakan sebagai BAL, diisolasi dan diidentifikasi morfologi secara makroskopis dan mikroskopis, diuji motilitas dan diuji katalase. (Romadhon dkk.,2012), diuji kemampuan bakteri sebagai probiotik yaitu uji daya tahan hidup dalam asam menyerupai asam lambung dan garam empedu serta uji antibakteri secara *in vitro*. Isolasi, seleksi dan karakterisasi isolat bakteri dianalisis secara deskriptif. Data hasil uji aktifitas antibakteri yang dilaporkan adalah rata-rata dari tiga kali analisis. Hasil disajikan sebagai mean  $\pm$  SD.

**Isolasi Bakteri Asam Laktat.** Isolasi bakteri asam laktat dilakukan menurut Sadrani, 2014 dengan modifikasi. Isolasi BAL dari *Dengke Mas Naniura* dengan menggunakan teknik pengenceran-taburan (*dilution series-pourplate*) pada medium MRS agar. Contoh daging *Dengke Mas Naniura* dihaluskan dengan blender kemudian ditimbang sebanyak 1 g dan dimasukkan ke dalam tabung berisi 9 ml MRS broth, dihomogenkan dan diinkubasi secara aerob selama 24-48 jam pada suhu 37°C. Isolat yang menghasilkan zona jernih di sekeliling koloni dipindahkan ke dalam media miring untuk persiapan tahap selanjutnya. Inkubasi dan isolasi diulangi sebanyak 3 kali hingga diperoleh kultur murni.

**Karakterisasi Bakteri Asam Laktat.** Secara visual diamati karakteristik dari koloni BAL pada plat meliputi: bentuk koloni, elevasi, bentuk tepi dan setelah pengecatan gram secara mikroskopis meliputi: warna, bentuk sel dan susunan sel dengan menggunakan mikroskop perbesaran 1000x, diuji katalase dan motilitas.

**Uji motilitas.** Sebanyak 1 ose isolat diambil dari stok kemudian diinokulasikan pada medium SIM tegak. Selanjutnya diinkubasi pada temperatur 37°C selama 2 x 24 jam. Hasil positif (motil) jika terdapat rambatan-rambatan disekitar bekas tusukan jarum ose.

**Uji katalase.** Ulasan bakteri dibuat pada gelas objek, ditambah 2-3 tetes reagen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3% di atas preparat hingga menutupi permukaan preparat. Perubahan yang terjadi diamati. Adanya gelembung gas menunjukkan uji katalase positif. BAL termasuk bakteri katalase negatif sehingga tidak menghasilkan gelembung gas.

**Ketahanan terhadap Garam Empedu.** Uji ketahanan terhadap garam empedu menggunakan konsentrasi garam empedu sebesar 1%, 2% dan 3%. Konsentrasi ini dipilih karena ekuivalen dengan konsentrasi fisiologis garam empedu di dalam duodenum. Sebanyak 1 ml isolat BAL dalam MRS broth berumur 24 jam diinokulasikan ke dalam 10 ml MRS broth yang mengandung 1%, 2% dan 3% garam empedu kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 0 dan 4 jam, sesuai dengan lamanya makanan berada di lambung yaitu 2-4 jam. Jumlah BAL yang tetap bertahan hidup dihitung dengan metode kultur menggunakan media MRS agar.

**Ketahanan terhadap pH Rendah.** Sejumlah isolat ditempatkan pada media MRS broth yang diatur pH nya menggunakan HCl 2 M sehingga diperoleh pH 2,0 dan 3,0. Sebanyak 1 ml isolat dari MRS *broth* berumur 24 jam diinokulasikan kedalam MRS broth pH rendah tersebut dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 0, 2 dan 4 jam. Jumlah bakteri yang bertahan hidup dihitung dengan metoda kultur menggunakan media MRS agar.

**Pengujian aktivitas antibakteri secara *in vitro*.**Sebanyak 1 ose isolat bakteri dari *Dengke Mas Naniura* masing-masing diinokulasikan pada medium NA (*Nutrient Agar*) miring dan diinkubasi selama 5x 24 jam dengan temperatur 37°C. Perlakuan yang sama dikerjakan untuk bakteri patogen dan diinkubasi selama 24 jam. Selanjutnya 5 mL air suling steril ditambahkan kedalam inokulum dan divorteks agar koloni bakteri yang menempel pada permukaan medium dapat terlepas dari medium dan homogen dengan air suling steril. Suspensi air suling-isolat kemudian dipindahkan pada kuvet steril dan dilanjutkan dengan pengukuran jumlah sel menggunakan spektrofotometer untuk mendapatkan keadaan 25% T pada sampel. Isolat bakteri patogen diambil sebanyak 1 mL dan diinokulasikan pada medium NA dengan metode tuang. *Paper disk* direndam dalam bakteri sampel selama kurang lebih 10 menit. *Paper disk* diletakkan diatas permukaan medium NA yang telah berisi isolat bakteri patogen, diinkubasi pada temperatur 37°C selama 3 x 24 jam. Besarnya aktifitas antimikroba ditentukan dengan cara mengukur diameter zona bening disekitar *paper disk*, dengan menggunakan jangka sorong.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Isolasi Bakteri Asam Laktat.** Bakteri Asam Laktat (BAL) dari daging *Dengke Mas Naniura* dengan lama perendaman dalam larutan asam dan bumbu selama 7 jam, diisolasi dengan media MRSA +1% CaCO<sub>3</sub>, diperoleh 5 koloni berbentuk bulat dengan ukuran dan bentuk tepi yang berbeda, berwarna putih krem, dan menghasilkan zona bening di sekelilingnya. Hasil isolasi dan ciri yang dapat diamati dalam cawan petri dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Bentuk Morfologi Isolat Bakteri Asam Laktat dari *Dengke Mas Naniura*

| Nama isolat | Bentuk Koloni       | Bentuk Tepi | Warna           | Ketinggian Permukaan |
|-------------|---------------------|-------------|-----------------|----------------------|
| D73A        | Bulat besar         | Rata        | Putih mengkilap | Cembung              |
| D73B        | Bulat kecil         | Rata        | Putih           | Rata                 |
| D73F        | Bentuk seperti padi | Rata        | Putih           | Rata                 |

|      |             |      |                    |         |
|------|-------------|------|--------------------|---------|
| D73O | Bulat       | Rata | Putih seperti susu | Cembung |
| D95B | Bulat kecil | Rata | Putih mengkilap    | Cembung |

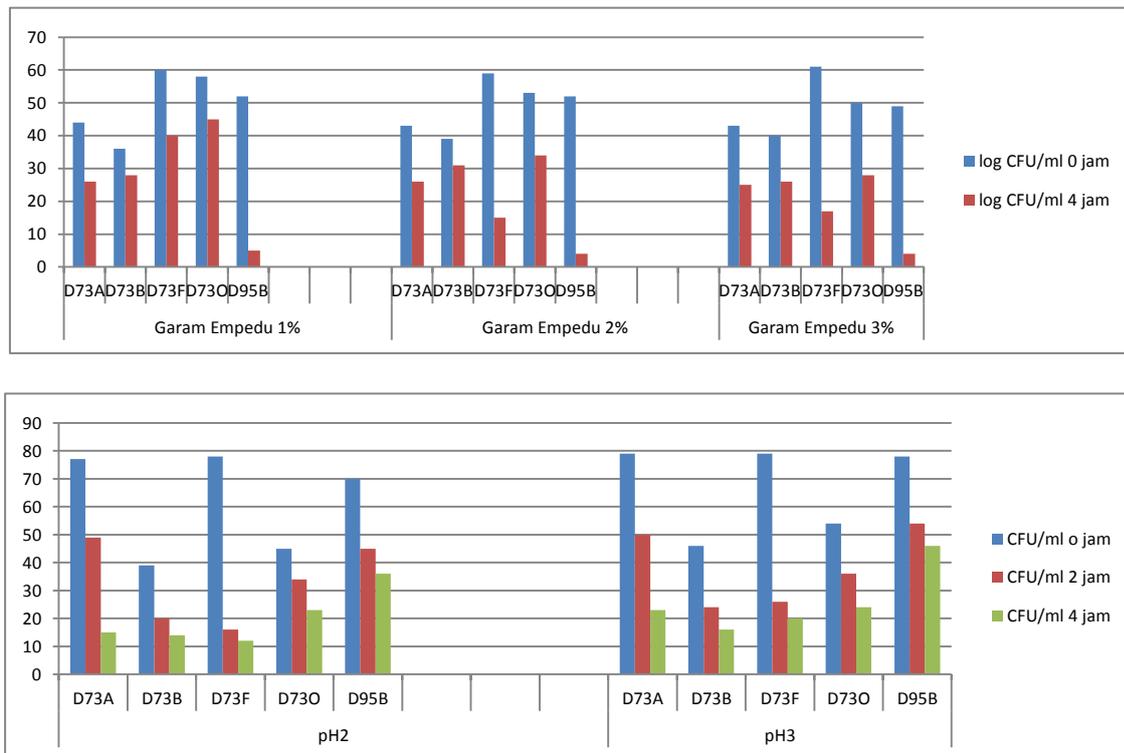
Menurut Gobel 2005 dalam Djide dan Wahyudin (2008) seleksi Bakteri Asam Laktat dengan menggunakan media MRSA ditambah 1% CaCO<sub>3</sub> dapat ditandai dengan adanya zona bening di sekeliling koloni setelah inkubasi 2-3 hari. Bakteri Asam Laktat menghasilkan asam laktat yang bila bereaksi dengan CaCO<sub>3</sub> akan menghasilkan Calsium Laktat yang larut dalam media dan menimbulkan zona bening. Pada ke-lima isolat dilakukan uji katalase, uji motilitas, pengecatan gram dan pengamatan di bawah mikroskop diperoleh hasil bakteri katalase negatif, non motil dan gram positif yang ditandai dengan sel bakteri yang berwarna ungu dengan bentuk bulat dan batang seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.

Table 2. Hasil Pengecatan Gram, Uji Katalase, Uji Motilitas Isolat Bakteri Asam Laktat dari *Dengke Mas Naniura*

| Nama isolat | Pengecatan gram | Bentuk bakteri                    | Uji Katalase | Uji Motilitas |
|-------------|-----------------|-----------------------------------|--------------|---------------|
| D73A        | Positif         | Batang bulat pendek (basil cocci) | Negatif      | Non-motil     |
| D73B        | Positif         | Batang panjang (basil )           | Negatif      | Non-motil     |
| D73F        | Positif         | Batang pendek (basil oval)        | Negatif      | Non-motil     |
| D73O        | Positif         | Batang pendek hampir bulat        | Negatif      | Non-motil     |
| D95B        | Positif         | Bulat (coccus)                    | Negatif      | Non-motil     |

Bakteri dengan ciri gram positif, katalase negatif, bentuk batang sangat pendek, pendek sampai panjang diperkirakan sebagai bakteri asam laktat. (Romadhon, 2012, Sadrani dkk, 2014). Berdasarkan *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, kelompok Bakteri Asam Laktat berbentuk batang yang bersifat katalase negatif dan hasil pengecatan gram bersifat positif merupakan Bakteri Asam Laktat genus *Lactobacillus*. Purba 2011, melakukan identifikasi dengan pengecatan gram dan pengamatan di bawah mikroskop menyimpulkan bahwa bakteri pada *Dengke Mas Naniura* adalah bakteri *Lactobacillus sp.*

**Uji Probiotik.** Ke-5 isolat mempunyai daya tahan hidup dalam MRSB dengan garam empedu 1, 2 dan 3 % mrsb dengan HCl pH 2 dan 3 seperti terlihat pada Gambar 1



Gambar 1. Pertumbuhan dan Daya Tahan Hidup Isolat Bakteri Asam Laktat dari *Dengke Mas Naniura* dalam Garam Empedu dan Larutan HCl pH 2 dan 3

Dari hasil pengujian, ke-lima isolat dapat tumbuh pada MRSB dengan garam empedu konsentrasi 1, 2 dan 3%, demikian juga pada MRSB pH rendah yaitu 2 dan 3 yang diinkubasi sampai 4 jam. Pada uji pertumbuhan dalam garam empedu, empat isolat D73A, D73B dan D73O masih dapat

bertahan hidup sebanyak 56 – 65 % pada MRSB dengan konsentrasi 3%, sementara isolat D73F sejumlah 27% dan D73B mempunyai persentase hidup paling rendah yaitu 8%. Pada uji pertumbuhan pada pH rendah isolat D73O dan D95B masih mampu hidup sejumlah 51% pada pH 2, isolat D73B sejumlah 36%, sementara isolat D73A sejumlah 19% dan D73F paling rendah yaitu 15%. Skrining potensi probiotik telah dilakukan terhadap *Lactobacillus* beberapa jenis buah dan makanan fermentasi (Sadrani dkk., 2014), makanan fermentasi asal Indonesia (Rahayu dkk, 2003, Rahayu dkk, 2013) usus udang (Romadhon dkk). Walaupun tingkat toleransi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan maksimum dalam saluran pencernaan tidak diketahui, namun saat ini dapat diterima bahwa spesies yang tahan terhadap garam empedu dan asam dapat menunjukkan daya tahan bakteri untuk hidup dalam usus halus dan colon dan memberi pengaruh baik dalam mempertahankan keseimbangan mikrobiota pencernaan (Sadrani, 2014).

**Uji aktifitas antibakteri.** Kriteria yang juga penting bagi bakteri probiotik adalah kemampuan menghambat bakteri patogen yang dapat hidup dalam saluran pencernaan. Hasil uji aktifitas antibakteri terhadap bakteri patogen gram negatif dan gram positif dapat dilihat pada Tabel 4. Isolat D73A mempunyai daya hambat paling tinggi terhadap bakteri gram positif *Salmonella typhi* dan *Escherichia coli* serta bakteri gram negatif *Staphylococcus aureus*. Isolat D95B mempunyai daya hambat rendah terhadap bakteri gram positif maupun negatif.

Tabel 4. Uji Aktifitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat dari *Dengke Mas Naniura*

| Bakteri                       | D73A        | D73B        | D73F        | D73O        | D95B        |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Bakteri Patogen Gram Negatif  |             |             |             |             |             |
| <i>Escherichia coli</i>       | 9,45 ± 0,45 | 7,37 ± 0,28 | 7,82 ± 0,46 | 7,43 ± 0,27 | 6,30 ± 0,18 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 7,92 ± 0,08 | 7,59 ± 0,28 | 7,20 ± 0,14 | 7,62 ± 0,27 | 6,10 ± 0,08 |
| <i>Salmonella typhi</i>       | 9,52 ± 0,49 | 6,70 ± 0,43 | 8,13 ± 0,33 | 6,83 ± 0,57 | 6,00 ± 0,00 |
| <i>Enterococcus faecalis</i>  | 8,10 ± 0,37 | 7,17 ± 0,12 | 7,50 ± 0,41 | 7,34 ± 0,11 | 6,08 ± 0,12 |
| Bakteri Patogen Gram Positif  |             |             |             |             |             |
| <i>Staphylococcus aureus</i>  | 8,20 ± 0,23 | 6,00 ± 0,00 | 7,82 ± 0,46 | 6,70 ± 0,22 | 6,07 ± 0,09 |
| <i>Bacillus cereus</i>        | 7,80 ± 0,15 | 6,37 ± 0,12 | 7,20 ± 0,14 | 6,53 ± 0,17 | 6,17 ± 0,12 |
| <i>Bacillus subtilis</i>      | 7,73 ± 0,59 | 6,15 ± 0,21 | 8,13 ± 0,33 | 6,33 ± 0,16 | 6,90 ± 0,15 |

## KESIMPULAN

Dari *Dengke Mas Naniura* yang diolah dengan perendaman dalam larutan asam dan bumbu selama 7 jam, dapat diisolasi 5 (lima) isolat Bakteri Asam Laktat. Ke-lima isolat mempunyai potensi sebagai bakteri probiotik yang ditunjukkan dengan daya tahan hidup dalam kondisi seperti dalam saluran pencernaan dengan adanya pH rendah dan adanya garam empedu. Ke-lima isolat juga mempunyai daya hambat terhadap bakteri patogen gram positif dan gram negatif. Dari ke-lima isolat, empat isolat yaitu D73A, D73B, D73F dan D73O mempunyai potensi probiotik dengan kemampuan hidup lebih tinggi dalam garam empedu dan pH rendah serta mempunyai aktifitas daya hambat terhadap bakteri patogen.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dirjen Dikti yang memberi dana untuk studi dan penelitian S3 melalui Dana Beasiswa Pendidikan Pascasarjana (BPP-DN) Dikti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Belitz H.D. and Grosch W. 1987. *Food Chemistry*. Springer-Verlag. Berlin. Germany.
- Djide, M.N. dan Wahyuddin, E. 2008. Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Air Susu Ibu dan Potensinya dalam Penurunan Kadar Kolesterol Secara In Vitro. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. Vol 12 (3) FAO/WHO.2002. Joint Working Group on Drafting Guideline for the Evaluation of Probiotics in Food, April-May, 2002
- Heijtz. R.D., Wang S., Farhana Anuar F., Qian Y., Björkholm B., Samuelsson A., Martin L., Hibberd ML., Forssberg H. dan Pettersson S. 2011. Normal gut microbiota modulates brain development and behavior. *PNAS* | February 15, 2011 | vol. 108 | no. 7 | 3047–3052
- Homayouni. A., Payahoo L., Azizi A., 2012. Effects of probiotics on lipid profile: A review. *American Journal of Food Technology* 7(5): 251- 265.
- Junior W.L.G.A., Ferrari I.S., Souza J.V., Barbosa A.L., Costa M.M., Menezes D.R., Dias F.S. 2015. Principal criteria for selection of lactic acid bacteria for potential use as probiotic in foods. *Arican Juornal of Microbiology Research* Vol.9 (10): 671 – 686.
- Lay, B.W. 1994. *Analisis Mikrobiologi di Laboratorium*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada. hal. 34-35.
- Lee Y.K., 2009. Probiotic Microorganisms. In *Handbook of Probiotics and Prebiotics*. Editors Lee Y.K. and Salminen S. Wiley. A John Wiley & Sons, Inc. Publ. Hoboken.

- Lian W.C, Hsiao, H.C., Chou C.C., 2003. Viability of microencapsulated bifidobacteria in simulated gastric juice and bile solution. *Int J Food Microbiol.* Sep 15;86(3): 293-301
- Manalu M.B.F., 2009. Memperkenalkan naniura makanan khas Batak sebagai hidangan *appetizer*. *Majalah Ilmiah Panorama Nusantara edisi VII.* 52 – 61.
- Manik M., Naibaho B., 2005. *Pengaruh natrium benzoat dan lama penyimpanan terhadap mutu "Dengke Mas Naniura" (Ikan Mas Naniura)*. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Universitas HKBP Nommensen. Medan
- Manik M., 2013. Pengaruh natrium benzoat dan lama penyimpanan pada suhu kamar terhadap mutu "Dengke Mas Naniura" (Ikan Mas Naniura). *Prosiding Snyube 2013 (243 – 247)*
- Manik M., Kaban J., Silalahi J., Ginting M. 2015. Komposisi proksimat dengke naniura yang diolah dari ikan mas (*Cyprinus carpio*) hasil budidaya. *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2015 (165 – 170)*
- Mariush T. M. and 1Ismail S. H. 2013, Clinical Effects of Probiotic Supplementation on 1Type-2 Diabetic Iraqi Patients Associated with Dyslipidemia . *J Phys Pharm Adv* 2013, 3(9): 239-246
- Nainggolan, A. and Manik M., 1997. *Pengaruh penyimpanan dingin (chilling storage) dan lama penyimpanan terhadap mutu ikan mas (Cyprinus Carpio) naniura*. Skripsi Jur. THP Fak. Pertanian Universitas HKBP Nommensen, Medan.
- Paiton, 2013. *Dekke naniura* (dengan resep). [dapursolia.blogspot.com/2013/01/dekke-nani-ura-dengan-resep.html](http://dapursolia.blogspot.com/2013/01/dekke-nani-ura-dengan-resep.html) download 10 Maret 2015
- Purba S., 2011. Pengaruh proses pembuatan *dekke naniura* terhadap pertumbuhan bakteri. Skripsi. Fakultas Farmasi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rahayu E.S. 2003. Lactic acid bacteria in fermented food of Indonesian origin. *Agritech* 23(2) 75-84
- Rahayu E.S., Yogeswara A. , Mariyatun, Haryono P., Utami I.S., Utami T., Nurfitriani S., Cahyanto M.N. 2013. Bakteri Asam Laktat Indigenous Berpotensi Probiotik Dan Aplikasinya Untuk Produksi Susu Fermentasi. *Prosiding Seminar RISTEK, 7 - 8 November 2013*
- Ray, B. 2005. *Fundamental Food Microbiology*. 3rd ed. Florida: CRC Press. Pages 37, 68-76, 212-213.
- Romadhon, Subagiyo, Sebastian Margino S. 2012. Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat dari usus udang penghasil bakteriosin sebagai agen antibakteria pada produk-produk hasil perikanan . *Jurnal Saintek Perikanan* Vol. 8. No. 1.
- Sadrani H., Dave J. and Vyas B.R.M., 2014. Screening of potential probiotic *Lactobacillus* strains isolated from fermented foods, fruits and of human origin. *Asean Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. Vol. 7, Suppl 2, 2014.
- Silalahi, J. 2006. *Makanan Fungsional*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius. hal. 108-110, 114.
- Sopandi T., dan Wardah. 2014. *Mikrobiologi pangan, teori dan praktik*. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Widiyaningsih E.N., 2011. Peran probiotik untuk kesehatan. *Jurnal Kesehatan, ISSN 1979-7621, Vol. 4, No. 1, Juni 2011: 14-20.*

## USULAN PERBAIKAN KUALITAS SARUNG TANGAN OPERASI MENGUNAKAN *KANSEI ENGINEERING* DI PT. XYZ

**Naqasya Asyrori Sidabutar**

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara  
Jl. AlmamaterKampus USU, Medan 20155  
Email: naqasya.asyrori@gmail.com

**Abstrak.** Penggunaan sarung tangan operasi (*Surgical Gloves*) mengalami banyak keluhan. Berdasarkan penelitian pendahuluan terhadap 42 pengguna, keluhan yang dialami yaitu gatal-gatal pada kulit tangan 37%, mudah sobek 7%, ukuran tidak sesuai 12%, tidak nyaman di kulit tangan 7%, bau tidak sedap 24% dan kulit menjadi kasar 12%. Keluhan tersebut dapat mempengaruhi kinerja pengguna dalam melakukan operasi diruang bedah sehingga mengurangi nilai produk dimata pengguna. Metode kansei engineering menawarkan hal yang baru dengan cara mengetahui kebutuhan emosional pengguna untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Sehingga usulan perbaikan kualitas sarung tangan operasi menggunakan Kansei Engineering berguna untuk meningkatkan kualitas produk. Pengguna diminta untuk memilih pilihan atribut produk berdasarkan kebutuhan emosionalnya. Berdasarkan hasil analisa kansei engineering didapatkan 5 kebutuhan emosional pengguna yaitu bahan utama karet sintesis, tanpa bahan tambahan bedak, ukuran sarung tangan beragam, aroma sarung tangan peppermint dan warna sarung tangan beragam. Berdasarkan hasil tersebut didapatkan perbaikan atribut produk. Atribut-atribut tersebut menjadi usulan perbaikan bagi perusahaan.

