

TUGAS AKHIR
ANALISA PENINGKATAN PERKERASAN PADA RUAS JALAN
SIMPANG RAYA–TIGARAS KABUPATEN SIMALUNGUN
(Studi Kasus)

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD AGUNG FAHRIZA

2107210211



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Agung Fahriza
NPM : 2107210211
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : ANALISA PENINGKATAN PERKERASAN PADA
RUAS JALAN SIMPANG RAYA–TIGARAS
KABUPATEN SIMALUNGUN (Studi Kasus)
Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPALA
PANITIA UJIAN SKRIPSI
Medan, 02 Maret 2026

Dosen Pembimbing


Zulkifli Siregar, S.T., M.T..

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Agung Fahriza
NPM : 2107210211
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : ANALISA PENINGKATAN PERKERASAN PADA
RUAS JALAN SIMPANG RAYA-TIGARAS
KABUPATEN SIMALUNGUN (Studi Kasus)
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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.

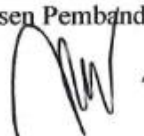
Medan, 02 Maret 2026

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing


Zulkifli Siregar, S.T., M.T

Dosen Pembanding I


Andri, S.T., M.T

Dosen Pembanding II


Ir. Sri Asfiati, M.T

Kepala Program Studi


Ir. Josef Hadipramana

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Agung Fahriza
Tempat/ Tanggal Lahir : Tanjung Morawa, 23 April 2003
NPM : 2107210211
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya ,bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul :

“ANALISA PENINGKATAN PERKERASAN PADA RUAS JALAN SIMPANG RAYA–TIGARAS KABUPATEN SIMALUNGUN (Studi Kasus)”

Bukan merupakan plagiatis memencuri 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 kemungkinan hari diduga kuat ada tidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh tim fakultas yang di bentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiridan tidak ada atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di program studi teknik sipil, Fakultas teknik, universitas muhammadiyah sumatera utara.

Medan, 02 Maret 2026

Saya yang menyatakan,



Muhammad Agung Fahriza

ABSTRAK

ANALISA PENINGKATAN PERKERASAN PADA RUAS JALAN SIMPANG RAYA–TIGARAS KABUPATEN SIMALUNGUN (Studi Kasus)

Muhammad Agung Fahriza
2107210211
Zulkifli Siregar, S.T., M.T.

Ruas Jalan Simpang Raya–Tigaras Kabupaten Simalungun merupakan jalur strategis yang menunjang mobilitas masyarakat, distribusi hasil pertanian, serta sektor pariwisata. Peningkatan volume lalu lintas, khususnya kendaraan berat, menyebabkan penurunan kinerja struktur perkerasan sehingga diperlukan perencanaan peningkatan yang tepat. Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan peningkatan perkerasan melalui perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) menggunakan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024 agar diperoleh struktur perkerasan yang sesuai dan efisien. Metode penelitian dilakukan melalui survei lapangan dan pengumpulan data primer serta sekunder. Data primer meliputi Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR), kondisi geometrik jalan, data lendutan, dan hasil pengujian DCP, sedangkan data sekunder berupa faktor pertumbuhan lalu lintas dan parameter perencanaan perkerasan. Analisis dilakukan dengan menentukan distribusi arah (DD), distribusi lajur (DL), Vehicle Damage Factor (VDF), serta perhitungan Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL). Selanjutnya, tebal overlay ditentukan berdasarkan pendekatan mekanistik-empirik sesuai ketentuan MDP 2024. Hasil analisis menunjukkan bahwa beban lalu lintas kumulatif pada lajur rencana memerlukan penambahan lapisan perkerasan untuk menjaga kinerja struktur selama umur rencana. Tebal overlay yang diperoleh mampu meningkatkan kapasitas struktur dan pelayanan jalan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan metode MDP 2024 efektif digunakan sebagai dasar perencanaan peningkatan perkerasan pada ruas Jalan Simpang Raya–Tigaras guna meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan umur layanan jalan.

Kata kunci: Perkerasan jalan, Lapis tambah, MDP 2024

ABSTRACT

ANALYSIS OF PAVEMENT IMPROVEMENT ON THE SIMPANG RAYA– TIGARAS ROAD SECTION, SIMALUNGUN REGENCY (CASE STUDY)

Muhammad Agung Fahriza
2107210211
Zulkifli Siregar, S.T., M.T.

The Simpang Raya–Tigaras Road in Simalungun Regency is a strategic route that supports community mobility, agricultural product distribution, and the tourism sector. The increase in traffic volume, especially heavy vehicles, has caused a decline in pavement structural performance, making proper pavement improvement planning necessary. This study aims to analyze the required pavement improvement by determining the overlay thickness using the 2024 Road Pavement Design Manual (MDPJ 2024) to obtain an appropriate and efficient pavement structure. The research method was carried out through field surveys and the collection of primary and secondary data. Primary data included Average Daily Traffic (ADT), road geometric conditions, deflection data, and DCP test results, while secondary data consisted of traffic growth factors and pavement design parameters. The analysis involved determining the Directional Distribution (DD), Lane Distribution (DL), Vehicle Damage Factor (VDF), and calculating the Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL). Furthermore, the overlay thickness was determined using a mechanistic–empirical approach in accordance with the provisions of MDP 2024. The results show that the cumulative traffic load on the design lane requires an additional pavement layer to maintain structural performance throughout the design life. The calculated overlay thickness is able to improve the structural capacity and serviceability of the road. This study concludes that the application of the MDP 2024 method is effective as a basis for planning pavement improvement on the Simpang Raya–Tigaras Road section to enhance comfort, safety, and service life.

Keywords: pavement, overlay, MDP 2024.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhana Wa Ta'ala yang telah memberi rahmat dan karunia yang melimpah sehingga penulis dapat menjalankan penulisan tugas akhir dengan lancar. Kemudian sholawat dan salam kepada nabi besar kita nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan hingga zaman terang benderang seperti pada saat ini. Alhamdulillah nikmat jasmani dan rohani berkat dari keduanya penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan Judul “Analisa Peningkatan Ruas Jalan Simapang Raya – Tigaras Kabupaten Simalungun (Studi Kasus)”. Penelitian ini sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana program Teknik Sipil kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Terimakasih banyak kepada pihak- pihak yang telah tulus membantu penulis, sehingga penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak. Zulkifli Siregar, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing, yang telah membimbing penulis hingga bisa menyelesaikan penelitian pada tugas akhir ini.
2. Bapak Andri, S.T., M.T. Selaku dosen Pembanding I dan Penguji yang memberi koreksi pada penelitian tugas akhir ini agar lebih lancar.
3. Ibu Ir. Sri Asfiati, M.T. Selaku Dosen Pembanding II dan penguji yang telah banyak membantu dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Josef Hadipramana Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Ade Faisal selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Jajaran Bapak/Ibu Selaku Dosen Program Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Pegawai Staf Biro Administrasi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Seluruh Bapak dan Ibu Pegawai Staf Biro Administrasi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Kepada kedua orang tua yang penulis sayangi, sehingga dapat mendukung menyelesaikan tugas akhir ini baik dalam segi moral, maupun materi.
11. Kepada seluruh rekan-rekan kelas D1 Pagi stambuk 2021 Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil yang telah menemani serta menjadi pendukung pengerjaan tugas akhir ini.

Pada tugas akhir ini masih tergolong jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis berharap mendapatkan kritik dan masukan demi kesempurnaan untuk menjadi bahan pembelajaran di masa depan.

Medan, 02 Maret 2026



Muhammad Agung Fahriza

(2107210211)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACK</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Definisi Jalan	5
2.1.1 Klasifikasi dan Fungsi Jalan	6
2.1.2 Standar Jalan Menurut Ketentuan Teknis	7
2.1.3 Klasifikasi dalam Perencanaan	8
2.1.4 Lebar Jalur Lalu Lintas	8
2.2. Volume Lalu Lintas	10
2.3. Arus Lalu Lintas	10
2.4. Kapasitas Jalan	10
2.4.1 Jalan Luar Kota	11
2.5. Jenis Perkerasan Jalan	12
2.5.1 Perkerasan Lentur	13
2.5.2 Perkerasan Kaku	17
	viii

