

TUGAS AKHIR
PENGARUH BEBAN BERLEBIH (OVERLOAD) TERHADAP UMUR
RENCANA PERKERASAN JALAN PERINTIS KEMERDEKAAN BINJAI
(STUDI KASUS)

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

DISUSUN OLEH:

ALPI TARIGAN

1807210018



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Alpi Tarigan

Npm 1807210018

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Beban Berlebih (Overload) Terhadap Umur
Rencana Perkerasan Jalan Perintis Kemerdekaan Binjai
(Studi Kasus)

Bidang Ilmu : Transport

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

Medan, Agustus 2025

Dosen Pembimbing



Zulkifli Siregar, S.T, M.T

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Alpi Tarigan

Npm 1807210018

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Beban Berlebih (Overload) Terhadap Umur
Rencana Perkerasan Jalan Perintis Kemerdekaan Binjai
(Studi Kasus)

Bidang Ilmu : Transport

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

Medan, Agustus 2025

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Zulkifli Siregar, S.T, M.T

Dosen Pembimbing I



M.Husin Gultom, S.T, M.T

Dosen Pembimbing II



Irma Dewi, S.T, MSi

Ketua Prodi Teknik Sipil



Josef Hadipramana, S.T., M.Sc. Ph.D

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Alpi Tarigan
Tempat/Tanggal Lahir : Takengon, 27 Juli 2000
NPM : 1807210018
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: “Pengaruh Beban Berlebih (Overload) Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan Perintis Kemerdekaan Binjai (Studi Kasus).”

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

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

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

Medan, Agustus 2025



Alpi Tarigan

ABSTRAK

PENGARUH BEBAN BERLEBIH (OVERLOAD) TERHADAP UMUR RENCANA PERKERASAN JALAN PERINTIS KEMERDEKAAN BINJAI (STUDI KASUS)

Alpi Tarigan
1807210018
Zulkifli Siregar, S.T, M.T

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang paling dibutuhkan untuk penunjang pergerakan orang dan barang, serta merupakan prasarana yang mendukung kegiatan perekonomian. Begitu juga kasus yang sama pada jalan lintas provinsi dan kota pada jalan Perintis Kemerdekaan, kabupaten langkat, Provinsi Sumatera Utara salah satu jalan lintas antar kabupaten langkat menuju kota Medan, Dimana jalan tersebut merupakan jalan yang banyak dilalui oleh transportasi darat yang bermuatan berlebih (*Overload*). Proses penelitian merupakan rangkaian perjalanan studi ini dimulai dari awal mula penentuan masalah, dimana tidak semua masalah yang ditemukan dapat diangkat sebagai judul karya ilmiah/skripsi (metoda penelitian). Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data literatur, yaitu data sekunder yang diperoleh dari buku, internet, dan karya ilmiah yang berhubungan dengan penelitian ini. Dari penelitian yang di dapat oleh penulis, diketahui bahwa jenis perkerasan pada jalan Perintis Kemerdekaan, Kota Binjai menggunakan jenis perkerasan komposit (*composite pavement*). Dari grafik perbandingan kumulatif ESAL tahunan, terlihat adanya peningkatan nilai ESAL setiap tahun. Terdapat selisih antara nilai ESAL perencanaan dan ESAL yang dihitung dengan mempertimbangkan pertumbuhan lalu lintas, yang menyebabkan umur jalan menjadi lebih pendek dari umur yang direncanakan. Faktor- faktor yang mempengaruhi keadaan jalan perintis kemerdekaan binjai yaitu, Permeabilitas tanah, tingkat keramaian di persimpangan, faktor teknis yang dipertimbangkan oleh perencana seperti ketinggian muka air tanah, variasi kecepatan akibat adanya hambatan tertentu, bentuk alur jalan (kondisi medan), persentase kendaraan dengan berat ≥ 13 ton, serta kendaraan yang berhenti, dan juga kondisi iklim yang meliputi rata-rata curah hujan tahunan. Kerusakan jalan menjadi lebih cepat terjadi karena konsentrasi beban pada setiap roda sangat tinggi, terlebih jika jumlah sumbu (*axle*) kendaraan terbatas dan membawa muatan berlebih. Hal ini disebabkan karena desain perkerasan jalan pada umumnya masih mengacu pada kendaraan dengan beban normal. Berdasarkan analisis nilai *traffic design* (ESAL) pada kondisi normal, umur sisa perkerasan diperkirakan berakhir pada tahun ke-10, yang di mulai pada tahun 2025 dengan jumlah total angka kendaraan 225.461,03 dan di akhiri pada tahun 2034 dengan total nilai kendaraan 2.254.610,27.

Kata kunci: Kondisi jalan, beban berlebih (*overload*), kendaraan, *traffic design* (ESAL)

ABSTRACT

THE EFFECT OF OVERLOADING ON THE DESIGN LIFE OF THE PERINTIS KEMERDEKAAN ROAD PAVEMENT IN BINJAI (CASE STUDY)

Alpi Tarigan
1807210018
Zulkifli Siregar, S.T, M.T

Roads are the most essential land transportation infrastructure to support the movement of people and goods, and they play a vital role in sustaining economic activities. A similar case occurs on the provincial and urban arterial road of Perintis Kemerdekaan, located in Langkat Regency, North Sumatra Province. This road serves as a key route connecting Langkat Regency to Medan City, and it is frequently traversed by overloaded land transportation vehicles. The research process began with problem identification, as not all observed issues can be selected as a scientific paper or thesis topic (research method). The data used in this study were obtained from literature sources, including secondary data from books, the internet, and scientific publications related to this research. Based on the study, it was found that the pavement type on Perintis Kemerdekaan Road in Binjai City is a composite pavement. From the annual cumulative ESAL (Equivalent Single Axle Load) comparison graph, there is a clear increase in ESAL values each year. A discrepancy exists between the design ESAL value and the calculated ESAL value that considers traffic growth, resulting in a shorter pavement life than originally planned. Several factors influence the condition of Perintis Kemerdekaan Road in Binjai, such as soil permeability, intersection congestion, technical aspects considered by planners (e.g., groundwater table elevation), speed variations due to specific obstructions, road alignment (terrain conditions), the percentage of vehicles with a weight ≥ 13 tons, stopping vehicles, and climatic conditions, including average annual rainfall. Road damage occurs more rapidly because of the high load concentration on each wheel, especially when the number of vehicle axles is limited and the vehicles carry excess loads. This happens because pavement design generally assumes normal load vehicles. Based on the analysis of traffic design values (ESAL) under normal conditions, the remaining pavement life is estimated to end in the 10th year, starting from 2025 with a total vehicle count of 225,461.03 and ending in 2034 with a total value of 2,254,610.27.

Keywords: Road Condition, Overloading, Vehicles, Traffic Design (ESAL)

KATA PENGANTAR

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 “Pengaruh Beban Berlebih (Overload) Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan Perintis Kemerdekaan Binjai (Studi Kasus)” 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. Bapak Zulkifli Siregar, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak M.Husin Gultom, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Irma Dewi, S.T, MSi selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Josef Hadipramana S.T., M.sc, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Terimakasih yang teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta dan Ibunda tercinta yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai saya serta menjadi

penyemangat saya serta senantiasa mendoakan saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.

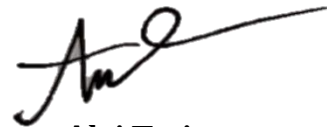
9. Sahabat-sahabat penulis di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

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, Agustus 2025



Alpi Tarigan

NPM: 1807210018

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	II
LEMBAR PENGESAHAN	III
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	IV
ABSTRAK	V
ABSTRACT	VI
KATA PENGANTAR	VII
DAFTAR ISI	IX
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Batasan Masalah	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Perkerasan Jalan	5
2.2 Pengertian Beban Berlebih	7
2.3 Konsep Dasar Beban Berlebih (<i>Overload</i>)	8
2.4 Parameter Perencanaan Perkerasaan	9
2.4.1 Beban Lalu Lintas	9
2.4.3 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)	12
2.4.4 Reliabilitas	14
2.5 Pertumbuhan Lalu Lintas (i%)	16
2.6 Umur Rencana	16
2.7 Jumlah Lajur	17
2.8 Koefisien Distribusi Kendaraan (DD)	18
2.8.1 Faktor Regional (FR)	19
2.8.2 Koefisien Drainase	20

2.8.3 Indeks Permukaan (IP)	21
2.8.4 Indeks Permukaan Awal (IPo)	22
2.9 Angka Ekvivalen Kendaraan (E)	23
2.10 Umur Rencana (UR)	24
2.11 <i>Internasional Roughness Indeks</i> (IRI)	25
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Bagan Alir Penelitian	
3.2 Lokasi Penelitian	26
3.3 Teknik Pengumpulan Data	27
3.3.1 Data Primer	28
3.3.2 Data Sekunder	28
3.4 Data Nilai Lalu Lintas Harian Rata-Rata	28
3.5 Data Kerusakan Jalan	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Data Jenis Perkerasan Jalan	32
4.2 Data Tahun Pekerjaan Perkerasan jalan	32
4.3 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata	32
4.4 Pertumbuhan Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LRH)	33
4.5 Faktor Akumulasi Lalu Lintas	36
4.6 Vehicle Damage Factor (VDF)	34
4.7 Equivalent Single Axle Load (ESAL)	35
4.8 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi kerusakan	39
BAB 5 LESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang paling dibutuhkan untuk penunjang pergerakan orang dan barang, serta merupakan prasarana yang mendukung kegiatan perekonomian dan Transportasi merupakan urat nadi atau penunjang bagi seluruh aktivitas Masyarakat, dengan begitu keberhasilan suatu pembangunan sangat dipengaruhi oleh peranan transportasi untuk seluruh aktivitas, seperti kehidupan sosial budaya, ekonomi, politik dan pertahanan keamanan. Seiring berjalannya waktu, penduduk di suatu wilayah meningkat pesat dampaknya menjadi banyak pembangunan di mana-mana. Maraknya pembangunan di mana-mana mengakibatkan sering terjadinya pelanggaran lalu lintas, terutama kendaraan berat dengan muatan berlebih (*overload*) sehingga berdampak terhadap umur perkerasan jalan. berperan penting dalam perkembangan suatu daerah.

Dari muatan berlebih tersebut mengakibatkan meningkatnya penurunan umur perkerasan jalan. Hal ini sering kita temui seperti jalan berlubang, jalan bergelombang dan jalan yang retak. Kemampuan struktur perkerasan jalan dalam menjalankan fungsinya berkurang sebanding dengan bertambahnya umur perkerasan dan bertambahnya beban lalu lintas yang dipikul dari kondisi awal apalagi apabila terdapat kendaraan dengan keadaan beban berlebih terhadap lapisan perkerasan. Kemampuan struktur perkerasan jalan dalam menjalankan fungsinya berkurang sebanding dengan bertambahnya umur perkerasan dan bertambahnya beban lalu lintas yang dipikul dari kondisi awal apalagi apabila terdapat kendaraan dengan keadaan beban berlebih terhadap lapisan perkerasan (Rinto Pardosi).

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2007), Kerusakan jalan disebabkan oleh empat hal utama, yakni material konstruksi, lalu lintas, iklim dan air. Salah satu yang berpengaruh terhadap kerusakan jalan adalah kondisi lalu lintas, semakin banyak lalu lintas yang melintas semakin banyak beban yang melalui jalan tersebut.

Jalan nasional merupakan jalan yang memiliki volume lalu lintas cukup padat karena menghubungkan beberapa kota dan provinsi maupun daerah-daerah yang terkoneksi dengan volume lintas yang padat seperti pasar.