**Kata Kunci:** Sarung tangan operasi, Kansei Engineering, Usulan perbaikan Kualitas

### PENDAHULUAN

Semakin ketatnya persaingan usaha dalam upaya mempertahankan dan menjaga kestabilan bisnisnya, maka dibutuhkan strategi dan taktik bisnis yang baik. Salah satu penerapan strategi dan taktik bisnis yang baik, perusahaan manufaktur harus berorientasi pada kebutuhan konsumen sehingga dapat menghasilkan produk yang bermutu.

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan sarung tangan operasi. PT. XYZ berupaya agar selalu menerapkan bahwa mutu produk adalah faktor dasar keputusan konsumen untuk memilih menggunakan suatu produk manufaktur. Hal ini dikarenakan mutu memberikan pengaruh terhadap pilihan konsumen dalam memilih suatu produk. Sehingga PT. XYZ secara berkelelanjutan melakukan perbaikan terhadap produknya.

Sarung tangan operasi merupakan salah satu instrumen atau alat operasi yang paling vital kegunaannya dalam proses bedah di rumah sakit. Sarung tangan yang tidak sesuai dengan keinginan pengguna akan mempengaruhi kinerja dari paramedis dalam melakukan kegiatan operasi. Salah satu faktor penting yaitu sarung tangan operasi harus selalu higienis sebagai perlindungan diri dari penyakit akibat bakteri dan kuman. Oleh karena itu, mutu sarung tangan sangat penting karena mempengaruhi pencegahan infeksi, bakteri penyakit pada pasien dan paramedis.

Berdasarkan penelitian pendahuluan didapat permasalahan yang terjadi, yaitu perawat sebagai pengguna sarung tangan operasi mengalami keluhan selama penggunaan. Berikut ini hasil wawancara terhadap keluhan perawat dapat dilihat pada Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Data Keluhan Perawat Bedah terhadap Sarung Tangan Operasi.

| No | Keluhan                                                               | Jumlah |
|----|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| 1  | Alergi pada kulit tangan perawat/<br>Gatal- gatal                     | 15     |
| 2  | Mudah sobek                                                           | 3      |
| 3  | Ukuran sarung tangan tidak<br>sesuai                                  | 5      |
| 4  | Tidak Nyaman digunakan                                                | 3      |
| 5  | Bau yang tidak sedap                                                  | 10     |
| 6  | Perubahan struktur kulit pada<br>pemakaian rentang waktu yang<br>lama | 5      |

Tabel 1 menunjukkan beberapa keluhan perawat sebagai pengguna. Keluhan penggunaan sarung tangan oleh perawat mengakibatkan kerugian bagi PT. XYZ. Masalah dari sarung tangan operasi akan diperbaiki dengan usulan perbaikan sarung tangan operasi berdasarkan kebutuhan emosional konsumen untuk meningkatkan mutu produk. Peningkatan mutu dilakukan dengan menggunakan metode *kansei*

engineering. *Kansei engineering* mengumpulkan informasi afektif dari sebuah produk dan kemudian menggunakan metode statistik matematika untuk mengidentifikasi solusi desain yang sesuai dengan nilai afektif (Schutte dkk, 2010) untuk mendapatkan usulan perbaikan kualitas sarung tangan operasi.

**METODE**

Lokasi penelitian pada PT. XYZ yang merupakan perusahaan manufacturing yang memproduksi sarung tangan untuk Rumah Sakit di kota Medan. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian survei (*survey research*). Penelitian survei ialah suatu penyelidikan yang dilakukan untuk memperoleh fakta-fakta dari gejala yang ada dan mencari keterangan secara faktual untuk mendapatkan kebenaran (Sukaria, 2013). Objek Penelitian Sarung tangan Operasi. Sarung tangan operasi merupakan instrumen pada proses operasi (Anders Boman. 2004). Sarung tangan operasi memiliki standar kualitas. Variabel-variabel kualitas yang akan dipertanyakan kepada konsumen dibuat berdasarkan studi literatur, yaitu:

- a. Bahan Utama
- b. Bahan Tambahan
- c. Ukuran
- d. Aroma
- e. Warna

Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Total sampling*. *Total sampling* merupakan teknik penentuan sampel dengan menganbil seluruh jumlah populasi yang ada. Penelitian ini menggunakan instrumen kuesioner dalam mengumpulkan data. Kuesioner yang digunakan adalah kuesioner kansei berskala *semantic differential* . Kuesioner ini digunakan agar responden menilai item dan Kategori produk *spring bed* berdasarkan perasaan ataupun emosional pengguna. Kuisioner *Kansei* dapat dilihat pada Gambar 1.

| Kansei Negatif | Penilaian |   |   |   |   | Kansei Positif |
|----------------|-----------|---|---|---|---|----------------|
|                | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 |                |
| Jelek          |           |   |   |   |   | Bagus          |
| Tidak Menarik  |           |   |   |   |   | menarik        |
| Biasa          |           |   |   |   |   | Elegan         |
| Tidak Nyaman   |           |   |   |   |   | Nyaman         |
| Kasar          |           |   |   |   |   | Halus          |
| Tidak Inovatif |           |   |   |   |   | Inovatif       |
| Mudah rusak    |           |   |   |   |   | Awet           |

Gambar 1. Kuesioner *Kansei*

Gambar 1 merupakan kuisioner *Kansei* menggunakan skala *semantic differential* 5 titik. Kuesioner ini berguna untuk menilai item dan Kategori produk berdasarkan *kansei words* yang telah disediakan, sehingga didapatkan modus dari item dan Kategori produk sarung tangan operasi

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Langkah pertama dari metode *kansei Engineering* yaitu melakukan pengumpulan *kansei word*. *Kansei word* yang terpilih sebanyak 14 kata yaitu, jelek, bagus, tidak menarik, menarik, biasa, elegan, tindak nyaman, nyaman, kasar, halus, tidak inovatif, inovatif, mudah rusak dan awet. Selanjutnya kansei word disusun menjadi *semantic differential* 5 titik. Langkah selanjutnya pengumpulan sampel produk. Pengumpulam sampel produk sarung tangan operasi diperoleh berdasarkan buku *Protective Gloves for Occupational Use* (2004) dan wawancara terhadap pihak pabrik, dimana responden dari pihak pabrik yaitu manajer produksi dari PT. XYZ. Selanjutnya, Pengurutan spesifikasi kategori sarung tangan operasi, merupakan kumpulan item dan kategori berdarkan spesifikasi desain tentang produk sampel yang telah dikumpulkan. Pengurutan item dan kategori dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Spesifikasi Produk

| No | Item           | Kategori                     |
|----|----------------|------------------------------|
| 1. | Bahan Utama    | a. Lateks Alam               |
|    |                | b. Lateks Olahan ( Sintetis) |
| 2. | Bahan Tambahan | a. Dengan Bedak              |
|    |                | b. Tanpa Bedak               |

|    |                      |                                  |
|----|----------------------|----------------------------------|
| 3. | Ukuran Sarung Tangan | a. 1 ukuran ( <i>free size</i> ) |
|    |                      | b. Ukuran Beragam                |
| 4. | Aroma Sarung Tangan  | a. Peppermint                    |
|    |                      | b. Lateks                        |
| 5. | Warna Sarung Tangan  | a. Berwarna Beragam              |
|    |                      | b. Berwarna Lateks               |

Tabel 2 menunjukkan spesifikasi produk berdasarkan spesifikasi yang ada. Langkah selanjutnya adalah penyebaran kuesioner kansei terhadap 42 pengguna sarung tangan operasi. Pengguna melakukan penilaian terhadap atribut sarung tangan operasi berdasarkan *kansei word* yang telah disusun sebelumnya. Langkah selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan *multivariate analysis* yang berguna untuk menentukan modus berdasarkan item dan kategori yang memiliki nilai positif paling tinggi. Berdasarkan kebutuhan emosional 42 pengguna, didapatkan kategori produk sarung tangan operasi yang menjadi kategori terpilih. dibandingkan dengan *kansei word* yang lain dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Pemilihan Atribut *Kansei*

| Item                  | Kategori                         | Kata Kansei   |                         |                |                       |               |                           |                    |
|-----------------------|----------------------------------|---------------|-------------------------|----------------|-----------------------|---------------|---------------------------|--------------------|
|                       |                                  | Jelek – Bagus | Tidak menarik – Menarik | Biasa - Elegan | Tidak Nyaman - Nyaman | Kasar - Halus | Tidak Inovatif - Inovatif | Mudah rusak - Awet |
| <b>Bahan Utama</b>    | a. Lateks Alam                   | 0,357         | 0,357                   | 0,167          | -0,071                | 0,452         | 0,095                     | 0,214              |
|                       | b. Lateks Olahan ( Sintetis)     | <b>0,881</b>  | <b>0,476</b>            | <b>0,262</b>   | <b>0,976</b>          | <b>0,524</b>  | <b>1,000</b>              | <b>0,595</b>       |
| <b>Bahan Tambahan</b> | a. Dengan Bedak                  | -0,905        | -0,905                  | -0,786         | -0,833                | <b>0,286</b>  | -1,024                    | -1,048             |
|                       | b. Tanpa Bedak                   | <b>1,238</b>  | <b>0,976</b>            | <b>0,929</b>   | <b>0,976</b>          | 0,167         | <b>0,881</b>              | <b>0,833</b>       |
| <b>Ukuran</b>         | a. 1 ukuran ( <i>free size</i> ) | 0,214         | 0,190                   | 0,476          | 0,333                 | <b>0,810</b>  | 0,381                     | 0,452              |
|                       | b. Ukuran Beragam                | <b>0,643</b>  | <b>0,643</b>            | <b>0,881</b>   | <b>0,690</b>          | 0,738         | <b>1,000</b>              | <b>0,952</b>       |
| <b>Aroma</b>          | a. Peppermint                    | <b>0,357</b>  | <b>0,381</b>            | <b>0,357</b>   | <b>0,286</b>          | <b>0,048</b>  | <b>0,262</b>              | <b>0,000</b>       |
|                       | b. Lateks                        | -0,167        | 0,071                   | -0,095         | -0,119                | -0,286        | 0,024                     | -0,071             |
| <b>Warna</b>          | a. Berwarna Beragam              | <b>0,167</b>  | <b>0,167</b>            | <b>0,262</b>   | <b>0,190</b>          | <b>0,167</b>  | <b>0,024</b>              | <b>0,452</b>       |
|                       | b. Berwarna Lateks               | -0,214        | -0,262                  | -0,024         | 0,143                 | -0,214        | -0,429                    | 0,071              |

Tabel 3 merupakan nilai yang didapatkan dari hasil perhitungan rata-rata dari kuisioner *kansei* dan dikurangi dengan nilai *conjoint*. Pemilihan modus atribut dilakukan dengan pemilihan item dan kategori yang memiliki hubungan positif (nilai yang paling besar untuk setiap item dan kategori) terhadap *kansei words* yang ada. Hasil dari usulan perbaikan kualitas sarung tangan operasi menggunakan metode *kansei Engineering* diberi tanda hitam (*bold*) kemudian direkap ke dalam Tabel 4.

Tabel 4 Kebutuhan Emosional

| No. | Item           | Kategori       |
|-----|----------------|----------------|
| 1   | Bahan Utama    | Karet Sintetik |
| 2   | Bahan Tambahan | Tanpa bedak    |
| 3   | Ukuran         | Beragam        |
| 4   | Aroma          | Peppermint     |
| 5   | Warna          | Beragam        |

Tabel 4 menunjukkan modus dari atribut produk (*voice of customer*) yang diinginkan oleh pengguna. Berdasarkan hasil tersebut untuk bahan utama pengguna menginginkan sarung tangan operasi berbahan sintetis, tanpa bahan tambahan bedak, memiliki ukuran beragam, memiliki aroma peppermint untuk memberikan kenyamanan selama penggunaan dan warna yang beragam.

#### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pembahasan dari usulan perbaikan kualitas sarung tangan operasi menggunakan *kansei engineering* yaitu yaitu Bahan utama sarung tangan operasi lateks sintetis, sarung tangan operasi tidak menggunakan bedak, sarung tangan operasi beragam ukuran, sarung tangan operasi beraroma peppermint dan sarung tangan operasi beragam warna. Berdasarkan hasil diatas perusahaan hanya baru memenuhi 1 item yaitu ukuran yang beragam. Sehingga usulan kepada pihak PT. XYZ untuk memenuhi 4 item lainnya yang belum dimiliki oleh produknya. Perbaikan ini diharapkan akan memberikan kepuasan pengguna terhadap produk sarung tangan sehingga proses operasi di ruang bedah rumah sakit mendapatkan hasil yang maksimal tanpa adanya kegagalan operasi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Boman, Anders. 2004. *Protective Gloves for Occupational Use*. CRC Press LLC : USA
- Ginting, Rosnani. 2009. *Perancangan Produk*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nagamachi, Mitsuo. 2011. *Innovations of Kansei Engineering*. CRC Press.
- Nagamachi, Mitsuo,. 1995. *Kansei Engineering : A New Ergonomic Consumer-Oriented Technology for Product Development*. Japan: International Journal of Industrial Ergonomics Vol.15 (1995) 3-11.
- Simon Schutte dkk, 2010. *Integration Of Affective Engineering in Product Development Proseses*. (*Journal; Royal Institute Of Technology*), Stockholm.
- Sinulingga, Sukaria. 2013. *Metode Penelitian*. Medan:USU Press.

## KAJIAN TERMODINAMIKA UNTUK PEMECAHAN MASALAH PADA BIDANG KESEHATAN, ENERGI DAN LINGKUNGAN

Nurdeli Lasniroha. S<sup>1,2\*</sup>, Dinda Toral. S<sup>1,3</sup>, Yuna Sutria<sup>1,4</sup>, Juniastel Rajagukguk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Pascasarjana Universitas Negeri Medan, 20222

<sup>2</sup>SMP Terpadu AlBukhari Muslim, Sumatera Utara, 20153

<sup>3</sup>SMAN 1 Bangun Purba, Deli Serdang – Sumatera Utara, 20581

<sup>4</sup>MTS N 1 Medan – Sumatera Utara, 20361

\*correspondensi e-mail: [dindatoral@yahoo.co.id](mailto:dindatoral@yahoo.co.id)

**Abstrak.** *Termodinamika tidak hanya berfokus pada penjelasan teori semata, namun juga dititik beratkan pada kajian aplikasi. Pemanfaatan kajian materi termodinamika perlu dikembangkan dalam bidang kesehatan, energi dan lingkungan. Review ini bertujuan menganalisis hasil penelitian pada penerapan termodinamika dalam suatu sistem. Analisis dilakukan dengan cara membandingkan hasil beberapa penelitian diantaranya, (1) Bidang Kesehatan: Studi termodinamika DNA senyawa antioksidan *euphorbia humifusa*, Pengujian permeabilitas termodinamika secara *in vitro*, (2) Bidang Energi : Analisa termodinamika terhadap pembangkit listrik, Isoterma dan termodinamika adsorpsi kation pada lempung cengar terpillar, (3) Bidang Lingkungan : Kinetika dan termodinamika dalam proses desalinasi air laut, Kajian termodinamika biogas berbahan dasar kotoran sapi, Termodinamika campuran karet alam dengan kompatibilizer maleated polypropylene, Kinetik dan termodinamika adsorbs, Kajian termodinamika penyerapan zat warna, Analogi sistem termodinamika gas ideal dengan tegangan permukaan. Berdasarkan penelusuran dari berbagai referensi diperoleh bahwa materi termodinamika dapat memecahkan masalah kesehatan, energi dan lingkungan.*

**Kata Kunci:** *Termodinamika, kesehatan, energi dan lingkungan*

### PENDAHULUAN

Termodinamika merupakan ilmu yang menggambarkan usaha untuk mengubah kalor menjadi energi serta sifat-sifat pendukungnya. Termodinamika berhubungan erat dengan fisika energi, panas, kerja, entropi dan kespontanan proses. Termodinamika mempelajari tentang pertukaran energi dalam bentuk kalor dan kerja, sistem pembatas dan lingkungan yang dapat diaplikasikan dan penerapan termodinamika dapat terjadi pada tubuh manusia, peristiwa meniup kopi panas, perkakas elektronik, refrigerator, mobil, pembangkit listrik dan industri. Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, termodinamika direkayasa sedemikian rupa sehingga menjadi bentuk mekanisme yang dapat membantu manusia dalam kegiatannya. Pengembangan ilmu termodinamika dimulai dengan pendekatan makroskopik yaitu perilaku umum partikel zat yang menjadi media pembawa energi.

Bidang kesehatan termodinamika telah menjadi bagian yang tak terpisahkan dalam melakukan pengobatan pada pasien. Kekayaan alam Indonesia yang melimpah menawarkan peluang untuk melakukan screening senyawa antioksidan yang sekaligus berpotensi sebagai antikanker dengan cara berinteraksi langsung dengan DNA. Ekstrak dibuat dengan cara sokletasi (penyaringan yang berulang-ulang) dengan cara ekstrak dipekatkan dan disuspensikan dalam air. Bidang lingkungan metode penghilangan logam berat dari limbah cair industri diantaranya adalah chemical precipitation, ion-exchange, adsorpsi dan reverse osmosis. Kebanyakan dari proses pengolahan limbah cair industri membutuhkan modal dan biaya operasional yang mahal. Pada umumnya logam berat tidak cukup bernilai, ketika harus dipisahkan dengan selektifitas khusus seperti ion-exchange. Bidang energi dan lingkungan termodinamika memberikan sumbangan pemikiran yang tak terhingga. Energi diperlukan untuk pertumbuhan kegiatan industri jasa, perhubungan dan rumah tangga. Salah satu energi terbarukan adalah biogas, biogas memiliki peluang yang besar dalam pengembangannya. Energi biogas dapat diperoleh dari kotoran sapi. Selain potensi yang besar, pemanfaatan energi biogas dengan digester biogas memiliki banyak keuntungan, yaitu mengurangi efek gas rumah kaca, mengurangi bau yang tidak sedap, dan mencegah penyebaran penyakit. Pemanfaatan biogas ini menggunakan proses Kompresibilitas. Kompresibilitas adalah fraksi pengurangan volume persatuan kenaikan perubahan tekanan dalam suatu tekanan.

Penerapan termodinamika dalam ilmu pengetahuan yang sangat luas, khususnya di bidang kesehatan, energi dan lingkungan. Hal ini diperoleh dari hasil penelitian oleh beberapa peneliti yang lain yaitu : (1) Bidang Kesehatan : Studi termodinamika DNA senyawa antioksidan *euphorbia humifusa* (Goretti, M. : 2012), Pengujian permeabilitas termodinamika secara *in vitro* (Luh : 2007), (2) Bidang Energi : Analisa termodinamika terhadap pembangkit listrik (Ari : 2012), Isoterma dan termodinamika adsorpsi kation pada lempung cengar terpillar (Bahri, S. :2011), (3) Bidang Lingkungan : Kinetika dan termodinamika dalam proses desalinasi air laut (Sinaga, N. : 2014), Kajian termodinamika biogas berbahan dasar kotoran sapi (Lukman : 2015), Termodinamika campuran karet alam dengan kompatibilizer *maleated polypropylene* (Bahruddin : 2014), Kinetik dan termodinamika *adsorbs* (Denny : 2009), Kajian termodinamika penyerapan zat warna (Widhi, F :2003), Analogi sistem termodinamika gas ideal dengan tegangan permukaan (Bambang : 2015). Berdasarkan penjelasan diatas, tulisan ini

bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan materi termodinamika yang dikembangkan dalam bidang kesehatan, energi dan lingkungan.

## **METODE**

Karya ilmiah ini mengkaji beberapa topik tentang termodinamika yang dimanfaatkan untuk memecahkan masalah dalam bidang kesehatan, energi dan lingkungan. Kajian ini diambil dari hasil penelitian terdahulu dan beberapa literatur yang relevan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pada Bidang Kesehatan**

#### **1. Studi termodinamika DNA senyawa antioksi dan *euphorbia humifusa* (Goretti, M. : 2012)**

Proses termodinamika yang dilakukan dalam penelitian tersebut adalah ekstraksi tumbuhan *euphorbia humifusa* dengan cara sokletasi. Sebelum tindakan secara suspensi di dalam air terlebih dahulu dilakukan pemekatan hasil ekstrak. Langkah selanjutnya adalah proses partisi menggunakan petroleum etil dan etil asetat. Dari keseluruhan proses di atas diperoleh "konsentrasi karakteristik" untuk masing – masing fraksi petroleum eter, etil asetat dan air sebesar 91,50 µg/mL dan 7,46 µg/mL dan 56,18 µg/mL. Kemudian fraksi etil asetat difraksinasi berkelanjutan dengan kromatografi kolom menggunakan fasa diam silika dan gradien eluent methanol-aseton-kloroform yang menghasilkan aktivitas oksidan tertinggi yaitu 30,73% dan 66,12%. Kemudian kedua fraksi difraksinasi dengan sistem kromatografi yang sama yang menunjukkan aktivitas oksidan tertinggi yaitu 64,03% dan 56,32%. Untuk uji titik leleh DNA menunjukkan peningkatan kestabilan termal ketika DNA dicampurkan.

#### **2. Pengujian permeabilitas termodinamika secara in vitro (Luh : 2007)**

Kemampuan penetrasi obat pada penelitian ini melalui stratum korneum yang merupakan lapisan penghalang kulit dapat mengakibatkan sebagian besar obat sulit melewati kulit dengan kecepatan yang cukup untuk mencapai level penanganan medis yang sesuai dengan apa yang diinginkan. Perpindahan senyawa mempunyai kemampuan polaritas tertentu telah dengan sifat permeabilitasnya. Permeasi senyawa terlarut melalui suatu membran memerlukan suatu energi energi pengaktifan bagi molekul-molekul kecil untuk berpindah melewati matriks bahan pembatas. Energi aktivasi permeasi senyawa tersebut dapat ditentukan melalui termodinamika difusi piroksikam dalam larutan dapar fosfat pH 3,5. Uji permeabilitas secara in vitro menggunakan alat uji sel difusi model side by side diperoleh hasil meliputi fluks tetapan permeabilitas, koefisien difusi dan waktu laten piroksikam adalah  $2,78 \times 10^{-4}$  µg/cm<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>,  $6,68 \times 10^{-8}$  cm/menit,  $1,08 \times 10^{-9}$  cm/menit dan 33,77 menit. Proses difusi piroksikam merupakan suatu proses yang berlangsung tidak spontan dan merupakan suatu proses endotermik. Nilai  $\Delta F$ ,  $\Delta H$ , dan  $\Delta S$  proses difusi piroksikam pada suhu 32°C masing – masing adalah 7,22 kkal/mol, 4,73 kkal/mol dan 8,16 kal/der/mol.

