

**ANALISA DAMPAK BEBAN KENDARAAN DAN
LALU-LINTAS HARIAN RATA-RATA TERHADAP
KERUSAKAN JALAN
(STUDI KASUS)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi persyaratan memperoleh Gelar Sarjana

Strata Satu (S-1) Pada Progran Studi Teknik sipil Fakultas Teknik

Universitas HKBP Nommensen Medan

Disusun Oleh

PAFRAS LEONARD ZALUKHU

NPM : 16310038



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HKBP NOMMENSEN

MEDAN

2021

**ANALISA DAMPAK BEBAN KENDARAAN DAN
LALU-LINTAS HARIAN RATA-RATA TERHADAP
KERUSAKAN JALAN
(STUDI KASUS)**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk melengkapi persyaratan memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu (S-1) Pada Program Studi Teknik sipil Fakultas Teknik
Universitas HKBP Nommensen Medan*

Disusun Oleh

PAFRAS LEONARD ZALUKHU

NPM : 16310038

Telah Diuji Dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir pada tanggal 5 Maret 2021
dan Dinyatakan Telah Lulus Sidang Sarjana

Pembimbing I

Pembimbing II

(Tiurma Elita Saragih,ST.M.T)

(J.Oberlyn Simanjuntak,ST.M.T)

Penguji I

Penguji II

(Humisar Pasaribu ST, M.T)

(Ir. Partahi Lumbangaol, M.Eng.Sc)

**Fakultas Teknik,
Dekan,**

**Program Studi Teknik Sipil
Ketua**

(Dr.Ir. Timbang Pangaribuan, M.T)

(Tiurma Elita Saragih,ST.M.T)

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Dengan ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas HKBP Nommensen merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian pengutipan – pengutipan yang penulis lakukan pada bagian – bagian tertentu dari hasil karya orang lain dalam penulisan Tugas Akhir ini, telah penulis cantumkan sumbernya dengan jelas sesuai norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Apabila dikemudian hari, ditemukan seluruh atau sebagian Tugas Akhir ini bukan hasil karya penulis sendiri atau adanya plagiat dalam bagian tertentu, maka penulis bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, November 2020

Penulis

Pafras Leonard Zalukhu

ABSTRAK

Pada ruas jalan daerah Patumbak kabupaten Deli Serdang merupakan jalan Kabupaten dengan Status jalan Kolekter primer Kelas III A. Seiring dengan bertambahnya jumlah kendaraan khususnya truk pengangkut quarry material, kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan tersebut terkadang tidak sesuai dengan kapasitas muatan kendaraan dan beban angkut maximum yang diizinkan. Sehingga, hal inilah yang menyebabkan pembebanan yang diterima oleh perkerasan mengalami kelebihan yang dapat secara langsung mempengaruhi umur rencana suatu ruas jalan. Evaluasi ini dilakukan bertujuan untuk meninjau seberapa besar dampak beban overloading kendaraan yang ditimbulkan terhadap struktur perkerasan jalan . Muatan kendaran berlebih ini kemudian menyebabkan beban sumbu meningkat dari beban sumbu yang ditetapkan oleh peraturan. Studi ini bertujuan unntuk mengetahui apakah beban berlebih ataukah LHR yang merusak perkerasan jalan pada ruas jalan Patumbak. Metode yang digunakan adalah menganalisis umur rencana perkerasan berdasarkan hasil kumulatif ESAL pada masing-masing perubahan berat beban. Studi ini menyimpulkan bahwa beban berlebih adalah penyebab utama cepat rusaknya ruas jalan Patumbak.

Kata kunci :

Kendaraan Berat, Muatan Berlebih , Muatan Sumbu, Umur Perkerasan

ABSTRACT

On the road in the Patumbak area, Deli Serdang district is a Regency road with Class III A primary Kolekter road status. Along with the increasing number of vehicles, especially trucks carrying quarry material, vehicles crossing a road section sometimes do not match the vehicle load capacity and the maximum transport load required. allowed. So, this is what causes the load received by the pavement to experience excess which can directly affect the design life of a road section. This evaluation is carried out aimed at observing how much impact the vehicle overloading load has on the road pavement structure. This excess vehicle load then causes the axle load to increase from the axle load imposed by the regulations. The method used is to analyze the pavement design life based on the cumulative ESAL results for each change in load weight. This study concludes that overload is the main cause of the rapid deterioration of the Patumbak road.

Keywords :

Heavy Vehicles, Overload, Axis Load, Pavement Life

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan yang maha Esa, karena berkat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “ **ANALISA DAMPAK BEBAN KENDARAAN DAN LALU-LINTAS HARIAN RATA-RATA TERHADAP KERUSAKAN JALAN**” (studi kasus) dengan baik. Adapun skripsi ini disusun untuk memenuhi dalam sidang Ujian Sarjana Teknik Sipil, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan.

Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan dan bantuan dari semua pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang setulusnya kepada :

1. Bapak Dr. Haposan Siallagan, SH., MH, selaku rektor Universitas HKBP Nommensen Medan.
2. Bapak Dr. Ir Timbang Pangaribuan, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan.
3. Ibu Tiurma Elita Saragi, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan.
4. Bapak Bartholomeus Hutagalung, ST., MT, selaku sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan.
5. Ibu Tiurma Elita Saragi, ST., MT, selaku pembimbing I yang telah banyak juga meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Johan Oberlyn Simanjuntak ST., MT, selaku pembimbing II yang telah banyak juga meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Bapak Humisar pasaribu ST.,MT, selaku Peguji I yang telah banyak juga meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Bapak Ir. Partahi Lumbangaol, M.Eng.Sc, selaku Penguji II yang telah banyak juga meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh Staf pengajar dan pegawai Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen Medan
10. Teristimewa untuk Ayah (alm) dan ibu saya atas segala pengorbanannya, kasih sayang dukungan serta kepercayaan selama ini dan doa-doa yang tiada hentinya
11. Teman teman seluruh Fakultas Teknik Sipil dan Organisasi KMN-UHN, dan orang terkasih tentunya terimakasih atas segala motivasinya selama ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan dari penulis, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran agar dapat membangun serta meningkatkan kemampuan bagi penulis. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi setiap yang membacanya.

Medan, 30 Oktober 2020

PAFRAS LEONARD ZALUKHU

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Rumusan Masalah.....	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
1.7 Metode Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian Jalan Raya	5

2.2	Fungsi Jalan.....	5
2.2.1.	Muatan Sumbu Terberat (MST)	15
	Kerusakan Perkerasan Lentur	15
	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kerusakan Jalan	15
2.3	Lebar Jalur Lalu Lintas	20
2.4	Perkerasan Jalan	21
2.4.1.	Perkerasan Lentur	22
	Faktor-Faktor yang Menentukan Tebal Perkerasan Lentur.....	24
2.5	Penelitian Terdahulu.....	25
BAB III METEDOLOGI PENELITIAN.....		27
3.1	Lokasi Penelitian.....	27
3.2	Pengumpulan Data	28
3.3	Pengelolaan Data.....	28
3.3.1	Pelanggaran MST.....	28
3.3.2.	Derajat Kerusakan Analisa Jalan	28
3.4	Tahap Penelitian.....	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		30
4.1	Deskripsi Area.....	30
4.2	Perhitungan Sisa Umur Perkerasan Jalan.....	32
4.3	Nilai Derajat Kerusakan Jalan (DKJ) dari Beban overloading di sekitar jalan Daerah Quarry Pasir	34

4.4	JENIS KENDARAAN	36
4.5	VEHICLE DAMAGE FACTOR	39
4.6	Formula Vehicle Damage Factor	40
4.6.1	Bina Marga.....	40
4.6.2	Perhubungan Darat.....	43
4.7	<i>Vehicle Damage Factor</i> (VDF) yang digunakan.....	45
4.8	Angka Ekiivalen Beban Sumbu Kendaraan.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		46
5.1	Kesimpulan.....	46
5.2	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....		48

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AASTHO	= American Association of State Highway and Transportation Officials
AE	= Angka Ekuivalen.
Σ W18	= Cumulative Equivalent Single Axle Load.
DL	= Faktor Distribusi Lajur.
E	= Equivalent standard Axle Load.
ESDRG	= Angka ekuivalen untuk jenis sumbu dual roda ganda.
ESTRG	= Angka ekuivalen untuk jenis sumbu tunggal roda ganda.
ESTrRG	= Angka ekuivalen untuk jenis sumbu triple roda ganda.
ESTRT	= Angka ekuivalen untuk jenis sumbu tunggal roda tunggal.
i	= Pertumbuhan Lalu lintas
MST	= Muatan Sumbu Terberat n = Tahun ke
P2JN	= Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional.
RL	= Remaining Life
TF	= Truck Factor
VDF	= Vehicle Damage Factor (Perkiraan Faktor Ekuivalen Beban).
ESAL	= Perkiraan jumlah beban sumbu standar ekuivalen.
W18	= Beban lalu lintas selama umur rencana.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sistem Jaringan Jalan & Parameter perencanaanya	7
Tabel 2.2	Tingkat Fungsi Pelayanan Jalan	8
Tabel 2.3	Hubungan Lebar Perkerasan dengan Jumlah Jalur	11
Tabel 2.4	Koefisien Distribusi Kendaraan	11
Tabel 4.1	Penggolongan kendaraan berdasarkan MKJI	32
Tabel 4.2.2	Penggolongan Kendaraan Berdasarkan Pd.T-19-2004-B	33
Tabel 4.2.3	Penggolongan Kendaraan Berdasarkan Perhubungan Darat (2008)	33
Tabel 4.41	Konfigurasi Beban Sumbu	36
Tabel 4.42	Hubungan Konfigurasi Sumbu MST & JBI	38
Tabel 4.51	Vehicle Damage Factor Berdasarkan Bina Marga MST	39
Tabel 4.52	Vehicle Damage Factor Berdasarkan Perhubungan Darat	40
Tabel 4.61	Angka ekivalen dan Beban Normal	40
Tabel 4.71	Nilai ESAL tahun 2017	41
Tabel 4.72	Nilai ESAL tahun 2018	41
Tabel 4.73	Nilai ESAL tahun 2019	42
Tabel 4.74	Nilai ESAL tahun 2020	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.41 Potongan melintang struktur jalan	21
Gambar 2.42 Subgrade pada galian	22
Gambar 2.43 Subgrade PadaTimbunan	22
Gambar 2.44 Subgrade yang berkaitan dengan subbase	23
Gambar 3.1 Lokasi penelitian	27

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah sarana utama yang memiliki peranan bagi kelancaran transportasi darat. Akan tetapi banyaknya kendaraan yang melintas dengan muatan berlebih (*overload*) dapat menyebabkan berbagai kendala pada bagian konstruksi jalan.