2.5.3 Perkerasan Komposit	21
2.6. Analisa Volume Lalu Lintas	23
2.7. Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024	23
2.8. Umur Rencana	24
2.9. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	24
2.10. Lalu Lintas pada Lajur Rencana	25
2.11. Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor)	26
2.12. Perancangan Tebal Lapis Tambah (Overlay)	28
BAB 3 METODE PENELITIAN	30
3.1 Diagram Alir Penelitian	30
3.2 Lokasi Penelitian	31
3.3 Metode Pengumpulan Data	31
3.3.1 Data Primer	31
3.3.2 Data Sekunder	32
3.4 Tahapan Penelitian	32
3.5 Peralatan Penelitian	33
3.6 Gambaran Umum Lokasi Studi	33
3.7 Tingkat Pertumbuhan Lalu Lintas (R)	34
3.8 Lintas Harian Rata-rata	35
3.9 Data Pengujian DCP	35
3.10 Beban As dan Faktor Konfigurasi Kendaraan	37
3.11 Data Lendutan	37
BAB 4 PEMBAHASAN DAN HASIL	39
4.1. Tingkat Pertumbuhan Lalu Lintas (R)	39
4.2. Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024	40
4.3.1 Distribusi Arah (DD) dan Distribusi Lajur (DL)	40
4.3.2 Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor)	40
4.3.3 Beban Sumbu Standar Kumulatif	41
4.3.4 Desain Tebal Overlay	44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Bagian – Bagian Potongan Jalan	7
Gambar 2.2 : Konstruksi perkerasan lentur (Flexible Pavement)	13
Gambar 2.3 : Konstruksi perkerasan kaku (Rigit Pavement)	17
Gambar 2.4 : Lapisan Konstruksi perkerasan kaku	18
Gambar 2.5 : Konstruksi Perkerasan Komposit	22
Gambar 2.6: Solusi Overlay Berdasarkan Lendutan Balik Benkelman Beam	29
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3. 2. Peta Lokasi Penelitian	31
Gambar 3.3: Geometrik Jalan Simpang Raya - Tiga Ras	34
Gambar 4. 1: Menentukan Tebal Overlay	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Umur perkerasan	24
Tabel 2. 2: Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%)	24
Tabel 2.3: Faktor distribusi lajur (DL)	25
Tabel 2.4 : Pengumpulan data beban gandar	26
Tabel 2.5: Nilai VDF masing-masing kendaraan niaga	26
Tabel 3.1: Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) di Sumatera	34
Tabel 3.2: Lalu lintas harian rata-rata ruas jalan Simpang Raya – Tigaras pada tahun 2025	35
Tabel 3.3 : Pengujian DCP pada 154+200 L/S	36
Tabel 3. 5: Tabel Lendutan	38
Tabel 4. 1: Volume lalu lintas rata-rata	39
Tabel 4. 2: Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaraan	41
Tabel 4.3: Rekapitulasi Perhitungan Analisis Lalu Lintas	43
Tabel 4. 4: Rekapitulasi Perhitungan Lendutan	45

DAFTAR NOTASI

BB	: Benkelman Beam
CBR	: California Bearing Ratio
CESAL	: Cumulative Equivalent Single Axle Load
D	: Tebal Total Lapisan Perkerasan di Atas Tanah Dasar.
D ₀	: Lendutan Maksimum
D ₂₀₀	: Lengkung Lendutan
DCP	: Dynamic Cone Penetration
DD	: Faktor Distribusi Arah
DL	: Faktor Distribusi Lajur
ESA	: Equivalent Standard Axle
FWD	: Falling Weight Deflectometer
MST	: Muata Sumbu Terberat
N	: Jumlah Data Lendutan
WIM	: Weight In Motion

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fungsi jalan dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai penghubung suatu tempat yang satu dengan yang lain. Suatu jalan dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis menurut peraturan yang berlaku. Jalan memiliki fungsi yang utama dalam kehidupan khususnya dalam transportasi serta perekonomian masyarakat. Perpindahan orang dan barang juga sangat bergantung pada jalan oleh karena itu infrastruktur ini harus dibuat menurut kebutuhannya. Hal ini membuat jalan menjadi salah satu bagian pertumbuhan perekonomian suatu daerah, karena pertumbuhan penduduk yang semakin bertambah dan mobilitas penduduk yang semakin meningkat maka harus ada infrastruktur jalan yang baik (Mantiri et al., 2019).

Kegiatan sehari – hari manusia tidak dapat terlepas dari mobilisasi. Mobilisasi tersebut dibutuhkan sebagai tuntutan dari kegiatan lain seperti kegiatan ekonomi, perdagangan, dan pariwisata. Hal tersebut menimbulkan adanya pergerakan lalu-lintas barang maupun jasa. Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan suatu sarana dan prasarana yang cukup, baik dari segi kualitas maupun segi kuantitas untuk mendukung kelancaran pergerakan lalu-lintas barang dan jasa tersebut. Salah satu sarana yang berperan cukup penting dalam kelancaran lalu - lintas barang dan jasa adalah jalan raya (Maklas & Erizal, 2019).

Jalan merupakan bagian jalan dan prasarana transportasi darat, serta seluruh bangunan-bangunan yang ada di jalan sebagai pelengkap kegiatan lalu lintas. Perkerasan jalan merupakan lapisan atas dari struktur jalan yang berfungsi sebagai permukaan yang dilalui oleh kendaraan. Tujuan dari perkerasan jalan adalah untuk mendukung beban lalu lintas, memberikan kenyamanan berkendara, dan melindungi lapisan bawah jalan serta struktur bawahnya dari kerusakan akibat pemakaian dan cuaca. Lapisan tebal perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu-lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada jalan itu sendiri (Nurmawati & Wibisono, 2024).

Perkerasan jalan raya adalah merupakan suatu konstruksi yang disusun menjadi satu kesatuan yang kuat yang membentuk perkerasan jalan sebagai sarana maupun prasarana yang menjadi lintasan yang bermanfaat untuk melewatkan lalu lintas (*traffic*) dari suatu tempat ketempat lain (Hadijah & Harizalsyah, 2017). Banyak perkerasan jalan Kabupaten/Kota di Indonesia yang mengalami kerusakan diakibatkan terjadinya repetisi beban lalulintas, seiring dengan meningkatnya pertumbuhan perekonomian di daerah-daerah. Termasuk salah satunya adalah jalan Ruas Simpang Raya – Tiga Ras Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara. Arus lalu lintas yang melewati ruas jalan-jalan kabupaten Simalungun mengalami peningkatan dan sebagian besar adalah angkutan umum dan kendaraan yang mengangkut hasil bumi, hasil ternak serta sektor pariwisata.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah yang penulis ambil adalah sebagai berikut:

1. Berapakah tebal perkerasan ruas jalan Simpang Raya – Tiga Ras Kabupaten Simalungun dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2024?
2. Bagaimana hasil perhitungan untuk mendapatkan tebal perkerasan yang sesuai dan efisien pada ruas jalan Simpang Raya – Tiga Ras Kabupaten Simalungun?

1.3 Batasan Masalah

Berikut ini merupakan Batasan Masalah;

1. Penelitian ini hanya mengambil rute ruas Simpang Raya – Tiga Ras Kabupaten Simalungun sepanjang 15 KM.
2. Penelitian ini dilakukan untuk meninjau perhitungan tebal perkerasan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari Rumusan Masalah di atas, Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui tebal perkerasan jalan Ruas Simpang Raya – Tiga Ras Kabupaten Simalungun dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024.
2. Untuk mengetahui hasil perhitungan ketebalan perkerasan yang sesuai dan efisien pada ruas jalan Simpang Raya – Tiga Ras Kabupaten Simalungun.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi banyak orang, berikut ini merupakan manfaat dari penelitian yang penulis lakukan:

1. Menjadi referensi dan analisa perhitungan tebal perkerasan pada proyek sipil umum dan proyek jalan khususnya.
2. Bagi penulis sebagai ilmu pengetahuan, pengalaman, dan menambah wawasan mengenai perkerasan jalan.
3. Bagi teman mahasiswa menjadi referensi tambahan dalam mencari bahan kuliah tentang perkerasan jalan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam penyusunan tugas akhir ini, maka sistematika penulisan di susun dalam lima bab. Adapun sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan diawali dengan penulisan latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori-teori dan metode yang digunakan untuk menyelesaikan analisis dan permasalahan penelitian.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai Langkah-langkah atau prosedur pengambilan dan pengolahan data hasil penelitian meliputi bagan alir penelitian, tempat dan waktu pelaksanaan survey, data penelitian, variabel penelitian, dan metode analisis data.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data hasil penelitian di lapangan, analisis data, hasil analisis data serta pembahasannya.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian di lapangan serta saran terkait pengembangan data dan hasil.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan dan / atau air, serta di atas air, kecuali untuk kereta api, truk, dan kabel (Peraturan Pemerintah RI, 2004).

Penyelenggaraan jalan berdasarkan pada asas kemanfaatan, keamanan dan keselamatan, keserasian, keselarasan dan keseimbangan, keadilan, transparansi dan akuntabilitas, keberdayagunaan dan keberhasilgunaan, serta kebersamaan dan kemitraan (Prasetya, 2024).

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang sangat penting dalam mendukung berkembangnya suatu pembangunan. Pertumbuhan pembangunan di suatu wilayah memerlukan kegiatan distribusi manusia dan barang melalui pergerakan lalu lintas dari berbagai moda transportasi antarwilayah. Dalam transportasi, jalan berperan sebagai ruang lalu lintas bagi manusia dan barang untuk berpindah berperan sebagai ruang lalu lintas bagi manusia dan barang untuk berpindah tempat (Kusmianingrum, 2010).