## **Bidang Energi**

#### **1. Analisa termodinamika terhadap pembangkit listrik (Ari, F : 2012)**

Pengaruh aliran massa ekstraksi turbin uap sebagai pemanas feedwater heaters dengan menggunakan pendekatan analisa termodinamika untuk pembangkit listrik tenaga uap. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi boiler untuk perubahan ekstraksi turbin uap mengalami penurunan. Pada perhitungan daya pembangkit menunjukkan bahwa daya pembangkit untuk variasi perubahan aliran massa ekstraksi turbin uap mengalami tren peningkatan hingga komposisi variasi 50% dan daya pembangkit mengalami penurunan setelah mengalami puncaknya. Perhitungan efisiensi pembangkit menunjukkan variasi perubahan aliran massa ekstraksi turbin uap. Setelah mengalami peningkatan hingga puncaknya pada komposisi 50%. Efisiensi pembangkit mengalami penurunan setelah mengalami puncaknya hingga ekstraksi.

#### **2. Isoterma dan termodinamika adsorpsi kation pada lempung cengar terpillar (Bahri, S : 2011)**

Proses adsorpsi kation pada lempung terpillar dengan model isoterma Freundlich berkapasitas adsorpsi menunjukkan hasil kapasitas pertukaran kation pada lempung suspensi di dalam air lebih rendah dibandingkan dengan larutan sodium asetat. Masing-masing menunjukkan hasil 62,795 meq/g pada suspensi di dalam air dan 67,063 meq/g pada larutan sodium asetat. Hasil pada kedua lempung terpillar lempung suspensi di dalam air dan SAK menunjukkan efek temperatur yang berbeda selama proses adsorpsi. Lempung suspensi di dalam air memberikan respon eksotermis, entropi negatif, peningkatan energi Gibbs dan merupakan proses adsorpsi yang tidak spontan. Di lain pihak, larutan sodium asetat berlangsung secara endotermis dengan entropi positif, penurunan energi Gibbs dan juga merupakan proses yang tidak spontan.

**Bidang Lingkungan****1. Kinetika dan termodinamika dalam proses desalinasi air laut (Sinaga, N. : 2014)**

Kajian termodinamika memberikan penjelasan dan korelasi konstitutif tentang kelarutan sebagai fungsi suhu, tekanan, kekuatan ion, dan pH. Sedangkan kinetika memberikan penjelasan dan korelasi pengaruh suhu, tekanan, kekuatan ion, dan pH terhadap laju presipitasi dalam larutan. Kesetimbangan statis pada penelitian ini adalah sistem larutan pada berbagai konsentrasi. Objek penelitian terhadap laju presipitasi larutan dipengaruhi konsentrasi NaCl. Pengaruh konsentrasi NaCl terhadap laju presipitasi larutan menunjukkan pengaruh secara signifikan. Konsentrasi umpan larutan mempengaruhi laju presipitasi dan jumlah larutan yang diendapkan. Suhu mempengaruhi laju presipitasi larutan secara eksponensial pada berbagai salinitas larutan. Model kinetika yang diusulkan dalam penelitian dapat mewakili fenomena presipitasi larutan dengan sangat baik. Sebuah software sudah dikembangkan untuk melakukan simulasi presipitasi lar pada sistem larutan salinasi dengan menggunakan membran secara osmosis terbalik.

**2. Termodinamika biogas berbahan dasar kotoran sapi (Lukman : 2015)**

Pembuatan biogas cair diterapkan dengan menggunakan kajian termodinamika yang bertujuan untuk kompresibilitas dan data ekspansivitas. Perubahan volume pada data ekspansivitas memberikan tekanan yang besar dan temperature yang semakin tinggi dengan ditunjukkannya nilai kompresibilitas sebesar  $-1,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{cmHg}$  dan ekspansivitas diperoleh sebesar  $7,3 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{K}$ .

**3. Termodinamika campuran karet alam dengan kompatibilizer maleated polypropylene (Bahruddin : 2014)**

Termodinamika sistem campuran polimer diperlukan untuk mendapatkan informasi mengenai kemampuan pencampuran maksimal dan pemisahan fasa. Kemampuan pencampuran sistem karet alam dan *polipropilen* ditambahkan kompatibilizer *Maleated Polypropylene* menunjukkan fasa karet alam ter Vulkanisasi dinamik dalam matrik *polipropilen*. Sedangkan energi bebas pencampuran dihitung pada komposisi karet alam antara 0 sampai dengan 100% dan suhu  $30^\circ\text{C}$ . Proses vulkanisasi fasa karet alam menghasilkan jumlah molekul yang berikatan silang sebanyak 1113 dan terjadi secara monosulfidik. Komposisi *Maleated Polypropylene* antara 0 sampai 10% massa, sedangkan jumlah gugus anhydrate dalam molekul *Maleated Polypropylene* berkisar antara 1 sampai 5% mol. Hasil perhitungan penambahan *Maleated Polypropylene* pada sistem campuran karet alam / *polipropilen* dengan fasa karet alam ter Vulkanisasi dinamik hanya dapat menurunkan nilai energi bebas pencampuran, namun tidak mengubah sifat ketidakmampuan campurnya. Kadar gugus anhydrate dalam *Maleated Polypropylene* relatif tidak mempengaruhi kemampuan pencampuran sistem campuran tersebut.

**4. Kinetik dan termodinamika adsorbs (Denny : 2009)**

Limbah cair industri bisa mengandung logam berat seperti  $\text{Cu}^{2+}$  yang berbahaya bagi lingkungan jika dibuang tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Metode yang digunakan untuk mengurangi kandungan logam berat dalam limbah cair sudah banyak dilakukan, salah satu diantaranya adalah metode adsorpsi, yaitu memisahkan komponen tertentu dari fluida ke permukaan zat padat. Adsorpsi merupakan metode yang mudah, akan tetapi kebanyakan adsorben yang digunakan harganya mahal, sehingga perlu adanya alternatif adsorben yang murah. Penelitian ini memanfaatkan karbon aktif arang batubara sebagai adsorbennya. Arang batubara merupakan limbah hasil pembakaran dalam industri, yang berpotensi mengandung logam berat berbahaya, sehingga berbahaya bagi lingkungan. Pengaktifan arang batubara dilakukan dengan merendamnya dalam peroxide kemudian dibakar dalam furnace. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter proses (konsentrasi, pH dan waktu proses) terhadap proses adsorpsi logam berat, dengan pendekatan model isotherm adsorpsi.

**5. Kajian termodinamika penyerapan zat warna (Widhi, F : 2003)**

Penyerapan zat warna metil orange dalam larutan air dengan kajian termodinamika mampu mempengaruhi adsorpsi energi dan kapasitas adsorpsi. Adanya terdapat indikasi gugus fungsional yang terdapat pada kitosan secara spektrofotometri Infra Merah. Model Isotherm Adsorpsi Langmuir digunakan untuk menetapkan kapasitas dan energi adsorpsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi Metil Oranye pada adsorben kitosan adalah sebesar  $8,9839 \times 10^{-5} \text{ mol/gram}$  kitosan, dan energi adsorpsi adalah  $35,8783 \text{ KJ/mol}$ .

**6. Analogi sistem termodinamika gas ideal dengan tegangan permukaan (Bambang : 2015)**

Alat yang digunakan untuk mengkonversi energi panas menjadi usaha mekanik adalah mesin panas gas ideal. Alat tersebut bekerja dengan cara mengubah volume dan tekanan gas pada mesin akibat dari perubahan suhu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemungkinan dihasilkannya usaha mekanik dari mesin panas dengan sistem tegangan permukaan pada selaput tipis sabun. Langkah-langkah yang dilakukan adalah menemukan kesamaan besaran intensif dan ekstensif dari gas ideal dan selaput tipis sabun dalam persamaan keadaannya, kemudian menurunkan fungsi energi dalamnya, kapasitas

panasnya, menggambarkan proses isotermik dan adiabatiknya dalam siklus Carnot, kemudian menghitung usaha mekanik dan efisiensi dari masing-masing sistem.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelusuran dari berbagai referensi diperoleh bahwa materi termodinamika dapat memecahkan masalah pada:

- a. Bidang kesehatan, yaitu untuk mengambil ekstraksi tumbuhan *euphorbia humifusa* yang bermanfaat sebagai anti kanker dan permeabilitas obat melalui kulit untuk pengembangan formulasi sediaan transdermal.
- b. Bidang energi, yaitu untuk mengetahui pengaruh aliran massa ekstraksi turbin uap sebagai pemanas *feedwater heaters* pada pembangkit listrik tenaga uap, dan proses isothermal dan termodinamika adsorpsi kation pada lempung cengar terpillar
- c. Bidang lingkungan, yaitu untuk proses desalinasi air laut, termodinamika biogas berbahan dasar kotoran sapi, termodinamika campuran karet alam dengan kompatibilizer maleated polypropylene, kinetik dan termodinamika adsorbs, kajian termodinamika penerapan zat warna dan system termodinamika gas ideal dengan tegangan permukaan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ari F & Prabowo, 2012. Analisa termodinamika pengaruh aliran massa ekstraksi turbin uap untuk *feedwater heaters* terhadap performa pembangkit listrik tenaga uap 100 MW, *Jurnal Teknik Pomits*, 1-4.
- Baambang Achdiat, dkk, 2015. Analogi Sistem termodinamika gas ideal dengan tegangan permukaan pada selaput tipis sabun untuk pembuatan mesin panas, *Prosiding Simposium Nasional inovasi dan Pembelajaran Sains 2015*, 25-28.
- Bahri, S, dkk, 2011. Isoterma dan termodinamika adsorbs kation  $\text{Cu}^{2+}$  fasa berair pada lempung cengar terpillar, *Jurnal Natur Indonesia*, 7-13.
- Bahrudin, dkk, 2014. Termodinamika campuran polipropilen/karet alam yang ditambahkan kompatibilizer *maleated polypropylene*, 25-33.
- Denny Vitasari, dkk, 2009. Kinetik dan termodinamika adsorbs  $\text{Cu}^{2+}$  dengan adsorben karbon aktif arang batu bara, *Simposium Nasional RAPI*, 16-22.
- Goretti M, dkk, 2012. Studi termodinamika dan terhadap senyawa antioksidan ekstrak *euphorbia humifusa* yang berpotensi sebagai antikanker, *Jurnal Bahan Alam Indonesia*, 152-161.
- Luh Dewi Aryani & Suwaldi Martodihardjo, 2007. Uji permeabilitas intrinsik dan termodinamika difusi piroksikam secara *in vitro*, *Jurnal Farmasi Indonesia*, 103-110.
- Luqman Budi Wicaksono & Ahmad Marzuki, 2015. Kajian termodinamika biogas berbahan dasar kotoran sapi, *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 75-78.
- Sinaga, N, dkk, 2012. Model Kinetika dan termodinamika presipitasi kalsium karbonat dan kalsium sulfat dalam proses desalinasi air laut, 74-77.
- Widhi F. Mahatmanti & Woro Sumarni, 2003. Kajian termodinamika penyerapan zat warna indikator metil oranye (MO) dalam larutan air oleh adsorben kitosan, *JSKA*, 1-18.

## **PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI BAWANG MERAH (*Allium cepa* L. Agregatum Group) YANG TERCEKAM AIR**

**Rolan Siregar<sup>1\*</sup>; Lasminar Siahaan<sup>1</sup> dan Tumiur Gultom<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Tenaga pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Sisingamangaraja XII Medan, Sumatera Utara

<sup>2</sup> Tenaga pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Sisingamangaraja XII Medan, Sumatera Utara

<sup>3</sup> Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Medan, Medan

\*Alamat Korespondensi: allianz.rolan@gmail.com

**Abstrak.** Perubahan agroklimat akan mengganggu petanaman bawang merah, gagalnya panen dan rendahnya produksi serta tidak terpenuhinya permintaan masyarakat, Oleh karenanya diperlukan penanganan yang serius. Perubahan iklim menyebabkan pola tanam menjadi tidak menentu, karena musim tanam selalu ketergantungan ketersediaan air. Sumber bibit asal lokal Samosir dan introduksi dari luar belum diperoleh informasi toleran cekaman air, sehingga diperlukan pencarian kandidat varietas melalui tahapan penelitian. Tujuan untuk mendapatkan kandidat varietas yang toleran cekaman air yang akan digunakan bahan perbanyak umbi bawang merah. Hasil penelitian menunjukkan kandidat varietas Bangkok nyata pengaruh tinggi tanaman, jumlah daun, bobot umbi basah per plot, bobot umbi kering ekonomi per sampel dan per plot dan kandidat varietas samosir nyata hasil jumlah siungnya. Cekaman air 4 hari nyata pengaruhnya pada jumlah daun dan cekaman air 2 hari nyata hasil jumlah siung per sampel. Kandidat varietas Bangkok cekaman air 2 hari nyata pengaruh bobot umbi basah per plot.

**Kata kunci:** varietas, cekaman air, kandidat

### **PENDAHULUAN**

Kebutuhan bawang merah meningkat setiap tahunnya, konsumsi rata-rata bawang merah perkapita mencapai 2.36 – 2.74 kg/tahun (Anonim, 2013), menyebabkan banyaknya bawang merah inport masuk ke Indonesia dan menggeser peranan bawang merah lokal Sumatera Utara. Jika mengandalkan inport bawang merah dari luar dikuatirkan akan berdampak pada ketahanan pangan yang rapuh.

Perlu upaya menggalakkan penanaman bawang merah sepanjang tahun tanpa mengenal musim tanam dan iklim. Rendahnya produksi disebabkan terjadinya perubahan iklim dan bergesernya pola tanam. Dampak pemanasan global menyebabkan perubahan iklim, sehingga tidak jelas kapan terjadinya bulan kemarau dan musim hujan dan sulitnya memprediksi musim tanam bawang merah. Musim kemarau berkepanjangan dapat mengeringkan dan mengurangi air tanah, sehingga menurunnya produksi 20-40% bahkan gagalnya panen (United Nations Development Programme Indonesia, 2007).

Untuk mencari bawang merah yang toleran cekaman air dapat dilakukan uji lapangan berdasarkan pencarian kandidat varietas melalui uji prolin, karakter morfologi dan fisiologi tanaman (Kadir, 2011). Penelitian Setiawan., dkk (2013) menyatakan nilam asal sidikalang merupakan klon harapan toleran kekeringan dengan cekaman air 9 hari dengan nilai indeks sensitivitas (S) >1 dan kandungan prolina 46.4 – 55.3%. Perlu dilakukan upaya mencari dan mendapatkan kandidat varietas bawang merah pada cuaca air sedikit melalui tahapan penelitian dari beberapa plasma nutfah yang ada di Sumatera Utara dan introduksi dari luar, sehingga tidak ketergantungan kepada musim tanam dan pengairan.

Varietas bawang merah yang ada di Indonesia masih sedikit yang toleran cekaman air, sedangkan varietas introduksi belum diketahui secara pasti varietas mana yang lebih toleran terhadap kekeringan. Untuk mengatasi permasalahan kekurangan bibit bawang merah toleran cekaman air perlu dilakukan kajian tindakan agronomis agar terpenuhi kebutuhan produksi setiap tahunnya (Putrasamedja, 2010) sehingga dapat mengurangi inport bawang merah yang masuk ke Indonesia. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan penelitian berkelanjutan untuk mendapatkan kandidat varietas toleran cekaman air.

### **METODE**

Rumah plastik beserta bahan dan alat kelengkapannya polibag, ayakan, pupuk organik, timbangan, hand sprayer, cangkul, pisau caterik, gunting, meter, rol penggaris, kandidat 3 varietas, pestisida, drum air, ember, gembor, gergaji, paku payung, selang air, plat bambu, plastik putih, selang air, beaker gelas, oven, amplot coklat, kamera dan alat tulis lainnya. Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial sebagai rancangan lingkungannya, faktor pertama varietas 3 taraf dan faktor kedua cekaman air 4 taraf. Metode analisis data  $Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$  (Gomez and Gomez, 1984) dan uji lanjut DMRT dengan bantuan *Software* Excel. Peubah amatan komponen pertumbuhan vegetatif tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), jumlah anakan (rumpun) dan komponen generatif jumlah siung, bobot umbi basah (g) dan bobot umbi kering ekonomi (g). Pelaksanaan penelitian mengacu pada teknis lapangan mencakup persiapan dan pelaksanaan bahan tanaman serta pendukungnya dan dilanjutkan perawatan/pemeliharaan, parameter berdasarkan sampling tanaman.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perlakuan varietas terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif bawang merah**

Tabel 1. Rataan Tinggi Tanaman (cm), Jumlah Daun (helai), Jumlah Anakan Umur 7 Minggu Setelah Tanam (MST), Jumlah Siung Per Sampel (siung), Bobot Umbi Basah Per Plot (g), Bobot Umbi Kering Ekonomi Per Sampel/Plot pada Perlakuan Varietas Bawang Merah

| Varietas                 | Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif |            |             |             |                  |                  |                |
|--------------------------|-------------------------------------|------------|-------------|-------------|------------------|------------------|----------------|
|                          | TT (cm)                             | JD (helai) | JA (rumpun) | JSP (siung) | BUBP/ sampel (g) | BUKE/ sampel (g) | BUKE/ plot (g) |
| V <sub>1</sub> (Samosir) | 25.64b                              | 23.41b     | 6.00        | 5.88a       | 10.00b           | 6.03c            | 28.02b         |
| V <sub>2</sub> (Peking)  | 28.22b                              | 26.34b     | 5.91        | 3.94b       | 9.44b            | 11.72b           | 34.63b         |
| V <sub>3</sub> (Bangkok) | 37.40a                              | 31.44a     | 5.28        | 4.63b       | 33.13a           | 23.94a           | 108.99a        |
| Rataan                   | 30.42                               | 27.06      | 5.73        | 3.82        | 17.52            | 13.90            | 57.21          |

Keterangan: Angka rataan yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom masing-masing perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji jarak Duncan. TT (tinggi tanaman), JD (jumlah daun), JA (jumlah anakan), JSP (jumlah siung per sampel), BUBP (bobot umbi basah per sampel), BUKE (bobot umbi kering ekonomi per sampel dan per plot).

Pada Tabel 1, Varietas Bangkok nyata pengaruh tinggi tanaman, jumlah daun umur 7 mst, bobot umbi basah per sampel, bobot umbi kering ekonomi per sampel dan per plot, tetapi jumlah siung per sampel lebih nyata pengaruh varietas samosir. Varietas Bangkok komponen pertumbuhan vegetatifnya lebih menonjol dan dampaknya mendukung pertumbuhan generatif. Varietas samosir lebih banyak jumlah siung per sampel, namun ukuran umbinya kecil. Hal ini dapat dimungkinkan karena secara genetik ukuran umbinya kecil. Jumlah siung varietas Bangkok lebih sedikit hasilnya, tetapi ukuran umbinya lebih besar sehingga hasil produksinya lebih tinggi dari pada kedua varietas.

Pertumbuhan dan produksi bawang merah varietas bangkok ditentukan oleh kemampuan tumbuh dan perkembangannya yang dipengaruhi oleh kultur teknis dan perlakuan yang diberikan. Jika tinggi tanaman dan jumlah daun meningkat akan memberikan dampak hasil lebih baik terhadap produksi. Apresiasi dari ke tiga varietas menghasilkan perbedaan pertumbuhan vegetatif dan generatif, dan cenderung dipengaruhi oleh kondisi varietas sebagai sumber bibit yang berbeda daerah tempat tumbuhnya. Kondisi daerah asal pengembangan varietas dengan kondisi lokasi penelitian bervariasi iklimnya. Hadiati (2010) menyatakan karakter yang berbeda dari suatu varietas menggambarkan perbedaan susunan genetiknya. Selanjutnya Ceccarrelli (1989) genotip tanaman dapat beradaptasi pada lingkungan yang luas, dan dapat beradaptasi pada lingkungan yang spesifik jika rata-rata hasilnya tinggi. Ketiga varietas yang berbeda masih memberikan respons adaptif pertumbuhan vegetatif dan generatif pada lingkungan tumbuh lokasi penelitian 50 m dpl. Susanto *dkk.*, (2010) pertumbuhan dipengaruhi oleh altitude, curah hujan, intensitas cahaya dan suhu.

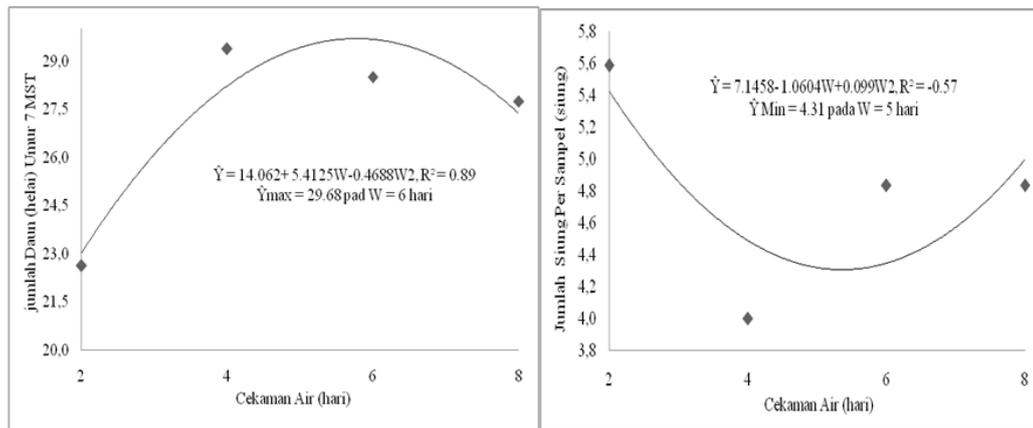
**Perlakuan cekaman air terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif**

Tabel 2. Rataan Jumlah Daun (helai) Umur 7 Minggu Setelah Tanam (mst) dan Jumlah Siung Per Sampel (siung) pada Perlakuan Cekaman Air

| Cekaman Air             | Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif |                    |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------------|
|                         | JD (helai)                          | JSP/sampel (siung) |
| W <sub>1</sub> (2 hari) | 22.63b                              | 5.58a              |
| W <sub>2</sub> (4 hari) | 29.38a                              | 4.00b              |
| W <sub>3</sub> (6 hari) | 28.50a                              | 4.83ab             |
| W <sub>4</sub> (8 hari) | 27.75a                              | 4.83ab             |
| Rataan                  | 36.09                               | 4.81               |

Keterangan: Angka rataan yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom masing-masing perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji jarak Duncan.

