

TUGAS AKHIR
ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN
PERKERASAN LENTUR (ASPAL) DIJALAN PERTAHANAN
PATUMBAK KECAMATAN PATUMBAK

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

CHIKAL AULIA PUTRI

1907210024



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Chikal Aulia Putri
NPM : 1907210024
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Transport
Judul Skripsi : Analisis Beban Kendaraan Kerusakan Perkerasan Lentur
(Aspal) Di Jl. Patumbak Kecamatan Patumbak

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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.

Disetujui Untuk Disampaikan
Kepada Panitia Ujian Skripsi:

Dosen Pembimbing



Ir. Sri Asfiati, M.T.

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Chikal Aulia Putri
NPM : 1907210024
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Transport
Judul Skripsi : Analisis Beban Kendaraan Kerusakan Perkerasan Lentur
(Aspal) Di Jl. Patumbak Kecamatan Patumbak

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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, 19 Januari 2024

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



Ir. Sri Asfiati, M.T.

Dosen Pembanding I



Ir. Zurkiyah, M.T.

Dosen Pembanding II



Zulkipli Siregar, S.T., M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Chikal Aulia Putri
Tempat/Tanggal Lahir : Patumbak / 06 November 2001
NPM : 1907210024
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisis Beban Kendaraan Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) Di Jl. Patumbak Kecamatan Patumbak”.

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 orisinal dan otentik.

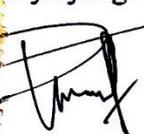
Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kerjasama saya.

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat 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, 19 Januari 2024

Saya yang menyatakan,




Chikal Aulia Putri
NPM: 1907210024

ABSTRAK

ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR (ASPAL) DIJALAN PERTAHANAN PATUMBAK KECAMATAN PATUMBAK

Chikal Aulia Putri

1907210024

Ir. Sri Asfiati, M.T.

Ruas jalan Patumbak Deli Serdang merupakan jalan kabupaten yang menghubungkan kabupaten Deli Serdang dan Kota Medan banyak truk pengangkut pasir, trailer dan kendaraan berat lainnya yang melintas di jalan ini. Banyak truk dengan beban berlebih (*overload*) yang menyebabkan jalan yang dilalui cepat rusak dan tidak sesuai dengan umur rencana. Metode yang dalam penelitian ini adalah metode Bina Marga Manual Desain Perkerasaan Jalan Revisi 2017. Data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder. Dari hasil Analisa data lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan pertahanan patumbak 1 – jalan pertahanan patumbak 2 kecamatan patumbak untuk kendaraan ringan dengan jumlah kendaraan sebanyak 1451 unit dan kendaraan berat dengan jumlah 276 unit dari data tersebut dihasilkan persentase kendaraan ringan 76,47 %, dan kendaraan berat 23,53 %. Total LHR dari hasil Analisa kendaraan berjumlah 1727 kendaraan/hari/2 arah pada ruas jalan pertahanan patumbak 1 – jalan pertahanan patumbak 2. Dari hasil Analisa posisi kerusakan berada di jalur roda (*wheel path*) dimana ini menunjukkan kerusakan akibat beban berlebih terhadap jalan dan dari analisa perhitungan faktor lalu/lintas kendaraan diperoleh nilai ESAL 1.238 Kend/hari/2 arah serta dari perhitungan truck factor diperoleh nilai 6,4449 1, dimana nilai itu menunjukkan bahwa kondisi jalur Jalan Pertahanan Patumbak 1 sampai jalan Pertahanan Patumbak 2 mengalami beban berlebih. Dari analisa hasil kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Pertahanan Patumbak 1 sampai jalan Patumbak 2 terdapat 4 kerusakan ialah Kerusakan jenis ambles, shoving atau jembul, retak kulit buaya dan lubang. Yang di mana besar kerusakan jenis ambles yaitu dengan lebar 10-30 cm, Panjang 5-70 cm dan tinggi 4 cm. Besar kerusakan jenis shoving atau jembul yaitu dengan lebar 30-50 cm, Panjang 70-100 cm, tinggi 3 cm. Besar kerusakan retak kulit buaya yaitu dengan lebar 70-100 cm, Panjang 100-150 cm, tinggi 0 cm. Dan terakhir besar kerusakan jenis lubang yaitu dengan lebar 100-150 cm, Panjang 200-250 cm, tinggi 7,5 cm.

Kata Kunci: Perkerasan Lentur, *Truck Factor*, Bina Marga

ABSTRAK

VEHICLE LOAD ANALYSIS OF DAMAGE TO FLEXIBLE PAVEMENT (ASPHALT) ON THE PATUMBAK DEFENSE ROAD, PATUMBAK DISTRICT

Chikal Aulia Putri

1907210024

Ir. Sri Asfiati, M.T.

The Patumbak Deli Serdang road section is a district road that connects Deli Serdang district and Medan City. Many trucks carrying sand, trailers and other heavy vehicles pass on this road. Many trucks are overloaded which causes the roads they travel to become damaged quickly and do not meet their planned lifespan. The method used in this research is the 2017 Revised Road Pavement Design Manual Bina Marga method. The data required in this research includes primary and secondary data. From the results of the analysis of average daily traffic data (LHR) on the Patumbak Defense Road 1 - Patumbak Defense Road 2 Patumbak sub-district for light vehicles with a total of 1451 vehicles and heavy vehicles with a total of 276 units. From this data, the percentage of light vehicles is 76.47%, and heavy vehicles 23.53%. The total LHR from the vehicle analysis results is 1727 vehicles/day/2 directions on the Patumbak Defense Road 1 - Patumbak Defense Road 2. From the analysis results, the position of the damage is in the wheel path, which shows damage due to excessive load on the road and from the calculation analysis The vehicle traffic/traffic factor obtained an ESAL value of 1,238 vehicles/day/2 directions and from the truck factor calculation a value was obtained of 6.4449 1, where this value indicates that the condition of the Patumbak Defense Road 1 to the Patumbak Defense 2 road is experiencing excessive load. From the analysis of the results of the damage that occurred on the Patumbak 1 to Patumbak 2 Defense road, there were 4 types of damage, namely sinking, shoving or jembul type damage, cracked crocodile skin and holes. The damage of this type of ambalass is 10-30 cm wide, 5-70 cm long and 4 cm high. The size of the shoving or jembul type damage is 30-50 cm wide, 70-100 cm long, 3 cm high. The size of the crocodile skin crack damage is 70-100 cm wide, 100-150 cm long, 0 cm high. And finally, the size of the hole type damage is 100-150 cm wide, 200-250 cm long, 7.5 cm high.

Keywords: Flexible Pavement, Truck Factor, Bina Marga

KATA PENGANTAR

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنُ اللَّهُ سَم

Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT. 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 “Analisis Beban Kendaraan Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) Di Jl. Patumbak Kecamatan Patumbak” 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. Sri Asfiati, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Zurkiyah, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Zulkifli Siregar, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Terimakasih yang teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Dwi Wantono, Ibunda Suriatik, S.E., Abangda tercinta Estu Galang Dewantoro dan Beserta Keluarga besar saya yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai saya serta menjadi penyemangat saya serta senantiasa mendoakan saya sehingga saya dapat menyelesaikan studi saya.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata saya mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Wassalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 19 Januari 2024



Chikal Aulia Putri
NPM: 1907210024

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	1
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penulisan	4
1.6 Sistematis Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umum	6
2.2 Aspek Jaringan Jalan Dan Klasifikasi Fungsi Jalan	6
2.2.1 Klasifikasi jalan menurut fungsi / peranan	6
2.2.2 Klasifikasi jalan menurut kelas jalan	9
2.3 Traffic Lalu Lintas	10
2.3.1 Kategori Muatan Sumbu Terberat	10
2.3.2 Beban Lalu Lintas	11
2.3.3 Jumlah Lajur	14
2.3.4 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur	15
2.3.5 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	15
2.3.6 Muatan Sumbu Terberat (MST)	16
2.4 Sifat dan Komposisi Lalu Lintas	16

2.5	Angka Ekuivalen Beban Sumbu	17
2.6	Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (ESAL)	19
2.7	Angka Ekuivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E)	20
2.8	Perkerasan Jalan	21
2.9	Perkerasan Lentur	22
2.9.1	Lapisan Perkerasan Lentur	22
2.9.2	Lapisan Pondasi Bawah	23
2.9.3	Lapisan Pondasi Atas	24
2.9.4	Lapisan Permukaan	25
2.9.5	Lapisan Tanah Dasar	25
2.10	Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur	26
2.10.1	Retak (Cracking)	27
2.10.2	Deformasi	28
2.10.3	Kerusakan Tekstur Permukaan	29
2.11	Tingkat Kerusakan Jalan	30
2.12	Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih	33
BAB 3 METODE PENELITIAN		34
3.1	Rencana Kegiatan Penelitian	34
3.2	Lokasi Penelitian	34
3.3	Metode Penelitian	35
3.4	Teknik Pengumpulan Data	36
3.5	Persiapan Langkah – Langkah Survei	36
3.6	Alat Pendukung Survei	36
3.7	Tahapan Analisis Data	37
3.9	Tahapan Pelaksanaan Penelitian	37
3.10	Data Geometrik Jalan	38
3.11	Data Volume Lalu Lintas	39
3.12	Data Beban Kendaraan	43
BAB 4 ANALISA DATA		45
4.1	Hasil Analisa Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR)	45
4.2	Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (Vehicle Damage Factor)	46
4.3	Analisis Equivalent Standart Axle Load (ESAL)	47

4.4	Truck Factor (TF)	49
4.5	Hasil Kerusakan Jalan	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN		57
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Konfigurasi MST = 10 t, 8 t, 5 t dan 3,5 t (Anonymous)	11
Gambar 2.2 : Sumbu Standar 18.000 lbs/8,16 ton (Saodang H, Et al., 2005)	18
Gambar 2.3 : Struktur Lapis Perkerasan Lentur (Bina Marga Pt-T-01-2002-B)	23
Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3.2 : Lokasi Penelitian	35
Gambar 4.1 : Grafik volume lalu lintas kendaraan/hari/2arah ruas jalan Patumbak 2	45
Gambar 4.2 : Amblas	49
Gambar 4.3 : Shoving (Jembul)	50
Gambar 4.4 : Retak Buaya	50
Gambar 4.5 : Lubang	50
Gambar L.1 : Menghitung Data Kerusakan Jalan	58
Gambar L.2 : Menghitung Data Kerusakan Jalan	58
Gambar L.3 : Menghitung Data Kerusakan Jalan	59
Gambar L.4 : Menghitung Data Kerusakan Jalan	59
Gambar L.5 : Menghitung Data Volume Lalu Lintas	60
Gambar L.6 : Menghitung Data Volume Lalu Lintas	60
Gambar L.7 : Mengukur Geometrik Jalan	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Klasifikasi Jalan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004)	9
Tabel 2.2 : Kategori Lalu Lintas (Departemen pekerjaan umum badan pembinaan konstruksi dan sumber daya manusia, 2005)	10
Tabel 2.3 : Tipe kendaraan dan distribusi beban sumbu (Prof.Dr.Ir.H. Sugeng Wiyono., MMT., 2014)	13
Tabel 2.4 : Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan (Bina Marga Pd-T-05-2005, Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur)	14
Tabel 2.5 : Faktor Distribusi Lajur (DL) (Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017)	15
Tabel 2.6 : Koefisien Distribusi Kendaraan (Bina Marga Pd-T-05-2005, Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur)	15
Tabel 2.7 : Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (E) (Bina Marga Pd-T-05-2005)	20
Tabel 2.8 : Perbedaan Antara Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku (Anonymous)	22
Tabel 2.9 : Tingkat Kerusakan Perkerasan Lentur (Hardiyatmo.H.C, 2007 Pemeliharaan Jalan Raya)	31
Tabel 2.10 : Lanjutan (Hardiyatmo.H.C, 2007 Pemeliharaan Jalan Raya)	32
Tabel 3.1 : Data geometric Jalan (Hasil survei)	38
Tabel 3.2 : Data Lalu Lintas Senin 07 Agustus 2023	39
Tabel 3.3 : Data Lalu Lintas Selasa 08 Agustus 2023	40
Tabel 3.4 : Data Lalu Lintas Rabu 09 Agustus 2023	40
Tabel 3.5 : Data Lalu Lintas Kamis 10 Agustus 2023	41
Tabel 3.6 : Data Lalu Lintas Jum'at 11 Agustus 2023	41
Tabel 3.7 : Data Lalu Lintas Sabtu 12 Agustus 2023	42
Tabel 3.8 : Data Lalu Lintas Minggu 13 Agustus 2023	42
Tabel 3.9 : Data Beban Kendaraan, (Surpriyadi, dkk., 2021)	43
Tabel 3.10 : Lanjutan Tabel Data Beban Kendaraan, (Surpriyadi, dkk., 2021)	44

Tabel 4.1 : Volume Lalulintas Kend/Hari/2 Arah (2 Lajur 2 Arah) (Hasil Analisis & Survei Lapangan 2023)	45
Tabel 4.2 : Angka Ekvivalen Beban Sumbu Tiap Jenis Kendaraan (Hasil Analisis)	46
Tabel 4.3 : Lanjutan Angka Ekvivalen Beban Sumbu Tiap Jenis Kendaraan (Hasil Analisis)	47
Tabel 4.4 : Hasil analisis angka Equivalent Standart Axie Load (ESAL) kendaraan/hari (Hasil analisis)	48
Tabel 4.5 : Tingkat kerusakan (Hasil analisa)	51

DAFTAR NOTASI

LV	= Mobil Penumpang
MC	= Sepeda Motor
HV	= Kendaraan Berat
N	= Jumlah Segmen Jalan
CESAL	= Cumulatif Ekivalen Standar Axle Load
ESAL	= Ekivalen Standar Axle Load
VDF	= Vehicle Damage Factor
E	= Angka Ekivalen Distribusi Kendaraan
E _{sb}	= Nilai Ekivalen beban sumbu kendaraan
E _{kend}	= Nilai Ekivalen beban kendaraan
N	= Jumlah Truk / Jumlah Kendaraan Berat
MST	= Muatan Sumbu Terberat (ton)
P	= Beban Sumbu Kendaraan
P _m	= Beban Sumbu Maksimum (ton)
P _o	= Beban Sumbu Tunggal Standar (ton)
STRT	= Sumbu Tunggal Roda Tunggal
STRG	= Sumbu Tunggal Roda Ganda
STrRG	= Sumbu Tripel Roda Ganda
TF	= Trucuk Faktor

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah salah satu prasarana transportasi darat yang di gunakan untuk mendukung lalu lintas kendaraan, termasuk bangunan pelengkap yang digunakan oleh lalu lintas untuk mendukung pembangunan. Perencanaan suatu jalan merupakan hal penting yang di perlukan untuk mewujudkan konstruksi jalan yang dapat mendukung kelancaran dan kenyamanan bagi pengguna jalan

Jalan direncanakan untuk dapat menampung semua kendaraan yang melewatinya dengan kecepatan yang memuaskan dan harus cukup kuat untuk menerima beban gandar terberat dari lalu lintas tersebut. syarat pertama adalah dapat melayani, menampung, atau menjaga agar arus lalu lintas dengan nyaman dan aman. Kedua, tersedianya tebal dan komposisi perkerasan yang cukup untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi peningkatan atau pengembangan kerusakan yang tidak diharapkan selama umur rencana (Wiyono, 2009).