Begitu juga kasus yang sama pada jalan lintas provinsi dan kota pada jalan Perintis Kemerdekaan, kabupaten langkat, Provinsi Sumatera Utara salah satu jalan lintas antar kabupaten langkat menuju kota Medan, Dimana jalan tersebut merupakan jalan yang banyak dilalui oleh transportasi darat yang bermuatan berlebihan (*Overload*). Sepanjang perjalanan dapat dilihat beberapa jalan rusak seperti retak dan banyaknya jalan yang berlobang yang terjadinya kerusakan pada asphalt dan gelombang permukaan pada jalan di akibatkan labilnya kondisi tanah dan volume seringnya jalan tersebut dilewati oleh transportasi yang mempunyai muatan berlebih. Jalan perintis sendiri pernah terjadi kecelakaan pada tahun 2024 ini akibat jalan berlubang . oleh sebab itu Tingkat kerusakan jalan yang parah akibat muatan yang berlebihan membuat sisa umur layan jalan lebih cepat dari yang direncanakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka peneliti dapat merumuskan permasalahan, sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh beban berlebih terhadap umur rencana jalan Perintis Kemerdekaan Binjai ?
2. Faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi kerusakan perkerasan jalan Perintis Kemerdekaan Binjai terhadap umur rencana ?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun yang menjadi bagian dari ruang lingkup penelitian ini meliputi beberapa analisis yang akan diuraikan sebagai berikut

1. Menganalisa data LHR dari instansi yang kemudian dibuktikan dengan melalui survei pada lapangan dari data tersebut didapatkan data kecepatan dan berat muatan yang diterima oleh perkerasan jalan pada area tinjauan untuk mendapatkan angka ekuivalen pada kendaraan

2. Menganalisa data *temperature* yang di dapatkan dari instansi untuk mengetahui *temperature design*
3. Menganalisa data CBR yang didapatkan dari instansi terkait untuk mengetahui kekuatan tanah dasar terhadap tekanan muatan
4. Menganalisis data *Recovered Penetration indek* (PLr) dan *Softening Point Recovered* (SPr) yang kemudian di lanjutkan kekakuan pada bitumen serta kekakuan campuran elastic Analisa ini bertujuan untuk mendapatkan kekuatan tekana pada perkerasan asphalt
5. Analisis ini di tinjau pada Lokasi penelitian di area ruas jalan Jl.perintis kemerdekaan, kec.Binjai, kab.langkat, Provinsi Sumatera Utara

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut tujuan penelitian yang ingin di capai sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh muatan yang berlebihan pada moda transportasi darat terhadap umur perkerasan jalan Perintis Kemerdekaan Binjai.
2. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan perkerasan Jalan Perintis Kemerdekaan Binjai terhadap umur rencana.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan berguna sebagai:

1. Dapat dijadikan menjadi salah satu referensi bagi pihak pihak yang berkenaan dengan studi materi
2. Menjadi salah satu pertimbangan terhadap perencanaan perkerasan jalan raya yang mana skripsi ini memutkan informasi-informasi hasil penelitian pengaruh muatan terhadap umur perkerasan jalan
3. Di harapkan menjadi bahan penyampaian pemikiran tertulis dan ternalisis bagi dinas yang terkait khususnya dinas perhubungan setempat.

1.6 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dibatasi pada beberapa permasalahan, Adapun Batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan hanya di jalan antar Jl. perintis kemerdekaan, kec. Binjai, kab. Langkat, Provinsi Sumatera Utara
2. Penelitian ini juga hanya akan menganalisis kerusakan jalan terhadap umur jalan raya akibat muatan berlebihan terhadap perkerasan jalan raya

1.7 Sistematika Penulisan

BAB 1: PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai tinjauan secara umum, latar belakang, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan dan bagan alir.

BAB 2: KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori yang menjadi acuan dalam penyelesaian berbagai permasalahan yang dibahas.

BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan-tahapan penelitian, metode pelaksanaan, teknik pengumpulan data, jenis data yang dibutuhkan, proses pengambilan data, serta metode analisis data.

BAB 4: HASIL DAN PEMBAHASAN

Menyajikan hasil analisis dan pembahasan terkait penelitian yang telah dilaksanakan.

BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini mengenai kesimpulan dari hasil penelitian. Sebagai pelengkap, beberapa data hasil penelitian turut disajikan dalam bentuk lampiran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Struktur perkerasan jalan adalah susunan lapisan-lapisan material yang ditempatkan di atas sub-base (tanah dasar atau lapisan pondasi bawah) dengan kondisi dan ketebalan tertentu. Struktur ini biasanya terdiri dari beberapa lapisan, dengan karakteristik:

- Lapisan atas: Relatif kuat untuk menahan beban lalu lintas secara langsung.
- Lapisan bawah: Semakin ke bawah, kekuatan lapisan biasanya semakin berkurang.

Permukaan jalan adalah lapisan paling atas dari struktur perkerasan, yang langsung bersentuhan dengan roda kendaraan, Karena itu lapisan ini harus mampu memberikan pelayanan lalu lintas yang baik dan menahan beban berulang setiap hari tanpa mengalami kerusakan, berarti yang dapat mengganggu kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan.

Untuk mendapatkan perkerasan jalan yang mempunyai daya dukung beban yang baik, memenuhi faktor keawetan dan tetap ekonomis, maka konstruksi jalan dibuat berlapis - lapis. Setiap lapisan memiliki peran masing-masing dalam mendistribusikan beban dan menjaga keawetan struktur secara keseluruhan. (Meldasari, 2018)

Perkerasan jalan lentur berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dari kendaraan dan menyebarkannya ke lapisan-lapisan di bawahnya secara bertahap agar tidak terjadi kerusakan pada tanah dasar. Dalam pelaksanaannya, perkerasan jalan lentur umumnya terdiri dari beberapa jenis lapisan, yaitu:

1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan paling atas yang langsung bersentuhan dengan roda kendaraan. Terbuat dari campuran aspal dan agregat yang berfungsi untuk memberikan kenyamanan berkendara, ketahanan terhadap cuaca, dan tahan terhadap beban lalu lintas.

2. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

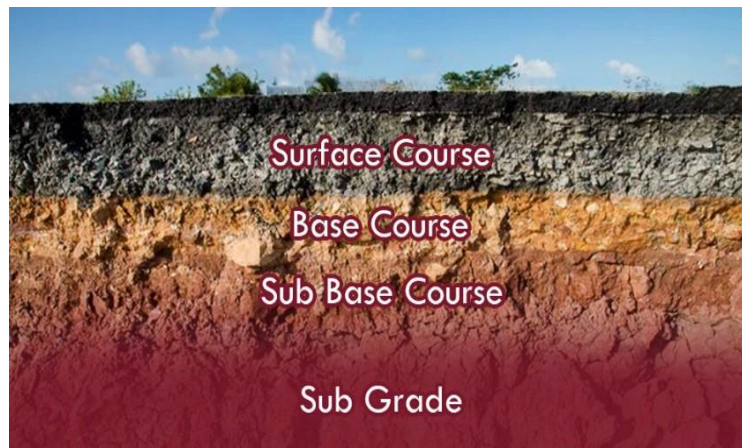
Lapisan di bawah atau lapisan permukaan, Terbuat dari material yang kuat, bisa berupa agregat bergradasi baik, atau campuran beraspal yang berfungsi menahan beban berat dari atas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.

3. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

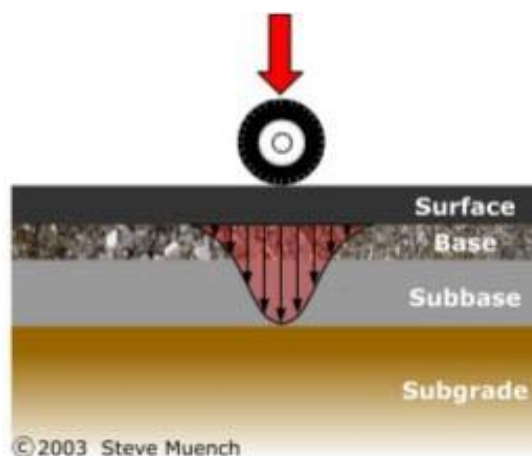
Lapisan di bawah base course terbuat dari material granular (kerikil, batu pecah, atau campuran tanah stabilisasi) yang berfungsi meningkatkan daya dukung tanah dasar dan membantu drainase.

4. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah asli yang dipadatkan harus cukup kuat untuk menopang seluruh struktur perkerasan di atasnya.



Gambar 2.1 Susunan Konstruksi Perkerasan Lentur



Gambar 2.2 Penyebaran Beban Roda Hingga Lapisan *Subgrade*

Pada Gambar 2.2 tampak bahwa beban kendaraan disalurkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda dalam bentuk beban merata (w).

Beban tersebut ditopang oleh lapisan permukaan (*surface course*) dan diteruskan hingga mencapai tanah dasar (*subgrade*), sehingga menghasilkan gaya pada setiap lapisan akibat reaksi tanah dasar terhadap beban lalu lintas yang diterimanya. Adapun beban tersebut meliputi:

1. Beban atau berat kendaraan yang menghasilkan gaya vertikal.
2. Gaya gesek yang timbul akibat pengereman, berupa gaya horizontal.
3. Benturan roda kendaraan yang menyebabkan getaran-getaran.

Karena beban tersebut menyebar semakin luas ke arah bawah, pengaruhnya pun semakin berkurang, sehingga tiap lapisan menerima besaran muatan yang berbeda. Jenis konstruksi jalan pada umumnya dibedakan menjadi:

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu jenis perkerasan yang menggunakan campuran beraspal sebagai lapisan permukaan dan material berbutir sebagai lapisan dasar (Pekerjaan Umum, 2023).
2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan beton semen sebagai bahan pengikat. Pelat beton, baik bertulangan maupun tidak, diletakkan langsung di atas tanah dasar, dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah.
3. Perkerasan komposit, yaitu kombinasi antara perkerasan kaku dan lapisan perkerasan lentur di atasnya, di mana kedua jenis perkerasan ini bekerja bersama untuk menahan beban lalu lintas. Dalam sistem ini, diperlukan ketebalan lapisan aspal yang cukup untuk menjaga kekakuan serta mencegah terjadinya retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya (Mubarak, 2020).

2.2 Pengertian Beban Berlebih

Muatan berlebih merupakan kondisi di mana muatan sumbu kendaraan melebihi batas yang telah ditetapkan dalam peraturan yang berlaku. Jumlah Berat yang Diizinkan (JBI) adalah berat maksimum kendaraan bermotor beserta muatannya yang diperbolehkan sesuai dengan klasifikasi jalan yang dilalui.

Semakin banyak jumlah sumbu kendaraan, maka JBI yang diperkenankan pun akan semakin besar (Pemerintah Republik Indonesia, 2023).

Dengan mengetahui secara akurat kapasitas jalan dalam menahan beban lalu lintas, ketebalan lapisan perkerasan serta umur rencana perkerasan dapat dirancang sesuai kebutuhan.

Beban berulang (*repetition load*) adalah beban yang diberikan oleh roda kendaraan secara dinamis saat kendaraan melintasi jalan selama masa layanannya. Besarnya beban yang diterima bergantung pada berat kendaraan, konfigurasi poros, luas bidang kontak antara roda dan permukaan jalan, serta kecepatan kendaraan.

Setiap kali kendaraan melintas, terjadi kerusakan pada jalan akibat beban gandar roda tersebut.

Untuk menentukan batas maksimum beban kendaraan, biasanya digunakan acuan beban gandar maksimum, yang secara standar diasumsikan sebesar 18.000 pon (8,16 ton) pada satu gandar standar. Nilai ini dipilih karena gaya destruktif dari beban gandar terhadap struktur perkerasan memiliki pengaruh signifikan terhadap kerusakan jalan (Bumulo, 2023).

2.3 Konsep Dasar Beban Berlebih (*Overload*)

Muatan Sumbu Terberat (MST) digunakan sebagai acuan dalam pengendalian dan pengawasan muatan kendaraan di jalan, sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan dalam peraturan perundang-undangan.

Tabel 2.1 : Kelas Jalan Berdasarkan Fungsi dan Kegunaannya (Bina Marga, 2023).