Tabel 2, Pertumbuhan vegetatif dan generatif jumlah daun dan jumlah siung per sampel nyata pengaruh lebih tinggi hasilnya cekaman air 2 dan 6 hari Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan Cekaman Air Terhadap Jumlah Daun (helai) Umur 7 MST dan Jumlah Siung Per Sampel (g) Tanaman Bawang Merah

Gambar 1, Jumlah daun maksimum 29.68 helai cekaman air 6 hari dan jumlah siung per sampel rendah 4.31 siung bila mencapai cekaman air 5 hari, tetapi jika cekaman air 2 hari jumlah siung per sampel lebih banyak hasilnya. Cekaman air terlalu lama dapat mengganggu pertumbuhan vegetatif daun yang berakibat menurunnya hasil produksi bawang merah. Tanaman memerlukan toleransi kekeringan, karena daya sembuh tanaman terhadap cekaman berbeda beda (Novita, 2014). Kadir (2011) untuk memperoleh tanaman toleran cekaman kekeringan dapat dilakukan uji lapangan berdasarkan identifikasi varietas, kadar prolin, karakter morfologi dan fisiologi tanaman.

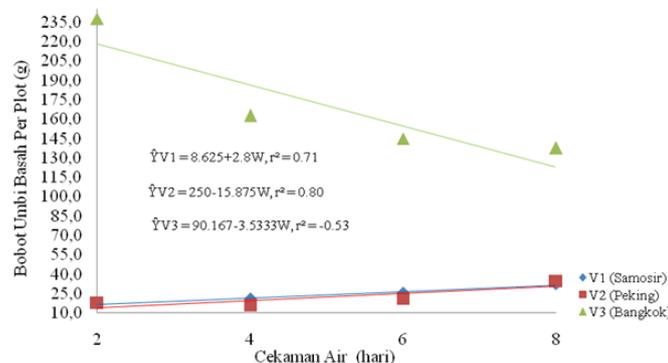
**Interaksi perlakuan varietas dan cekaman air terhadap pertumbuhan generatif**

Tabel 3. Rataan Bobot Umbi Basah Per Plot pada Perlakuan Interaksi Varietas dan Cekaman Air Terhadap Tanaman Bawang Merah

| Varietas | Cekaman Air |         |         |         | Rataan |
|----------|-------------|---------|---------|---------|--------|
|          | 2 hari      | 4 hari  | 6 hari  | 8 hari  |        |
| Samosir  | 17.50c      | 21.25c  | 25.75c  | 32.50c  | 24.25  |
| Peking   | 18.25c      | 15.75c  | 21.50c  | 35.00c  | 22.63  |
| Bangkok  | 237.50a     | 162.50b | 145.00b | 137.50b | 170.63 |
| Rataan   | 91.08       | 66.50   | 64.08   | 68.33   |        |

Keterangan: Angka rataaan yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris masing-masing perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji jarak Duncan.

Tabel 3, Varietas Bangkok cekaman air 2 hari nyata pengaruh hasil bobot umbi basah per plot dari pada kombinasi lainnya, karena varietas ini lebih sering dibudidayakan pada musim kemarau sehingga dapat berproduksi dengan baik bila kondisi kekeringan 2 hari, tetapi bila mencapai diatas 2 hari menurun bobot umbi basah per plot seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Varietas dengan Cekaman Air Terhadap Bobot Umbi Basah Per Plot Tanaman Bawang Merah

Gambar 2, Semakin lama cekaman air pada varietas bangkok menurun produksi bobot umbi basah per plotnya. Setiawan., *dkk*, (2013) tanaman nilam asal Sidikalang meningkat kadar prolinnya bila cekaman air 9 hari. Selanjutnya Gardner., *et al*, (1985) cekaman air berdampak kepada terganggunya komponen pertumbuhan vegetatif

akibat ketersediaan air yang rendah menyebabkan stomata tertutup dan mengganggu proses fotosintesa serta menurunnya laju fosforilasi di daun. Faktor pembatas pertumbuhan dan produksi tanaman disebabkan ketersediaan air tanah yang rendah, sehingga menghambat pembukaan stomata daun dan terganggunya proses metabolisme tanaman (Mapegau, 2006).

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kandidat varietas Bangkok menghasilkan tinggi tanaman tertinggi, jumlah daun terbanyak, bobot umbi basah per sampel, bobot umbi kering ekonomi per sampel dan per plot.
2. Kandidat varietas Samosir jumlah siung per sampelnya lebih banyak.
3. Cekaman air 2 – 4 hari jumlah siung per sampel dan jumlah daun hasilnya maksimal.
4. Interaksi varietas Bangkok cekaman air 2 hari dapat meningkatkan bobot umbi basah per plot.

#### Ucapan Terima Kasih

Apresiasi penulis yang setinggi-tingginya terhadap Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Koordinasi Perguruan Tinggi Swasta Wilayah-I atas pendanaan Hibah Desentralisasi Penelitian Produk Terapan yang didanai tahun 2016 kepada penulis melalui LPPM Universitas Sisingamangaraja XII Medan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2013). Bank Indonesia. Departemen Pengembangan Akses keuangan UMKM, Divisi Pengembangan dan Pengaturan UMKM.
- Cecarelli, S. 1989. Wide Adaptation, How wide Euphytica 40: 197-205.
- Gardner FP, Pearce RB, Mitchell RL. 1991. Physiology Of Crop Plant. IOWA State University Press. Diterjemahkan oleh Herawati Susilo dan Subiyanto. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. UI Press, Jakarta. 428 hal.
- Gomez, K.A dan A.A.Gomez, 1984. Statistical Procedures For Agricultural Research 2<sup>nd</sup> Edition, Wiley. Pp. 100-104.
- Hadiati, S. 2010. Pendugaan Jarak Genetik dan Hubungan Kekeratn Nanas Berdasarkan Analisis Isozim. Balai Penelitian Tanaman Buah Solok, Jurnal Hortikultura 13(2): 87-94.
- Kadir. A, (2011). Identifikasi Klon Harapan Tanaman Nilam Toleran Cekaman Kekeringan Berdasarkan Kadar Proline dan Karakter Morfologi dan Fisiologi. J.Agrissistim. 7 (1): 12-31.
- Mapegau, (2006). Pengaruh Cekaman Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merr*). J. Ilmiah Pertanian Kultura 41 (1):43-51.
- Novita. S, (2014). Pengujian Toleransi beberapa Kultivar Padi Beras merah (*Oryza sativa L.*) Terhadap Cekaman Kekeringan. *Skripsi*, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Padang. 1 Hal.
- Putrasamedja. S, (2010). Pengujian Beberapa Klon Bawang Merah Dataran Tinggi. Jurnal Pembangunan Pedesaan, 10(2): 86-92.
- Setiawan.,Tohari., dan Dja'far. S, (2013). Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Akumulasi Prolin Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin Benth.*). J.Ilmiah Pertanian 15(2): 85-99.
- Susanto S, Hartanti B, Khumaida N. (2010). Pertumbuhan Vegetatif Dan Generatif Stroberi Pada Sistem Fertigasi Yang Berbeda. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta, IPB. Kumpulan Makalah Seminar Ilmiah Perhoti. ISBN: 978-979-25-1262-5, 460-471
- United Nations Development Programme Indonesia, (2007). Sisi Lain Perubahan Iklim, Mengapa Indonesia Harus Beradaptasi untuk Melindungi Rakyat Miskinnya. Hal. 1-9

## PELUANG PENGEMBANGAN SITUS-SITUS BUDAYA DAN TEMPAT SAKRAL SEBAGAI UPAYA KONSERVASI LINGKUNGAN DI KAWASAN DANAU TOBA

Maskulino

Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Aek Nauli  
Jln. Raya Parapat Km. 10,5 Desa Sibaganding, Parapat, Sumatera Utara  
E-mail: maskoelino\_21@yahoo.com

**Abstrak.** *Pencanangan Masyarakat Ekonomi Asean (MEA) dan Program Otorita Danau Toba (ODT) oleh pemerintahan Presiden Jokowi, perlu didukung upaya pengembangan terhadap potensi kawasan wisata di sekitarnya yang salah satunya adalah obyek wisata alam yang memiliki nilai eko-tourism dan religious-tourism. Danau Toba yang terbentuk dari ledakan tektonovulkanik sekitar 75.000 tahun yang lalu, menyisakan banyak peninggalan-peninggalan penting bagi masyarakat Batak Toba, berupa situs-situs budaya dan tempat sakral di sekitar kawasan Danau Toba. Tulisan ini bertujuan untuk mendeskripsikan potensi dan peluang serta strategi pengembangan situs-situs budaya dan tempat sakral sebagai upaya konservasi lingkungan di kawasan Danau Toba untuk mendukung program MEA dan ODT. Metode penelitian adalah deskriptif kualitatif melalui kegiatan studi literatur. Kajian yang dilakukan terdiri dari kajian potensi dan peluang serta strategi pengembangan obyek-obyek wisata alam di kawasan Danau Toba. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif. Obyek-obyek wisata alam yang ada di kawasan Danau Toba memiliki potensi dan peluang yang bernilai eko-tourism dan religious-tourism serta dapat memberikan kontribusi bagi peningkatan ekonomi masyarakat. Hasil penelitian ini adalah bahwa terdapat 5 (lima) obyek wisata alam yang dapat dikembangkan sebagai upaya konservasi lingkungan dan dapat menambah pendapatan masyarakat sekitar kawasan Danau Toba, yaitu Aek Sipitu Dai, Kawasan Gunung Pusuk Buhit, Batu Hobon, Tano Ponggol, dan Batu Parrapatan.*

**Kata kunci:** *Peluang, pengembangan, situs budaya dan tempat sakral, konservasi lingkungan, danau toba*

### PENDAHULUAN

Kawasan Danau Toba adalah salah satu kawasan yang merupakan aset nasional dan memiliki nilai strategis bagi Provinsi Sumatera Utara dengan fungsinya antara lain yaitu, sebagai tujuan wisata, sumber air bagi penduduk, kegiatan perikanan, transportasi air, sumber air PLTA, pembangkit energi untuk industri dan sekaligus sebagai ekosistem sumber daya alam hayati dan non hayati (BKPEKDT, 2010). Salah satu nilai strategis yang terdapat di kawasan Danau Toba adalah adanya peninggalan-peninggalan manusia dari masa lalu yang memiliki nilai historis dan budaya tinggi. Peninggalan-peninggalan tersebut adalah obyek-obyek wisata alam berupa situs-situs budaya dan tempat sakral.

Menurut Undang-undang Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya dikenal beberapa istilah yang terkait dengan peninggalan-peninggalan manusia dari masa lalu yaitu Cagar Budaya, Benda Cagar Budaya, Bangunan Cagar Budaya, Struktur Cagar Budaya, Situs Cagar Budaya dan Kawasan Cagar Budaya. Dari beberapa istilah tersebut, Situs Budaya dan tempat sakral, termasuk dalam kategori situs cagar budaya. **Situs Cagar Budaya** menurut Undang-undang Nomor 11 Tahun 2010 adalah lokasi yang berada di darat dan/atau di air yang mengandung Benda Cagar Budaya, Bangunan Cagar Budaya, dan/atau Struktur Cagar Budaya sebagai hasil kegiatan manusia atau bukti kejadian pada masa lalu.

Seperti diketahui, pada tahun 2016 ini, Masyarakat Ekonomi Asean (MEA) telah secara resmi dimulai di Indonesia. Sehubungan dengan pencanangan MEA, Pemerintah Indonesia turut proaktif dalam mengkampanyekan hal tersebut. Bentuk proaktif pemerintah Indonesia berupa disahkannya Badan Otorita Danau Toba atau disingkat ODT melalui Perpres Nomor 49 Tahun 2016 tentang Badan Otorita Pengelolaan Danau Toba (BOPDT). Dasar pembentukan badan tersebut adalah adanya pertimbangan dalam rangka mempercepat pengembangan dan pembangunan serta upaya konservasi lingkungan di kawasan pariwisata Danau Toba sehingga diperlukan pengaturan secara khusus, guna menyatukan pelaksanaan kewenangan pengelolaan kawasan. Salah satu kawasan pariwisata dimaksud adalah obyek-obyek wisata alam berupa situs-situs budaya dan tempat-tempat sakral. Oleh karena itu, dalam makalah ini akan mengulas mengenai situs-situs budaya dan tempat sakral yang berada di kawasan Danau Toba.

### METODE

Tujuan penyusunan makalah ini adalah untuk mendeskripsikan potensi dan peluang pengembangan situs-situs budaya dan tempat sakral sebagai upaya konservasi lingkungan di kawasan Danau Toba untuk mendukung program Masyarakat Ekonomi Asean (MEA) dan program Otorita Danau Toba (ODT). Hasil penyusunan makalah ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam merevitalisasi pengembangan situs-situs budaya dan tempat sakral di sekitar kawasan Danau Toba. Metode penelitian adalah deskriptif kualitatif melalui kegiatan studi literatur. Kajian yang dilakukan terdiri dari kajian potensi dan peluang

serta strategi pengembangan obyek-obyek wisata alam di kawasan Danau Toba. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Umum Kawasan Danau Toba

Secara umum, kawasan Danau Toba mempunyai luas lebih kurang 369.854 ha yang terdiri dari 190.314 ha dataran di pulau Sumatera (keliling luar danau), 69.280 ha daratan pulau Samosir (di tengah danau) dan lebih kurang 110.000 ha berupa perairan (luas permukaan danau) seperti yang dikemukakan oleh Harianja (2010). Secara geografis, kawasan Danau Toba terletak antara koordinat 2°10' LU - 3°0' LU dan 96°20" BT - 99°50" BT. Sedangkan, secara administrasi pemerintahan, kawasan Danau Toba dikelilingi 7 (tujuh) kabupaten, yaitu: Tapanuli Utara, Humbang Hasundutan, Toba Samosir, Samosir, Simalungun, Karo dan Dairi.

### Situs-situs Budaya dan Tempat Sakral di Kawasan Danau Toba

#### 1. Aek Sipitu Dai

Aek Sipitu Dai atau dalam bahasa Indonesia berarti *Air Pancuran Tujuh Rasa*, merupakan situs budaya yang terkenal di Danau Toba. Ketenaran Aek Sipitu Dai ini adalah karena keunikan dan kesakralannya, sehingga menarik perhatian para wisatawan yang datang berkunjung. Aek Sipitu Dai berada di Desa Aek Sipitu Dai, Kecamatan Sianjur Mula-mula, Kabupaten Samosir. Keunikan yang dimiliki Aek Sipitu Dai adalah terdapat tujuh sumber mata air yang masing-masing memiliki rasa yang berbeda, mulai dari rasa manis, rasa asam, hingga rasa yang tidak dapat diketahui. Namun, dari ketujuh sumber mata air tersebut, tidak ada yang berasa air tawar. Oleh karena pancuran air tersebut berjumlah tujuh, hal itu melambangkan status masyarakat yang berada di Harihan Boho, Limbong (melewati Kecamatan Pangururan), yaitu: Pancuran ni Dakdanak (*tempat mandi bayi yang belum ada giginya*), Pancuran ni Sibaso (*tempat mandi para ibu yang telah tua*), Pansuran ni Ina-ina (*tempat mandi para ibu yang masih dapat melahirkan*), Pansur ni Namarbaju (*tempat mandi gadis-gadis*), Pansur ni Pangulu (*tempat mandi para raja*), Pansur ni Doli (*tempat mandi para lelaki*), dan Pansur ni Hela (*tempat mandi para menantu laki-laki, yaitu semua marga yang mengawini putri marga Limbong*) (www.medanwisata.com. 2014).

Menurut kepercayaan masyarakat Batak Toba, mata air Aek Sipitu Dai dipercaya mampu menyembuhkan berbagai macam penyakit. Situs budaya Batak Toba ini adalah peninggalan sejarah dari kisah legenda Batak Toba, *Siraja Batak* yang mendiami pulau Samosir sebagai tempat bermukim dan sebagai tempat untuk melakukan kegiatan sehari-hari bagi *Siraja Batak* dan keluarganya.

#### 2. Kawasan Gunung Pusuk Buhit

Kawasan Gunung Pusuk Buhit terletak di sebelah Barat Danau Toba. Gunung Pusuk Buhit awalnya bernama Gunung Toba dengan ketinggian sekitar 1.500 meter lebih diatas permukaan laut dan 1.077 meter dari permukaan Danau Toba. Kawasan Gunung Pusuk Buhit berada di tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Sianjur Mula-mula, Kecamatan Harihan Boho dan Kecamatan Pangururan. Menurut kepercayaan masyarakat Batak Toba, Kawasan Pusuk Buhit merupakan lokasi yang berkaitan dengan legenda penciptaan bumi pertama kali.

Pada awal mula penciptaan bumi, ada seorang gadis bernama *Si Boru Deak Parujar*. Dia merupakan putri *Dewata Batara Guru*. Suatu hari, *Si Boru Deak Parujar* turun dari langit karena tidak suka dijodohkan oleh orangtuanya dengan seorang pria yang juga keturunan dewa bernama *Siraja Odap-odap*. *Si Boru Deak Parujar* dengan penuh keyakinannya, akan menemukan sebuah tempat persembunyian sementara yang berada di benua bawah (yaitu Bumi). *Si Boru Deak Parujar* pun tidak kehilangan akal. Dia meminta bantuan melalui seekor burung yaitu, *Sileang-leang Mandi* agar *Debata Mulajadi Nabolon* (nama lain Tuhan Yang Maha Esa menurut kepercayaan masyarakat Batak), berkenan mengirimkan segenggam tanah untuk ditempa menjadi Bumi tempat dia berpijak. Kemudian, tanah tersebut diberikan oleh *Debata Mulajadi Nabolon*, dan langsung ditempa oleh *Si Boru Deak Parujar*. Tanah tersebut berkembang secara ajaib hingga ujungnya tidak kelihatan. Lalu, tanah itu diberi nama *Pulau Morsa* (Pulau Tersamar). Bumi yang diciptakan oleh *Siboru Deak Parujar* digunjang gempa. Gempa tersebut berasal dari seorang raksasa yang buruk rupa bernama *Naga Padoha Niaji* yang juga tertarik akan pesona kecantikan *Siboru Deak Parujar* dan sering mengganggu *Siboru Deak Parujar*. Seiring berjalannya waktu, *Naga Padoha Niaji* kelelahan mengganggu *Si Boru Deak Parujar*, dan *Si Boru Deak Parujar* pun mulai merasa kesepian dan mencari teman untuk berbicara. Tidak lama kemudian, *Si Boru Deak Parujar* bertemu dengan *Siraja Odap-Odap* dan mereka sepakat untuk menikah dan menjadi suami-istri. Dari hasil pernikahan mereka, lahirlah *Si Raja Batak* yang kemudian menjadi leluhurnya orang Batak Toba.

### 3. Batu Hobon

Masih berkaitan dengan kawasan Gunung Pusuk Buhit, *Batu Hobon* menurut legenda masyarakat Batak Toba, merupakan hadiah *Raja Uti*, cucu dari *Si Raja Batak* yang berfungsi sebagai tempat menyimpan benda-benda pusakanya orang Batak dan Kitab yang berisi ajaran-ajaran dari para leluhur. Layaknya sebuah tempat sakral untuk menyembah, penduduk setempat menghiasi *Batu Hobon* dengan hiasan-hiasan berupa bunga.

### 4. Tano Ponggol

Objek wisata alam ini berada di Kelurahan Siogung-ogung berjarak kira-kira satu kilometer dari Kota Pangururan. Tano Ponggol berbentuk seperti sebuah terusan yang menghubungkan antara Pulau Sumatera dengan Pulau Samosir, sehingga jarak tempuh kedua Pulau tersebut menjadi lebih dekat. Menurut sejarahnya, pada tahun 1906 Tano Ponggol dibangun oleh Pemerintah Kolonial Belanda untuk kepentingan pembangunan pos militer pertama di Pangururan di kaki Gunung Pusuk Buhit yang berada di bagian Pulau Sumatera. Pemerintah Belanda juga melakukan pengerukan terusan untuk menembus tanah genting yang dulunya menghubungkan Pulau Samosir dengan Pusuk Buhit, yang saat ini menjadi kanal. Tano Ponggol memiliki lebar 50 meter, dengan dinding penahannya (*dijk*) terusan yang telah dibeton. Secara hukum, Tano Ponggol diresmikan pada tanggal 22 April 1988 oleh Pemerintah Kabupaten Tapanuli Utara dengan nama *Terusan Pusuk Buhit*.

### 5. Batu Parrapotan

Obyek wisata alam ini merupakan tempat rapat bagi para penghuni Gunung Pusuk Buhit untuk menentukan nasib seseorang apakah dapat diperbolehkan naik ke puncak Pusuk Buhit atau tidak. Pada zaman dahulu, Agama Batak memiliki keyakinan bahwa disinilah nasib arwah orang meninggal ditentukan, apakah berhak masuk surga atau tidak. Di tempat inilah Ompu Siraja Batak berhenti serta berdoa kepada semua penghuni Pusuk Buhit yang selalu mengadakan rapat di tempat tersebut, agar beliau diperkenankan mendaki ke puncak. Ompu Siraja Batak juga berdoa agar keturunannya selamat sejahtera di dunia. Di kemudian hari, Ompu Siraja Batak naik ke Pusuk Buhit seraya memanjatkan doa kepada Ompu Muljadi Nabolon, agar ia dipanggil dari dunia tapi bagian tubuhnya tetap bisa dilihat oleh keturunannya. Dengan keyakinan ini, di kemudian hari ketiga batu tersebut menjadi prasasti peringatan akan Tubuh (*sibuk-sibuk*) Ompu Siraja Batak yang merupakan batu paling besar, Tubuh Ompu Guru Tateabulan yaitu batu nomor dua, dan Tubuh Ompu Raja Isumbaon yang merupakan batu nomor tiga (Yayasan Caritas PSE, 2016).

### Strategi Pengembangan Obyek-obyek Wisata Alam di Kawasan Danau Toba

Pengembangan obyek-obyek wisata alam berupa situs-situs budaya dan tempat sakral akan mempunyai nilai lebih jika dapat dikembangkan dengan baik dan dapat menjadi upaya mengkonservasi lingkungan di kawasan Danau Toba serta memberikan kontribusi bagi peningkatan ekonomi masyarakat di sekitar kawasan Danau Toba. Berikut ini adalah beberapa strategi yang dapat dilakukan dalam pengembangan obyek-obyek wisata alam di kawasan Danau Toba, yaitu:

#### 1. Memprioritaskan Program Pengembangan Obyek Wisata Alam

Berdasarkan hasil studi literatur, obyek wisata alam berupa tempat sakral dan situs-situs budaya, belum menjadi prioritas dalam Renstra Satuan Kerja Perangkat Daerah Kabupaten Samosir. Padahal, obyek-obyek wisata alam tersebut agar dapat menarik minat wisatawan baik wisatawan domestik maupun wisatawan luar negeri adalah dengan cara menjual keunikan-keunikan potensi obyek-obyek wisata alam tersebut.

