

LAPORAN

PENELITIAN INTERNAL

PENGENDALIAN LUAPAN AIR SUNGAI SECARA TERINTEGRASI BERBASIS MIKROKONTROLER

Oleh :

1. Dr. Ir. Sindak Hutaaruk, MSEE
2. Libianko Sianturi, ST., MT.
Dosen Prodi Teknik Elektro

2. Rido Oktovianus Habeahan, NPM : 17330001
3. Fandy Gultom, NPM : 17330022
Mahasiswa Prodi Teknik Elektro



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HKBP NOMMENSEN
2022

LEMBAR PENGESAHAN
PENELITIAN INTERN

1. a. Judul Penelitian : Pengendalian Luapan Air Sungai Secara Terintegrasi Berbasis Mikrokontroler
b. Jenis Penelitian : Penelitian Experiment

2. Peneliti
a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Sindak Hutauruk, MSEE
b. NIDN : 0114085902
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Jabatan Struktural : Wakil Rektor III
e. Pangkat/Golongan : Pembina Utama Muda / IV-C
f. Program Studi : Teknik Elektro
g. E-mail : sindakhutauruk@uhn.ac.id

3. Anggota Peneliti :
a. Nama Lengkap : Libianko Sianturi, ST., MT.
NIDN : 0120067701
Jabatan Fungsional : Lektor
Jabatan Struktural : Ka. Biro Kemahasiswaan
Pangkat/Golongan : Penata Tingkat I / III-D
Program Studi : Teknik Elektro
E-mail : libianko_96@yahoo.com
4. a. Nama Lengkap : Fandy Gultom
b. NPM : 17330022
5. a. Nama Lengkap : Rido Oktovianus Habeahan
b. NPM : 17330001
6. Lama Penelitian : 5 bulan
7. Lokasi Penelitian : Laboratorium Fak. Teknik Universitas HKBP Nommensen
8. Biaya Penelitian : 11 Juta rupiah
9. Sumber Biaya Penelitian : Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UHN

Medan, 24 Maret 2022

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Ketua Peneliti,

Dr. Ir. Timbang Pangaribuan, MT.
NIDN : 0121026402

Dr. Ir. Sindak Hutauruk, MSEE
NIDN : 0114085902

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat

Dr. Janpatar Simamora, SH.,MH.
NIDN : 0114018101

I. Pendahuluan

Luapan air sungai dapat terjadi karena curah hujan yang cukup deras, curah hujan yang tidak begitu deras tetapi cukup lama, atau luapan air yang besar kiriman dari hulu. Luapan yang melebihi daya tampung sungai akan menyebabkan terjadinya banjir disepanjang daerah aliran sungai. Banjir yang terjadi akan menyebabkan kerugian pada masyarakat terutama yang berada dekat dengan daerah aliran sungai. Luapan air yang melebihi daya tampung sungai ini dapat dikendalikan melalui pintu air intake yang akan mengalirkan air dari sungai ke lahan irigasi atau saluran buangan ke arah laut dan atau dapat juga dialihkan ke sebuah reservoir atau bendungan melalui pompa. Pengoperasian pintu air dan pompa air untuk mengurangi luapan air di sungai dilakukan dengan mengamati ketinggian air sungai, saluran buangan keluaran dari pintu air dan juga memantau ketinggian air pada bendungan sebagai reservoir. Keterlambatan untuk mengendalikan luapan air sungai dengan cara buka tutupnya pintu air atau respon menyalakan pompa air dapat menyebabkan terjadinya banjir. Untuk mengatasi masalah ini dilakukan pengendalian luapan air sungai yang terintegrasi dengan pintu air dan pompa air sehingga luapan air sungai secara otomatis akan direspon oleh buka tutupnya pintu air dan juga secara otomatis pompa air akan menyala bila level ketinggian air pada sungai tepa masih meluap pada kondisi awas. Alat pengendali ini dilakukan secara terintegrasi antara pemantaun level ketinggian air sungai, buka tutup pintu air dan level ketinggian bendungan sebagai reservoir, alat ini berbasis mikrokontroler Arduino.

II. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mencoba mengatasi penanganan banjir akibat luapan air sungai dengan cara mengendalikannya secara otomatis dengan mengintegrasikan pintu air dan pompa air sehingga diharapkan dapat memberikan solusi dalam penanganan banjir secara optimal. Pengendalian ini berbasis mikrokontroler yang memungkinkan dapat dengan mudah untuk memodifikasi sistemika besaran input dan output dari sistem dan juga dengan sistem berbasis mikrokontroler dapat meminimalkan komponen yang digunakan serta dapat meningkatkan performan dari sistem.

III. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki keterbatasan-keterbatasan diantaranya adalah

1. Tidak memperhitungkan korelasi antara ukuran pintu air terhadap kecepatan penurunan volume luapan air sungai
2. Tidak memperhitungkan korelasi antara kapasitas pompa air yang digunakan terhadap kecepatan penurunan volume luapan air sungai

IV. Landasan Teori

Mengatasi luapan air sungai haruslah berdasarkan konsep bahwa volume luapan air sungai akan sama dengan penjumlahan volume buangan air melalui pintu air dengan volume air yang dipompa ke reservoir atau dengan kata lain bahwa :

$$A = B + C ,$$

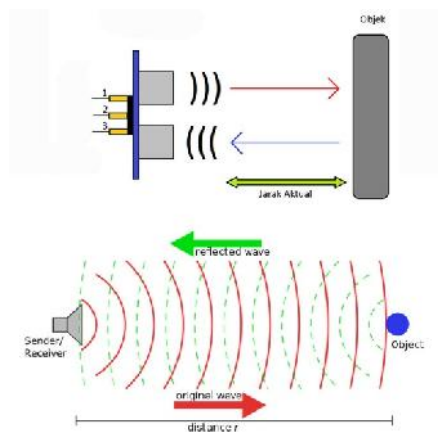
Dimana,

A adalah volume luapan air sungai

B adalah volume air yang dibuang melalui pintu air

C adalah volume air yang dipompa ke reservoir

Untuk mendeteksi ketinggian level air disungai dan pada reservoir digunakan sensor Ultrasonic (Gambar 1.). Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut. Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.



Gambar 1. Sensor Ultrasonic

Pusat pengendali pada sistem ini digunakan mikrokontroler Arduino uno yang berfungsi untuk memantau ketinggian level air sungai dan mengontrol buka tutup pintu air dan pompa air. Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis Atmega 328 (Gambar 2.). Memiliki 14 pin input dan output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP

header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya. Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi pin Mode(), digital write(), dan digital Read(). Fungsi-fungsi tersebut beroperasi pada tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 k Ω .



Gambar 2. Mikrokontroler Arduino uno

Arduino memiliki 32 KB flash memory, 4 KB untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk boot loader. Arduino memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1KB untuk EEPROM. Komunikasi serial merupakan komunikasi data dengan pengiriman data satu persatu pada satuan waktu. Transmisi data pada komunikasi serial dilakukan per bit.

V. Metoda Penelitian

V.1. Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Universitas HKBP Nommensen dengan memanfaatkan sarana dan prasarana yang ada di laboratorium program studi teknik elektro.

V.2. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini berupa perangkat lunak dan perangkat keras yang berupa :

1. Perangkat Keras :
 - a. Tool set
 - b. Oscilloscope
 - c. Function generator

- d. DC Power supply
- e. Breadboard
- f. Alat pembuatan PCB

2. Perangkat Lunak :

- a. Aplikasi simulasi rangkaian (multisim, autodesk circuit, fritzing)
- b. Aplikasi Desain layout PCB (Protel)
- c. Aplikasi Simulasi Mikrokontroler