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

Jumlah penduduk yang semakin bertambah setiap tahunnya dan juga bertambahnya jumlah kendaraan di kecamatan patumbak, maka akan berdampak pada sarana dan prasarana transportasi jalan raya yang juga meningkat. Pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan fungsi structural sesuai dengan bertambahnya umur rencana jalan. Oleh karena itu disamping direncanakan secara tepat jalan harus dipelihara dengan sangat baik agar dapat melayani pertumbuhan selama umur rencana. Pemeliharaan rutin maupun berkala perlu dilakukan untuk mempertahankan keamanan dan kenyamanan jalan bagi pengguna dan menjaga daya tahan keawetan sampe umur rencana (Suwardo, et al., 2004).

Salah satu penyebab kerusakan dini perkerasan jalan disebabkan terdapatnya kendaraan dengan muatan berlebih (*overloading*) yang biasanya terjadi pada kendaraan berat. Secara definisi beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi beban gandar kendaraan melebihi beban standar yang digunakan pada asumsi desain perkerasan jalan atau jumlah lintasan operasional sebelum umur rencana tercapai, atau sering disebut dengan kerusakan dini. Sedangkan umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah repitisi beban lalu lintas dalam satuan *Equivalent Standard Axle Load* (ESAL) yang dapat dilayani jalan sebelum terjadi kerusakan struktural pada lapisan perkerasan. Untuk menghitung sisa umur perkerasan yang diakibatkan oleh beban berlebih, maka digunakan metode Bina Marga.

Perbaikan jalan yang dilakukan oleh Pemerintah dalam menangani kerusakan jalan yang terjadi belum cukup mengatasi masalah karena kerusakan yang terjadi kebanyakan belum melewati umur rencana. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan cara menambal pada bagian yang rusak tetapi jalan yang sudah diperbaiki tidak bertahan lama bahkan kerusakan yang terjadi lebih parah. Seperti pada lubang yang sudah ditambal dengan aspal mengalami kerusakan lagi berupa lubang baru yang lebih dalam. Hal ini tentu sangat mengganggu dan berbahaya. Lubang yang dalam mengakibatkan genangan air pada permukaan jalan sehingga akan semakin merusak permukaan jalan. Umur pakai jalan akan lebih pendek dari umur pakai rencana karena jalan mengalami kelebihan tonase kendaraan, perencanaan yang kurang tepat, pengawasan yang kurang baik dan pelaksanaan yang kurang sesuai dengan standar yang ada.

Pengawasan dan pengamanan jalan (penanganan muatan lebih) merupakan amanat Undang-Undang Nomor 14 tahun 1992 tentang lalu lintas dan angkutan jalan. Pada pasal 8 ayat (1) disebutkan bahwa untuk keselamatan, keamanan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas, jalan wajib dilengkapi antara lain dengan alat 2 pengawasan dan pengamanan jalan yang umumnya digunakan juga, disebut dengan jembatan timbang.

Struktur aspal adalah suatu rancangan yang terdiri dari satu atau beberapa lapis material yang ditangani, yang mampu membantu beban lalu lintas tanpa mengganggu pembangunan yang sebenarnya. Struktur aspal terdiri dari beberapa lapis dengan batasan bantalan yang bervariasi, setiap lapis aspal harus dipastikan

kekokohan dan ketebalannya agar tidak berubah karena tidak dapat menahan beban (gangguan) dan tidak bersifat dasar (mengecewakan). Sesuai (Sukirman, 1999)

Jalan Pertahanan Patumbak Kecamatan Patumbak merupakan jalan Kabupaten yang menghubungkan Kabupaten Deli Serdang dengan Kota Medan. Dimana jalan ini mempunyai panjang 7 kilometer, ruas jalan ini terdapat 1 jalur 2 lajur dan 2 arah dengan lebar 6 meter tanpa median. Kondisi jalan merupakan jalur yang sering dilewati oleh berbagai jenis kendaraan, baik kendaraan ringan maupun kendaraan berat seperti truk pembawa pasir dan tanah merah, truk pembawa sawit, truk pembawa cangkang sawit, dan truk besar lainnya yang membawa membawa muatan berlebih (*overload*). pada kasus ini penelitian mencoba mengangkat permasalahan pada jalan ini di karenakan jalan tersebut sering dilalui oleh kendaraan bermuatan berlebih dan juga kurangnya upaya dari pemerintah mengatasi muatan yang ada pada kendaraan melintas disana, sehingga ini juga berpotensi menjadi salah satu faktor penyebab kerusakan perkerasan jalan.

Maka pada kesempatan ini penulis tertarik untuk mengambil permasalahan tersebut dan merumuskan “Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) di jalan Pertahanan Patumbak Kecamatan Patumbak”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil adalah sebagai berikut :

1. Berapa jumlah lalu lintas harian rata - rata serta beban sumbu pada ruas jalan Pertahanan Patumbak 1 sampai dengan jalan Pertahanan Patumbak 2?
2. Bagaimana kerusakan akibat beban berlebih terhadap tingkat kerusakan jalan di jalan Pertahanan Patumbak 1 sampai dengan jalan Pertahanan Patumbak 2?
3. Seberapa besar kerusakan yang terjadi pada ruas jalan pertahanan Patumbak 1 sampai jalan pertahanan Patumbak 2?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menghindari penyimpangan pembahasan dan agar tidak terlalu jauh pembahasan hasil analisisnya, diperlukan penentuan ruang lingkup permasalahan pada penulisan ini, dan aspek yang ditinjau dari tugas akhir ini adalah sabagai berikut:

1. Untuk mengetahui jumlah lalu lintas harian rata - rata beban sumbu kendaraan pada ruas jalan Pertahanan Patumbak 1 sampai dengan jalan Pertahanan Patumbak
2. Untuk mengetahui pengaruh kerusakan akibat beban berlebih terhadap tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan Pertahanan Patumbak 1 sampai dengan jalan Pertahanan Patumbak 2
3. Untuk menentukan tingkat kerusakan pada ruas jalan pertahanan Patumbak 1 sampai jalan Pertahanan Patumbak 2

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui jumlah lalu lintas harian rata - rata beban sumbu yang melalui jalan perkerasan aspal di jalan Pertahanan Patumbak 1 sampai dengan jalan Pertahanan Patumbak 2
2. Untuk mengetahui pengaruh kerusakan akibat beban berlebih terhadap tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan Pertahanan Patumbak 1 sampai dengan jalan Pertahanan Patumbak 2
3. Untuk menentukan tingkat kerusakan pada ruas jalan Pertahanan Patumbak 1 sampai jalan Pertahanan Patumbak 2

1.5 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat penelitian yang akan dicapai dalam skripsi ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan pengetahuan khususnya bagi masyarakat pertahanan patumbak dalam upaya meningkatkan pengetahuan tentang penyebab kerusakan jalan
2. Dengan penelitian ini bisa memberikan bahan referensi baru kepada mahasiswa teknik sipil, peneliti dan akademisi dalam upaya meningkatkan pengetahuan tentang penyebab kerusakan jalan dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar
3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan pertimbangan oleh pemerintah dan instansi terkait untuk mengkaji peraturan yang sudah ada maupun dalam pembuatan peraturan baru yang berhubungan dengan perkerasan jalan dan muatan

1.6 Sistematis Penulisan

Sistematika penulisan dilakukan dengan membagi tulisan menjadi beberapabab, antara lain:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah yang dibahas, tujuan dilakukannya penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan umum mengenai teori dari beberapa sumber bacaan yang mendukung terhadap permasalahan yang berkaitan.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang cara – cara yang dilakukan untuk mendapatkan data yang relevan dengan studi kasus terkait.

BAB 4 : ANALISA DATA

Bab ini membahas tentang proses pengolahan data yang berhubungan dengan kondisi, langkah kerja yang digunakan dalam analisa data.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang berdasarkan atas hasil pengolahan data yang dilakukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Penyelenggaraan jalan bermaksud semua kerja-kerja yang terlibat bagi tujuan mengekalkan keadaan jalan (sejauh mana boleh) seperti asalnya dari segi ciri-ciri geometri dan juga kekuatan strukturnya (Undang-undang Republik Indonesia, 2004).

Tinjauan pustaka adalah suatu kegiatan yang merujuk pada skripsi terdahulu dimana skripsi terdahulu menjadi pertimbangan mahasiswa dalam mencari topik utama dalam menentukan judul dan tema skripsi yang akan diteliti lebih lanjut,

2.2 Aspek Jaringan Jalan Dan Klasifikasi Fungsi Jalan

2.2.1 Klasifikasi jalan menurut fungsi / peranan

Berdasarkan peraturan menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 tahun 2004 tentang jalan, pengelompokan jalan umum adalah sebagai berikut berdasarkan fungsinya, yaitu:

1. Jalan arteri, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara jaringan jalan arteri di bagi menjadi dua bagian yaitu jalan arteri primer dan jalan arteri sekunder.

- a. Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer menurut peraturan pemerintah Nomor 34 tahun 2006 tentang jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antar pusat kegiatan nasional dengan pusat wilayah. Jalan arteri primer`di desain berdasarkan :

1. Kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam
2. Memiliki lebar badan jalan paling sedikit 11 meter
3. Memiliki kapasitas jalan lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata
4. Jumlah jalan masuk ke jalan arteri primer dibatasi sesuai kecepatan rencana, lebar badan jalan dan kapasitas jalan dapat terpenuhi
5. Jalan arteri primer yang memasuki kawasan perkotaan atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus

b. Jalan Arteri Sekunder

Jalan arteri sekunder menurut peraturan pemerintah Nomor 34 tahun 2006 tentang jalan merupakan jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder ke satu, kawasan sekunder ke satu dengan kawasan sekunder ke satu, atau kawasan sekunder ke satu atau kawasan sekunder ke dua. Jalan arteri sekunder di desain berdasarkan :

1. Kecepatan rencana paling rendah 30 km/jam
2. Memiliki lebar badan jalan paling sedikit 11 meter
3. Memiliki kapasitas yang lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata
4. Pada jalan arteri sekunder lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat

1. 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. Sistem jaringan pada jalan kolektor terbagi dua, yaitu jalan kolektor primer dan jalan kolektor sekunder.

a. Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer menurut peraturan pemerintah Nomor 34 tahun 2006 tentang jalan merupakan jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antar pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan wilayah, atau antar pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Jalan kolektor primer didesain berdasarkan:

1. Kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam
2. Memiliki lebar badan jalan paling sedikit 9 meter

3. Jalan kolektor primer memiliki kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata
4. Jumlah jalan masuk dibatasi dan direncanakan berdasarkan kecepatan rencana, lebar badan jalan dan kapasitas
5. Jalan kolektor primer yang memasuki kawasan perkotaan atau Kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus

b. Jalan Kolektor Sekunder

Jalan kolektor sekunder menurut peraturan pemerintah Nomor 34 tahun 2006 tentang jalan merupakan jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Jalan kolektor sekunder di desain berdasarkan:

1. Kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam
2. Memiliki lebar jalan paling sedikit 9 meter
3. Memiliki kapasitas lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata
4. Pada jalan kolektor sekunder lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat

2. Jalan Lokal, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rerata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi. Sistem jaringan jalan lokal terbagi menjadi dua yaitu jalan lokal primer dan jalan lokal sekunder.

a. Jalan Lokal Primer

Jalan lokal primer merupakan jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antar pusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antar pusat kegiatan lingkungan. Jalan lokal primer didesain berdasarkan:

1. Kecepatan paling rendah 23 km/jam
2. Memiliki lebar badan jalan paling sedikit 7,5 meter
3. Jalan lokal primer yang memasuki kawasan perdesaan tidak boleh terputus

b. Jalan Lokal Sekunder

Jalan lokal sekunder merupakan jalan yang menghubungkan kawasan sekunder satu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ke tiga dan seterusnya sampai perumahan.

Jalan lokal sekunder didesain berdasarkan :

1. Kecepatan rencana paling rendah 10 km/jam
2. Memiliki lebar badan jalan paling sedikit 7,5 meter

2.2.2 Klasifikasi jalan menurut kelas jalan

1. Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam Muaran Sumbu Terbesar (MST) dalam satuan ton
2. Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan klasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 : Klasifikasi Jalan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004)

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi maksimum dan muatan sumbu terberat (MST) kendaraan bermotor yang harus ditampung			
		Lebar (mm)	Panjang (mm)	MST (ton)	Tinggi (mm)
I	Arteri	2500	18000	> 10	4200 dan tidak lebih tinggi dari 1,7 x lebar kendaraan
II		2500	18000	≤ 10	
III A	Arteri atau Kolektor	2500	18000	≤ 8	
III B	Kolektor	2500	12000	≤ 9	
III C	Kolektor dan Lingkungan	2100	9000	≤ 10	

Catatan:

1. Dalam keadaan tertentu daya dukung jalan (MST) kelas III C dapat ditetapkan lebih rendah dari 8 ton
2. Panjang maksimum keadaan penarik 12000, jika ditambahkan gendonga tau tempelan maka Panjang maksimum tidak boleh lebih dari 18000 mm.