Dalam menunjang berbagai aktivitas masyarakat Jaringan jalan ialah suatu sistem yang mengikat dan menyatukan pusat-pusat pertumbuhan dengan wilayah yang berbeda dalam pengaruh pelayanannya pada suatu hirarki (Fahrurrozi, 2023).

Sistem jaringan jalan terdiri atas sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder. Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan. Sistem jaringan jalan sekunder sebagaimana merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk orang-orang di daerah perkotaan. Ketentuan lebih lanjut tentang sistem jaringan jalan diatur dalam peraturan pemerintah.

2.1.1 Klasifikasi dan Fungsi Jalan

1. Pengelompokan Jalan menurut Sistem
 - a. Sistem Jaringan Jalan Primer Jaringan Jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan semua wilayah, yang menghubungkan simpul jasa distribusi yang berwujud kota.
 - b. Sistem Jaringan Jalan Sekunder Jaringan Jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota, yang menghubungkan antar dan dalam kawasan di dalam kota.
2. Pengelompokan berdasarkan fungsi jalan
 - a. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk (akses) dibatasi secara berdaya guna.
 - b. Jalan kolektor adalah jalan umum angkutan pengumpul ataupun pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
 - c. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
 - d. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.
3. Pengelompokan jalan menurut status
 - a. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional serta jalan tol.
 - b. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
 - c. Jalan Kabupaten Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem

jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

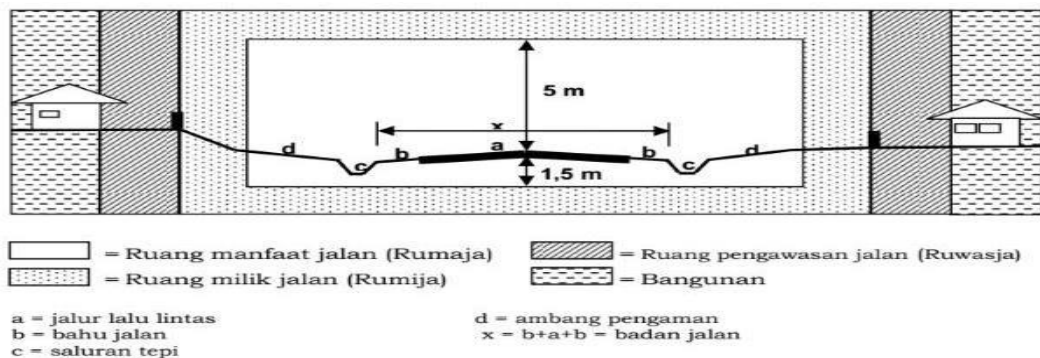
- d. Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada didalam kota.
- e. Jalan desa adalah jalan umum yang menghubungkan daerah tersebut dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.1.2 Standar Jalan Menurut Ketentuan Teknis

Jalan ditetapkan keberadaannya dalam suatu ruang yang disebut:

- 1) Ruang Manfaat Jalan (Rumaja) meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengaman.
- 2) Kepemilikan Jalan (Rumija), termasuk jalan dan drainase tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan.
- 3) Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja) merupakan ruang tertentu di luar ruang milik jalan yang ada di bawah pengawasan penyelenggara jalan.

Ruang-ruang tersebut dipersiapkan untuk menjamin kelancaran dan keselamatan pengguna jalan disamping juga keutuhan konstruksi jalan. Dimensi ruang minimum untuk memastikan keselamatan pengguna jalan tetap terjaga dengan jenis prasarana dan fungsinya.



Gambar 2.1: Bagian – Bagian Potongan Jalan (Wiguna, 2020)

Jalan sebagai salah satu unsur penyusun kota akan terus ikut mengembang seiring perkembangan kota itu sendiri. Jalan perkotaan akan berkembang secara permanen dan terus menerus sepanjang seluruh jalan. Indikasi penting pada jalan perkotaan adalah karakteristik arus lalu lintas puncak pada pagi dan sore hari, terdapat perubahan komposisi lalu lintas, serta peningkatan arus yang menunjukkan perubahan distribusi arah lalu lintas (Wiguna, 2020).

2.1.3 Klasifikasi dalam Perencanaan

a. Kelas Jalan

Jalan dibagi dalam kelas – kelas yang penetapannya didasarkan pada fungsinya juga dipertimbangkan pada besarnya volume serta sifat lalu lintas yang diharapkan akan menggunakan jalan yang bersangkutan. Volume lalu lintas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp) yang besarnya menunjukkan jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) untuk kedua jurusan.

b. Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus dengan garis kontur. Keseragaman kondisi medan jalan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan – perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

c. Tipe Jalan Perkotaan

1. 2/2-TT: Jalan dua lajur dua arah yang tidak terbagi.
2. 4/2-T: Jalan dengan empat lajur yang terbagi arah lalu lintasnya.
3. 6/2-T: Jalan dengan enam lajur yang terbagi arah lalu lintasnya.
4. 8/2-T: Jalan dengan delapan lajur yang terbagi arah lalu lintasnya.

2.1.4 Lebar Jalur Lalu Lintas

Lebar lalu lintas adalah lebar jalur gerak tanpa bahu. Kecepatan arus bebas. Kapasitas meningkat dengan penambahan lebar jalur lalu lintas. Lebar jalur lalu lintas bisa dilihat berdasarkan dari bagian-bagian jalan. Bagian-bagian jalan meliputi:

a. Kereb

Kereb adalah penonjolan atau peninggian tepi perkerasan dan bahu jalan yang terutama dimaksudkan untuk keperluan drainase dan mencegah keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan serta memberikan ketegasan tepi perkerasan. Kereb juga sebagai batas antara jalur lalu lintas dan trotoar. Untuk keamanan pejalan kaki, umumnya trotoar ini dibuat sejajar dengan sumbu jalan, lebih tinggi dari permukaan perkerasan jalan dan terpisah dari jalur lalu lintas oleh struktur fisik berupa kereb.

b. Bahu

Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas. Jalan perkotaan tanpa kereb pada umumnya mempunyai bahu pada kedua sisi jalur lalu lintasnya. Lebar dan kondisi permukaannya mempengaruhi penggunaan bahu, berupa penambahan kapasitas dan kecepatan pada arus tertentu, akibat pertambahan lebar bahu, terutama karena pengurangan hambatan samping yang disebabkan kejadian di sisi jalan seperti kendaraan angkutan umum berhenti, pejalan kaki dan sebagainya.

Ada beberapa fungsi bahu jalan, diantaranya sebagai berikut:

- a) Ruang tempat berhenti sementara,
- b) Ruang untuk menghindarkan diri dari saat-saat darurat untuk mencegah kecelakaan,
- c) Memberikan kelelahan pengemudi,
- d) Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan.

c. Median

Median adalah daerah yang memisahkan arah arus lalu lintas pada segmen jalan. Median yang direncanakan dengan baik meningkatkan kapasitas.

Fungsi median jalan adalah sebagai berikut:

- a) Menyediakan daerah netral yang cukup lebar bagi pengemudi dalam mengontrol kendaraan pada saat darurat,
- b) Menyediakan jarak yang cukup untuk mengurangi kesilauan terhadap lampu besar dari kendaraan yang berlawanan arah,
- c) Menambah rasa kelelahan, kenyamanan, dan keindahan bagi pengemudi,
- d) Mengamankan kebebasan samping tiap arah lalu lintas.

d. Alinyemen Jalan

Lengkung horisontal adalah bagian jalan yang menikung dengan radius yang terbatas. Lengkung horisontal dengan jari-jari kecil mengurangi kecepatan arus bebas. Tanjakan yang curam juga mengurangi kecepatan arus bebas. Karena secara umum kecepatan arus bebas di daerah perkotaan adalah rendah maka pengaruh ini diabaikan.

2.2. Volume Lalu Lintas

Volume lalu-lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik persatuan waktu pada lokasi tertentu (Effendi, 2016). Untuk mengukur jumlah arus lalu lintas, biasanya dinyatakan dalam kendaraan per hari, smp per jam, dan kendaraan per menit. Volume lalu-lintas yang diekspresikan dibawah satu jam (sub jam) seperti, 15 menit, dikenal dengan istilah *rate of flow* atau nilai arus. Untuk mendapatkan nilai arus suatu segmen jalan yang terdiri dari banyak tipe kendaraan maka semua tipe-tipe kendaraan tersebut harus dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang (SMP) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (*emp*).

2.3. Arus Lalu Lintas

Menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023), arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada suatu penggal jalan per satuan waktu, yang terjadi dalam satuan Lalu-lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT).

