

TUGAS AKHIR

PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN PADA PERKERASAN *RIGID PAVEMENT* DI JALAN CEMARA (*Studi Kasus*)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

SUJUD SANGAJI DWI SAPUTRO
1507210077



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Kapten Mucthar Basri No.3 Medan 20238 (061) 6622400

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Sujud Sangji Dwi Saputro
NPM : 1507210077
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN
TERHADAP KERUSAKAN PADA PERKERASAN
RIGID PAVEMENT DI JALAN CEMARA.
Bidang ilmu : Transportasi

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada
Panitia Ujian

Dosen Pembimbing I

Ir. Zurkiyah, M.T

Dosen Pembimbing II

Rizki Efrida, ST, MT.

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Sujud Sangji Dwi Saputro
NPM : 1507210077
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN PADA PERKERASAN *RIGID PAVEMENT* DI JALAN CEMARA.
Bidang ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 7 Agustus 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I



Ir. Zurkiyah, MT

Dosen Penguji



Andri, S.T, M.T

Dosen Pembimbing II / Penguji



Rizki Efrida, ST, MT

Dosen Pembimbing I / Penguji



Hj. Irma Dewi, ST, MSi

Dosen Pembimbing II / Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc



Program Studi
Teknik Sipil Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Sujud Sangaji Dwi Saputro

Tempat /Tanggal Lahir : Karang Anyar, Jawa Tengah/ 27 Juni 1996

NPM : 1507210077

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN PADA PERKERASAN *RIGID PAVEMENT* DI JALAN CEMARA”

bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 7 Agustus 2019



Saya yang menyatakan,

Sujud Sangaji Dwi Saputro

ABSTRAK

PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN PADA PERKERASAN *RIGID PAVEMENT* DI JALAN CEMARA (*Studi Kasus*)

Sujud Sangaji Dwi Saputro

150721007

Ir. Zurkiyah, M.T

Rizki Efrida, ST, MT

Penelitian ini dilatar belakangi oleh kondisi jalan di kawasan Jalan Cemara yang sering dilalui oleh kendaraan truk yang *Overtonase* sehingga menyebabkan *Overload* kendaraan yang dapat menyebabkan dampak kerusakan jalan salah satunya adalah berkurang kemampuan struktur perkerasan jalan dalam menjalankan fungsinya. dikarenakan kendaraan truk yang melintasi Jalan Cemara muatannya tidak sesuai dengan Jumlah Berat Izin (JBI) dan tidak sesuai dengan kelas jalan yang telah di tentukan. Hal ini merupakan alasan mendasar bagi saya untuk menganalisis studi kasus pengaruh beban berlebih kendaraan terhadap kerusakan pada perkerasan *rigid pavement* di Jalan Cemara tujuan penelitian adalah untuk mengetahui nilai muatan sumbu terberat (MST) dan nilai *vehicle damage factor* (VDF) nilai tersebut untuk menentukan seberapa besar daya rusak jalan yang dilalui kendaraan muatan yang berlebih dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan solusi bagaimana mengatasi *overload* di Jalan Cemara. Untuk mengumpulkan data dilakukan survey, survei ini dilakukan di ruas Jalan Cemara yang dilakukan pada tahun 2019 adapun data yang didapat berupa data primer dan data sekunder dari hasil survey dan pengumpulan data di lokasi studi kasus ini dilakukan pembahasan dan perhitungan dengan menggunakan metode Bina Marga, dari hasil perhitungan menggunakan metode Bina Marga sehingga di dapat nilai muatan sumbu terberat yaitu 37,12 ton dan nilai *vehicle damage factor* (VDF) tertinggi adalah 63,382 nilai tertinggi *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) 24908,34 dan nilai tertinggi w18 adalah 19926,67.

Kata kunci: *Overload* Kendaraan, *Vehicle Damage Factor* (VDF), Muatan Sumbu Terberat.

ABSTRACT

EFFECT OF VEHICLE LOADS ON DAMAGE IN RIGID PAVEMENT PAVEMENT IN JALAN CEMARA (Case study)

Sangaji Dwi Saputro Saputro

150721007

Ir. Zurkiyah, M.T

Rizki Efrida, S.T, M.T

This research is motivated by road conditions in the Jalan Cemara area that are often traversed by truck vehicles that overtonase, causing vehicle overload that can cause road damage, one of which is the reduced ability of pavement structures to carry out their functions. because the truck vehicle that crosses the Cemara Road is not in accordance with the Number of License Weight (JBI) and is not in accordance with the specified class of road. This is a fundamental reason for me to analyze the case studies of the effect of vehicle overload on damage to rigid pavement pavement on Jalan Cemara. The purpose of this study was to determine the value of the heaviest axle load (MST) and vehicle damage factor (VDF) value to determine how large the road damaged by overloaded vehicles and the purpose of this research is to provide a solution to overcome the overload on Jalan Cemara. To collect data from the survey, this survey was conducted at the Jalan Cemara section conducted in 2019 while the data obtained in the form of primary data and secondary data from the survey results and data collection at the location of this case study were discussed and calculated using the Bina Marga method, from the results of calculations using the Bina Marga method so that the highest axial load value is 37.12 tons and the highest vehicle damage factor (VDF) value is 63.382 the highest value Equivalent Single Axle Load (ESAL) 24908.34 and the highest value w18 is 19926.67.

Keywords: Vehicle Overload, Vehicle Damage Factor (VDF), Toughest Axis Load.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN PADA PERKERASAN *RIGID PAVEMENT* DI JALAN CEMARA” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Zurkiyah, MT selaku Dosen Pembimbing I sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Rizki Efrida, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Hj. Irma Dewi, ST, MSi selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Andri, ST, MT. selaku Dosen Pengganti dari Ibu Ir. Zurkiyah, MT untuk sebagai Penguji.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas

Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
8. Bapak dan Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Orang tua penulis Ayahanda dan Ibunda yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
10. Sahabat-sahabat penulis terutama untuk teman-teman kelas A-1 Pagi Teknik Sipil Angkatan tahun 2015 yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 7 Agustus 2019

Sujud Sangaji Dwi Saputro

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penulisan	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Jalan	5
2.2. Klasifikasi Jalan	5
2.2.1. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi	5
2.2.2. Klasifikasi Jalan Menurut Wewenang	6
2.2.3. Klasifikasi Jalan Menurut Muatan Sumbu	6
2.3. Jenis – Jenis Kendaraan	7
2.4. Sistem Jaringan Jalan	7
2.5. Persyaratan Teknis Jalan	8
2.5.1. Standar perencanaan Lalu lintas	9
2.5.2. Volume Lalu Lintas	10

2.6. Perkerasan Jalan	10
2.6.1. Keunggulan <i>Rigid Pavement</i>	11
2.6.2. Keuntungan <i>Rigid Pavement</i>	11
2.6.3. Kerugian <i>Rigid Pavement</i>	11
2.7. Muatan Sumbu Terberat (MST)	12
2.8. <i>Overloading</i>	14
2.8.1 Dampak <i>Overloading</i>	14
2.9. Jumlah Berat Izin	14
2.10. <i>Vehicle Damage Factor</i> (VDF)	15
2.11. Nilai <i>Truck Factor</i> (TF)	18
2.12. Perhitungan Nilai W18	19
2.13. Kerusakan Jalan	20
2.14. Jenis-Jenis Kerusakan Jalan <i>Rigid Pavement</i>	20
2.14.1. Kerusakan Karakteristik Permukaan	21
2.14.2. Kerusakan struktur	22
2.15. Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Jalan	25
2.15.1. Akibat beban lalu lintas	26
2.15.2. Akibat Cuaca	26
2.15.3. Kualitas Bahan Jalan	27
2.15.4. Keadaan Drainase	27
2.15.5. Pelaksanaan Konstruksi Perkerasan	28
2.15.6. Kelemahan Tanah Dasar	29
2.16. Pemeliharaan Jalan	29
2.16.1. Institusi Pengelola Pemeliharaan Jalan	30
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1. Diagram Alir Penelitian	32
3.2. Lokasi Penelitian	33
3.3. Waktu Penelitian	33
3.4. Peralatan Penelitian	34
3.5. Metode Pengumpulan Data	34
3.5.1. Data Primer	34
3.5.2. Data Sekunder	35

3.6. Pendekatan Masalah yang Digunakan	37
3.7. Analisis Data	38
3.8. Data Survey Lalulintas Harian Rata-rata	39
3.9. Data Inventarisasi	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Pengaruh Distribusi Beban Pada Roda Kendaraan	43
4.2. <i>Vehicle Damage Factor (VDF)</i>	44
4.3. Data Perhitungan Lalu lintas Harian Rata-rata	54
4.4. Perhitungan Nilai W18	55
4.5. Truk Gandeng	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi berdasarkan beban muatan sumbu (MST)	12
Tabel 2.2	Berat muatan yang diijinkan (JBI)	15
Tabel 2.3	Konfigurasi beban sumbu	17
Tabel 2.4	Nilai faktor distribusi arah (DD) dan nilai faktor distribusi lajur (DL) jumlah lajur tiap arah	19
Tabel 2.5	Klasifikasi dan penyebab kerusakan perkerasan kaku(<i>rigid pavement</i>)	22
Tabel 2.6	Kerusakan struktur jalan	25
Tabel 3.1	Data survey LHR jam padat mobil truk	39
Tabel 4.1	Hasil rekapitulasi perhitungan <i>Vehicle Damage Factor (VDF)</i>	53
Tabel 4.2	Data survey LHR kendaraan truk	54
Tabel 4.3	Hasil rekapitulasi perhitungan	57
Tabel 5.1	Rekapitulasi MST <i>Overload</i> .	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penyebaran beban roda	12
Gambar 2.2	Persentase kondisi permukaan jalan nasional	20
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	32
Gambar 3.2	Peta lokasi penelitian	33
Gambar 3.3	Grafik LHR jam padat	39
Gambar 3.4	Jalan retak setempat	40
Gambar 3.5	Patahan pada jalan beton	41
Gambar 3.6	Pelepasan butir agregat	41
Gambar 3.7	Pelincinan (<i>polishing</i>) perkerasan kaku	42
Gambar 3.8	Jalan beton hancur	42
Gambar 4.1	Persentase distribusi beban truck Engkel Tunggal	44
Gambar 4.2	Persentase distribusi beban truck Engkel Ganda	45
Gambar 4.3	Persentase distribusi beban Truk Tronton	46
Gambar 4.4	Persentase distribusi beban Truk Triton	48
Gambar 4.5	Persentase distribusi beban Truk Triton	49
Gambar 4.6	Persentase distribusi beban truk semi Trailer Tronton	50
Gambar 4.7	Persentase distribusi beban Truk Trailer	51
Gambar 4.8	Gambar grafik <i>vehicle damage factor (VDF)</i>	53
Gambar 4.9	Grafik LHR jam padat 1 Juli 2019	54
Gambar 4.10	Grafik nilai <i>equivalent single axle load (ESAL)</i>	57
Gambar 4.11	Grafik nilai W18	58

DAFTAR NOTASI

BK	=	Berat kosong
G	=	Berat orang yang di izinkan
L	=	Berat Muatan
BM	=	Berat maksimum
BN	=	Berat normal
TF	=	Truk faktor
SAL	=	Ekuivalen beban standar (Ton)
W18	=	Beban kumulatif lalu lintas
DD	=	Faktor distribusi arah
DL	=	Faktor distribusi lajur
UM	=	Kendaraan tak bermotor
MC	=	Sepeda motor
LT	=	Truk besar
LB	=	Bus besar
MHV	=	Kendaraan sedang
LV	=	Kendaraan ringan/kecil
P	=	Berat Sumbu kendaraan

DAFTAR SINGKATAN

LHR	= Laju harian rata-rata
GVWR	= <i>Gross vehicle weight ratio</i>
VDF	= <i>Vehicle Damage Factor</i>
MST	= Muatan sumbu terberat
STRT	= Sumbu tunggal roda tunggal (Ton)
STRG	= Sumbu tunggal roda ganda (Ton)
SGRG	= Sumbu ganda roda ganda (Ton)
STrRG	= Sumbu triple roda ganda (Ton)
JBI	= Jumlah berat izin
JBB	= Jumlah berat bruto
ESAL	= <i>Equivalent Single Axle Load</i>
MST	= Muatan sumbu terberat.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi pada suatu wilayah telah memicu pertumbuhan kawasan industri diberbagai wilayah di pulau Sumatera tepatnya di Kota Medan di Jalan Cemara. Salah satu dampak dari pertumbuhan industri tersebut adalah meningkatnya kasus pelanggaran beban berlebih pada kendaraan khususnya truk 2 as da truk 3 as. Kelebihan beban (*overloading*) dilakukan karena perilaku ini bisa memberikan keuntungan seperti mengurangi biaya transportasi, penghematan waktu perjalanan, memotong biaya beban, menghemat biaya operasional kendaraan, dan mengurangi biaya *overhead* seperti biaya administrasi, biaya izin, dan biaya retribusi, padahal di balik semua itu pelanggaran beban berlebih ini memberi dampak negatif terhadap jalan raya yaitu berkurangnya umur perkerasan jalan.

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 (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006).

Jalan raya adalah jalur - jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran - ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat (Daulay, 2013).

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

Dengan cara perencanaan konstruksi jalan tanpa pemeliharaan jalan secara memadai, baik rutin maupun berkala akan dapat mengakibatkan kerusakan yang besar pada jalan, sehingga jalan akan lebih cepat kehilangan fungsinya. Kerusakan jalan yang terjadi di berbagai daerah saat ini merupakan permasalahan yang sangat kompleks dan kerugian yang diderita sungguh besar terutama bagi pengguna jalan, seperti terjadinya waktu tempuh yang lama, kemacetan, kecelakaan lalu-lintas, dan lain-lain. Kerugian secara individu tersebut akan menjadi akumulasi kerugian ekonomi global bagi daerah tersebut.

Perkerasan jalan beton semen portland atau lebih sering disebut perkerasan kaku atau juga disebut *Rigid Pavement*, terdiri dari pelat beton semen Portland dan lapisan pondasi (bisa juga tidak ada) diatas tanah dasar. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton sendiri (Ari suryawan, 1985).

Tetapi apabila jalan beton semen ini mengalami kerusakan maka kerusakan itu akan berlangsung sangat cepat kerusakannya lebih cepat di bandingkan aspal. Oleh karena itu sangat penting untuk melakukan pemeliharaan yang bersifat pencegahan. Dengan asumsi latar belakang di atas maka saya mengambil judul penulisan tugas akhir ini yaitu “pengaruh beban berlebih kendaraan terhadap kerusakan pada perkerasan *rigid pavement* di Jalan Cemara”.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan latar belakang di atas maka yang menjadi permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Berapakah nilai muatan sumbu terberat mobil truk yang melintasi Jalan Cemara?
2. Kendaraan apa saja yang menyebabkan kerusakan jalan akibat *Overload* di Jalan Cemara?
3. Bagaimana mengatasi pelanggaran muatan berlebih (*Overload*) pada Jalan Cemara?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Demi tercapainya penelitian diperlukan suatu batasan dalam penulisan agar pembahasan tidak meluas ruang lingkungannya sehingga tujuan dari penulisan dapat tercapai dan dipahami dengan mudah. Adapun ruang lingkup penulisan yang dijadikan sebagai batasan dalam penulisan adalah

1. Kerusakan jalan pada perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) jalan yang dikaji hanya diakibatkan oleh muatan berlebih (*overloading*).
2. Kendaraan yang ditinjau adalah kendaraan jenis truk dengan muatan berlebih.
3. Tidak menghitung sisa umur rencana dan faktor pertumbuhan lalulintas.
4. Tidak menghitung data CBR (*California Bearing Ration*).
5. Tidak menghitung *LEA, LEP, LER, LET*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya pengaruh beban muatan kendaraan berlebih (*Overloading*) terhadap konstruksi jalan pada perkerasan kaku (*Rigid Pavement*). Adapun beberapa hal yang dapat diketahui dalam tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui muatan sumbu terberat (MST) kendaraan truk yang melintasi Jalan Cemara.
2. Untuk mengetahui jenis kendaraan apa yang menyebabkan *Overload* di Jalan Cemara.
3. Untuk memberikan alternatif cara penanggulangan terhadap *Overload* kendaraan.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan pengetahuan bagi masyarakat Kota Medan khususnya di Jalan Cemara dalam upaya meningkatkan pengetahuan tentang penyebab kerusakan jalan yang diakibatkan jumlah kendaraan yang semakin meningkat khususnya pada kendaraan yang muatannya melebihi kapasitas daya angkut yang telah ditentukan. Serta memberikan bahan referensi baru kepada mahasiswa teknik sipil dan peneliti,

serta akademisi dalam upaya meningkatkan pengetahuan tentang penyebab kerusakan jalan yang diakibatkan muatan kendaraan yang berlebih.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran umum, maka penulisan tugas akhir ini dibagi dalam 5 (lima) bab. Pembagian ini dimaksudkan untuk mempermudah pembahasan, dimana uraian yang dimuat dalam penulisan ini dapat dengan mudah dimengerti. Pembagian yang dimaksud dilakukan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini terdiri dari tinjauan pustaka atau landasan teori yang digunakan untuk memberikan penjelasan mengenai studi penelitian ini dan beberapa peraturan yang menjadi dasar perhitungan yang akan di bahas

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah-langkah pemecahan masalah yang akan dibahas, meliputi persiapan pengumpulan data, dan teknik pengumpulan data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penyajian data serta proses tata cara perhitungan *Vehicle Damage Factor (VDF)* dan beberapa metode mengenai kerusakan jalan yang di akibatkan *Overload* kendaraan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulis terhadap *Overload* kendaraan yang menyebabkan kerusakan jalan pada perkerasan kaku akibat beban yang berlebih yang dapat diambil setelah selesai pembahasan seluruh masalah.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Jalan

Menurut UU RI No. 38 Tahun 2004 Pasal 1 tentang jalan, 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. Jalan sebagai bagian prasarana transportasi mempunyai peran penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, pertahanan dan keamanan, serta di pergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.