2.3 Traffic Lalu Lintas

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi 2017 parameter yang penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang di perlukan untuk menghitung beban lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei yang selanjutnya diproyeksikan ke depan sepanjang umur rencana. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas sepanjang tahun pertama setelah perkerasan diperkirakan selesai dibangun atau direhabilitasi. Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survey lalu lintas, dengan durasi minimal 7x24 jam. Survei dapat dilakukan secara manual mengacu pada pedoman survei pencacahan lalu lintas (Pd T-19-2004-B). Dalam penentuan kategori lalu lintas dapat dilihat dalam Tabel 3.1

Tabel 2.2 : Kategori Lalu Lintas (Departemen pekerjaan umum badan pembinaan konstruksi dan sumber daya manusia, 2005)

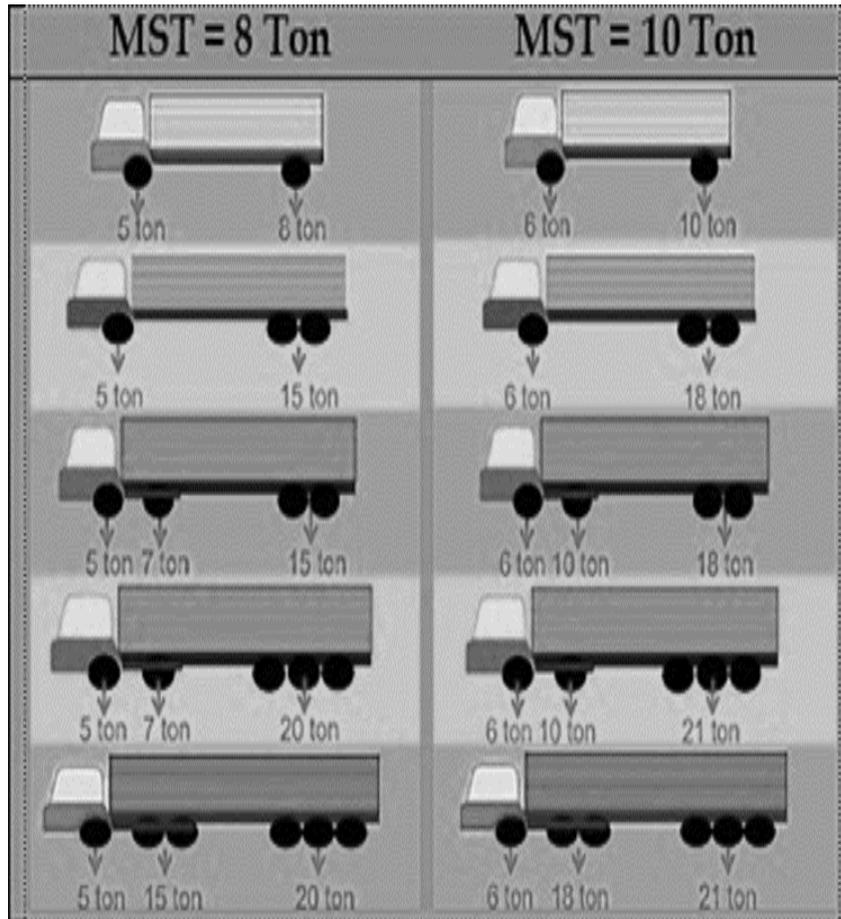
Kategori lalu lintas	Jumlah kendaraan
Tinggi	LHR > 10.000 kendaraan
Sedang	5.000 kendaraan < LHR 10.000 kendaraan
Rendah	LHR < 5.000 kendaraan

2.3.1 Kategori Muatan Sumbu Terberat

Masing-masing kelas jalan dibatasi untuk menerima muatan sumbu terberat agar jalan tidak cepat rusak akibat beban berlebih. Ada empat kategori MST, yaitu:

1. MST : 10 TON
2. MST : 8 TON
3. MST : 5 TON
4. MST : 3,5 TON

Dalam hal ini, MST sumbu tunggal = 8,16 ton, MST sumbu tandem = 15 MST sumbu tridem =20 ton. Dengan konfigurasi MST



Gambar 2.1 : Konfigurasi MST = 10 t, 8 t, 5 t dan 3,5 t (Anonymous)

2.3.2 Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas merupakan beban kendaraan yang di limpahkan ke perkerasan jalan melalui kontak antara ban dan muka jalan. Beban lalu lintas ini merupakan beban dinamis yang selalu terjadi secara berulang. Beban lalu lintas dinyatakan dalam akumulasi rerata beban sumbu standar selama umur rencana yang di pengaruhi oleh beberapa faktor seperti distribusi kendaraan masing-masing lajur, berat kendaraan, ukuran ban, pertumbuhan lalu lintas, beban sumbu masing-masing kendaraan dan umur rencana untuk dapat mengetahui dengan tepat tingkat kemampuan suatu jalan dalam menerima suatu beban lalu lintas, maka tebal lapisan perkerasan tersebut akan sesuai dengan direncanakan

Besar suatu beban diterima tergantung dari berat kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan kendaraan serta kecepatan dari kendaraan tersebut. Berat beban kendaraan ke perkerasan melali kendaraan tersebut. Berat

beban kendaraan ke perkerasan melalui kendaraan terletak di ujung-ujung sumbu kendaraan. Masing-masing suatu kendaraan memiliki konfigurasi sumbu yang berbeda. Adapun berat kendaraan dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

1. Fungsi jalan

Kendaraan berat yang melintasi jalan arteri yang umumnya memiliki muatan lebih berat dibanding dengan jalan medan datar.

2. Keadaan medan

Jalan mendaki yang mengakibatkan truk tidak mungkin memuat beban yang lebih berat dibandingkan dengan jalan pada medan datar.

3. Aktivitas ekonomi di suatu daerah yang bersangkutan

Jenis dan beban yang dibawa oleh kendaraan berat tergantung dari jenis kegiatan yang ada di suatu daerah tersebut, truk didaerah industri mengangkut beban yang berbeda jenis dan beratnya dengan didaerah perkebunan.

4. Perkembangan di daerah

Beban yang dibawa oleh kendaraan dapat berkembang sesuai dengan perkembangan daerah di sekitar lokasi jalan.

Dampak kerusakan yang timbul oleh beban lalu lintas berbeda beda antara satu dengan yang lain. Sehingga beban yang diterima oleh struktur perkerasan jalan dapat disamakan ke dalam beban standar. Menurut Saodang (2005) beban perkerasan jalan diasumsikan hanya akibat beban hidup yaitu beban lalu lintas, merupakan sejumlah repetisi beban sumbu standar. Beban sumbu standar dalam perancangan perkerasan adalah berupa beban sumbu/as tunggal, roda ganda seberat 18 kips atau 18.000 lbs atau 8,16 ton. Besarnya beban lalu lintas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu sebagai berikut:

1. Konfigurasi sumbu dan roda kendaraan.
2. Beban sumbu kendaraan.
3. Survei timbang.
4. Repetisi lintas sumbu standar.
5. Beban lalu lintas pada jalur rencana

Tabel 2.3 : Tipe kendaraan dan distribusi beban sumbu (Prof.Dr.Ir.H.Sugeng Wiyono., MMT., 2014)

No	Tipe Kendaraan	Berat Total (Ton)	Distribusi Beban Sumbu (Ton)		
			Depan	Belakang 1	Belakang 2
Umum					
1	Kendaraan Ringan	2	1	1	
2	Bus Kecil	6	2,04	3,96	
3	Bus Besar	9	3,06	5,94	
4	Truk 2 As	18,2	6,19	12,01	
5	Truk 3 As	25	6,25	18,75	
6	Truk Gandegan Trailer	42	7,56	11,76	2,68
Angkutan Kayu					
1	Truk 2 As	18,2	3,38	14,82	
2	Truk 3 As	31,9	4,57	27,33	
3	Truk Gandegan Trailer	23,06	5,36	17,7	21,3

Dalam penentuan beban sumbu real pada kendaraan yang melintas jalan Pertahanan Patumbak 1 – jalan Pertahanan Patumbak 2 Kecamatan Patumbak terdapat beberapa muatan kendaraan, pada kegiatan survei yang saya lakukan dapat dilihat beberapa muatan yang ada berupa jangjang sawit, pasir, tanah merah, kayu, dan lain lainnya. Pada hal ini peneliti mendapatkan beban muatan dengan cara trial dan error yang mana diambil muatan dari salah satu jenis kendaraan yang melintas di jalan Pertahanan Patumbak 1 – jalan Pertahanan Patumbak 2.

Untuk menghitung nilai beban sumbu kendaraan dapat digunakan dengan mengetahui berat sumbu kendaraan sama dengan berat kosong kendaraan ditambah muatan kendaraan, berat muatan sama dengan volume kendaraan dikali dengan berat jenis angkutan. Untuk mengetahui kapasitas alat angkut barang akan sangat membantu pada saat hendak mengirimkan material dengan menggunakan kendaraan transportasi mobil barang. berikut ini merupakan spesifikasi mobil truk, yaitu:

Truk *Colt Diesel* adalah mobil ukuran kecil dikelas otomotif pengangkut barang jenis truk, banyak diantaranya ditambahkan ban belakangnya sehingga menjadi 6 roda, dengan tambahan ban belakang kapasitasnya naik sekitar satu ton. Ukuran bak : panjang : 3-4 meter, lebar : 1-2 meter, tinggi : 1,5-2 meter, kapasitas muatan : 2-3,5 ton, kisaran volume : 14 kubik.

1. Truk Fuso Engkel adalah truk ukuran sedang ukuran bak : panjang : 6-7 meter, lebar : 2,3-2,5 meter, tinggi 2-2,5 meter, kapasitas muatan 7-15 ton, kisaran volume 29 kubik
2. Truk tronton adalah truk dengan ukuran lebih besar biasanya memiliki 3 sumbu satu didepan dan tandem di belakang, truk jenis ini banyak juga yang dimodifikasi disesuaikan dengan kebutuhannya seperti menjadi truk tangka, truk sampah, truk dump yaitu truk dengan fasilitas hidrolik yang dapat menjatuhkan muatan dengan gerak hidrolik, ukuran bak : 7-9 meter, lebar : 2,2-2,5 meter, tinggi : 2,3-2,5 meter, kapasitas muatan 24-30 ton.

Informasi mengenai ukuran pada kendaraan di dapat dari hasil beberapa survei kendaraan yang sedang melakukan uji kelayakan kendaraan (KIR) di salah satu kantor UPTD pengujian kendaraan bermotor, adapun kenyataannya yang di jumpai dilapangan suatu kendaraan memiliki ukuran dimensi bak yang berbeda-beda serta memiliki banyak model.

2.3.3 Jumlah Lajur

Berdasarkan Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017 lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana, yang dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka dapat ditentukan lebar perkerasan berdasarkan dari Bina Marga.

Tabel 2.4 : Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan (Bina Marga Pd-T-05-2005, Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur)

Lebar perkerasan (L)	Jumlah lajur
$L < 4,50 \text{ m}$	1
$4,50 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$	2
$8,00 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,50 \text{ m}$	6

2.3.4 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

Faktor distribusi lajur untuk kendaraan niaga (truk dan bus) di tetapkan dalam Tabel 3.4 Beban desain pada setiap lajur tidak boleh dilapaui kapasitas lajur pada setiap tahun selama umur rencana. Kapasitas lajur mengacu kepada Kementerian PUPR No.19/PRT/M/2011 mengenai persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan berkaitan rasio antara volume dan kapasitas jalan yang harus dipenuhi. Faktor distribusi jalan ditunjukkan pada Tabel 3.4

Tabel 2.5 : Faktor Distribusi Lajur (DL) (Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017)

Jumlah lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

2.3.5 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Koefisien distribusi kendaraan untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana dapat di tentukan berdasarkan pada jumlah suatu kendaraan yang melewati lajur rencana masing-masing berat nya dapat dihitung dengan nilai koefisien distribusi arah kendaraan.

Tabel 2.6 : Koefisien Distribusi Kendaraan (Bina Marga Pd-T-05-2005, Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur)

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

Keterangan : *)berat total = mobil penumpang **)berat total = truk dan bus

2.3.6 Muatan Sumbu Terberat (MST)

Berdasarkan Kementerian PUPR Nomor Berdasarkan Kementerian PUPR Nomor 328 Tahun 2018 tentang penetapan kelas jalan, Muatan Sumbu Terberat (MST) adalah besar tekanan maksimum pada sumbu kendaraan terhadap jalan. Muatan sumbu terberat yang bisa melalui suatu kelas jalan dapat dilihat pada UU nomor 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, pengelompokan jalan berdasarkan kelas jalan terdiri atas :

1. Jalan kelas 1, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dengan muatan sumbu terberat 8 ton.
2. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat melalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran Panjang tidak melebihi 1.200 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dengan muatan sumbu terberat 8 ton.
3. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran tidak melebihi 12.000 milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 milimeter, dengan muatan sumbu terberat 8 ton.
4. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dengan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

2.4 Sifat dan Komposisi Lalu Lintas

Sifat lalu lintas meliputi cepat dan lambatnya suatu kendaraan yang bersangkutan, sedangkan komposisi lalu lintas yaitu menggambarkan jenis kendaraan yang melaluinya. Yang harus diperhatikan dalam perencanaan peningkatan suatu jalan adalah terdapatnya berbagai ukuran dan berat kendaraan yang mana sifat operasinya berbeda. Truk lebih berat dibandingkan mobil penumpang, truk berjalan lebih lambat dan mengambil ruang jalan lebih banyak serta memberi pengaruh lebih besar dibandingkan kendaraan penumpang terhadap lalu lintas. Untuk memperhitungkan pengaruh terhadap arus lalu lintas dan

kapasitas dari bermacam ukuran dan berat dapat di bagi menjadi 2 jenis yaitu:

1. Kendaraan penumpang (P), termasuk jenis mobil penumpang dan truk ringan seperti pick up dengan ukuran dan sifat operasinya sesuai/serupa dengan mobil penumpang
2. Kendaraan truk (T) termasuk truk tunggal, truk gandingan dengan berat kotor 3,5 ton dan kendaraan bis.

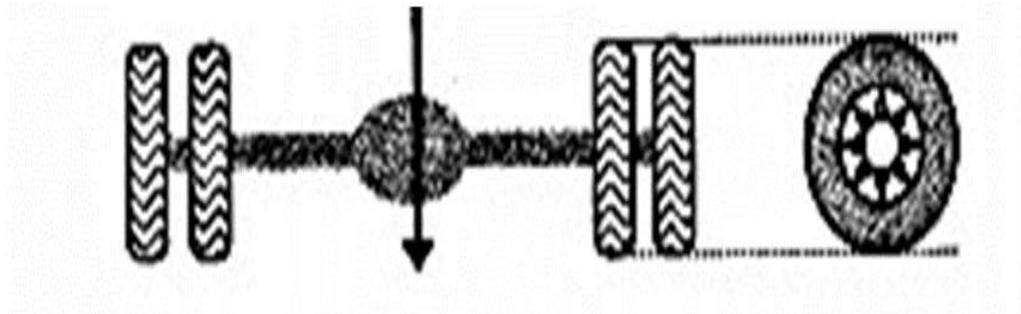
2.5 Angka Ekuivalen Beban Sumbu

Jenis kendaraan yang memakai jalan baraneka ragam, bervariasi baik dari segi ukuran, berat total, konfigurasi, beban sumbu, daya dan sebagainya. Oleh karena itu volume lalu lintas dikelompokkan atas beberapa kelompok, dari masing masing kelompok di wakili oleh satu jenis kendaraan untuk perencanaan tebal perkerasan dapat di lakukan sebagai berikut:

1. Mobil penumpang, termasuk di dalam nya semua kendaraan dengan berat total 2 ton.
2. Bus
3. Truk 2 as
4. Truk 3 as
5. Truk 5 as
6. Semi *trailer*

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang di limpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarnya beban yang di limpahkan tersebut tergantung pada berat kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kotak antara roda dan perkerasan, kecepatan kendaraan dan sebagainya. Dengan demikian efek pada masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidaklah sama. Oleh karena itu diperlukan adanya beban standar sehingga semua beban lainnya dapat di sertakan ke beban standar tersebut yang merupakan beban sumbu tunggal roda ganda seberat 18.000 lbs (8,16 ton). Semua beban kendaraan lain dengan beban sumbu yang berbeda di ekuivalenkan ke beban sumbu standar dengan menggunakan “angka ekuivalen beban sumbu (E)”. Angka ekuivalen pada kendaraan adalah angka yang menunjukkan jumlah pada lintasan dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton akan dapat menyelesaikan kerusakan yang sama atau penurunan indeks

permukaan yang sama bila kendaraan tersebut lewat satu kali.