Arus lalu lintas terbentuk dari interaksi antar individu pada suatu jalur atau lingkungan tertentu. Karena persepsi dan kemampuan individu pengemudi mempunyai sifat yang berbeda maka perilaku kendaraan arus lalu lintas tidak dapat diseragamkan lebih lanjut, arus lalu lintas akan mengalami perbedaan karakteristik akibat dari perilaku pengemudi yang berbeda yang disebabkan oleh karakteristik lokal dan kebiasaan pengemudi. Arus lalu lintas pada suatu ruas jalan, karakteristiknya bervariasi baik dalam waktunya.

2.4. Kapasitas Jalan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua

lajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (Kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur (Lalenoh et al., 2015).

Kapasitas secara umum didefinisikan sebagai kemampuan ruas jalan untuk menampung arus atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu, yang ditunjukkan dalam jumlah kendaraan yang melewati potongan jalan tertentu dalam satu jam (kend/jam). Alternatifnya, kapasitas dapat dihitung dengan mempertimbangkan berbagai jenis kendaraan yang melewati satuan jalan sebagai satuan kendaraan dalam perhitungan kapasitas, maka kapasitas menggunakan satuan mobil penumpang per jam (Sandi, 2024).

Kapasitas jalan (C) ditetapkan dari kapasitas jalan (C_0) yang dikoreksi oleh faktor-faktor koreksi yang merepresentasikan deviasi geometri jalan dan lalu lintas terhadap kondisi idealnya (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Perhitungan dan analisis kapasitas dilakukan untuk setiap arah berdasarkan arus lalu lintas setiap arah dan dilakukan untuk periode satu jam, baik jam desain maupun jam arus puncak. Suatu segmen jalan harus dipisahkan menjadi 2 (dua) atau lebih segmen, jika terdapat hal-hal sebagai berikut:

- a. karakteristik segmen jalan berubah secara signifikan, misalnya lebar jalur lalu lintas dan bahu, tipe jalan, jarak pandang;
- b. tipe alinemen jalan berubah;
- c. jalan memasuki daerah perkotaan atau semi perkotaan (atau sebaliknya), meskipun karakteristik geometri atau yang lainnya tidak berubah;
- d. jalan melalui pusat desa yang mempunyai karakteristik samping jalan yang sesuai dengan jalan perkotaan; dan
- e. jalan melewati satu atau lebih Simpang atau Simpang APILL, baik di daerah perkotaan maupun bukan, yang menyebabkan waktu tempuhnya terpengaruh secara signifikan.

2.4.1 Jalan Luar Kota

Jalan Luar Kota (JLK) dibedakan menjadi 2 (dua) jenis segmen, yaitu segmen umum (atau disebut segmen) dan segmen khusus yaitu segmen dengan kelandaian yang tinggi dan panjang tertentu (alinemen bukit atau gunung) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Perhitungan C pada segmen khusus dipisahkan tersendiri. Pada

segmen khusus, untuk mempertahankan kapasitas dan kinerja lalu lintas, segmen dapat dilengkapi dengan lajur pendakian.

Untuk jalan tak terbagi, perhitungan dan analisis kapasitas dilakukan sekaligus untuk 2 (dua) arah berdasarkan arus total 2 (dua) arah, kecuali untuk segmen khusus. Untuk jalan terbagi, perhitungan dan analisis kapasitas dilakukan untuk masing-masing arah berdasarkan arus lalu lintas masing-masing arah.

2.5. Jenis Perkerasan Jalan

Perkembangan teknik jalan seiring dengan berkembangnya teknologi yang ditemukan umat manusia. Pada awalnya jalan hanyalah berupa jejak manusia yang mencari kebutuhan hidup ataupun sumber air. Setelah manusia mulai hidup berkelompok jejak-jejak itu berubah menjadi jalan setapak. Dengan mulai dipergunakannya hewan – hewan sebagai alat transportasi, jalan mulai dibuat rata. Jalan yang diperkeras pertama kali ditemukan di Mesopotamia berkaitan dengan ditemukannya roda sekitar 3500 tahun sebelum masehi. Konstruksi perkerasan jalan berkembang pesat pada zaman keemasan Romawi. Pada saat itu telah mulai dibangun jalan – jalan yang terdiri dari beberapa lapis perkerasan. Perkembangan konstruksi jalan seakan terhenti dengan mundurnya kekuasaan romawi sampai awal abad ke 18. Pada saat itu beberapa ahli dari Perancis, Skotlandia menemukan sistem – sistem konstruksi perkerasan jalan yang sebagian sampai saat ini masih umum digunakan di Indonesia maupun dinegara – negara lain di dunia.

Sejarah perkerasan jalan dimulai bersamaan dengan searah umat manusia itu sendiri yang selalu berhasrat untuk mencari kebutuhan hidup dan berkomunikasi dengan sesame (Sukirman, 2010). Dengan demikian perkembangan jalan saling berkaitan dengan perkembangan umat manusia.

Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas beberapa jenis perkerasan, antara lain:

A. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan Lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ketanah dasar.

B. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigit Pavement*)

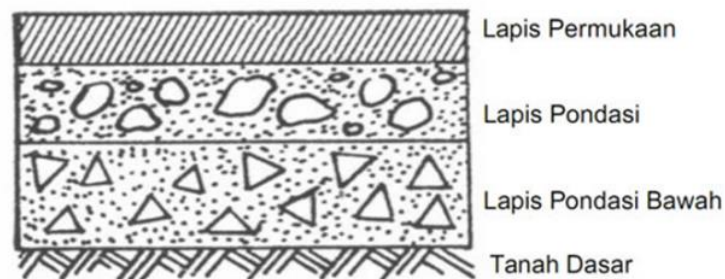
Perkerasan yang menggunakan semen (Portland Cement) sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

C. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

2.5.1 Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Aspal itu sendiri adalah material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika aspal dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu, aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis).



Gambar 2.2 : Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) (Sukirman, 2021)

Sifat aspal berubah akibat panas dan umur, aspal akan menjadi kaku dan rapuh sehingga daya adhesinya terhadap partikel agregat akan berkurang. Perubahan ini dapat di atasi/dikurangi jika sifat-sifat aspal dikuasai dan dilakukan langkah-langkah yang baik dalam proses pelaksanaan. Konstruksi perkerasan lentur terdiri atas lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-Lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan yang ada di bawahnya, sehingga beban yang diterima oleh tanah dasar lebih kecil dari beban yang diterima oleh lapisan permukaan dan lebih

kecil dari daya dukung tanah dasar. Contoh lapisan konstruksi perkerasan lentur ditunjukkan dalam Gambar.

Berikut ini merupakan komponen pada perkerasan lentur:

1. Tanah Dasar (*sub grade*)

Tanah Dasar adalah permukaan tanah semula atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan, yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat- sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. 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.

2. Lapis Pondasi Bawah (*sub base course*)

Lapis Pondasi Bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar. Fungsi lapis pondasi bawah antara lain:

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan- lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Berbagai macam tipe tanah setempat ($CBR > 20\%$, $PI < 10\%$) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran-campuran tanah setempat dengan kapur atau semen portland dalam beberapa hal sangat dianjurkan, agar dapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

3. Lapis Pondasi (*base course*)

Lapis Pondasi adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah). Fungsi lapis pondasi antara lain:

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda,
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik. Berbagai-bagai bahan alam/bahan setempat ($CBR > 50\%$, $PI < 4\%$) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain: batu pecah, kerikil pecah dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

4. Lapis Permukaan (*surface course*)

Lapis Permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Fungsi lapis permukaan antara lain:

- a. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan kerusakan akibat cuaca.
- b. Sebagai lapisan aus (*wearing course*).

Bahan untuk lapis permukaan umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis pondasi, dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas. Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi, agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

Berikut ini merupakan jenis jenis lapisan permukaan pada perkerasan lentur:

1. Lapis Aspal Beton (LASTON)

Lapis Aspal Beton (LASTON) adalah merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal keras, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu

2. Lapis Penetrasi Makadam (LAPEN)

Lapis Penetrasi Macadam (LAPEN) adalah merupakan suatu lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dengan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal keras dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis dan apabila akan digunakan sebagai lapis permukaan perlu diberi laburan aspal dengan batu penutup.

3. Lapis Asbuton Campuran Dingin (LASBUTAG)

Lapis Asbuton Campuran Dingin (LASBUTAG) adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan peremaja dan filler (bila diperlukan) yang dicampur, dihampar dan dipadatkan secara dingin.

4. *Hot Rolled Asphalt* (HRA)

Hot Rolled Asphalt (HRA) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu

5. Laburan Aspal (BURAS)

Laburan Aspal (BURAS) adalah merupakan lapis penutup terdiri dengan ukuran butir maksimum dari lapisan aspal taburan pasir 9,6 mm atau 3/8 inch.

6. Laburan Batu Satu Lapis (BURTU)

Laburan Batu Satu Lapis (BURTU) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam. Tebal maksimum 20 mm.