2.2. Klasifikasi Jalan

Menurut (Nugroho, 2013) jalan dapat diklasifikasikan menjadi 3 klasifikasi jalan, yaitu:

1. Klasifikasi jalan menurut peran dan fungsi.
2. Klasifikasi jalan menurut wewenang.
3. Klasifikasi jalan berdasarkan muatan sumbu.

2.2.1. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi

Klasifikasi jalan umum menurut peran dan fungsinya terdiri atas beberapa klasifikasi jalan antara lain adalah:

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

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.

Jalan lokal, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setem-

pat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah.

Jalan lingkungan, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

2.2.2. Klasifikasi Jalan Menurut Wewenang

Tujuan pengelompokan jalan dimaksudkan untuk mewujudkan kepastian hukum penyelenggaraan jalan sesuai dengan kewenangan pemerintah pusat dan pemerintah daerah. Klasifikasi jalan umum menurut wewenang, terdiri atas:

Jalan nasional, merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

Jalan provinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibu kota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

Jalan kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

Jalan kota, merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.

Jalan desa, merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.2.3. Klasifikasi Jalan Menurut Muatan Sumbu

Tujuan klasifikasi jalan berdasarkan muatan sumbu adalah untuk keperluan pengaturan penggunaan dan pemenuhan kebutuhan angkutan, jalan dibagi dalam beberapa kelas yang didasarkan pada kebutuhan transportasi, pemilihan moda secara tepat dengan mempertimbangkan keunggulan karakteristik masing-masing moda, perkembangan teknologi kendaraan bermotor, muatan sumbu terberat.

2.3. Jenis – Jenis Kendaraan.

Menurut Manual Perkerasan Jalan Indonesia (MKJI) jenis-jenis kendaraan terbagi menjadi 5 jenis, yaitu:

1. Kendaraan ringan/kecil (LV) kendaraan ringan/kecil adalah kendaraan bermotor ber as dua dengan empat roda dan jarak as 2,0 – 3,0 m meliputi mobil penumpang, oplet, mikro bus, pick up, dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.
2. Kendaraan sedang (MHV) kendaraan bermotor dengan dua gandar, dengan jarak 3,5 – 5,0 m termasuk bus kecil, truk dua as dengan enam roda, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.
3. Kendaraan berat/besar (LB-LT)
 - a. Bus besar (LB) bus dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5,0 – 6,0 m.
 - b. Truk besar (LT) truk tiga gandar dan truk kombinasi tiga, jarak gandar (gandar pertama ke kedua) < 3,5 m sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.
4. Sepeda motor (MC) kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.
5. Kendaraan tak bermotor (UM) kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan meliputi sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.

2.4. Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan pada Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006, 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 antar kawasan atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan perdesaan.

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 yang berwujud pusat-pusat kegiatan sebagai berikut:

- a. menghubungkan secara menerus pusat kegiatan nasional pusat kegiatan wilayah

pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan.

b. menghubungkan antar pusat kegiatan nasional.

Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil.

2.5. Persyaratan Teknis Jalan

Persyaratan teknis jalan meliputi kecepatan rencana, lebar badan jalan, kapasitas, jalan masuk, persimpangan sebidang, bangunan pelengkap, perlengkapan jalan, penggunaan jalan sesuai dengan fungsinya, dan tidak terputus. Persyaratan teknis jalan harus memenuhi ketentuan keamanan, keselamatan, dan lingkungan. Adapun untuk masing-masing fungsi jalan mempunyai persyaratan teknis antara lain:

Persyaratan klasifikasi jalan menurut peranan jalan berdasarkan peraturan SNI 03-6967-2003 tentang jalan, pemerintah mengatur beberapa hal tentang jalan yaitu:

1) Jalan arteri primer

- a) didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam dan dengan lebar badan jalan tidak kurang dari 8 meter.
- b) mempunyai kapasitas lebih besar daripada volume lalu-lintas rata-rata.
- c) lalu-lintas jalan arteri primer tidak boleh diganggu oleh lalu-lintas ulang alik, lalu-lintas lokal dan kegiatan lokal, untuk itu persimpangan pada jalan ini perlu diatur.
- d) jumlah jalan masuk ke jalan arteri primer dibatasi.
- e) jalan arteri primer tidak terputus walaupun memasuki kota dan desa.
- f) DAWASJA tidak kurang dari 20 meter.

2) Jalan kolektor primer

- a) didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam dan lebar badan jalan tidak kurang dari 7 meter.
- b) jalan kolektor primer tidak terputus walaupun memasuki desa.

- c) mempunyai kapasitas yang sama atau lebih besar dari volume lalu-lintas rata-rata.
 - d) DAWASJA tidak kurang dari 15 meter.
- 3) Jalan lokal primer
- a) didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam dan dengan lebar badan jalan tidak kurang dari 6 meter.
 - b) jalan lokal primer tidak terputus walaupun memasuki desa.
 - c) DAWASJA tidak kurang dari 10 meter.
- 4) Jalan arteri sekunder
- a) didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30 km/jam dan dengan lebar badan jalan tidak kurang dari 8 meter.
 - b) mempunyai kapasitas yang sama atau lebih besar dari volume lalulintas rata-rata.
 - c) pada jalan arteri sekunder lalu-lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu-lintas lambat.
- 5) Jalan kolektor sekunder
- a) didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam dan dengan lebar jalan tidak kurang dari 7 meter.
 - b) DAWASJA tidak kurang dari 7 meter.
- 6) Jalan lokal sekunder
- a) didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10km/jam dan dengan lebarbadan jalan tidak kurang dari 5 meter.
 - b) persyaratan teknis seperti di atas diperuntukkan bagi kendaraan beroda tiga atau lebih.
 - c) Dawasja tidak kurang dari 4 meter.
 - d) jalan lokal sekunder yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan beroda tiga ataulebih harus mempunyai lebar badan jalan tidak kurang dari 3,5 meter.

2.5.1. Standar perencanaan Lalu lintas

Standar perencanaan Lalu lintas adalah semua kendaraan yang melewati jalan raya lalu lintas yang beragam baik ukuran, berat total, konfigurasi dan beban sumbunya. Menurut kelompoknya yang umum dapat dibedakan yaitu motor,

mobil penumpang, bus, truk ringan, truk sedang, truk berat, mobil gandeng (trailer). Berat total maksimum setiap kendaraan, konfigurasi sumbu dan distribusi beban sumbu telah ditetapkan menjadi aturan lalu lintas pemerintah (Bina Marga).

2.5.2. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah semua kendaraan yang melewati suatu penampang tertentu pada suatu ruas jalur dan lajur jalan tertentu dalam satuan waktu tertentu. Atau pun bisa di artikan sebagai volume lalu lintas rata-rata adalah jumlah kendaraan rata-rata dihitung menurut satu satuan waktu tertentu pada ruan lajur dan jalur yang di lalui (Morisca, 2014).

2.6. Perkerasan Jalan

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, 1999) perkerasan jalan berdasarkan material bahan pengikat dan pendistribusiannya dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

Perkerasan Lentur (*Flexible Pavenment*), 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 didistrubsikan ketanah dasar secara berjenjang dan berlapis (*Layer System*). Dengan sistem ini beban lalu lintas di distribusikan dari lapisan atas ke lapisan bawahnya.

Perkerasan kaku (*Rigid Pavenment*), yaitu suatu jenis perkerasan jalan yang menggunakan bahan *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.

Perkerasan komposit (*Composite Pavenment*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur yang di campur menjadi satu-kesatuan antara perkerasan kaku dan perkerasaan lentur.

2.6.1. Keunggulan *Rigid Pavement*

Keunggulan dari perkerasan kaku dibanding perkerasan lentur (*asphalt*) adalah bagaimana distribusi beban disalurkan ke *subgrade*. Perkerasan kaku karena mempunyai kekakuan dan *stiffnes*, akan mendistribusikan beban pada daerah yang relatif luas pada *subgrade*, beton sendiri bagian utama yang menanggung beban struktural. Sedangkan pada perkerasan lentur karena dibuat dari material yang kurang kaku, maka persebaran beban yang dilakukan tidak sebaik pada beton, sehingga memerlukan ketebalan yang lebih besar.

2.6.2. Keuntungan *Rigid Pavement*

Keuntungan dan kerugian perkerasan kaku Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/Bm/2013, beberapa keuntungan dari perkerasan kaku adalah sebagai berikut:

- 1) Struktur perkerasan lebih tipis kecuali untuk area tanah lunak yang membutuhkan struktur pondasi jalan lebih besar dari pada perkerasan kaku.
- 2) Pekerjaan konstruksi dan pengendalian mutu yang lebih mudah untuk daerah perkotaan yang tertutup termasuk jalan dengan lalu lintas rendah.
- 3) Biaya pemeliharaan lebih rendah jika dilaksanakan dengan baik keuntungan signifikan untuk area perkotaan dengan LHRT (lintas harian rata-rata tahunan) tinggi.
- 4) Pembuatan campuran yang lebih mudah contoh tidak perlu pencucian pasir.

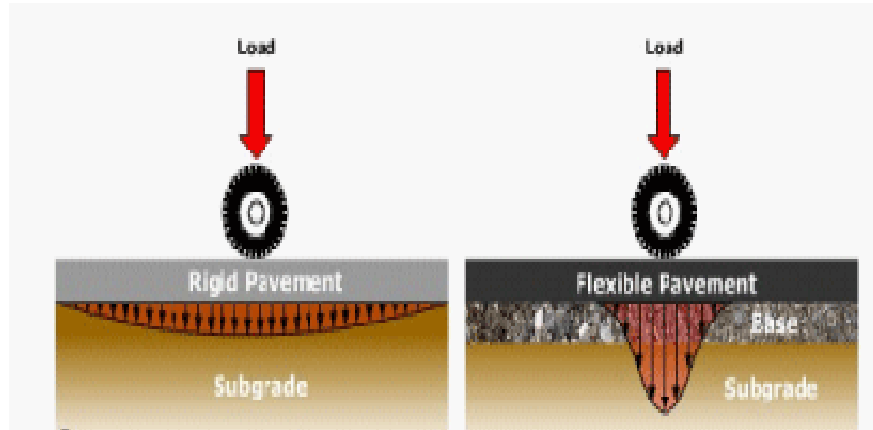
2.6.3. Kerugian *Rigid Pavement*

Sedangkan ada beberapa kerugiannya *Rigid Pavement* antara lain sebagai berikut:

- 1) Biaya lebih tinggi untuk jalan dengan lalu lintas rendah.
- 2) Rentan terhadap retak jika dilaksanakan diatas tanah asli yang lunak.
- 3) Umumnya memiliki kenyamanan berkendara yang lebih rendah.

Oleh karena itu, perkerasan kaku seharusnya digunakan untuk jalan dengan beban lalu lintas tinggi (Muhammad Susanto, 2554). Pada umumnya struktur perkerasan jalan di bentuk dari beberapa lapisan yang relatif kuat dibagian atasnya

dan berangsur-angsur relatif lemah di bagian bawah. contoh penyebaran distribusi beban roda kendaraan dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.1: Penyebaran beban roda.

2.7. 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 (Arifin, 2010). Menurut Peraturan Pemerintahan No 43 Tahun 1993 pemerintah menetapkan peraturan kelas jalan sebagaimana tabel di bawah ini.

Tabel 2.1: Klasifikasi berdasarkan beban muatan sumbu (MST).

	Kelas i	Kelas ii	Kelas iii a	Kelas iii b	Kelas iii c
Fungsi jalan	Arteri	Arteri	Arteri / kolektor	Kolektor	Kolektor
Dimensi / lebar kendaraan	Maksimal 2,50 m	Maksimal 2,50 m	Maksimal 2,50 m	Maksimal 2,50 m	Maksimal 2,10 m
Dimensi / panjang kendaraan	Maksimal 18 m	Maksimal 18 m	Maksimal 18 m	Maksimal 12 m	Maksimal 9 m
Muatan sumbu terberat	> 10 ton	10 ton	8 ton	8 ton	8 ton

Sumber: Peraturan Pemerintahan No 43 Tahun 1993.

Dari Tabel di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat 4 (empat) katagori kendaraan dengan izin beroperasi di jalan-jalan umum sebagai berikut:

Kendaraan sedang dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta $MST \leq 8$ ton, diizinkan terbatas hanya beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi kolektor dan arteri. Kendaraan sedang dilarang memasuki jalan lokal dan jalan lingkungan. Kendaraan besar dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta $MST \leq 10$ ton, diizinkan terbatas beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi arteri saja.

Kendaraan besar khusus dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta $MST > 10$ ton, diizinkan sangat terbatas hanya beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi arteri dan kelas I (satu) saja. Baik kendaraan besar maupun kendaraan besar khusus dilarang memasuki jalan lingkungan, jalan lokal, dan jalan kolektor. Ketentuan tersebut menjadi dasar diwujudkannya prasarana transportasi jalan yang aman. Jalan pun diwujudkan mengikuti penggunaannya, jalan arterial diwujudkan dalam ukuran geometrik dan kekuatan perkerasan yang sesuai dengan kategori kendaraan yang harus dipikulnya. Demikian juga jalan kolektor, lokal, dan lingkungan, dimensi jalannya dan kekuatan perkerasannya disesuaikan dengan penggunaannya.

Dengan demikian dalam penggunaan jalan sehari-hari pelanggaran terhadap ketentuan tersebut akan menimbulkan dampak *inefisiensi* berupa menurunnya kinerja pelayanan jalan. Misalnya kendaraan yang melakukan perjalanan arterial, dengan $MST > 10$ ton, jika memasuki jalan arterial dengan $MST \leq 10$ ton, maka perlu menurunkan bebannya. Seandainya beban kendaraan tidak disesuaikan, maka perkerasan jalan akan mengalami *overloading* sehingga akan cepak rusak.

Jalan yang rusak tidak dapat dilalui kendaraan dengan kecepatan yang diharapkan, karena permukaan perkerasan yang tidak rata. Jalan yang tidak rata cenderung menyebabkan perjalanan kendaraan yang tidak stabil dan membahayakan.

Contoh lain, jika kendaraan besar arterial masuk ke jalan lokal yang berdimensi jalan lebih kecil dengan izin MST yang lebih rendah, maka perkerasan jalan akan rusak lebih awal dan dimensi kendaraan yang besar akan menghalangi pergerakan kendaraan lain yang sedang operasi di jalan lokal. Dengan demikian

kinerja pelayanan jalan menjadi menurun, terjadi banyak konflik antar kendaraan dan perkerasan lebih cepat rusak.

2.8. *Overloading*

Overloading merupakan suatu kondisi dimana kendaraan membawa muatan lebih dari batas muatan yang telah ditetapkan baik ketentuan dari kendaraan maupun jalan (Silvia Sukrman, 2010). Pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan fungsi strukturalnya sesuai dengan bertambahnya umur, apalagi jika dilewati oleh truk-truk dengan muatan yang cenderung 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*). Salah satu penyebab kerusakan dini perkerasan jalan disebabkan terdapatnya kendaraan dengan muatan berlebih (*overloading*) yang biasanya terjadi pada kendaraan berat (Enji Putra Purwingga, 2014).

2.8.1 Dampak *Overloading*

Dampak nyata yang bisa ditimbulkan oleh muatan berlebih (*Overloading*) atau kendaraan truk bertonase berat adalah kerusakan jalan sebelum periode/umur teknis rencana tercapai, dimana jalan merupakan sarana untuk publik jika kerusakan jalan memperpendek umur jalan, maka dibutuhkan dana untuk memperbaiki kembali jalan yang rusak. Kalau kerusakan itu tidak terjadi, anggaran dana tersebut bisa digunakan oleh pemerintah untuk membangun jalan didaerah terisolir (Anugerah, 2018).

2.9. Jumlah Berat Izin

Jumlah berat yang diizinkan disingkat JBI adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui. Jumlah berat yang diizinkan semakin besar kalau jumlah sumbu kendaraan semakin banyak. Atau dapat diformulasikan: $JB = BK + G + L$, dimana BK adalah berat kosong kendaraan: G adalah berat orang (yang diijinkan), L adalah berat muatan (yang diijinkan). JBI ditetapkan oleh Pemerintah dengan pertimbangan

daya dukung kelas jalan terendah yang dilalui, kekuatan ban, kekuatan rancangan sumbu sebagai upaya peningkatan umur jalan dan kendaraan serta aspek keselamatan di jalan.