Gambar 2.2 : Sumbu Standar 18.000 lbs/8,16 ton (Saodang H, Et al., 2005)

Secara empiris angka ekivalen dapat ditilis, sebagai berikut:

$$E = \left(\frac{\text{beban sumbu (kg)}}{8160} \right)^x \quad (2.1)$$

Dimana X merupakan konstanta yang besarnya dipengaruhi oleh:

1. Fungsi jalan, kendaraan yang bergerak pada jalan yang menghubungkan dua kota berkecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan kendaraan yang bergerak di dalam kota. Di dalam kota ditempat tempat yang banyak di temukan persimpangan, kendaraan bergerak dengan kecepatan lebih rendah dan sering kali berhenti.
2. Kecepatan kendaraan, kendaraan sejenis akan menghasilkan kerusakan yang berbeda jika kendaraan tersebut bergerak dengan kecepatan yang berbeda pula. Kendaraan yang bergerak dengan kecepatan rendah akan mempunyai efek lebih cepat merusak jalan.
3. Bidang kontak antara ban dengan perkerasan jalan. Luas bidang kontak ditentukan oleh tekanan ban.
4. Kelandaian, kendaraan yang berjalan di jalan mendaki mempunyai efek yang berbeda di bandingkan dengan kendaraan yang bergerak di jalan datar.
5. Ketebalan lapisan perkerasan, kerusakan yang di timbulkan oleh kendaraan pada lapisan perkerasan dengan nilai structural lebih tinggi akan lebih kecil di bandingkan dengan kerusakan yang terjadi pada lapisan perkerasan dengan structural lebih rendah.
6. Beban sumbu, kendaraan dengan beban sumbu yang lebih besar akan mempunyai angka ekivalen lebih besar dan pada kendaraan pada beban sumbu

yang lebih kecil. Bina Marga memberi rumus sebagai berikut:

$$E \text{ sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{beban sumbu (kg)}}{8160} \right)^4 \quad (2.2)$$

$$E \text{ sumbu ganda} = \left(\frac{\text{beban sumbu (kg)}}{8160} \right)^x \times 0,086 \quad (2.3)$$

Keterangan:

Beban sumbu tunggal / ganda = Beban sumbu pada setiap kendaraan

Angka = Berat sumbu pada kendaraan

E sumbu tunggal / ganda = Angka ekivalen beban sumbu

2.6 Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (ESAL)

Equivalen single axle load (ESAL) adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang di timbulkan oleh suatu lintas beban sumbu tunggal/ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang di timbulkan oleh suatu lintasan beban standar. *Equivalen single axle load* merupakan nilai faktor daya perusak dan di hitung berdasarkan proporsi beban masing-masing konfigurasi sumbu. (Supriyadi, 2021).

Formula daya perusak jalan akibat beban berlebih (overload) dapat di hitung berdasarkan jenis sumbu dengan persamaan berikut:

$$\text{Angka ekivalen STRT} = \left(\frac{P}{5,4} \right)^4 \quad (2.4)$$

$$\text{Angka ekivalen STRG} = \left(\frac{P}{8,16} \right)^4 \quad (2.5)$$

$$\text{Angka ekivalen SDRG} = \left(\frac{P}{13,76} \right)^4 \quad (2.6)$$

$$\text{Angka ekivalen STrRG} = \left(\frac{P}{18,46} \right)^4 \quad (2.7)$$

Dimana:

P = Beban sumbu kendaraan

STRT = Sumbu Tunggal Roda Tunggal

STRG = Sumbu Tunggal Roda Gandar

SDRG = Sumbu Gandar Roda Tungga

STrRG = Sumbu Triple Roda Gandar

2.7 Angka Ekuivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E)

Angka ekuivalen (E) masing masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) di tentukan berdasarkan rumus atau tabel 3.7 Bina Marga (Pd T-05-2005-B) sebagai berikut :

Perhitungan di atas di gunakan untuk mendapatkan nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF), yang akan di gunakan untuk melakukan perbandingan terhadap besarnya daya rusak dari kendaraan yang mengalami beban berlebih.

Tabel 2.7 : Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (E) (Bina Marga Pd-T-05-2005)

Beban Sumbu TON	Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)			
	STRT	STRG	SDRG	STrRG
1	0,00118	0,00023	0,00003	0,00001
2	0,01882	0,00361	0,00045	0,00014
3	0,09526	0,01827	0,00226	0,0007
4	0,30107	0,05774	0,00714	0,00221
5	0,73503	0,14097	0,01743	0,00539
6	1,52416	0,29231	0,03615	0,01118
7	2,82369	0,54154	0,06698	0,02072
8	4,81709	0,92385	0,11426	0,03535
9	7,71605	1,47982	0,18302	0,05662
10	11,76048	2,25548	0,27895	0,0863
11	17,21852	3,30225	0,40841	0,12635
12	24,38653	4,67697	0,57834	0,17895
13	33,5891	6,44188	0,79671	0,24628
14	45,17905	8,66466	1,07161	0,33153
15	59,53742	11,41838	1,41218	0,4369
16	77,07347	14,78153	1,82813	0,56558
17	98,22469	18,83801	2,32982	0,72079
18	123,45679	23,67715	2,9283	0,90595
19	153,26372	29,39367	3,6353	1,12468
20	188,16764	36,08771	4,4632	1,38081

2.8 Perkerasan Jalan

Perkerasan (*pavement*) adalah lapis tambahan yang diberikan di atas tanah dasar (*subgrade*) dengan tujuan untuk memperkuat daya dukung pada tanah dasar terhadap beban kendaraan, sedangkan perkerasan jalan adalah perkerasan yang digunakan untuk konstruksi jalan atau untuk melayani lalu lintas darat. Secara umum terdapat tiga jenis konstruksi perkerasan jalan, yang dapat dibedakan menurut bahan pengikatnya, yaitu: Perkerasan jalan aspal, perkerasan Jalan semen atau beton dan perkerasan komposit.

1. Perkerasan Jalan Aspal

Perkerasan jalan aspal adalah perkerasan jalan yang permukaan bagian atasnya menggunakan bahan campuran agregat dan aspal. Struktur pada perkerasan jalan aspal memiliki sifat relatif lentur karna aspal dapat melunak bila suhu meningkat atau dibebani secara terus menerus. Oleh karna itu perkerasan jalan aspal dapat juga disebut sebagai perkerasan lentur.

2. Perkerasan Jalan Beton Atau Semen

Perkerasan jalan beton atau semen adalah perkerasan yang permukaan bagian atasnya menggunakan bahan campuran agregat dan semen yang dibentuk menjadi pelat-pelat. Struktur pada perkerasan jalan benton aspal memiliki sifat relatif kaku di karenakan adanya ikatan kimia antara agregat dan semen serta dapat menghasilkan struktur komposit yang keras dan kuat. Oleh karna itu perkerasan jalan beton dapat juga disebut sebagai perkerasan kaku.

3. Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit adalah perkerasan jalan yang menggabungkan antara konstruksi perkerasan lentur dan perkerasan kaku, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku ataupun perkerasan kaku di atas permukaan lentur. Perkerasan jenis ini terdiri dari pelat beton yang berfungsi struktural dan lapis tipis campuran beraspal yang berfungsi non struktural. Dengan demikian pada perkerasan komposit, pelat beton yang mendukung beban lalu lintas sedangkan lapis tipis campuran beraspal menyediakan kekesatan dan kerataan terhadap permukaan jalan. Jenis perkerasan komposit pada umumnya diterapkan pada perkerasan bandara atau jalan raya yang permintaan lalu lintasnya tinggi serta tuntutan persyaratan kinerjanya tinggi. Beberapa perbedaan pada konstruksi

perkerasan lentur dan perkerasan kaku, yang dapat dilihat pada tabel 3.8.

Tabel 2.8 : Perbedaan Antara Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku (Anonymous)

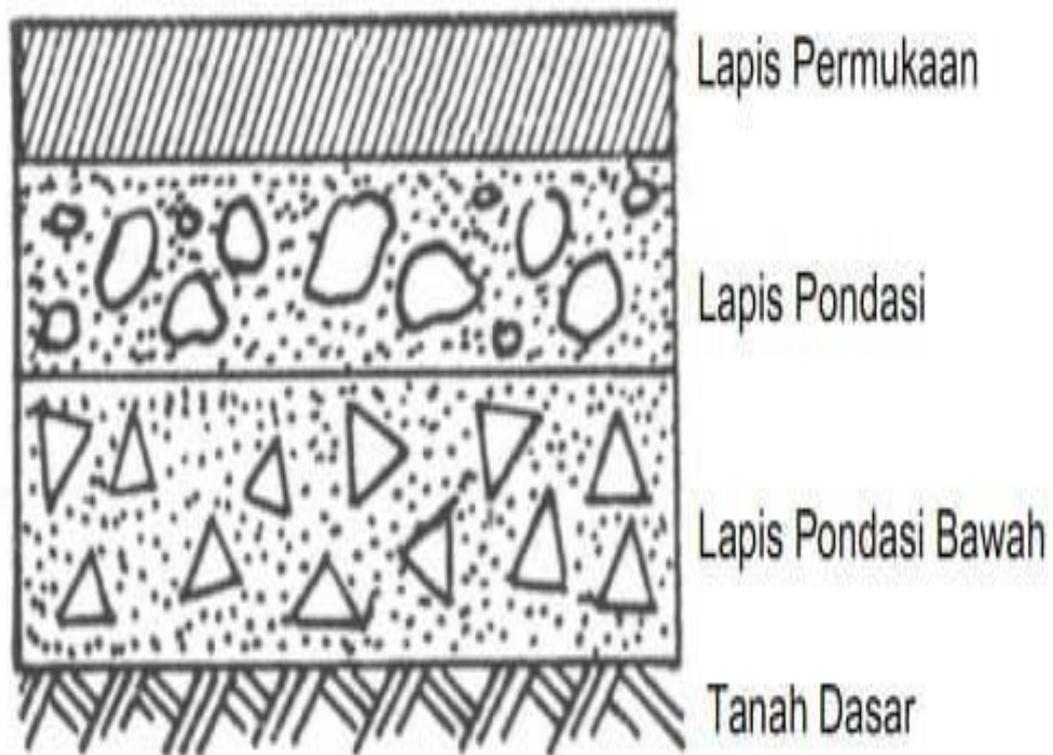
Uraian	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
Bahan Pengikat	Aspal	Semen
Sifat	Dapat melentur jika dibebani Meredam getaran	Tidak melentur jika dibebani Tidak meredam getaran
Penggunaan	beban ringan	beban berat
Biaya pelaksanaan	Murah	Mahal
Usia	20 tahun (dengan pemeliharaan rutin)	40 tahun (tanpa pemeliharaan rutin)
Perbaikan	Mudah Perbaikan setempat	Sulit Perbaikan menyeluruh

2.9 Perkerasan Lentur

Pada umumnya perkerasan lentur baik di gunakan untuk melayani jalan beban lalu lintasnya ringan sampai dengan sedang, seperti jalan perkotaan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap. Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya.

2.9.1 Lapisan Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan jalan lentur juga dibuat secara belapis yang terdiri dari elemen perkerasan: lapisan pondasi bawah (*sub base course*) - lapisan pondasi atas (*base course*) - lapisan permukaan (*surface course*) yang di hampar pada tanah dasar (*subgrade*). Masing - masing pada elemen lapisan di atas termasuk tanah dasar secara bersama - sama memikul beban lalu - lintas. Tebal struktur pada perkerasan di buat sedemikian rupa sampai batas kemampuan tanah dasar memikul beban lalu - lintas atau dapat dikatakan tebal struktur perkerasan sangat tergantung pada kondisi atau daya dukung tanah dasar. (Saodang, 2005).



Gambar 2.3 : Struktur Lapis Perkerasan Lentur (Bina Marga Pt-T-01-2002-B)

2.9.2 Lapisan Pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah (*subbase*) adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis tanah dasar dan lapis pondasi "atas" (*base*), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang meneruskan beban di atasnya, dan selanjutnya menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis tanah dasar. Lapisan pondasi bawah dibuat diatas tanah dasar yang berfungsi menurut Saodang, 2005.

1. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan
2. Menjaga efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
3. Untuk mencegah tanah dasar masuk kedalam lapis pondasi.
4. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat-

alat berat atau karena kondisi pada lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca. Lapisan ini harus cukup stabil dan mempunyai CBR sama atau lebih besar dari 20 % dan indeks Plastis (PI) sama atau lebih kecil dari 10 %.

2.9.3 Lapisan Pondasi Atas

Lapis pondasi atas adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi "bawah" (*subbase*), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang mendukung lapis permukaan dan beban-beban roda yang bekerja di atasnya dan menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis pondasi bawah, kemudian ke lapis tanah dasar. Lapisan pondasi atas dibuat diatas lapis pondasi bawah yang berfungsi menurut Saodang, 2005.

1. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda.
2. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.
3. Meneruskan limpahan gaya lalu lintas ke lapis pondasi bawah.

Bahan untuk lapis pondasi atas umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban roda, Untuk lapis pondasi tanpa bahan pengikat

1. Batu pecah kelas B
2. Batu pecah kelas C

Agregat kelas A mempunyai gradasi lebih kasar dari kelas B dan kelas B memiliki gradasi lebih kasar dibanding kelas C.

1. Pondasi macadam
2. Pondasi telfond
3. Penetrasi macadam (lapen)
4. Aspal beton pondasi (*Asphalt Concrete Base atau Asphalt Treated Base*)
5. Stabilitas yang terdiri dari :
 - a) Stabilitas agregat dengan semen (*Cement Treated Base*)
 - b) Stabilitas agregat dengan kapur (*Lime Treated Base*)
 - c) Stabilitas agregat dengan aspal (*Asphalt Treated Base*)

Umumnya menggunakan meterial berbutir dengan CBR lebih besar dari 50 % dan indeks plastis lebih kecil dari 4 %. Serta dapat di gunakan sebagai bahan

lapis pondasi atas, seperti : batu pecah, kerikil pecah, dan stabilitas dengan semen atau kapur.

Jenis lapisan pondasi yang umum di pergunakan di Indonesia menurut Sukiman,1999.

1. Salah satu agregat bergadasi, yaitu :
 - a) Batu pecah kelas A

2.9.4 Lapisan Permukaan

Lapisan yang terletak paling atas yang langsung bergesekan dengan roda kendaraan. Fungsi lapisan permukaan menurut Saodang, 2005.

1. Sebagai bahan beban perkerasan untuk menahan roda.
2. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan untuk melindungi dari kerusakan akibat cuaca.
3. Sebagai lapisan aus (*wearing course*)

Bahan lapisan permukaan umumnya adalah campuran bahan agregat dan aspal, dengan syarat bahan yang memenuhi standar. Penggunaan bahan aspal diperlukan sebagai bahan pengikat agregat agar lapisan dapat bersifat kedap air dan disamping itu bahan aspal dapat memberikan tegangan tarik yang berarti juga mempertinggi daya dukung terhadap beban roda lalu lintas. Jenis lapisan permukaan yang umum digunakan di indonesia menurut Sukirman, 1999.

1. Lapisan yang bersifat nonstruktural yang berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air.
2. Lapisan yang bersifat struktural yang bersifat sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda.

2.9.5 Lapisan Tanah Dasar

Lapisan tanah yang tebalnya 50-100 cm yang letaknya berada dibawah lapisan pondasi bawah dinamakan lapisan tanah dasar. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat - sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar menurut Saodang, 2005.

1. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban.
2. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
3. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya atau akibat pelaksanaan.
4. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu - lintas dari macam tanah tertentu.
5. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu - lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

Tidak semua jenis tanah dapat digunakan sebagai tanah dasar pendukung badan jalan secara baik, karena harus dipertimbangkan beberapa sifat yang penting untuk kepentingan struktur jalan menurut Saodang, 2005.

1. Daya dukung dan kestabilan tanah yang cukup
2. Komposisi dan gradasi butiran tanah
3. Sifat kembang susut (*swelling*) tanah
4. Kemudahan untuk dipadatkan
5. Kemudahan meluluskan air (*drainase*)
6. Plastisitas dad tanah
7. Sifat *ekspansive* tanah dan lain lain.

Pemilihan jenis tanah yang dapat dijadikan tanah dasar melalui penyelidikan tanah menjadi penting karena tanah dasar sangat menentukan tebal lapis perkerasan di atasnya.

2.10 Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur

Jenis – jenis kerusakan perkerasan lentur umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut : (Hardiyatmo, 2007)

1. Retak
2. Deformasi

3. Kerusakan Tekstur Permukaan

2.10.1 Retak (*Cracking*)

Retak adalah terjadinya patahan pada permukaan perkerasan dalam konteks identifikasi kerusakan. Mekanisme retak di bagi dalam dua fase, yaitu awal terjadinya dan perkembangannya, awal terjadinya retak merupakan waktu kejadian yang diskrit, dimana untuk keperluan pembuatan model, didefinisikan sebagai saat munculnya retak pada permukaan dengan jumlah 0,5% km (HDM IV,1995). Pada fase berikutnya retak meluas secara cepat pada permukaan dan bukaan retak bertambah lebar (Wiyono, 2009).

Retak ini terjadi pada lapisan permukaan jalan, dapat di bedakan sebagai berikut :

1. Retak Halus (*hair cracking*) memiliki lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm. penyebab terjadinya retak halus adalah karena kurangnya bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan dibawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus dapat meresapkan air kedalam lapis permukaan (Sukirman, 1999).
2. Retak kulit buaya (*alligator crack*) adalah retak yang berbentuk jaringan dari bidang bersegi banyak (polygon) kecil yang menyerupai kulit buaya, dengan lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm, retak buaya disebabkan oleh kelelahan akibat beban lalu lintas berulang-ulang (Hardiyatno, 2007)
3. Retak melintang adalah retakan tunggal (tidak bersambung satu sama lain) yang melintang perkerasan, retak Ketika temperature atau lalu lintas menimbulkan tegangan atau rengangan yang melampaui kuat tarik atau kelelahan dari campuran aspal padat (Hardiyatno, 2007)
4. Retak selip (*slippage cracks*) retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit yang diakibatkan oleh gaya horizontal yang berasal dari kendaraan. Retak ini disebabkan oleh kurang baiknya antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya, sehingga terjadi penggelinciran (Hardiyatno, 2007)
5. Retak pinggir (*Edge Cracking*) retak pinggir terjadi sejajar dengan pinggir perkerasan atau berjarak 0,3 sampai 0,6 m dari pinggir. Penyebab kerusakan retak pinggir dikarenakan kurangnya dukungan dari arah lateral (dari bahu

jalan), drainase yang kurang baik, atau kembang susut tanah di sekitarnya (Hardiyatno, 2007).

2.10.2 Deformasi

Deformasi adalah perubahan permukaan jalan dari profil aslinya (sesudah pembangunan). Deformasi merupakan kerusakan penting dari kondisi perkerasan, karena mempengaruhi kualitas kenyamanan lalu lintas (kekerasan, genangan air yang mengurangi kekerasan permukaan) dan dapat mencerminkan kerusakan struktur perkerasan. Mengacu kepada Austroads (1987) dan Sahim (1994) beberapa tipe Deformasi perkerasan lentur, sebagai berikut: (Hardiyatmo, 2007)

1. Alur adalah permanen Deformasi pada lapis perkerasan akibat lalu lintas yang berbentuk jejak roda secara terus menerus yang akhirnya berbentuk alur (Paterson, 1987). Alur akan timbul karena kelemahan material, halus permukaan atau struktur yang tidak kuat (Wiyono, 2009).
2. Keriting (*corrugation*) Keriting atau bergelombang merupakan kerusakan yang diakibatkan oleh Deformasi plastis yang menghasilkan gelombang-gelombang melintang atau tegak lurus ke arah perkerasan aspal. Gelombang terjadi pada jarak yang relative teratur dengan Panjang kerusakan < 3 m disepanjang perkerasan. Keriting dapat terjadi pada titik-titik yang banyak mengalami tegangan horizontal yang tinggi, dimana lalu lintas mulai bergerak dan berhenti. Kerusakan ini dapat terjadi akibat aksi lalu lintas yang disertai dengan permukaan perkerasan atau lapis pondasi yang tidak stabil. Permukaan perkerasan yang tidak stabil disebabkan karena campuran lapisan aspal yang buruk, misalnya akibat terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyaknya agregat halus, agregat berbentuk bulat dan licin, atau yang terlalu lunaknya semen aspal. Kadar air dalam lapisan pondasi granular (*granular base*) terlalu tinggi, sehingga tidak stabil (Hardiyatmo, 2007)
3. Sungkur (*shoving*) adalah perpindahan secara lokal dan memanjang dari permukaan perkerasan yang disebabkan oleh beberapa lalu lintas. Ketika lalu lintas mendorong perkerasan, maka mendadak timbul gelombang pendek dipermukaannya. Sungkur biasanya terjadi pada perkerasan aspal yang berbatasan dengan perkerasan beton Semen Portland (PCC). Perkerasan

bertambah Panjang karena kenaikan suhu lalu menekan perkerasan aspal, sehingga terjadi sungkur (Hardiyatmo, 2007)

4. Amblas (*grade deperessions*) terjadi setempat dengan atau tanpa retak. Amblas bisa terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air tergenang ini bisa meresap kedalam lapirsan perkerasan sehingga menimbulkan lubang. Penyebab amblas adalah beban kendaraan yang melebihi dengan apa yang direncanakan serta pelaksanaan yang kurang baik dan penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami settlement (Sukirman, 1999)

2.10.3 Kerusakan Tekstur Permukaan

Kerusakan Tekstur Permukaan merupakan kehilangan material perkerasan secara berangsur-angsur dari lapisan permukaan kearah bawah (Hardiyatmo, 2007).

1. Lubang terjadi akibat dari pada disintegrasi dan serta hilangnya bahan pada lapis permukaan dan selanjutnya pada lapis pondasi. (Paterson, 1987), lubang adalah rongga permukaan jalan dengan diameter rata-rata lebih besar atau sama dengan 150 mm dan kedalaman rata-rata lebih besar atau sama dengan 25 mm (dengan tujuan untuk membedakan lubang atau pelepasan butir). Penyebab terjadinya lubang diakibatkan karena pelepasan butir sehingga membuka lapisan pondasi atau sebagai akibat retak lebar yang disertai dengan gumpal atau retak yang memiliki intensitas sedemikian rupa sehingga bahan mudah lepas. Lekatan antara lapis permukaan dengan lapis dibawahnya dan sifat pada lapis pondasi sangat mempengaruhi mulai terjadinya, bentuk dan ukuran lobang (Wiyono, 2009).
2. Pelepasan butir (*raveling*). Lepasnya butir-butir agregat permukaan dari campuran agregat aspal (Bennet, 1995). Kejadian pelepasan butir menunjukkan perilaku yang berbeda dari setiap daerah dan negara tergantung metode dalam pelaksanaan kontruksinya. Pelepasan butir adalah kerusakan yang umumnya disebabkan oleh pelaksanaan yang jelek, dan akibat selaput aspal yang tipis (pada laburan aspal / surfacetreatment, jarang terlihat pada perkerasan aspal dengan campuran panas mutu tinggi. (Wiyono 2009).

3. Pengelupasan lapisan permukaan (*stripping*) merupakan suatu kondisi hilangnya agregat kasar dari bahan penutup yang disemprotkan, yang menyebabkan bahan pengikat dalam kontak langsung dengan ban. Pada saat musim panas, aspal dapat tercabut dan melekat pada ban kendaraan. Pengelupasan lapisan disebabkan kandungan pengikat terlalu sedikit, pengikat tidak mengikat batuan dengan baik, atau pencampuran pengikat kurang baik (Hardyatmo, 2007).
4. Kegemukan merupakan hasil dari aspal pengikat yang berlebihan, yang bermigrasi keatas permukaan perkerasan. Kelebihan kadar aspal atau terlalu rendahnya kadar udara dalam campuran, dapat mengakibatkan kegemukan. Kegemukan juga dapat menyebabkan tenggelamnya agregat parsial maupun keseluruhan kedalam pengikat aspal yang menyebabkan berkurangnya kontak antara ban kendaraan dan batuan. Kerusakan ini menyebabkan permukaan jalan menjadi licin. Pada temperatur tinggi aspal menjadi lunak dan akan menimbulkan jejak roda. Penyebab dari kerusakan ini menurut Hardiyatmo, 2007.
 - a. Yang tinggi pada campuran aspal
 - b. Kadar dalam udara dalam campuran aspal terlalu rendah.
 - c. Pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan *frame coat* atau *pack coat*
 - d. Pada tambalan, terlalu banyaknya aspal dibawah permukaan tambalan.
 - e. Agregat terpenetrasi kedalam lapis pondasi sehingga lapis pondasi menjadi lemah.

2.11 Tingkat Kerusakan Jalan

Indikator jenis kerusakan dapat ditunjukkan dari tingkat kerusakan (*distress severrity*), dengan kategori yang digunakan adalah rendah (R), sedang (S), dan tinggi (T). dari masing masing kerusakan dapat meliputi beberapa kategori kerusakan seperti, kecil, menengah, dan besar, dapat dilihat pada table 3.10 (Hardiyatmo, 2007).

Tabel 2.9 : Tingkat Kerusakan Perkerasan Lentur (Hardiyatmo.H.C, 2007 Pemeliharaan Jalan Raya)

Jenis Kerusakan	Level Kerusakan	Identifikasi Kerusakan
Retak Buaya	Rendah	Halus, retak yang membentuk garis halus memanjang sejajar satu dengan yang lain, dengan atau tanpa berhubungan satu sama lain. Retakan tidak mengalami gompal
	Sedang	Retak kulit buaya ringan terus berkembang kedalam pola atau jaringan retakan yang diikuti gompal ringan
	Tinggi	Jaringan dan pola retak telah berlanjut, sehingga pecahan-pecahan dapat diketahui dengan mudah, dan terjadi gompal dipinggir. Beberapa pecahan mengalami rocking akibat lalu lintas
Retak Pinggir	Rendah	Retak sedikit sampai sedang dengan tanpa pecahan atau butiran lepas
	Sedang	Retak sedang dengan beberapa pecahan dan butiran lepas
	Tinggi	Banyak pecahan atau butiran lepas di sepanjang tepi perkerasan
Kegemukan	Rendah	Kegemukan terjadi hanya pada derajat rendah, dan nampak hanya beberapa hari dalam setahun. Aspal tidak melekat pada sepatu atau roda kendaraan
	Sedang	Kegemukan telah mengakibatkan aspal melekat pada sepatu atau roda kendaraan, paling tidak beberapa minggu dalam setahun

Tabel 2.10 : Lanjutan (Hardiyatmo.H.C, 2007 Pemeliharaan Jalan Raya)

	Tinggi	Kegemukan telah begitu nyata dan banyak aspal melekat pada sepatu dan roda kendaraan, paling tidak lebih dari beberapa minggu dalam setahun
Keriting	Rendah	Lembah dan bukit gelombang yang kecil
	Sedang	Gelombang dengan lembah gelombang yang agak Dalam
	Tinggi	Cekungan dengan lembah yang agak dalam disertai dengan retakan dan celah yang agak lebar
Amblas	Rendah	Kedalaman maksimum ambles $\frac{1}{2}$ - 1 in.(13 – 25 mm)
	Sedang	Kedalaman maksimum ambles 1 – 2 in. (25 – 51mm)
	Tinggi	Kedalaman ambles > 2 in. (51 mm)
Shoving (jembul)	Rendah	Menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan Kendaraan
	Sedang	Menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan.
	Tinggi	Menyebabkan gangguan besar pada kenyamanan Berkendara
Alur	Rendah	Kedalaman alur rata-rata $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ in. (6 – 13 mm)
	Sedang	Kedalaman alur rata-rata $\frac{1}{2}$ - 1 in. (13 – 25,5 mm)
	Tinggi	Kedalaman alur rata-rata 1 in. (25,4 mm)
Pelepasan Butir	Rendah	Pelepasan butiran yang ditandai lapisan kelihatan Agregat
	Sedang	Pelepasan agregat dengan butiran-butiran yang Lepas
	Tinggi	Pelepasan butiran dengan ditandai dengan agregat lepas dengan membentuk lubang-lubang kecil

2.12 Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih

Secara umum berlebih merupakan suatu kondisi beban gandar kendaraan yang melebihi beban standart yang digunakan pada asumsi desain pengerasan jalan atau lintasan operasional sebelum umur tercapai, yang biasanya disebut dengan perkerasan dini. Kendaraan yang mengangkut beban berlebih dengan ketentuan yang telah ditetapkan secara signifikan akan mengakibatkan daya rusak (*damage factor*) yang mengakibatkan kerusakan pada structural jalan. Pengaruh daya rusak masing-masing kendaraan berbeda tergantung dari jenis dan besarnya kendaraan tersebut. Semakin besar beban atau muatan suatu kendaraan yang dipikul perkerasan jalan, maka perkerasan jalan akan cepat rusak.