Kelas	Peranan	Dimensi Kendaraan (m)		MST Maks Ton	Kecepatan Maksimum (km/jam)	
		Panjang	Lebar		Primer	Sekunder
I	Arteri dan Kolektor	18	2,5	10	100/80	-

Tabel 2.1 : Lanjutan

Kelas	Peranan	Dimensi Kendaraan (m)		MST Maks	Kecepatan Maksimum (km/jam)	
		Panjang	Lebar			
II	Arteri, Kolektor, Lokal, & Lingkungan	18	2,5	8	100/80	70/60
III	Arteri, Kolektor, Lokal & Lingkungan	9	2,1	8	100/80	70/60
Khusus	Arteri	18	2,5	10	80	50

2.4 Parameter Perencanaan Perkerasan

2.4.1 Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas adalah beban yang dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui kontak roda kendaraan dengan muka jalan terdiri atas berat kendaraan sebagai gaya vertikal, gaya rem kendaraan sebagai gaya horizontal, dan gerakan roda kendaraan sebagai getaran (Bumulo, 2023).

Dengan mengetahui secara akurat kapasitas suatu jalan dalam menanggung beban lalu lintas, ketebalan lapisan perkerasan dapat ditentukan, sehingga umur rencana perkerasan dapat tercapai sesuai harapan. Beban berulang (*repetition load*) adalah beban dinamis yang diterima struktur perkerasan dari roda-roda kendaraan yang melintasi jalan sepanjang masa rencana. Besarnya beban yang diterima dipengaruhi oleh berat kendaraan, konfigurasi sumbu, luas kontak antara roda dan permukaan jalan, serta kecepatan kendaraan. Faktor-faktor ini akan menyebabkan tingkat kerusakan tertentu pada perkerasan setiap kali muatan sumbu roda melintas di jalan tersebut.

Beban kendaraan disalurkan ke perkerasan jalan melalui roda-roda yang terletak pada ujung-ujung sumbu kendaraan. Setiap kendaraan memiliki

konfigurasi sumbu yang beragam. Sumbu depan biasanya berupa sumbu tunggal, sedangkan sumbu belakang bisa berupa sumbu tunggal, ganda, atau tiga sumbu. Berat kendaraan sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut:

1. Fungsi Jalan

Kendaraan berat yang melintas di jalan arteri biasanya membawa beban yang lebih besar dibandingkan dengan kendaraan yang beroperasi di jalan pada medan datar.

2. Kondisi Medan

Jalan dengan medan menanjak membuat truk tidak dapat membawa beban seberat yang bisa diangkut pada jalan dengan medan datar.

3. Aktivitas Ekonomi di Wilayah Terkait

Jenis dan berat muatan kendaraan berat sangat bergantung pada aktivitas ekonomi di daerah tersebut. Misalnya, truk di kawasan industri membawa muatan yang berbeda dalam jenis maupun berat dibandingkan dengan truk di wilayah perkebunan.

4. Perkembangan Daerah

Beban yang diangkut kendaraan berat dapat mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan daerah di sekitar jalan tersebut.

Kerusakan yang ditimbulkan oleh beban lalu lintas bervariasi tergantung pada jenis kendaraan. Perbedaan ini menimbulkan kebutuhan akan suatu standar yang mampu merepresentasikan seluruh jenis kendaraan, sehingga beban yang diterima oleh struktur perkerasan jalan dapat diubah menjadi satu bentuk beban standar. Beban standar ini kemudian dijadikan sebagai batas maksimum yang diperbolehkan bagi kendaraan di jalan.

Beban yang umum dijadikan acuan sebagai batas maksimum yang diperbolehkan untuk suatu kendaraan adalah beban gandar maksimum. Beban standar ini ditetapkan sebesar 18.000 pounds (8,16 ton) pada satu sumbu tunggal standar. Angka ini dipilih karena tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh beban gandar tersebut terhadap struktur perkerasan dianggap bernilai satu sebagai satuan dasar.

2.4.2 Volume Lalu Lintas dan Kondisi Jalan

Tabel 2.2 : Nilai LHR dan Nilai Kelas Jalan (Bina Marga, 2023).

Nilai Kelas Jalan	LHR (smp/hari)
0	< 20
1	20-50
2	50-200
3	200-500
4	500-2000
5	2000-5000
6	5000-20000
7	20000-50000
8	<50000

Tabel 2.3 : Penetapan Nilai Kondisi Jalan.(Bina Marga, 2023).

Total Angka Kerusakan	Nilai Kondisi Jalan
26 – 29	9
22 – 25	8
19 – 21	7
16 – 18	6
13 – 15	5
10 – 12	4
7 – 9	3
4 – 7	2
0 – 3	1

Tabel 2.4 : Penentuan Angka Kondisi Berdasarkan Jenis Kerusakan (Bina Marga, 2023).

Retak Retak		Tambalan dan Lubang	
Tipe	Angka	Luas	Angka
Buaya	5	>30 %	3

Tabel 2.4 : *Lanjutan*

Acak	4	20-30 %	2
Melintang	3	10-20 %	1
Mmenjang	2	<10%	0
Tidak ada	1		
Lebar	Angka	Kekerasan Permukaan	
>2mm	3	Jenis	Angka
1-2 mm	2	Disintegration	4
<1 mm	1	Pelepasan Butir	3
Tidak ada	0	Rought	2

Tabel 2.5 : Penentuan Angka Kondisi Berdasarkan Jenis Kerusakan (Lanjutan)
(Bina Marga, 2023).

Jumlah Kerusakan	Angka	Fatty	1
>30 %	3	Close Texture	0
10-30 %	2		
<10%	1		
Tidak ada	0		
Alur		Amblas	
Kedalaman	Angka	Kedalaman	Angka
>20mm	7	>5/100 m	4
11-20 mm	4	2-5/100 m	2
6-10mm	3	0-2/100 m	1
0-5 mm	1	Tidak ada	0
Tidak ada	0		

2.4.3 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Kualitas dan ketahanan konstruksi perkerasan sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah dasar. Tanah dasar yang ideal untuk pembangunan perkerasan jalan adalah tanah yang berasal dari lokasi proyek atau area sekitarnya, yang telah

kondisi lingkungan maupun variasi jenis tanah setempat. Karakteristik tanah sangat bergantung pada faktor-faktor seperti tekstur, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi lingkungan, dan lainnya.

Untuk menentukan sifat tanah yang akan digunakan sebagai tanah dasar jalan, tanah diklasifikasikan berdasarkan tingkat plastisitas dan ukuran butirnya. Daya dukung tanah dasar ini dapat diperkirakan melalui hasil klasifikasi tanah atau dengan uji pembebanan seperti CBR (*California Bearing Ratio*) dan uji pelat tekan (Kurniawan, 2020).

Metode CBR (*California Bearing Ratio*) pertama kali diperkenalkan oleh *California Division of Highways* pada tahun 1928, dan tokoh yang paling berjasa dalam mempopulerkan metode ini adalah O.J. Porter. Nilai CBR dinyatakan dalam bentuk persentase. Nilai CBR tanah dasar menunjukkan tingkat kualitas tanah dengan membandingkannya terhadap material standar berupa batu pecah, yang memiliki nilai CBR sebesar 100% dalam mendukung beban lalu lintas. Ada berbagai parameter yang digunakan untuk menilai mutu daya dukung tanah dasar, namun CBR merupakan salah satu parameter yang paling umum digunakan di Indonesia. Nilai CBR ini bisa diperoleh dari pengujian di laboratorium maupun pengujian langsung di lapangan. Hubungan antara daya dukung tanah (DDT) dan nilai CBR dapat dilihat melalui grafik korelasi pada Gambar 2.4 atau dihitung menggunakan rumus tertentu :

$$DDT = 4,3 \log CBR + 1,7 \quad (2.1)$$

$$DDT = 3.71 \log CBR + 1.35 \quad (2.2)$$

Dalam pedoman ini, parameter yang digunakan untuk mewakili sifat tanah dasar dalam perencanaan adalah *Modulus Resilien* (MR). Hubungan antara nilai CBR dan Modulus Resilien (MR) dapat dinyatakan melalui korelasi sebagai berikut:

$$MR(\text{psi}) = 1500 \times CBR \text{ atau} \quad (2.3)$$

$$MR(\text{MPa}) = 10 \times CBR \quad (2.4)$$

2.4.4 Reliabilitas

Konsep reliabilitas bertujuan memasukkan unsur tingkat kepastian (*degree of certainty*) ke dalam proses perencanaan, untuk memastikan bahwa berbagai alternatif rancangan dapat bertahan sepanjang umur rencana yang ditetapkan. Faktor reliabilitas dalam perencanaan mempertimbangkan kemungkinan adanya variasi pada estimasi lalu lintas (W_{18}) dan proyeksi kinerja (W_{18}), sehingga menghasilkan tingkat reliabilitas (R) yang menunjukkan sejauh mana suatu seksi perkerasan dapat bertahan selama masa rencana. Secara umum, semakin besar volume lalu lintas dan semakin sulit pengalihan arus lalu lintas, maka semakin kecil toleransi terhadap kegagalan kinerja, sehingga diperlukan tingkat reliabilitas yang lebih tinggi. Tingkat reliabilitas untuk berbagai klasifikasi jalan, di mana tingkat reliabilitas yang lebih tinggi diperuntukkan bagi jalan dengan volume lalu lintas terbesar, sedangkan tingkat reliabilitas terendah, yaitu 50%, digunakan untuk jalan lokal (Bina marga, 2023).

Tabel 2.6 : Rekomendasi tingkat reliabilitas untuk berbagai jenis klasifikasi jalan (Bina Marga, 2023).

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Arteri	80-99	75-95
Kolektor	80-95	75-95
Lokal	50-80	50-80
Lokal	85-99.9	85-99,9

Reliabilitas dalam kinerja perencanaan dikendalikan melalui faktor reliabilitas (F_R), yang dikalikan dengan perkiraan volume lalu lintas (W_{18}) selama masa rencana untuk memprediksi kinerja (W_{18}). Pada tingkat reliabilitas (R) tertentu, faktor reliabilitas bergantung pada deviasi standar keseluruhan (S_0), yang mempertimbangkan kemungkinan variasi dalam estimasi lalu lintas dan kinerja untuk nilai W_{18} yang diberikan. Dalam rumus desain perkerasan lentur, tingkat reliabilitas (R) diakomodasi menggunakan parameter penyimpangan normal

Standar (Z_R). Nilai Z_R untuk tingkat pelayanan tertentu ditampilkan pada Tabel 4. Penerapan konsep reliabilitas harus mengikuti langkah-langkah berikut:

1. Tentukan klasifikasi fungsional jalan dan identifikasi apakah jalan tersebut termasuk kategori jalan perkotaan atau antar kota.
2. Pilih tingkat reliabilitas dari rentang yang tersedia
3. Pilih deviasi standar (S_0) yang sesuai dengan kondisi lokal, dengan rentang nilai antara 0,40 hingga 0,50.

Tabel 2.7 Nilai deviasi normal standar (Bina Marga, 2023).

Reabilitas R (%)	Standar normal deviate (Z_R)
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.9	-3.750

2.5 Pertumbuhan Lalu Lintas (i%)

Pertumbuhan lalu lintas merupakan peningkatan atau perkembangan volume lalu lintas dari tahun ke tahun sepanjang umur rencana. Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat pertumbuhan lalu lintas antara lain:

1. Perkembangan wilayah setempat,
 2. Meningkatnya kesejahteraan masyarakat di daerah tersebut,
 3. Bertambahnya minat masyarakat untuk memiliki kendaraan pribadi.
- Faktor pertumbuhan lalu lintas biasanya dinyatakan dalam persentase per tahun (%/tahun).

2.6 Umur Rencana

Umur rencana jalan merupakan periode waktu, dalam satuan tahun, yang dihitung sejak jalan mulai dioperasikan hingga saat diperlukan perbaikan besar atau penambahan lapisan permukaan baru. Seiring bertambahnya usia jalan, kualitas strukturalnya akan menurun, terutama jika jalan tersebut sering dilalui kendaraan bermuatan berat yang melebihi batas yang ditetapkan.