Tabel 2.2: Berat muatan yang diijinkan (JBI).

No	Jenis kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Kelompok sumbu	Jumlah sumbu as	Jumlah Ban	Berat muatan Maksimum (Ton)
1	Truk Engkel Tunggal	1-1	2	2	4	8,3
2	Truk Engkel Ganda	1-2	2	2	6	18,2
3	Truk Tronton	1-2.2	2	3	10	25
4	Truk triton	1.1-2.2	2	4	12	30
5	Truk Trailer Engkle	1-2-2.2	3	4	14	34
6	Semi Trailer Tronton	1-2.2-2.2	3	5	18	40
7	Truk Trailer Tronton	1-2.2-2.2.2	3	6	22	43

Sumber: Menhub No. KM 1 tahun 2000 Penetapan Kelas Jalan di Pulau Sumatera.

Tabel di atas ditunjukkan untuk dilakukan mencapai tujuan antara lain:

1. Identifikasi berat muatan kendaraan.
2. Identifikasi penyebab kecelakaan lalu-lintas oleh kendaraan angkutan barang.
3. Evaluasi kinerja petugas Jembatan Timbang Dari hasil penelitian ini diharapkan ada usulan terhadap pemegang kebijakan angkutan jalan raya untuk lebih meningkat kinerjanya dan pengawasannya terhadap kendaraan angkutan barang sehingga keselamatan dari pengguna jalan dapat diminimalis (Cahyono & Rohman, 2012).

2.10. *Vehicle Damage Factor (VDF)*

Dalam hasil tinjauan ini bahwasannya daya rusak jalan atau lebih dikenal dengan *Vehicle Damage Factor* atau yang disebut *VDF*, merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan tebal perkerasan cukup signifikan, dan jika makin berat kendaraan (khususnya kendaraan jenis truk) apalagi dengan beban *overload*, nilai *VDF* akan secara nyata membesar, seterusnya *Equivalent Single Axle Load* membesar. Beban konstruksi perkerasan jalan mempunyai ciri-ciri dan


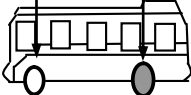
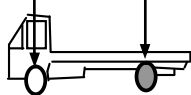
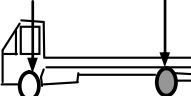
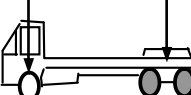
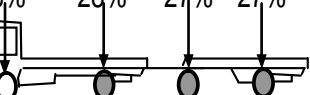
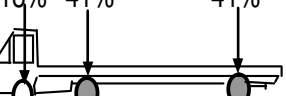
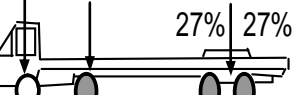
mempunyai karakteristik khusus dalam artian mempunyai perbedaan prinsip dari beban pada konstruksi lain di luar konstruksi jalan. Pemahaman atas ciri-ciri khusus beban konstruksi perkerasan jalan tersebut sangatlah penting dalam pemahaman prospek lebih jauh, khususnya yang berkaitan dengan desain konstruksi perkerasan kaku atau perkerasan lentur, kapasitas konstruksi perkerasan, dan proses kerusakan konstruksi yang bersangkutan adapun hal-hal yang harus di perhatikan sifat beban konstruksi perkerasan jalan kaku atau perkerasan lentur 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*).

3. 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.
4. 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 terjadi karena kondisi mantap adalah kondisi yang masih baik tetapi sudah memerlukan penanganan berupa pelapisan ulang (*overlay*).
5. 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*. Direktorat Jendral Bina marga telah mengatur presentase daya angkut muatan seperti yang telah tertera pada tabel di berikut ini.

Tabel 2.3: Konfigurasi beban sumbu (Ditjen Bina Marga No. 01/MN/BM/83).

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	 <p>50% 50%</p>
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	 <p>34% 66%</p>
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	 <p>34% 66%</p>
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	 <p>34% 66%</p>
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	 <p>25% 75%</p>
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	 <p>18% 28% 27% 27%</p>
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	 <p>18% 41% 41%</p>
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,1830	 <p>18% 28% 27% 27%</p>

○ RODA TUNGGAL PADA UJUNG SUMBU

● RODA GANDA PADA UJUNG SUMBU

Besarannya beban yang dilimpahkan beban tersebut tergantung dari berat total berat kendaraan, konfigurasi sumbu antara. Sehingga efek tiap kendaraan terhadap kerusakan berbeda-beda oleh karna itu perlu adanya beban standar sehingga semua beban lainnya dapat disertakan dengan beban standar tersebut yang merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18.000 lbs (8,16 ton). Adapun rumus yang di gunakan untuk mencari nilai *Vehicle Damage Factor* (*VDF*) masing-masing golongan kendaraan dapat ditentukan berdasarkan beban sumbu setiap kendaraan dengan rumus:

1. *Vehicle Damage Factor* sumbu tunggal roda tunggal

$$STRT = \left[\frac{\text{Beban sumbu tunggal dalam (kg)}}{5400} \right] \quad (2.1)$$

2. *Vehicle Damage Factor* sumbu tunggal roda ganda

$$STRG = \left[\frac{\text{Beban sumbu ganda dalam (kg)}}{8160} \right] \quad (2.2)$$

3. *Vehicle Damage Factor* sumbu ganda roda ganda

$$SGRG = \left[\frac{\text{Beban sumbu dual ganda dalam (kg)}}{13760} \right] \quad (2.3)$$

4. *Vehicle Damage Factor* sumbu tripel roda ganda

$$STrRG = \left[\frac{\text{Beban sumbu triple dalam (kg)}}{18450} \right] \quad (2.4)$$

2.11. Nilai *Truck Factor* (TF)

Perhitungan nilai *Truck Factor* (TF) rencana didasarkan pada nilai *ESAL* dibagi dengan nilai total LHR adapun cara menghitungnya menggunakan rumus, Berikut perhitungan nilai Nilai *Truck Factor* (TF):

$$\text{Nilai TF} = \frac{\sum \text{ESAL}}{\text{LHR}} \quad (2.5)$$

Dimana

ESAL = *Equivalent Single Axle Load*.

LHR = Laju harian rata-rata.

2.12. Perhitungan Nilai W18

Perhitungan nilai W18 (beban kumulatif lalu lintas), menggunakan data yang diperlukan yaitu jumlah LHR, nilai *vehicle damage factor* (VDF) , nilai DL dan nilai DD . Nilai LHR yang digunakan yaitu LHR pada jam padat. seperti pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Berdasarkan data–data tersebut maka perhitungan W18 rencana sebagai berikut. Sebelum melakukan perhitungan nilai W18, dilakukan perhitungan nilai *ESAL* terlebih dahulu. Rumus $ESAL = \square LHR \times VDF$, perhitungan dilakukan untuk masing–masing golongan kendaraan.

Tabel 2.4: Nilai faktor distribusi arah (DD) dan nilai faktor distribusi lajur (DL) jumlah lajur tiap arah.

Jumlah Lajur	Nilai DL
1	1
2	0,8 – 1
3	0,6 – 0,8
4	0,5 – 0,75
Faktor Distribusi Arah (DD)	0,8

Sumber: Peraturan Bina Marga tahun 2013.

Lalu lintas pada lajur rencana (w18) diberikan dalam kumulatif beban gandar standar. Untuk mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana ini digunakan perumusan berikut ini:

$$w18 = DD \times DL \times w18 \quad (2.6)$$

Dimana:

DD = Faktor distribusi arah.

DL = Faktor distribusi lajur.

W18 = Beban kumulatif lalu lintas.

2.13. Kerusakan Jalan

Sesuai SK Menteri Pekerjaan Umum No.630/KPTS/M/2009, jalan nasional di Indonesia sepanjang 47.535,22 km. Pada survei tahun 2016, diketahui bahwa jalan nasional dalam kondisi baik sepanjang 27.476,68km atau 57,8% dalam kondisi sedang 14.563,6km atau 30,58%; kondisi rusak ringan 3.050,32 km atau 6,42%; dan dalam kondisi rusak berat sepanjang 1.953,59km atau 4,11% (Buku Induk Statistik tahun 2016).

Sedangkan pada data terbaru pada tahun 2017, 2018 dan 2019 belum di bukukan dalam prenstasekan kondisi permukaan jalan nasional secara umum dalam kondisi baik. Sebesar 55,85% jalan nasional dalam kondisi baik dan 4,37% dalam keadaan rusak berat. Bila dilihat dari kemantapan, jalan yang dikatakan mantap adalah jalan dalam keadaan baik dan sedang. Sedangkan dengan kondisi jalan kurang baik terendah adalah Provinsi Papua Barat.



Gambar 2.2: Persentase kondisi permukaan jalan nasional.

2.14. Jenis-Jenis Kerusakan Jalan *Rigid Pavement*

Menurut Hary Christady Hardiyatmo, 2007, jenis kerusakan pada perkerasan jalan dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu:

Kerusakan struktural adalah kerusakan pada struktur jalan, sebagian atau keseluruhannya yang menyebabkan perkerasan jalan tidak lagi mampu mendukung beban lalu lintas. Untuk itu perlu adanya perkuatan struktur dari

perkerasan dengan cara pemberian pelapisan ulang atau perbaikan kembali perkerasan yang ada.

Kerusakan fungsional adalah kerusakan pada permukaan jalan yang dapat menyebabkan terganggunya fungsi jalan. Pada kerusakan fungsional, perkerasan jalan masih mampu menahan beban yang bekerja namun tidak memberikan tingkat kenyamanan dan keamanan seperti yang diinginkan. Untuk itu lapisan permukaan perkerasan harus dirawat agar permukaan kembali baik (Yuono, 2011).

2.14.1. Kerusakan Karakteristik Permukaan

Menurut Tata Cara Pemeliharaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) No.10/T/BNKT/1991 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, jenis-jenis kerusakan pada perkerasan beton terdiri dari:

1) Retak Setempat

Retak setempat, yaitu retak yang tidak mencapai bagian bawah dari slab. retak pada setiap ruas jalan yang diteliti hampir sama jenisnya yaitu retak setempat.

2) Patahan (*Faulting*)

Patahan (*faulting*), adalah kerusakan yang disebabkan oleh tidak teraturnya susunan disekitar Atau disepanjang lapisan bawah tanah dan patahan pada sambungan slab, atau retak-retak.

3) *Deformasi*

Deformasi, yaitu ketidak rataan pada arah memanjang jalan.

4) Abrasi

Abrasi, adalah kerusakan permukaan perkerasan beton yang dapat dibagi menjadi beberapa contohnya:

- a) Pelepasan butir, yaitu keadaan dimana agregat dan lapis permukaan jalan terlepas dari campuran (agregat) beton sehingga permukaan jalan menjadi sedikit kasar.
- b) Pelicinan (*polishing*), yaitu keadaan dimana campuran beton dan agregat pada permukaan menjadi amat licin disebabkan oleh gesekan-gesekan.
- c) Aus adalah sesuatu terkikisnya permukaan jalan disebabkan oleh gesekan roda kendaraan.

2.14.2. Kerusakan struktur

Adapun beberapa kerusakan struktur dalam jalan perkerasan kaku adalah

- 1) Retak-retak, yaitu retak-retak yang mencapai dasar slab.
- 2) Melengkung (*buckling*)
 - a) Jembul (*Blowup*), yaitu keadaan dimana slab menjadi tertekuk dan melengkung disebabkan tegangan dari dalam beton.

Tabel 2.5: Klasifikasi dan penyebab kerusakan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Klasifikasi	Kerusakan disebabkan karakteristik permukaan	Penyebab Utama
Retak setempat	Retak awal	<ul style="list-style-type: none">Ø Pengeringan berlebihan Pada saat pelaksanaan
	Retak sudut	<ul style="list-style-type: none">Ø Daya dukung tanah lapis pondasi yang tidak cukup besarØ Sambungan dan fungsinya tidak sempurna
	Retak melintang	<ul style="list-style-type: none">Ø Ketebalan slab kurang memadaiØ Perbedaan penurunan tanah dasarØ Mutu beton rendah

Tabel 2.5: *Lanjutan.*

Klasifikasi	Kerusakan disebabkan karakteristik permukaan	Penyebab Utama
Retak setempat	Retak di sekitar lapisan tanah dasar	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Penyusutan struktur dan lapis pondasi ∅ Konsentrasi tegangan
Patahan (<i>faulting</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Tidak teraturnya susunan lapisan ∅ Patahan slab 	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Pemadatan tanah dasar dan lapis pondasi kurang baik ∅ Penyusutan tanah dasar yang tidak merata ∅ Pemompaan (<i>pumping</i>)
<i>Deformasi</i>	Ketidak rataan memanjang	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Fungsi dowel tidak sempurna ∅ Kurangnya daya dukung tanah dasar
Abrasi	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Pelepasan butir ∅ Pelicinan (hilangnya ketahanan gesek) ∅ Pengelupasan (<i>scaling</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> ∅ Lapisan permukaan using ∅ Lapisan permukaan aus ∅ Penggunaan agregat lunak

Tabel 2.5: *Lanjutan.*

Klasifikasi	Kerusakan disebabkan karakteristik permukaan	Penyebab Utama
	<ul style="list-style-type: none"> Ø Pelepasan butir Ø Pelicinan (hilangnya ketahanan gesek) Ø Pengelupasan (<i>scaling</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Lapisan permukaan using Ø Lapisan permukaan aus Ø Penggunaan agregat Lunak
Kerusakan sambungan	<ul style="list-style-type: none"> Ø Kerusakan pada bahan perekat sambungan Ø Kerusakan pada ujung sambungan 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Bahan pengisi sambungan yang usang Ø Bahan pengisi yang usang, mengeras, melunak, menyusut
Lain-lain	<ul style="list-style-type: none"> Ø Berlubang 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Campuran agregat kurang baik seperti kepingan kayu di dalam adukan Ø Mutu beton yang kurang baik

Tabel 2.6: Kerusakan struktur jalan.

Klasifikasi	Kerusakan disebabkan karakteristik permukaan	Penyebab Utama
Retak yang meluas	<ul style="list-style-type: none"> Ø Retak yang mencapai dasar slab Ø Retak sudut Ø Retak melintang Ø Retak buaya 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Kekuatan dukung tanah dasar dan lapis pondasi kurang memadai Ø Struktur sambungan dan fungsinya kurang tepat Ø Perbedaan letak permukaan tanah Ø Mutu beton yang kurang baik Ø Kelanjutan dari retak-retak yang tersebut di atas
Melengkung	<ul style="list-style-type: none"> Ø Jembul Ø Hancur 	<ul style="list-style-type: none"> Ø Susunan sambungan dan fungsinya kurang tepat

2.15. Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Jalan

Faktor-faktor penyebab kerusakan secara umum adalah peningkatan beban volume lalu lintas, sistem drainase yang tidak baik, sifat material konstruksi perkerasan yang kurang baik, iklim, kondisi tanah yang tidak stabil, perencanaan lapis perkerasan yang sangat tipis, proses pelaksanaan pekerjaan yang kurang baik.

Selanjutnya sesuai dengan sistem pemerintahan yang berlaku di Indonesia ini wewenang tersebut dilimpahkan kepada instansi yang ditunjuk di daerah.

2.15.1. Akibat beban lalu lintas.

Oleh Karena fungsi jalan adalah mendukung beban lalu lintas yang bekerja pada jalan tersebut, maka semua gaya-gaya lalu lintas yang di terimanya akan diteruskan ke tanah dasar. Perbandingan gaya statis dan dinamis yang diadakan oleh beban yang sama besarnya merupakan angka yang dinamakan koefisien tumbuk tergantung pada:

1. Elastisitas benda yang mengakibatkan beban elastisitas konstruksi jalan.
2. Bentuk pada roda, roda yang berupa besi dapat mengakibatkan alur-alur pada permukaan jalan.
3. Ratanya permukaan jalan.

Karena itu beban roda yang dilimpahkan pada permukaan perkerasan adalah merupakan dasar dari adanya perhitungan perkerasan, sehubungan dengan itu dalam struktur perkerasan jalan adalah berfungsi untuk menyebar beban roda yang di terimanya, agar beban tersebut memiliki intensitas yang kecil, yang dapat di dukung lapisan pondasi bagian atas. Karena bertambahnya kedalaman lapisan perkerasan, maka beban roda akan tersebar pada luas bidang yang lebih besar, sehingga dapat mengurangi intensitas beban.

2.15.2. Akibat Cuaca

Air Merupakan penyebab kerusakan paling berat pada konstruksi jalan. Air hujan sangat mempengaruhi kestabilan konsrtuksi suatu jalan raya, karena air hujan dapat mengakibatkan bermacam-macam masalah antara lain:

1. Air hujan yang mengalir deras dapat mengupas permukaan jalan.
2. Air hujan yang tergenang dapat merusak dan membahayakan badan jalan.
3. Aspal yang selalu basah dan dingin akan menjadi keras dan karena tekanan yang keras dapat mengakibatkan lapisan permukaan mudah retak atau pecah.