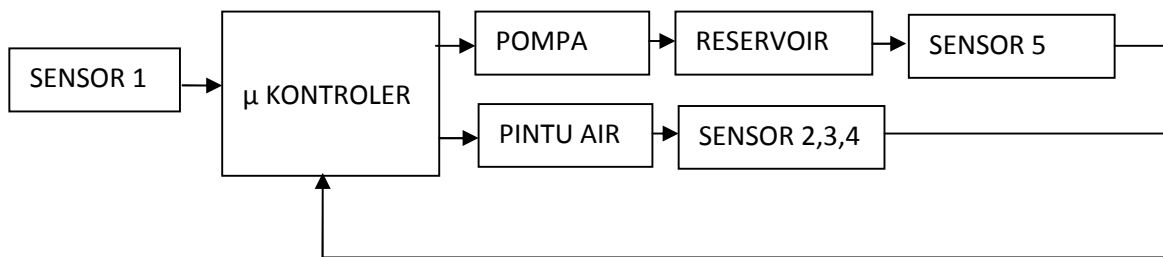
V.3. Objek Penelitian

Penelitian ini membuat sebuah pengendali luapan air sungai secara terintegrasi berbasis mikrokontroler dalam bentuk miniatur. Objek penelitian ini berupa miniatur dari beberapa penyebab dan penanganan luapan air sungai antara lain berupa :

- 1. Aliran sungai
- 2. Pintu Air
- 3. Reservoir
- 4. Pompa

V.4. Konsep Penelitian

Konsep dari penelitian dapat digambarkan pada Gambar 3. berupa blok rangkaian sistem pengendali yang akan didesain



Gambar 3. Blok rangkaian sistem pengendali luapan air sungai

Ketinggian level air sungai akan dipantau secara terus menerus dengan menempatkan sebuah sensor ultrasonic yang akan memantau level ketinggian air sungai secara kontiniu. Ketinggian air sungai dibagi pada 4 level, yaitu :

- 1. Normal
- 2. Waspada

3. Siaga
4. Awas

Mikrokontroler membaca kondisi ketinggian level air sungai dari sensor ultrasonic tersebut (sensor 1). Setiap kondisi level yang dipantau dipresentasikan pada lampu indikator sesuai dengan levelnya, bila ketinggian air sungai telah mencapai level awas, maka sistem akan membuka pintu air. Ada 3 pintu air yang disediakan, jumlah pintu air yang dibuka sesuai dengan durasi waktu yang diberikan pada level awas. Misal, akibat dari kondisi level ketinggian air sungai sudah berada pada level awas maka pintu air 1 akan terbuka dan bila kondisi level awas ini terus berlanjut pada kurun waktu tertentu maka pintu air 2 akan terbuka, dan bila kondisi level awas ini tetap berlanjut dalam kurun waktu yang telah ditentukan maka pintu air 3 akan terbuka. Bila seluruh pintu air telah dibuka dan kondisi level ketinggian air masih pada level awas, maka pompa air akan menyala untuk membuang air ke reservoir. Jumlah pompa air yang disediakan sebanyak 3 buah dan jumlah pompa air yang menyala sesuai dengan durasi waktu yang diberikan berada pada level awas. Bila kondisi level awas secara terus menerus terjadi dalam kurun waktu tertentu, maka jumlah pompa air yang menyala akan bertambah. Bila reservoir sudah berada pada level tinggi (high) maka alarm akan menyala yang menyatakan bahwa kondisi telah berada pada keadaan over out of control (diluar kendali).