#### 2. Meningkatkan Promosi dan Sosialisasi Obyek Wisata Alam

Upaya peningkatan promosi dan sosialisasi pengembangan obyek-obyek wisata alam sangat penting dilakukan agar obyek wisata alam dan destinasi dapat diketahui dan dikenal serta sebagai upaya untuk mengajak masyarakat luas mengkonservasi lingkungan, baik lingkup masyarakat nasional maupun lingkup masyarakat internasional. Program promosi dan sosialisasi merupakan cara yang tepat untuk memperkenalkan obyek wisata alam yang belum diketahui masyarakat, terutama keberadaan lokasi wisata dan obyek wisata yang akan dijual dan dapat dinikmati oleh wisatawan. Kegiatan promosi dan sosialisasi dapat dilakukan melalui media massa baik cetak maupun elektronik, bandara, pameran-pameran, dan perguruan tinggi (Drumm and Moore, 2005).

#### 3. Mengembangkan Aksesibilitas Menuju Obyek Wisata Alam

Untuk memudahkan para pengunjung menuju ke lokasi destinasi obyek wisata alam dan menarik perhatian para wisatawan, maka diperlukan kegiatan pengembangan aksesibilitas. Keberadaan situs-situs budaya dan tempat sakral seringkali sulit untuk dijangkau, meskipun dapat ditempuh dengan berjalan

kaki. Aksesibilitas untuk mencapai obyek-obyek wisata alam tersebut dapat dikembangkan dengan membuat jalan-jalan desa yang juga dapat bertujuan membantu mengkonservasi lingkungan Danau Toba dan mengembangkan perekonomian masyarakat di sekitar kawasan obyek-obyek wisata alam.

#### **4. Meningkatkan Kapasitas Pelaku Wisata**

Peningkatan kapasitas para pelaku wisata di daerah sekitar kawasan obyek wisata alam sangat diperlukan untuk menciptakan kompetensi yang handal. Salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan memetakan kesenjangan masing-masing profesi para pelaku wisata seperti pemandu wisata (*guide*), transport, hotel-hotel, restoran dan lain-lain. Kemudian, perlu dibangun strategi yang komprehensif sehingga dapat merespon kebutuhan-kebutuhan.

#### **KESIMPULAN**

Berdasarkan penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa potensi-potensi yang terdapat di tempat-tempat sakral dan di situs-situs budaya memiliki nilai *eko-tourism* dan *religious tourism* yang unik dan menarik. Apabila dikembangkan dengan baik, maka akan dapat menjadi peluang untuk mengkonservasi lingkungan Danau Toba dan memberikan kontribusi bagi peningkatan ekonomi masyarakat di sekitar kawasan situs-situs budaya dan tempat sakral serta mendukung program Masyarakat Ekonomi Asean (MEA) dan Otorita Danau Toba (ODT). Untuk mewujudkan hal tersebut, maka pengembangan situs-situs budaya dan tempat sakral dapat menjadi pilihan, yaitu dengan melakukan pengembangan potensi situs-situs budaya dan tempat sakral.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- BKPEKDT, 2010. Peranan dan fungsi badan koordinasi pengelolaan ekosistem kawasan danau toba. Proding Workshop II: Diseminasi Hasil Studi ITTO dan Tukar Menukar Pengalaman Dalam Pemulihan Ekosistem Danau Toba.
- Drumm, A. and A. Moore, 2005. Ecotourism development – A manual for conservation planners and managers. Volume I : An Introduction to Ecotourism Planning, Second Edition. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, USA.
- Harianja, A. 2010. Metode kampanye konservasi untuk meningkatkan kesadaran pelajar akan jasa lingkungan di sekitar daerah tangkapan air danau toba. Prosiding Workshop II Diseminasi Hasil Studi ITTO dan Tukar Menukar Pengalaman Dalam Pemulihan Ekosistem Danau Toba.
- Undang-undang. UU Nomor. 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya.
- www.medanwisata.com. 2014. Aek sipitu dai, eksotika sumur tujuh rasa. <http://www.medanwisata.com/aek-sipitu-dai-eksotika-sumur-7-rasa>. Diakses tanggal 19 Oktober 2016.
- Yayasan Caritas PSE, 2016. Membangun pariwisata yang bermartabat dan berkelanjutan di kawasan danau toba. Medan. Hal 154-155.

## **POTENSI PENGEMBANGAN *INTEGRATED AGROFORESTRY- APICULTURE* UNTUK PEMULIHAN EKOSISTEM DAERAH TANGKAPAN AIR DANAU TOBA DAN PENINGKATAN KESEJAHTERAAN MASYARAKAT**

**Aswandi dan Cut Rizlani Kholibrina**

Balai Penelitian Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Aek Nauli  
Jl. Raya Parapat Km 10,5 Sibaganding Parapat Simalungun  
Email: andiasw@yahoo.com

**Abstrak.** Penurunan kualitas lingkungan hidup di Daerah Tangkapan Air Danau Toba bersifat multidimensi sehingga upaya pemulihannya memerlukan pendekatan holistik dan integratif. Memperhatikan multifungsi manfaatnya, sistem agroforestry memiliki potensi bagi pengaturan ekologi, sumber ekonomi dan pengembangan sosial masyarakat. Tulisan ini bertujuan untuk menggambarkan potensi pengembangan agroforestry yang diintegrasikan dengan budidaya lebah madu dalam pemanfaatan lahan secara optimal, peningkatan kesejahteraan masyarakat dan pencegahan gangguan hutan di sekitar Danau Toba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem agroforestry yang mengkombinasikan tanaman pertanian semusim dengan tanaman perkebunan, pohon buah dan tanaman kehutanan telah dipraktekkan masyarakat pada beberapa lokasi di wilayah ini. Pengembangan budidaya lebah madu (*Apis*) dan penghasil propolis (*Trigona*) pada sistem agroforestry kemenyan-kopi-kaliandra memberikan peluang bagi sumber alternatif mata pencaharian dan peningkatan produktivitas tanaman pertanian melalui peningkatan intensitas pembungaannya. Penanaman tanaman kaliandra dan makadamia yang merupakan sumber pakan lebah juga dapat digunakan sebagai sekat bakar pencegah penyebaran kebakaran hutan dan lahan. Resin yang dihasilkan pohon kemenyan juga merupakan pakan potensial bagi lebah *Trigona* untuk menghasilkan propolis yang bernilai tinggi. Selain hasil panen tanaman, lebah madu dan propolis yang dihasilkan diharapkan dapat meningkatkan ketahanan gizi dan kesehatan masyarakat. Hal ini diharapkan dapat mendorong skema-skema pengelolaan hasil hutan bukan kayu dalam pengembangan alternatif pendapatan sumber masyarakat yang mendukung kelestarian sumberdaya hutan dan lingkungan.

**Kata kunci:** Danau Toba, sistem agroforestry, apiculture, restorasi ekosistem, kesejahteraan masyarakat

### **PENDAHULUAN**

Penurunan fungsi ekosistem Daerah Tangkapan Air (DTA) Danau Toba tidak dapat dipungkiri tengah berlangsung. Perairan seluas 110 ribu ha dan daerah resapan air seluas 280 ribu ha yang tersebar pada tujuh kabupaten, yaitu Kab. Karo, Simalungun, Toba Samosir, Tapanuli Utara, Humbang Hasundutan, Dairi dan Samosir telah mengalami penurunan kuantitas dan kualitas air, serta peningkatan areal hutan dan lahan yang terdegradasi. Berdasarkan penafsiran citra satelit tahun 1985, 1997 dan 2011 sekurangnya terdapat 16 ribu ha hutan yang berubah penutupan vegetasinya dan terdegradasi (BPKH II Medan, 2011).

Berdasarkan data BPS Sumatera Utara (2015), penduduk yang berdomisili di DTA Danau Toba berjumlah 951 ribu orang, sekitar 85% menggantungkan hidupnya di sektor pertanian. Namun, produktivitas lahan pada daerah ini umumnya rendah sehingga tingkat kemiskinan masyarakat cukup tinggi hingga 20-25% (BPS Sumatera Utara, 2015). Produksi padi rata-rata sekitar 4,85 ton/ha (sawah) dan 2,61 ton/ha (lahan kering), nilai ini jauh lebih rendah dibandingkan produktivitas padi rata-rata di Jawa (ITTO, 2010). Kondisi ini beserta kesadaran terhadap kelestarian fungsi hutan yang rendah telah mendorong perilaku negatif sebagian masyarakat untuk membuka lahan dengan cara membakar pada kawasan hutan yang tersisa bagi pengembangan areal pertanian dan perkebunan (ITTO, 2010).

Program rehabilitasi di DTA Danau Toba sesungguhnya telah dimulai sejak tahun 1950-an. Berbagai strategi telah diterapkan, dari pendekatan *top down* pada tahun 1980-an hingga pendekatan partisipatif sejak akhir 1990-an (Nawir *et al.*, 2004). Pada tahun 1970, melalui Instruksi Presiden, berbagai lahan kosong dan alang-alang di DTA Danau Toba direboisasi dan dihijaukan dengan *Pinus merkusii*, jenis dominan yang ditanam. Pada tingkat tertentu upaya-upaya ini dinilai sukses terutama pada periode awal yang ditandai dengan peningkatan penutupan hutan. Namun laju deforestasi meningkat pada akhir tahun 80-an hingga 90-an akhir (Oeliem *et al.*, 2000). Berbagai kawasan hutan alam dan tanaman (termasuk hasil penghijauan) telah ditebang untuk pemenuhan kebutuhan kayu pertukangan dan serat. Kondisi ini menyebabkan penurunan luas penutupan hutan di kawasan ini secara drastis dan mengganggu sistem hidrologis perairan dan DTA Danau Toba. Hal ini tercermin dari penurunan tinggi muka perairan dan

semakin terbatasnya air yang tersedia pada lahan-lahan perbukitan di atas danau. Oleh karena itu sejak tahun 2003, pemerintah meluncurkan Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Ribuan hektar lahan terdegradasi di kawasan ini direhabilitasi, namun keberhasilan program dipertanyakan mengingat rendahnya kemampuan bertahan hidup tanaman yang ditanam (Darwo *et al*, 2004).

Belajar dari pengalaman dari program-program sebelumnya, terdapat beberapa hal yang diidentifikasi sebagai penyebab kegagalan, diantaranya rendahnya kesadaran dan partisipasi masyarakat pada program rehabilitasi hutan dan lahan, konflik tenurial lahan dan frekuensi kebakaran hutan dan lahan yang tinggi (ITTO, 2007). Total luas lahan terlantar mencapai 24 ribu ha, atau 18% dari total lahan pertanian yang tersedia dan kebakaran sering terjadi pada lokasi ini (JICA, 2004). Rendahnya kesadaran ini dimungkinkan akibat trauma masa lalu yang belum pulih (ITTO, 2010). Kala itu, program rehabilitasi sering menempatkan masyarakat sebagai obyek kegiatan sehingga keterlibatan, rasa memiliki dan memelihara tanaman rehabilitasi sangat rendah.

Oleh karenanya, pemulihan ekosistem DTA Danau Toba memerlukan pendekatan khusus serta penegasan kembali pentingnya perencanaan strategis yang melibatkan peran aktif masyarakat. Selanjutnya, perlu dikembangkan upaya-upaya peningkatan produktivitas hutan dan lahan yang diidentifikasi dapat mengembangkan sumber pendapatan alternatif bagi masyarakat. Peningkatan produktivitas lahan, baik melalui budidaya pertanian intensif maupun peningkatan efisiensi penggunaan lahan akan memberikan manfaat bagi peningkatan pendapatan masyarakat. Dalam hal ini model sistem agroforestry yang terintegrasi dengan budidaya lebah *Apis* dan *Trigona* penghasil madu dan propolis dengan budidaya pertanian yang memperhatikan teknik konservasi tanah dapat diajukan sebagai skema yang perlu dikembangkan.

Tulisan ini bertujuan untuk menggambarkan potensi pengembangan agroforestry yang diintegrasikan dengan budidaya lebah madu dalam pemanfaatan lahan secara optimal, peningkatan kesejahteraan masyarakat dan pencegahan gangguan hutan di sekitar Danau Toba. Hasil penelitian diharapkan dapat mendorong skema-skema pengelolaan hasil hutan bukan kayu dalam pengembangan alternatif sumber pendapatan masyarakat yang mendukung kelestarian hutan dan lingkungan.

## Praktek Agroforestry di DTA DanauToba

Beberapa kajian terhadap sistem agroforestry di DTA Danau Toba menunjukkan bahwa petani pada kawasan ini telah mempraktekkan skema ini dalam pengelolaan lahannya dengan keragaman jenis tanaman yang diusahakan (ITTO, 2010; Wijayanto, 2009; Wijayanto dan Sanudin, 2009; Aswandi, 2008) (Tabel 1). Jenis-jenis tanaman pertanian semusim seperti cabe, tomat, jagung dan lainnya ditanam bersama-sama dengan jenis tanaman perkebunan seperti kopi, kakao, cengkeh dan pohon seperti kaliandra, ingul, dadap, kemenyan, dan tusam. Keragaman jenis ini menggambarkan pilihan-pilihan petani untuk memperoleh pendapatan dengan mempertimbangkan resiko dan menyimpan kekayaan mereka (tabung) dalam bentuk tegakan.

Tabel 1. Pola agroforestry yang terdapat pada beberapa lokasi di DTA Danau Toba

| No | Lokasi                                  | Komposisi Tanaman    |                                           |                                                   |                                                          |
|----|-----------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|    |                                         | T. Pagar             | T. Tepi                                   | T. Sela                                           | T. Hutan                                                 |
| 1  | Huta Namora, Lobu Hole Tapanuli Utara   | Kaliandra            | Makadamia                                 | Kopi, kakao, nenas                                | Kemenyan toba, puspa                                     |
| 2  | Pakpahan, Pangaribuan Taput             | Kaliandra            | Pinus                                     | Kopi                                              | Kemenyan, Pinus                                          |
| 3  | Sipahutar, Pangaribuan Taput            | Gamal                | Lantoro                                   | Kopi, jagung, nenas, cabe                         | Petai, lantoro, dadap                                    |
| 4  | Motung, Ajibata, Toba Samosir           | Kaliandra            | Ingul                                     | Ubi, kacang, cabe, jagung                         | Ingul, meranti                                           |
| 5  | Tambun Sukkean, Onan Runggu, Samosir    | Kaliandra, makadamia | Ingul dan rumput pakan ternak             | Kopi, cabai, tomat, jagung, bawang, kentang       | Mangga, kemiri, mete, kulit manis, ingul, nangka, durian |
| 6  | Martoba, Simanindo, Samosir             | Kaliandra            | Ingul, dan gmelina                        | Kopi, cabe, bawang, cengkeh, kakao, jagung,       | Nangka, pinus, alpukat, petai, mete, mahoni,             |
| 7  | Lintong Nihuta, Ronggur Nihuta, Samosir | Kaliandra            | Ingul, dadap, makadamia, dan asam galugur | Dadap, kopi, cengkeh, terung belanda, dan alpukat | Mahoni, ingul, pinus, dan nangka, johar                  |
| 8  | Sipolha, Pematang                       | Dadap                | Ingul,                                    | Jahe, cabe,                                       | Ingul, cengkeh                                           |

|    |                                                    |                        |                                               |                                                                |                                                         |
|----|----------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|    | Sidamanik,<br>Simalungun                           |                        | gmelina                                       | kakao, kopi                                                    |                                                         |
| 9  | Aek Nauli, Girsang S Bolon, Simalungun             | Kaliandra              | Ingul                                         | Kopi, cabe, tomat                                              | Ingul                                                   |
| 10 | Sipangan Bolon, Girsang Sipangan Bolon, Simalungun | Kliandra dan macadamia | Ingul, petai, nangka, kemiri, dan jarak pagar | Kopi, cengkeh, cabe, jahe, kol, tomat, jagung, kacang, alpukat | Ingul, ekaliptus, kesemek, pinus, jambu air, dan mahoni |
| 11 | Tambun Raya, Pematang Sidamanik, Simalungun        | Gamal, dan dadap       | Ingul, kemiri, dan jati putih                 | cengkeh, kopi, kakao, bawang, cabai, nenas                     | Ingul, ekaliptus, kesemek, pinus, dan mahoni            |
| 12 | Sibolangit, Merek, Karo                            | Kaliandra              | Ingul, pinus                                  | Kopi, kakao, cengkeh, alpukat                                  | Ingul, kesemek, pinus, dan mangga                       |

Sumber: ITTO, 2010; Aswandi, 2008; Wijayanto dan Sanudin, 2008

Selain keinginan petani terhadap jenis komoditas tertentu, kombinasi jenis yang ditanam dipengaruhi oleh kondisi tempat tumbuh, nilai ekonomi, dan kemudahan budidaya. Pemilihan jenis ini merupakan hal sangat penting, karena kesalahan yang terjadi akan berdampak panjang dan sangat merugikan. Jenis yang cocok bukan hanya dari segi pertumbuhan, nilai ekonomi dan kemampuan adaptasinya pada lingkungan tertentu, tetapi juga kemampuannya membentuk struktur tumbuh yang ideal, saat tumbuh berkembang bersama jenis lain pada lahan yang sama. Pencampuran pohon kayu-kayuan dan pohon buah-buahan dengan tanaman musiman dan atau hewan tidak hanya ditujukan agar produktivitas lahan meningkat dan upaya budidaya tersebut menguntungkan, melainkan skema ini juga mampu mempertahankan nilai-nilai budaya yang baik serta mewujudkan penguasaan dan tata guna lahan yang mantap.

Berbagai pola pencampuran tanaman pada beberapa sistem agroforestry pada Tabel 1 menggambarkan bahwa petani sudah cukup menguasai teknik budidaya dan sifat tanaman. Terlihat bahwa tanaman sela yang ditanam tidak lebih tinggi dari tanaman pokok (kehutanan) sehingga pemanfaatan ruang secara horizontal dan vertikal lebih optimum. Kondisi yang sama juga akan terjadi di bawah permukaan tanah. Pengambilan hara lebih tersebar pada horison tanah. Bentuk pengaturan ruang ini akan menciptakan interaksi ekologi dan ekonomi antara berbagai komponen yang bersangkutan. Pola campuran ini juga mencerminkan pengaturan siklus budidaya. Lahan yang dikelola dengan skema ini akan menghasilkan produk pertanian/ perkebunan bernilai ekonomi baik yang membutuhkan waktu jangka pendek dan produk kehutanan dengan jangka waktu yang lebih panjang (Kartasubrata, 2003).

Namun, umumnya praktek agroforestry yang diterapkan masih kurang memperhatikan teknik konservasi tanah dan air dan ketergantungan yang tinggi terhadap pupuk kimiawi. Hal ini terlihat pada pola tanam dan pengolahan lahan yang belum memperhatikan kontur dan pengembangan terasering yang masih terbatas pada lahan-lahan dengan kemiringan tinggi. Oleh karena itu, pengembangan rerumputan pakan ternak dalam suatu unit lahan untuk penguat teras menjadi suatu kebutuhan yang perlu diprioritaskan. Di wilayah kajian sangat potensial untuk pengembangan pupuk. Pengembangan pupuk kompos atau pupuk organik sebaiknya perlu ditekankan, mengingat ketergantungan yang tinggi terhadap pupuk kimiawi dalam jangka panjang akan berdampak negatif karakteristik lahan dan ekosistem Danau Toba. Penanaman tanaman kaliandra dan makadamia sebagai sekat bakar sebaiknya juga dikembangkan. Selain untuk mencegah penyebaran api dan memperkuat teras, tanaman ini juga potensial sebagai sumber pakan untuk budidaya lebah madu.

### **Potensi Pengembangan *Integrated Agroforestry-Apiculture***

Lebah merupakan salah satu serangga yang banyak berguna bagi manusia maupun lingkungan. Serangga ini merupakan agen penyerbukan berbagai tanaman berbunga serta penyedia madu, royal jelly dan propolis yang bernilai gizi tinggi dan bermanfaat bagi kesehatan. Sengatan lebah juga dimanfaatkan sebagai terapi penyembuhan berbagai penyakit (Halim dan Suharno, 2001, Fearnley, 2001). Di Indonesia, beberapa jenis lebah dari genus *Apis* dan *Trigona* telah dibudidayakan untuk menghasilkan madu dan propolis (Widodo, 2011). Namun, tidak seperti halnya lebah *Apis* yang telah lama dibudidayakan, lebah *Trigona* belum banyak dikenal sebagai penghasil salah satu komoditas hasil hutan bukan kayu bernilai ekonomi tinggi ini. Lebah *Trigona* termasuk lebah yang tidak menyengat, hidup berkoloni, dan ditemukan bersarang pada lubang atau rongga pohon, bambu berlubang serta celah dinding tembok rumah (Dollin *et al*, 1997; Michener, 2007).

Propolis merupakan salah satu sumber zat gizi alami dan nutraceutical yang berasal dari substrat resin yang dikumpulkan lebah dari sari tunas daun dan kulit batang tanaman yang tercampur dengan enzim dan lilin dari sarang lebah (Galvao 2007; Lofty 2006). Propolis *Trigona* mengandung asam lemak 35-45%, minyak esensial 10%, mineral vitamin dan zat organik lain 5%, pollen 10% dan resin 45-55% (flavonoid dan asam fenolat) (Pietta *et al.*, 2002). Propolis mempunyai kandungan gizi mikro yang bernilai tinggi yaitu vitamin (A, B, dan C), mineral (Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Cu, dan Zn), dan enzim suksinat dehidrogenase (Halim *et al.*, 2012; Hegazi 1998; Bankova 2000). Kandungan aktif yang diketahui terkandung antara lain polifenol (flavonoid, asam fenolat, dan esternya), terpenoid, steroid, dan asam amino (Halim *et al.*, 2012; Bankova 2008; Kumazawa, *et al.*, 2007). Flavonoid diketahui mempunyai efek antioksidan dalam melumpuhkan radikal bebas (Manach *et al.*, 2004). Selain untuk pengobatan, propolis juga digunakan dalam industri kosmetik, makanan, dan pengawet alami.

Berbagai penelitian membuktikan bahwa propolis memiliki khasiat antimikroba, antivirus, dan antikanker sehingga berpotensi sebagai antibiotik alami untuk penyembuhan penyakit infeksi (Halim *et al.*, 2012; Fatoni, 2008; Trusheva *et al.*, 2006; Fearnley, 2001; Bankova *et al.*, 2000). Propolis digunakan untuk membangun dan melindungi sarang, sehingga propolis banyak terdapat di pintu sarang, seluruh tepian sarang, pembungkus telur, madu dan polen (Bankova *et al.*, 2000).