Demikian Pula dengan air tanah. Air tanah yang tinggi akan membahayakan badan jalan. Karena sifat kekuatan tanah sangat erat hubungannya dengan kadar air. Tinggi kadar air yang terkandung oleh tanah mengakibatkan berkurangnya

daya dukung tanah. Air tanah merupakan air bebas yang merembes masuk kedalam tanah atau tertahan di bawah permukaan tanah. Air tanah ini pula diakibatkan oleh air hujan yang tergenag masuk ketanah sampai lapisan kedap air, di lapisan ini air dapat juga berasal dari air yang tertahan di rongga- rongga antara lapisan antar batu atau agregat.

2.15.3. Kualitas Bahan Jalan

Dalam pelaksanaan konstruksi perkerasan jalan perlu diperhatikan kualitas bahan-bahan dari konstruksi jalan, diantaranya adalah agregat pembentuk konstruksi jalan. Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun buatan (Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya SKBI -2.4.26.1987). Fungsi dari agregat dalam campuran aspal adalah sebagai kerangka yang memberikan stabilitas campuran jika dilakukan dengan alat pemadat yang tepat. Agregat sebagai komponen utama atau kerangka dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90% – 95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75% –85% agregat berdasarkan persentase volume (Silvia Sukirman, 2003, Beton Aspal Campuran Panas). Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu gradasi, kekuatan, bentuk butir, tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal serta kebersihan dan sifat kimia. Jenis dan campuran agregat sangat mempengaruhi daya tahan atau stabilitas suatu perkerasan jalan.

2.15.4. Keadaan Drainase

Faktor utama yang mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan adalah air yang berasal dari hujan dan pengaruh perubahan temperature akibat perubahan cuaca. Adanya aliran air disekitar badan jalan dapat mengakibatkan rembesan air ke badan jalan, yang dapat menyebabkan ikatan antar butir-butir agregat dan aspal lepas sehingga lapisan perkerasan tidak lagi kedap air dan rusak.

1. Perubahan kadar air mempengaruhi sifat daya dukung tanah dasar.

Aliran air disekitar lapisan perkerasan dapat berasal dari:

2. *Fluktuasi* adalah ketinggian muka air tanah.

3. Infiltrasi air melalui permukaan perkerasan atau bahu jalan.
4. Rembesan air dari tempat yang lebih basah ke tempat yang lebih kering.
Besarnya intensitas aliran air tergantung dari:
5. *Presipitasi* (hujan) dan intensitas hujan sehubungan dengan iklim setempat. Air hujan akan jatuh ke badan jalan dan masuk ke lapisan tanah dasar melalui bahu jalan. Aliran air secara horizontal kelapisan perkerasan terjadi jika kadar air tinggi dibahu jalan dan rendah dibawah lapisan perkerasan jalan.hal ini dapat diatasi dengan membuat bahu dari tanah berbutir kasar.
6. Sifat kapilaritas dari tanah dasar jika tanah dasar mempunyai kadar rendah dan dibawahnya terdapat air tanah, maka air dapat merembes keatas akibat adanya gaya *kapiler*. besarnya kemampuan ini ditentukan oleh jenis tanah dasar itu sendiri.
7. Intensitas aliran air ditentukan juga oleh kondisi drainase disekitar badan jalan tersebut. Aliran air pada badan jalan kurang mempengaruhi kadar air tanah dasar jika drainase jalan tersebut baik.

2.15.5. Pelaksanaan Konstruksi Perkerasan.

Pada pelaksanaan perkerasan konstruksi jalan, perlu diperhatikan faktor-faktor berikut:

1. Biaya yang tersedia
2. Manusia sebagai unsur pelaksana
3. Peralatan.

Mutu dari konstruksi perkerasan banyak ditentukan dari biaya yang tersedia dimana dengan biaya yang terbatas terpaksa dibuat tebal perkerasan yang seadanya dengan harapan pada suatu waktu bila biaya tersedia, maka akan diadakan peningkatan konstruksi jalan tersebut.

Yang menjadi penyebab kerusakan jalan, bila ditinjau dari pelaksanaan perkerasan diantaranya pelaksanaan dan pemakaian bahan yang kurang bermutu, umumnya sebagai berikut:

1. pelaksanaan yang tidak memenuhi syarat akan memperpendek umur jalan.
2. Cara pemadatan yang kurang benar.

3. Ketidak tepatan dalam hal kebersihan, bentuk butiran dan kepipihan, tekstur dan jenis batuan pada agregat yang digunakan untuk perkerasan.

Terlalu banyak atau kurangnya aspal di dalam campuran.

2.15.6. Kelemahan Tanah Dasar

Jika tanah dasar mengalami penurunan secara seragam, maka struktur perkerasan jalan akan mengalami penurunan pula. Salah satu kenyataannya bahwa turunnya tanah dasar adalah merupakan kerusakan total perkerasan jalan dimana semua lapisan di atasnya ikut turun pula dan karenanya terjadi perubahan bentuk dari konstruksi perkerasan yang bersangkutan.

Beban kendaraan yang dilimpahkan kelapisan perkerasan melalui roda-roda kendaraan selanjutnya disebarkan kelapisan-lapisan dibawahnya yang diterima oleh tanah dasar. Dengan demikian tingkat kerusakan konstruksi perkerasan selama masa pelayanan tidak ditentukan oleh kekuatan dari lapisan perkerasan tetapi juga oleh tanah dasar. Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah dasar, tingkat kepadatan, kadar air, dan kondisi drainase.

Tanah dasar dengan tingkat kepadatan yang tinggi mengalami perubahan volume yang kecil dengan daya dukung yang besar jika terjadi perubahan kadar air dan beban yang diterima. Jika dibandingkan dengan Jenis tanah yang sama yang tingkat kepadatannya lebih rendah.

Penyebab utama dari kerusakan tersebut adalah air. Apakah air tanah, air resapan dari permukaan jalan, air dari bahu jalan, air dari drainase yang tersumbat ataupun air yang berada disekitarnya sehingga terjadi perubahan pada tanah dasar yang menyebabkan kerusakan pada permukaan jalan (Hardianti, 2010).

2.16. Pemeliharaan Jalan

Menurut Peraturan Menteri PU No. 38 tahun 2004, definisi pemeliharaan jalan adalah kegiatan penanganan jalan, berupa pencegahan, perawatan dan perbaikan yang diperlukan untuk mempertahankan kondisi jalan agar tetap berfungsi secara optimal melayani lalu lintas sehingga umur rencana yang ditetapkan dapat tercapai.

Tujuan pemeliharaan jalan adalah untuk mempertahankan kondisi jalan mantap sesuai dengan tingkat pelayanan dan kemampuannya pada saat jalan tersebut selesai dibangun dan dioperasikan sampai dengan tercapainya umur rencana yang telah ditentukan. Penanganan pemeliharaan jalan meliputi pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, dan peningkatan jalan.

Pemeliharaan rutin adalah penanganan jalan yang hanya diberikan terhadap lapis permukaan yang sifatnya untuk dapat meningkatkan kualitas berkendara (*Riding Quality*), tanpa meningkatkan kekuatan struktural, dan dilakukan sepanjang tahun.

Pemeliharaan berkala adalah pemeliharaan jalan yang dilakukan pada waktu – waktu tertentu (tidak menerus sepanjang tahun) dan sifatnya meningkatkan kemampuan struktural. Peningkatan adalah penanganan jalan guna memperbaiki pelayanan jalan yang berupa peningkatan struktural dan geometriknya agar mencapai tingkat pelayanan sesuai dengan yang direncanakan (Permen PU No. 13/PRT/M/2011).

2.16.1. Institusi Pengelola Pemeliharaan Jalan

Wewenang penyelenggaraan umum ada pada pemerintah pusat dan pemerintah daerah, sedangkan penguasaan atas jalan ada pada Negara dengan tujuan agar peran jalan dalam melayani kegiatan masyarakat dapat tetap terpelihara dan keseimbangan pembangunan antar wilayah dapat terjaga, maka negara mengadakan pengaturan tentang pemberian kewenangan penyelenggaraan jalan.

Negara memberi wewenang kepada pemerintah propinsi dan pemerintah kabupaten/kota untuk melaksanakan penyelenggaraan jalan. Pada UU No. 38 tahun 2004 tentang jalan juga menyebutkan bahwa masyarakat berperan serta dalam penyelenggaraan jalan. Khusus untuk pemerintah kabupaten, negara memberikan wewenang penyelenggaraan jalan meliputi penyelenggaraan jalan kabupaten dan jalan desa.

Pengendalian mutu dalam pemeliharaan jalan dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penyelenggaraan kegiatan pemeliharaan, khususnya pemeliharaan rutin. Seorang petugas yang terkait dalam kegiatan pemeliharaan

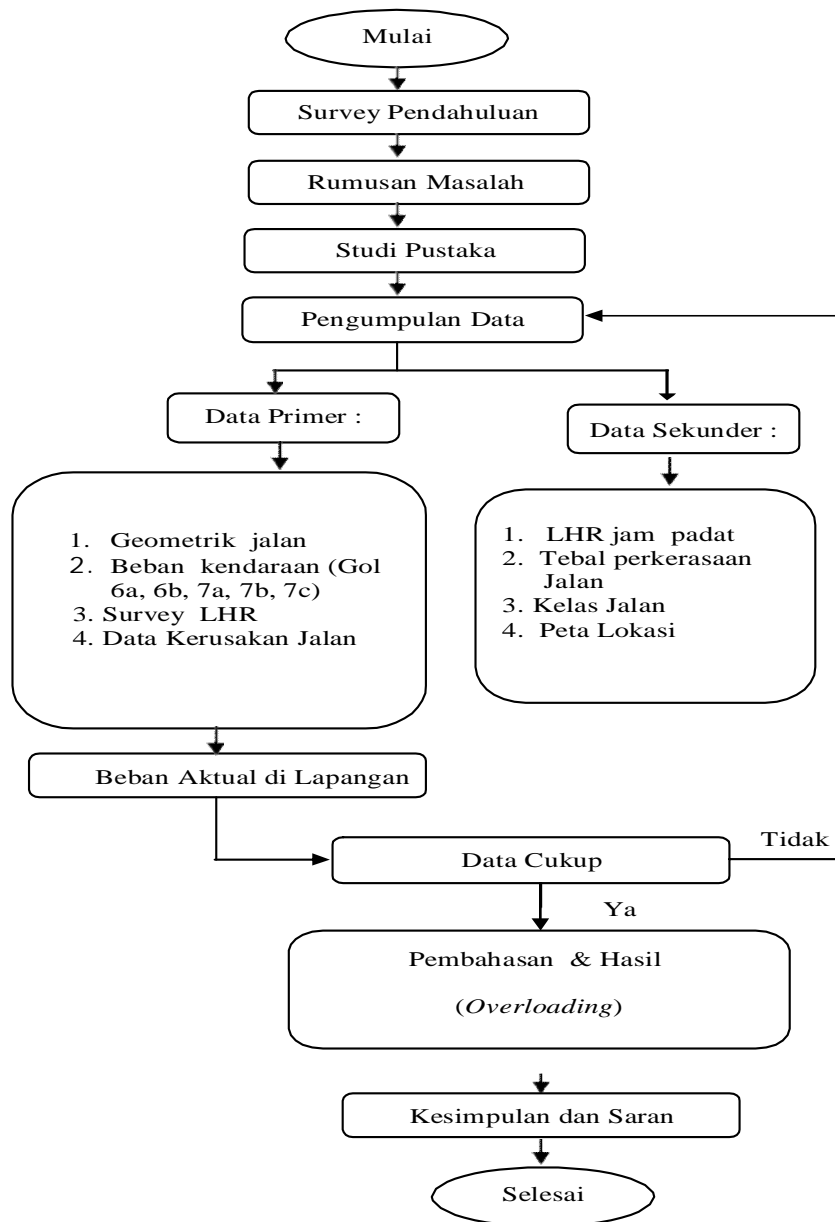
rutin harus dapat mempertanggung jawabkan seluruh pekerjaan pemeliharaan yang telah dilaksanakan. Perlu diperhatikan bahwa dalam mengelola suatu ruas jalan yang telah ada, program yang telah direncanakan umumnya adalah program pembangunan dan program pemeliharaan. Program pembangunan bila ditinjau dari jenis pekerjaannya tidak selalu dilakukan pada suatu ruas jalan. Program pemeliharaan justru merupakan keharusan pada setiap ruas jalan. Setiap ruas jalan harus dilakukan pemeliharaan rutin dalam setiap periode/waktu dalam setahun. Sesuai dengan tujuan pemeliharaan jalan yang telah ditetapkan, yaitu mempertahankan jalan mantap tetap mantap dan tercapai umur rencana serta tingkat pelayanan yang optimal, maka pemeliharaan jalan merupakan hal penting dan perlu senantiasa dilakukan sesuai dengan tingkat kebutuhannya. Secara nyata, suatu ruas jalan yang tidak dipelihara akan mengalami kerusakan dan berakibat menurunnya tingkat pelayanan serta tidak tercapainya umur rencana yang diharapkan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

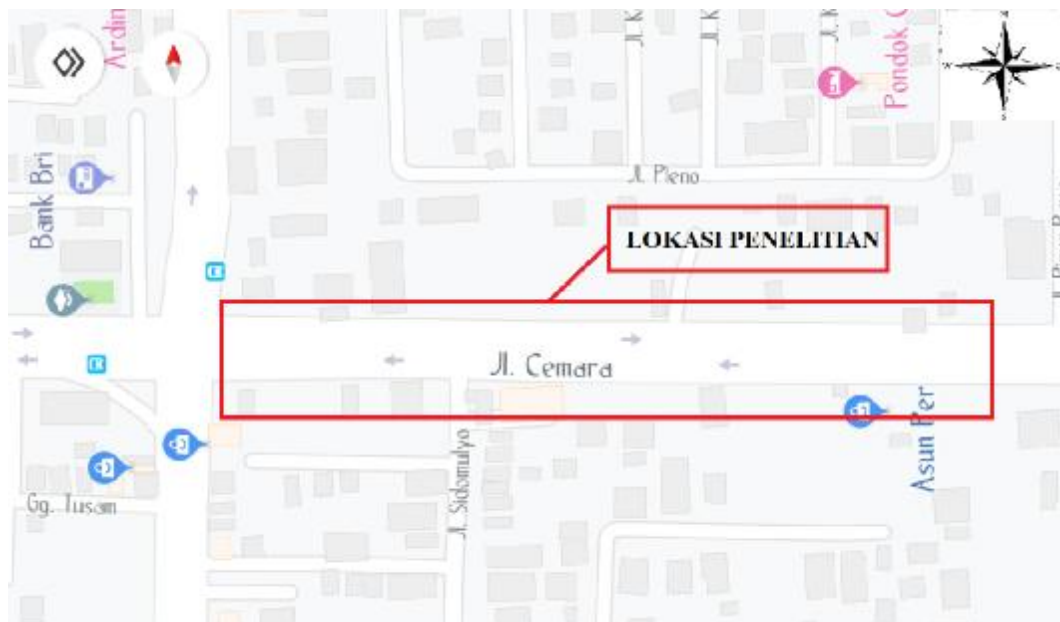
Langkah-langkah dalam menulis tugas akhir ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Adapun tahapan-tahapan tersebut dapat di lihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

3.2. Lokasi Penelitian

lokasi wilayah studi diperlukan untuk mengumpulkan sejumlah informasi mengenai daerah serta lingkungan tempat atau lokasi studi kasus. Untuk itu dilakukan pengambilan data baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengambilan data langsung maksudnya adalah peninjauan dan pencatatan atau pengukuran langsung dilakukan di lapangan. Dan yang dimaksud dengan pengambilan data tidak langsung ialah pengambilan data kepada instansi atau pejabat yang berkaitan dengan pengadaan data-data guna membantu memenuhi dan melengkapi data.



Gambar 3.2: Peta lokasi penelitian.

3.3. Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai pada tanggal 25 Februari 2019 hingga tanggal 11 April 2019 dalam waktu tersebut hanya untuk mengumpulkan data geometri jalan dan menunggu surat balasan dari Bina Marga. Dikarenakan ada kesalahan saat menghitung LHR sehingga mengulang kembali survey LHR dan mencari data *Overload* kendaraan pada tanggal 26 Juni 2019 sampai tanggal 2 Juli 2019. Waktu survey dilakukan pada pagi, siang, sore dan malam hari. Untuk lokasi kegiatan

penelitian dilakukan diruas Jalan Cemara dengan panjang jalan 3,7 km dimana pada sepanjang jalan perkerasan kaku semua (*Rigid Pavement*) di (Sta 0+000 – 3+700) dengan tebal perkerasan 25cm.

3.4. Peralatan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini ada beberapa peralatan yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini antara lain adalah:

- 1) Hand counter (alat hitung jumlah).
- 2) Alat Pelindung Diri.
- 3) Alat Tulis.
- 4) Alat Pengolah Data Kalkulator.
- 5) Handphone.
- 6) Laptop.
- 7) Meteran.