7. Laburan Batu Dua Lapis

Laburan Batu Dua Lapis (BURDA) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan. Tebal maksimum 35 mm

8. Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS)

Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS) adalah merupakan pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu, dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas

9. Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (LASTON BAWAH)

Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (LASTON BAWAH) adalah pada umumnya merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar

jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan pada temperatur tertentu.

10. Lapis Tipis Aspal Beton

Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Tebal padat antara 25 sampai 30 mm.

11. Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR)

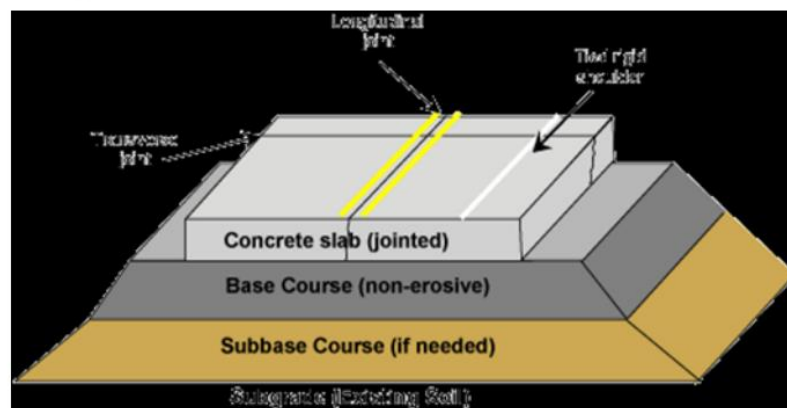
Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR) adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

12. Aspal Makadam

Aspal Makadam adalah merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan/atau agregat pengunci bergradasi terbuka atau seragam yang dicampur dengan aspal cair, diperam dan dipadatkan secara dingin.

2.5.2 Perkerasan Kaku

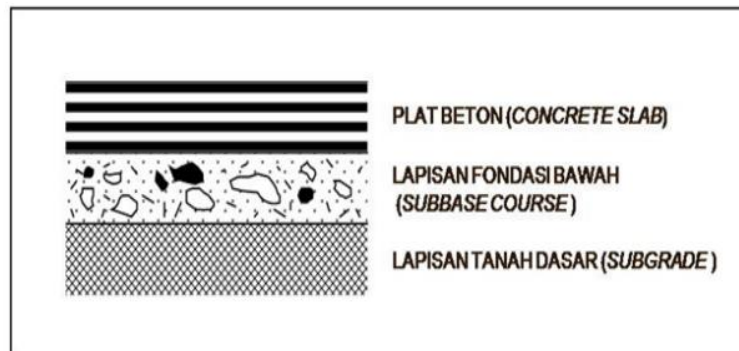
Rigid Pavement atau perkerasan kaku sudah sangat lama dikenal di Indonesia. Ia lebih di kenal pada masyarakat umum dengan nama Jalan Beton. Perkerasan tipe ini sudah sangat lama di kembangkan di negara – negara maju seperti Amerika, Jepang, Jerman dan lain-lain.



Gambar 2.3 : Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) (Sukirman, 2021)

Rigid Pavement atau Perkerasan Kaku adalah suatu susunan konstruksi perkerasan di mana sebagai lapisan atas digunakan pelat beton yang terletak di atas

pondasi atau di atas tanah dasar pondasi atau langsung di atas tanah dasar (*subgrade*). Pada mulanya plat perkerasan kaku hanya di letakkan di atas tanah tanpa adanya pertimbangan terhadap jenis tanah dasar dan drainasenya. Ukuran saat itu hanya 6 – 7 inch. Seiring dengan perkembangan jaman, beban lalu lintas pun bertambah terutama saat sehabis Perang Dunia ke II, para *engineer* akhirnya mulai menyadari tentang pentingnya pengaruh jenis tanah dasar terhadap pengerjaan perkerasan terutama sangat pengaruh terhadap terjadinya pumping pada perkerasan. Pumping merupakan proses pengocokan butiran – butiran subgrade atau subbase pada daerah – daerah sambungan (basah atau kering) akibat gerakan vertikal pelat karena beban lalu lintas yang mengakibatkan turunnya daya dukung lapisan bawah tersebut.



Gambar 2.4 : Lapisan Konstruksi perkerasan kaku (Sukirman, 2021)

Berdasarkan adanya sambungan dan tulangan plat beton perkerasan kaku, perkerasan beton semen dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis sebagai berikut:

1. Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan tanpa tulangan untuk kendali retak.
2. Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan dengan tulangan plat untuk kendali retak. Untuk kendali retak digunakan wire mesh di antara siar dan penggunaannya independen terhadap adanya tulangan dowel.
3. Perkerasan beton bertulang menerus (tanpa sambungan). Tulangan beton terdiri dari baja tulangan dengan prosentasi besi yang relatif cukup banyak (0,02 % dari luas penampang beton).

Pada saat ini, jenis perkerasan beton semen yang populer dan banyak digunakan di negara-negara maju adalah jenis perkerasan beton bertulang menerus. Dalam konstruksinya, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan

masih adanya lapisan aspal beton pada bagian atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, mendistribusikan beban dari atas menuju ke bidang tanah dasar yang cukup luas sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur di mana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan.

Karena yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang paling diperhatikan dalam perencanaan tebal perkerasan beton semen adalah kekuatan beton itu sendiri. Adanya beragam kekuatan dari tanah dasar dan atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya. Lapis pondasi bawah jika digunakan di bawah plat beton karena beberapa pertimbangan, yaitu antara lain untuk menghindari terjadinya pumping, kendali terhadap sistem drainase, kendali terhadap kembang-susut yang terjadi pada tanah dasar dan untuk menyediakan lantai kerja (*working platform*) untuk pekerjaan konstruksi. Secara lebih spesifik, fungsi dari lapis pondasi bawah adalah:

1. Menyediakan lapisan yang seragam, stabil dan permanen.
2. Menaikkan harga modulus reaksi tanah dasar (*modulus of sub-grade reaction = k*), menjadi modulus reaksi gabungan (*modulus of composite reaction*).
3. Mengurangi kemungkinan terjadinya retak-retak pada plat beton.
4. Menyediakan lantai kerja bagi alat-alat berat selama masa konstruksi.
5. Menghindari terjadinya pumping, yaitu keluarnya butir-butiran halus tanah bersama air pada daerah sambungan, retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat lendutan atau gerakan vertikal plat beton karena beban lalu lintas, setelah adanya air bebas terakumulasi di bawah pelat.

Adapun untuk persyaratan umum Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) yakni:

1. Tanah Dasar

Untuk daya dukung tanah ditentukan oleh CBR insitu sesuai dengan SNI 03-1731-1989 atau CBR Laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing – masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru.

Di sini apabila tanah dasar memiliki nilai CBR di bawah 2% maka digunakan pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus setebal 15 cm sehingga tanah dianggap memiliki CBR 5%.

2. Pondasi Bawah

Untuk bahan pondasi bawah biasanya digunakan:

- a. Bahan Berbutir
- b. Stabilisasi atau dengan beton giling padat (*Lean Rolled Concrete*)
- c. Campuran beton kurus (*Lean-Mix Concrete*)

3. Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik uji lentur (*flexural strength*) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3-5 Mpa (30-50 kg/cm²). Beton juga bisa di perkuat dengan serat baja (steel fibre) untuk memperkuat kuat tarik lenturnya serta mengendalikan retak pada plat khususnya bentuk tak lazim.

4. Lalu Lintas

Untuk penentuan beban lalu lintas rencana pada perkerasan beton semen dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Untuk kendaraan yang ditinjau memiliki berat total minimum 5 ton.

5. Bahu

Bahu dapat terbuat dari bahan lapisan pondasi bawah dengan atau tanpa lapisan penutup beraspal atau lapisan beton semen. Pada pedoman yang dimaksud dengan Bahu beton semen adalah bahu yang dikunci dan diikatkan dengan lajur lalu-lintas dengan lebar minimum 1,50 m, atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu-lintas selebar 0,60 m yang juga mencakup saluran dan keran.

6. Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton berfungsi sebagai:

- a. Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu lintas.