Sementara itu, umur rencana perkerasan jalan mengacu pada jumlah pengulangan beban lalu lintas, diukur dalam satuan Equivalent Standard Axle Load (ESAL), yang dapat ditanggung jalan sebelum terjadi kerusakan struktural pada lapisan perkerasannya akibat beban berlebih. (Liemantika, 2023)

Faktor umur rencana adalah variabel yang berkaitan dengan umur rencana dan tingkat pertumbuhan lalu lintas, yang perhitungannya dilakukan oleh Universitas Sumatera Utara menggunakan rumus berikut:

$$N = \frac{(1+r)^i - 1}{r} \quad (2.5)$$

Dimana ;

N = Faktor pertumbuhan lalu lintas yang telah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas berfungsi sebagai faktor pengali, yang dihitung dari akumulasi nilai rata-rata tahunan.

r = Umur Rencana.

i = Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

2.7 Jumlah Lajur

Lajur rencana merupakan salah satu lajur pada ruas jalan yang digunakan untuk menampung volume lalu lintas kendaraan niaga (seperti truk dan bus) terbesar. Beban lalu lintas pada lajur ini dihitung berdasarkan kumulatif beban gandar standar (ESA), dengan mempertimbangkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Pada jalan dua arah, nilai DD biasanya diasumsikan sebesar 0,50, kecuali di lokasi tertentu di mana volume kendaraan niaga lebih dominan ke satu arah. Nilai faktor distribusi ini dapat dilihat pada tabel berikut (Novenrio Mandala Putra, 2021).

Tabel 2.8 : Jumlah Lajur Berdasarkan Dimensi Lebar Perkerasan
Sumber: Pedoman Tebal Perkerasan Lentur Departemen Pekerjaan Umum (Bina Marga, 2023).

Lebar Perkerasan	Jumlah Lajur (n)
$L < 4,50$ M 4,50	1 Jalur
$M \leq L < 8,00$ m	2 Jalur
$8,00$ M $< L < 11,25$ M	3 Jalur
$11,25$ M $< L < 15,00$ M	4 Jalur
$15,00$ M $< L < 18,75$ M	5 Jalur
$18,75$ M $< L < 22,00$ M	6 Jalur

Tabel 2.9 : Faktor Distribusi Lajur (D_L), (Bina Marga, 2023).

No	Jumlah Lajur Per Arah	% Beban Gandar Standar Dalam Lajur Rencana
1	1	100
2	2	80-100
3	3	60-80
4	4	50-75

2.8 Koefisien Distribusi Kendaraan (DD)

Koefisien distribusi kendaraan (DD) untuk kendaraan ringan dan berat yang melintas di jalur rencana ditentukan berdasarkan Tabel 2.7.

Tabel 2.10 : Koefisien Distribusi Kendaraan (DD) (Bina Marga, 2023).

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

Keterangan:

1. Kendaraan dengan berat total kurang dari 5 ton, seperti mobil penumpang, pick-up, dan mobil pengantar barang.
2. Kendaraan dengan berat total 5 ton atau lebih, seperti bus, truk, traktor, semitrailer, dan trailer.

Tingkat kepadatan tertentu memberikan daya dukung yang baik dan kemampuan untuk mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan, meskipun dalam kondisi lingkungan dan jenis tanah yang berbeda. Sifat setiap jenis tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti tekstur, kepadatan, kadar air, dan kondisi lingkungan. Tanah dengan kepadatan tinggi akan mengalami perubahan volume yang lebih kecil ketika terjadi perubahan kadar air, serta memiliki daya dukung yang lebih besar dibandingkan dengan tanah serupa yang memiliki kepadatan lebih rendah.

Daya dukung tanah dasar (subgrade) dalam perencanaan perkerasan lentur diukur menggunakan nilai CBR (California Bearing Ratio). CBR pertama kali diperkenalkan oleh California Division Of Highways pada tahun 1928, dan metode ini dipopulerkan oleh O. J. Porter. Nilai CBR dinyatakan dalam persen, yang

menggambarkan kualitas tanah dasar jika dibandingkan dengan bahan standar seperti batu pecah yang memiliki nilai CBR 100% dalam mendukung beban lalu lintas. CBR adalah salah satu parameter utama untuk menilai mutu daya dukung tanah dasar, yang paling banyak digunakan di Indonesia. Nilai CBR dapat diperoleh melalui uji laboratorium (CBR Laboratorium) maupun pengukuran di lapangan (CBR Lapangan).

Hubungan antara daya dukung tanah (DDT) dan CBR dapat digambarkan melalui grafik korelasi pada Gambar 2.3 atau dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Bina Marga: DDT} = 4,3 \log \text{CBR} + 1,7 \quad (2.6)$$

$$\text{AASHTO: DDT} = 3,71 \log \text{CBR} + 1,35 \quad (2.7)$$

Dalam pedoman ini, Modulus Resilien (MR) digunakan sebagai parameter tanah dasar untuk perencanaan. Korelasi antara CBR dan Modulus Resilien (MR) adalah sebagai berikut:

$$\text{MR (psi)} = 1500 \times \text{CBR} \quad (2.8)$$

atau

$$\text{MR (MPa)} = 10 \times \text{CBR}. \quad (2.9)$$

2.8.1 Faktor Regional (FR)

Dalam kondisi lapangan, hal ini mencakup permeabilitas tanah, sistem drainase yang ada, bentuk alinyemen, serta persentase kendaraan dengan berat $\geq$ 13 ton. Kendaraan yang berhenti, serta kondisi iklim yang mencakup rata-rata curah hujan tahunan. Mengingat bahwa persyaratan penggunaan disesuaikan dengan "Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya", pengaruh faktor lapangan seperti permeabilitas tanah dan sistem drainase dapat dianggap setara. Oleh karena itu, dalam menentukan ketebalan perkerasan, faktor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (seperti jalur kontrol dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti, serta kondisi iklim (curah hujan). (A.Giovani, 2020)

Kondisi lingkungan di lokasi sangat berpengaruh terhadap lapisan perkerasan jalan dan tanah dasarnya, di antaranya:

1. Mempengaruhi karakteristik teknis konstruksi perkerasan serta sifat material yang membentuk lapisan perkerasan.
2. Menyebabkan pelapukan pada material bahan.
3. Berdampak pada penurunan tingkat kenyamanan pengguna jalan.

Selain itu, perubahan musim, variasi suhu, kerusakan akibat kelelahan material, serta sifat-sifat bahan yang digunakan juga dapat mempengaruhi umur pelayanan jalan, seperti yang dijelaskan dalam Tabel.

Table 2.11 : Faktor Regional (Bina Marga, 2023)

Keland. I (<6%)		Keland. II (6-10%)		Keland. III (>10%)		Jenis Iklim
%. Kend. Berat		%. Kend. Berat		%. Kend. Berat		
<3%	>30%	<30%	>30%	<30%	>3%	
0,5	1 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5	Iklim I < 900 mm/th
1,5	2 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 –3,5	Iklim II> 900 mm/th

Catatan : Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, tempat perhentian, atau tikungan tajam (dengan jari-jari ≤ 30 meter), nilai Fr ditambah 0,5. Sementara itu, di daerah rawa-rawa, nilai Fr ditambah sebesar 1,0.

2.8.2 Koefisien Drainase

Tabel 2.10 menyajikan pengertian umum tentang kualitas drainase. Tabel 2.9 berisi definisi mengenai kualitas drainase.

Tabel 2.12 : Pengertian umum tentang kualitas drainase (Bina Marga, 2023)

Kualitas Drainase	Air Hilang Dalam
Baik Sekali	2 Jam
Kualitas Drainase	Air Hilang Dalam
Baik	1 Hari

Tabel 2.12 : *Lanjutan*

Sedang	1 Minggu
Jelek	1 Bulan
Jelek Sekali	Air tidak mengalir

Koefisien drainase (m) merupakan faktor yang digunakan untuk menyesuaikan nilai koefisien kekuatan relatif. Nilai ini dimasukkan ke dalam rumus Indeks Tebal Perkerasan (ITP) bersama dengan koefisien kekuatan relatif (a) dan ketebalan lapisan (D). Tabel 2.10 menunjukkan nilai koefisien drainase (m), yang bergantung pada kualitas sistem drainase dan persentase waktu dalam setahun di mana struktur perkerasan terpapar kondisi kelembaban mendekati kejenuhan.

Tabel 2.13 Koefisien drainase (m) untuk menyesuaikan koefisien kekuatan relatif material lapisan dasar dan lapisan bawah yang tidak diberi perlakuan pada perkerasan lentur (Bina Marga, 2023).

Kualitas Drainase	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	<1%	1 -5%	5 - 25%	>25%
Baik Sekali	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,2
Baik	1,35 – 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1
Sedang	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 - 0,80	0,8
Jelek	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,6
Jelek Sekali	1,05 – 0,95	0,08 – 0,75	0,60 – 0,40	0,4

2.8.3 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan merupakan indikator yang menunjukkan tingkat ketidakrataan dan kekuatan struktur perkerasan jalan, yang berhubungan langsung dengan kualitas pelayanan terhadap lalu lintas yang melintasi. Nilai-nilai IP (Indeks permukaan) dan maknanya dijelaskan sebagai berikut:

- IP = 2,5 : menunjukkan bahwa permukaan jalan masih dalam kondisi baik dan cukup stabil.

- IP = 2,0 : menunjukkan batas terendah pelayanan pada jalan yang masih dianggap layak atau mantap.
- IP = 1,5 : mencerminkan batas pelayanan minimum yang masih dapat dilalui kendaraan (jalan tidak mengalami putus total).
- IP = 1,0 : menunjukkan kondisi permukaan jalan yang rusak parah dan sangat mengganggu kelancaran arus lalu lintas.

2.8.4 Indeks Permukaan Awal (IP₀)

Indeks permukaan awal merupakan ukuran tingkat kehalusan, keratan, dan kekokohan permukaan jalan pada awal masa rencana penggunaan. Berdasarkan AASHTO 1993, nilai IP₀ ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, di mana untuk perkerasan lentur disarankan menggunakan nilai Po sebesar 4,2.

Sementara itu, Indeks Permukaan (IP) pada akhir rencana umur ditetapkan berdasarkan ambang batas terendah yang masih dapat diterima oleh pengguna jalan sebelum dilakukan rehabilitasi. Ditetapkan berdasarkan ambang batas terendah yang masih dapat diterima oleh pengguna jalan sebelum dilakukan rehabilitasi. Nilai Pt sebesar 2,5 atau lebih direkomendasikan untuk jalan utama, sedangkan nilai Pt sebesar 2,0 dapat digunakan untuk jalan dengan volume lalu lintas yang lebih rendah (Fransiscus R, 2020).

Tabel 2.14 ; Indeks Permukaan Awal Umur Rencana IP₀ (Bina Marga, 2023)

Jenis Lapis Perkerasan	IP ₀	Ketidakrataan *) (IRI,m/Km)
Laston	≥ 4	$\leq 1,0$
	3,9-3,5	$> 1,0$
Lasbtag	3,9-3,5	$\leq 2,0$
	3,4-3,0	$> 2,0$
Lapen	3,4-3,0	$\leq 3,0$
	2,9-2,5	$> 3,0$

2.8.5 Indeks Permukaan Akhir (IPt)

Nilai Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt) merupakan nilai yang menunjukkan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan pada akhir umur rencana yang nilainya ditentukan berdasarkan klasifikasi jalan. dapat dilihat pada tabel dibawah ini (Bina Marga, 2023) :

Tabel 2.15 : Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt) (Bina Marga, 2023).

Klasifikasi jalan			
Lokal	Kolektor	Arteri	Bebas hambatan
1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-

Dari Jalur dapat diuraikan beberapa IP beserta artinya adalah :

IP = 2,5: menyatakan permukaan masih cukup stabil dan baik

IP = 2,0: menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.