Ruas jalan Patumbak Deli Serdang merupakan jalan kabupaten yang menghubungkan kabupaten Deli Serdang dan Kota Medan banyak truk pengangkut pasir, trailer dan kendaraan berat lainnya yang melintas di jalan ini. Ruas jalan ini terdapat 1 jalur 2 lajur dan 2 arah dengan kelas adalah golongan III A. Banyak truk dengan beban berlebih (*overload*) yang menyebabkan jalan yang dilalui cepat rusak dan tidak sesuai dengan umur rencana.

Pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan fungsi strukturalnya sesuai dengan bertambahnya umur, apalagi jika dilewati oleh truk-truk dengan muatan berlebih. Jalan-jalan raya saat ini mengalami kerusakan dalam waktu yang relatif sangat pendek (kerusakan dini) baik jalan yang baru dibangun maupun jalan yang baru diperbaiki (*overlay*).

Terdapatnya beban berlebih pada jalan disebabkan penyelewengan pengawasan pada jembatan timbang terhadap beban kendaraan yang melintasi jalan. Dampak nyata yang ditimbulkan oleh muatan berlebih (*overloading*) adalah kerusakan jalan sebelum periode/umur teknis rencana tercapai.

Pengawasan dan pengamanan jalan (penanganan muatan lebih) merupakan amanat Undang-undang Nomor 14 tahun 1992 tentang lalu lintas dan angkutan jalan. Pada pasal 8 ayat (1) disebutkan bahwa untuk keselamatan, keamanan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas, jalan wajib dilengkapi antara lain dengan alat

pengawasan dan pengamanan jalan yang umumnya digunakan juga, disebut dengan jembatan timbang.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Untuk melihat dampak kerusakan pada jalan yang diakibatkan oleh kendaraan dengan muatan berlebih (*overload*). Penelitian ini juga dimaksudkan untuk mengetahui besarnya pengaruh beban muatan kendaraan berlebih terhadap perubahan umur perkerasan lentur dengan melakukan simulasi pada suatu ruas jalan.

Kondisi lalu lintas yang disimulasikan diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi jalan akibat beban lalu lintas dengan prosentase muatan berlebih yang disimulasikan dan dapat diketahui dampaknya terhadap struktur perkerasannya. Untuk memberikan pedoman pada pemangku kepentingan/ stakeholder dalam mengambil keputusan dalam pembangunan jalan raya.

1.3 Manfaat Penelitian

Untuk memberikan pedoman kepada perencana jalan kedepan agar pembuatan jalan kedepan bisa lebih memperhatikan masalah mutu dan kualitas dan mutu jalan raya sehingga masyarakat pengguna jalan bisa menikmati manfaat yang sebaik –baiknya.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang, maka yang menjadi masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana perbandingan kerusakan yang terjadi pada jalan akibat LHR dan beban Tonase yang dilampaui
- b. Bagaimana dampak yang terjadi jika terdapat pelanggaran terhadap beban Tonase yang dilampaui.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini terarah, maka membuat batasan masalah dengan adanya kriteria yang digunakan dalam memilih lokasi yang akan diamati, yaitu :

- a) Lokasi penelitian yaitu, pada jalan yang mengalami kerusakan di ruas jalan Patumbak Deli Serdang
- b) Jenis jalan yang diteliti adalah jalan lokal

Jenis kendaraan yang diteliti adalah :

- 1. Kendaraan ringan (LV) seperti : minibus, microtruk, mobil sedan, mobil box dan pick up
 - 2. Kendaraan berat (HV) seperti : truk dan bus sepeda motor
 - 3. Kendaraan tak bermotor atau kendaraan yang digerakkan dengan bantuan manusia, seperti : gerobak, sepeda dayung dan becak dayung
- c) Kelayakan jalan seperti derajat kerusakan dan umur sisa jalan

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan dan manfaat penelitian, rumusan masalah batasan masalah, sistematika penulisan dan daftar pustaka.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang penjelasan landasan teori yang digunakan untuk dasar teori merumuskan perhitungan kerusakan perkerasan jalan akibat beban berlebih , penjelasan berbagai definisi yang berkaitan dengan struktur jalan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi penjelasan umum mengenai kerangka berpikir, perumusan perhitungan kerusakan jalan karena beban berlebih pada jalan

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi pengolahan data yang telah di peroleh dari hasil penelitian

BAB V : PENUTUP

Berisi kesimpulan yang dapat diambil dari skripsi ini dan saran mengenai topik skripsi ini.

1.7 Metode Penelitian

Beberapa langkah yang dilakukan dalam pemecahan masalah ini yaitu dengan melakukan tahapan sebagai berikut:

1. Studi literatur
Suatu kegiatan pengumpulan data dari berbagai referensi yang dapat berupa buku, jurnal, skripsi serta tesis yang terkait dengan kerusakan jalan akibat tonase kendaraan yang berlebih
2. Penentuan asumsi kondisi lalu lintas pada suatu ruas jalan untuk memperkirakan permasalahan yang terjadi pada perencanaan jalan dengan melakukan survey lalu lintas sederhana pada suatu ruas jalan. Data tersebut digunakan dalam simulasi ini dengan berbagai skenario untuk memberikan gambaran permasalahan yang akan mungkin terjadi.
3. Membuat perhitungan pengaruh beban berlebih terhadap kerusakan konstruksi jalan dengan perkerasan lentur
4. Membuat analisa dan pembahasan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan Raya

Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat terpenting, sehingga desain perkarasan jalan yang baik adalah suatu keharusan. Selain untuk menghubungkan suatu tempat dengan tempat lain, jalan yang baik juga diharapkan dapat memberi rasa aman dan nyaman bagi pengemudi.

Dengan jumlah penduduk yang semakin bertambah setiap tahunnya dan semakin bertambahnya volume kendaraan, maka kebutuhan sarana transportasi jalan raya sangat besar. Oleh karena itu diperlukan perencanaan konstruksi jalan yang optimal dan memenuhi syarat teknis menurut fungsi, jumlah kendaraan maupun lalu lintas, sehingga pembangunan tersebut dapat maksimal bagi pembangunan daerah sekitar.

2.2 Fungsi Jalan

Fungsi Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Fungsi jalan secara umum adalah menghubungkan satu tempat dengan tempat lainnya (MKJI 1997). Berdasarkan fungsinya jalan dapat dibedakan menjadi:

a. Jalan Arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna

b. Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan Lokal

Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antarkawasan dan/atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan perdesaan.

Berdasarkan sistem jaringan, jalan dapat dibedakan atas:

a. Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistem jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi Jaringan jalan primer menghubungkan secara menerus kota jenjang kesatu, kota jenjang kedua, kota jenjang ketiga, dan kota jenjang dibawahnya sampai ke persil dalam satu satuan wilayah pengembangan.

Jaringan jalan primer menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kesatu antar satuan wilayah pengembangan. Jaringan jalan primer tidak terputus walaupun memasuki kota. Jaringan jalan primer harus menghubungkan kawasan primer. Suatu ruas jalan primer

dapat berakhir pada suatu kawasan primer. Kawasan yang mempunyai fungsi primer antara lain: industri skala regional, terminal barang/ pergudangan, pelabuhan, bandar udara, pasar induk, pusat perdagangan skala regional/ grosir.

b. Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan sekunder disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder ke satu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke persil.

Tabel berikut menjelaskan hubungan jaringan jalan dan fungsi jalan serta beberapa parameternya.

Tabel 2.1 Sistem Jaringan Jalan dan Parameter Perencanaannya

	Jaringan Jalan					
	Primer			Sekunder		
	arteri	Kolektor	Lokal	arteri	kolektor	Lokal
lebar jalan	> 8 m	> 7 m	> 6 m	> 8 m	> 7 m	> 5 m
Indeks Permukaan (Ip)	≥ 2	≥ 2	≥ 1.5	≥ 1.5	≥ 1.5	≥ 1

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Sukirman 1999

Kinerja Perkerasan

Kinerja perkerasan meliputi 3 hal yaitu :

- Keamanan, yang ditentukan oleh besarnya gesekan akibat kontak antara ban dan permukaan jalan, tergantung kondisi ban, tekstur permukaan jalan, cuaca dll
- Wujud perkerasan (struktural perkerasan, retak, amblas, alur, gelombang)
- Fungsi pelayanan, sehubungan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemakai jalan. Wujud perkerasan dan fungsi umumnya merupakan satu kesatuan dengan "kenyamanan mengemudi (riding quality)"

Kinerja perkerasan lentur dapat dapat dinyatakan dalam

- a) Indeks Permukaan / Serviceability Index
- b) Indeks kondisi jalan / Road Condition Index

Dalam penelitian ini parameter yang digunakan hanya indeks permukaan.

Indeks Permukaan (Serviceability index) diperkenalkan oleh AASHTO yang diperoleh dari pengamatan kondisi jalan, meliputi kerusakan-kerusakan seperti retak retak, alur-alur, lubang-lubang, lendutan pada lajur roda, kekasaran permukaan dan lain sebagainya yang terjadi selama umur jalan tersebut. Indeks Permukaan bervariasi dari angka 0-5, masing-masing angka menunjukkan fungsi pelayanan sebagai berikut :

Tabel.2.2 Tingkat Fungsi Pelayanan Jalan

Indeks Permukaan(IP)	Fungsi pelayanan
4-5	sangat baik
3-4	Baik
2 – 1	Cukup
1 – 0	Kurang
0 – 1	sangat kurang

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Sukirman 1999

- c) Umur Rencana

Artinya adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk melayani lalu lintas kendaraan (akhir pelaksanaan) sampai diperlukan suatu perbaikan atau peningkatan yang bersifat struktural. Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan. Umur Rencana juga bisa diartikan sebagai jumlah repetisi beban lalu lintas (dalam satuan Equivalent Standard Load, ESAL) yang diperkirakan akan melintas dalam kurun waktu tertentu.

d) Lalu lintas yang merupakan beban dari perkerasan jalan

Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, berarti dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari :

Analisa lalu-lintas saat ini, sehingga diperoleh data mengenai :

- Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan
- Jenis kendaraan beserta jumlah tiap jenisnya
- Konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan beban masing-masing sumbu kendaraan

Pada perencanaan jalan baru perkiraan volume lalu lintas ditentukan dengan menggunakan hasil survey volume lalu lintas di dekat jalan tersebut dan analisa lalu lintas di sekitar lokasi jalan.

Perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana, antara lain berdasarkan atas analisa ekonomi dan sosial daerah tersebut. Untuk dapat menghitung beban yang akan diterima dari perkerasan beberapa hal yang berkaitan dengan lalu lintas yang harus di cari adalah:

- Volume lalu lintas

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu bagian waktu. Untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan, volume lalu lintas dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan. Untuk kebutuhan perencanaan tebal lapisan perkerasan dibutuhkan data- data sebagai berikut :

- LHR rata-rata
- Komposisi arus lalu lintas terhadap berbagai kelompok jenis kendaraan
- Angka Ekuivalen Beban Sumbu

Angka yang menunjukkan jumlah lintasan beban sumbu standar yang akan menyebabkan kerusakan pada lapisan perkerasan apabila kendaraan itu lewat satu kali. Angka ekuivalen kendaraan tergantung pada ekuivalen sumbu depan ditambah ekuivalen sumbu belakang sehingga makin berat suatu kendaraan yang lewat semakin berat pula kerusakan yang diakibatkannya terhadap konstruksi jalan. Menurut Petunjuk PerencanaanTebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga pada buku Angka ekuivalen kendaraan dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

Angka Ekuivalen untuk sumbu tunggal

$$= \left(\frac{\text{beban satu sumbu tunggal dalam ton}}{8160} \right)^4$$

..... (2.1)

Angka Ekuivalen untuk sumbu ganda

$$= 0,086 \times \left(\frac{\text{beban satu sumbu tunggal dalam ton}}{8160} \right)^4$$

..... (2.2)

Sedangkan untuk kendaraan yang memiliki konfigurasi sumbu triple rumus untuk menentukan Angka Ekuivalen untuk sumbu triple menurut Bina Marga adalah :

$$= 0,053 \times \left(\frac{\text{beban satu sumbu tunggal dalam ton}}{816} \right)^4$$

..... (2.3)

- Faktor pertumbuhan lalu lintas

Jumlah kendaraan yang memakai jalan bertambah dari tahun ke tahun. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas adalah perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan. Faktor pertumbuhan dinyatakan dalam persen.

- Lintas Ekuivalen

Kerusakan perkerasan jalan raya pada umumnya disebabkan oleh terkumpulnya air dibagian perkerasan jalan, dan karena repetisi dari lintasan kendaraan. Oleh karena itu perlulah ditentukan berapa jumlah repetisi beban yang akan memakai jalan tersebut. Repetisi beban dinyatakan dalam lintasan sumbu standard, dikenal dengan nama lintas ekuivalen.

Lintas Ekuivalen dapat dibedakan atas :

- a) Lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut dibuka Lintas ekuivalen awal umur rencana = LEP
- b) Lintas ekuivalen pada akhir umur rencana adalah besarnya lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan secara struktural (Lintas Ekuivalen akhir umur rencana = LEA).
- c) Lintas ekuivalen selama umur rencana (AE18KSAL), jumlah lintas ekuivalen yang akan melintasi jalan tersebut selama masa pelayanan, dari saat dibuka sampai akhir umur rencana.

Tabel 2.3 Hubungan Lebar Perkerasan dengan Jumlah Lajur

Lebar Perkerasan	Jumlah Lajur
$L > 5,5 \text{ m}$	1
$5,5 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6

Sumber : Petunjuk perkerasan Lentur jalan raya metode analisa komponen departemen pekerjaan umum 1987

Persentase kendaraan pada lajur rencana dapat ditentukan dengan menggunakan koefisien distribusi kendaraan (C) yang diberikan oleh Bina Marga seperti terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.4 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah lajur	Kendaraan Ringan*		Kendaraan berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 Jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 Jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 Jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 Jalur		0,30		0,45
5 Jalur		0,25		0,425
6 Jalur		0,20		0,40

Sumber : Petunjuk perkerasan Lentur jalan raya metode analisa komponen departemen pekerjaan umum 1987

* berat total < 5 ton, misalnya, sedan dan pick up

** berat total > 5 ton misalnya bus, truk

- a. Faktor pertumbuhan lalu lintas yang diperoleh dari hasil analisa data lalu lintas perkembangan penduduk, pendapatan perkapita, rancangan induk daerah dan lain-lain.
- b. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

Catatan : j = jenis kendaraan

c. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

Catatan : i = perkembangan lalu-lintas

j = jenis kendaraan

d. Lintas Ekuivalen Tengah (LET) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

e. Lintas Ekuivalen Rencana (LER) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LER = LET \times FP$$

Faktor Penyesuaian (FP) tersebut diatas ditentukan dengan rumus:

$$FP = UR/10$$

Sifat Dasar Tanah

Subgrade atau lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah yang paling atas, dimana pada dasarnya diletakan lapisan dengan material yang lebih baik . sifat tanah dasar mempengaruhi ketahanan lapisan diatasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Dalam penelitian ini Daya Dukung Tanah (DDT) ditentukan dengan mempergunakan nilai CBR yang telah diketahui atau telah ditentukan. Nilai DDT didapat dari Grafik korelasi DDT

dan CBR (grafik terlampir) Bina Marga menganjurkan untuk mendasarkan DDT pengukuran nilai CBR. Bila diketahui sejumlah nilai CBR, maka digunakan nilai rata-rata CBR yang didapat dengan cara:

1. Tentukan nilai CBR terendah;
2. Tentukan berapa banyak harga CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR;
3. Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100%. Jumlah lainnya merupakan persentase dari 100%
4. Dibuat grafik hubungan antara nilai CBR dengan persentase jumlah tali;
5. Nilai CBR rata-rata adalah yang didapat dari angka persentase 90%.

Overloading

Ada beberapa definisi mengenai overloading yaitu:

1. Berat as kendaraan yang melampaui batas maksimum yang diizinkan (MST = muatan sumbu terberat) yang dalam hal ini, MST ditetapkan berdasarkan Peraturan Pemerintah yang berlaku: Kolokium Puslitbang Jalan dan Jembatan TA. 2008

- a. Pasal 11 PP No.43/1993: MST berdasarkan berat As Kendaraan:

- Jalan kelas I: $MST > 10$ (kecuali diatur lebih lanjut), berarti tidak ada pembatasan beban as kendaraan, kecuali untuk angkutan peti kemas yang diatur lebih lanjut oleh PP No.74-1990, pasal 9.yaitu :

No	Konfigurasi As dan roda Truk		MST (ton)
1	Sumbu Tunggal	Roda tunggal	6,0
		Roda ganda	10,0
2	Sumbu ganda (tandem)	Roda ganda	18,0
3	Sumbu tiga (tripel)	Roda ganda	20,0

- Jalan Kelas II: $MST \leq 10\text{ton}$
- Jalan Kelas III (A, B, C): $MST \leq 8\text{ton}$

2.2.1. Muatan Sumbu Terberat (MST)

Muatan sumbu terberat adalah jumlah tekanan maksimum roda terhadap jalan, penetapan muatan sumbu terberat ditujukan untuk mengoptimalkan antara biaya konstruksi dengan efisiensi angkutan. Muatan sumbu terberat untuk masing-masing kelas jalan ditunjukkan dalam daftar berikut :

Kerusakan Perkerasan Lentur

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kerusakan Jalan

Banyak faktor yang mempengaruhi kerusakan perkerasan jalan akan tetapi faktor-faktor yang paling dominan yang berpengaruh , yaitu :

1. Lalu Lintas (*Traffic*)

Lalu lintas merupakan faktor terpenting dalam perencanaan perkerasan jalan yang memberikan pertumbuhan beban dan beban berulang (*repetitive load*).

2. Kelelahan material (*Fatigue material*)

Kelelahan material dapat terjadi akibat beban berulang , kondisi lingkungan dan perubahan temperatur , serta faktor material konstruksi jalan itu sendiri.

Faktor Pengaruh Lalu Lintas (*Traffic*)

Lalu lintas (*traffic*) merupakan faktor yang terpenting dalam perencanaan dan pengevaluasian suatu perkerasan jalan. Lalu lintas akan memberikan kontak dan pengulangan beban (*repetitive load*) terhadap perkerasan. Dalam perencanaan lalu lintas , terdapat berbagai jenis kendaraan , yang berbeda dari segi

dimensi, berat, konfigurasi sumbu dan sebagainya. Oleh karena itu dalam menghitung volume lalu lintas umumnya dikelompokkan atas beberapa kelompok yang masing-masing mewakili satu jenis kendaraan, misalnya; kelompok mobil penumpang (dengan berat total < 2 ton), Bus, truk 2 as, truk 3 as, truk 5 as, trailer dan sebagainya.

2.2.2. Pengaruh Kelelahan Material (*Fatigue Material*)

Dalam memperkirakan kerusakan jalan, faktor dominan yang harus diperhitungkan adalah lalu lintas (traffic) sebagai beban utama yang menyebabkan fatigue yang secara integrasi juga akan menyebabkan meningkatnya kerusakan (pada perkerasan). Beban berulang akan menyebabkan terjadinya fatigue pada material perkerasan disamping faktor – faktor pengaruh lain (suhu, lingkungan, iklim). Repetisi beban ini dapat dikatakan sebagai faktor dominan yang memacu fatigue.

Jenis-Jenis Kerusakan Jalan Lentur

Kerusakan jalan jika dilihat dari bentuk kerusakannya dibedakan menjadi :

1. Retak (cracking)
2. Distorsi (distortion)
3. Cacat permukaan (disintegration)
4. Pengausan (polished aggregate)
5. Kegemukan (bleeding or flushing)
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas (utility cut depression)

Dari beberapa jenis kerusakan jalan tersebut yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah kerusakan yang lebih

disebabkan oleh kendaraan dengan muatan berlebih (overloading) yang menyebabkan berkurangnya umur layan perkerasan jalan, diantara kerusakan tersebut diantaranya adalah retak (cracking) dan penyebabnya.

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas

1. Retak halus (hair cracking), lebar celah lebih kecil, penyebab adalah bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus ini dapat meresapkan air ke dalam lapis permukaan. Retak rambut dapat berkembang menjadi retak kulit buaya
2. Retak kulit buaya (alligator cracks), lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Saling merangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Retak ini disebabkan oleh bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan bawah lapis permukaan kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam keadaan air (air tanah baik). Umumnya daerah dimana terjadi retak kulit buaya tidak luas. Jika daerah dimana terjadi retak kulit buaya luas, mungkin hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu-lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut.
3. Retak sambungan bahu dan perkerasan (edge joint cracks), retak memanjang yang umumnya terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan. Retak dapat disebabkan dengan drainase di bawah bahu jalan lebih buruk dari pada di bawah perkerasan, terjadinya settlement di bahu jalan penyusutan material bahu atau

perkerasan jalan, atau akibat lintasan truck/kendaraan berat di bahu jalan. Perbaikan dapat dilakukan seperti perbaikan retak refleksi.

4. Retak sambungan jalan (lane joint cracks), retak memanjang yang terjadi pada sambungan 2 lajur lalulintas. Hal ini disebabkan tidak baiknya ikatan sambungan kedua lajur.

Distorsi (Distortion)

Distorsi/perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas. Sebelum perbaikan dilakukan sewajarnya ditentukan terlebih dahulu jenis dan penyebab distorsi yang terjadi. Dengan demikian dapat ditentukan jenis penanganan yang cepat. Distorsi (distortion) dapat dibedakan atas:

1. Alur (ruts), yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Alur dapat merupakan tempat menggenangnya air hujan yang jatuh di atas permukaan jalan, mengurangi tingkat kenyamanan dan akhirnya dapat timbul retak-retak. Terjadinya alur disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalulintas pada lintasan roda. Campuran aspal dengan stabilitas rendah dapat pula menimbulkan deformasi plastis. Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan dan lapis permukaan yang sesuai.
2. Keriting (corrugation), alur yang terjadi melintang jalan. Dengan timbulnya lapisan permukaan yang keriting ini pengemudi akan merasakan

ketidaknyamanan mengemudi. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas campuran yang berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyak menggunakan agregat halus agregat berbentuk bulat dan berpermukaan penetrasi yang tinggi. Keriting dapat juga terjadi jika lalu lintas, dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang menggunakan aspal cair). Sungkur (shoving) , deformasi plastis yang terjadi di tempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikungan tajam. Kerusakan dapat terjadi dengan/tanpa retak. Penyebab kerusakan sama dengan kerusakan keriting.