- b. Memudahkan pelaksanaan
- c. Mengakomodasi gerakan pelat

Untuk polanya, sambungan beton semen memiliki batas – batas tersendiri diantaranya:

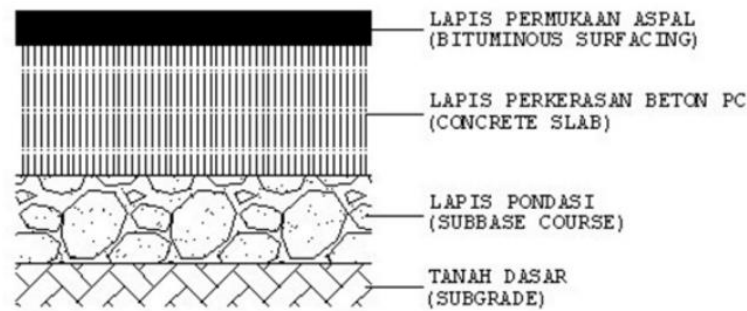
1. Panel diusahakan persegi mungkin dengan perbandingan maksimum panjang dan lebarnya 1,25
2. Jarak maksimum sambungan memanjangnya 3-4 m
3. Jarak maksimum sambungan melintang 25 kali tebal plat, maksimum 5 m
4. Antar sambungan harus terhubung dengan satu titik untuk menghindari terjadinya retak refleksi pada lajur bersebelahan
5. Sudut dari sambungan yang lebih kecil dari 60 derajat harus dihindari dengan mengatur 0.5 m panjang terakhir dibuat tegak lurus terhadap tepi perkerasan
6. Semua bangunan lain seperti manhole harus dipisahkan dari perkerasan dengan sambungan muai selebar 12 mm meliputi keseluruhan tebal plat

Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan dua model kerusakan yaitu:

1. Retak fatik tarik lentur pada plat
2. Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan.

2.5.3 Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, di mana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya.



Gambar 2.5 : Konstruksi Perkerasan Komposit (Sukirman, 2021)

Konstruksi ini umumnya mempunyai tingkat kenyamanan yang lebih baik bagi pengendara dibandingkan dengan konstruksi perkerasan beton semen sebagai lapisan permukaan tanpa aspal. Struktur perkerasan komposit adalah perkerasan kaku dengan lapisan beraspal pada permukaan sebagai lapisan aus. Lapisan beraspal/lapisan aus ini diperhitungkan sebagai bagian yang ikut memikul beban. Perbedaan struktur perkerasan komposit dengan struktur perkerasan kaku adalah terletak pada lapisan permukaannya. Pada struktur perkerasan komposit, lapisan atas berupa lapisan beraspal sedangkan pada struktur perkerasan kaku berupa beton semen.

Menggunakan metode perkerasan tipe komposit ternyata memberi banyak kelebihan bagi pengguna jalan raya serta pihak pengembang. Tidak seperti metode perkerasan jalan aspal, pada jenis komposit menggabungkan unsur kaku dan lentur yang mana memperlihatkan kesan lebih cepat dalam proses konstruksinya. Dalam proses pembuatan lapisan jalan komposit harus memenuhi persyaratan ketebalan pada sektor aspal karena memang mampu memberi manfaat dalam mencegah terjadinya retak refleksi pada saat proses perkerasan beton di lapisan bawah. Meskipun dari segi prosesnya terbilang rumit karena menggabungkan unsur lapisan kaku dan lunak, tetapi pada hasil akhirnya bisa dibilang sempurna. proses perawatan tidak mengeluarkan biaya besar. Tidak hanya itu, jangka waktu perawatan juga lebih panjang dibandingkan memakai perkerasan aspal. Kombinasi antara lapisan kaku dan lunak menjadi keunggulan pada tipe komposit, sehingga dari segi efisiensi biaya bisa tercapai. Tipe perkerasan jalan komposit dinilai lebih kuat bahkan mampu menghadirkan banyak keunggulan dibandingkan tipe aspal. Bahan komposit menjadi perpaduan antara lapisan lentur dan kaku, sehingga pada saat diaplikasikan semua beban kendaraan akan tersebar lebih merata sehingga

keawetannya lebih lama. Meskipun pada lapisan aspal masih rentan terhadap genangan air tetapi dari sektor keawetannya bisa lebih baik karena ada lapisan kaku berupa semen dan beton. Ketika konstruksi jalan raya terlihat kuat dan kokoh maka pengguna jalan lebih nyaman saat melintas. Tidak hanya itu, kekuatan jalan raya juga memberi keamanan bagi pengguna jalan terutama saat kondisi jalan terasa terlihat licin karena genangan air. Struktur jalan lebih kuat dan tahan lama membuat pengguna jalan merasa lebih nyaman sehingga tipe komposit banyak dimanfaatkan untuk jalan-jalan nasional ataupun jalan kabupaten.

2.6. Analisa Volume Lalu Lintas

Parameter yang penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas sepanjang tahun pertama setelah diperkirakan selesai dibangun atau direhabilitasi. (Bina Marga MDPJ No. 03/M/BM/2024, 2024:2-1).

Untuk menentukan volume lalu lintas di tahun perencanaan tetapi mendapat data volume lalu lintas pada tahun-tahun sebelumnya, dapat melakukan Forecasting atau memprediksi volume lalu lintas rencana dengan menggunakan metode eksponensial:

$$\text{LHR} = \text{LHR}_0 (1+i)^n \quad (2.1)$$

Keterangan:

LHR = LHR akhir umur rencana

LHR₀ = LHR awal umur rencana

n = umur rencana (tahun)

i = angka pertumbuhan

2.7. Manual Desain Perkerasan(MDP) 2024

Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 (MDP) merupakan salah satu metode yang digunakan Bina Marga. Metode ini adalah penyempurnaan dari metode sebelumnya yaitu Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 (MDP 2017). Manual Desain Perkerasan 2024 (MDP 2024) terdiri atas dua bagian yaitu bagian I membahas tentang desain perkerasan jalan baru dan bagian II membahas tentang rekonstruksi penanganan perbaikan perkerasan lama (MDP, 2024).

2.8. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ialah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan perbaikan yang bersifat structural (sampai diperlukan overlay lapisan permukaan). Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan nonstructural yang berfungsi sebagai lapisan aus. Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun. Umur rencana perkerasan baru dinyatakan pada Tabel berikut ini:

Tabel 2.1: Umur perkerasan (Bina Marga MDPJ No. 03/M/BM/2024, 2024:2-1)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir.	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti : jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan. <i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis fondasi beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	10

2.9. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data-data pertumbuhan series atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku.

Tabel 2. 2: Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%) (Bina Marga MDPJ No. 03/M/BM/2024, 2024:4-2)

Fungsi Jalan	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (Cumulatif Growth Faktor):

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i} \quad (2.2)$$

Keterangan:

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

Apabila diperkirakan akan terjadi perbedaan laju pertumbuhan tahunan sepanjang total umur rencana (UR), dengan $i_1\%$ selama periode awal (UR_1 tahun) dan $i_2\%$ selama sisa periode berikutnya ($UR - UR_1$), faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dapat dihitung dari formula berikut:

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i} + (1 + 0,01 i_1)^{UR_1 - 1} (1 + 0,01 i_2) \left\{ \frac{(1+0,01 i_2)^{(UR-UR_1)} - 1}{(0,01 i_2)} \right\} \quad (2.3)$$

2.10. Lalu Lintas pada Lajur Rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur (DL).. Untuk jalan dua arah faktor distribusi (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu.

Tabel 2.3: Faktor distribusi lajur (DL) (Bina Marga MDPJ No. 03/M/BM/2024, 2024:4-3)

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

2.11. Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor)

Dalam desain perkerasan beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana.

Tabel 2.4 : Pengumpulan data beban gandar (Bina Marga MDPJ No. 03/M/BM/2024, 2024:4-3)

Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Gandar
Jalan Bebas Hambatan	1 atau 2
Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	2 atau 3

Jika survey beban gandar tidak mungkin dilakukan oleh perencana dan data survey beban gandar sebelumnya tidak tersedia maka nilai VDR dapat digunakan menghitung ESA.

Tabel 2. 5: Nilai VDF masing-masing kendaraan niaga (Bina Marga MDPJ No. 03/M/BM/2024, 2024)

Kondisi	Gol	5b	6a	6b	7a1	7a2	7b1	7b2	7c1	7c2a	7c2b	7c3
VDF4	Faktual	1,2	0,5	1,6	10,1	10,2	-	-	8,2	6,6	11,1	16
	Normal	1,2	0,5	0,4	3	3,9	-	-	5,7	5,6	6,8	9
VDF5	Faktual	1,3	0,4	2,2	17,2	19,7	-	-	11,9	9,2	19,5	29,4
	Normal	1,3	0,4	0,4	3,4	5,2	-	-	7,2	7,2	9,6	12,8

Beban sumbu standar kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axie Load (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban lalu lintas desain pada jalur desain selama umur rencana yang ditentukan sebagai berikut:

Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.4)$$

Keterangan:

ESA_{TH-1}	= Kumulatif lalu lintas sumbu standar ekivalen (Equivalent Standard Axie) pada tahun pertama
LHR_{JK}	= lintasan harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)
VDF_{JK}	= Faktor Ekivalen Beban (Vehicle Damage Faktor) tiap jenis kendaraan niaga
DD	= Faktor distribusi arah
DL	= Faktor distribusi lajur
CESAL	= Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana
R	= Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