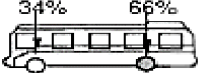
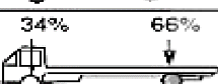
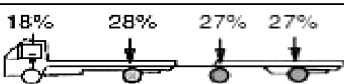
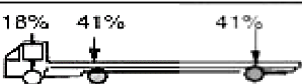
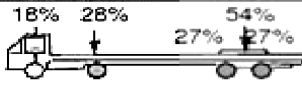
IP = 1,5: menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 1,0: menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu-lintas kendaraan.

2.9 Angka Ekuivalen Kendaraan (E)

Angka ekuivalen (E) merupakan angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh lintasan beban gandar sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb). Di lapangan berat dan konfigurasi sumbu kendaraan di dalam perhitungan perkerasan perlu terlebih dahulu ditransformasikan ke dalam equivalent standard axle load (ESAL). Angka Ekuivalen (E) masing– masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan).

Tabel 2.16 : Angka Ekuivalen Kendaraan (Bina Marga, 2023)

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

(Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/83).

2.10 Umur Rencana (UR)

Dalam perancangan perkerasan, diperlukan pemilihan umur rancangan atau periode perkerasan. Umur rencana adalah waktu di mana perkerasan diharapkan mempunyai kemampuan pelayanan sebelum dilakukan pekerjaan rehabilitasi atau kemampuan pelayanannya berakhir. Dalam Pt.T-01-2002-B, periode rancangan diistilahkan sebagai umur rancangan. Umur rancangan merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak perkerasan jalan mulai dibuka untuk lalu lintas, sampai saat diperlukan perbaikan kerusakan berat, atau dianggap perlu dilakukan lapis permukaan baru. Parameter perancangan yang berpengaruh pada umur pelayanan total dari perkerasan adalah jumlah total beban lalu lintas, oleh sebab itu lebih cocok bila untuk menggambarkan umur rancangan perkerasan dinyatakan dalam istilah beban lalu lintas rancangan total (total design traffic loading). Dari

pengertian ini, bila perkerasan dirancang untuk 40 tahun dengan pertumbuhan lalu lintas 2,5%, namun dalam kenyataan pertumbuhan lalu lintasnya 3,5%, maka umur perkerasan akan lebih pendek dari yang direncanakan.

2.11 *Internasional Roughness Indeks (IRI)*

IRI (Indeks Kekasaran Internasional) merupakan indeks yang menggasosiasi Otoritas Jalan Raya Negara Bagian Australia) merupakan indeks yang menggambarkan tingkat kekasaran permukaan jalan. Tujuan dari survei IRI adalah untuk memperoleh informasi terkait kondisi lapisan permukaan jalan. Pelaksanaan bantuan ini bisa dilakukan secara visual ataupun dengan alat NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*). Klasifikasi kondisi jalan berdasarkan nilai IRI dapat dilihat pada Tabel 2.9 berikut.

Tabel 2.17 : Hubungan Antara Nilai dengan Klasifikasi Kondisi Jalan

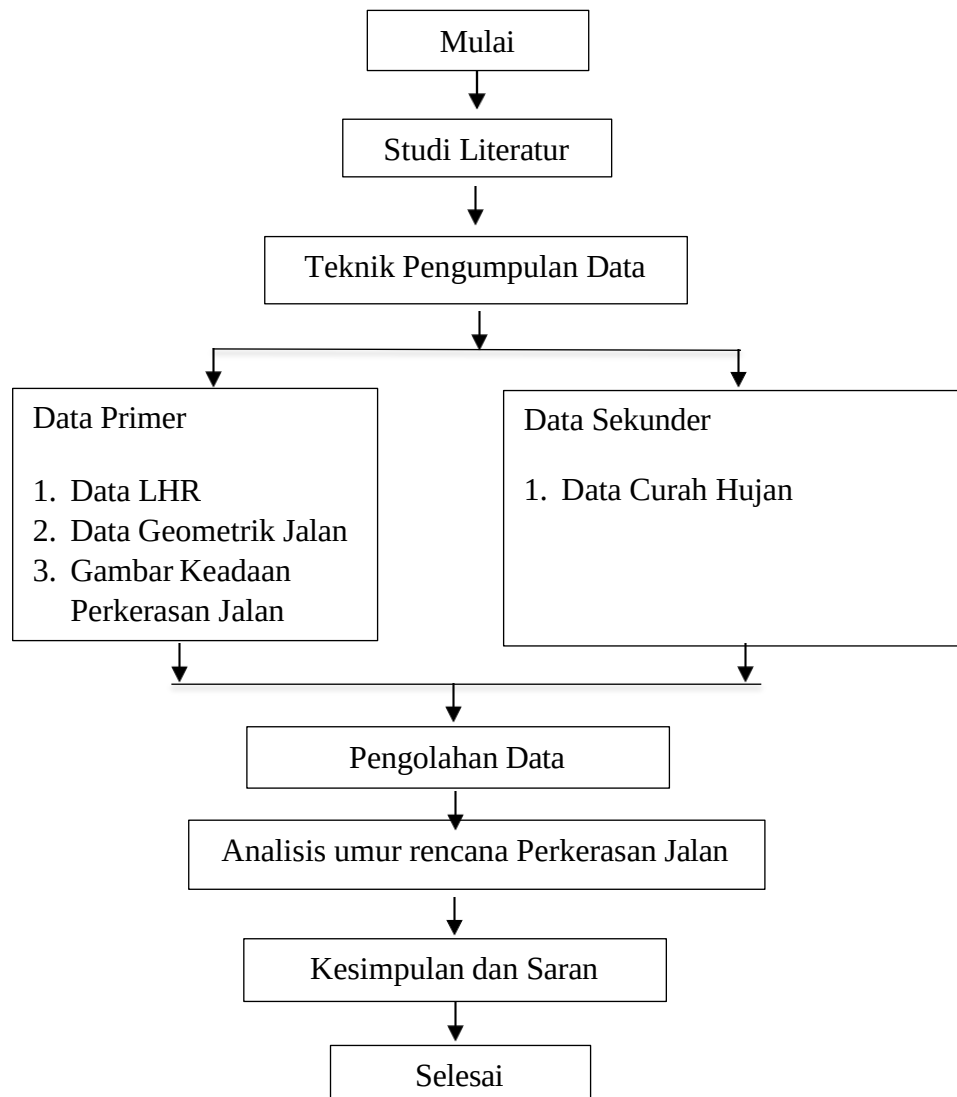
Nilai IRI	Kondisi
<4	Baik
4 – 8	Sedang
8 – 12	Rusak Ringan
>12	Rusak Berat

BAB 3

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir perhitungan penurunan umur pelayanan jalan ini dapat dilihat dibawah ini



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini, Lokasi studi yang diperlukan untuk mengumpulkan sejumlah informasi yang didapat pada lingkungan tempat atau Lokasi penelitian. Untuk pengambilan data sendiri yang akan diambil baik secara maupun tidak langsung. Pengambilan data langsung akan di ambil melalui survei penelitian pada area tinjauan berupa pencatatan dan pengukuran yang akan dilakukan pada lapangan. Adapun pengambilan data yang tak langsung yaitu berupa data yang didapatkan dari instansi-instansi yang berkaitan dengan pengadaan data data guna membantu kelengkapan data. Adapun Lokasi yang menjadi tinjauan penulis pada daerah, Jalan Perintis Kemerdekaan, Desa Sendang Rejo, Kecamatan Binjai, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut :



Gambar 3.2: Lokasi Penelitian (*Google Maps*)

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Survei pendahuluan, survei ini dilakukan dalam rangka menentukan lokasi yang akan digunakan untuk studi. Selain itu survei pendahuluan juga bisa digunakan untuk mengumpulkan data-data awal berdasarkan aspek- aspek yang diperlukan yang akan digunakan sebagai dasar/referensi survei, Adapun data yang di perlukan diurjaikan sebagai berikut:

3.3.1 Data Primer

Proses penelitian merupakan rangkaian perjalanan studi ini dimulai dari awal mula penentuan masalah, dimana tidak semua masalah yang ditemukan dapat diangkat sebagai judul karya ilmiah/skripsi (metoda penelitian). Adapun bentuk data primer yang akan di lakukan melalui survei dilapangan adalah sebagai berikut:

1. Data lalu lintas harian rata-rata (LHR)
2. Data geometrik jalan
3. keadaan perkerasan jalan

3.3.2 Data Sekunder

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data literatur, yaitu data sekunder yang diperoleh dari buku, internet, dan karya ilmiah yang berhubungan dengan penelitian ini. Data sekunder yaitu berupa pengambilan data-data dari instansi terkait seperti :

1. Data Curah Hujan
2. Peta Lokasi

3.4 Data Nilai Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini diperoleh melalui survei langsung di lapangan, yang dilaksanakan pada ruas Jalan Perintis Kemerdekaan Binjai. Kegiatan survei tersebut dilaksanakan pada tanggal 9 hingga 15 Desember 2024.

Tabel 3.1: Nilai Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Lalu Lintas Harian Rata-Rata Jl. Perintis Kemerdekaan													
No	Waktu	Jenis Kendaraan (kend/jam)											
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
		a	b	c	d	e	f	G	h	i	j	k	l
1	07.00-08.00	325	54	63	18	5	2	8	13	12	0	5	7

Tabel 3.1 : *Lanjutan*

Lalu Lintas Harian Rata-Rata Jl. Perintis Kemerdekaan													
No	Waktu	Jenis Kendaraan (kend/jam)											
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
2	08.00-09.00	317	119	54	23	1	0	12	12	14	0	2	13
3	09.00-10.00	278	82	46	27	3	1	23	17	18	1	0	13
4	10.00-11.00	383	68	43	33	2	1	18	19	21	3	1	16
5	11.00-12.00	159	47	47	37	0	1	27	15	26	2	0	6
6	12.00-13.00	195	76	68	19	2	2	32	16	24	1	0	9
7	13.00-14.00	236	78	63	28	0	2	20	20	17	4	2	14
8	14.00-15.00	239	62	40	39	4	0	33	23	13	2	4	18
9	15.00-16.00	228	51	48	41	1	0	26	15	22	2	0	14
10	16.00-17.00	281	56	59	38	3	1	24	9	25	7	3	12
11	17.00-18.00	296	128	39	44	4	2	39	8	28	3	2	9
Total		2937	821	570	347	25	12	262	167	220	25	19	131

Type Kendaraan

1. Sepeda kumbang, Sepeda Motor, Roda 3
2. Sedan, Jeep, Station wagon
3. Oplet, Pick-up Oplet, Mini Bus, Combi
4. Pick-Up, Mikro truk, Mobil Hantaran

- 5a. Bus Kecil
- 5b. Bus Besar
- 6a. Truck Ringan 2 Sumbu
- 6b. Truck Sedang 2 Sumbu
- 7a. Truck 3 Sumbu
- 7b. Truck Gandengan
- 7c. Truck Semi Trailer
- 8. Kendaraan Tidak Bermotor

3.5 Data Kerusakan Jalan

Data kerusakan jalan yang digunakan dalam tugas akhir ini diperoleh dari hasil survei lapangan yang dilakukan pada ruas Jalan Perintis Kemerdekaan, Kota Binjai. Survei pengambilan data kerusakan jalan tersebut dilaksanakan persegmen, yang di buat dengan jarak 100 m – 2000 m.