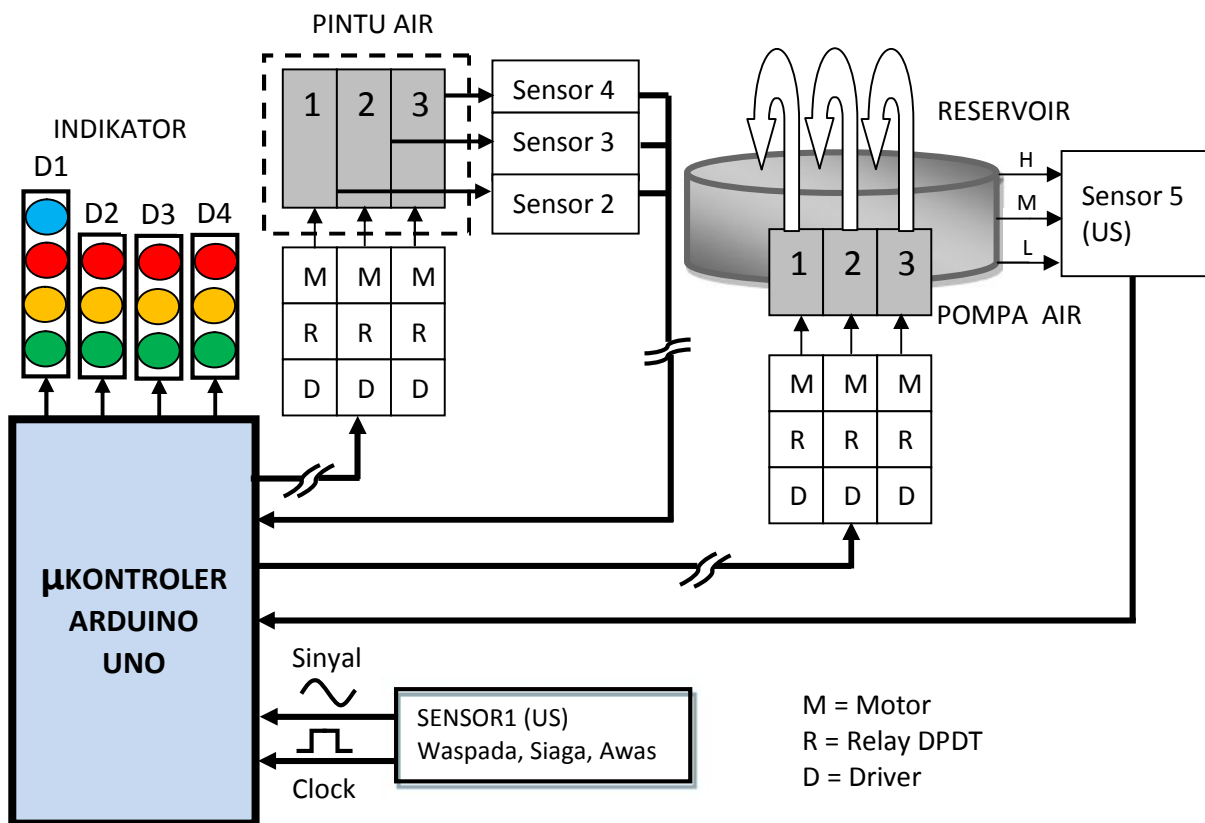
V.5. Desain Sistem

Sistem pengendali ini didesain dengan menggunakan komponen-komponen elektronika dan komponen mekanik. Komponen-komponen elektronika yang digunakan adalah :

1. Sensor Ultrasonic
Sensor Ultrasonic digunakan untuk mendeteksi ketinggian level air sungai (sensor 1) dan mendeteksi ketinggian level air pada reservoir (sensor 5)
2. Sensor Infra merah atau sensor mekanik (sensor 2,3,4)
Sensor ini berfungsi untuk menghentikan pergerakan pintu air pada batas bawah (pintu tertutup) dan batas atas (pintu terbuka)
3. Relay DPDT, Motor, Driver
Komponen-komponen ini berfungsi untuk membuka dan menutup pintu air
4. Pompa air
Pompa air digunakan untuk pengisian air ke reservoir
5. Peraga dan Alarm
Peraga yang digunakan adalah berupa lampu atau LED berwarna biru, hijau, kuning, dan merah. Indikator lampu ini digunakan untuk menyatakan level air sungai normal, waspada, siaga, atau awas, Indikator lain yang sama juga

digunakan untuk menyatakan pintu air terbuka 1 pintu, 2 pintu, atau 3 pintu. Demikian juga indikator lainnya yang menyatakan nyalanya 1 pompa, 2 pompa, atau 3 pompa. Untuk kondisi level ketinggian air pada reservoir juga digunakan 3 lampu yang menyatakan kondisi low, medium, atau high.

Gambaran sistem pengendali luapan air sungai digambarkan seperti pada Gambar 4. yang terdiri dari 5 bagian utama yaitu detektor level air sungai, mikrokontroler, peraga lampu indikator, pintu air, pompa air dan reservoir.