3.5. Metode Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk menganalisa pengaruh beban berlebih (*Overload*) terhadap perkerasan jalan beton adalah data primer dan data sekunder berupa data geometrik jalan, volume lalu lintas, fungsi dan karakteristik jalan serta, data-data teknis perencanaan struktur jalan, data kondisi wilayah tingkat pertumbuhan lalu lintas. Semua data-data diatas diambil dari Dinas Pekerjaan Umum dan Dinas Perhubungan kota Medan dan data tersebut ada yang berdasarkan asumsi dengan tetap mengacu pada pedoman perencanaan perkerasan kaku.

3.5.1. Data Primer

Metode pengumpulan data dengan cara menggunakan dua metode yaitu data primer dan data sekunder, untuk data primer metode pengambilan data berupa survey visual jenis kerusakan jalan pada lokasi kegiatan penelitian dan dilaksanakan secara langsung dilapangan. Pengambilan data primer ini dilakukan dengan cara membagi ruas jalan menjadi beberapa segmen, kemudian mengamati

kerusakan jalan dan kendaraan yang *Overload* yang terjadi pada segmen-segmen tersebut.

3.5.2. Data Sekunder

Sedangkan data sekunder berupa data yang diperoleh dari Ditjen Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum dan Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Utara adapun data tersebut antara lain adalah data berupa kelas jalan, LHR jam padat dan tebal perkerasan jalan.

Pengumpulan data yang digunakan juga menggunakan dua metode yaitu survey pendahuluan dan survey utama. Sebelum melakukan survey terlebih dahulu dilakukan persiapan-persiapan, agar data yang diperlukan dapat diperoleh secara lengkap dan terperinci dengan baik. Persiapan awal yang dilakukan sebelum melakukan survey yaitu mempersiapkan alat dan bahan sehingga memberikan kemudahan dalam pelaksanaan survey. Alat yang dibutuhkan seperti *counter* dan alat tulis. Bahan yang dibutuhkan berupa formulir survey untuk melakukan *traffic counting*.

1) Survey Pendahuluan

Survey ini merupakan tahap awal dari penelitian permasalahan yang terjadi di sepanjang Jalan Cemara. Survey ini bertujuan untuk mengetahui kondisi daerah yang ditinjau, agar dapat diperoleh data yang akurat secara lengkap dan untuk dianalisa lebih lanjut serta dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk survey utama. Survey ini meliputi survey kondisi lingkungan, survey arus awal dan survey geometrik.

a. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan berpengaruh terhadap kenyamanan suatu kondisi lalu lintas. Oleh karena itu survey kondisi lingkungan merupakan langkah awal yang harus dilakukan karena permasalahan lalu lintas yang mungkin terjadi awalnya dari kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan yang kita tinjau yaitu berupa kondisi tempat industri dan gudang barang-barang sehingga banyak kendaraan truk yang melintasi jalan tersebut.

b. Survey Geometrik

Survey geometrik dilakukan untuk mengetahui kondisi geometrik jalan karena data tersebut akan digunakan sebagai input dalam analisa perhitungan. Metode pelaksanaan survey ini secara manual dengan menggunakan meteran dan peta udara (*Google Map*). Survey geometrik ini mencakup pengukuran panjang jalan, lebar badan jalan, lebar bahu jalan, dimensi drainase dan lebar trotoar.

c. Survey Arus Awal

Survey ini dilakukan untuk mengetahui informasi tentang arus yang terjadi di Jalan Cemara serta untuk menentukan jam puncak sebagai patokan untuk pelaksanaan survey utama. Peralatan yang digunakan dalam survey ini adalah stop watch untuk ketetapan waktu, counter untuk menghitung jumlah kendaraan dan formulir survey untuk mempermudah dalam pengisian data.

Setelah data didapat, kemudian data tersebut dikalkulasikan untuk kemudian dihitung jumlah arus total. Untuk mengetahui bagaimana kondisi arus di setiap titik macet tersebut, maka data yang telah dikalkulasikan dalam jumlah terbesar itu menunjukkan jam puncak yang akan menjadi patokan untuk melakukan survey utama. Selain itu informasi arus macet dilakukan dengan cara wawancara penduduk sekitar. Setelah dilakukan survey pendahuluan, jika hasilnya kondusif maka dapat dilanjutkan untuk survey utama. Tapi jika hasilnya tidak kondusif maka harus mencari lagi lokasi survey yang kondusif.

2) Survey Utama

Setelah memperoleh data dari survey pendahuluan, kemudian dilanjutkan dengan melakukan survey utama. Survey utama ini meliputi survey arus lalu lintas berdasarkan jenis kendaraannya. Data volume lalu lintas merupakan data primer yang diperoleh dari hasil survey volume lalu lintas di lapangan. Survey volume lalu lintas dilakukan selama satu hari untuk tiap ruas jalan dan dilakukan pada hari kerja. Hasil survey dianggap mewakili volume lalu lintas untuk semua ruas jalan yang dilalui kendaraan dengan beban gandar berlebih.

Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan, langkah berikutnya adalah mengolah data-data tersebut sehingga dapat dipergunakan sebagai data untuk melakukan simulasi terhadap jumlah jenis kendaraan berdasarkan konfigurasi sumbunya. Dari data yang didapat, pertama-tama data yang diolah adalah data

volume lalu lintas. Dari data yang diperoleh kendaraan dikelompokkan ke dalam beberapa jenis kelompok kendaraan menurut konfigurasi sumbu kendaraan. Dari hasil pengelompokan data volume lalu lintas, diperoleh data LHR sebagai masukan analisis data lalu lintas. Setelah diperoleh volume lalu lintas. Setelah itu analisa data dapat dilakukan dengan cara pembuatan grafik perbandingan antara persen *overload*. Sehingga dapat dilihat nilai sensitifitas kendaraan terhadap perkerasan jalan.

3.6. Pendekatan Masalah yang Digunakan

Ada beberapa tahapan pendekatan yang dilakukan oleh penulis untuk melakukan studi kasus *Overload* kendaraan di Jalan Cemara yaitu:

1. Sesuai dengan surat yang di keluarkan Badan Penelitian Dan Pengembangan (BALITBANG) dengan surat rekomendasi izin riset No: 070/547/Balitbang/2019. Melakukan wawancara secara langsung dengan instansi bagian pengolahan data di Dinas Perhubungan Kota Medan yang beralamatkan di Jl. Pinang Baris, Lalang, Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara 20127, Indonesia.
2. Sesuai dengan surat yang di keluarkan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan nomor surat 595/II.3-AU/UMSU-07/F/2019 Melakukan wawancara secara langsung dengan instansi bagian pengolahan data di Direktorat Jendral Bina Marga yang beralamat kan di Jalan Sakti Lubis No. 1, Siti Rejo I, Medan Kota, Sitirejo II, Medan Amplas, Kota Medan, Sumatera Utara 20217.
3. Posisi survey di sekitaran simpang empat APILL atau (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) dan di depan asrama TNI.
4. Melakukan wawancara secara langsung dengan penjual es kelapa dan warga di sekitar lokasi penelitian.
5. Perhitungan survey LHR dilakukan di jam padat kendaraan untuk menghitung LHR dilakukan selama 1 minggu data LHR jam puncak tersebut telah mewakili data LHR 1 bulan.
6. Mengamati secara visual kendaraan truck yang kapasitas muatannya melebihi bak truck yang melewati Jalan Cemara.

7. Pembagian formulir (*traffic counting*) dan surat izin riset dari Balai Penelitian dan Pengembangan Riset (BALITBANG) ke pengemudi ataupun kernetnya.
8. Untuk mencari data *Overload* kendaraan dilakukan pada malam hari dan tidak terikat pada waktu (jam), karena pelanggaran sering terjadi di malam hari.
9. Melakukan wawancara secara langsung dengan supir atau kernet mobil truck di saat berhenti di lampu merah ataupun truk yang berhenti sejenak di pinggir Jalan Cemara mengenai berat daya angkut muatan.
10. Mencatat angka berat normal, berat maksimum yang nilai tersebut berada di KIR berada di sebelah kanan mobil truck dan mencatat angka *Overload* muatan kendaraan.
11. Pada tahapan akhir survey masing-masing kendaraan dijumlah menurut jenis konfigurasi sumbunya.
12. Membuat kesimpulan dan asumsi berdasarkan dengan informasi yang telah di dapatkan melalui ketiga cara di atas.

3.7. Analisis Data

Langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

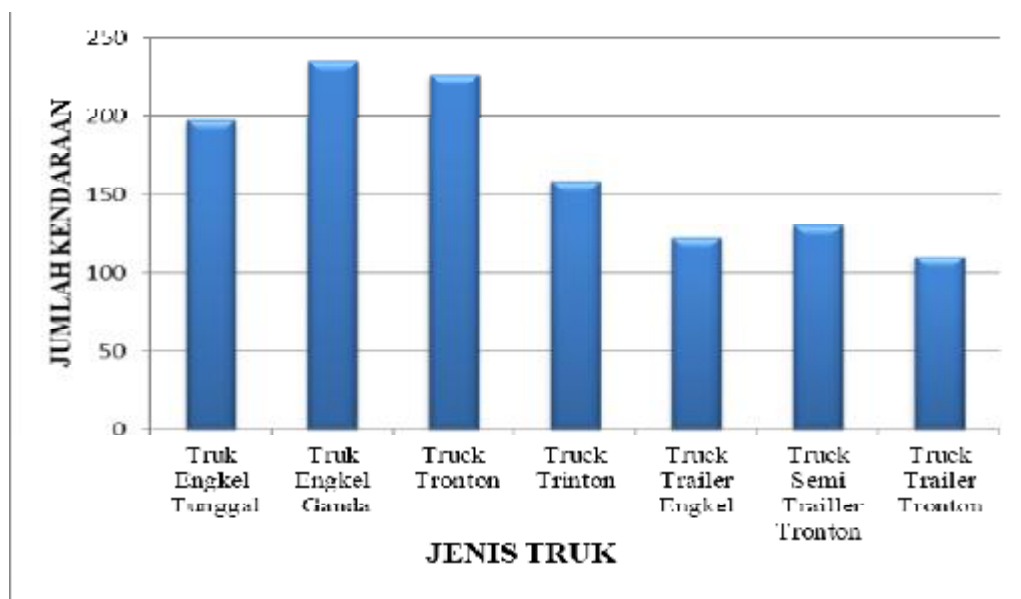
1. Mengumpulkan data primer dengan melakukan survai lalu lintas pada ruas Jalan Cemara.
2. Mengumpulkan data sekunder berupa dokumen perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan perkerasan ruas Cemara dari pihak terkait, baik dari instansi pemerintah.
3. Mengumpulkan data sekunder berupa jenis, berat dan kategori kendaraan dari pihak terkait.
4. Mengumpulkan data sekunder berupa dokumen–dokumen Negara (Peraturan Pemerintah dan Undang-Undang) yang mengatur tentang lalu lintas dan angkutan jalan.
5. Data-data yang telah dikumpulkan, kemudian diolah dengan melakukan perhitungan dalam bentuk tabel dan persamaan matematis yang sesuai untuk memperoleh hasil.
6. Dari hasil perhitungan akan diambil sebuah kesimpulan dan saran.

3.8. Data Survey Lalulintas Harian Rata-rata

Data LHR yang digunakan dalam tugas akhir ini menggunakan data LHR hasil survey langsung dilokasi pada ruas Jalan Cemara. Survey dilakukan dimulai pada tanggal 26 Juni 2019 sampai dengan 2 Juli 2019, Diperoleh volume arus lalu lintas maksimum pada jam padat yaitu pada tanggal 1 Juli 2019, Pada pukul 18:00 – 19:00 wib, Data LHR tersebut dapat di lihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Data survey LHR jam padat mobil truk.

Jam Padat	Data LHR Mobil Truck Senin, 1 Juli 2019						
	Truk Engkel Tunggal	Truk Engkel Ganda	Truck Tronton	Truck Trinton	Truck Trailer Engkel	Truck Semi Trailler Tronton	Truck Trailer Tronton
	1 - 1	1 - 2	1 - 2.2	1.1 - 2.2	1 - 2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2.2
	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam
07:00 - 08:00	17	20	22	8	4	9	5
08:00 - 09:00	20	18	20	10	7	11	8
12:00 - 13:00	19	24	21	24	17	17	14
13:00 - 14:00	29	31	28	14	20	20	17
16:00 - 17:00	21	27	31	21	15	15	12
17:00 - 18:00	29	34	34	25	16	16	15
18:00 - 19:00	32	42	39	30	25	24	22
19:00 - 20:00	30	39	31	27	19	19	17
Total LHR Jam Padat	197	235	226	159	123	131	110



Gambar 3.3: Grafik LHR jam padat.

3.9. Data Inventarisasi

Data Inventarisasi Jalan Data ini digunakan untuk memberikan informasi awal mengenai kondisi penampang melintang daerah studi yang meliputi panjang dan lebar jalan, jumlah ruas, median, jumlah lajur jalan dan kelengkapan jalan.

Nama Jalan	: Jln. Cemara
Jenis Jalan	: Jalan Arteri Kelas II
Panjang Jalan	: 3,7 km
Lebar Jalur	: 10 m
Tipe Jalan	: 4 lajur 2 arah
Kelas Jalan	: II
Lebar Bahu Jalan	: 1,5 m
Median	: 1,5 m
Drainase	: (0.8 m – 2.0 m)
Kerusakan jalan	: Dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

1) Retak Setempat

Retak setempat, yaitu retak yang tidak mencapai bagian bawah dari slab. Retak pada setiap ruas jalan yang diteliti hampir sama jenisnya yaitu retak setempat. Contoh retak yang terdapat pada salah satu ruas jalan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.4: Jalan retak setempat.

2) Patahan (*Faulting*)

Patahan (*faulting*), adalah kerusakan yang disebabkan oleh tidak teraturnya susunan disekitar Atau disepanjang lapisan bawah tanah dan patahan pada sambungan slab, atau retak-retak.



Gambar 3.5: Patahan pada jalan beton.

3) Pelepasan butir, yaitu keadaan dimana agregat lapis permukaan jalan terlepas dari campuran beton sehingga permukaan jalan menjadi kasar.



Gambar 3.6: Pelepasan butir agregat.

- 4) Pelicinan (*polishing*), yaitu keadaan dimana campuran beton dan agregat pada permukaan menjadi amat licin disebabkan oleh gesekan-gesekan.



Gambar 3.7: Pelicinan (*polishing*) perkerasan kaku.

- 5) Hancur, yaitu keadaan dimana beton mengalami kehancuran akibat tegangan tekan dalam beton. kehancuran ini cenderung terjadi di sekitar sambungan.



Gambar 3.8: Jalan beton hancur.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Distribusi Beban Pada Roda Kendaraan

Setiap beban baik itu beban kendaraan maupun beban muatan akan didistribusikan ke tiap sumbu kendaraan, dimana besarnya beban sumbu kendaraan tersebut tergantung pada berat kosong kendaraan, berat muatan kendaraan, dimensi dari kendaraan serta konfigurasi sumbu kendaraan masing-masing jenis tersebut memiliki jumlah sumbu dan daya angkut maksimal yang masing-masing berbeda. Mulai dari yang paling ringan yaitu jenis engkel dan yang paling berat yaitu jenis trailer.

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 *gross vehicle weight ratio (GVWR)*.

Daya angkut maksimal kendaraan jenis ini yang diijinkan atau disingkat JBI dipertimbangan berdasarkan beberapa variabel antara lain kekuatan ban, jumlah ban, muatan sumbu, jumlah sumbu, dan daya dukung jalan itu sendiri, Semakin banyak jumlah sumbunya, semakin besar pula daya angkutnya.

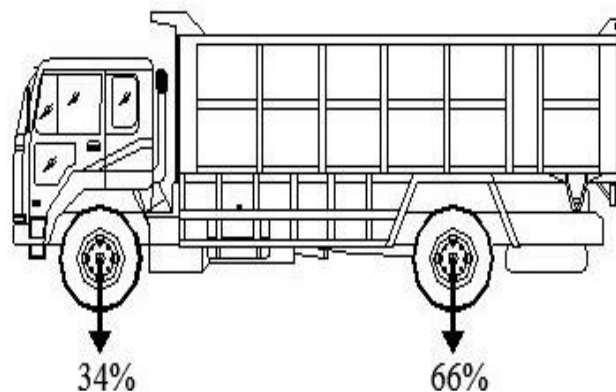
Dalam simulasi distribusi beban semua dari total jumlah kendaraan yang akan dihitung berapa besarnya beban yang dipikul oleh setiap sumbu kendaraan sesuai konfigurasinya, Akibat dari distribusi berat muatan kendaraan sehingga bisa ditentukan pada muatan berapa ton untuk tiap jenis kendaraan nilai *overloading* kendaraan terjadi berdasarkan besarnya MST yang telah ditentukan berdasarkan kelas jalan. Berikut ini adalah hasil perhitungan dari simulasi *Vehicle Damage Factor (VDF)* ke distribusi beban total dari muatan kendaraan ke beban sumbu dan penentuan batas maksimum muatan kendaraan.