Sejak awal millenium, propolis mulai dikenal dengan respon pasar yang sangat baik. Permintaan pasar terhadap propolis terus meningkat hingga 20% per tahun (Artdiyasa *et al.*, 2010). Beberapa perusahaan distribusi mulai terjun dalam pemasaran propolis dengan mengimpor ekstrak propolis dari China untuk diproses dalam bentuk cair di dalam negeri (Harsanto dan Maharani, 2011). Impor ini dilakukan karena ada anggapan produk ekstrak propolis komersial dalam negeri belum tersedia. Walaupun diakui bahwa produksi propolis mentah dalam negeri tergolong cukup, namun masih terkendala pengolahannya akibat keterbatasan teknologi. Selain itu, mengimpor ekstrak propolis dari China dianggap lebih praktis dan menguntungkan bagi swasta. Sesungguhnya hal ini menggambarkan peluang bagi penyediaan propolis cair dengan memanfaatkan bahan mentah propolis lokal yang selama ini belum digarap.

Mengingat harga propolis sangat mahal di pasaran, hal ini merupakan peluang bagi masyarakat untuk membudidayakan lebah *Trigona*. Apalagi potensi lebah *Trigona* dalam menghasilkan propolis jauh lebih tinggi dibanding lebah lainnya. Lebah *Trigona* mudah beradaptasi, tidak mudah lari. Ukuran tubuh yang kecil dan tidak menggigit sehingga mudah dipelihara dan tidak memerlukan areal pemeliharaan yang luas. Jika sumber pakan lebah *Apis* sebagian besar adalah nektar, sumber pakan yang dibutuhkan lebah *Trigona* adalah resin/ getah. Resin ini relatif tersedia sepanjang tahun. Banyaknya pohon-pohon penghasil resin seperti kemenyan, jelutung, kapur, karet dan lainnya di Danau Toba merupakan sumber pangan potensial.

Potensi resin kemenyan (*Styrax sumatrana* dan *S. benzoin*) yang tinggi di DTA Danau Toba (Kholibrina, 2013; 2015) merupakan peluang bagi pengembangan budidaya lebah *Trigona*. Tidak kurang dari 23.592 ha hutan kemenyan terdapat di wilayah ini dengan skema yang telah turun-temurun sejak abad pertengahan (Dinas Kehutanan Provsu, 2005). Beberapa praktek agorofrestri kemenyan, kopi serta kalandra dan makadamia menyediakan sumber resin dan nektar sekaligus. Ketersediaan pakan ini berpengaruh terhadap produksi madu dan propolis yang dihasilkan serta pertumbuhan koloni (Halim dan Suharno, 2001; Angraini, 2006).

Potensi sumber pakan yang melimpah, teknik budidaya yang tidak rumit, harga jual dan permintaan yang tinggi terhadap produk propolis merupakan beberapa kekuatan dan peluang bagi pengembangan budidaya lebah *Trigona* di Danau Toba. Sebuah peluang besar bagi upaya pengentasan kemiskinan masyarakat di DTA Danau Toba, terutama berada di Kabupaten Humbang Hasundutan dan Pakpak Bharat yang merupakan sentra budidaya kemenyan dengan tingkat kemiskinan masyarakat sekitar 20,42 % dan 25,18%, berturut-turut (BPS Sumut, 2005).

Inisiatif budidaya lebah *Trigona* dan *Apis* di Pakpak Bharat membuktikan tingginya potensi propolis dan madu lebah yang dihasilkan. Kegiatan yang diprakarsai Conservation International Indonesia bekerjasama dengan Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Pakpak Bharat dan Balai Penelitian Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Aek Nauli dalam waktu enam bulan telah mengembangkan ratusan koloni *Trigona* dan *Apis* yang ditenakkan setiap kelompok tani pada dua kecamatan wilayah ini (Hasanuddin, *personal communitaion*). Jika setiap tiga puluh stup *Trigona* yang dipelihara menghasilkan 1 kg propolis dengan periode panen setiap dua minggu serta harga di tingkat petani mencapai 200.000 per kilogram, dan setiap petani memelihara 20-30 stup maka setiap bulan akan diperoleh pendapatan Rp 300.000 – 400.000. Propolis yang dihasilkan tersebut umumnya beraroma khas kemenyan karena resin yang dikumpulkan lebah banyak berasal dari pohon kemenyan.

Sedangkan dari budidaya lebah *Apis*, rata-rata setiap stup menghasilkan 0,3 liter madu setiap panen dua mingguan. Jika rata-rata setiap petani memelihara 10-20 stup dan harga madu di tingkat petani mencapai Rp 200.000/ liter maka akan diperoleh pendapatan setiap bulan Rp 1,2 – 2,4 juta. Penambahan pendapatan keluarga yang cukup lumayan mengingat cara pemeliharaan lebah *Apis* dan *Trigona* yang relatif mudah dan alokasi waktu yang dicurahkan sangat minim.

Lebah *Trigona* dikenal sebagai polinator yang baik. Karakteristik lebah *Trigona* yang kecil dan jangkauan terbang pendek, membuatnya fokus pada pepohonan di sekitar sarang sehingga polinasi lebih intensif dibanding lebah *Apis* yang jangkauan terbangnya lebih jauh. Beberapa studi menunjukkan adanya kenaikan produksi tanaman budidaya jika sejumlah koloni lebah diletakkan di sekitar lokasi tanaman. Peletakan koloni lebah *Apis* pada kebun kopi di Pakpak Bharat juga menunjukkan peningkatan jumlah buah tanaman tersebut. Pada studi yang lain, tercatat peningkatan jumlah produksi buah alpukat yang dipanen, yaitu dari 100 buah setiap kali panen sebelum terdapat lebah sebagai polinator, sekarang menjadi sekitar 200 buah setiap kali panen setelah adanya koloni lebah sebagai polinator di sekitar pohon alpukat. Selain itu juga dapat terlihat jelas dari jumlah bunga dan buah dari tanaman budidaya yang selalu melimpah sepanjang tahun, seperti kelapa, kopi, pisang, melinjo, dan kaliandra sehingga dapat dinikmati oleh peternak dan juga pemilik kebun (Baconawa, 2002).

### Langkah-langkah Pengembangan

Pengembangan *integrated agroforestry-apiculture system* di DTA Danau Toba memerlukan serangkaian kegiatan berupa (a) penyiapan kelompok tani; (b) pengelolaan produksi; dan (c) pengelolaan pemasaran. Penyiapan kelompok tani dimulai dengan mengidentifikasi lokasi-lokasi dan kelompok tani yang potensial bagi pengembangan kluster budidaya. Perencanaan kegiatan secara partisipatif, pelatihan teknik budidaya dan pendampingan merupakan suatu keniscayaan supaya program ini dapat diterima dengan baik oleh petani.

Pengelolaan produksi dimulai dengan penyiapan bibit tanaman dan koloni lebah baik *Apis* maupun *Trigona*. Mempertimbangkan pemenuhan pakan lebah jenis-jenis pohon yang ditanam dengan pola agroforestry harus memiliki karakter pembungaan yang lebat dan frekuensi tinggi. Jenis tumbuhan yang disukai lebah madu pada umumnya mempunyai bunga yang polennya tampak jelas atau mempunyai filamen yang panjang. Kaliandra, lantoro, makadamia, jagung, dan kopi memiliki karakter pembungaan yang sesuai dan jenis-jenis ini sudah umum dibudidayakan di DTA Danau Toba. Sedangkan kemenyan, kapur, dan tusam menghasilkan resin yang dapat dimanfaatkan oleh *Trigona* menghasilkan propolis.

Tahapan pengelolaan produksi berikutnya adalah pemeliharaan tanaman dan koloni lebah. Tempat terbuka dan agak jauh dari lalu lintas orang akan mendukung keberhasilan beternak lebah. Tempat terbuka memudahkan lebah keluar masuk sarang dan mencari bunga-bunga dengan rasa aman. Karena itu penempatan stup (kotak lebah) di daerah semak kurang menguntungkan. Selain itu kondisi ini akan menghindarkan resiko lebah menyengat orang, sehingga tidak meresahkan lingkungan masyarakat sekitarnya. Lingkungan dekat pabrik atau kawasan industri sebaiknya dihindari karena lebah tidak menyukai tempat yang berudara kotor, berdebu dan tercemar.

Pemanenan dan pengolahan pasca panen madu *Trigona* jauh lebih sederhana dibanding dengan *A.cerana*, yaitu hanya dengan menggunakan pisau untuk memanen madu sarang (Hasanuddin, *personal communication*). Untuk mengeluarkannya cukup dengan memeras secara manual kemudian ditampung dalam botol. Pemanenan sebaiknya dilakukan saat lebah pekerja sedang keluar mencari pakan yakni pukul 07.00-09.00 WIB atau pukul 13.00-15.00 WIB. Hal tersebut perlu dilakukan agar koloni tidak merasa terganggu oleh proses pengambilan madu, dengan demikian pekerja atau peternak pun tidak akan diserang oleh koloni. Demikian halnya dengan pemanenan propolis, yaitu dengan mengikis propolis di sekitar pintu kayu atau mengambil sarang yang telah dipanen madu dan polennya. Aspek teknis pemanenan ini perlu diperhatikan. Dampak positifnya yaitu mendapatkan jumlah *raw* propolis yang cukup banyak setiap kali panen, namun disisi lain memiliki dampak negatif bagi kelestarian koloni karena merusak kompartemen lain yang sebagian besar berisi larva. Hal ini perlu dikaji lebih lanjut mengenai cara panen yang tepat agar dapat menjaga kelestarian koloni dan mendapat informasi yang akurat mengenai jumlah propolis yang dapat dipanen dari setiap koloni *Trigona*.

Untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor propolis dan meningkatkan harga jual ditingkat petani, teknologi pemanenan dan ekstraksi propolis yang sederhana dan dapat diadopsi masyarakat harus dikembangkan. Selama ini hasil panen yang dijual petani masih berkadar air tinggi dan tercampur dengan berbagai kontaminan sehingga dihargai murah. Selanjutnya, informasi dan penguasaan teknologi pengolahan pasca panen sangat diperlukan dalam pengembangan diversifikasi produk sehingga diperoleh nilai tambah maksimal produk propolis yang dihasilkan. Sebagaimana halnya banyak komoditas hasil hutan di Indonesia, informasi kelayakan finansial budidaya lebah *Trigona* saat ini belum tersedia. Hal ini menyebabkan belum jelasnya peluang nilai ekonomi usaha ini bagi masyarakat. Informasi rantai pemasaran yang belum terbuka dapat menyebabkan tata niaga yang tidak adil dan tidak memihak kepada petani.

### KESIMPULAN

Sistem agroforestry yang mengkombinasikan tanaman pertanian semusim dengan tanaman perkebunan, pohon buah dan tanaman kehutanan telah dipraktekkan masyarakat pada beberapa lokasi di wilayah ini. Pengembangan budidaya lebah madu (*Apis*) dan penghasil propolis (*Trigona*) pada sistem

agroforestry kemenyan-kopi-kaliandra memberikan peluang bagi sumber alternatif mata pencaharian dan peningkatan produktivitas tanaman. Penanaman tanaman kaliandra dan makadamia yang merupakan sumber pakan lebah juga dapat digunakan sebagai sekat bakar pencegah penyebaran kebakaran hutan dan lahan. Resin yang dihasilkan pohon kemenyan juga merupakan pakan potensial bagi lebah *Trigona* untuk menghasilkan propolis yang bernilai tinggi. Lebah madu dan propolis yang dihasilkan selain hasil panen tanaman diharapkan dapat meningkatkan ketahanan gizi dan kesehatan masyarakat. Hal ini diharapkan dapat mendorong skema-skema pengelolaan hasil hutan bukan kayu dalam pengembangan alternatif pendapatan sumber masyarakat yang mendukung kelestarian sumberdaya hutan dan lingkungan. Dalam pelaksanaannya sistem agroforestry sebaiknya dijadikan bagian yang tidak terpisahkan dari program pembangunan di pedesaan.

### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Bapak Aam Hasanuddin, teknisi penyelia bidang Budidaya Lebah pada Balai Penelitian Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan atas informasi, bimbingan dan koreksi selama penyusunan naskah ini.

### Daftar Pustaka

- Angraini, A.D., 2006. Potensi Lebah Propolis *Trigona* spp. sebagai Bahan Antibakteri. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Artdiyasa, N., A. Chaidir., E.K. Wirawati., & T. Susanti. 2010. *Trigona* : Lebah penghasil propolis. Trubus Online. <http://www.trubus-online.co.id>. [10 Oktober 2010].
- Aswandi, 2008. Pemulihan ekosistem Danau Toba: apa yang perlu kita mulai? *Alami Buletin: Suara Lingkungan dan Media Informasi Asahan Barumun*, 2: 17-18.
- Aswandi, 2009. Belajar dari pengalaman ITTO Restorasi Danau Toba: Beberapa catatan selama proses pendampingan. Prosiding Workshop Diseminasi Hasil Studi ITTO dan Tukar Menukar Pengalaman Dalam Pemulihan Ekosistem Danau Toba. Medan, 9 Februari 2009. Kerjasama ITTO PD 394/06 Rev. 1(F) dengan Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam dan Dinas Kehutanan Propinsi Sumatera Utara.
- Astuti, M. 2004. Potensi dan keragaman sumber daya genetik sapi Peranakan Ongole (PO). *Buletin Ilmu Peternakan Indonesia (WARTAZOA)*, Vol 14. No.3.
- Baconawa, A.D. 2002. The economics of bee pollination in the Philippines. The Mayamang Masa Multi-Purpose Development Cooperative (MMMPDC) Bee Project. [http://www.beekeeping.org/articles/us/pollination\\_philippines.htm](http://www.beekeeping.org/articles/us/pollination_philippines.htm). [27 Agustus 2016].
- Bankova V, Trusheva B, & Popova M. 2008. New developments in propolis chemical diversity studies (since 2000). Scientific evidence of the use of propolis in ethnomedicine, 2008, 1-13.
- Bankova, V.S, S.L. de Castro & M.C. Marucci. 2000. Propolis : Recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, 31, 3-15.
- Darwo, A. Sukmana, M. Ali dan Aswandi. 2004. Laporan Hasil Monitoring dan Evaluasi GN-RHL di Kab. Simalungun, Toba Samosir dan Tanah Karo, Prop. Sumatera Utara. Balitbang Kehutanan Sumatera. (Tidak diterbitkan).
- Dollin, A.E., Dollin, L.J. and Sakagami, S.F., 1997. Australian stringles bees of the genus *Trigona* (Hymenoptera: Apidae). *Invertebr. Taxon*, 11: 861-896.
- Fatoni, A. 2008. Pengaruh propolis *Trigona* spp. asal Bukit Tinggi terhadap beberapa bakteri usus halus sapi dan penelusuran komponen aktifnya. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fearnley, J. 2001. Bee Propolis Natural Healing from The Hive. Souvenir Press Ltr., London.
- Galvao J. 2007. Biological therapy using propolis as nutritional suplemen in cancer treatment. *Int J Cancer Res*, 3(1), 43-53.
- Halim, E, Hardinsyah, Sutandyo, N., Sulaeman, A., Artika, M. dan Harahap, Y. 2012. Kajian Bioaktif dan Zat Gizi Propolis Indonesia dan Brasil. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 7(1): 1-6.
- Halim, M. N. A. dan Suharno, 2001. Teknik Mengcangkok Royal Jelly. Kanisius, Yogyakarta.
- Harsanto, B. dan Maharani, 2011. Aspek Bisnis Pengembangan Propolis Cair Lokal Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan PKM Sains, Teknologi dan Kesehatan, 2 (1), 195-200. <http://prosiding.lppm.unisba.ac.id/index.php/Sains/article/download/51/pdf>
- Hegazi AG. 1998. Propolis an overview. *J Bee Informed*, 5, 22-28.
- ITTO, 2010. Restoring the ecosystem functions of the Lake Toba catchment area through community development and local capacity building for forest and land rehabilitation. Project Completion Report: PD 394/06 Rev. 1 (F).
- JICA. 2004. The study on integrated regional development and environmental conservation management in the area of Lake Toba with participatory approach. PT. Indokoei International.

- Kartasubrata, J. 2003. Social Forestry dan Agroforestry di Asia. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Kholibrina, CR., 2015. Pembungaan Pohon Kemenyan Toba (*Styrax sumatrana*) di Arboretum Aek Nauli. Prosiding Ekspose Hasil Penelitian. Puslitbang Konservasi & Rehabilitasi.
- Kholibrina, CR., 2013. Eksplorasi Pengumpulan Materi Genetik Kemenyan Toba (*Styrax sumatrana*) untuk Populasi Dasar dan Populasi Pemuliaan. Prosiding Ekspose Hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan. Puslitbang Konservasi & Rehabilitasi
- Kumazawa S, Hamasaka T, & Nakayama T. 2004. Antioxidant activity of propolis of various geographic origin. *Food Chemistry*, 84, 329-339.
- Lofty M. 2006. Biological activity of bee propolis in health and disease. *Asia Pac J Cancer Prev*, 7, 22-31.
- Nawir, A. A., Murniati, Rumboko.L, Gumartini T. and Hiyama, C. 2004. First Lessons Learned from Indonesia (Review of Forest rehabilitaton initiatives-lessons from the past). Progress Report..
- Oelie, T.M.H., Thoha, A.S., Zaitunah, A., Ahmad, A.G., Slamet, B., Damanik, R.I.M., Samsuri dan Supriadi, 2000. Kajian Penurunan Muka Air Danau Toba. Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian. Balai Penelitian Kehutanan Pematangsiantar, Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam, Balitbang Kehutanan, Parapat 4 Maret 2000.
- Michener, C.D. 2007. The bees of the world 2<sup>nd</sup> ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Pietta, P.G, Gardana, & A.M. Pieta. 2002. Analytical methods for quality control of propolis. *Filoterapia*, 73 Suppl 1:S7-20.
- Sanudin, A.D. Sunandar, M. Salman Zuhri, F.H. Saragih, A. Siahaan. 2006. Kajian Teknologi dan Kelembagaan Social Forestry di Hutan Rakyat Sumatera Utara. Laporan Hasil Penelitian. BPK Aek Nauli. Tidak Diterbitkan.
- Trusheva, B., L. Popova, V. Bankova, S. Simova, M.C. Marcucci, P.L.Miorin, F.R. Pasin, & I. Tsvetkova. 2006. Bioactive constituents of Brazilian red propolis. *eCAM* 2006;3(2)249-254
- Wijayanto, N. 2009. Sistem Agroforestry yang Tepat dalam Pemulihan Ekosistem Danau Toba. Makalah disampaikan dalam Workshop “Diseminasi Hasil Studi ITTO dan Tukar Menukar Pengalaman dalam Pemulihan Ekosistem Danau Toba. Medan, 9 Feberuari 2009. Medan.
- Wijayanto, N. dan Sanudin. 2008. *Conduct indepth study to select prospective combination of forest and agricultural activities (agroforestry) and appropriate technology on cultivation*. Laporan Akhir Agoroforestry ITTO PD 394/06 Rev. 1 (F). Bogor.

## **APLIKASI RES<sub>3</sub>DINV DALAM PENENTUAN PERLAPISAN BAWAH PERMUKAAN DISEKITAR PEMBUANGAN FLY ASH DESA NAULI 1 KABUPATEN TAPANULI TENGAH**

**Intan Syahyati<sup>1\*</sup>, Rita Juliani<sup>2</sup>, Rahmatsyah<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

\*email : [intansyahyati@gmail.com](mailto:intansyahyati@gmail.com)

**Abstrak.** Desa Nauli I berada pada pesisir pantai dengan ketinggian antara 0 – 150 meter diatas permukaan laut. Penelitian bertujuan untuk mengaplikasikan *res<sub>3</sub>dinv* dalam menentukan perlapisan bawah permukaan disekitar pembuangan fly ash desa Nauli I Kecamatan Tapan Nauli I Kabupaten Tapanuli Tengah. Penentuan perlapisan bawah permukaan dilakukan dengan menggunakan alat geolistrik tipe ARES sebanyak tiga lintasan. Pengolahan data nilai resistivitas dan analisa lintasan perkedalaman diolah menggunakan software *Res<sub>3</sub>Dinv* sehingga menghasilkan perlapisan bawah permukaan secara horizontal dan vertikal dalam 3 dimensi. Hasil yang diperoleh pada ketiga lintasan yaitu ditemukan lapisan Alluvium dari lapisan permukaan hingga kedalaman 14 meter dengan nilai resistivitas 223  $\Omega$ m, lapisan Sand pada kedalaman 14 hingga 19.4 meter dengan nilai resistivitas 95.9  $\Omega$ m dan lapisan Clay pada kedalaman 19.4 hingga 22.6 meter dengan nilai resistivitas 0.46  $\Omega$ m.

**Kata Kunci :** *Res<sub>3</sub>Dinv*, Perlapisan, Desa Nauli

### **PENDAHULUAN**

Pembangkit Listrik Tenaga Uap yang berada di Tapanuli Tengah menggunakan batubara sebagai bahan bakar. Penggunaan batubara sebagai sumber energi pengganti bahan bakar minyak memiliki dampak positif dan negatif. Batubara memiliki potensi energi yang cukup besar dibandingkan dengan bahan bakar lain seperti minyak dan gas. Namun dampak negatif yang ditimbulkan dari pembakaran batubara berupa abu batubara dapat mencemari lingkungan. Proses pembakaran batubara pada unit pembangkit listrik akan membentuk dua jenis abu yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Komposisi abu batubara yang dihasilkan terdiri dari 10 - 20 % *bottom ash*, sedang sisanya sekitar 80 – 90% berupa *fly ash*. (Cahyono, dkk, 2008).

*Fly ash* dan *bottom ash* yang berasal dari industri meninggalkan sejumlah permasalahan serius karena *fly ash* yang dihasilkan mengandung logam-logam berat yang signifikan jumlahnya dimana kandungan utama dari *fly ash* batubara yang berasal dari pembangkit listrik adalah Silika ( $\text{SiO}_2$ ), Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan Besi Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), sisanya adalah Karbon, Kalsium, Magnesium, dan Belerang. Pelepasan abu sisa pembakaran baik berupa *fly ash* maupun *bottom ash* dan penimbunan sisa pembakaran batubara berupa limbah padatan berdampak buruk bagi lingkungan. (Suprpto, 2009).

Industri yang melakukan penimbunan limbah padat mengakibatkan pembusukan dan menimbulkan bau karena reaksi kimia yang menghasilkan gas seperti Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida ( $\text{CO}_2$ ), Hidrogen (H), Metan ( $\text{CH}_4$ ), dan Nitrogen ( $\text{N}_2$ ). (Wijaya, 2009).

Lokasi penimbunan limbah padat berada tidak terlalu jauh dari garis pantai Sibolga. Limbah dapat mengkontaminasi perairan dan struktur perlapisan bawah permukaan disekitar tempat penimbunan limbah padat dengan kandungan pengotor seperti Arsenik, Barium, Berillium, Boron, Cadmium, Thallium, Selenium, Molibdenum dan Merkuri. Hujan yang terjadi dilokasi penimbunan limbah membawa logam ke daerah perairan dan merembes ke bawah permukaan. (Kartika, dkk, 2009).