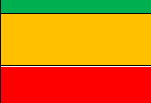


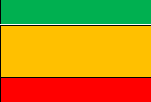

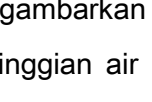
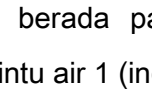
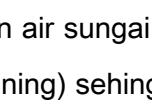
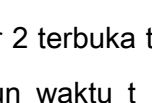
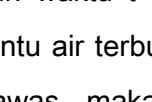


Gambar 4. Gambaran sistem pengendali luapan air sungai

Indikator D1 berwarna biru menyatakan kondisi level ketinggian air sungai dalam keadaan normal, warna hijau menyatakan kondisi level ketinggian air sungai dalam keadaan waspada, warna kuning menyatakan kondisi level ketinggian air sungai dalam keadaan siaga, dan warna merah menyatakan kondisi level ketinggian air sungai dalam keadaan awas. Indikator D2 berwarna hijau menyatakan pintu air 1 dalam keadaan terbuka, warna kuning menyatakan pintu air 2 dalam keadaan terbuka (pintu air 1 dan 2 terbuka), dan warna merah menyatakan pintu air 3 dalam keadaan terbuka (pintu air 1,2, dan3 terbuka). Indikator

D3 berwarna hijau menyatakan pompa air 1 dalam keadaan menyala, warna kuning menyatakan pompa air 2 dalam keadaan menyala (pompa air 1 dan 2 menyala), dan berwarna merah menyatakan pompa air 3 dalam keadaan menyala (pompa air 1,2, dan 3 menyala). Indikator D4 berwarna hijau menyatakan reservoir pada level low, warna kuning menyatakan reservoir pada level medium, dan berwarna merah menyatakan reservoir pada level high dimana pada kondisi ini mikrokontroler menyalakan alarm tanda bahaya. Seluruh kondisi ini digambarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Arti warna pada indikator

INDIKATOR	WARNA	KETERANGAN
D1		Sungai normal
		Sungai level waspada
		Sungai level siaga
		Sungai level awas
D2		Pintu Air 1 buka
		Pintu Air 2 buka
		Pintu Air 3 buka
D2		Pompa 1 hidup
		Pompa 2 hidup
		Pompa 3 hidup
D4		Reservoir Low
		Reservoir Medium
		Reservoir High

Sinyal dari sensor 1 yang menggambarkan level ketinggian luapan air sungai diterima mikrokontroler Arduino. Level ketinggian air sungai akan diperlihatkan pada indikator D1. Bila ketinggian level air sungai berada pada level awas, maka mikrokontroler akan memerintahkan untuk membuka pintu air 1 (indikator D2 menyala hijau), bila pada kondisi ini setelah kurun waktu t menit luapan air sungai masih berada pada level awas maka pintu air 2 dibuka (indikator D2 menyala kuning) sehingga ada 2 pintu air yang terbuka yaitu pintu air 1 dan pintu air 2. Setelah pintu air 2 terbuka ternyata ketinggian level air sungai masih juga dalam kondisi awas setelah kurun waktu t menit maka pintu air 3 dibuka (indikator D2 menyala merah) sehingga ke 3 pintu air terbuka. Jika setelah kurun waktu t menit level air masih berada dalam keadaan awas, maka mikrokontroler akan memerintahkan untuk

menyalakan pompa air 1 (indikator D3 menyala hijau) dan setelah kurun waktu t menit level ketinggian air sungai masih pada level awas maka mikrokontroler akan menyalakan pompa air 2 (indikator D3 menyala kuning). Bila masih tetap level ketinggian air sungai berada pada level awas maka mikrokontroler menyalakan pompa air 3 (indikator D3 menyala merah) sehingga keseluruhan 3 pompa air menyala, dan dalam keadaan ini mikrokontroler menerima sinyal dari sensor 5 yang menyatakan bahwa reservoir sudah penuh sehingga mikrokontroler menyalakan alarm bahaya dan dinyatakan dalam keadaan *over out of control* (diluar kendali). Tabel 2 adalah tahapan proses sistem pengendalian berdasarkan urutan waktu mulai keadaan normal sampai dalam keadaan awas dan alur kerja alat secara keseluruhan digambarkan pada gambar diagram alir (flow chart) sistem yaitu pada Gambar 5.