3. Amblas (grade depressions), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebab amblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang, baik atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami settlement.

Cacat Permukaan (disintegration),

Cacat permukaan yang mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan. Yang termasuk dalam cacat permukaan ini adalah :

1. Lubang (potholes), berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang-lubang ini menampung dan meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan.

Lubang dapat terjadi akibat :

- a) Campuran material lapis permukaan jelek, seperti :
 - Kadar aspal rendah, sehingga film aspal tipis dan mudah lepas
 - Agregat kotor sehingga ikatan antara aspal dan agregat tidak baik.
 - Temperatur campuran tidak memenuhi persyaratan.
 - b) Lapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.
 - c) Sistem drainase jelek, sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul dalam lapis perkerasan.
 - d) Retak-retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil.
2. Pelepasan butir (ravelling), dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang.

Tipe Jalan

Berbagai tipe jalan, akan menunjukkan kinerja berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, misalnya jalan terbagi dan jalan tak terbagi. Tipe jalan perkotaan adalah sebagai berikut:

- a. Jalan satu arah (1-3 / 1).
- b. Jalan dua lajur – dua arah (2/2).
- c. Jalan empat lajur – dua arah (4/2), dibagi menjadi:
 - Tanpa median (Undivided)
 - Dengan median (Divided)

2.3 Lebar Jalur Lalu Lintas

Dimana lebar jalur lalu lintas merupakan bagian yang sangat berpengaruh terhadap kecepatan arus dan kapasitas, bilamana lebar jalur lalu lintas bertambah maka dengan sendirinya kecepatan arus

dan kapasitas pun akan bertambah.

2.4 Perkerasan Jalan

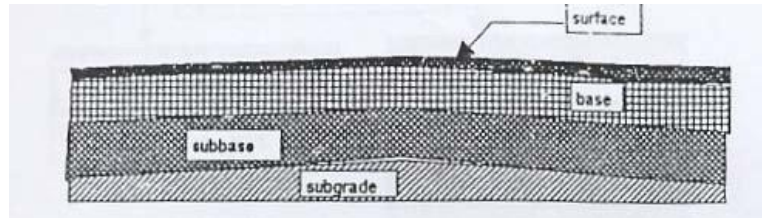
Pada saat tanah dibebani, beban akan menyebar ke dalam tanah dalam bentuk gaya-gaya. Gaya ini menyebar sedemikian rupa sehingga dapat menyebabkan lendutan dan akhirnya keruntuhan. Maka diperlukan suatu lapisan tambahan di atas tanah dasar untuk menahan gaya tersebut. Salah satu kegunaan perkerasan jalan adalah untuk memikul beban lalu lintas pada lapisan permukaan dan menyebarkannya kelapisan tanah dasar, tanpa menimbulkan perbedaan penurunan yang dapat merusak struktur tanah dasar. Menurut Sukirman, perkerasan jalan berdasarkan material bahan pengikat dan pendistribusiannya dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

- a) Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*), yaitu suatu jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan mempunyai sifat lentur dimana setelah pembebanan berlangsung perkerasan akan seperti semula. Pada struktur perkerasan lentur, beban lalu lintas didistribusikan ke tanah dasar secara berjenjang dan berlapis (*Layer System*). Dengan sistem ini beban lalu lintas didistribusikan dari lapisan atas ke lapisan bawahnya.
- b) Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), yaitu suatu jenis perkerasan jalan menggunakan portland cement sebagai bahan pengikat dan mempunyai sifat kaku dimana setelah pembebanan berlangsung perkerasan tidak mengalami perubahan bentuk sehingga tegangan yang terjadi pada dasar perkerasan sudah kecil sekali.
- c) Perkerasan komposit (*Composite Pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan

perkerasan lentur.

2.4.1. Perkerasan Lentur

Struktur jalan untuk jenis flexible pavement dapat digambarkan sebagai berikut:

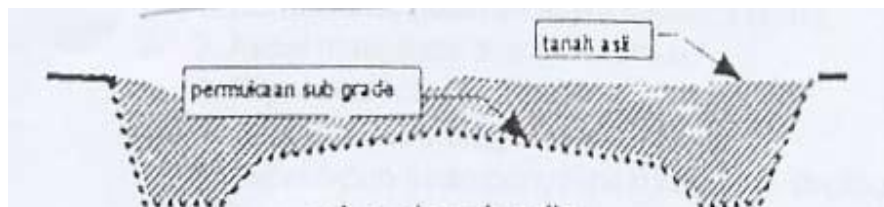


Gambar 2.1 Potongan Melintang Struktur Jalan

Sumber : Metode Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Aspal (*flexible pavement*) Asiyanto, 1999

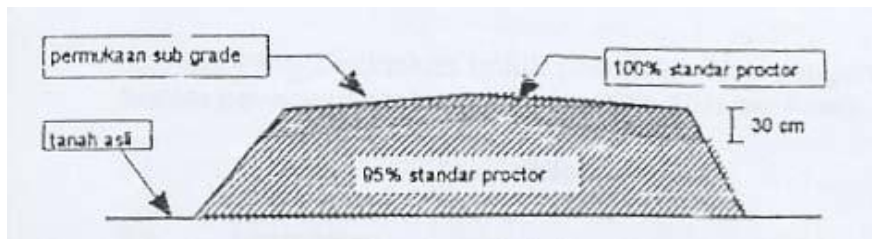
Subgrade

Subgrade adalah tanah asli. Untuk badan jalan yang terletak pada daerah galian, maka subgradenya adalah dasar galian tersebut. Sedang badan jalan yang terletak pada daerah timbunan, maka permukaan timbunan tersebut berfungsi sebagai subgrade. Subgrade, disyaratkan mempunyai CBR > 5 %, dan bila, CBR subgrade yang ada > 30 %, maka subgrade mampu berfungsi sebagai subbase. Untuk badan jalan, yang terletak pada daerah timbunan, memiliki dipersyaratkan standar proctor sebesar 95 % dan pada permukaan setebal 30 cm dipersyaratkan kepadatan 100 % standar proctor. (lihat gamabar dibawah ini).



Gambar 2.2 Subgrade pada Galian

Sumber : Metode Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Aspal (*flexible pavement*) Asiyanto, 1999



Gambar 2.3 Subgrade pada Timbunan

Sumber : Metode Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Aspal (*flexible pavement*) Asiyanto, 1999

Base course

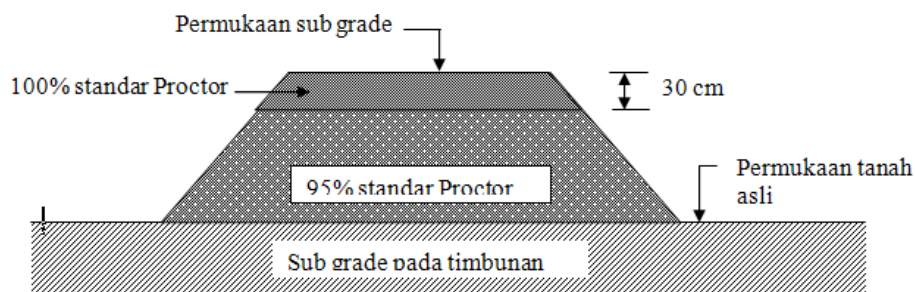
Base course adalah fondasi jalan. Adakalanya base course dibagi menjadi 2 (dua) lapis, yaitu:

- Subbase (fondasi bawah), biasanya material granular
- Base (fondasi atas) biasanya beton atau aspal beton

Material untuk base, ada beberapa macam, yaitu :

- Koral alam/sirtu yang stabil (mengandung butir halus yang cukup)
- Batu pecah, hasil crushing plant
- Stabilisasi tanah dengan semen/kapur
- Cement treated base (CTB)
- Aspal beton (asphalt treated base)

Dua kondisi subgrade yang berkaitan dengan subbase dapat ditunjukkan dengan gambar dibawah ini.



Gambar 2.4 Subgrade yang Berkaitan dengan Subbase

Sumber : Metode Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Aspal (*flexible pavement*) Asiyanto, 1999

Surface course

Surface course adalah lapisan permukaan jalan yang langsung menerima beban kendaraan. Disamping itu juga memiliki fungsi sebagai lapisan. lapisan bawahnya terhadap air hujan. Material untuk surface course, ada beberapa macam, yaitu :

- Aspal macadam (aspal penetrasi)
- Aspal emulsi (aspal cold mix)
- Aspal beton (aspal hotmix)

Kedua jenis yang terakhir dapat mempunyai kekuatan struktur.

Faktor-Faktor yang Menentukan Tebal Perkerasan Lentur

1. Kekuatan relative material

Ketebalan tiap lapisan perkerasan sangat ditentukan oleh material perkerasan yang dipilih. Setiap material memiliki Koefisien Kekuatan Relatif. Koefisien kekuatan relatif masing masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, dan pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), Kuat Tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi atau pondasi bawah). Nilai kekuatan relatif untuk beberapa jenis bahan dapat dilihat tabel koefisien kekuatan relatif bahan (terlampir).

2. Fungsi dan tingkat pelayanan jalan

Dalam desain perkerasan lentur diperlukan beberapa parameter yang berhubungan dengan fungsi dan tingkat pelayanan jalan, beberapa hal tersebut diantaranya:

- a) Fungsi jalan
- b) Kinerja perkerasan

- c) Umur rencana
- d) Lalu lintas yang merupakan beban dari perkerasan jalan
- e) Sifat dasar tanah
- f) Kondisi lingkungan

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang analisa dampak beban kendaraan dan lalu-lintas harian rata-rata terhadap kerusakan jalan banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya :

Menurut Arif Mudianto dkk (2013), metode pembahasan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah studi literatur yaitu dengan menggunakan Metode Analisis Komponen/Bina Marga dengan mengumpulkan data-data yang berkaitan serta keterangan yang diperoleh melalui instansi-instansi terkait seperti Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan dan Bina Marga Kota Sukabumi.

Analisis kerusakan perkerasan jalan yang ada di ruas jalan K.H. Ahmad Sanusi Kota Sukabumi adalah kerusakan lubang (photoles) dengan kerusakan lapisan sebesar 60%, truk yang melewati jalan tersebut adalah dengan MST (muatan sumbu terberat) 50 ton. Melalui analisis nilai pertumbuhan lalu lintas (i) pada LHR (Lalu Lintas Harian Rata-Rata) didapat (i) sebesar 2% untuk umur rencana 5 tahun kemudian dilakukan analisa untuk kelas jalan, dan ruas jalan K.H. Ahmad Sanusi Kota Sukabumi dikategorikan sebagai jalan kelas I (arteri primer).