4.2. Vehicle Damage Factor (VDF)

Vehicle Damage Factor (VDF) adalah perbandingan antara daya rusak oleh muatan sumbu suatu kendaraan terhadap daya rusak oleh beban sumbu standar (*formula liddle*). Adapun perhitungan nilai VDF sebagai berikut ini.

1. Truck Engkel Tunggal (Konfigurasi Sumbu 1-1)

Truck Truk Engkel memiliki 2 sumbu, dimana bagian depan merupakan sumbu tunggal satu roda dan bagian belakang sumbu tunggal roda tunggal. Berikut Gambar distribusi beban pada kendaraan truck Engkel Tunggal.



Gambar 4.1: Persentase distribusi beban truk engkel tunggal.

Pada Gambar 4.1 di atas diketahui bahwa persentase distribusi beban kendaraan truck Engkel Tunggal bagian depan menerima 34% beban dan bagian belakang menerima 66%, beban persentase tersebut telah ditetapkan sesuai dengan peraturan Ditjen Bina Marga No. 01/MN/BM/83.

$$\begin{aligned} \emptyset \quad \text{Berat Normal} &= \text{Berat kosong} + \text{Berat maksimum} \\ &= 2,3 \text{ Ton} + 6 \text{ Ton} \\ &= 8,3 \text{ Ton} \\ \emptyset \quad \text{Berat Berlebih} &= \text{Berat kosong} + (\text{Sumbu I} + \text{Sumbu II}) \\ &= 2,3 \text{ Ton} + (3 \text{ Ton} + 6 \text{ Ton}) \\ &= 11,3 \text{ Ton} \\ \emptyset \quad \text{Nilai Overload} &= \text{Berat Berlebih} - \text{Berat Normal} \\ &= 11,3 \text{ Ton} - 8,3 \text{ Ton} \\ &= 3 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai MST bagian depan} = \frac{34}{100} \times 11,3 = 3,842 \text{ Ton}$$

$$\text{Nilai MST bagian belakang} = \frac{66}{100} \times 11,3 = 7,458 \text{ Ton}$$

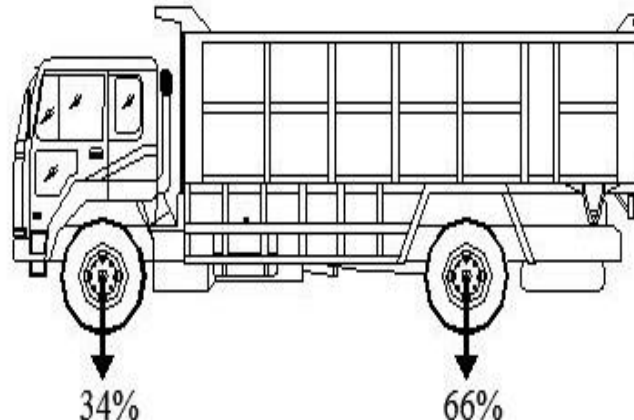
$$\text{Nilai MST truck Engkel tunggal (Konfigurasi Sumbu 1-1)} = 3,842 + 7,458 \\ = 11,3 \text{ Ton}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai VDF truck Engkel tunggal (Konfigurasi Sumbu 1-1)}$$

$$\begin{aligned} VDF &= \left(\frac{P}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{P}{5,4}\right)^4 \\ &= \left(\frac{3,842}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{7,458}{5,4}\right)^4 \\ &= 0,257 + 3,639 \\ &= 3,896 \end{aligned}$$

2. Truck Engkel Ganda (Konfigurasi Sumbu 1-2)

Truck Engkel Ganda memiliki 2 sumbu, dimana bagian depan merupakan sumbu tunggal satu roda dan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda. Berikut gambar distribusi beban pada kendaraan truck Engkel Ganda.



Gambar 4.2 Persentase distribusi beban truck engkel ganda.

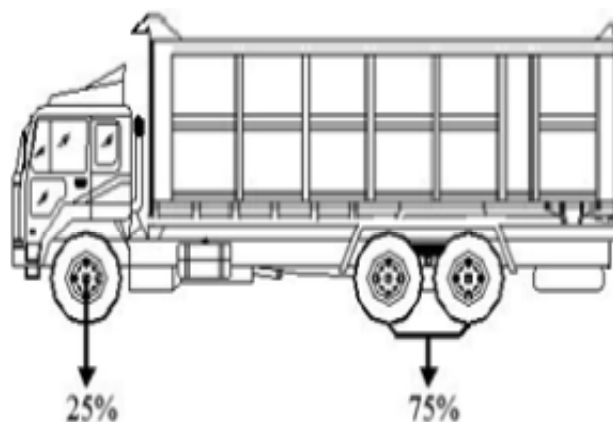
Pada Gambar 4.2 di atas diketahui bahwa persentase distribusi beban kendaraan truck Engkel Ganda bagian depan menerima 34% beban dan bagian belakang menerima 66%, beban persentase tersebut telah ditetapkan sesuai dengan peraturan Ditjen Bina Marga No. 01/MN/BM/83.

$$\begin{aligned} \emptyset \quad \text{Berat Normal} &= \text{Berat kosong} + \text{Berat maksimum} \\ &= 4,2 \text{ Ton} + 14 \text{ Ton} \end{aligned}$$

- = 18,2 Ton
- Ø Berat Berlebih = Berat kosong + (Sumbu I + Sumbu II)
= 4,2 Ton + (7 Ton + 13 Ton)
= 24,2 Ton
- Ø Nilai *Overload* = Berat Berlebih – Berat Normal
= 24,2 Ton – 18,2 Ton
= 6 Ton
- Ø Nilai MST bagian depan = $\frac{34}{100} \times 24,2 = 8,228$ Ton
Nilai MST bagian belakang = $\frac{66}{100} \times 24,2 = 15,972$ Ton
Nilai MST Truck Engkel Ganda (Konfigurasi Sumbu 1-2) = 8,228 + 15,972
= 24,2 Ton
- Ø Nilai *VDF* Truck Engkel Ganda (Konfigurasi Sumbu 1-2)
- $$VDF = \left(\frac{P}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{P}{8,16}\right)^4$$
- $$= \left(\frac{8,228}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{15,972}{8,16}\right)^4$$
- $$= 5,390 + 14,678$$
- $$= 20,068$$

3. Truk Tronton (Konfigurasi Sumbu 1 – 2.2)

Truk Tronton memiliki 3 sumbu, dimana bagian depan merupakan sumbu tunggal satu roda dan bagian belakang sumbu ganda roda ganda. Berikut Gambar distribusi beban pada kendaraan Truk Tronton.



Gambar 4.3: Persentase distribusi beban truk tronton.

Pada Gambar 4.3 di atas diketahui bahwa persentase distribusi beban kendaraan Truk Tronton bagian depan menerima 25% beban dan bagian belakang menerima 75%, beban persentase tersebut telah ditetapkan sesuai dengan peraturan Ditjen Bina Marga No. 01/MN/BM/83.

$$\begin{aligned} \emptyset \quad \text{Berat Normal} &= \text{Berat kosong} + \text{Berat maksimum} \\ &= 5 \text{ Ton} + 20 \text{ Ton} \\ &= 25 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset \quad \text{Berat Berlebih} &= \text{Berat kosong} + (\text{Sumbu I} + \text{Sumbu II} + \text{Sumbu III}) \\ &= 5 \text{ Ton} + (6,25 \text{ Ton} + 10 \text{ Ton} + 10 \text{ Ton}) \\ &= 26,25 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset \quad \text{Nilai } \textit{Overload} &= \text{Berat Berlebih} - \text{Berat Normal} \\ &= 26,25 \text{ Ton} - 25 \text{ Ton} \\ &= 1,25 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai MST bagian depan} = \frac{25}{100} \times 26,25 = 6,563 \text{ Ton}$$

$$\text{Nilai MST bagian belakang} = \frac{75}{100} \times 26,25 = 19,688 \text{ Ton}$$

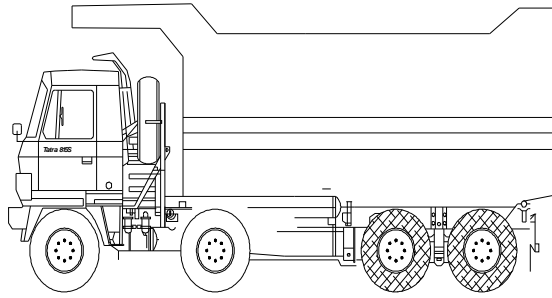
$$\begin{aligned} \text{Nilai MST Truck tipe 6a (Konfigurasi Sumbu 1-2.2)} &= 6,563 + 19,688 = \\ &= 26,25 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai } \textit{VDF} \text{ Truck tipe 6a (Konfigurasi Sumbu 1-2.2)}$$

$$\begin{aligned} \text{VDF} &= \left(\frac{P}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{P}{13,76}\right)^4 \\ &= \left(\frac{6,563}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{19,688}{13,76}\right)^4 \\ &= 2,182 + 4,192 \\ &= 6,374 \end{aligned}$$

4. Truk Triton (Konfigurasi Sumbu 1.1 – 2.2)

Truk triton memiliki 4 sumbu, dimana bagian depan merupakan sumbu tunggal satu roda dan bagian tengah sumbu tunggal satu roda dan bagian belakang sumbu ganda roda ganda. Berikut Gambar distribusi beban pada kendaraan Truk Triton.



Gambar 4.4: Persentase distribusi beban truk triton.

Pada Gambar 4.4 di atas diketahui bahwa persentase distribusi beban kendaraan Truk Triton bagian depan menerima 18% beban dan bagian tengah 28% dan bagian belakang menerima 54%, beban persentase tersebut telah di tetapkan sesuai dengan peraturan Ditjen Bina Marga No. 01/MN/BM/83.

$$\begin{aligned}
 \emptyset \quad \text{Berat Normal} &= \text{Berat kosong} + \text{Berat maksimum} \\
 &= 7,5 \text{ Ton} + 22,5 \text{ Ton} \\
 &= 30 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \emptyset \quad \text{Berat Berlebih} &= \text{Berat kosong} + (\text{Sumbu I} + \text{Sumbu II} + \text{Sumbu III} + \\
 &\quad \text{Sumbu IV}) \\
 &= 7,5 \text{ Ton} + (6 \text{ Ton} + 9 \text{ Ton} + 8 \text{ Ton} + 8 \text{ Ton}) \\
 &= 38,5 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \emptyset \quad \text{Nilai } \textit{Overload} &= \text{Berat Berlebih} - \text{Berat Normal} \\
 &= 38,5 \text{ Ton} - 30 \text{ Ton} \\
 &= 8,5 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai MST bagian depan} = \frac{18}{100} \times 38,5 = 6,93 \text{ Ton}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai MST bagian Tengah} = \frac{28}{100} \times 38,5 = 10,78 \text{ Ton}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai MST bagian belakang} = \frac{54}{100} \times 38,5 = 20,79 \text{ Ton}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai MST Truck tipe 6a (Konfigurasi Sumbu 1.1-2.2)} &= 6,93 + 10,78 + \\
 &20,79 = 38,5 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

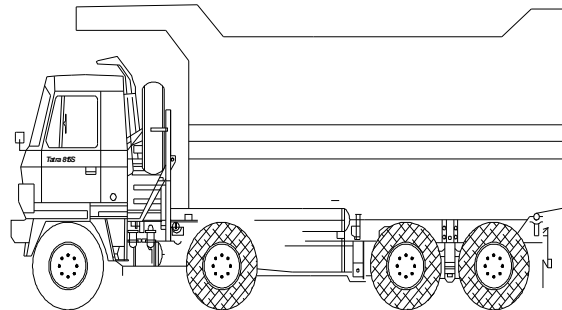
$$\emptyset \quad \text{Nilai } \textit{VDF} \text{ Truck tipe 6a (Konfigurasi Sumbu 1- 1- 2.2)}$$

$$\textit{VDF} = \left(\frac{P}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{P}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{P}{13,76}\right)^4$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\frac{6,93}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{10,78}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{20,79}{13,76}\right)^4 \\
&= 2,713 + 15,881 + 5,212 \\
&= 23,806
\end{aligned}$$

5. Truk Triton (Konfigurasi Sumbu 1.2 – 2.2)

Truk triton memiliki 4 sumbu, dimana bagian depan merupakan sumbu tunggal satu roda dan bagian tengah sumbu tunggal roda ganda dan bagian belakang sumbu ganda roda ganda. Berikut Gambar distribusi beban pada kendaraan Truk Triton.



Gambar 4.5: Persentase distribusi beban truk triton.

Pada Gambar 4.5 di atas diketahui bahwa persentase distribusi beban kendaraan Truk Triton bagian depan menerima 18% beban dan bagian tengah 28% dan bagian belakang menerima 54%, beban presentase tersebut telah di tetapkan sesuai dengan peraturan Ditjen Bina Marga No. 01/MN/BM/83.

- Ø Berat Normal = Berat kosong + Berat maksimum
= 8,5 Ton + 25,5 Ton
= 34 Ton
- Ø Berat Berlebih = Berat kosong + (Sumbu I + Sumbu II + Sumbu III + Sumbu IV)
= 8,5 Ton + (7 Ton + 10 Ton + 9 Ton + 9 Ton)
= 43,5 Ton
- Ø Nilai *Overload* = Berat Berlebih – Berat Normal
= 43,5 Ton – 34 Ton
= 9,5 Ton

- Ø Nilai MST bagian depan $= \frac{18}{100} \times 43,5 = 7,83 \text{ Ton}$
- Ø Nilai MST bagian Tengah $= \frac{28}{100} \times 43,5 = 12,18 \text{ Ton}$
- Ø Nilai MST bagian belakang $= \frac{54}{100} \times 43,5 = 23,49 \text{ Ton}$

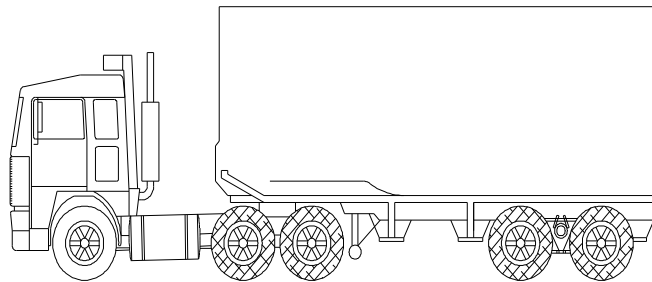
Nilai MST Truck tipe 6a (Konfigurasi Sumbu 1.2-2.2) = 7,83 + 12,18 + 23,49 = 43,5 Ton

- Ø Nilai *VDF* Truck tipe 6a (Konfigurasi Sumbu 1- 2- 2.2)

$$\begin{aligned}
 VDF &= \left(\frac{P}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{P}{8,16}\right)^4 + \left(\frac{P}{13,76}\right)^4 \\
 &= \left(\frac{7,83}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{12,18}{8,16}\right)^4 + \left(\frac{23,49}{13,76}\right)^4 \\
 &= 4,420 + 4,963 + 8,492 \\
 &= 17,875
 \end{aligned}$$

6. Truk Semi Trailer Tronton (Konfigurasi Sumbu 1 – 2.2 – 2.2)

Truk triton memiliki 4 sumbu, dimana bagian depan merupakan sumbu tunggal satu roda dan bagian tengah sumbu tunggal satu roda dan bagian belakang sumbu ganda roda ganda. Berikut Gambar distribusi beban pada kendaraan Truk Triton.



Gambar 4.6: Persentase distribusi beban truk semi trailer tronton.

Pada Gambar 4.6 di atas diketahui bahwa persentase distribusi beban kendaraan Truk Triton bagian depan menerima 18% beban dan bagian tengah 28% dan bagian belakang menerima 54%, beban persentase tersebut telah ditetapkan sesuai dengan peraturan Ditjen Bina Marga No. 01/MN/BM/83.