2.12. Faktor Keseragaman Data

Data lendutan yang akan digunakan untuk analisis pada metode Bina Marga 2024 adalah data lendutan pada pusat beban (D0) dan data lendutan pada jarak 200 mm dari pusat beban (D200). Namun, sebelumnya perlu dilakukan keseragaman data dengan faktor keseragaman kurang dari 30% dengan menggunakan persamaan berikut.

$$FK = \frac{S}{dR} \times 100 < FK \text{ ijin} \quad (2.5)$$

$$dR = \frac{\sum D0}{N} \quad (2.6)$$

$$S = \frac{\sqrt{N(\sum d0^2) - (\sum d0)^2}}{N(N-1)} \quad (2.7)$$

Dengan :

FK = Faktor keseragaman

FK ijin = Faktor keseragaman yang diijinkan:

(0-10%, keseragaman sangat baik)

(11-20%, keseragaman baik)

(21-30%, keseragaman cukup baik)

dR = Lendutan rata-rata

S = Standar deviasi

D0 = Lendutan pada satu titik

N = jumlah data lendutan

- Lendutan Maksimum (Lendutan Karakteristik)

Lendutan maksimum atau lendutan karakteristik yaitu besarnya nilai lendutan yang mewakili suatu sub ruas atau seksi jalan yang disesuaikan dengan fungsi atau kelas jalan dan ditentukan dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$D_{\text{wakil}} = dR + 2s \quad (\text{untuk jalan arteri / tol}) \quad (2.8)$$

$$D_{\text{wakil}} = dR + 1,64s \quad (\text{untuk jalan kolektor}) \quad (2.9)$$

$$D_{\text{wakil}} = dR + 1,28s \quad (\text{untuk jalan lokal}) \quad (2.10)$$

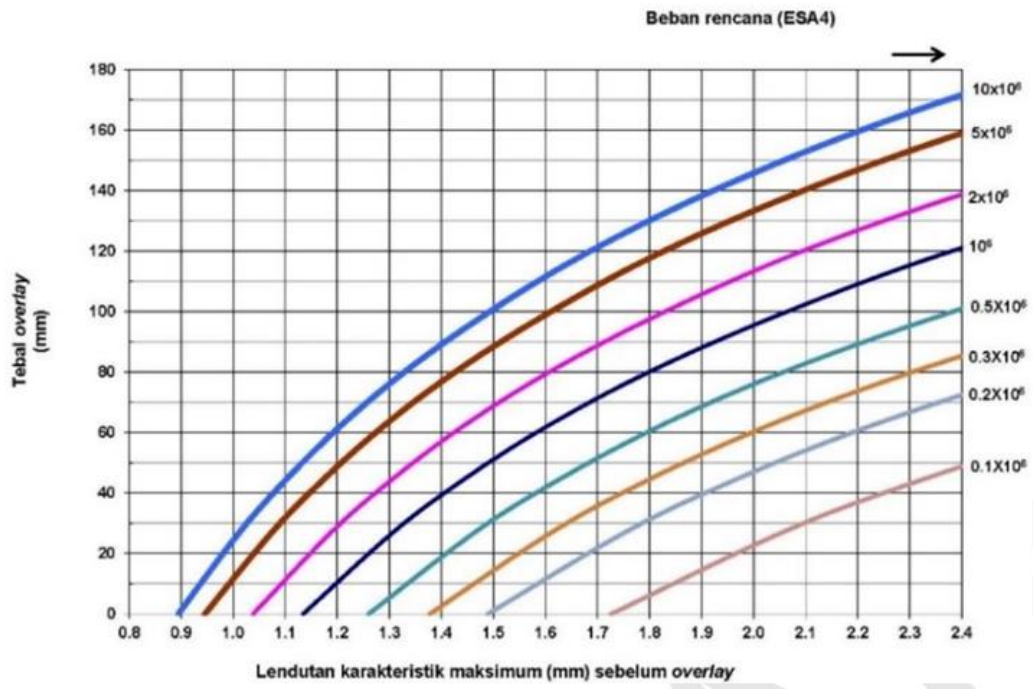
2.13. Perancangan Tebal Lapis Tambah (Overlay)

Manual Desain Perkerasan Jalan No. 03/M/BM/2024 (Bina Marga, 2024) adalah revisi dari edisi tahun 2017 dan disesuaikan dengan Manual Desain Perkerasan dan Spesifikasi Umum untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan. Edisi ini juga menggabungkan beberapa pedoman teknis terkait dengan perencanaan teknis atau perancangan perkerasan jalan, preservasi perkerasan jalan dengan memperhatikan daya dukung tanah dasar, dan pembaharuan nilai parameter karakteristik material lokal. Manual Desain Perkerasan 2024 menggunakan pendekatan mekanistik empirik dalam perancangan perkerasan lentur dengan keluaran berupa katalog struktur yang dirancang berdasarkan karakteristik, parameter material, dan respon struktur perkerasan terhadap beban rencana tertentu.

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 03/M/BM/2024 (Bina Marga, 2024), berikut adalah dua kriteria umum pendekatan dalam penentuan overlay.

1. Deformasi permanen dengan lendutan maksimum,
2. Retak leleh dengan lengkung lendutan.

Untuk menentukan tebal lapis tambah berdasarkan lendutan balik maksimum (yang diukur dengan alat Benkelman Beam), gunakan bagan desain Gambar 2.6 untuk mengantisipasi deformasi permanen. Nilai lendutan karakteristik dan beban lalu lintas desain (ESA4) dihitung dan dimasukkan ke bagan desain Gambar 2.6. Pada titik pertemuan antara beban rencana dengan lendutan karakteristik tarik garis ke arah sumbu vertikal, sehingga anda mendapatkan nilai tebal overlay. Bagan desain Gambar 2.6 berlaku untuk beban rencana sampai dengan 10×10^6 ESA4.

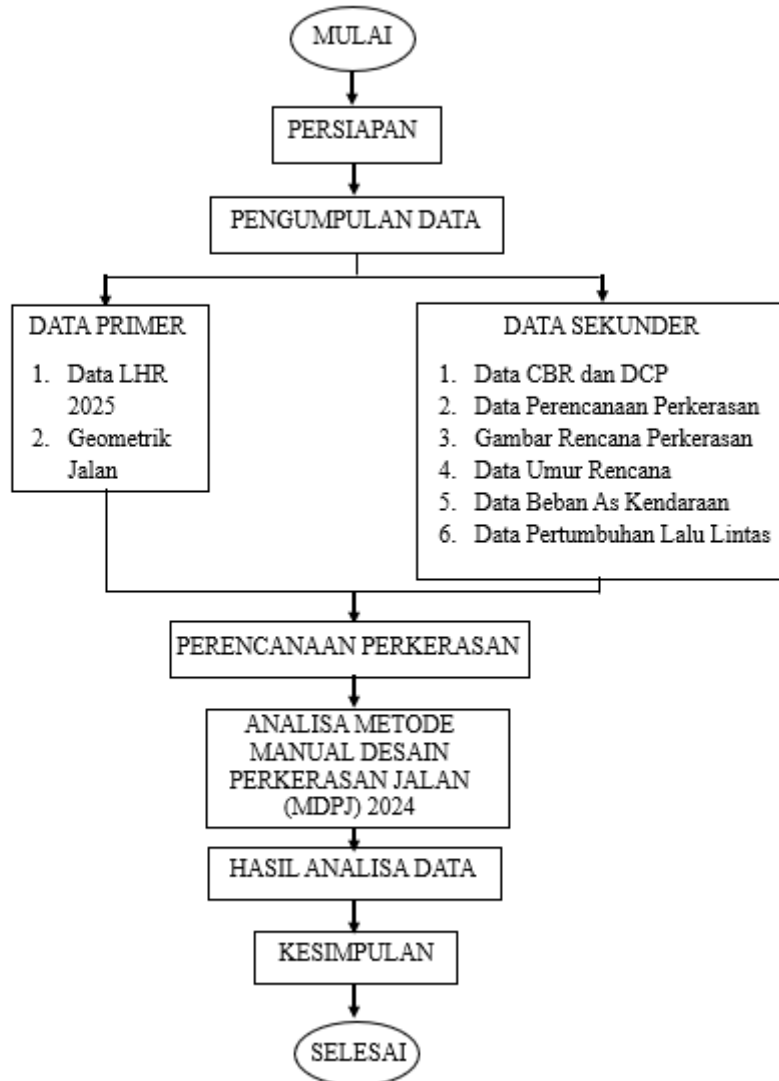


Gambar 2.6: Solusi Overlay Berdasarkan Lendutan Balik Benkelman Beam (Bina Marga, 2024)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