Hasil analisa perencanaan ulang pada tahun 2013, didapat tebal lapisan perkerasan tambahan sebesar 5,5 cm,

dengan penambahan tebal lapisanperkerasan baru maka lapisan permukaan perkerasan akhir adalah sebesar 15,5cm.

Menurut Willy (2014), hasil perhitungan evaluasi yang diperoleh, perhitungan diawali dengan mengasumsikan kendaraan tersebut tidak mengalami kelebihan atau dengan kata lain beban dalam keadaan normal, kelebihan berdasarkan data dari PPT. Dari analisa pengaruh besarnya beban kendaraan terhadap penurunan umur diketahui bahwa pada beban keadaan normal sisa umur perkerasan sebesar 68,21 % pada PPT. Simpang Nibung dan 44,92% pada PPT.

Merapi artinya jalan tersebut mengalami penurunan layanan pada 10 tahun kedepan. Sedangkan pada data beban standart yang di disubtitusikan dengan data beban dari PPT menghasilkan PPT. Merapi mempunyai sisa umur perkerasan sebesar 44,75% dan PPT. Simpang Nibung Sebesar 68,10%. Apabila dibandingkan dengan data beban pada keadaan normal, beban pada keadaan sebenarnya dilapangan lebih besar pengaruhnya terhadap perkerasan jalan. Karena kendaraan yang ada dilapangan banyak melakukan pelanggaran atau kelebihan muatan.

Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada jalan, maka salah satu faktor penyebab kerusakan jalan adalah karena jumlah berat kendaraan yang memalui jalan tersebut telah melebihi standart maksimal yang dapat didukung oleh jalan tersebut.

BAB III

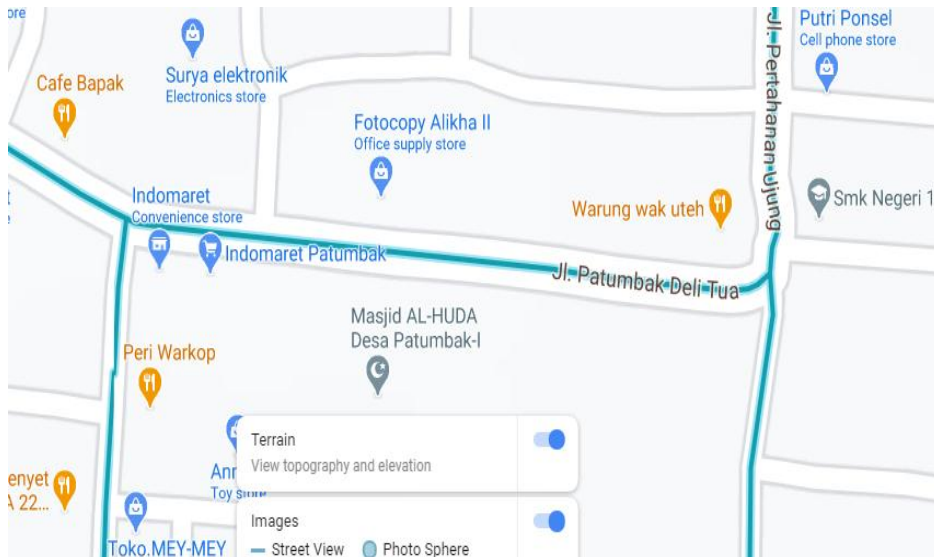
METEDOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada ruas jalan daerah Patumbak kabupaten Deli Serdang merupakan jalan Kabupaten dengan Status jalan Kolekter primer Kelas III A. Lokasi ini diambil sebagai daerah pengamatan langsung untuk memperoleh data primer berupa data lalu lintas harian rata-rata (LHR).

Pemilihan ruas jalan ruas jalan daerah Patumbak kabupaten Deli Serdang merupakan jalan Kabupaten dengan Status jalan Kolekter primer Kelas III A. sebagai lokasi studi kasus dikarenakan jalan tersebut merupakan salah satu daerah yang sangat penting untuk kegiatan ekonomi maupun kegiatan lainnya.

Jalan ini dilalui oleh beberapa macam kendaraan, baik kendaraan penumpang, kendaraan pribadi, maupun kendaraan angkutan barang industri. Secara kasat mata bisa dilihat dampak kerusakan yang terjadi pada konstruksi jalan.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Pada Ruas Jalan Patumbak Deli Serdang

3.2 Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data, didapatkan data primer dan data sekunder. Metode pengumpulan data sekunder dilakukan dengan meminta data kendaraan yang melalui pos pemeriksaan terpadu (PPT) atau dengan kata lain jembatan timbang yang kemudian dari data tersebut yang nantinya didapatkan LHR dan nilai beban kendaraan berlebih pada kendaraan. Sedangkan data primer sendiri yang didapatkan dari P2JN yaitu untuk mendapatkan jumlah seluruh kendaraan yang melawati jalan tersebut.

3.3 Pengolahan Data

3.3.1 Pelanggaran MST

Pelanggaran MST Analisa ini mengukur berapa banyaknya pelanggaran MST yang terjadi pada suatu ruas jalan. Dari data-data LHR yang masuk ke jembatan timbang kemudian diolah sehingga diketahui banyaknya pelanggaran yang terjadi. Pengolahan ini dilakukan dengan melihat data muatan suatu kendaraan yang berlebih kemudian dihitung jumlah MST yang terjadi.

3.3.2. Derajat Kerusakan Analisa Jalan

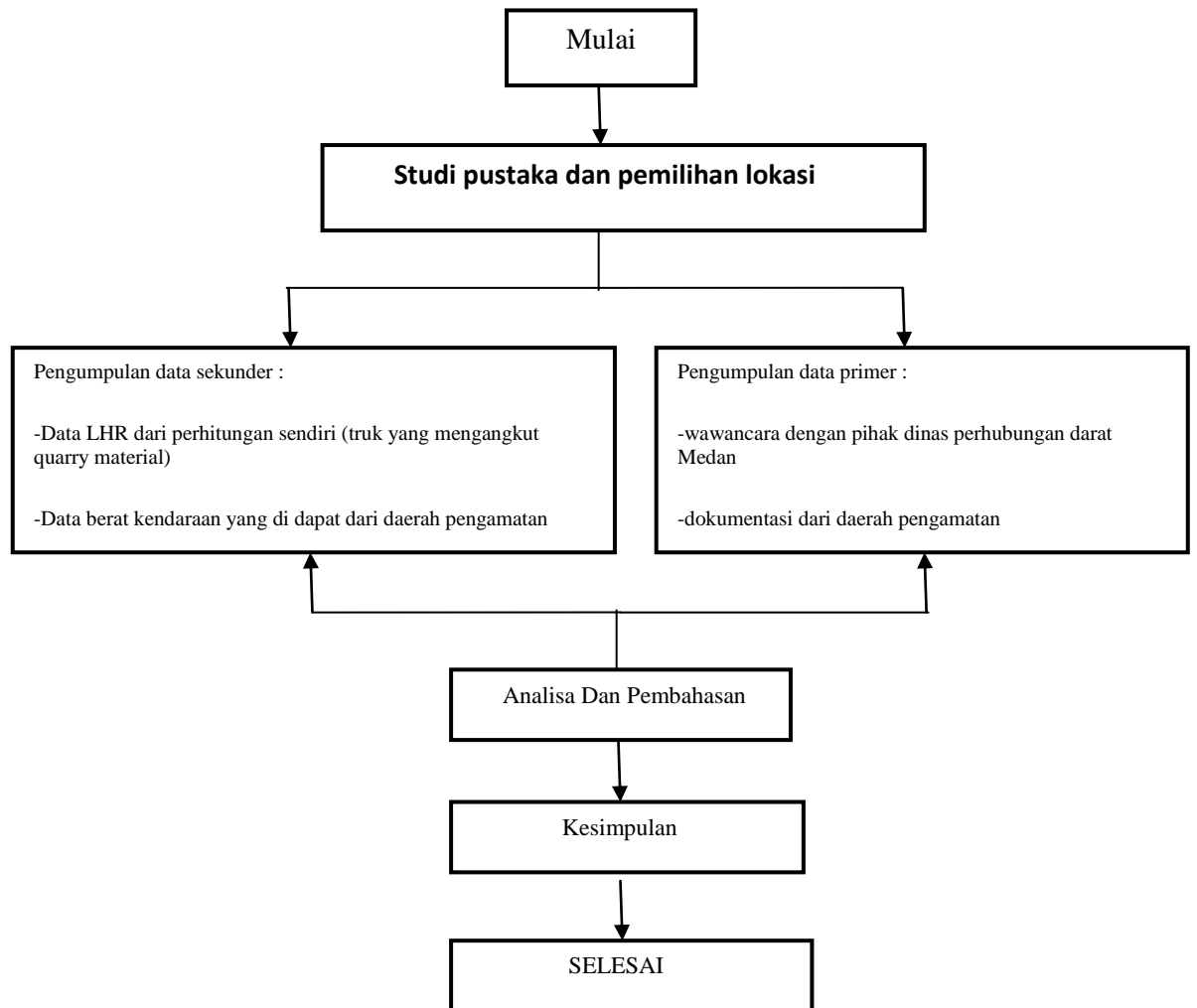
Menganalisa besarnya nilai derajat kerusakan jalan dilapangan bertujuan untuk mengukur seberapa besar kerusakan yang terjadi akibat beban yang berlebih dari suatu kendaraan. Berikut ini adalah prosedur perhitungan nilai derajat kerusakan jalan dari beban overloading pada jalan :

- a. Mencari beban kendaraan yang akan dihitung.
- b. Menghitung pembagian beban pada masing-masing sumbu kendaraan.
- c. Menghitung nilai derajat kerusakan jalan.

d. Kemudian dari hasil perhitungan diambil kesimpulan terjadi atau tidaknya pelanggaran.

3.4 Tahap Penelitian

Penelitian ini dapat dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Area

Sebagaimana tujuan tugas akhir ini, untuk mengetahui penyebab kerusakan yang diakibatkan LHR aktual dan Beban tonase aktual suatu jalan (tempat penelitian adalah ruas jalan di sekitar daerah Quarry pasir di Patumbak), yang sebelumnya Kelas jalan tersebut telah ditetapkan.

Kelas jalan yang digunakan kerap kali tidak sesuai dengan truk yang melintas yang tentu saja dengan tonase yang berlebih/overload dan melanggar kelas jalan. Banyak oknum sopir truk yang sengaja melanggar kelas jalan dengan alasan nyari jalan pintas biar lebih cepat sampai. Hasilnya masyarakat yang imbasnya, jalan rusak berlobang dan bergelombang.