Kondisi bawah permukaan tanah dapat memberikan informasi mengenai jenis batuan. Jenis batuan dapat diidentifikasi dengan menggunakan beberapa metode salah satunya metode geolistrik. Metode geolistrik adalah metode yang memanfaatkan aliran arus yang diinjeksikan di dalam bumi yang dengan mengukur beda potensial untuk memperoleh nilai resistansi batuan. Arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus. Beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Hasil pengukuran arus beda potensial untuk setiap jarak elektroda yang berbeda kemudian dapat diturunkan menjadi variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan dibawah titik ukur. (Daraninggar, dkk, 2014).

Metode geolistrik menunjukkan gambaran penampang bawah permukaan bumi berdasarkan distribusi nilai resistivitas batuan. Resistivitas batuan adalah daya hambat batuan terhadap aliran listrik. Nilai resistansi batuan yang terukur dalam pengukuran geolistrik digunakan untuk menentukan keberadaan air tanah, potensi daerah longsor, menentukan mineral batuan, dan batuan dasar dengan mengobservasi kontras warna dari distribusi resistivitas bawah permukaan. Kondisi bawah permukaan tanah memberikan informasi mengenai jenis batuan dan struktur geologi. (Chumairoh, dkk, 2013).

Metode resistivitas 3-D mampu memberikan gambaran 3 dimensi dari bawah permukaan tentang tahanan jenis lebih detail di bandingkan dengan resistivitas 2-D, karena itu memberikan citra distribusi resistivitas dalam penampang vertikal dan penampang horizontal.

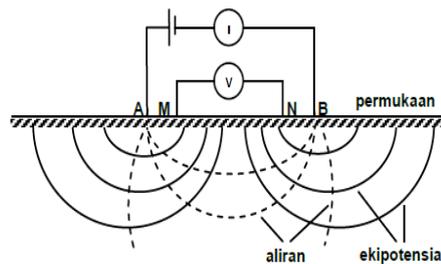
**KAJIAN LITERATUR**

**Res3dinv**

Resistivitas inversi 3-D dengan menggunakan software Res3Dinv digunakan untuk menganalisis berbagai permasalahan dalam bidang geofisika. Hasil penggambaran resistivitas 3-D akan menampilkan citra penyebaran resistivitas baik penyebaran secara vertikal maupun secara horizontal untuk tiap-tiap kedalaman. (Wahyuningrum, R, dkk, 2013)

**Geolistrik**

Geolistrik merupakan salah satu metode pengukuran nilai resistivitas yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi, dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi, dengan mengukur beda potensial serta arus yang terjadi dan dikaitkan dengan jenis konfigurasi elektroda yang dipakai untuk memperoleh nilai resistivitas per lapisan batuan di bawah permukaan.



Gambar 1. Garis Arus Listrik dan Medan Potensial

Gambar 1. menunjukkan bahwa M, N sebagai elektroda potensial dan A, B sebagai elektroda arus. Aliran arus selalu tegak lurus baris ekuipotensial (daerah potensial listrik diberbagai titik sama), pada kenyataannya tanah terdiri dari lapisan-lapisan bebatuan dan memiliki resistivitas yang bervariasi dengan posisi elektroda. Nilai yang terukur adalah tahanan jenis semu ( $\rho$ ). Hubungan diatas dapat dilihat dari persamaan berikut :

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2)$$

Dari kedua persamaan diatas diperoleh persamaan tahanan jenis :

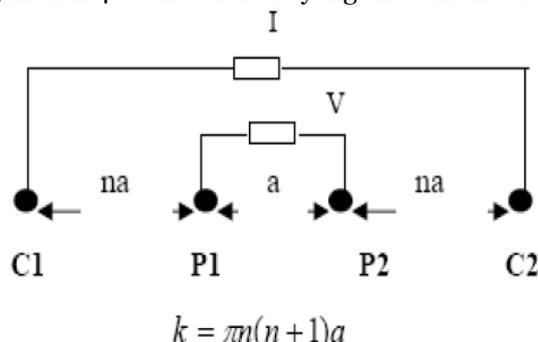
$$\rho = \frac{\Delta V A}{I L} \quad (3)$$

$$\rho = k \frac{\Delta V}{I} \quad (4)$$

(Wahid, 2011).

**Konfigurasi Wenner - Schlumberger**

Konfigurasi *Wenner - Schlumberger* adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan perbandingan jarak antara elektroda C1-P1 atau C2-P2 dengan spasi antara P1-P2. Jarak antar elektroda potensial P1 dan P2 adalah sehingga jarak antar elektroda arus C1 dan C2 adalah  $2na + a$ . Proses penentuan resistivitas menggunakan 4 buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus.



Gambar 2. Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Konfigurasi *Wenner - Schlumberger* mempunyai penetrasi maksimum kedalaman 15% lebih baik dari konfigurasi *Wenner*. Konfigurasi *Wenner - Schlumberger* mendasarkan pengukuran pada kontinuitas pengukuran dalam satu penampang dan hasilnya suatu penampang semu. Pengukuran dilakukan dengan membuat variasi posisi elektroda arus C1 dan C2 dan elektroda potensial P1 dan P2. Perhitungan resistivitas semu pada tahanan jenis menggunakan persamaan (4).

K adalah faktor geometri dari konfigurasi elektroda yang digunakan di lapangan. Rumusan faktor geometri dapat dituliskan pada persamaan 2:

$$K = \left[ \frac{1}{2\pi} \left( \frac{1}{C_1P_1} - \frac{1}{C_2P_1} + \frac{1}{C_1P_2} - \frac{1}{C_2P_2} \right) \right]^{-1} \quad (2.6.)$$

(Kanata, dkk, 2008)

Telford. (2004) untuk membedakan resistivitas material satu dengan yang lain maka dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel.1. Nilai Resistivitas Bahan

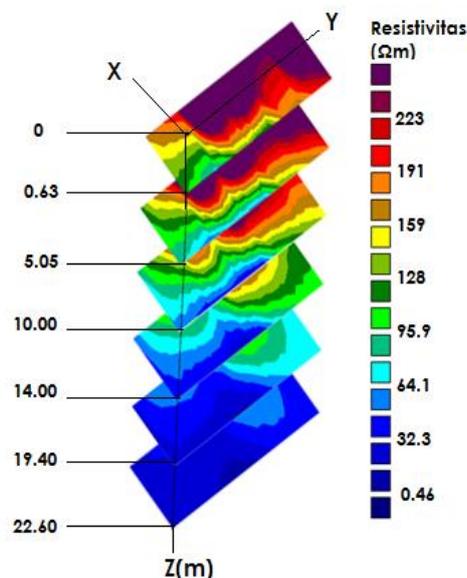
| Material        | Resistivitas (Ωm)                     | Material              | Resistivitas (Ωm)                     |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| <b>Granite</b>  | 3 × 10 <sup>2</sup> – 10 <sup>6</sup> | <b>Conglomerat</b>    | 2 × 10 <sup>3</sup> – 10 <sup>4</sup> |
| <b>Diorit</b>   | 10 <sup>4</sup> – 10 <sup>5</sup>     | <b>Clay</b>           | 1 – 100                               |
| <b>Andesite</b> | 4.5 × 10 <sup>4</sup>                 | <b>Dolomite</b>       | 3.5 × 10 <sup>2</sup> – 3             |
| <b>Gabbro</b>   | 10 <sup>3</sup> – 10 <sup>6</sup>     | <b>Gamping</b>        | 50 – 3 × 10 <sup>7</sup>              |
| <b>Basalt</b>   | 1.3 × 10 <sup>7</sup>                 | <b>Kerikil basah</b>  | 100 – 600                             |
| <b>Tuffs</b>    | 2 × 10 <sup>3</sup> – 10 <sup>5</sup> | <b>Kerikil kering</b> | 600 – 10000                           |
| <b>Sand</b>     | 1 – 100                               | <b>Alluvium</b>       | 10 – 800                              |

**METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di desa Nauli 1 Kabupaten Tapanuli Tengah, Sumatera Utara. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu Geolistrik tipe ARES (*Automatic Resistivity System*), Toolset, Martel Geologi, GPS, dan peta geologi. Pengolahan data nilai resistivitas dari geolistrik diolah menggunakan *Software Res3Dinv*. Hasil output yang dihasilkan menampilkan gambar penampang vertikal dan horizontal serta perlapisan bawah permukaan secara 3 dimensi dengan citra warna. Perbedaan nilai resistivitas dapat menafsirkan struktur perlapisan bawah permukaan di sekitar daerah penelitian.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penampang irisan secara horizontal menggunakan *Software Res3Dinv* untuk setiap lintasan ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Penampang horizontal kedalaman lapisan bawah permukaan

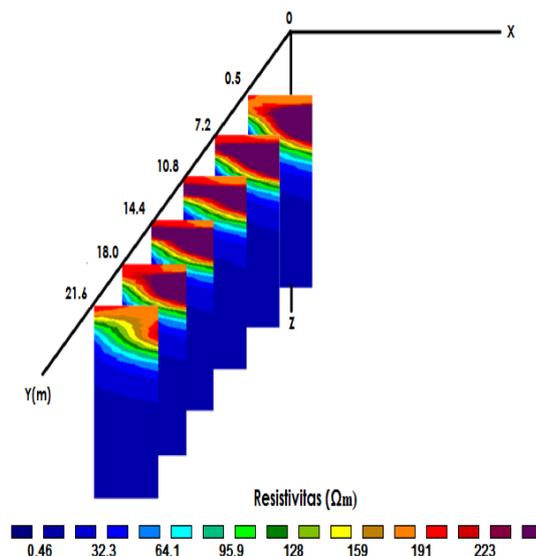
Penampang horizontal (Gambar 3) menggambarkan distribusi tahanan jenis untuk setiap lapisan kedalaman diperlihatkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Sebaran Tahanan Jenis pada Penampang Horizontal

| No | Irisan | Ketebalan (m) | Resistivitas ( $\Omega m$ ) |
|----|--------|---------------|-----------------------------|
| 1  | I      | 0.-0.63       | 95.9-223                    |
| 2  | II     | 0.63-5.05     | 64.1-223                    |
| 3  | III    | 5.05-10.00    | 32.3-223                    |
| 4  | IV     | 10.00-14.00   | 0.46-159                    |
| 5  | V      | 14.00-19.40   | 0.46-95.9                   |
| 6  | VI     | 19.40-22.60   | 0.46-64.1                   |

Penampang horizontal pada kedalaman 0.63-10.00 meter didominasi oleh warna ungu dengan nilai resistivitas 223  $\Omega m$  yang diinterpretasikan sebagai *Alluvium*. (Santoso (2013) diperoleh bahwa nilai resistivitas 11.39  $\Omega m$  - 498  $\Omega m$  adalah *Alluvium*). Kedalaman 14.00-19.40 meter didominasi oleh warna hijau dengan nilai resistivitas 95.9  $\Omega m$  yang diinterpretasikan sebagai *Sand* (Rahayu (2014) memperoleh nilai resistivitas 7.6  $\Omega m$  – 183  $\Omega m$  adalah *Sand*). Kedalaman 19.40-22.60 meter didominasi oleh lapisan *Clay* dengan nilai resistivitas 0.46  $\Omega m$ . (Daraninggar (2014) memperoleh nilai resistivitas 0  $\Omega m$  – 10  $\Omega m$  adalah *Clay*). Berdasarkan penelitian Widihati (2009) *Clay* bersifat adsorben atau dapat mengikat logam.

Hasil penampang irisan secara vertikal menggunakan Software Res3Dinv untuk setiap lintasan ditunjukkan oleh Gambar 4. Penampang vertikal (Gambar 4) menggambarkan distribusi tahanan jenis untuk setiap lapisan ketebalan. Jarak 0.5-18 meter tersebar secara merata *Alluvium* dengan nilai resistivitas 128-223  $\Omega m$  dan *Sand* dengan nilai resistivitas 32.3-95.9  $\Omega m$  (Telford (2004) menyatakan bahwa nilai resistivitas *Alluvium* 10  $\Omega m$  - 800  $\Omega m$ , *Sand* dengan nilai resistivitas 1  $\Omega m$  - 1000 ( $\Omega m$ ) dan pada jarak 21.6 meter didominasi lapisan *Clay* dengan nilai resistivitas 0.46  $\Omega m$  (Daraninggar (2014) memperoleh nilai resistivitas 0  $\Omega m$  – 10  $\Omega m$  adalah *Clay*).



Gambar 4. Penampang vertikal ketebalan lapisan bawah permukaan

Peta penampang horizontal dan vertikal berdasarkan hasil pengukuran geolistrik secara 3 dimensi diperoleh informasi berupa ditemukan lapisan *Alluvium*, *Sand*, dan *Clay* di lokasi penelitian. Hasil yang diperoleh sesuai dengan peta geologi lembar Padangsidempuran dan Sibolga, Sumatra (Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi) bahwa daerah penelitian berbatasan langsung dengan laut dan didominasi oleh batuan *Alluvium*, *Sand* dan *Clay*. Adanya lokasi pembuangan *fly ash* di desa Nauli 1 tidak mencemari lokasi disekitarnya karena adanya lapisan *Clay* yang bersifat adsorben atau dapat mengikat logam dibawah permukaan.

**KESIMPULAN**

Hasil analisis pada penelitian menunjukkan bahwa perlapisan bawah permukaan di Desa Nauli I memiliki nilai resistivitas antara 0.46  $\Omega m$  hingga 223  $\Omega m$ . Nilai resistivitas tertinggi diduga sebagai *Alluvium* sedangkan nilai resistivitas terendah pada daerah penelitian diduga sebagai sebaran *Clay* yang

dapat ditemukan pada kedalaman 21.6 meter (peta geologi untuk daerah Padang Sidempuan dan Sibolga untuk Kecamatan Tapan Nauli I didominasi oleh *Alluvium, Sand* dan *Clay*).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono AD & Tuhu AR, 2012. Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai *Adsorben* Dalam Penyisihan COD Dari Limbah Cair Domestik Rumah Susun Wonorejo Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, **Vol. 4** No. 1.
- Chumairoh I & Adi S, 2013. Identifikasi Litologi dan Indikasi Patahan pada Daerah Karangates Malang Selatan dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipol-Dipol. Laporan Hasil Penelitian FMIPA Universitas Brawijaya.
- Daranninggar FV., Khumaedi., Dwijananti P, . 2014. Aplikasi Geolistrik 3-Dimensi Untuk Mengetahui Sebaran Limbah RCO (*Rubber Compound Oils*) Di Kabupaten Kendal. *Jurnal MIPA*, **37** (1): 22-30.
- Kanata B & Teti Z, 2008. Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* Untuk Survey Pipa Bawah Permukaan. *Jurnal Teknologi Elektro*, **Vol. 7** No. 2.
- Kartika S.E., Pujirahayu A., Widodo H, 2009. Modifikasi Limbah *Fly Ash* sebagai *Adsorben* Zat Warna Tekstil *Congo Red* yang Ramah Lingkungan dalam Upaya Mengatasi Pencemaran Industri Batik Di Surakarta. Laporan Hasil Penelitian Unviversitas Sebelas Maret.
- Rahayu S., E Pujianto., M Iryanti, 2014. Pendugaan Perubahan Zona Jenuh Air Tanah disekitar Tambang Terbuka Batubara di Kalimantan Selatan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi *Wenner*. *Jurnal Fibusi (JoF)*, **Vol. 2** No. 1.
- Santoso T., Priyantari N., Hiskiawan P, 2013. Pendugaan Intrusi Air Laut Dengan Metode Geolistrik Resistivitas 1D Di Pantai Payangan Desa Sumberejo Jember. *Jurnal BERKALA SAINSTEK*, **Vol.1** No. 1 : 17 – 19
- Suprpto, S., (2009), *Penanganan Limbah Pembakaran Batubara Pada Pabrik Tekstil*. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, **Volume 5** : 19-31.
- Telford WM., Geldart LP., Sheriff RC. 2004, *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press, USA.
- Wahid A. (2011). Aplikasi Geolistrik Resistivitas Untuk Melihat Struktur Perlapisan Batuan Daerah Longsor. *Jurnal Media Exacta*, **Volume 11** No.1.
- Wahyuningrum RR., Budi L., Darsono, 2013. Aplikasi Software 3 Dimensi Inversi Dalam Interpretasi Sebaran Air Tanah. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, **Volume 01** No.02
- Widihati, I.A.G., 2009. Adsorpsi Ion Pb<sup>2+</sup> Oleh Lempung Terinterkalasi Surfaktan. *Jurnal Kimia* **3** (1): 27-32
- Wijaya L. (2009). Identifikasi Pencemaran Air Tanah dengan Metode Geolistrik Di Wilayah Ngringo Jaten Karanganyar. Skripsi, FMIPA, Universitas Sebelas Maret.

## **REALISASI STRATEGI KESANTUNAN BERBAHASA DALAM PRESENTASI KELAS DI FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS HKBP NOMMENSEN**

**Srisofian Sianturi\* dan Febrina Lumbantobing**

Universitas HKBP Nommensen, Medan  
Email: srisofiansianturi@yahoo.co.id

**Abstrak.** Penelitian ini mengkaji tentang realisasi kesantunan berbahasa dalam presentasi di kelas Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas HKBP Nommensen. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif yang bertujuan untuk menggambarkan realisasi kesantunan berbahasa yang digunakan oleh mahasiswa pada saat menyajikan presentasi, bertanya dan menjawab pertanyaan. Strategi kesantunan berbahasa yang diusulkan adalah menurut Brown dan Levinson (1987) yaitu (1) strategi kesantunan berbicara langsung; (2) strategi kesantunan positif; (3) strategi kesantunan negatif; dan (4) strategi berbicara tidak langsung. Subyek penelitian ini terdiri dari 8 (delapan) kelompok diskusi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peserta kelompok diskusi dan pendengar merealisasikan kesantunan berbahasa mereka dalam presentasi di kelas dengan mempertahankan pendapat dengan memberikan alasan-alasan, cenderung menghindari ketidaksepahaman dengan mengungkapkan kata maaf, meminimalisir dengan mengikutsertakan mitra tutur dalam diskusi. Kelompok penyaji dan peserta diskusi hanya mengaplikasikan 3 (tiga) dari 4 (empat) strategi kesantunan berbahasa yang diusulkan oleh Brown dan Levinson yaitu (1) strategi langsung; (2) strategi kesantunan positif; dan (3) strategi kesantunan negatif. Strategi kesantunan yang paling dominan adalah strategi kesantunan positif. Hal itu disebabkan oleh karena diskusi berada dalam situasi formal dan kelompok penyaji berusaha untuk mempertahankan pendapat tetapi tetap mempergunakan strategi kesantunan yang ada serta hubungan akrab antara kelompok penyaji dengan peserta diskusi.

**Kata kunci:** Strategi, Kesantunan Berbahasa, Presentasi Kelas, Strategi Positif

### **PENDAHULUAN**

Kurikulum 2013 menekankan pendidikan yang memajukan budi pekerti (karakter, kekuatan bathin), pikiran (*intellect*) dan jasmani seseorang selaras dengan alam dan masyarakatnya. Dalam proses belajar mengajar kemampuan berkomunikasi dengan baik merupakan indikator yang diharapkan dari upaya memajukan budi pekerti (karakter). Karakter tercermin dari cara berbicara atau gaya berbahasa. Austin (1962) menyatakan bahwa berbahasa itu tidak hanya berkata-kata saja (*saying something*) melainkan juga melakukan sesuatu yang lain (*doing something*), yakni penutur ingin menyampaikan maksud-maksud tertentu kepada mitra tuturnya, misalnya menyuruh atau meminta orang lain melakukan sesuatu.

Kemampuan berbicara dengan santun memberikan penilaian positif bagi penuturnya. Kesantunan berbahasa tercermin dalam tatacara berkomunikasi lewat tanda verbal atau tatacara berbahasa. Tatacara berbahasa sangat penting diperhatikan para peserta komunikasi (komunikator dan komunikan) demi kelancaran komunikasi. Dengan mengetahui tatacara berbahasa diharapkan petutur lebih bisa memahami pesan yang disampaikan dalam komunikasi karena tatacara berbahasa bertujuan mengatur serangkaian hal berikut; (1) Apa yang sebaiknya dikatakan pada waktu dan keadaan tertentu, (2) Ragam bahasa apa yang sewajarnya dipakai dalam situasi tertentu, (3) Kapan dan bagaimana giliran berbicara dan pembicaraan sela diterapkan, (4) Bagaimana mengatur kenyaringan suara ketika berbicara, (5) Bagaimana sikap dan gerak-gerik ketika berbicara, (6) Kapan harus diam dan mengakhiri pembicaraan.

Kemampuan berkomunikasi pada saat berinteraksi menunjukkan hubungan sosial antara penutur dan pendengar. Salah satu interaksi yang didalam kelas adalah presentasi. Interaksi melalui presentasi kelas merupakan wadah dalam menyampaikan ide dan pemikiran-pemikiran.

Presentasi kelas memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk berinteraksi satu dengan yang lain baik dalam bertanya maupun menjawab pertanyaan. Dalam berkomunikasi kesantunan berbahasa harus dijaga karena kesantunan berbahasa merupakan salah satu aspek kebahasaan yang dapat meningkatkan kecerdasan emosional penuturnya karena didalam komunikasi, penutur dan petutur tidak hanya dituntut menyampaikan kebenaran, tetapi harus tetap berkomitmen untuk menjaga keharmonisan hubungan. Keharmonisan hubungan penutur dan petutur tetap terjaga apabila masing-masing peserta tutur senantiasa tidak saling mempermalukan. Dengan kata lain, baik penutur maupun petutur memiliki kewajiban yang sama untuk menjaga muka.

Realita yang dapat dilihat bahwa mahasiswa memiliki kemampuan yang sangat rendah dalam berkomunikasi yang baik terutama kemampuan berkomunikasi yang santun. Sedangkan pemerintah mendesain kurikulum yang menekankan sikap/karakter yang harus dimiliki oleh mahasiswa dan dalam wawancara kerja dan dunia pekerjaan kemampuan berkomunikasi dengan santun ini menjadi penilaian dan menjadi penunjang utama selain skill yang lainnya.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka akan diadakan penelitian dengan judul “Realisasi Strategi Kesantunan Berbahasa dalam Presentasi Kelas di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas HKBP Nommensen”

Penelitian tentang kesantunan yang dilakukan oleh Ginting (2007) menemukan giliran berbicara merupakan siasat kesantunan berbahasa. Hal ini didukung oleh temuan Sembiring (2012) bahwa dalam masyarakat Karo kesantunan positif lebih dominan digunakan dalam acara adat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi, menganalisa, dan mengetahui strategi yang digunakan oleh kelompok penyaji dan peserta diskusi pada saat bertanya dan menjawab pertanyaan.

## METODE

**Pendekatan Penelitian.** Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk mendapatkan informasi secara emik strategi kesantunan yang digunakan oleh kelompok penyaji dan peserta diskusi dalam mengajukan pertanyaan dan menjawab pertanyaan yang digunakan selama presentasi di kelas. Populasi penelitian ini adalah 24 kelompok diskusi. Dan sampel adalah 8 kelompok diskusi.