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Normal} &= \text{Berat kosong} + \text{Berat maksimum} \\
 &= 10 \text{ Ton} + 30 \text{ Ton} \\
 &= 40 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset \quad \text{Berat Berlebih} &= \text{Berat kosong} + (\text{Sumbu I} + \text{Sumbu II} + \text{Sumbu III} + \\ &\quad \text{Sumbu IV} + \text{Sumbu V}) \\ &= 10 \text{ Ton} + (8 \text{ Ton} + 12 \text{ Ton} + 12 \text{ Ton} + 11 \text{ Ton} + 11 \text{ Ton}) \\ &= 64 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset \quad \text{Nilai Overload} &= \text{Berat Berlebih} - \text{Berat Normal} \\ &= 64 \text{ Ton} - 40 \text{ Ton} \\ &= 24 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai MST bagian depan} = \frac{18}{100} \times 64 = 11,52 \text{ Ton}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai MST bagian Tengah} = \frac{28}{100} \times 64 = 17,92 \text{ Ton}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai MST bagian belakang} = \frac{54}{100} \times 64 = 34,56 \text{ Ton}$$

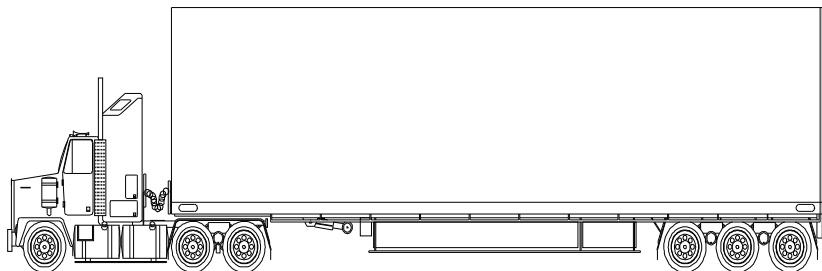
$$\begin{aligned} \text{Nilai MST Truck tipe 6a (Konfigurasi Sumbu 1.2-2.2)} &= 11,52 + 17,92 + \\ &34,56 = 64 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai VDF Truck tipe 6a (Konfigurasi Sumbu 1- 2.2- 2.2)}$$

$$\begin{aligned} VDF &= \left(\frac{P}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{P}{13,76}\right)^4 + \left(\frac{P}{13,76}\right)^4 \\ &= \left(\frac{11,52}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{17,92}{13,76}\right)^4 + \left(\frac{34,56}{13,76}\right)^4 \\ &= 20,712 + 2,876 + 39,794 \\ &= 63,382 \end{aligned}$$

7. Truk Trailer (Konfigurasi Sumbu Truk 1 – 2.2 – 2.2.2)

Truk Trailer memiliki 6 sumbu, dimana bagian depan merupakan sumbu tunggal satu roda dan bagian tengah sumbu tunggal satu roda dan bagian belakang sumbu ganda roda ganda. Berikut Gambar distribusi beban pada kendaraan Truk Triton.



Gambar 4.7: Persentase distribusi beban truk trailer.

Pada Gambar 4.7 di atas diketahui bahwa persentase distribusi beban kendaraan Truk Triton bagian depan menerima 18% beban dan bagian tengah 28 % dan bagian belakang menerima 54%, beban presentase tersebut telah di tetapkan sesuai dengan peraturan Ditjen Bina Marga No. 01/MN/BM/83.

$$\begin{aligned} \emptyset \quad \text{Berat Normal} &= \text{Berat kosong} + \text{Berat maksimum} \\ &= 10,75 \text{ Ton} + 32,25 \text{ Ton} \\ &= 43 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset \quad \text{Berat Berlebih} &= \text{Berat kosong} + (\text{Sumbu I} + \text{Sumbu II} + \text{Sumbu III} + \\ &\quad \text{Sumbu IV} + \text{Sumbu V} + \text{Sumbu VI}) \\ &= 10,75 \text{ Ton} + (8 \text{ Ton} + 13 \text{ Ton} + 13 \text{ Ton} + 8 \text{ Ton} + 8 \\ &\quad \text{Ton} + 8 \text{ Ton}) \\ &= 68,75 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset \quad \text{Nilai Overload} &= \text{Berat Berlebih} - \text{Berat Normal} \\ &= 68,75 \text{ Ton} - 43 \text{ Ton} \\ &= 25,75 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai MST bagian depan} = \frac{18}{100} \times 68,75 = 12,375 \text{ Ton}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai MST bagian Tengah} = \frac{28}{100} \times 68,75 = 19,25 \text{ Ton}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai MST bagian belakang} = \frac{54}{100} \times 68,75 = 37,125 \text{ Ton}$$

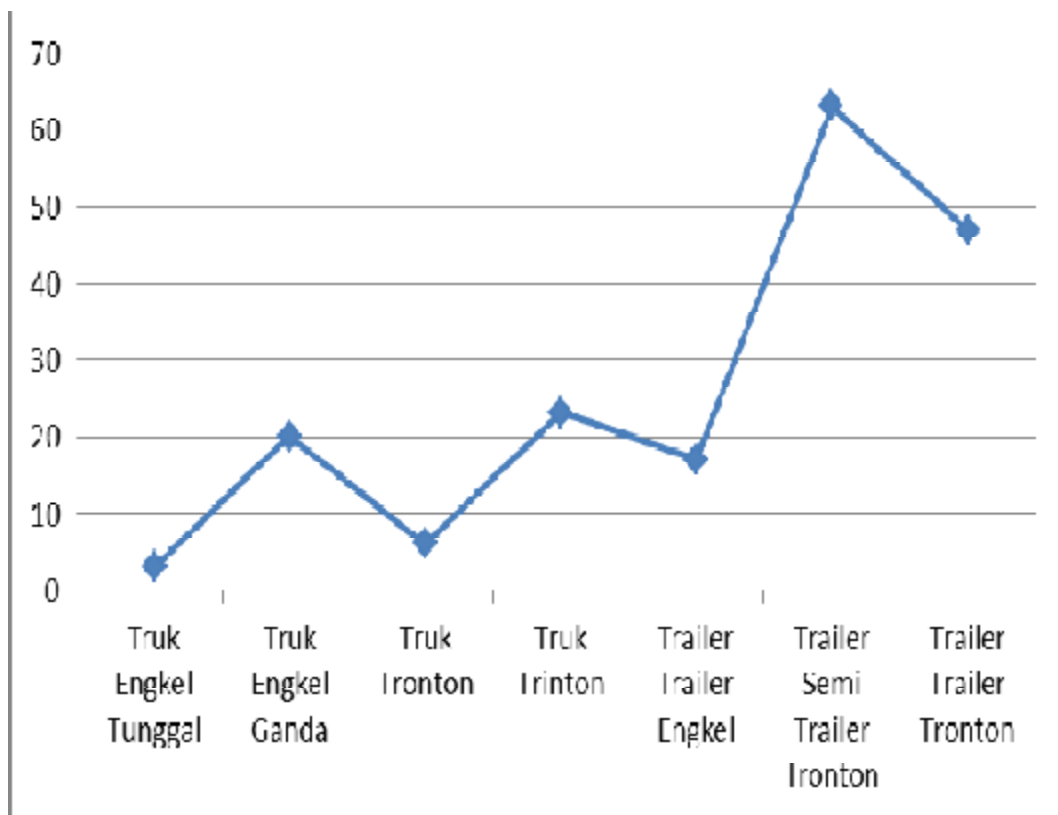
$$\text{Nilai MST Truck tipe 6a (Konfigurasi Sumbu 1.2-2.2)} = 12,375 + 19,25 + 37,125 = 68,75 \text{ Ton}$$

$$\emptyset \quad \text{Nilai VDF Truck tipe 6a (Konfigurasi Sumbu 1- 2.2- 2.2.2)}$$

$$\begin{aligned} VDF &= \left(\frac{P}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{P}{13,76}\right)^4 + \left(\frac{P}{18,45}\right)^4 \\ &= \left(\frac{12,375}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{19,25}{13,76}\right)^4 + \left(\frac{37,125}{18,45}\right)^4 \\ &= 27,580 + 3,830 + 16,393 \\ &= 47,803 \end{aligned}$$

Tabel 4.1: Hasil rekapitulasi perhitungan *Vehicle Damage Factor (VDF)*.

Jenis Kendaraan	Konfigurasi sumbu	Jumlah sumbu	<i>Vehicle Damage Factor (VDF)</i>
Truk Engkel Tunggal	1 - 1	2	3,896
Truk Engkel Ganda	1 - 2	2	20,068
Truk Tronton	1 - 2.2	3	6,374
Truk Trinton	1.1 - 2.2	4	23,806
Trailer Trailer Engkel	1 - 2 - 2.2	4	17,875
Trailer Semi Trailer Tronton	1 - 2.2 - 2.2	5	63,382
Trailer Trailer Tronton	1 - 2.2 - 2.2.2	6	47,803



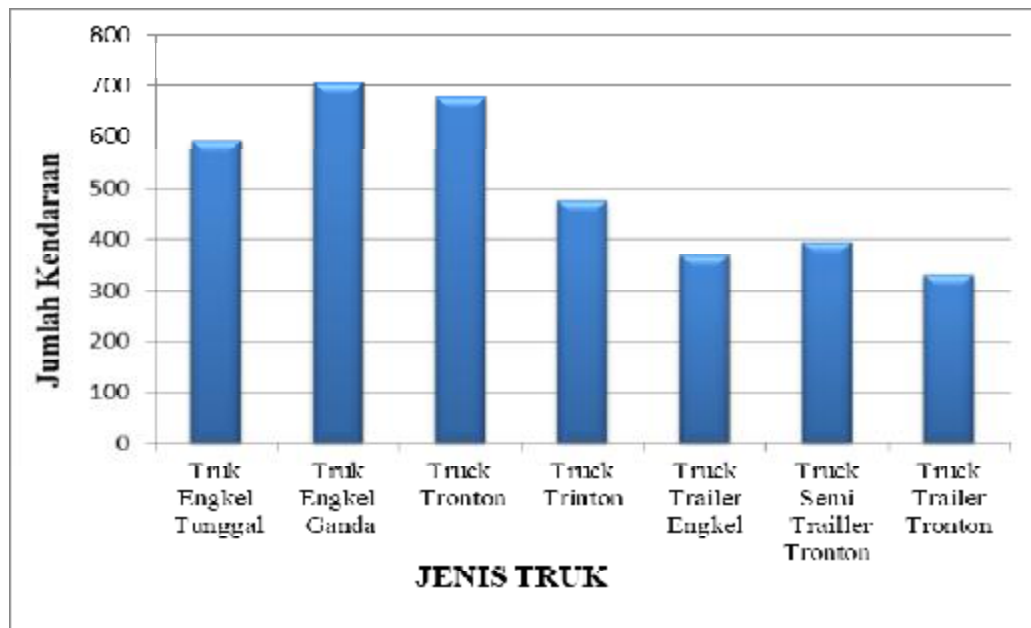
Gambar 4.8: Gambar grafik *vehicle damage factor (VDF)*.

4.3. Data Perhitungan Lalulintas Harian Rata-rata

Data LHR yang digunakan dalam tugas akhir ini menggunakan data LHR hasil survey langsung dilapangan pada ruas jalan Cemara. Survey yang dilakukan yaitu dimulai pada tanggal 26 Juni 2019 sampai 2 Juli 2019.

Tabel 4.2: Data survey LHR kendaraan truk.

Jam Padat	Data LHR Mobil Truck Senin, 1 Juli 2019						
	Truk Engkel Tunggal	Truk Engkel Ganda	Truck Tronton	Truck Trinton	Truck Trailer Engkel	Truck Semi Trailer Tronton	Truck Trailer Tronton
	1 - 1	1 - 2	1 - 2.2	1.1 - 2.2	1 - 2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2.2
	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam
07:00 - 08:00	17	20	22	8	4	9	5
08:00 - 09:00	20	18	20	10	7	11	8
12:00 - 13:00	19	24	21	24	17	17	14
13:00 - 14:00	29	31	28	14	20	20	17
16:00 - 17:00	21	27	31	21	15	15	12
17:00 - 18:00	29	34	34	25	16	16	15
18:00 - 19:00	32	42	39	30	25	24	22
19:00 - 20:00	30	39	31	27	19	19	17
Total LHR Jam Padat	197	235	226	159	123	131	110
Total LHR/Hari	592	705	678	476	369	393	330



Gambar 4.9: Grafik LHR jam padat 1 Juli 2019.

Berdasarkan Tabel di atas, penggolongan kendaraan hanya diambil mulai dari golongan truk engkel tunggal sampai golongan truk trailer tronton karena untuk kendaraan selain golongan tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap beban yang diterima oleh perkerasan.

4.4. Perhitungan Nilai W18

Perhitungan nilai W18 (beban kumulatif lalulintas) menggunakan data yang diperlukan yaitu jumlah LHR, nilai *vehicle damage factor (VDF)*, nilai distirbusi arah (DL) dan nilai distribusi lajur (DD). Nilai distirbusi arah (DD) dan nilai distribusi lajur (DL) ditentukan berdasarkan jumlah lajur tiap arah nilai tersebut berada di tabel 4.2.

Berdasarkan tabel 4.2 di bab 2 dan data *standart* di lapangan, Jalan Cemara terdiri dari 2 jalur 4 lajur, maka memiliki nilai DL 0,8 – 1, diambil nilai tertinggi yaitu 1 dan nilai DD 0,8. Berdasarkan data-data tersebut maka perhitungan *Equivalent Single Axle Load (ESAL)* sebagai berikut. Sebelum melakukan perhitungan nilai W18, dilakukan perhitungan nilai *ESAL* terlebih dahulu. Rumus $ESAL = \square LHR \times VDF$, perhitungan dilakukan untuk masing-masing golongan kendaraan. Berikut perhitungan *Equivalent Single Axle Load (ESAL)* dan W18.

1. Truck Engkel Tunggal (Konfigurasi Sumbu 1-1)

$$\begin{aligned} ESAL &= \square LHR \times VDF \\ &= 592 \times 3,896 \\ &= 2306,43 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W18 &= \square LHR \times VDF \times DL \times DD \\ &= 592 \times 3,896 \times 1 \times 0,8 \\ &= 1845,14 \end{aligned}$$

2. Truck Engkel Ganda (Konfigurasi Sumbu 1-2)

$$\begin{aligned} ESAL &= \square LHR \times VDF \\ &= 705 \times 20,068 \\ &= 14147,94 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W18 &= \square LHR \times VDF \times DL \times DD \\ &= 592 \times 3,896 \times 1 \times 0,8 \\ &= 11318,35 \end{aligned}$$

3. Truk Tronton (Konfigurasi Sumbu 1 – 2.2)

$$\begin{aligned}ESAL &= \square LHR \times VDF \\ &= 678 \times 6,374 \\ &= 4321,57\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W18 &= \square LHR \times VDF \times DL \times DD \\ &= 592 \times 3,896 \times 1 \times 0,8 \\ &= 3457,25\end{aligned}$$

4. Truk Triton (Konfigurasi Sumbu 1.1 – 2.2)

$$\begin{aligned}ESAL &= \square LHR \times VDF \\ &= 476 \times 23,806 \\ &= 11331,65\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W18 &= \square LHR \times VDF \times DL \times DD \\ &= 592 \times 3,896 \times 1 \times 0,8 \\ &= 9065,32\end{aligned}$$

5. Truk Triton (Konfigurasi Sumbu 1.2 – 2.2)

$$\begin{aligned}ESAL &= \square LHR \times VDF \\ &= 369 \times 17,875 \\ &= 6595,87\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W18 &= \square LHR \times VDF \times DL \times DD \\ &= 592 \times 3,896 \times 1 \times 0,8 \\ &= 5276,69\end{aligned}$$

6. Truk Semi Trailer Tronton (Konfigurasi Sumbu 1 – 2.2 – 2.2)

$$\begin{aligned}ESAL &= \square LHR \times VDF \\ &= 393 \times 63,382 \\ &= 24908,34\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W18 &= \square LHR \times VDF \times DL \times DD \\ &= 592 \times 3,896 \times 1 \times 0,8 \\ &= 19926,67\end{aligned}$$

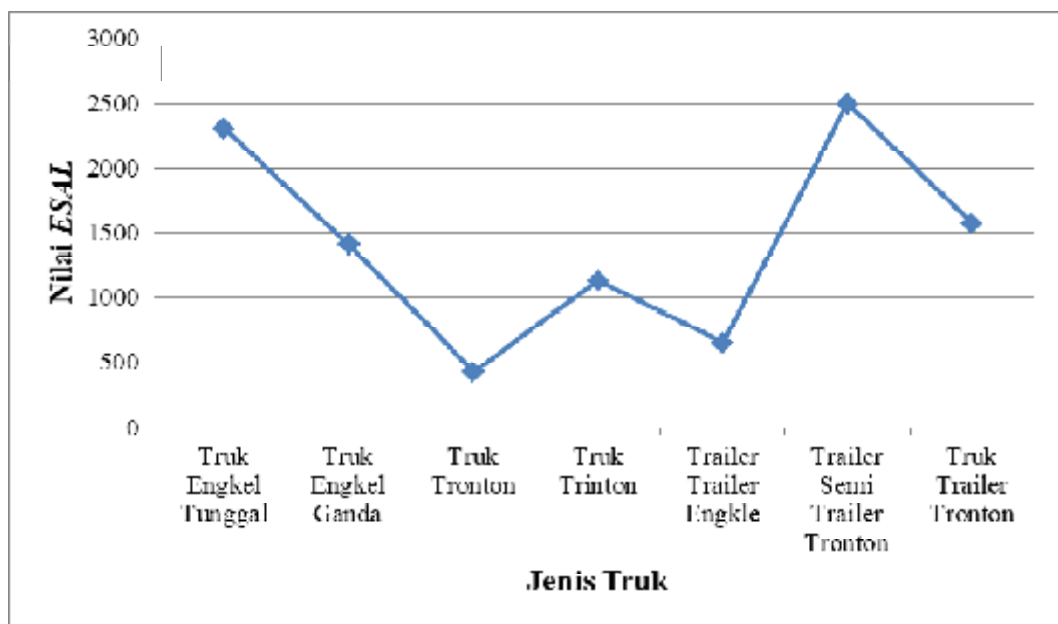
7. Truk Trailer (Konfigurasi Sumbu Truk 1 – 2.2 – 2.2.2)

$$\begin{aligned}ESAL &= \square LHR \times VDF \\ &= 330 \times 47,803 \\ &= 15774\end{aligned}$$