Berikut adalah spesifikasi/ karakteristik jalan yang di tinjau :

- Klasifikasi jalan : Jalan Kolektor Primer – Jalan Kabupaten
- Kelas jalan : Kelas III A
- MST : 8 Ton/Pasal 11, PP. No.43/1993)
- CBR tanah dasar : 5 % (mengikuti standart Petunjuk Teknik Survai dan Perencanaan Teknik Jalan Kabupaten 1995)
- Usia Rencana : 10 tahun (mengikuti standart Petunjuk Teknik Survai dan Perencanaan Teknik Jalan Kabupaten 1995)
- Faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan : 5%
- Lebar bahu jalan : 1.5 m
- Jumlah lajur : 1 jalur- 2lajur- 2arah (2/2 TB)
- Lebar perlajur : 3.5 m
- Lebar Jalur lalu lintas efektif : 7 m
- Pemisah arah : 50/50

Data Survey (Visual)

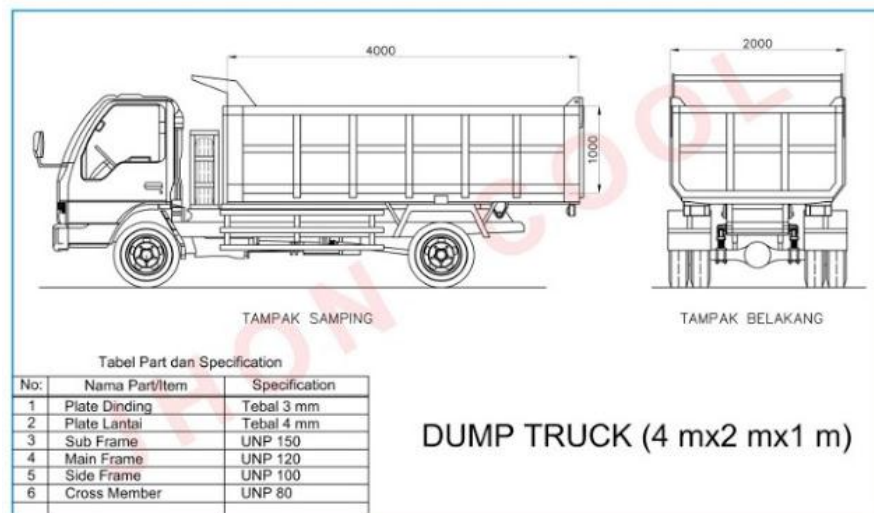
Kendaraan nyata : Truk pasir yang mengangkut pasir di daerah Quarry pasir di Pataumbak adalah :

Tipe Kendaraan & Golongan	Trip/hari
Truck 2 as (L), pick up	12
Truck 2 as (H) colt diesel double	6

Tabel 4.1 Data konfigurasi beban sumbu

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (Ton)	Beban Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	Ue Kosong	Ksal Maksimum
1,2 L Truk	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174
1,2 H Truk	4,2	14	18.2	0,0143	5,0264

Sumber : Kementerian PU Manual Perkerasan Jalan & Alat Benkelman Beam



Gambar ilustrasi ukuran bak truk pasir colt diesel double yang digunakan sebagai pengangkut pasir di daerah galian material.

Data beban truk colt diesel double mempunyai kapasitas muatan 8 m³ (4 x 2 x 1)

Data LHR dan ESAL kendaraan

4.2 Perhitungan Sisa Umur Perkerasan Jalan

Sisa umur perkerasan jalan (remaining life) merupakan tujuan dari evaluasi kapasitas jalan, evaluasi ini nantinya akan memperoleh berapa persen sisa umur perkerasan jalan pada ruas jalan tersebut. Nilai LHR pada tiap ruas yang telah didapat kemudian dihitung Design Traffic Number (DTN) menggunakan tabel persentase kendaraan yang lewat pada jalur rencana.

- a. PPT. Patumbak (dalam keadaan normal)

Tabel 4.2.1. Nilai ESAL Tahun 2017

GOL	Lhr 2017	AE (VDF)	ESAL 2017
2	8678	0,0005	3,680
3	1013	0,0005	4,499
4	4977	0,0452	467,403
5	2551	0,3006	783,543
6	9422	2,3192	20874,990
7	1799	4,731	7189,111
Total			

Jadi esal 2017 ruas jalan Patumbak Deliserdang

$$ESAL W_{18} = \sum LHR \times VDF \times D_D \times D_L \times 365$$

$$ESAL 2017 = 31363,77 \times (29323,226 \times 0,5 \times 0,9 \times 365) = 151058591394,68$$

Tabel 4.2.2 Nilai ESAL Tahun 2018

Gol	Lhr 2018	AE (VDF)	ESAL 2018
2	10678	0,0005	6,680
3	13132	0,0005	8,499
4	7987	0,0452	800,403
5	5551	0,3006	1414,543

6	11223	2,3192	24468,990
7	3799	4,731	12753,111
Total			

Jadi esal 2018 ruas jalan Patumbak Deliserdang

$$ESAL W_{18} = \sum LHR \times VDF \times D_D \times D_L \times 365$$

$$ESAL 2018 = 46043 \times (39452,226 \times 0,5 \times 0,9 \times 365) = 298359934,752$$

Tabel 4.2.3. Nilai ESAL Tahun 2019

Gol	Lhr 2019	AE (VDF)	ESAL 2019
2	16678	0,0005	12,110
3	17132	0,0005	18,382
4	10987	0,0452	1435,403
5	8751	0,3006	2777,543
6	15993	2,3192	76637,990
7	8799	4,731	23324,111
Total			

Jadi esal 2019 ruas jalan Patumbak Deliserdang

$$ESAL W_{18} = \sum LHR \times VDF \times D_D \times D_L \times 365$$

$$ESAL 2019 = 81863,1(104205,539 \times 0,5 \times 0,9 \times 365) = 479567632,911$$

Tabel 4.2.4. Nilai ESAL Tahun 2020

Gol	Lhr 2020	AE (VDF)	ESAL 2020
2	20678	0,0005	24,110
3	19132	0,0005	39,382
4	16987	0,0452	2964,403
5	10751	0,3006	5554,543
6	18993	2,3192	153274,990
7	10799	4,731	63324,111
Total			

Jadi esal 2020 ruas jalan Patumbak Deliserdang

$$ESAL W_{18} = \sum LHR \times VDF \times D_D \times D_L \times 365$$

$$ESAL_{2019} = 99158,1(225181,539 \times 0,5 \times 0,9 \times 365) =$$

$$3667468207610,39$$

Dari hasil perhitungan sisa umur rencana, diketahui bahwa jalan pada ruas jalan PPT. Patumbak adalah 86.93

Tabel 4.2.5 Perhitungan angka ekivalen masing masing kendaraan

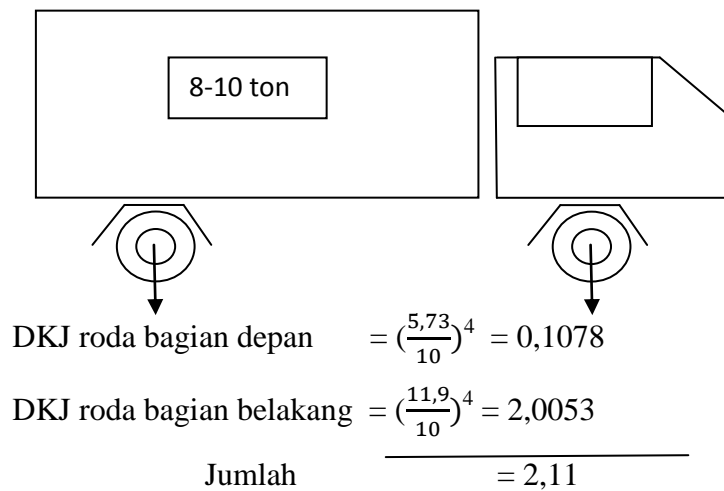
No	Jenis Kendaraan	Berat Total	Berat sumbu depan (Ton)	Berat sumbu belakang (Ton)	E depan	E Belakang	E Total
1	Truck pick up (1,1)	2	$0,5 \times 2 = 1$	$0,5 \times 2 = 1$	0,0002	0,0002	0,0004
2	Truck 2 As (H) (1,2)L	8,3	$0,34 \times 8,3 \times 2 = 2,822$	$0,66 \times 8,3 = 5,478$	0,0143	0,2031	0,2174

4.3 Nilai Derajat Kerusakan Jalan (DKJ) dari Beban overloading di sekitar jalan Daerah Quarry Pasir

Perencanaan kontruksi jalan didasarkan atas perkiraan beban kendaraan yang dilaluinya dengan menyesuaikan Satuan Mobil Penumpang (SMP), disesuaikan dengan kelas jalannya sebagai jalan kabupaten dengan beban maksimum 8 ton, sehingga masa umurnya dapat di hitung.

Berikut ini adalah hasil simulasi distribusi beban total kendaraan ke beban sumbu dan penentuan batas maksimum muatan untuk MST 8 ton (kelas jalan III A) pada jenis truk fuso bak:

1. Distribusi beban total kendaraan jenis Truk 2 as



Roda bagian depan termasuk aman karena nilainya kurang dari satu sedangkan roda bagian belakang kelebihan 3,863 sehingga menjadi tidak aman. Jadi truk tersebut mempunyai 2 as namun hampir sama 3 – 4 as tunggal yang lewat, berarti truk 2 as yang memiliki beban >8 ton tersebut *overloading*.

Sebelumnya perlu dibedakan dahulu pengertian dari beban kendaraan dan beban muatan karena kedua jenis beban ini akan berbeda pengaruhnya terhadap besarnya beban sumbu. Yang dimaksud berat kendaraan adalah berat kosong kendaraan dan tidak termasuk berat muatan yang diangkut kendaraan sedangkan beban muatan adalah berat bersih muatan yang dapat diangkut. Jumlah dari beban kendaraan dan beban muatan disebut GVWR (gross vehicle weight ratio).

Peninjauan kelas jalan / spesifikasi jalan bertujuan untuk melihat gambaran kondisi jalan apakah mengikuti standart peraturan Bina Marga. Dalam simulasi distribusi beban total kendaraan akan dihitung berapa besarnya beban yang dipikul oleh setiap sumbu kendaraan akibat dari distribusi berat kendaran (berat kosong) dan besarnya beban sumbu akibat dari distribusi berat muatan kendaraan sehingga bisa ditentukan pada muatan berapa ton untuk tiap jenis kendaraan *overloading* terjadi

berdasarkan besarnya MST yang telah ditentukan berdasarkan kelas jalan.