1. Muatan berlebih dapat dihitung dengan nilai total factor truk (*truck Factor*). Truk factor adalah nilai total *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) yang digunakan untuk mengetahui apakah jalan tersebut mengalami beban over load atau tidak. Apabila hasil perhitungan yang didapat dari nilai truk factor lebih besar dari 1, maka jalan tersebut mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh beban berlebih. Perhitungan truk factor dapat menggunakan persamaan rumus berikut (Wiyono, 2009)

$$TF = \frac{ESAL}{N} \quad (2.4)$$

Dimana :

TF = *Truck Factor*

ESAL = Nilai Total ESAL

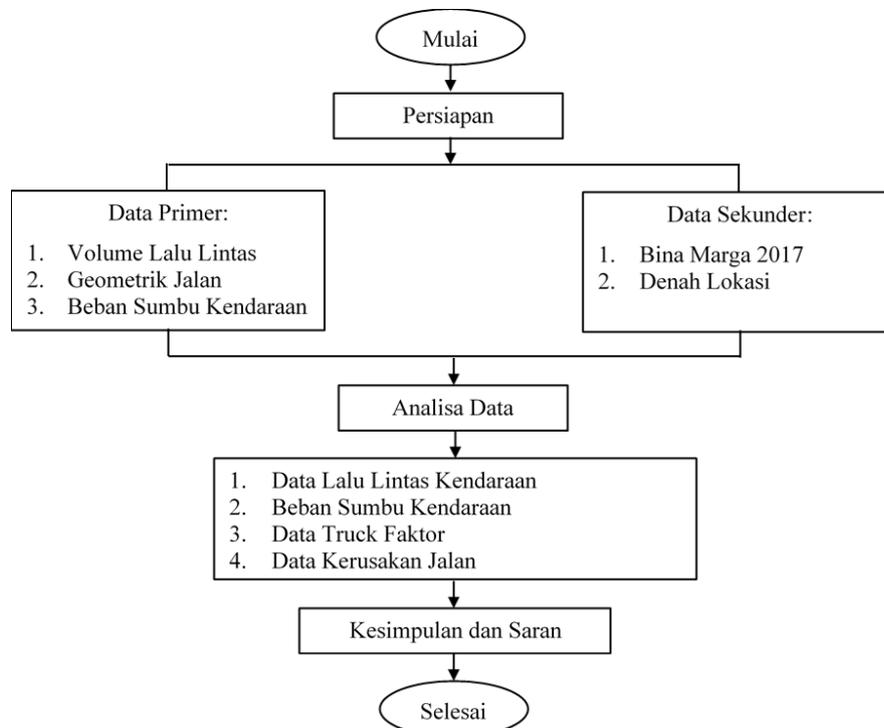
N = Jumlah Harian Lalu Lintas Rata – Rata Truk

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Rencana Kegiatan Penelitian

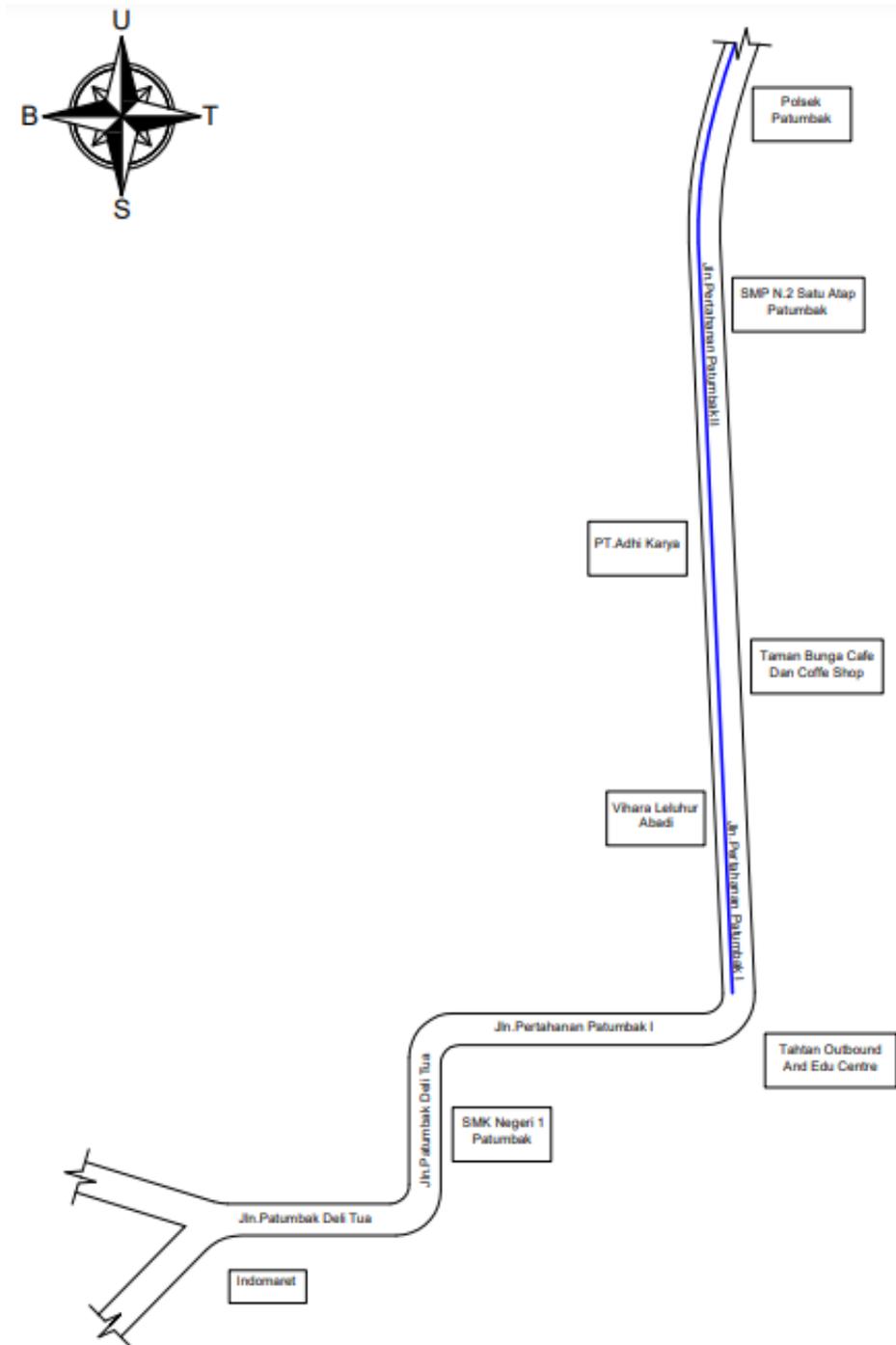
Dalam melakukan kegiatan penelitian di perlukan kerangka kerja yang berisi skema penelitian dari awal sampai dengan diperolehnya suatu kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan. Kerangka kerja penelitian dibuat dalam diagram alur penelitian sebagaimana Gambar 3.1.



Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Dalam Penelitian ini lokasi yang akan dijadikan sebagai bahan penelitian oleh peneliti adalah jalan Pertahanan Patumbak I sampai jalan Pertahanan Patumbak II Kecamatan Patumbak, jalan ini mempunyai panjang fungsional 4 km dengan panjang efektif penanganan pekerjaan adalah 3 km. Denah pada lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.2 : Lokasi Penelitian

3.3 Metode Penelitian

Metode merupakan salah satu cara atau prosedur yang di gunakan dalam melakukan penelitian dan memecahkan suatu masalah dengan cara mempelajari, mengumpulkan data, dan menganalisa data yang telah di dapat. Penelitian suatu kasus perlu adanya metode yang berguna sebagai dasar acuan untuk studi pustaka

maupun mengumpulkan data yang di perlukan. Metode yang dalam penelitian ini adalah metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi 2017. Data yang di perlukan dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan pada penulis dalam penelitian ini adalah data primer dengan melakukan observasi lapangan dan data skunder yaitu data yang diperoleh dari modul Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi 2017, penelitian terdahulu, instansi Pemerintahan dan internet. Tahap pengumpulan data merupakan kegiatan pelaksanaan survei dan pengumpulan data yang berkaitan dengan kebutuhan data untuk dianalisis dalam penelitian ini.

3.5 Persiapan Langkah – Langkah Survei

Langkah-Langkah survei merupakan suatu bentuk kegiatan perencanaan yang dilakukan secara bertahap dalam pelaksanaan pengambilan data lapangan yang dibutuhkan sebelum melakukan penelitian. Langkah-langkah ini bertujuan untuk mempermudah dalam melaksanakan survei adapun beberapa langkah-langkah tersebut sebagai berikut :

1. Menentukan titik lokasi survei dalam hal ini peneliti menentukan titik untuk mengetahui lokasi dan batas yang akan disurvei pada jalan tersebut.
2. Menentukan karakteristik kendaraan yang akan disurvei dalam hal ini peneliti juga menentukan jenis atau tipe serta konfigurasi ada pada kendaraan yang akan disurvei.
3. Mencari tenaga suplayer yang mengetahui karakteristik suatu kendaraan agar lebih membantu dalam melakukukan survei lalu lintas.
4. Mempersiapkan alat-alat survei.
5. Pelaksanaan survei

3.6 Alat Pendukung Survei

Pelaksanaan penelitian memerlukan beberapa alat yang digunakan dalam survey, seperti :

1. Form survey untuk mengisi kendaraan yang melintas pada saat survey
2. Alat tulis untuk mencatat hasil survey
3. Jam untuk mengetahui pertukaran waktu selama survey
4. Kamera untuk dokumentasi pada kegiatan survey
5. Meteran berguna untuk mengetahui panjang lokasi yang akan diteliti lebar serta kerusakan yang ada pada jalan yang di survey

3.7 Tahapan Analisis Data

Dalam penelitian Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) di jalan Pertahanan Patumbak Kecamatan Patumbak dengan kajian analisa :

1. Analisa Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR)
 - a. Perhitungan jumlah kendaraan serta menentukan jenis dan golongan pada kendaraan
 - b. Perhitungan total kendaraan per hari (Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jum'at, Sabtu, Minggu)
2. Analisa Berat Total Pada Kendaraan
 - a. Perhitungan berat kosong dan muatan kendaraan
3. Analisa Persentase Pertumbuhan Lalu Lintas
 - a. Perhitungan penentuan persentase pada pertumbuhan lalu lintas
4. Analisa Menghitung VDF
 - a. Perhitungan nilai ESA
5. Analisa Nilai ESAL Kendaraan
 - a. Perhitungan pembagian beban sumbu tiap kendaraan
6. Analisa Geometrik Jalan

3.8 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian adalah proses mempelajari, memahami, menganalisis serta memecahkan masalah berdasarkan data serta fenomena yang ada dan juga merupakan rangkaian proses yang panjang dan terkait secara sistematis. Adapun langkah yang harus diperhatikan antara lain:

1. Persiapan: Untuk memulai penelitian harus melakukan persiapan pengumpulan

data seperti alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian (formulir survei, alat tulis, jam, kamera, meteran).

2. Pengumpulan Data: Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data-data primer. Penelitian ini dilakukan selama 7 hari yaitu pada hari senin, selasa, rabu, kamis, jumat, sabtu dan minggu. Pengumpulan data sekunder didapat dari Penelitian Sebelumnya, Internet dan Bina Marga Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi 2017.
3. Analisa Data: Analisa data pada penelitian ini apabila data-data yang diperlukan sudah lengkap maka dapat dilakukan perhitungan lalu lintas harian serta beban sumbu pada kendaraan dengan metode Bina Marga. Analisa data juga dapat diartikan sebagai upaya dalam pengolahan data baku menjadi satu informasi, sehingga dapat dengan mudah dipahami dan dipelajari.
4. Hasil dan Pembahasan: Dari hasil analisa perhitungan didapat volume kendaraan perminggu, angka ekivalen kendaraan dan pengaruh beban sumbu terhadap tingkat kerusakan jalan tersebut.
5. Kesimpulan: Kesimpulan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah lalu lintas harian rata-rata serta pengaruh beban sumbu berlebih terhadap tingkat kerusakan pada jalan tersebut.
6. Secara keseluruhan proses pada kegiatan penelitian ini dapat Digambarkan pada diagram alir penelitian seperti Gambar 3.1 diatas.

3.9 Data Geometrik Jalan

Data geometrik pada jalan Pertahanan Patumbak, Kecamatan Patumbak, Kabupateb Deli Serdang dapat di lihat pada Tabel 3.1. Data tersebut di dapatkan berdasarkan hasil dari survei lalu lintas yang dilakukan pada daerah studi sesuai dengan keadaan real di lapangan.

Tabel 3.1 : Data geometrik Jalan

Arah Jalan	Panjang Jalan	Lebar Jalan	Lebar Bahu Jalan
Patumbak 1 – Patumbak 2	3 km	3 m	1 m
Patumbak 2 – Patumbak 1	3 km	3 m	1 m

3.10 Data Volume Lalu Lintas

Data lalu lintas yang diambil adalah data volume lalu lintas selama 7 hari. Pemilihan waktu survei yang pantas tergantung dari tujuan survei. Untuk menggambarkan kondisi lalu lintas pada jam puncak, maka survei dilakukan pada jam-jam sibuk seperti pagi hari mulai pukul 07.30 s/d 10.30 wib, pada siang hari dilakukan pada pukul 11.30 s/d 14.30 wib, dan pada sore hari dilakukan pada pukul 15.30 s/d 18.30. Survei tidak dilakukan pada saat kejadian lalu lintas yang tidak biasanya, seperti saat terjadinya kecelakaan lalu lintas, perbaikan jalan dan bencana alam.

Survei lalu lintas manual dilakukan dengan menghitung setiap kendaraan yang melewati pos-pos survei yang telah ditentukan dan dicatat dalam formulir yang telah disiapkan. Adapun pengambilan data ini dilaksanakan selama 7 hari senin sampai minggu.

Tabel 3.2 : Data Lalu Lintas Senin 07 Agustus 2023

tipe kendaraan		Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 1- Patumbak 2)	Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 2- Patumbak 1)	Rata-rata Kendaraan perhari / 2 arah
kendaraan ringan				
1	sepeda motor, sekuter, dan roda 3	502	458	960
2	sedan, jeep	230	157	387
3	oplet, pickup, suburban	136	272	408
4	pickup, micro truk, mobil hantaran	83	110	193
kendaraan berat				
5a	bus kecil	6	5	11
5b	bus besar	9	10	19
6a	truk 2 sumbu (4 Roda)	13	16	29
6b	truk 2 sumbu (6 Roda)	85	100	185
7a	truk 3 sumbu	8	32	40
7b	truk gandeng	7	5	12
7c	truk semi trailer	7	2	9
8	kendaraan tak bermotor	15	8	23
jumlah kendaraan ringan		951	997	1948
jumlah kendaraan berat		135	170	305

Tabel 3.3 : Data Lalu Lintas Selasa 08 Agustus 2023

tipe kendaraan		Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 1- Patumbak 2)	Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 2- Patumbak 1)	Rata-rata Kendaraan perhari / 2 arah
kendaraan ringan				
1	sepeda motor, sekuter, dan roda 3	407	498	905
2	sedan, jeep	164	105	269
3	oplet, pickup, suburban	100	94	194
4	pickup, micro truk, mobil hantaran	80	76	156
kendaraan berat				
5a	bus kecil	4	3	7
5b	bus besar	2	6	8
6a	truk 2 sumbu (4 Roda)	12	21	33
6b	truk 2 sumbu (6 Roda)	81	83	164
7a	truk 3 sumbu	6	18	24
7b	truk gandeng	5	7	12
7c	truk semi trailer	2	0	2
8	kendaraan tak bermotor	9	6	15
jumlah kendaraan ringan		751	773	1524
jumlah kendaraan berat		112	138	250

Tabel 3.4 : Data Lalu Lintas Rabu 09 Agustus 2023

tipe kendaraan		Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 1- Patumbak 2)	Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 2- Patumbak 1)	Rata-rata Kendaraan perhari / 2 arah
kendaraan ringan				
1	sepeda motor, sekuter, dan roda 3	465	493	958
2	sedan, jeep	136	90	226
3	oplet, pickup, suburban	97	94	191
4	pickup, micro truk, mobil hantaran	75	90	165
kendaraan berat				
5a	bus kecil	5	5	10
5b	bus besar	4	8	12
6a	truk 2 sumbu (4 Roda)	13	19	32
6b	truk 2 sumbu (6 Roda)	86	74	160
7a	truk 3 sumbu	3	15	18
7b	truk gandeng	6	8	14
7c	truk semi trailer	1	5	6
8	kendaraan tak bermotor	6	6	12
jumlah kendaraan ringan		773	767	1540
jumlah kendaraan berat		118	134	252