Tabel 3.2: Rekapitulasi Penentuan Angka Kerusakan

STA	Jenis Kerusakan	Luas Tiap Kerusakan (m ²)	Persentase Kerusakan %	Angka Jenis Kerusakan	Angka Lebar Kerusakan	Angka Luas Kerusakan	Angka Kerusakan
00+100	Lubang	0,62	0,10	-	-	-	0
	Retak Buaya	11,25	1,88	5	3	1	5
00+200	Lubang	0,17	0,03	-	-	-	0
	Retak Buaya	2,98	0,49	5	3	1	5
	Retak Memanjang	0,7	0,43	2	3	1	2
00+300	Retak memanjang	0,7	0,12	2	-	-	2

Tabel 3.2 : *Lanjutan*

	Retak Blok	3,15	0,52	-	-	-	0
00+400	Tambalan	12,95	2,15	-	-	-	0
	Lubang	0,06	2,15	-	-	-	0
00+500 S/D 00+700	Tidak ada kerusakan						
00+800	Lubang	0,22	0,04	-	-	-	0
	Tambalan	4,69	0,78	-	-	-	0
	Retak Memanjang	2,54	0,42	2	3	1	2
00+900	Tidak ada kerusakan						
1+000	Retak Buaya	1,17	0,19	5	3	1	5
	Retak Blok	15,56	2,59	-	-	-	-
1+100	Lubang	0,31	0,05	-	-	-	0
1+200 S/D 1+400	Tidak ada kerusakan						
1+500	Lubang	0,15	0,03	-	-	-	0
1+200 S/D 1+400	Tidak ada kerusakan						

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil analisis data yang diperoleh dari survei lalu lintas pada ruas Jalan Perintis Kemerdekaan, Kota Binjai. Analisis dilakukan untuk menentukan besarnya pengaruh lalu lintas terhadap beban perkerasan jalan selama umur rencana. Pembahasan meliputi data lalu lintas, proyeksi pertumbuhan lalu lintas harian rata-rata (LHR), faktor akumulasi lalu lintas, nilai Vehicle Damage Factor (VDF), serta analisis beban lalu lintas ekuivalen (Equivalent Single Axle Load atau ESAL). Hasil perhitungan ini menjadi dasar dalam menentukan tingkat kerusakan perkerasan dan kebutuhan peningkatan jalan pada tahap perencanaan berikutnya.

4.1 Data Jenis Perkerasan Jalan

Dari penelitian yang di dapat oleh penulis, diketahui bahwa jenis perkerasan pada jalan Perintis Kemerdekaan, Kota Binjai menggunakan jenis perkerasan komposit (*composite pavement*).

4.2 Data Tahun Pekerjaan Perkerasan jalan

Pekerjaan perkerasan jalan di Jalan Perintis Kemerdekaan, Kota Binjai dimulai pada tahun 2017 dengan menggunakan jenis perkerasan komposit yang didanai melalui APBD tahun tersebut. Namun, seiring waktu, jalan tersebut telah mengalami dua kali peningkatan, yakni pada tahun 2019 dan 2021. (P2JN Provinsi Sumatera Utara)

4.3 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Analisis lalu lintas bertujuan untuk mengetahui besar beban lalu lintas yang akan diterima oleh perkerasan jalan selama umur rencana. Pada penelitian ini, analisis dilakukan terhadap ruas Jalan Perintis Kemerdekaan, Kota Binjai. Analisis meliputi data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) tahun dasar, proyeksi pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana, serta penentuan faktor akumulasi lalu lintas (N) yang menjadi dasar perhitungan nilai beban sumbu ekuivalen (ESAL). Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini

diperoleh melalui survei langsung di lapangan, yang dilaksanakan pada ruas Jalan Perintis Kemerdekaan Binjai. Kegiatan survei tersebut dilaksanakan pada tanggal 9 hingga 15 Desember 2024.

Tabel 4.1 Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) Tahun Dasar 2024

Tipe Kendaraan	Jenis Kendaraan	LHR 2024 (kend/hari)	Persentase (%)
1	Sepeda motor & roda-3	1.558,16	53,1
2	Sedan/Jeep/Station Wagon	435,56	14,8
3	Oplet/Pick-up/Minibus	302,40	10,3
4	Pick-up/Mikrotruk	184,09	6,3
5A	Bus Kecil	13,26	0,4
5B	Bus Besar	6,37	0,2
6A	Truk 2 sumbu - ringan	139,00	4,7
6B	Truk 2 sumbu - sedang	88,60	3,0
7A1	Truk 3 sumbu - berat	116,72	4,0
7B1	Truk 4 sumbu - berat (type B1)	13,26	0,4
7C1	Truk 4 sumbu - berat (type C1)	10,08	0,3
8	Kendaraan tak bermotor	69,50	2,4
	Total	2.937	100,00

Sumber: Hasil survei lalu lintas, 2024 (Jalan Perintis Kemerdekaan, Kota Binjai).

Data menunjukkan bahwa kendaraan ringan seperti sepeda motor dan mobil penumpang mendominasi lalu lintas dengan persentase >65%, sedangkan kendaraan berat hanya sekitar 15%. Namun, meskipun jumlahnya kecil, kendaraan berat memiliki kontribusi kerusakan yang signifikan karena nilai ekivalen (E) yang tinggi.

4.4 Pertumbuhan Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Berdasarkan hasil survei lalu lintas tahun dasar yang disajikan pada Tabel 4.1, selanjutnya dilakukan analisis terhadap pertumbuhan Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) selama umur rencana jalan. Pertumbuhan lalu lintas ini dihitung dengan menggunakan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 5%, yang diperoleh dari data historis perkembangan jumlah kendaraan di wilayah Jalan Perintis Kemerdekaan, Kota Binjai.

Perhitungan dilakukan dengan mengalikan nilai LHR tahun dasar dengan faktor pertumbuhan $(1+i)^n$ untuk setiap tahun umur rencana. Hasil perhitungan ini menghasilkan proyeksi LHR tahunan yang digunakan sebagai dasar dalam penentuan faktor akumulasi lalu lintas (N) serta perhitungan nilai ESAL pada Tabel 4.5. Adapun hasil perhitungan pertumbuhan dan proyeksi LHR selama 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Data Pertumbuhan dan Proyeksi Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) Selama Umur Rencana 10 Tahun

Tahun	Faktor Pertumbuhan (1+i) ⁿ	proyeksi total LHR (kend/hari)	Keterangan
2024	1.000	2.937	Tahun dasar hasil survei lapangan (Tabel 4.1)
2025	1.050	3.084	4960 × (1 + 4,83%)
2026	1.103	3.238	LHR bertambah sesuai laju pertumbuhan
2027	1.158	3.400	
2028	1.216	3.570	
2029	1.276	3.749	
2030	1.340	3.936	
2031	1.407	4.133	
2032	1.477	4.339	
2033	1.551	4.556	
2034	1.628	4.784	Akhir umur rencana 10 tahun

Sumber: Hasil perhitungan berdasarkan data LHR tahun dasar (2024) dan laju pertumbuhan $i = 5\%$.

Keterangan Rumus:

$$LHR_n = LHR_{2024} \times (1 + i)^n$$

dengan:

LHR_n = Lalu Lintas Harian Rata-rata pada tahun ke-

n $i = 5\%$ (laju pertumbuhan lalu lintas)

n = umur rencana (tahun ke-1 sampai ke-10)

Untuk tahun pertama umur rencana (2025), LHR per jenis kendaraan dihitung menggunakan faktor pertumbuhan yang sama.

Berdasarkan data LHR tahun dasar (2024) dengan total 2.937 kendaraan/hari dan asumsi pertumbuhan lalu lintas sebesar 5% per tahun, diperoleh proyeksi LHR tahun 2025 seperti disajikan pada Tabel 4.X berikut.

Tabel 4.3 Proyeksi LHR per Jenis Kendaraan Tahun 2025

Tipe Kendaraan	Jenis Kendaraan	LHR 2024 (kend/hari)	LHR 2025 (kend/hari)
1	Sepeda motor & roda-3	1.558,16	1.636,07
2	Sedan/Jeep/Station Wagon	435,56	457,33

3	Oplet/Pick-up/Minibus	302,40	317,52
4	Pick-up/Mikrotruk	184,09	193,29
5A	Bus Kecil	13,26	13,92
5B	Bus Besar	6,37	6,69
6A	Truk 2 sumbu - ringan	139,00	145,95
6B	Truk 2 sumbu - sedang	88,60	93,03
7A1	Truk 3 sumbu - berat	116,72	122,56
7B1	Truk 4 sumbu - berat (type B1)	13,26	13,92
7C1	Truk 4 sumbu - berat (type C1)	10,08	10,59
8	Kendaraan tak bermotor	69,50	72,98
	Total	2.937	3.084,00

Sumber: hasil perhitungan, 2025

Data pada Tabel 4.3 menunjukkan proyeksi Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) per jenis kendaraan pada tahun 2025, satu tahun setelah tahun dasar pengamatan (2024).

Kenaikan dihitung menggunakan asumsi tingkat pertumbuhan lalu lintas sebesar 5% per tahun, dengan rumus:

$$LHR_t = LHR_0 \times (1+i)^t \quad LHR_t = LHR_0 \times (1+i)$$

dengan LHR_0 = LHR tahun dasar 2024, dan $i = 0,05$.

Proporsi tiap jenis kendaraan diasumsikan tetap, karena dalam satu tahun umumnya belum terjadi perubahan signifikan terhadap komposisi lalu lintas. Dengan demikian, total LHR meningkat dari 2.937 kendaraan/hari menjadi 3.084 kendaraan/hari.

Peningkatan sebesar 147 kendaraan/hari ($\pm 5\%$) ini menjadi dasar untuk menghitung beban kumulatif tahunan (ESA per tahun) dalam analisis CESAL.

4.5 Nilai Angka Ekuivalen (E)

Nilai E (angka ekuivalen) menunjukkan pengaruh relatif setiap jenis kendaraan terhadap kerusakan jalan dibandingkan dengan satu lintasan sumbu standar 8,16 ton. Nilai ini diambil dari Pedoman Bina Marga Pt T-01-2002-B.

Tabel 4.4 Nilai Angka Ekuivalen (E) per Jenis Kendaraan

Tipe Kendaraan	Jenis Kendaraan	E
1	Sepeda motor & roda-3	0,00005
2	Sedan/Jeep/Station Wagon	0,0005
3	Oplet/Pick-up/Minibus	0,005
4	Pick-up/Mikrotruk	0,02
5A	Bus Kecil	0,50
5B	Bus Besar	1,00
6A	Truk 2 sumbu - ringan	0,50
6B	Truk 2 sumbu - sedang	0,80
7A1	Truk 3 sumbu - berat	1,80
7B1	Truk 4 sumbu - berat (type B1)	2,50
7C1	Truk 4 sumbu - berat (type C1)	3,00
8	Kendaraan tak bermotor	0,00

Nilai E meningkat sesuai jumlah sumbu dan kapasitas muatan. Semakin tinggi nilai E, semakin besar potensi kerusakan jalan yang ditimbulkan per lintasan.

4.6 Faktor Akumulasi Lalu Lintas (R)

Faktor akumulasi lalu lintas (R) menunjukkan rasio akumulasi pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana terhadap lalu lintas pada tahun dasar.

$$R = ((1 + i)^n - 1) / i$$

dengan:

R = faktor akumulasi lalu lintas

i = laju pertumbuhan lalu lintas (5%)

n = umur rencana (10 tahun)

Substitusi:

$$R = ((1 + 0,05)^{10} - 1) / 0,05 = 12,5779$$

Nilai R = 12,5779 menunjukkan bahwa selama umur rencana 10 tahun, volume lalu lintas kumulatif setara dengan 12,58 kali volume tahun pertama.

4.7 Vehicle Damage Factor (VDF)

Nilai **Vehicle Damage Factor (VDF)** digunakan untuk menyetarakan pengaruh kerusakan berbagai jenis kendaraan menjadi satu angka faktor total. Nilai ini merupakan parameter utama pada metode agregat.

Tabel 4.5 : *Nilai Vehicle Damage Factor (VDF) Nominal dan Sensitivitas*

Kondisi	Nilai VDF	Keterangan
Ringan	2,0	Kondisi konservatif
Normal	2,5	Representatif kondisi lalu lintas campuran
Berat	3,0	Kondisi dengan lalu lintas berat dominan

Sumber: Adaptasi dari Bina Marga dan hasil observasi lapangan, 2025.

Nilai VDF nominal sebesar 2,5 digunakan dalam penelitian ini karena sesuai dengan karakteristik lalu lintas campuran perkotaan. Analisis sensitivitas dilakukan dengan nilai 2,0 dan 3,0 untuk melihat pengaruh perubahan VDF terhadap total CESAL.