4.4 JENIS KENDARAAN

Secara umum ciri pengenalan penggolongan kendaraan seperti dibawah ini :

- Golongan sedan, jeep, station wagon, umumnya sebagai kendaraan penumpang orang dengan 4 (2 baris) sampai 6 (3 baris) tempat duduk.
- Kecuali Combi, umumnya sebagai kendaraan penumpang umum maksimal 12 tempat duduk seperti mikrolet, angkot, minibus, pick-up yang diberi penang kanvas / pelat dengan rute dalam kota dan sekitarnya atau angkutan pedesaan.
- Truk 2 sumbu (L), umumnya sebagai kendaraan barang, maksimal beban sumbu belakang 3,5 ton dengan bagian belakang sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
- Bus kecil adalah sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk antara 16 s/d 26 kursi, seperti Kopaja, Metromini, Elf dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG) dan panjang kendaraan maksimal 9 m dengan sebutan bus $\frac{3}{4}$. : Gol. 5a.
- Bus besar adalah sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk antara 30 s/d 50 kursi, seperti bus malam, bus kota, bus antar kota yang berukuran \square 12 m dan STRG :Golongan 5b.
- Truk 2 sumbu (H) adalah sebagai kendaraan barang dengan beban sumbu belakang antara 5 - 10 ton (MST 5, 8, 10 dan STRG) : Golongan 6.
- Truk 3 sumbu adalah sebagai kendaraan barang dengan 3 sumbu yang letaknya STRT dan SGRG (sumbu ganda roda ganda) : Golongan 7a.

- Truk gandengan adalah sebagai kendaraan no. 6 dan 7 yang diberi gandengan bak truk dan dihubungkan dengan batang segitiga. Disebut juga Full Trailer Truck : Golongan 7b.
- Truk semi trailer atau truk tempelan adalah sebagai kendaraan yang terdiri dari kepala truk dengan 2 - 3 sumbu yang dihubungkan secara sendi dengan pelat dan rangka bak yang beroda belakang yang mempunyai 2 atau 3 sumbu pula : Golongan 7c.

Penggolongan lalu-lintas terdapat paling tidak 4 versi yaitu berdasar :

- Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997
- Pedoman Teknis No. Pd.T-19-2004-B Survai pencacahan lalu lintas dengan cara manual
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat : Panduan batasan maksimum perhitungan JGI
- (Jumlah berat yang diijinkan) dan JBKI (Jumlah berat kombinasi yang diijinkan) untuk mobil barang, kendaraan khusus, kendaraan penarik berikut kereta tempelan / kereta gandengan Nomor SE.02/AJ.108/DHUD/2008 tanggal 7 Mei 2008 (*Tabel 3.*), PT. Jasa Marga (Persero)

Tabel 4.4.1 Penggolongan kendaraan berdasarkan MKJI

No	Type kendaraan	Golongan
1	Sedan, jeep	2
2	Pick up	3
3	Truk 2 as (L), micro truk ,mobil hantaran	4
4	Bus kecil	5a
5	Bus besar	5b
6	Truk 2 as (H)	6
7	Truk 3 as	7a
8	Truk 4 as, truk gandengan	7b
9	Truk S, trailer	7c

Sumber Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 4.4.2 Penggolongan kendaraan berdasarkan Pd. T-19-2004-B

No	Jenis kendaraan yang masuk kelompok ini adalah	Golongan
1	Sedan, jeep	2
2	Opelet, Pick-up	3
3	Pick-up, micro truk ,mobil hantaran	4
4	Bus kecil	5a
5	Bus besar	5b
6	Truk ringan 2 sumbu	6a
7	Truk sedang 2 sumbu	6b
8	Truk 3 sumbu	7a
9	Truk Gandengan	7b
10	Truk semi trailer	7c

Sumber Penggolongan kendaraan berdasarkan Pd. T-19-2004-B

Tabel 4.4.3 Penggolongan kendaraan berdasar Perhubungan Darat (2008)

No	Type kendaraan & golongan	Golongan
1	Mobil barang ringan	1.1
2	Truk 2 as	1.2
3	Truk 3 as	11.2
4	Truk 3 as	1.22
5	Truk 4 as	1.1.22
6	Truk 4 as	1.222
7	Truk 4 as	1.2.22
8	Truk 4 as	1.2+22
9	Truk 5 as	1.2+2.2
10	Truk 5 as	1.1.222
11	Truk 6 as	1.22+22

Sumber Penggolongan kendaraan berdasar Perhubungan Darat No. SE. 02/AJ.108/DRJD/2008

4.5 VEHICLE DAMAGE FACTOR

Daya rusak jalan atau lebih dikenal dengan Vehicle Damage Factor, selanjutnya disebut VDF, merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan tebal perkerasan cukup signifikan, dan jika makin berat kendaraan (khususnya kendaraan jenis Truck) apalagi dengan beban overload, nilai VDF akan secara nyata membesar, seterusnya Equivalent Single Axle Load membesar.

Beban konstruksi perkerasan jalan mempunyai ciri-ciri khusus dalam artian mempunyai perbedaan prinsip dari beban pada konstruksi lain di luar konstruksi jalan. Pemahaman atas ciri-ciri khusus beban konstruksi perkerasan jalan tersebut sangatlah penting dalam pemahaman lebih jauh, khususnya yang berkaitan dengan desain konstruksi perkerasan, kapasitas konstruksi perkerasan, dan proses kerusakan konstruksi yang bersangkutan. Sifat beban konstruksi perkerasan jalan sebagai berikut :

- Beban yang diperhitungkan adalah beban hidup yang berupa beban tekanan sumbu roda kendaraan yang lewat di atasnya yang dikenal dengan *axle load*. Dengan demikian, beban mati (berat sendiri) konstruksi diabaikan.
- Kapasitas konstruksi perkerasan jalan dalam besaran *sejumlah repetisi (lintasan) beban sumbu roda lalu-lintas* dalam satuan standar axle load yang dikenal dengan satuan **EAL** (*equivalent axle load*) atau **ESAL** (*Equivalent Single Axle Load*). Satuan standar axle load adalah axle load yang mempunyai daya rusak kepada konstruksi perkerasan sebesar 1. Dan axle load yang bernilai daya rusak sebesar 1 tersebut adalah *single axle load* sebesar 18.000 lbs atau 18 kips atau 8,16 ton.
- Tercapainya atau terlampauinya batas kapasitas konstruksi (sejumlah repetisi EAL) akan menyebabkan berubahnya konstruksi perkerasan yang semula mantap menjadi tidak mantap.

Kondisi tidak mantap tersebut tidak berarti kondisi failure ataupun collapse. Dengan demikian istilah failure atau collapse secara teoritis tidak akan (tidak boleh) terjadikarena kondisi mantap adalah kondisi yang masih baik tetapi sudah memerlukan penanganan berupa pelapisan ulang (overlay). Kerusakan total (failure, collapse) dimungkinkan terjadi di lapangan, menunjukkan bahwa konstruksi perkerasan jalan tersebut telah diperlakukan salah yaitu mengalami keterlambatan dalam penanganan pemeliharaan baik rutin maupun berkala untuk menjaga tidak terjadinya collapse atau failure dimaksud.

4.6 Formula Vehicle Damage Factor

4.6.1 Bina Marga

Mengacu pada buku Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen No. SNI 1732-1989-F dan Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/83. Bina Marga (MST 10), dimaksudkan *damage factor* didasarkan pada muatan sumbu terberat sebesar 10 ton, yang diijinkan bekerja pada satu sumbu roda belakang, yang umumnya pada jenis kendaraan truk.

Formula ini dapat juga digunakan untuk menghitung VDF jika terjadi *overloading* pada jenis kendaraan truk. Angka ekivalen beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal / ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb).

Angka Ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus dibawah ini :

- Sumbu tunggal = $(\frac{\text{beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8160})^4$
- Sumbu ganda = $0,086 (\frac{\text{beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8160})^4$

Konfigurasi beban sumbu pada berbagai jenis kendaraan beserta angka ekivalen kendaraan dalam keadaan kosong (min) dan dalam keadaan bermuatan (max) berdasar Manual No. 01/MN/BM/83, dapat dilihat pada *Tabel 5*.

○ RODA TUNGGAL
PADA UJUNG SUMBU

● RODA GANDA PADA
UJUNG SUMBU

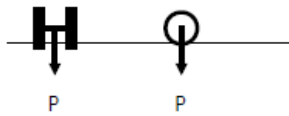
Tabel 5. : Konfigurasi beban sumbu.

KONFIGURASI	(ton)BERAT KOSONG	(ton)BEBAN MUATAN MAKSIMUM	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	KOSONGUE 18 KSAL	UE 18 KSAL MAKSIMUM
	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005
	3	6	9	0,0037	0,3006
		6	8,3	0,0013	0,2174
		14	18,2	0,0143	5,0264
		20	25	0,0044	2,7416
1,2-2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,1830

(Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman bears No. 01/MNVBM83).

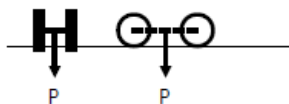
a. Rumus *damage factor single axle*

$$DF_{Sgl} = 1.000 \times \left[\frac{P}{8.16} \right]^4$$



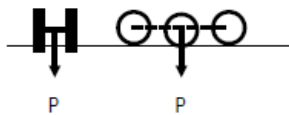
b. Rumus *damage factor tandem axle*

$$DF_{Tdm} = 0.086 \times \left[\frac{P}{8.16} \right]^4$$



c. Rumus *damage factor triple axle*

$$DF_{Trp} = 0.053 \times \left[\frac{P}{8.16} \right]^4$$



*) Sumber *Majalah Teknik Jalan & Transportasi* No. 101 Juli 2002.

4.6.2 Perhubungan Darat

Direktorat Jenderal Perhubungan Darat : Panduan batasan maksimum perhitungan JGI (Jumlah berat yang diijinkan) dan JBKI (Jumlah berat kombinasi yang diijinkan) untuk mobil barang, kendaraan khusus, kendaraan penarik berikut kereta tempelan/kereta gandengan Nomor SE.02/AJ.108/DHUD/2008 tanggal 7 Mei 2008, memberikan ketentuan konfigurasi sumbu seperti pada gambar tabel dibawah ini.