Tabel 3.5 : Data Lalu Lintas Kamis 10 Agustus 2023

tipe kendaraan		Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah Patumbak 1- Patumbak 2)	Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 2- Patumbak 1)	Rata-rata Kendaraan perhari / 2 arah
kendaraan ringan				
1	sepeda motor, sekuter, dan roda 3	406	479	885
2	sedan, jeep	103	85	188
3	oplet, pickup, suburban	103	108	211
4	pickup, micro truk, mobil hantaran	81	86	167
kendaraan berat				
5a	bus kecil	4	3	7
5b	bus besar	3	6	9
6a	truk 2 sumbu (4 Roda)	15	24	39
6b	truk 2 sumbu (6 Roda)	89	85	174
7a	truk 3 sumbu	5	14	19
7b	truk gandeng	5	7	12
7c	truk semi trailer	2	2	4
8	kendaraan tak bermotor	7	5	12
jumlah kendaraan ringan		693	758	1451
jumlah kendaraan berat		123	141	264

Tabel 3.6 : Data Lalu Lintas Jum'at 11 Agustus 2023

tipe kendaraan		Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 1- Patumbak 2)	Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 2- Patumbak 1)	Rata-rata Kendaraan perhari / 2 arah
kendaraan ringan				
1	sepeda motor, sekuter, dan roda 3	449	371	820
2	sedan, jeep	80	73	153
3	oplet, pickup, suburban	83	114	197
4	pickup, micro truk, mobil hantaran	55	100	155
kendaraan berat				
5a	bus kecil	3	2	5
5b	bus besar	14	3	17
6a	truk 2 sumbu (4 Roda)	9	21	30
6b	truk 2 sumbu (6 Roda)	73	65	138
7a	truk 3 sumbu	113	7	120
7b	truk gandeng	6	5	11
7c	truk semi trailer	4	1	5
8	kendaraan tak bermotor	10	5	15
jumlah kendaraan ringan		667	658	1325
jumlah kendaraan berat		222	104	326

Tabel 3.7 : Data Lalu Lintas Sabtu 12 Agustus 2023

tipe kendaraan		Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 1- Patumbak 2)	Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 2- Patumbak 1)	Rata-rata Kendaraan perhari / 2 arah
kendaraan ringan				
1	sepeda motor, sekuter, dan roda 3	386	411	797
2	sedan, jeep	109	66	175
3	oplet, pickup, suburban	97	86	183
4	pickup, micro truk, mobil hantaran	53	61	114
kendaraan berat				
5a	bus kecil	3	4	7
5b	bus besar	2	3	5
6a	truk 2 sumbu (4 Roda)	14	16	30
6b	truk 2 sumbu (6 Roda)	96	84	180
7a	truk 3 sumbu	11	3	14
7b	truk gandeng	6	6	12
7c	truk semi trailer	4	5	9
8	kendaraan tak bermotor	9	4	13
jumlah kendaraan ringan		645	624	1269
jumlah kendaraan berat		136	121	257

Tabel 3.8 : Data Lalu Lintas Minggu 13 Agustus 2023

tipe kendaraan		Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 1- Patumbak 2)	Rata-rata Kendaraan perhari / 1 arah (Patumbak 2- Patumbak 1)	Rata-rata Kendaraan perhari / 2 arah
kendaraan ringan				
1	sepeda motor, sekuter, dan roda 3	527	338	865
2	sedan, jeep	365	167	532
3	oplet, pickup, suburban	126	72	198
4	pickup, micro truk, mobil hantaran	120	58	178
kendaraan berat				
5a	bus kecil	24	5	29
5b	bus besar	7	5	12
6a	truk 2 sumbu (4 Roda)	13	21	34
6b	truk 2 sumbu (6 Roda)	71	57	128
7a	truk 3 sumbu	9	6	15
7b	truk gandeng	6	7	13
7c	truk semi trailer	3	7	10
8	kendaraan tak bermotor	9	13	22
jumlah kendaraan ringan		1138	635	1773
jumlah kendaraan berat		133	108	241

3.11 Data Beban Kendaraan

Data beban kendaraan atau berat kendaraan di dapat dari hasil penelitian yang di lakukan oleh (Supriyadi, dkk., 2021), data berat kendaraan diperoleh melalui survei di lapangan berupa wawancara supir truk berupa kusioner, dan melihat data kir kendaraan. Sementara (Supriyadi, 2021), Data berat kendaraan didapat dari melihat data kir kendaraan. Dan untuk, (Purwanto, 2021) data beban kendaraan didapat melalui survey uji kelayakan kendaraan (KIR) di kantor UPTD, pengujian kendaraan bermotor serta menghitung muatan di setiap kendaraan, sehingga didapat berat kosong dari kendaraan dan berat kendaraan yang bermuatan.

Tabel 3.9 : Data Beban Kendaraan, (Surpriyadi, dkk., 2021)

Gol	Tipe Kendaraan	berat total Kendaraan (Ton)
a	b	
2	Kendaraan Ringan (Kosong) 1.1	0,5
2	Kendaraan ringan (Bermuatan) 1.1	2
5a	Bus Kecil (kosong) 1.2	2,5
5a	Bus Kecil (Bermuatan) 1.2	7,5
5b	Bus Besar (Kosong) 1.2	6
5b	Bus Besar (Bermuatan) 1.2	13
6a	Truk Barang Ringan (kosong) 1.1	2,9
6a	Truk Barang Ringan (bermuatan) 1.1	12,28
6b	Truk Barang Sedang (Kosong) 1.2	6,2

Tabel 3.10 : Lanjutan Tabel Data Beban Kendaraan, (Surpriyadi, dkk., 2021)

Gol	Tipe Kendaraan	berat total Kendaraan (Ton)
a	b	
6b	Truk Barang Sedang (bermuatan) 1.2	21.58
6b	Colt disel pengangkut tanah (Kosong) 1.2	2.5
6b	Colt disel pengangkut tanah (Bermuatan) 1.2	10.5
6b	Truk 2 as angkut minyak (kosong) 1.2	6
6b	Truk 2 as angkut minyak (Bermuatan) 1.2	17
7a	Truk 3 as angkut sirtu (kosong) 1.22	10.5
7a	Truk 3 as angkut sirtu (Bermuatan) 1.22	33.5
7b	truk 4 as (kosong) 1.2.22	11.7
7b	truk 4 as (Bermuatan) 1.2.22	42.6
7c	truk gandeng trailer (kosong) 1.2.222	12.2
7c	truk gandeng trailer (bermuatan) 1.2.222	40.03

BAB 4

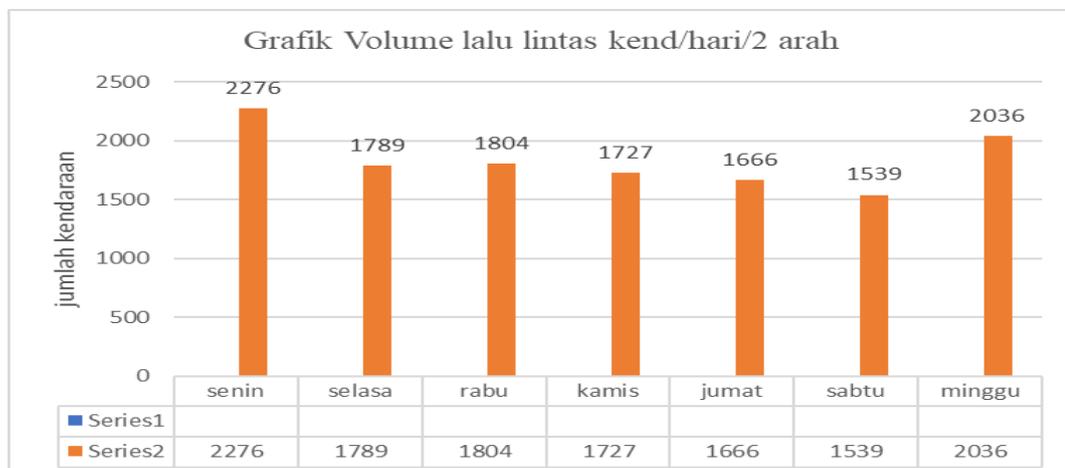
ANALISA DATA

4.1 Hasil Analisa Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR)

Hasil analisis LHR ini di dapatkan dari data primer yaitu data hasil survey. Survey di lakukan dengan membagi 2 tim survey LHR, yaitu LHR arah Patumbak 1 – Patumbak 2, dan LHR arah Patumbak 2 – Patumbak 1. Adapun tabel dan grafik rekap data LHR yaitu:

Tabel 4.1 : Volume Lalulintas Kend/Hari/2 Arah (2 Lajur 2 Arah) (Hasil Analisis & Survei Lapangan 2023)

jenis kendaraan		Senin, 07-08-2023	Selasa, 08-08-2023	Rabu, 09-08-2023	Kamis, 10-08-2023	Jumat, 11-08-2023	Sabtu, 12-08-2023	Minggu, 13-08-2023
kendaraan ringan								
1	sepeda motor, sekuter, dan roda 3	960	905	958	885	820	797	865
2	sedan, jeep	387	269	226	188	153	175	532
3	oplet, pickup, suburban	408	194	191	211	197	183	198
4	pickup, micro truk, mobil hantaran	193	156	165	167	155	114	178
kendaraan berat								
5a	bus kecil	11	7	10	7	5	7	29
5b	bus besar	19	8	12	9	17	5	12
6a	truk 2 sumbu (4 Roda)	29	33	32	39	30	30	34
6b	truk 2 sumbu (6 Roda)	185	164	160	174	138	180	128
7a	truk 3 sumbu	40	24	18	19	120	14	15
7b	truk gandeng	12	12	14	12	11	12	13
7c	truk semi trailer	9	2	6	4	5	9	10
8	kendaraan tak bermotor	23	15	12	12	15	13	22
total kendaraan/hari/2arah		2276	1789	1804	1727	1666	1539	2036



Gambar 4.1 : Grafik volume lalu lintas kendaraan/hari/2arah ruas Jln. Patumbak 2

Berdasarkan gambar 4.1 volume lalu lintas tertinggi kendaraan/hari/2arah di ruas jalan Patumbak 2 terjadi pada hari Senin dengan jumlah 2276 kendaraan/hari/2arah dan volume lalu lintas terendah pada hari Sabtu dengan jumlah 1539 kendaraan/hari/2arah. Volume lalu lintas harian rata –rata pada jalur Patumbak 2 adalah 1834 kendaraan/hari/2arah.

4.2 Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (*Vehicle Damage Factor*)

Vehicle Damage Factor (VDF) adalah perbandingan antara daya rusak oleh muatan sumbu suatu kendaraan terhadap daya rusak oleh beban sumbu standar (*formula liddle*). *Equivalent Standart Axle Load* (ESAL) setiap jenis kendaraan yang melalui ruas jalan Patumbak 1 ke Patumbak 2, dianalisis dengan konfigurasi Bina Marga No. 01/MN/BM/83 dengan MST 8 ton (Sitio, 2022). Hasil rekapitulasi analisis angka ekuivalen beban sumbu kendaraan dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini:

Cara mencari konfigurasi beban sumbu kendaraan (ton) STRT depan & belakang :

$$\frac{50}{100} \times 2 \text{ (Berat Kendaraan Total (ton))} = 1$$

Cara mencari konfigurasi beban sumbu kendaraan (ton) STRG:

$$\frac{66}{100} \times 7,5 \text{ (Berat Kendaraan Total (ton))} = 4,95$$

Cara mencari konfigurasi beban sumbu kendaraan (ton) STdRG:

$$42,6 \times 54 = 23$$

Cara mencari konfigurasi beban sumbu kendaraan (ton) STrRG:

$$40,03 \times 47 = 18,81$$

Tabel 4.2 : Angka Ekuivalen Beban Sumbu Tiap Jenis Kendaraan (Hasil Analisis)

Gol	Tipe Kendaraan	berat total Kendaraan (Ton)	Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan (Ton)		
			Depan	Belakang	
a	b	(Ton)		d	e
2	Kendaraan ringan 1.1	2	STRT	STRT	
			50%	50%	
			1	1	
5a	Bus Kecil 1.2	7.5	STRT	STRG	
			34%	66%	
			2.55	4.95	

Tabel 4.3 : Lanjutan Angka Ekivalen Beban Sumbu Tiap Jenis Kendaraan (Hasil Analisis)

Gol	Tipe Kendaraan	berat total Kendaraan (Ton)	Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan (Ton)		
			Depan	Belakang	
a	b	c	d	e	f
5b	Bus Besar 1.2	13	STRT	STRG	
			34%	66%	
			4.42	8.58	
6a	Truk Barang Ringan 1.1	12.28	STRT	STRG	
			34%	66%	
			4.18	8.10	
6b	Truk Barang Sedang 1.2	21.58	STRT	STRG	
			34%	66%	
			7.34	14.24	
7a	Truk 3 as 1.22	35.2	STRT	STdRG	
			25%	75%	
			8.80	26.4	
7b	truk 4 as 1.2.22	42.6	STRT	STRG	STdRG
			18%	28%	54%
			7.67	11.93	23
7c	truk gandeng trailer 1.2.222	40.03	STRT	STRG	STrRG
			13%	40%	47%
			5.20	16.01	18.81

4.3 Analisis *Equivalent Standart Axle Load* (ESAL)

Kendaraan yang memiliki konfigurasi sumbu, roda, dan bervariasi dalam total beban yang diangkutnya yang biasa dikenal dengan *Equivalent Single Axle load* (ESAL). *Equivalent Single Axleload* (ESAL) berfungsi untuk menyatakan angka yang menunjukkan jumlah lintasan sumbu standar yang dapat menyebabkan kerusakan yang sama untuk satu lintasan kendaraan. Adapun analisis ESAL dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini:

Cara mencari ESA STRT depan & belakang :

$$\frac{1000}{5400} \times 4 = 0,00118$$

Cara mencari ESA STRG:

$$\frac{4950}{8160} \times 4 = 0,13541$$

Cara mencari ESA STdRG:

$$\frac{23000}{13760} \times 4 = 7,8062$$

Cara mencari ESA STrRG:

$$\frac{18810}{18450} \times 4 = 1,08036$$

Cara mencari jumlah ESA depan belakang :

$$\frac{0,00118}{0,00118} = 0,00235$$

Cara mencari LHR Kendaraan:

Total jumlah kendaraan keseluruhan kendaraan di bagi 7

Cara mencari ESA total per hari:

$$H = f \times g$$

Tabel 4.4 : Hasil analisis angka Equivalent Standart Axie Load (ESAL) kendaraan/hari (Hasil analisis)

Gol	Tipe Kendaraan	ESA			Jlh ESA Depan Belakang	LHR Kendaraan	ESA Total per Hari
		Depan	Belakang				
			1	2			
a	b	c	d	e	f	g	h = f x g
2	Kendaraan ringan 1.1	STRT	STRT		0,00235	1547,143	3,6390278
		0,00118	0,00118				
5a	Bus Kecil 1.2	STRT	STRG		0,18514	11	2,0100826
		0,04973	0,13541				
5b	Bus Besar 1.2	STRT	STRG		1,67119	12	19,576837
		0,44886	1,22233				
6a	Truk Barang Ringan 1.1	STRT	STRG		1,32994	32	43,128071
		0,35903	0,9709				
6b	Truk Barang Sedang 1.2	STRT	STRG		12,68783	161	2046,3664
		3,41357	9,2743				
7a	Truk 3 as 1.22	STRT	STdRG		20,60279	36	735,81384
		7,0527	13,5501				
7b	Truk 4 as 1.2.22	STRT	STRG	STdRG	8,63890	12	106,13508
		4,07011	4,5688	7,8062			
7c	Truk gandeng trailer 1.2.222	STRT	STRG	STiRG	15,67840	6	100,78969
		0,85988	14,8185	1,08036			
Jumlah ESAL Perhari							3057,459

4.4 *Truck Factor* (TF)

Truck factor adalah faktor penyebab utama terjadinya deformasi atau kerusakan jalan sehingga menjadi kelebihan beban (*overloading*). Suatu ruas jalan mengalami kelebihan beban apabila nilai *truck factor* (TF) > 1. Untuk mengetahui nilai *truck factor* ruas jalan Patumbak 2 – Patumbak 1 dimana memiliki ruas jalan sepanjang ± 7 Km dan di analisis dengan mengumpulkan data ESAL tiap jenis kendaraan dan LHR kendaraan berat maupun ringan.