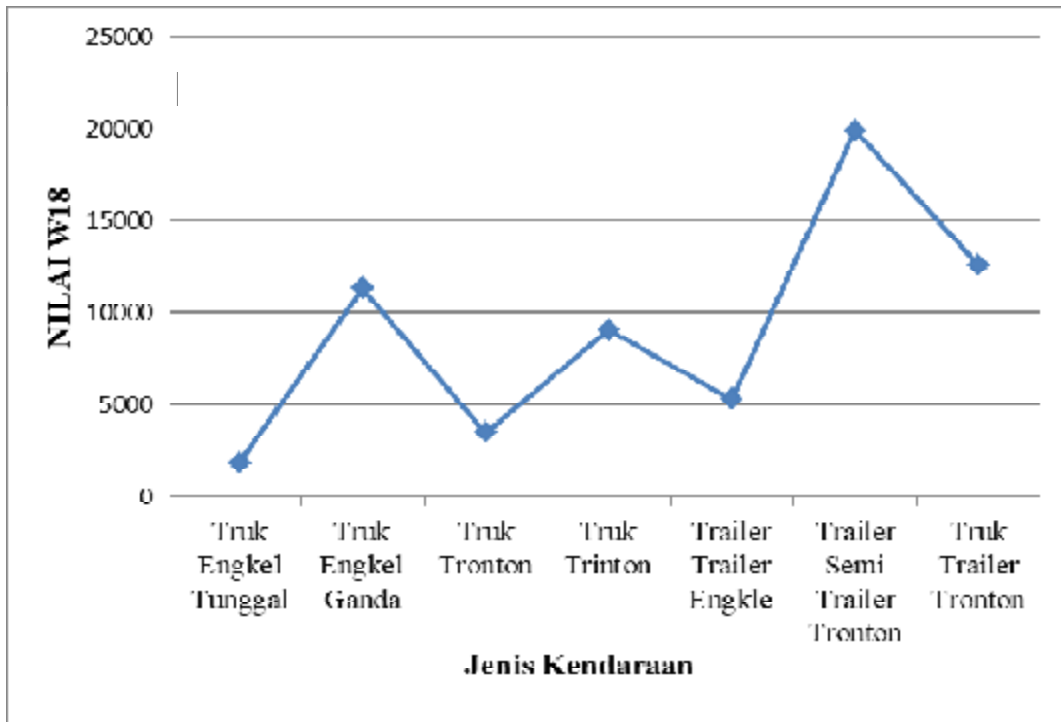
$$\begin{aligned}
 W18 &= \square LHR \times VDF \times DL \times DD \\
 &= 592 \times 3,896 \times 1 \times 0,8 \\
 &= 12619,2
 \end{aligned}$$

Tabel 4.3: Hasil rekapitulasi perhitungan.

Jenis Kendaraan	Konfigurasi sumbu	Jumlah sumbu	LHR	DD	DL	VDF	ESAL	W18
Truk Engkel Tunggal	1 - 1	2	592	0.8	1	3,896	2306,43	1845,14
Truk Engkel Ganda	1 - 2	2	705	0.8	1	20,068	14147,94	11318,35
Truk Tronton	1 - 2.2	3	678	0.8	1	6,374	4321,57	3457,25
Truk Trinton	1.1 - 2.2	4	476	0.8	1	23,806	11331,65	9065,32
Trailer Trailer Engkle	1 - 2 - 2.2	4	369	0.8	1	17,875	6595,87	5276,69
Trailer Semi Trailer Tronton	1 - 2.2 - 2.2	5	393	0.8	1	63,382	24908,34	19926,67
Trailer Trailer Tronton	1 - 2.2 - 2.2.2	6	330	0.8	1	47,803	15774	12619,2



Gambar 4.10: Grafik nilai *equivalent single axle load* (ESAL).



Gambar 4.11: Grafik nilai W18.

4.5. Truk Gandeng

Untuk jenis truk semi trailer tronton konfigurasi sumbu 1 – 2.2 – 2.2 nilai MST depan 11,52 ton + tengah 17,92 ton + belakang 34,56 ton = 64 ton dan truk trailer konfigurasi sumbu truk 1 – 2.2 – 2.2.2 dengan nilai MST depan 12,375 ton + tengah 19,25 ton + belakang 37,125 ton = 68,75 ton agar bisa menghindari nilai *Overload* MST tersebut adalah dengan cara menambah gandar as roda kendaraan sehingga menjadi truk gandeng dan peti kemasnya di bagi menjadi dua sehingga berat muatan tersebut menjadi 32 ton dan 34,37 ton.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi kasus dan analisis data, maka penulis dapat mengambil kesimpulan mengenai pengaruh *Overload* kendaraan terhadap kerusakan *Rigid Pavement* di Jalan Cemara dimana jalan tersebut yaitu jalan kelas II dengan MST izin maksimal 10 ton.

1. Dari hasil perhitungan dan analisa data maka di dapat nilai muatan sumbu terberat (MST) di Jalan Cemara yaitu:

Tabel 5.1: Rekapitulasi MST *Overload*.

Jenis kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Kelompok sumbu	MST IZIN (Ton)	MST OVERLOAD (Ton)		
				MST Depan	MST Tengah	MST Belakang
Truk Engkel Tunggal	1 – 1	2	10	3.842		7.458
Truk Engkel Ganda	1– 2	2	10	8.228		15.972
Truk Tronton	1 – 2.2	2	10	6.563		19.688
Truk triton	1.1 – 2.2	3	10	6.93	10.78	20.79
Truk Trailer Engkel	1 – 2 – 2.2	3	10	7.83	12.18	23.49
Semi Trailer Tronton	1 – 2.2 – 2.2	3	10	11.52	17.92	34.56
Truk Trailer Tronton	1 – 2.2 – 2.2.2	3	10	12.375	19.25	37.12

Nilai MST tersebut sangat bervariasi di karenakan nilai dari *Vehicle Damage Factor (VDF)* setiap kendaraan berbeda-beda tergantung nilai *Overload* setiap kendaraan, penambahan muatan yang tidak sesuai dengan JBI akan menyebabkan *Overtonase* sehingga mengurangi umur rencana perkerasan jalan sehingga jalan akan cepat rusak.

2. Tipe kendaraan yang sangat berpengaruh terhadap *Overload* di Jalan Cemara adalah tipe truk semi trailer tronton dengan konfigurasi sumbu 1 – 2,2 – 2,2 dengan jumlah sumbu 5 as dengan nilai *Vehicle Damage Factor (VDF)* 63,382 nilai *Equivalent Single Axle Load (ESAL)* tertinggi adalah 24908,34 SAL dan dengan nilai W18 tertinggi adalah 19926,67. Hal tersebut terjadi dikarenakan dimensi muatan kendaraan truk tersebut sama dengan truk 6 as.

3. Dari hasil studi kasus ada beberapa hal yang bisa dijadikan alternatif cara untuk penanggulangan terhadap *Overload* kendaraan truk di Jalan Cemara yaitu apabila pengendara truk membawa muatan yang melebihi JBI seharusnya pengendara harus menambah gandar as kendaraan, agar beban muatan yang berlebih bisa distribusikan ke jalan secara merata.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, peneliti menyampaikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Bagi pengendara truk yang membawa muatan yang melebihi jumlah berat izin harus segera di tindak tegas.
2. Sebaiknya UPPKB di operasionalkan kembali agar jalan di wilayah sekitar Kota Medan dilalui kendaraan dengan JBI yang telah di tentukan sesuai dengan kelas jalan.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut lagi dengan data-data dari UPPKB mengenai berat muatan kendaraan yang berlebih agar hasil penelitian lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugerah, G. A. 2018. Pengawasan Kendaraan Truk Beronase Berat Di Jalan Umum Kota Pekanbaru. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Ari, Suryawan. 2009. *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Arifin, Zainal. 2010. Pengaruh beban muatan angkutan kendaraan berlebih kendaraan truk terhadap perkiraan umur layan perkerasan. Depok: Universitas Indonesia.
- Cahyono, S. D., & Rohman, R. K. 2012. Optimalisasi Kinerja Jembatan Timbang Untuk Menciptakan Angkutan Jalan Yang Berkeselamatan. 13: 10–17.
- Daulay, I. N. 2013. Analysis Of Traffics Highway Network Capacity In Pekanbaru City By Using Maximum Flow Technique. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Hardianti, S. 2010. Studi Kerusakan Jalan Dan Cara Penaggulangnya Pada Jalan Metro Tanjung Bunga. Makassar: Universitas Muslim Indonesia.
- Hardiyatmo, C. H. *Jenis Kerusakan Jalan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Morisca, W. 2014. Kerusakan Dan Umur Sisa Jalan Studi Kasus. Sumatera Selatan. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*. 2(4): 692–699.
- Nugroho, E. A. 2013. Pengaruh jumlah kendaraan terhadap kerusakan jalan aspal.kelas ii di kabupaten semarang. Semarang: Universitas Semarang.
- Oglesby, H. Clarkson. 1990. *Teknik Jalan Raya Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Purwingga, E. P. 2014. Evaluasi Kerusakan Dini Akibat Beban Berlebih Pada Perkerasan Lentur (Studi Kasus Ruas Jalan Kartasura Batas Kota Klaten KM 11+900 - KM12+300. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Republik Indonesia. 1993. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 43 Tentang Prasana Dan Lalu Lintas Jalan. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Republik Indonesia. 2000. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor KM 1 Tahun 2000 Tentang Penetapan Keelas Jalan di Pulau Sumatera. Jakarta: Mentri Perhubungan.
- Republik Indonesia. 2004. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun

2004 Tentang Jalan. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Republik Indonesia. 2006. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 34 Tentang Jalan. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Susanto, Muhammad. 2016. Identifikasi jenis kerusakan pada perkerasan kaku. Lampung: Universitas Lampung.

Yuono, Teguh. 2011. Evaluasi Kuat Tekan Jalan Beton Yang Pola Pembangunanya Denga Pemberdayaan Masyarkat. *Jurnal Teknik Sipil*. 2:1-5.

LAMPIRAN

Jam Padat	Data LHR Mobil Truck Senin, 26 Juni 2019						
	Truk Engkel Tunggal	Truk Engkel Ganda	Truck Tronton	Truck Trinton	Truck Trailer Engkel	Truck Semi Trailer Tronton	Truck Trailer Tronton
	1 - 1	1 - 2	1 - 2.2	1.1 - 2.2	1 - 2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2.2
	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam
07:00 - 08:00	14	18	20	7	4	7	3
08:00 - 09:00	12	18	21	8	8	11	7
12:00 - 13:00	17	22	19	24	18	15	14
13:00 - 14:00	21	29	27	14	15	20	15
16:00 - 17:00	21	27	31	24	17	15	12
17:00 - 18:00	25	31	31	12	16	16	15
18:00 - 19:00	32	42	37	31	25	24	25
19:00 - 20:00	36	31	27	21	20	18	19
Total LHR Jam Padat	178	218	213	141	123	126	110
Total LHR/Hari	534	654	639	423	369	378	330

Jam Padat	Data LHR Mobil Truck Senin, 27 Juni 2019						
	Truk Engkel Tunggal	Truk Engkel Ganda	Truck Tronton	Truck Trinton	Truck Trailer Engkel	Truck Semi Trailer Tronton	Truck Trailer Tronton
	1 - 1	1 - 2	1 - 2.2	1.1 - 2.2	1 - 2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2.2
	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam
07:00 - 08:00	12	19	22	7	5	8	4
08:00 - 09:00	14	17	21	8	9	10	7
12:00 - 13:00	14	22	19	21	17	13	9
13:00 - 14:00	20	26	25	14	15	19	15
16:00 - 17:00	21	27	31	20	17	15	12
17:00 - 18:00	25	30	32	13	18	16	13
18:00 - 19:00	32	42	30	31	24	24	24
19:00 - 20:00	34	30	23	21	19	17	18
Total LHR Jam Padat	172	213	203	135	124	122	102
Total LHR/Hari	516	639	609	405	372	366	306

Jam Padat	Data LHR Mobil Truck Senin, 28 Juni 2019						
	Truk Engkel Tunggal	Truk Engkel Ganda	Truk Tronton	Truk Trinton	Truk Trailer Engkel	Truk Semi Trailer Tronton	Truk Trailer Tronton
	1 - 1	1 - 2	1 - 2.2	1.1 - 2.2	1 - 2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2.2
	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam
07:00 - 08:00	14	20	14	7	6	7	3
08:00 - 09:00	9	17	21	7	9	11	6
12:00 - 13:00	14	22	19	19	15	15	9
13:00 - 14:00	20	21	25	14	18	18	15
16:00 - 17:00	21	27	23	17	17	15	13
17:00 - 18:00	25	30	32	13	18	16	13
18:00 - 19:00	22	39	30	29	19	24	20
19:00 - 20:00	29	27	20	21	17	18	16
Total LHR Jam Padat	154	203	184	127	119	124	95
Total LHR/Hari	462	609	552	381	357	372	285

Jam Padat	Data LHR Mobil Truck Senin, 29 Juni 2019						
	Truk Engkel Tunggal	Truk Engkel Ganda	Truk Tronton	Truk Trinton	Truk Trailer Engkel	Truk Semi Trailer Tronton	Truk Trailer Tronton
	1 - 1	1 - 2	1 - 2.2	1.1 - 2.2	1 - 2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2.2
	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam
07:00 - 08:00	16	19	19	9	5	7	6
08:00 - 09:00	12	18	21	6	11	11	7
12:00 - 13:00	16	14	19	22	14	13	12
13:00 - 14:00	21	27	23	14	15	18	15
16:00 - 17:00	21	27	31	24	17	15	12
17:00 - 18:00	24	31	27	12	16	16	15
18:00 - 19:00	29	29	37	31	23	19	20
19:00 - 20:00	34	31	24	17	17	18	17
Total LHR Jam Padat	173	196	201	135	118	117	104
Total LHR/Hari	519	588	603	405	354	351	312

Jam Padat	Data LHR Mobil Truck Senin, 30 Juni 2019						
	Truk Engkel Tunggal	Truk Engkel Ganda	Truk Tronton	Truk Trinton	Truk Trailer Engkel	Truk Semi Trailer Tronton	Truk Trailer Tronton
	1 - 1	1 - 2	1 - 2.2	1.1 - 2.2	1 - 2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2.2
	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam
07:00 - 08:00	19	16	20	6	5	6	4
08:00 - 09:00	18	18	21	9	8	11	9
12:00 - 13:00	12	19	19	23	17	14	14
13:00 - 14:00	23	29	20	14	15	20	15
16:00 - 17:00	26	27	31	19	11	16	14
17:00 - 18:00	25	31	28	12	16	16	12
18:00 - 19:00	32	40	31	29	24	21	20
19:00 - 20:00	29	31	23	20	22	18	17
Total LHR Jam Padat	184	211	193	132	118	122	105
Total LHR/Hari	552	633	579	396	354	366	315

Jam Padat	Data LHR Mobil Truck Senin, 2 Juli 2019						
	Truk Engkel Tunggal	Truk Engkel Ganda	Truck Tronton	Truck Trinton	Truck Trailer Engkel	Truck Semi Trailer Tronton	Truck Trailer Tronton
	1 - 1	1 - 2	1 - 2.2	1.1 - 2.2	1 - 2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2	1 - 2.2 - 2.2.2
	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam	Kend/Jam
07:00 - 08:00	19	20	19	8	5	9	3
08:00 - 09:00	16	19	20	11	6	11	8
12:00 - 13:00	19	24	21	24	17	15	10
13:00 - 14:00	21	24	27	14	20	20	17
16:00 - 17:00	23	26	31	22	13	11	9
17:00 - 18:00	27	34	30	20	16	16	15
18:00 - 19:00	32	42	39	30	25	20	22
19:00 - 20:00	31	35	30	24	17	18	14
Total LHR Jam Padat	188	224	217	153	119	120	98
Total LHR/Hari	564	672	651	459	357	360	294



Gambar L.1: Survey LHR kendaraan truk.



Gambar L.2: Identifikasi kerusakan Jalan Cemara.



Gambar L.3: Mencatat lebar drainase.



Gambar L.4: Survey kendaraan truk yang *Overload*.



Gambar L.5: UPPKB yang tidak beroperasi.



Gambar L.6: Peta lokasi dari *Google Earth Pro*.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI

Nama : Sujud Sangaji Dwi Saputro
Tempat, Tanggal Lahir : Karang Ayar, Jawa Tengah, 27 Juni 1996
Agama : Islam
Alamat : Perumnas Aurduri Indah, Blok D, No 136, Kota Jambi.
No. HP : 0823-7006-9978
Email : Sujudsangajidwisaputro@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 15072101077
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

NO	TINGKAT PENDIDIKAN	LOKASI	TAHUN KELULUSAN
1	SD Negeri 1 Gerdu	Jawa Tengah	2009
2	SMP Negeri 19	Kota Jambi	2012
3	SMK Batanghari	Kota Jambi	2015
4	Melanjutkan Studi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015 Sampai Selesai		