4.8 Equivalent Single Axle Load (ESAL)

Analisis *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) dilakukan untuk mengetahui jumlah beban lalu lintas ekivalen yang diterima jalan selama umur rencana. Rumus perhitungan ESAL adalah sebagai berikut:

$$ESAL = LHR \times C \times E \times 365$$

Dengan $C = 0,5$

4.6: Tabel Nilai *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) Faktual dan Normal

Tipe Kendaraan	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	LHR (kend/hari)	E	ESAL Tahun
1	Sepeda motor & roda-3	1–2 sumbu kecil	1.558,16	0,00005	14,22
2	Sedan/Jeep/Station Wagon	2 sumbu	435,56	0,0005	39,75
3	Oplet/Pick-up/Minibus	2 sumbu	302,40	0,005	275,94
4	Pick-up/Mikrotruk	2 sumbu	184,09	0,02	671,94
5A	Bus Kecil	2 sumbu	13,26	0,50	1210,27
5B	Bus Besar	2 sumbu	6,37	1,00	1161,86
6A	Truk 2 sumbu - ringan	2 sumbu	139,00	0,50	12.683,59
6B	Truk 2 sumbu - sedang	2 sumbu	88,60	0,80	12.935,32
7A1	Truk 3 sumbu - berat	3 sumbu	116,72	1,80	38.341,22
7B1	Truk 4 sumbu - berat (type B1)	4 sumbu	13,26	2,50	6.051,33
7C1	Truk 4 sumbu - berat (type C1)	4 sumbu	10,08	3,00	5.518,81
8	Kendaraan tak bermotor	-	69,50	0,00	0,00
	Total		2.937		78.901,46

Nilai ESA/tahun menunjukkan besarnya beban ekuivalen tahunan pada tahun dasar 2024. Truk tiga as dan truk sedang memberikan kontribusi paling besar terhadap total ESA tahunan. Nilai total 78.901,46 ESAL/tahun akan digunakan untuk menghitung CESAL (beban kumulatif selama umur rencana).

4.9 CESAL per 10 Tahun (Hasil Kumulatif)

Perhitungan Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL) digunakan untuk mengetahui total beban lalu lintas yang bekerja pada perkerasan jalan selama umur rencana. CESAL diperoleh dari hasil perkalian antara beban ekuivalen tahunan (ESA/tahun) dengan faktor akumulasi lalu lintas (R) yang menggambarkan tingkat pertumbuhan volume kendaraan dari tahun ke tahun.

Dalam penelitian ini, digunakan umur rencana 10 tahun dan laju pertumbuhan lalu lintas sebesar 5%, sehingga diperoleh faktor akumulasi $R=12,5779R$

Nilai CESAL dihitung untuk masing-masing jenis kendaraan, agar dapat diketahui kontribusi setiap golongan kendaraan terhadap total kerusakan jalan selama umur rencana.

$$CESAL = ESAL_{\text{tahun}} \times R$$

Keterangan:

- $ESAL_{\text{tahun}}$ = Beban ekuivalen sumbu standar per tahun (ESAL/tahun)
- R = Faktor akumulasi lalu lintas (12,5779)
- $CESAL$ = Total beban kumulatif selama 10 tahun (ESAL/10 tahun)

Tabel 4.7 CESAL Selama Umur Rencana (10 Tahun)

Tipe Kendaraan	Jenis Kendaraan	ESAL Pertahun	R	E	CESAL 10 tahun
1	Sepeda motor & roda-3	14,22	12,5779	0,00005	178,82
2	Sedan/Jeep/Station Wagon	39,75	12,5779	0,0005	499,53
3	Oplet/Pick-up/Minibus	275,94	12,5779	0,005	3.470,93
4	Pick-up/Mikrotruk	671,94	12,5779	0,02	8.451,65
5A	Bus Kecil	1210,27	12,5779	0,50	15.218,83
5B	Bus Besar	1161,86	12,5779	1,00	14.627,25
6A	Truk 2 sumbu - ringan	12.683,59	12,5779	0,50	159.583,12

6B	Truk 2 sumbu - sedang	12.935,32	12,5779	0,80	162.822,22
7A1	Truk 3 sumbu - berat	38.341,22	12,5779	1,80	482.098,74
7B1	Truk 4 sumbu - berat (type B1)	6.051,33	12,5779	2,50	76.111,22
7C1	Truk 4 sumbu - berat (type C1)	5.518,81	12,5779	3,00	69.287,61
8	Kendaraan tak bermotor	0,00	12,5779	0,00	0,00
	Total	78.901,46			992.448,92

Tabel di atas menunjukkan hasil perhitungan beban lalu lintas kumulatif (CESAL) selama umur rencana 10 tahun untuk masing-masing jenis kendaraan. Berdasarkan hasil tersebut, terlihat bahwa kendaraan berat seperti truk 3 as, truk sedang, dan truk ringan memberikan kontribusi terbesar terhadap total beban kumulatif, dengan proporsi lebih dari 80% dari total CESAL.

Sementara itu, kendaraan ringan seperti mobil penumpang dan sepeda motor memiliki kontribusi yang sangat kecil terhadap nilai CESAL karena nilai faktor ekuivalennya rendah.

Nilai total CESAL sebesar 992.448,92 ESAL merepresentasikan beban kumulatif aktual berdasarkan kondisi lalu lintas di lokasi penelitian. Angka ini akan dibandingkan dengan hasil metode agregat menggunakan VDF untuk menentukan kesesuaian umur rencana perkerasan terhadap standar MDP 2024.

4.10 Perhitungan CESAL – Metode Agregat (VDF)

Rumus : $CESAL = LHR \times C \times VDF \times 365 \times R$

$$CESAL = 2.937 \times 0,5 \times 2,5 \times 365 \times 12,5779 = 16.839.992,19$$

Metode ini memberikan hasil CESAL yang lebih besar karena mewakili beban total dari seluruh kendaraan dengan satu faktor gabungan. Nilainya sejalan dengan umur desain 10 tahun yang direncanakan.

4.11 Analisis Umur Berdasarkan Hasil CESAL

Rumus untuk menghitung umur rencana (n):

$$n = \frac{\ln \left(1 + \frac{CESAL \times i}{LRH \times C \times VDF \times 365} \right)}{\ln (1 + i)}$$

Hasil:

- CESAL (per jenis) = 992.448,92 → n = 0,75 tahun (9 bulan)
- CESAL (agregat) = 16.839.992,19 → n = 9,99 tahun

Hasil menunjukkan metode agregat lebih konsisten dengan umur desain 10 tahun. Sedangkan metode per jenis bersifat konservatif dan berguna untuk analisis ketahanan aktual.

4.8 Tabel Perbandingan Hasil CESAL

Metode	CESAL (ESAL)	Umur Rencana (tahun)	Interpretasi
Per Jenis Kendaraan	992.448,92	0,75	Konservatif
Agregat (VDF=2,5)	16.839.992,19	9,99	Realistis, sesuai umur desain

Metode per jenis menghasilkan nilai CESAL yang lebih kecil karena tiap kendaraan dihitung terpisah. Metode agregat menggunakan pendekatan faktor gabungan sehingga lebih mencerminkan kondisi desain sebenarnya.

Hasil perhitungan CESAL menunjukkan bahwa umur rencana perkerasan pada ruas Jalan Perintis Kemerdekaan Kota Binjai dapat dipertahankan selama 10 tahun apabila perencanaan dilakukan berdasarkan metode agregat dengan pengawasan

ketat terhadap kendaraan berat. Pendekatan ini sesuai dengan **MDP 2024** dan dapat digunakan sebagai acuan teknis dalam perencanaan maupun evaluasi perkerasan jalan di wilayah perkotaan dengan lalu lintas campuran.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Hasil Analisis Kerusakan Jalan *Flexible* Akibat Beban *Overload* Jalan Pada Jl.perintis kemerdekaan, kec.Binjai, kab.langkat, Provinsi.Sumatera Utara maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik lalu lintas

Berdasarkan hasil survei lapangan, diperoleh nilai Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) sebesar 2.937 kendaraan per hari dengan dominasi kendaraan ringan seperti sepeda motor dan mobil penumpang. Meskipun proporsi kendaraan berat hanya sekitar 15%, kendaraan golongan berat ini memberikan pengaruh signifikan terhadap tingkat kerusakan perkerasan.

2. Nilai angka ekivalen (E)

diperoleh dari pedoman Bina Marga Pt T-01-2002-B, yang menunjukkan bahwa kendaraan berat memiliki nilai E jauh lebih tinggi dibandingkan kendaraan ringan. Misalnya, semi-trailer memiliki $E = 3,00$ sedangkan mobil penumpang hanya 0,0005, yang berarti satu lintasan semi-trailer setara dengan ribuan lintasan kendaraan ringan.

3. Hasil Perhitungan CESAL (Cumulative Equivalent Single Axle Load)

Dari hasil analisis, diperoleh:

- Metode per jenis kendaraan menghasilkan total CESAL = 992.448,92 ESAL dengan ESA per tahun = 78.901,46 ESAL.
- Metode agregat ($VDF = 2,5$) menghasilkan total CESAL = 16.839.992,19 ESAL, yang mencerminkan beban lalu lintas kumulatif selama umur rencana 10 tahun.

Perbedaan hasil ini terjadi karena metode per jenis kendaraan menghitung setiap golongan kendaraan secara terpisah, sedangkan metode agregat menggabungkannya ke dalam satu faktor kerusakan gabungan (*Vehicle Damage Factor*).

4. Analisis Umur Rencana (n)

Berdasarkan rumus kebalikan perhitungan CESAL, diperoleh:

- Untuk CESAL per jenis kendaraan (992.448,92), umur rencana (n) $\approx 0,75$ tahun (± 9 bulan).
- Untuk CESAL agregat (16.839.992,19), umur rencana (n) $\approx 9,99$ tahun. Hasil ini menunjukkan bahwa metode agregat memberikan hasil yang lebih konsisten dengan umur rencana desain jalan (10 tahun), sedangkan metode per jenis kendaraan lebih konservatif dan cocok untuk analisis kondisi aktual di lapangan.

5. Faktor Pengaruh Utama terhadap Umur Perkerasan

Kendaraan berat, khususnya truk tiga as dan semi-trailer, menjadi faktor utama dalam mempercepat kelelahan struktur perkerasan. Semakin tinggi intensitas dan muatan sumbu kendaraan, semakin pendek umur layan jalan yang dihasilkan.

6. Kesesuaian Hasil dengan Pedoman Desain Jalan (MDP 2024)

Nilai CESAL hasil perhitungan metode agregat telah sesuai dengan asumsi dasar dalam Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024, yang menetapkan umur rencana perkerasan jalan 10 tahun untuk lalu lintas sedang hingga tinggi. Dengan demikian, hasil penelitian ini sejalan dengan standar nasional dan dapat dijadikan acuan dalam evaluasi dan perencanaan jalan di lokasi penelitian.