**Teknik Pengambilan Data.** Instrumen penelitian yang digunakan meliputi pedoman observasi. Pengumpulan data dilakukan dengan cara rekaman, pencatatan, dan pengumpulan dokumen.

**Teknik Analisis Data.** Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif terhadap data penelitian melalui observasi. Analisis ini akan dilakukan untuk menemukan realisasi strategi kesantunan berbahasa yang digunakan oleh penyaji dan pendengar dalam mengajukan pertanyaan dan menjawab pertanyaan pada saat presentasi di kelas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Deskripsi Data.** Data penelitian berupa tuturan dari kegiatan presentasi kelas mahasiswa Prodi Pendidikan Bahasa Inggris FKIP Universitas HKBP Nommensen dengan jangka waktu bulan April sampai Mei 2016. Jumlah data yang dianalisis sebanyak 57 tuturan. Data analisis berdasarkan strategi kesantunan Brown dan Levinson. Data tersebut diambil dari 8 sampel kelompok diskusi. Dari hasil data analisis hanya 3 strategi kesantunan yang diaplikasikan oleh peserta diskusi dan kelompok penyaji dan ditemukan 105 tuturan yang mengandung kaidah strategi kesantunan berbahasa. Berikut ini deskripsi data yang digunakan dalam penelitian.

**Tabel 1.** Strategi kesantunan berbahasa dalam presentasi kelas

| No     | Strategi kesantunan               | Jumlah |
|--------|-----------------------------------|--------|
| 1      | Strategi berbicara langsung       | 28     |
| 2      | Strategi Kesantunan Positif       | 51     |
| 3      | Strategi Kesantunan Negatif       | 26     |
| 4      | Strategi Berbicara Tidak Langsung | -      |
| Jumlah |                                   | 105    |

Tabel 1 menunjukkan bahwa strategi kesantunan yang diaplikasikan dalam penelitian ini adalah 3 dari 4 strategi kesantunan menurut teori Brown dan Levinson dengan rincian strategi kesantunan berbicara langsung terdiri dari 28 bentuk tuturan, strategi kesantunan positif terdiri dari 51 sub-kategori, dan strategi kesantunan negatif terdiri dari 26 sub-kategori.

**Analisis Data.** Hasil penelitian terhadap kesantunan berbahasa dalam presentasi kelas mahasiswa Program studi Pendidikan Bahasa Inggris FKIP Universitas HKBP Nommensen adalah sebagai berikut:

**Realisasi Kesantunan Berbahasa.** Kelompok penyaji dan peserta diskusi merealisasikan kesantunan berbahasa dengan cara mengikuti jalannya diskusi dengan baik. Selama kegiatan diskusi, perdebatan terjadi dengan teratur. Tidak menggunakan bahasa yang kasar. Walaupun diskusi/presentasi kelas ini adalah kegiatan formal yang biasanya terdapat pertanyaan yang cenderung menjatuhkan mitra tutur, kritik yang melemahkan pendapat dan komentar yang keras, akan tetapi dalam diskusi ini ditemukan kerjasama yang baik antara penutur dan mitra tutur, hubungan yang akrab dengan penggunaan kata *slang* ‘*wanna*’ dan bentuk sapaan ‘*friend*’ dan ungkapan terima kasih pada setiap pertanyaan yang dilontarkan.

**Strategi Kesantunan Berbicara Langsung.** Strategi kesantunan berbicara langsung terdiri dari 29 data tuturan. Bentuk tuturan cenderung digunakan untuk menunjukkan ketegasan, pengetahuan penutur, memberitahukan ketidakpahaman si penutur, memberikan penjelasan, dan memberikan kritikan.

**Strategi Kesantunan Positif.** Strategi kesantunan positif terdiri dari 51 sub-kategori strategi kesantunan. Bentuk tuturan yang digunakan hubungan akrab antara penutur dan mitra tutur dengan penggunaan kata *slang* ‘*wanna*’ dan bentuk sapaan ‘*friend*’ hal ini menarik karena situasi formal menjadi situasi yang bersahabat. Selain itu menyertakan penutur dan mitra tutur dalam diskusi menghilangkan

jarak sehingga terjalin komunikasi yang baik. Memberikan tawaran, janji dan meminta penjelasan menjadi bagian dalam kesantunan positif yang menunjukkan rasa hormat penutur terhadap mitra tutur.

**Strategi Kesantunan Negatif.** Strategi kesantunan negatif terdiri dari 26 sub-kategori strategi kesantunan. Ucapan terimakasih dan permintaan maaf adalah bentuk tuturan yang diungkapkan untuk menunjukkan keakraban antara penutur dan mitra tutur.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Mahasiswa mengaplikasikan strategi kesantunan denganditemukannya kerjasama yang baik antara penutur dan mitra tutur, hubungan yang akrab dengan penggunaan kata *slang'wanna'* dan bentuk sapaan *'friend'* dan ungkapan terima kasih pada setiap pertanyaan yang dilontarkan.
2. Strategi kesantunan yang diaplikasikan menurut teori Brown dan Levinson adalah 3 strategi kesantunan yaitu; 1) Strategi Kesantunan Berbicara Langsung; 2) Strategi Kesantunan Positif; dan 3) Strategi Kesantunan Negatif.
3. Strategi Kesantunan yang paling dominan adalah strategi kesantunan positif artinya penutur dan mitra tutur saling menjaga muka dengan menggunakan bentuk tuturan yang menunjukkan rasa hormat terhadap mitra tutur.

## Ucapan Terimakasih

Saya mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang berperan penting dalam penelitian ini sehingga dapat selesai dengan baik. Pertama, saya mengucapkan terima kasih kepada Kemenristek Dikti yang telah memberikan bantuan dana selama saya melakukan penelitian ini. Kedua, ucapan terimakasih kepada universitas HKBP Nommensen khususnya Prodi Pendidikan Bahasa Inggris yang menjadi wadah saya melakukan penelitian ini. Terakhir, ucapan terima kasih kepada mahasiswa saya yang bersedia menjadi obyek didalam penelitian ini..

## DAFTAR PUSTAKA

- Ary D, Jacobs LC, Sorensen CK, and Razavieh A. 2010. *Introduction to Researchin Education. 8<sup>th</sup> Edition*, USA: Wadsworth, p.498-500
- Brown, P dan Levinson. 1987. *Politeness. 'Universal in Language Usage'*.Cambridge: Cambridge University Press
- Ginting, Siti Aisyah. 2007. *Kesantunan Dalam Upacara Perkawinan "AngantinManuk"*. Jurnal Linguistik Terapan Pascasarjana UNIMED. Vol.4.No.2.p.21-28
- Sembiring, Elita. 2012. *Politeness Strategies Used in Karoness WeddingCeremony "Cabur Bulung"*. Jurnal Linguistik Terapan Pascasarjana UNIMED Vol.7.No.1. p.25-30
- Watts, Richard J. 2003. *Politeness. Key Topics in Sociolinguistics*. Cambridge: Cambridge University Press

## **IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS *BLENDED LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA**

**Janner Simarmata<sup>1</sup>, As'ari Djohar<sup>2</sup>, Janulis Paulus Purba<sup>3</sup>, Enjang A. Djuanda<sup>4</sup>**

*Program Studi Administrasi Perkantoran – Universitas Negeri Medan<sup>1</sup>*

*Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan – Universitas Pendidikan Indonesia<sup>2,3,4</sup>*

[<sup>1</sup>jannersimarmata@gmail.com](mailto:jannersimarmata@gmail.com), [<sup>4</sup>njangwae@gmail.com](mailto:njangwae@gmail.com)

**Abstrak.** Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuasi-eksperimen dengan *pretest-posttest control group design*. Data diperoleh dengan menggunakan instrumen angket dan test. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa Kelas XI yang mengambil mata pelajaran Sistem Basisdata pada SMK Medikacom Bandung. Tujuan penelitian ini adalah mencari signifikansi perbedaan hasil belajar siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan menggunakan pembelajaran tradisional tatap muka dan online. Dari Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hasil implementasi model pembelajaran *blended learning* dapat diterapkan dengan baik karena dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

**Kata kunci :** Model Pembelajaran, *Blended Learning*, Hasil Belajar

### **PENDAHULUAN**

Pendidikan kejuruan sebagai pendidikan khusus, direncanakan untuk menyiapkan peserta didik yang mampu memasuki dunia kerja dan mengembangkan sikap profesional dibidang kejuruan. Lulusan pendidikan kejuruan, diharapkan menjadi individu produktif yang mampu bekerja menjadi tenaga kerja dan memiliki kesiapan untuk menghadapi persaingan kerja sesuai dengan bidang keahlian secara kompetitif dan profesional.

Sistem pendidikan yang dilaksanakan pada pendidikan kejuruan seyogianya mampu mencerminkan proses memanusiakan manusia; dalam arti peserta didik diberi kesempatan membelajarkan diri untuk mengaktualisasikan semua potensi yang dimilikinya menjadi kemampuan profesional yang dapat dimanfaatkan dalam dunia kerja. Pandangan ini sejalan dengan pendapat yang disarikan dari Finch dan Crunkilton (1984: 13), bahwa: "Hasil belajar atau kemampuan yang telah dikuasai diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan diri peserta didik, sehingga mereka mampu bekerja sesuai dengan tuntutan dunia kerja".

SMK merupakan sekolah yang mempersiapkan siswanya dengan berbagai kompetensi keahlian di bidang tertentu untuk dapat memasuki dunia kerja. Dengan dibekali kompetensi keahlian tersebut para siswa seharusnya dapat terampil, terdidik dan profesional serta menguasai Ilmu Pengetahuan dan Teknologi secara optimal dan produktif, sehingga siswa lulusan Sekolah Menengah Kejuruan dapat siap menjadi tenaga kerja tingkat menengah dan dapat bersaing dalam perkembangan era teknologi ini.

Terkait dengan peran guru sebagai agen pembelajaran, guru dituntut dapat memberikan pembelajaran secara optimal dengan menggunakan berbagai metode dan model pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik siswa. Wina Sanjaya (2010: 14) menegaskan bahwa seorang guru perlu memiliki kemampuan merancang dan mengimplementasikan berbagai strategi pembelajaran yang dianggap cocok dengan minat dan bakat serta sesuai dengan taraf perkembangan siswa, termasuk di dalamnya memanfaatkan berbagai sumber dan media pembelajaran untuk menjamin efektivitas pembelajaran.

Sistem Basisdata adalah salah satu mata pelajaran wajib dasar paket keahlian Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) untuk mengembangkan kompetensi sikap, pengetahuan dan ketrampilan yang berkaitan dengan materi mata pelajaran dalam merancang suatu materi ajar tentang memahami, menerapkan, dan menjelaskan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

Sistem Basisdata adalah salah satu mata pelajaran yang memiliki peranan penting pada kompetensi Rekayasa Perangkat Lunak (RPL). Berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan peneliti di salahsatu sekolah, ternyata masih banyak siswa yang belum mencapai ketuntasan belajar minimal yakni 75, rata-rata dari siswa baru mencapai ketuntasan 70, sehingga banyak siswa harus melakukan remedial. Selain masih rendahnya ketuntasan belajar, motivasi belajar siswa juga masih rendah, hal ini terlihat dari kurangnya persiapan siswa ketika waktunya pelajaran dimulai di kelas.

Selain itu, siswa mengalami kesulitan dalam mengimplementasi *Structure Query Language (SQL)*. Penyebab dari kesulitan lainnya adalah mata pelajaran Sistem Basisdata hanya disampaikan satu kali dalam seminggu dengan alokasi waktu 2 jam, tidak ada pengulangan materi oleh guru pada minggu selanjutnya, dan sumber belajar yang digunakan berupa catatan, buku yang dipinjam dari perpustakaan, dan modul yang diberikan guru.

**BLENDED LEARNING**

Cheung & Hew (2011 : 1319) menjelaskan *blended learning* sebagai kombinasi antara *face to face learning* dan *online learning*. Sementara Samarescu. N (2016 : 620) mengatakan bahwa *Blended learning* merupakan bentuk pembelajaran campuran yang menggabungkan pembelajaran tradisional dengan teknologi yang tersedia saat ini.

Khan et al (2012 : 311) menyebutnya bahwa *Blended learning* diberi nama yang berbeda sepanjang tahun, seperti 1) *hybrid instruction*, 2) *mediated learning*, 3) *technology enhanced instruction*, 4) *web enhanced instruction*, dan 5) *web assisted instruction*. Saat ini, *blended learning* tampaknya menjadi istilah secara "de facto" yang mengacu pada lingkungan belajar campuran. Di sisi lain, *blended learning* dikritik karena campuran yang dimaksud terjadi tidak dalam pembelajaran, tetapi dalam pengajaran.

Dalam penerapannya *blended learning* menggabungkan berbagai sumber secara fisik dan maya (virtual) dengan pendekatan seperti disajikan pada Tabel 1 berikut :

**Tabel 1.** Pendekatan *Blended Learning*

|                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Live face-to-face (formal)</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>Live face-to-face (informal)</b>                                                                                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Instructor-led classroom</li> <li>Workshops</li> <li>Coaching/monitoring</li> <li>On-the-job (OTJ) training</li> </ul>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Collegial connections</li> <li>Work teams</li> <li>Role modeling</li> </ul>                                                                   |
| <b>Virtual Collaboration / synchronous</b>                                                                                                                                                                                         | <b>Virtual collaboration/ asynchronous</b>                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Live e-Learning classes</li> <li>E-mentoring</li> </ul>                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>E-mail</li> <li>Online bulletin boards</li> <li>Listservs</li> <li>Online communities</li> </ul>                                              |
| <b>Self-paced learning</b>                                                                                                                                                                                                         | <b>Performance support</b>                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Web learning modules</li> <li>Online resource links</li> <li>Simulations</li> <li>Scenarios</li> <li>Video and audio CD/DVDs</li> <li>Online self-assessments</li> <li>Workbooks</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Help System</li> <li>Print job aids</li> <li>Knowledge databases</li> <li>Documentation</li> <li>Performance/decision support tool</li> </ul> |

Sumber : Allison Rosset, Felicia Douglass, and Rebecca V. Frazee (2003:1)

Berdasarkan empat klasifikasi tersebut, kemudian dikembangkan menjadi enam jenis e-learning yang disajikan dalam tabel berikut.

**Tabel 2.** Klasifikasi *e-learning* sebagai konsep dasar *Blended Learning*

| Klasifikasi | Presentasi | Komunikasi Elektronik | Sebutan Pembelajaran         |
|-------------|------------|-----------------------|------------------------------|
| Tipe I      | YA         | TIDAK                 | Tatap Muka                   |
| Tipe II     | TIDAK      | TIDAK                 | Belajar Mandiri              |
| Tipe III    | TIDAK      | YA                    | Tidak sinkron                |
| Tipe IV     | YA         | YA                    | Sinkron                      |
| Tipe V      | PILIHAN    | YA                    | Blended/Hybrid-Tidak Sinkron |
| Tipe VI     | YA         | YA                    | Blended/Hybrid-Sinkron       |

Sumber: Negash dan Wilcox (2007: 3)

**METODE**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuasi-eksperimen dengan *pretest-posttest control group design*. Sampel penelitian adalah siswa yang mengambil mata pelajaran Sistem Basisdata pada SMK Medikacom yang terdiri dari dua kelas, yaitu satu kelas sebagai kelompok eksperimen berjumlah 33 orang dengan menerapkan model pembelajaran *blended learning* dan satu kelas yang lain sebagai kelompok kontrol yang berjumlah 31 orang dengan menerapkan pembelajaran konvensional. Adapun desain *one group pretest post-test* ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Rancangan Penelitian Quasi Eksperimen

| Kelompok   | Tes Awal               | Perlakuan            | Tes Akhir              |
|------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| Eksperimen | <b>T<sub>E 1</sub></b> | <b>X<sub>E</sub></b> | <b>T<sub>E 2</sub></b> |
| Kontrol    | <b>T<sub>K 1</sub></b> | <b>X<sub>K</sub></b> | <b>T<sub>K 2</sub></b> |

Diadopsi dari MC Millan dan Schumacher (2001), Fraenkel & Wallen, (1993)

Keterangan:

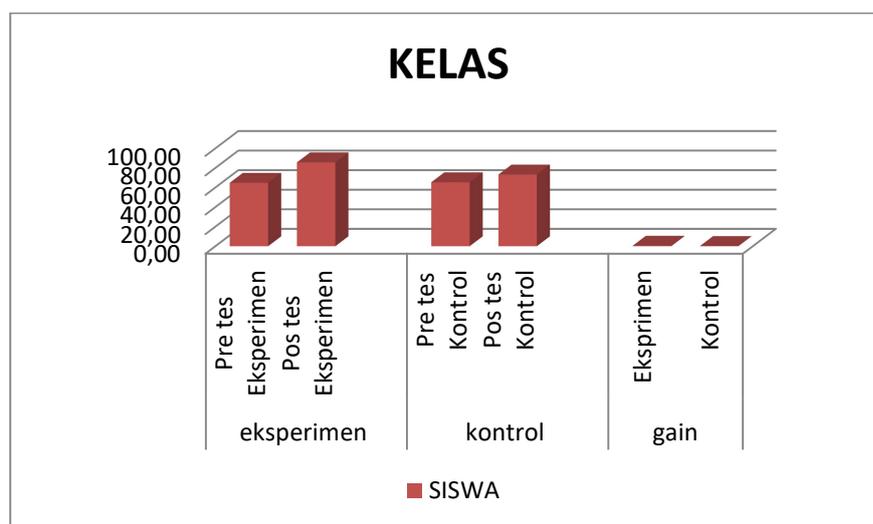
- T<sub>E</sub><sup>1</sup>:** Pengukuran awal yang diberikan pada kelompok eksperimen sebelum pembelajaran *Blended Learning*.
- T<sub>E</sub><sup>2</sup>:** Pengukuran akhir yang diberikan pada kelompok eksperimen setelah pembelajaran *Blended Learning*.
- T<sub>K</sub><sup>1</sup>:** Pengukuran awal yang diberikan pada kelompok kontrol sebelum model konvensional .
- T<sub>K</sub><sup>2</sup>:** Pengukuran akhir yang diberikan pada kelompok kontrol sesudah model konvensional.
- X<sub>E</sub>:** Perlakuan pada eksperimen yaitu Implementasi Model Pembelajaran *Blended Learning*.
- X<sub>K</sub>:** Perlakuan pada kelompok kontrol yaitu pembelajaran dengan model konvensional.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Deskripsi Hasil Penelitian.** Pada pertemuan awal dengan siswa dilakukan pretes sebelum dilaksanakannya pembelajaran. Pretes dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal siswa pada sebuah materi pelajaran. Hasil pretes siswa diperoleh kesimpulan bahwa siswa masih tergolong kepada kurang mampu dalam menyelesaikan soal-soal tentang materi tersebut. Kesulitan-kesulitan siswa tersebut dapat dilihat dari kesalahan-kesalahan yang mereka lakukan ketika menjawab pertanyaan yang diberikan. Berikut adalah penyajian data hasil akhir uji kelas eksperimen dan kontrol.

**Tabel 4.** Penyajian Data Hasil Akhir Uji Kelas Eksprimen dan Kontrol

| Kelompok   | Treatment | Statistik | KELAS A | Kelompok | Treatment | Statistik | KELAS B |
|------------|-----------|-----------|---------|----------|-----------|-----------|---------|
| Eksperimen | Pre tes   | n         | 33      | Kontrol  | Pre tes   | n         | 31      |
|            |           | rata2     | 64,83   |          |           | rata2     | 65,38   |
|            |           | sd dev    | 10,13   |          |           | sd dev    | 8,13    |
|            |           | max       | 84,44   |          |           | max       | 84,44   |
|            |           | min       | 48,89   |          |           | min       | 44,44   |
|            | Pos tes   | n         | 33      |          | Pos tes   | n         | 31      |
|            |           | rata2     | 85,7    |          |           | rata2     | 73,25   |
|            |           | sd dev    | 8,23    |          |           | sd dev    | 7,63    |
|            |           | max       | 97,78   |          |           | max       | 88,89   |
|            |           | min       | 57,78   |          |           | min       | 46,67   |
|            | N-Gain    | n         | 33      |          | N-Gain    | n         | 31      |
|            |           | rata2     | 0,57    |          |           | rata2     | 0,21    |
|            |           | sd dev    | 0,25    |          |           | sd dev    | 0,18    |
|            |           | max       | 0,92    |          |           | max       | 0,62    |
|            |           | min       | 0       |          |           | min       | -0,29   |



**Gambar 1.** Penyajian Data Hasil Akhir Uji Kelas Eksprimen dan Kontrol

Tabel 4 di atas menunjukkan kelompok eksperimen sebelum diberikan treatment nilai rata-data siswa adalah 64,83 persen sedangkan kelas kontrol rata-rata 65,38 persen. Setelah diterapkam model pembelajaran *blended learning*, sangat terlihat perbedaan hasil dimana kelas eksperimen dengan rata-rata 85,7 persen dan kelas kontrol dengan rata-rata 73,25 persen.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat dikemukakan kesimpulan bahwa model pembelajaran *blended learning* dapat meningkatkan hasil belajar siswa, ini dibuktikan dengan meningkatnya jumlah siswa yang mendapatkan nilai 75 ke atas dari (64,83%) menjadi (85,7%) dan dengan menggunakan model pembelajaran *blended learning* maka hasil belajar siswa akan meningkat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Allison Rosset, Felicia Douglass, and Rebecca V. Frazee (2003), *Strategies for Building Blended Learning*  
<http://admin.umt.edu.pk/Media/Site/UMT/SubSites/ctl/FileManager/CTL/Queens/Strategies%20Building%20Blended%20Learning.pdf>
- Cheung, WS; Hew, KF (2011). *Design and evaluation of two blended learning approaches: Lessons learned*. Australasian Journal of Educational Technology, 2011, v. 27 n. 8, p. 1319-1337
- Finch, C. dan Crunkilton, J.R. (1984). *Curriculum Development in Vocational and Technical Education : Planning, Content and Implementation*. Boston : Allyn and Bacon, Inc.
- Khan. AI, Noor-ul-Qayyum, Shaik. MS, Ali. AM, Bebi. CV. (2012). *Study of Blended Learning Process in Education Context*, I.J. Modern Education and Computer Science, 2012, 9, 23-29 Published Online September 2012 in MECS (<http://www.mecs-press.org/>) DOI: 10.5815/ijmecs.2012.09.03
- Samarescu, N. (2016). *The teacher's role in blended learning and teaching*, The 12th International Scientific Conference eLearning and Software for Education Bucharest, April 21-22, 2016 10.12753/2066-026X-16-270.
- Sanjaya, Wina. (2006). Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan. Jakarta: Kencana
- Solomon Negash, Marlene V. Wilcox, (2008). *Handbook of Distance Learning for Real-Time and Asynchronous Information Technology Education*, IGI Global.