Adapun untuk mencari nilai *Truck Factor* menggunakan persamaan 2.4, yakni:

$$TF = \frac{\sum ESAL}{N}$$

$$TF = \frac{3057,459}{270}$$

$$TF = 11,32 > 1$$

Berdasarkan hasil analisis *Truck Factor* memperoleh hasil $11,32 > 1$ yang menandakan bahwa telah terjadi overload pada ruas jalan Patumbak 2 - Patumbak 1. Ruas jalan tersebut tidak mampu menerima beban sumbu yang melintasi jalan tersebut, maka dari itu ruas jalan tersebut mengalami kerusakan jalan.

4.5 Hasil Kerusakan Jalan

Pada studi kasus dalam penelitian yang berlokasi pada ruas jalan Pertahanan Patumbak 1 – jalan Pertahanan Patumbak 2 telah di analisis bahwa faktor lalu lintas yang berupa peningkatan beban atau beban berlebih menjadi faktor yang dominan dalam kerusakan konstruksi jalan yang telah terjadi.



Gambar 4.2 : Amblas



Gambar 4.3 : Shoving (Jembul)



Gambar 4.4 : Retak Buaya



Gambar 4.5 : Lubang

Pada gambar 4.3 dapat dilihat pada konstruksi perkerasan jalan lentur (aspal) mengalami jenis kerusakan amblas dan *shoving* (jembul) pada samping perkerasan jalan aspal disertai dengan retak.

Tabel 4.5 : Tingkat kerusakan (Hasil analisa)

Jenis Kerusakan	Lebar (Cm)	Panjang (Cm)	Tinggi (Cm)	Tingkat Kerusakan
Amblas	10-30	50-70	4	Sedang
Shoving (Jembul)	30-50	70-100	3	Sedang
Retak Kulit Buaya	70-100	100-150	0	Tinggi
Lubang	100-150	200-250	7,5	Tinggi

Pada table 4.5 dari gambar 4.3 – 4.6 dapat dilihat terjadi 4 kerusakan di antaranya kerusakan dengan jenis amblas, shoving atau jembul, retak kulit buaya dan lubang. Kerusakan amblas dengan lebar 10-30 cm, panjang 50-70 cm, tinggi 4 cm dan tingkat kerusakan di kategorikan sedang. Dengan posisi kerusakan berada di jalur roda (*wheel path*), kerusakan shoving atau jembul dengan lebar 30-50 cm panjang 70-100 cm, tinggi 3 cm yang memiliki tingkat kerusakan sedang di karenakan kerusakan shoving atau jembul menyebabkan gangguan besar pada kenyamanan saat berkendara. kerusakan retak kulit buaya dengan lebar 70-100 cm panjang 100-150 cm, tinggi 0 cm yang memiliki tingkat kerusakan tinggi di karenakan kerusakan retak kulit buaya menyebabkan gangguan pada kenyamanan saat berkendara. kerusakan lubang dengan lebar 100-150 cm panjang 200-250 cm, tinggi 7,5 cm yang memiliki tingkat kerusakan tinggi di karenakan kerusakan lubang menyebabkan gangguan pada kenyamanan saat berkendara. Dengan posisi kerusakan yang terjadi maka dapat disimpulkan bahwa kerusakan terjadi akibat beban berlebih terhadap jalan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian pada ruas jalan Pertahanan Patumbak 1 – jalan Pertahanan Patumbak 2 Kecamatan Patumbak dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil Analisa data lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan pertahanan patumbak 1 – jalan pertahanan patumbak 2 kecamatan patumbak untuk kendaraan ringan dengan jumlah kendaraan sebanyak 1.547 unit dan kendaraan berat dengan jumlah 271 unit. Total LHR dari hasil analisa kendaraan berjumlah 1834 kendaraan/hari/2 arah dan 76,41 kendaraan/jam/2 arah pada ruas jalan pertahanan patumbak 1 – jalan pertahanan patumbak 2
2. Dari hasil analisa posisi kerusakan berada dijalur roda (wheel path) dimana ini menunjukkan kerusakan akibat beban berlebih terhadap jalan dan dari analisa perhitungan factor lalu/lintas kendaraan diperoleh nilai ESAL 3057,459 Kend/hari/2 arah serta dari perhitungan truck factor diperoleh nilai 11,32 > 1, dimana nilai itu menentukan bahwa kondisi jalur Jalan Pertahanan Patumbak 1 sampai jalan Pertahanan Patumbak 2 mengalami beban berlebih.
3. Dari analisa hasil kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Pertahanan Patumbak 1 sampai jalan Patumbak 2 terdapat 4 kerusakan ialah kerusakan jenis amblas, shoving atau jembul, retak kulit buaya dan lubang. yang di mana besar kerusakan jenis ambalasi yaitu dengan lebar 10-30 cm, panjang 5-70 cm dan tinggi 4 cm. Besar kerusakan jenis shoving atau jembul yaitu dengan lebar 30-50 cm, panjang 70-100 cm, tinggi 3 cm. Besar kerusakan retak kulit buaya yaitu dengan lebar 70-100 cm, panjang 100-150 cm, tinggi 0 cm. Dan terakhir besar kerusakan jenis lubang yaitu dengan lebar 100-150 cm, panjang 200-250 cm, tinggi 7,5 cm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, peneliti menyampaikan saran sebagai berikut :

1. Perlu segera di lakukan penanganan terhadap tingkat kerusakan jalan untuk mengurangi resiko kecelakaan dan memberikan rasa aman nyaman bagi pengguna jalan. Selain itu agar tidak menimbulkan kerusakan yang lebih tinggi pada perkerasan lentur di jalan Pertahanan Patumbak 1 – Pertahanan Patumbak 2.
2. Penting dan perlu adanya pengawasan dilapangan serta upaya untuk mengurangi tingkat kerusakan akibat beban muatan kendaraan berat yang melintasi jalanPpertahanan Patumbak 1 – Pertahanan Patumbak 2.
3. Dalam program pemeliharaan jalan, seharusnya dinas PUPR Kabupaten Deli Serdang lebih sigap dalam menangani kerusakan jalan. walaupun jalan tersebut dikategorikan sebagai jalan Nasional. Tidak membiarkan sampai berlarut – larut kerusakan yang terjadi walaupun kerusakan yang terjadi tidak parah. Sebab, jika kerusakan itu tidak ditangani dengan cepat maka, dapat menimbulkan kerusakan yang lebih parah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashakandari, F. S. (2016). *Sebagai Dasar Penentuan Perbaikan Jalan (Evaluation Of Road Damage Level As A Basis For Determining Road Maintenance)*.
- Bethary, R. T., Budiman, A., & Hadiyarsih, A. (2021). Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur Menggunakan Metode PCI (Pavement Condition Index) dan Metode Bina Marga (Studi Kasus: Jl. Raya Cibaliung-Sumur). *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 160. <https://doi.org/10.36055/fondasi.v10i2.12441>
- Beti, K. D., Wowa, P. R. W., Sutrisno, W., & Sulistyorini, D. (2022). Analisis dampak beban berlebih (overload) kendaraan terhadap umur rencana perkerasan jalan menggunakan metode Aashto (Studi kasus: Jalan Yogyakarta-Prambanan). *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Abdimas*, 1(1), 852–862.
- Bina Marga. (2002). *No. Pt-01-2002 B Tentang Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan. *Pusat Penelitian Dan Pengembangan Prasarana Transportasi, Badan Penelitian Dan Pengembangan Ex. Departemen Kimpraswil*, 1–30.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Surat Edaran No. 07/SE/Db/2017 Tentang Panduan Pemilihan Teknologi Pemeliharaan Preventif Perkerasan Jalan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *No. 038/T/BM/1997 Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Fikri, M. (2016). Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Lentur Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci) Studi Kasus Ruas Jalan Poros Lamasi-Walenrang Kabupaten Luwu. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 1(1), 19. https://doi.org/10.51557/pt_jiit.v1i1.57
- Galang, Bernanda, H., Hafiidh Bernanda, G., & Diantoro, W. (2023). Analisis Kerusakan pada Permukaan Perkerasan Jalan Lingkar Kota Slawi Ruas Jalan Desa Kendalserut dengan Metode Bina Marga. 2(3), 1–18. <https://doi.org/10.58192/ocean.v2i3.1129>
- Hardiyatmo, H.C. (2011), *Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*, Penerbit Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

- Hadijah, I., & Putra, D. (2017). Analisa Kerusakan Perkerasan Jalan Ditinjau dari Daya Dukung Tanah dan Volume Lalu Lintas. *Tapak*, 7(1), 64–69.
- Haris, R., Syarwan, & Gusrizal. (2018). *Evaluasi tingkat kerusakan permukaan jalan berdasarkan metode bina marg*a. *Sipil Sains Terapan*, 1(3), 1–7.
- Imam. (2021). *Analisis Kapasitas Kendaraan Mengenai Tingkat Kerusakan Jalan Pada Jalan Rigid Pavement Di Kota Medan*. 1(November), 1–7.
- Iskahar, I., Anjarwati, S., & Rejeki, L. O. (2021). Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Jenderal Soedirman Sokaraja). *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(2), 75–86. <https://doi.org/10.30595/civeng.v2i2.11059>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *No. 05/PRT/M/2018 tentang “Penetapan Kelas Jalan Berdasarkan Fungsi dan Intensitas Lalu Lintas serta Daya Dukung Menerima Muatan Sumbu Terberat (MST) dan Dimensi Kendaraan Bermotor.”*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2011). *No. 19/PRT/M/2011 Tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006, tentang jalan.*
- Purwanto, S. R. (2021). *Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) Di Jalan Air Molek – Simpang Japura Indragiri Hulu*. 67.
- Saodang, Hamirhan. (2005). *Konstruksi Jalan Raya*. Penerbit Nova, Bandung.
- Sukirman, Silvia. (1994). *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Penerbit Nova, Bandung.
- Sukirman, Silvia. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova, Bandung.
- Yudo, W. Y. (2020). Analisis Kerusakan Dini Perkerasaan Lentur Terhadap Umur Sisa Perkerasan Akibat Beban Berlebih Kendaraan (Overload): Studi Kasus Ruas Jalan Jogja – Solo (Analysisi Of Early Failure Of The Flexible Pavement To Its Remaining Life Due To Overloading:Case Stu. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Umkm, P., Semarang, K., Upaya, S., Perekonomian, P., Mewujudkan, G., & Semarang, U. N. (2018). Halaman Judul Halaman Judul Halaman Judul Halaman Judul Halaman Judul Halaman Judul Halaman Judul. *Repository.Usd.Ac.Id*, 1–19. <https://repository.unsri.ac.id/12539/>
- Undang-undang Republik Indonesia. (2009). *Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan*.

- Wiyono, Sugeng. (2009). *Prediksi Kerusakan Pada Perkerasan Jalan Lentur*, UIR Press,
- Warrantyo, M. M. A. (2019). Analisa Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) Dijlan HR. Soebranta Panam Kota Pekanbaru. *Tugas Akhir, Tidak Dipublikasi*, 1–86.
- Yudo, W. Y. (2020). Analisis Kerusakan Dini Perkerasaan Lentur Terhadap Umur Sisa Perkerasan Akibat Beban Berlebih Kendaraan (Overload): Studi Kasus Ruas Jalan Jogja – Solo (Analysisi Of Early Failure Of The Flexible Pavement To Its Remaining Life Due To Overloading:Case Stu. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201, 2(1)*, 41–49.

LAMPIRAN



Gambar L.1 : Mengukur Data Kerusakan Jalan



Gambar L.2 : Mengukur Data Kerusakan Jalan



Gambar L.3 : Mengukur Data Kerusakan Jalan



Gambar L.4 : Mengukur Data Kerusakan Jalan



Gambar L.5 : Menghitung Data Volume Lalu Lintas



Gambar L.6 : Menghitung Data Volume Lalu Lintas



Gambar L.7 : Mengukur Geometrik Jalan



LEMBAR ASISTENSI

**ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN
PERKERASAN LENTUR (ASPAL) DI JALAN PERTAHANAN
PATUMBAK KECAMATAN PATUMBAK**

NAMA : CHIKAL AULIA PUTRI

NPM : 1907210024

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	30/3 - 2023	- Rumus Masalah di tulis - buat flow chart di awal bab 3. - bab 3. Kursus yg di cari geometrik jalan	
	11/5 - 2023	revisi proposal	

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

(Ir. Sri Asfiati, MT.)



LEMBAR ASISTENSI

**ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN
PERKERASAN LENTUR (ASPAL) DI JALAN PERTAHANAN
PATUMBAK KECAMATAN PATUMBAK**

NAMA : CHIKAL AULIA PUTRI

NPM : 1907210024

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	19/ 10-2023	- Buat Standard truck factor. - gbr dll hrs ada Sumber - tabel Jangin Terpadu - teori di bab 2	
	16/ 11-2023		

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir


(Ir. Sri Asfiati, MT.)

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Chikal Aulia Putri
NPM : 1907210024
Judul Tugas Akhir : Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur
(Aspal) Di Jalan Pertahanan Patumbak Kecamatan Patumbak

Dosen Pembanding – I : Ir. Zurkiyah, MT
Dosen Pembanding – II : Zulkifli Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Ir. Sri Asfiati, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

- Perbaikan daftar pustaka
- perbaikan sumber data
- lunjung itabok untuk bls ang

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

12/12-2023 ACC Periti mobile
Sidang Tugas Akhir.

Medan 11 Jumadil Awal 1445 H
25 November 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembanding- II



Zulkifli Siregar, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama : Chikal Aulia Putri
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 06 November 2001
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl. Pertahanan Psr V Gg. Posyandu, Patumbak 2,
Kec. Deli Serdang
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Dwi Wantono
Ibu : Suriatik, S.E.
No. Hp : 0838 0936 5360
E-Mail : auliaputrichikal@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1907210024
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	Swasta PAB 23 Patumbak	2013
2	SMP	Swasta PAB 5 Patumbak	2016
3	SMA	Swasta Eria Medan	2019
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2019 sampai selesai.		