5.2 Saran

1. Kesadaran pengguna jalan sangat diperlukan untuk mematuhi batas maksimal berat muatan kendaraan yang diperbolehkan melintasi suatu jalan. Selain itu, diperlukan pengawasan yang optimal terhadap kondisi perkerasan dan muatan kendaraan guna memastikan jalan dapat berfungsi sesuai dengan umur rencana yang telah ditetapkan.
2. Adanya denda maupun sanksi tegas bagi yang melanggar dengan berat izin tertentu dan melampaui batas.
3. Dalam upaya mengawasi dan mengendalikan kelebihan muatan, selain mengoptimalkan fungsi jembatan timbang yang beroperasi, juga dilakukan pengendalian terhadap modifikasi desain kendaraan melalui penerapan standar

teknis. Pengawasan ini mencakup jenis kendaraan bermotor, dimensi bak muatan, serta prosedur pemuatan. Selain itu, pengawasan terhadap klasifikasi jalan dan sosialisasi terkait program atau kebijakan penanganan muatan berlebih juga menjadi bagian penting dari langkah pengendalian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhir, Tugas, Program Studi, Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas, and Mercu Buana Jakarta. 2024. “(OVERLOAD) TERHADAP TEBAL PERKERASAN JALAN PADA RUAS JALAN RAYA BALARAJA-.”
- Bayu Priyanda, El khasnet. 2022. “Dampak Kendaraan Overload Terhadap Umur Rencana Jalan.” *Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir 2022*: 22–30.
- Bumulo, Nasir, Rahman A Djau, and Pabowo Dunda. 2023. “Studi Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Pengurangan Umur Perkerasan Jalan.” *Radial* 11(1): 164–75.
- Aiham Giovani Giovani, Marjono, and Moch. Khamim. 2020. “EVALUASI TINGKAT KERUSAKAN PERKERASAN JALAN BERDASARKAN METODE BINA MARGA (Studi Kasus: Jalan Raya Madyopuro – Jalan Raya Banjarejo, Kota Malang).” *Jurnal JOS-MRK* 1(September): 153–57. doi:10.55404/jos-mrk.2020.01.02.153-157.
- Kurniawan, Septyanto, Ida Hadijah, and Danang Alma Rizqi Ma’ruf. 2020. “Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Raya Metro-Tanjungkari.” *Teknologi Aplikasi Konstruksi* 9(2): 159–68.
- Liemantika, William A. O., Lucia G. J. Lalamentik, and Mecky R. E. Manoppo. 2023. “Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Perkerasan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Wolter Monginsidi Bitung).” *Jurnal TEKNO* 21(85): 1491–1500.
- Luthfian, Tika Erly Andhara, Mudjiastuti Handajani, and Agus Muldiyanto. 2021. “Analisa Faktor-Faktor Pengaruh Kerusakan Perkerasan Lentur Jalan Raya Akibat Overload (Studi Kasus Jalan Pengapon Kota Purwodadi).” : 0–3.

- Manik, LJA, and P Siregar. 2024. "Pengaruh Muatan Berlebih (Overloading) Terhadap Umur Rencana Jalan." *Jurnal Dunia Pendidikan* 4(38): 1340–52.
- Meldasari, Dwi. 2018. "Kajian Sistem Pemeringkatan Fasilitas Jalan Berwawasan Lingkungan Di Indonesia (Kasus Studi Tahap Operasional Jalan Perkotaan)." : 1–15.
- Menteri Pekerjaan Umum. 2023. "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2023 Tentang Pedoman Laik Fungsi Jalan." *Menteri Pekerjaan Umum*: 1–7.
- Mubarak, Maudiawan, Rulhendri Rulhendri, and Syaiful Syaiful. 2020. "Perencanaan Peningkatan Perkerasan Jalan Beton Pada Ruas Jalan Babakan Tengah Kabupaten Bogor." *Astonjadro* 9(1): 1. doi:10.32832/astonjadro.v9i1.2694.
- Novenrio Mandala Putra, Sutan P. Silitonga, and Robby Robby. 2021. "Analisis Sisa Umur Rencana Jalan Berdasarkan Pertumbuhan Lalu Lintas Di Kota Palangka Raya." *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan* 4(2): 155–64. doi:10.52868/jt.v4i2.2729.
- Umar, J. 2022. "Pengaruh Kendaraan Bermuatan Lebih (Overloading) Terhadap Umur Rencana Jalan." *Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)* 1(1). doi:10.23960/snip.v1i1.128.
- Santosa, R., Sujatmiko, B., & Krisna, F. A. (2021). Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode PCI. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 4(2), 1.
- Sidabutar, R. A., Saragi, Y. R., Pasaribu, H., Pardede, M., & Hutabarat, T. (2021). Evaluasi Perkerasan Jalan Kaku (Rigid Pavement) Pada Jalan Sm Raja Medan

Dengan Metode Bina Marga. *Jurnal Visi Eksakta*, 2(2), 215–224.
<https://doi.org/10.51622/eksakta.v2i2.395>

LAMPIRAN

DATA LHR

Tanggal 10 Desember 2024

Lalu Lintas Harian Rata-Rata Jl. Perintis Kemerdekaan													
No	Waktu	Jenis Kendaraan (kend/jam)											
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
1	07.00-08.00	316	48	58	16	3	1	6	10	11	1	2	8
2	08.00-09.00	310	109	50	20	0	2	8	11	13	0	1	11
3	09.00-10.00	264	76	42	22	2	0	20	15	15	1	0	16
4	10.00-11.00	376	59	39	31	2	0	16	18	24	2	0	12
5	11.00-12.00	128	42	43	36	1	2	26	13	17	1	3	5
6	12.00-13.00	186	69	60	24	0	1	30	14	19	0	1	8
7	13.00-14.00	148	71	57	24	5	1	18	14	13	3	0	13
8	14.00-15.00	372	57	39	35	3	3	30	20	11	0	0	16
9	15.00-16.00	196	48	45	37	0	0	23	14	19	2	2	12
10	16.00-17.00	269	50	54	34	6	2	22	10	22	8	2	10
11	17.00-18.00	258	124	35	41	3	3	33	6	24	2	3	7
Total		2823	753	522	320	25	15	232	145	188	20	14	118

DATA LHR

Tanggal 11 Desember 2024

Lalu Lintas Harian Rata-Rata Jl. Perintis Kemerdekaan													
No	Waktu	Jenis Kendaraan (kend/jam)											
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
1	07.00-08.00	320	50	56	18	5	2	7	12	12	2	3	6
2	08.00-09.00	316	107	52	19	2	3	6	13	15	1	2	9
3	09.00-10.00	268	78	39	21	1	1	18	11	11	0	1	18
4	10.00-11.00	378	60	41	29	3	1	19	15	23	3	2	11
5	11.00-12.00	130	39	45	38	2	4	25	17	18	2	1	7
6	12.00-13.00	190	72	57	26	0	2	28	15	21	0	0	6
7	13.00-14.00	144	69	59	23	0	0	15	16	17	1	0	16
8	14.00-15.00	368	56	37	32	2	2	32	23	15	2	1	14
9	15.00-16.00	200	51	48	35	1	1	21	17	22	1	3	15
10	16.00-17.00	267	47	56	37	4	3	25	9	25	6	3	8
11	17.00-18.00	260	120	32	39	4	1	30	5	21	3	1	6
Total		2841	749	522	317	24	20	226	153	200	21	17	116

DATA LHR

Tanggal 12 Desember 2024

Lalu Lintas Harian Rata-Rata Jl. Perintis Kemerdekaan													
No	Waktu	Jenis Kendaraan (kend/jam)											
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
1	07.00-08.00	317	48	54	16	3	3	8	15	10	1	2	5
2	08.00-09.00	312	104	50	17	1	1	5	12	13	1	1	10
3	09.00-10.00	257	73	41	23	3	2	16	13	12	2	0	16
4	10.00-11.00	372	64	43	31	2	2	20	17	25	4	4	9
5	11.00-12.00	126	42	42	35	0	5	21	19	19	3	2	8
6	12.00-13.00	183	74	55	24	0	1	29	14	23	1	1	4
7	13.00-14.00	146	65	57	21	1	0	17	12	14	0	0	19
8	14.00-15.00	363	58	39	34	2	1	33	24	12	0	0	16
9	15.00-16.00	197	53	50	36	1	0	24	16	26	3	2	17
10	16.00-17.00	264	44	51	39	4	2	23	7	24	6	5	9
11	17.00-18.00	256	118	30	41	4	4	28	4	19	2	2	5
Total		2793	743	512	317	21	21	224	153	197	23	19	118

DATA LHR

Tanggal 13 Desember 2024

Lalu Lintas Harian Rata-Rata Jl. Perintis Kemerdekaan													
No	Waktu	Jenis Kendaraan (kend/jam)											
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
1	07.00-08.00	312	47	52	19	3	3	6	11	9	2	0	8
2	08.00-09.00	289	105	61	20	5	1	9	13	11	1	3	10
3	09.00-10.00	260	55	49	25	2	2	7	15	15	0	1	6
4	10.00-11.00	372	88	38	31	4	1	10	20	19	2	1	9
5	11.00-12.00	178	67	40	26	3	2	5	17	13	1	1	7
6	12.00-13.00	210	83	58	35	4	1	8	19	14	1	2	6
7	13.00-14.00	220	65	55	28	2	0	6	18	17	2	2	5
8	14.00-15.00	231	72	43	34	3	1	7	16	12	1	3	11
9	15.00-16.00	205	59	33	21	3	2	5	13	10	2	0	9
10	16.00-17.00	248	66	39	24	1	3	6	18	16	2	2	12
11	17.00-18.00	185	51	36	29	2	2	8	15	13	3	1	10
Total		2710	758	504	292	32	18	77	175	149	17	16	93

DATA LHR

Tanggal 14 Desember 2024

Lalu Lintas Harian Rata-Rata Jl. Perintis Kemerdekaan													
No	Waktu	Jenis Kendaraan (kend/jam)											
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
1	07.00-08.00	298	50	60	20	3	1	10	11	9	1	0	9
2	08.00-09.00	301	110	48	26	5	2	11	14	10	0	1	12
3	09.00-10.00	270	64	42	30	2	1	7	13	12	1	1	7
4	10.00-11.00	350	93	55	28	3	2	12	18	15	1	1	10
5	11.00-12.00	190	58	39	23	2	1	9	12	13	2	1	5
6	12.00-13.00	210	72	63	29	4	1	10	16	12	2	0	8
7	13.00-14.00	222	60	50	27	3	2	8	15	14	2	2	6
8	14.00-15.00	238	66	47	25	2	2	10	13	11	2	1	11
9	15.00-16.00	215	62	45	22	2	2	9	14	10	1	1	9
10	16.00-17.00	260	70	55	20	1	3	10	19	13	2	1	12
11	17.00-18.00	180	49	36	24	2	1	8	15	14	3	1	10
Total		2734	754	540	274	29	18	104	160	133	17	10	99

DATA LHR

Tanggal 15 Desember 2024

Lalu Lintas Harian Rata-Rata Jl. Perintis Kemerdekaan													
No	Waktu	Jenis Kendaraan (kend/jam)											
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
1	07.00-08.00	305	58	62	22	4	2	9	10	11	1	0	8
2	08.00-09.00	312	97	53	21	3	2	10	15	12	2	1	11
3	09.00-10.00	285	61	41	29	2	1	7	14	13	1	1	6
4	10.00-11.00	360	84	47	30	3	1	11	17	14	2	2	9
5	11.00-12.00	185	63	35	25	1	1	8	11	12	1	1	7
6	12.00-13.00	202	70	59	33	4	0	9	13	10	1	0	6
7	13.00-14.00	218	64	49	26	2	2	8	15	13	2	1	8
8	14.00-15.00	230	68	44	24	3	2	7	16	11	1	1	10
9	15.00-16.00	210	60	40	21	2	1	6	14	9	2	0	8
10	16.00-17.00	255	72	52	23	3	3	9	18	14	2	2	12
11	17.00-18.00	195	50	38	28	2	1	7	12	10	3	1	9
Total		2757	747	520	282	29	16	91	155	129	18	10	94

DATA CURAH HUJAN

Kecamatan1	Precipitation (mm3)												
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Annually
	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024	2024
Binjai Selatan	171	76	145	287	133	261	80	344	522	664	525	272	290
Binjai Kota	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Binjai Timur	80	59	79	229	94	217	40	175	327	273	159	-	144,33
Binjai Utara	149	52	58	189	124	233	78	337	338	316	313	149	194,67
Binjai Barat	200	104	93	264	282	237	69	427	394	457	418	53	249,83





DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Alpi Tarigan
Nama panggilan : Alpi
Tempat, tanggal lahir : Takengon, 27 Juli 2000
Jenis kelamin : Laki-laki
Alamat sekarang : Asir-asir Asia
Hp/telpon seluler : 082294163674
Gmail : Alpitarigan2707@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1807210018
Fakultas : Teknik
Progrm Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, No.3 Medan20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
Sekolah Dasar	SDS Budi Dharma	2012
Sekolah Menengah Pertama	SMP N 2 Takengon	2015
Sekolah Menengah Atas	SMA N 4 Takengon	2018