Konfigurasi sumbu kendaraan oleh Perhubungan Darat

No.	Konfigurasi sumbu	Gambar konfigurasi sumbu		Kelas jalan	MST maksimum					JKI	
		Samping	Atas		Sb I	Sb II	Sb III	Sb IV	Sb V	Max	Keterangan
1				II III	6 T 5 T	6 T 5 T	-	-	-	12 T 10 T	MST < MST MAKSIMAL = KEKUATAN RANCANG SUMBU
2				II III	6 T 6 T	10 T 8 T	-	-	-	16 T 14 T	MST < MST MAKSIMAL = KEKUATAN RANCANG SUMBU
3				II III	5 T 5 T	6 T 6 T	10 T 8 T	-	-	21 T 19 T	MST < MST MAKSIMAL = KEKUATAN RANCANG SUMBU
4				II III	6 T 6 T	9 T 7,5 T	9 T 7,5 T	-	-	24 T 21 T	MST < MST MAKSIMAL = KEKUATAN RANCANG SUMBU
				II III	6 T	6 T	9 T	9 T	-	30 T	Suspensi Biasa
					6 T	7 T	10 T	10 T	-	33 T	Sb 2,3,4 : Air Bag Suspension
					6 T	7 T	9 T	9 T	-	31 T	Sb 2 : Air Bag Suspension
					6 T	6 T	7,5 T	7,5 T	-	27 T	Suspensi Biasa
					6 T	7 T	8 T	8 T	-	29 T	Sb 2,3,4,5 = Air Bag Suspension
					6 T	7 T	7,5 T	7,5 T	-	28 T	Sb 2 : Air Bag Suspension
				II III	6 T	6 T	7 T	7 T	7 T	33 T	Suspensi Biasa
					6 T	7 T	8 T	8 T	8 T	37 T	Sb 2,3,4,5 = Air Bag Suspension
					6 T	7 T	7 T	7 T	7 T	34 T	Sb 2 : Air Bag Suspension
					6 T	6 T	6 T	6 T	6 T	30 T	Suspensi Biasa
					6 T	7 T	7 T	7 T	7 T	34 T	Sb 2,3,4,5 = Air Bag Suspension
					6 T	7 T	6 T	6 T	6 T	31 T	Sb 2 : Air Bag Suspension
				II III	6 T	6 T	7 T	7 T	-	27 T	Suspensi Biasa
					6 T	8 T	8 T	8 T	-	30 T	Sb 2,3,4 : Air Bag Suspension
					6 T	6 T	6 T	6 T	-	24 T	Suspensi Biasa
					6 T	7 T	7 T	7 T	-	27 T	Sb 2,3,4 : Air Bag Suspension

Konfigurasi sumbu kendaraan oleh Perhubungan Darat

No.	Konfigurasi sumbu	Gambar konfigurasi sumbu		Kelas jalan	MST maksimum						JKI		
		Samping	Atas		Sb I	Sb II	Sb III	Sb IV	Sb V	Sb VI	Max	Keterangan	
				II	6 T	10 T	9 T	9 T	-	-	-	-	-
				III	6 T	8 T	7,5 T	7,5 T	-	-	-	-	-
				II	6 T	9 T	9 T	9 T	9 T	-	42 T	Suspensi biasa	
				III	6 T	7,5 T	7,5 T	7,5 T	7,5 T	-	36 T		
				II	6 T	10 T	10 T	10 T	10 T	-	46 T	Sumbu 2,3,4,5 menggunakan air bag suspension	
				III	6 T	8 T	8 T	8 T	8 T	-	38 T		
				II	6 T	9 T	9 T	10 T	10 T	-	44 T	Sumbu 4 dan 5 menggunakan air bag suspension	
				III	6 T	7,5 T	7,5 T	8 T	8 T	-	37 T		
				II	6 T	9 T	9 T	7 T	7 T	7 T	45 T	Suspensi Biasa	
				III	6 T	7,5 T	7,5 T	6 T	6 T	6 T	39 T		
				II	6 T	10 T	10 T	10 T	10 T	10 T	56 T	Sb 2,3,4,5,6 = Air Bag Suspension +Steering Axle	
				III	6 T	8 T	8 T	8 T	8 T	8 T	46 T		
				II	6 T	9 T	9 T	10 T	10 T	10 T	54 T	Sb 1,2,3 =Suspensi Biasa	
				III	6 T	7,5 T	7,5 T	8 T	8 T	8 T	45 T	Sb 4,5,6 = Air bag suspension + steering axle	
				II	6 T	10 T	10 T	10 T	10 T	10 T	56 T	Sb 2,3 : Air Bag Suspension	
				III	6 T	8 T	8 T	8 T	8 T	8 T	46 T	Sb 4,5,6 : Air bag suspension + steering axle	
				II	6 T	10 T	10 T	10 T	-	-	36 T		
				III	6 T	8 T	8 T	8 T	-	-	30 T		

4.7 Vehicle Damage Factor (VDF) yang digunakan

Nilai-nilai VDF dari referensi berikut ini, untuk jenis kendaraan yang mewakili sama, dapat digunakan untuk parameter nilai VDF dalam perencanaan tebal perkerasan, yang disesuaikan dengan ketentuan dalam perencanaan dan mendapat persetujuan dari Pemberi Tugas

- Bina Marga MST-10 (Muatan Sumbu Terberat 10 ton)
- Perhubungan Darat MST-10 (Muatan Sumbu Terberat 10 ton)
- *Weight in Motion survey*

Nilai VDF dari referensi (Kementrian Pekerjaan Umum, 2016)

4.8 Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan

Nilai ekuivalen kendaraan pada analisa perhitungan ini didapat dari perhitungan sendiri yang berpatokan pada tabel ESAL normal.

Tabel 4.8.1 Angka Ekuivalen dengan Beban Normal

Gol. Kend	Beban Maximal (ton)	Kelas Jalan AE KSAL	Konfigurasi Sumbu	Pembagian Beban	Jumlah Nilai Ekuivalen
Gol 2	2	8,16	1 - 1	1 - 1	0,0005
Gol 3	2	8,16	1 - 1	1 - 1	0,0005
Gol 4	5	8,16	1 - 1	1,25 - 3,75	0,0452
Gol 5	9	8,16	1 - 1	3,06 - 5,94	0,3006
Gol 6	15	8,16	1 - 2	5,1 - 9,9	2,3192
Gol 7	34	8,16	1 - 2 - 2.2	6,12- 9,52 - 9,18 . 9,18	4,3731
Jumlah					

(Sumber : Direktorat Bina Marga, 2017)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengamatan dan penelitian pada ruas jalan Talun Kenas Patumbak arah Tanjung Morawa Deli serdang, maka di simpulkan :

1. Dari perbandingan dan data yang diamati, tonase kendaraan adalah faktor utama kerusakan jalan di Patumbak. Adapun penyebabnya kerana tidak sesuainya kelas jalan dengan tonase kendaraan yang melewati jalan tersebut
2. Perlu adanya pengadaan dan pemasangan jembatan timbang di jalan Pertahanan – Talun kenas Patumbak
3. Perlu di tingkatkan pengawasan dari pihak yang berwenang
4. Perlu peningkatan kelas jalan dari yang saat ini menjadi kelas jalan 1. Kerena kendaraan yang lewat tidak sesuai dengan kelasnya
5. Drainase sepanjang jalan tidak berfungsi dengan baik

5.2 Saran

Adapun saran dalam penulisan tugas akhir ini sesuai dengan pengamatan yang di lakukan penulis pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, penulis ingin menyampaikan saran yakni untuk penelitian selanjutnya diharapkan agar melakukan pengumpulan data dari hasil penelitian mengenai spesifikasi setiap kendaraan untuk lebih memudahkan penentuan ukuran batas maksimum dari setiap kendaraan truk yang lewat.

2. Diperlukan kesadaran dari pemakai jalan untuk memenuhi peraturan berat muatan maksimum kendaraan yang dapat melintas pada suatu jalan raya dan diupayakan dapat dilakukan pengawasan yang optimal terhadap pemeliharaan jalan dan berat muatan kendaraan yang melintas pada suatu perkerasan agar jalan tersebut dapat mencapai umur rencan jalan yang diharapkan
3. Perlunya kerjasama yang baik antara pendistribusian, perhubungan dan perdagangan untuk mematuhi MST pada jalan agar tidak membuat jalan tersebut cepat rusak.
4. Perlunya tindakan tegas terhadap produsen kendaraan agar membuat truk dengan MST sesuai dengan kapasitas jalan.
5. Disarankan agar mampu melayani beban lalu lintas selama umur rencana 10 tahun atau bahkan bisa lebih dari yaitu 10 tahun, pengawasan harus tetap berjalan agar tidak teradi pelanggaran muatan beban kendaraan yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto. 1999. *Metode Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Aspal*, Jakarta: Sipil FT UI
- Departemen Pekerjaan Umum. 2016. *Analisa Lalu-lintas Jalan*, Bandung : Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Departemen Perhubungan Darat. 2008. *Surat Edaran Menteri Perhubungan No SE. 02/AJ.108/DRJD/2008 Tentang Panduan Batas Maksimum Perhitungan JBI, JBKI Untuk Mobil Barang, Kendaraan Khusus, Kendaraan Penarik*.
- Departemen Perhubungan Darat. 1993. *Peraturan Pemerintah No 43 tahun 1993. Tentang Prasarana Dan Lalu-lintas*, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1983. *Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkelman Beam*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1987. *Petunjuk Perencanaan Tabel Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen (SKBI-2.3.26.1987)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1995. *Petunjuk Teknik Survei dan Perencanaan Teknik Jalan Kabupaten*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Bina Marga. 1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen (SNI 1732-1989-F)* Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta

Direktorat Jendral Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan*.
Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Majalah Teknik dan Transportasi No.101 Juli 2002

Pedoman Survei Pencacahan Lalu –lintas Dengan Cara Manual PD. T-19-
2004-B

Sukirman, Silvia. 1994. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*,
Nova. Bandung.

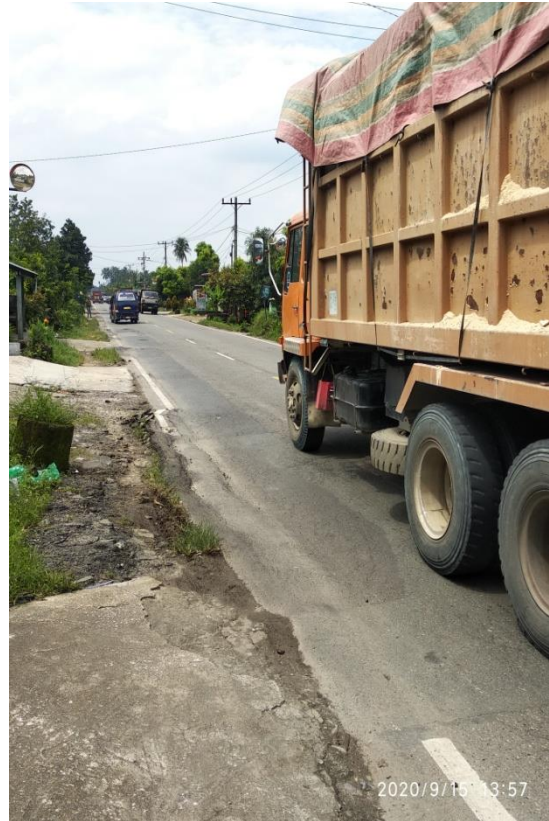
Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova. Bandung.

Waskito Yudo. 2017. *Analisis Kerusakan Dini Perkerasan Lentur
Terhadap Umur Sisa Perkerasan Akibat Beban Berlebih Kendaraan.
(Studi Kasus Ruas Jalan Jogja-Solo)*.

Wily Morisca. *Evaluasi Beban Kendaraan Terhadap Derajat Kerusakan
Dan Umur Sisa Jalan. Jurnal Teknik Sipil dan
Lingkungan,2014;2(4):692-699 hal*

Zainal. 2015. *Analisis Dampak Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan
Jalan. (Studi Kasus : Ruas Jalan Pahlawan, Kec. Citeureup, Kab.
Bogor)*.

LAMPIRAN DOKUMENTASI



LAMPIRAN DOKUMENTASI