Tabel 2. Tahapan proses pengendalian berdasarkan urutan waktu

WAK TU	KONDISI SUNGAI	PINTU AIR			SENSOR								RESERVOIR			SENSOR 5
					1		2		3		4		POMPA			
		1	2	3	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	1	2	3			
T1	Normal	Tutup	Tutup	Tutup	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	Off	Off	Tidak	On
T2	Waspada	Buka	Tutup	Tutup	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	Off	Off	Tidak	On
T3	Siaga	Buka	Buka	Tutup	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	Off	Off	Tidak	On
T4	Awas	Buka	Buka	Buka	On	On	Off	Off	On	Off	On	Off	Off	Off	Tidak	On
T5	Awas	Buka	Buka	Buka	On	On	Off	On	Off	Off	On	Off	Off	Off	Tidak	On
T6	Awas	Buka	Buka	Buka	On	On	Off	On	Off	On	Off	Off	Off	Off	Tidak	On
T7	Awas	Buka	Buka	Buka	On	On	Off	On	Off	On	Off	On	Off	Off	Tidak	On
T8	Awas	Buka	Buka	Buka	On	On	Off	On	Off	On	Off	On	On	Off	Tidak	On
T9	Awas	Buka	Buka	Buka	On	On	Off	On	Off	On	Off	On	On	On	Tidak	On
T10	Awas	Buka	Buka	Buka	On	On	Off	On	Off	On	Off	On	On	On	Ya	On
ALARM HIDUP																

Pengendali luapan air sungai ini dapat berfungsi bila air yang dibuang melalui pintu air ditambah dengan air yang dipompa ke reservoir tidak lebih kecil dari besarnya luapan air sungai, secara matematis sederhana dapat dituliskan sebagai berikut :

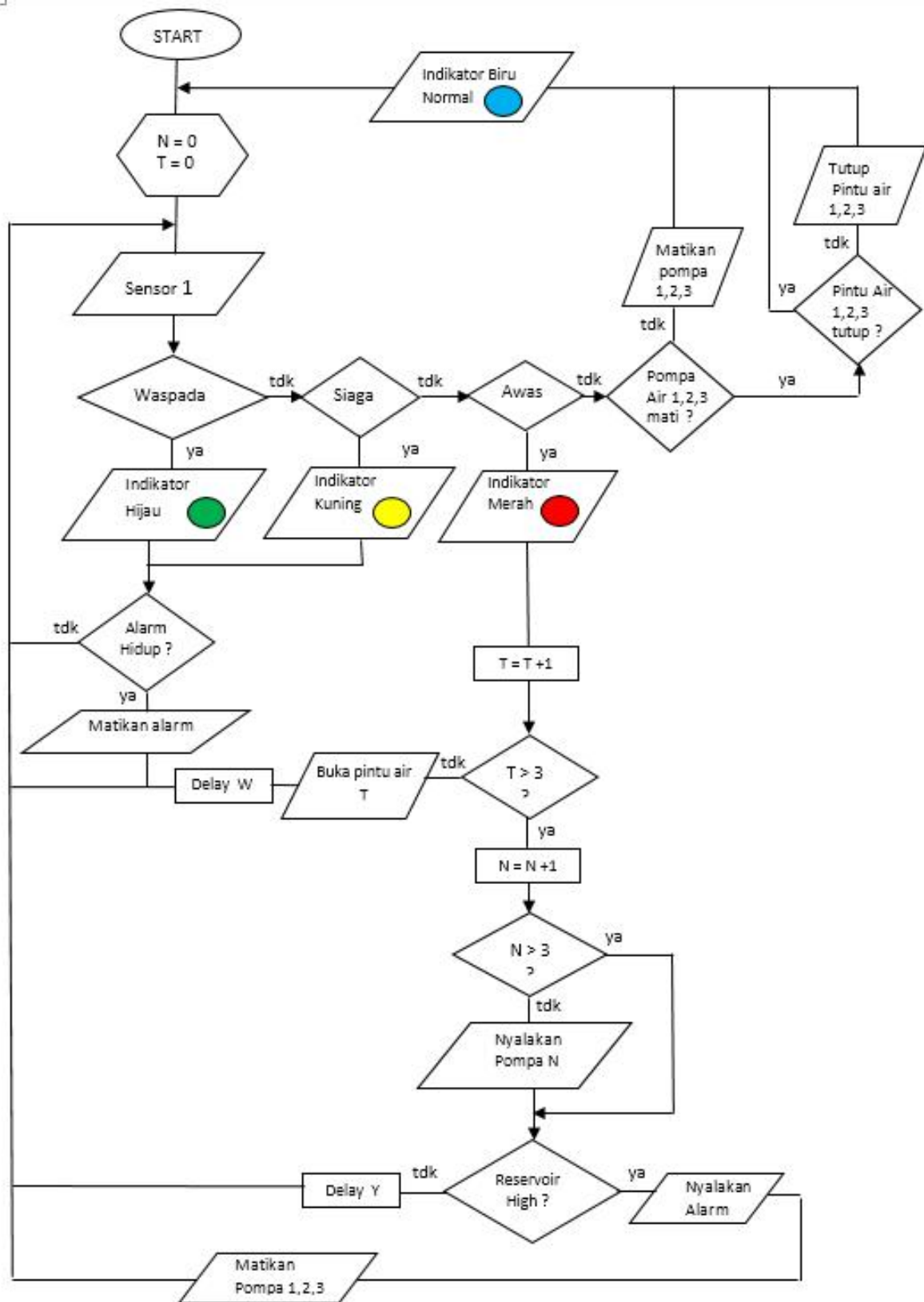
$$D_{maks} \leq (A + B) \text{ atau}$$

$$D_{maks} - (A+B) \geq 0$$

dimana D_{maks} = Volume luapan air sungai

A = Volume air yang dibuang melalui pintu air

B = Volume air yang dipompa melalui pompa air ke reservoir



Gambar 5. Diagram alir (flow chart) dari sistem pengendali luapan sungai

VI. Daftar Pustaka

- Budiharto, W. (2020). Menguasai pemrograman Arduino dan Robot. Diakses dari <http://widodo.com/lecturer/BelajarArduinoWidodo.pdf>
- ETC2.(2021).HC-SR501 Datasheet. Diakses dari <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1131987/ETC2/HC-SR501.html>
- Kadir, A. (2018). Arduino dan sensor. Yogyakarta. Andi Publisher
- LastMinuteEngineers.com. (2021). How nRF24L01+ wireless module works & interface with Arduino. Diakses dari <https://lastminuteengineers.com/nrf24l01-arduino-wireless-communication/>
- Monk, S. (2016). Programming Arduino : Getting started with sketches. New York. McGraw-Hill Education.
- NeerajaSoni, C,H,.et al.(2017). Distance measurement using ultrasonic sensor and Arduino. International Journal of Engineering Science and Computing, 7(3), 5991-5992.
- Nicholas, S.(2020).Arduino Programming: Advanced Methods and Strategies to Learn Arduino Programming. Independently published
- Nordic semiconductor. (2007). nRF24L01 Single Chip 2.4GHz Transceiver. Diakses dari https://www.mouser.com/datasheet/2/297/nRF24L01_Product_Specification_v2_0-9199.pdf
- Paramananda, R,G,.et al. (2018). Rancang bangun sistem penghitung jumlah orang melewati pintu menggunakan sensor Infrared dan klasifikasi Bayes. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu komputer, 2(3), 921-929.
- Puspasari, F,.et al. (2019). Sensor ultrasonik HCSR04 berbasis Arduino Due untuk sistem monitoring ketinggian, Jurnal fisika dan aplikasinya, 15(2), 36-39. doi: <http://dx.doi.org/10.12962/j24604682.v15i2.4393>
- Sugih, A,.et al.(2019). Prototype alat pengukur jarak dan sudut kemiringan digital menggunakan sensor ultrasonik dan accelerometer berbasis Arduino Nano, Bina Insani ICT Journal, 6(2), 185-194.
- Sunitha,S,. (2017). Distance measurement using ultrasonic sensor and node MCU. International Research Journal of Engineering and Technology, 4(6), 1794-1797.
- Waworundeng, J.et al. (2017). Implementasi sensor PIR sebagai pendeteksi gerakan untuk sistem keamanan rumah menggunakan platform IoT. Cogito Smart Journal, 3(2), 152-163.

- Wicaksono,M,F. & Hidayat. (2017). Mudah belajar mikrokontroler Arduino. Bandung. Informatika.
- Wright, M. (2017). Using the NRF24L01 2.4GHz RF Control Module with the Arduino. Maryland. CreateSpace
- Yakob, M,. et al. (2019). Design a system for calculating the number of people passing using the Arduino Uno based PIR (Passive Infrared Receiver) Sensor. Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Makassar, 7(3), 271-276. Doi : <https://doi.org/10.26618/jpf.v7i3.2098>