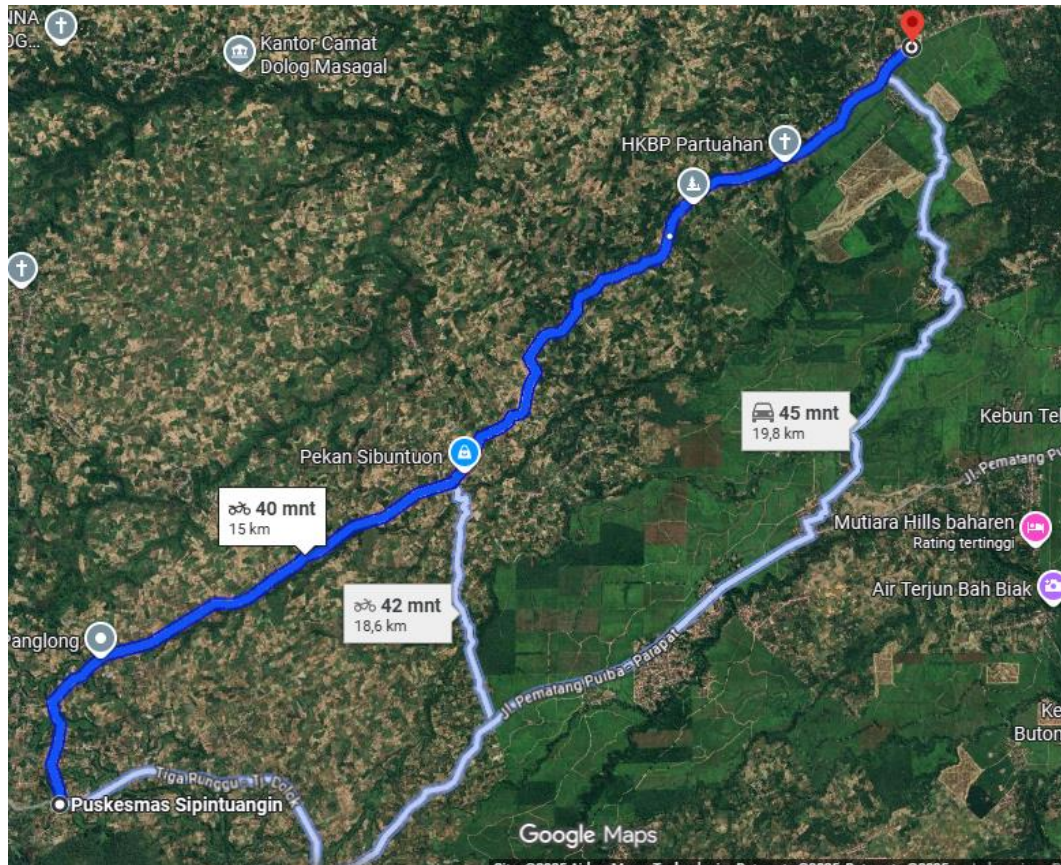
Pada saat melakukan penelitian ini, ada beberapa mekanisme atau tahap-tahap yang wajib dilakukan secara terkonsep agar saat memulai penelitian bisa terealisasi sesuai konsep yang sudah direncanakan sebelumnya, maka buat mempermudah dalam pembahasan penelitian serta analisa data penelitian dirancang suatu diagram alir. Berikut ini merupakan diagram alir penelitian:



Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Jalan yang menjadi objek penelitian untuk tugas akhir ini terletak pada Ruas Simpang Raya – Tigaras, jalan ini merupakan jalan provinsi sepanjang 15 KM. Berikut ini merupakan peta lokasi penelitian yang dilakukan:



Gambar 3. 2. Peta Lokasi Penelitian

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini terbagi 2 yaitu data primer dan data sekunder.

3.3.1 Data Primer

Data primer yang dibutuhkan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data LHR
2. Data Geometrik Jalan

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Data CBR dan DCP
2. Data Perencanaan Perkerasan
3. Gambar Perencanaan Perkerasan

Data didapatkan melalui Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Sumatera Utara ataupun Konsultan Perencana yang bertanggung jawab atas pekerjaan perkerasan jalan ini.

3.4 Tahapan Penelitian

Dalam Penelitian ini ada beberapa tahapan yang harus kita lakukan untuk mendapatkan data primer dan data sekunder sebagai berikut:

1. Langkah pertama melakukan kegiatan penelitian yaitu dengan membuat perumusan masalah. Apa saja permasalahan yang ada dan perlu dipermasalahkan dan membatasi permasalahan.
2. Dalam hal ini memerlukan beberapa literatur dan peraturan sebagai studi pustaka yang diperlukan sebagai bahan referensi dan pefensi penelitian sebagai tambahan pengetahuan.
3. Langkah selanjutnya setelah ada perumusan masalah yaitu dengan mengidentifikasi permasalahan apakah sesuai dengan perumusan masalah yang sudah dibuat sebelumnya.
4. Suvey pendahuluan dilaksanakan agar dapat menentukan:
 - a. Jenis kendaraan yang akan disurvei
 - b. Waktu survey terhadap volume lalu lintas.
 - c. Titik pengamatan.
 - d. Kebutuhan data dan tenaga survey.
 - e. Pengadaan persyaratan administrasi untuk pencarian data
 - f. Pembuatan proposal skripsi.
5. Observasi Lapangan
6. Observasi lapangan dilakukan pada ruas Jalan Simpang Raya - Tigaras. Pengamatan yang dilakukan meliputi:

- a. Kondisi geometric jalan pada ruas Jalan Simpang Raya - Tigaras.
 - b. Volume Lalu Lintas pada Jalan Simpang Raya - Tigaras.
7. Pengumpulan data yang dilakukan dalam mengadakan survey di ruas Jalan Simpang Raya - Tigaras dengan melakukan pencatatan pada titik pengamatan (*Cordon Count*) yang telah ditentukan. Data-data yang dikumpulkan antarlain sebagai berikut:
- a. Data geometrik ruas Jalan Simpang Raya - Tigaras.
 - b. Volume lalu lintas dengan memperhatikan waktu dilakukan pengamatan, survey yang dilakukan selama 7 hari.
 - c. Pengolahan data dan analisis data menggunakan program *Microsoft Excel*.
 - d. Simpulan dan saran merupakan bagian akhir dari alur penelitian ini.

3.5 Peralatan Penelitian

Adapun alat - alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

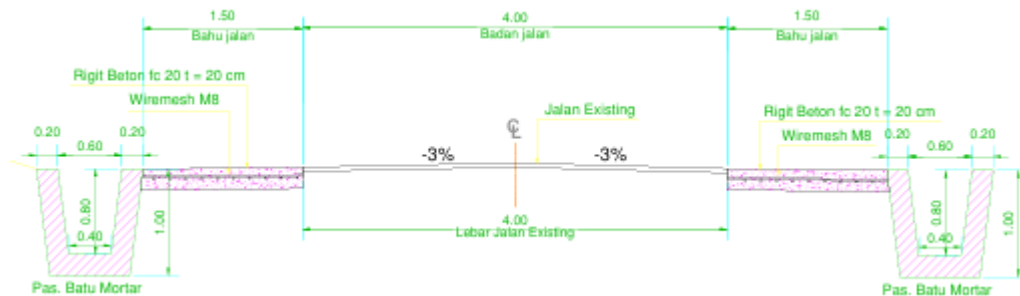
1. Formulir Penelitian dan alat tulis untuk mencatat volume lalu lintas.
2. Pita ukur (meteran) digunakan untuk mengukur data geometric jalan
3. *Stopwatch* digunakan untuk menghitung waktu yang sudah ditetapkan setiap 15 menit.
4. Perlengkapan penunjang lainnya untuk mencatat volume lalu lintas seperti buku dan alat tulis lainnya.
5. Kamera yang digunakan untuk melakukan dokumentasi.
6. Laptop yang digunakan sebagai pengolahan data akhir.

3.6 Gambaran Umum Lokasi Studi

Dalam menentukan Kriteria Jalan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Manual Perkerasan jalan nomor 03/M/BM/2024 tentang persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan. Berdasarkan survey yang dilakukan, didapatkan:

- a. Fungsi Jalan = Jalan Kolektor
- b. Status Jalan = jalan Provinsi
- c. Kelas Jalan = Kelas III
- d. Tipe Jalan = 2/2-TT
- e. Lebar Jalur Lalu Lintas = 4 meter

- f. Penambahan Lebar Jalan = 1 meter
- g. Kemiringan Perkerasan Jalan = 3%
- h. Umur Rencana = 20 Tahun
- i. Panjang Jalan = 15.000 meter = 15 KM
- j. Sumber Data Beban = Manual Desain Perkerasan Jalan 2024
- k. Jenis Perkerasan = Perkerasan lentur
- l. CBR Tanah Dasar = 8,98 %
- m. CBR Desain = 6,50 %
- n. CBR Karakteristik = 6,76 %
- o. Bahu jalan = Rigid Pavment



Gambar 3.3: Geometrik Jalan Simpang Raya - Tiga Ras

3.7 Tingkat Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Faktor pertumbuhan lalu lintas di Sumatera berdasarkan data-data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlalu. Jika tidak tersedia maka Tabel 3.1 dapat digunakan (2015-2035).

Tabel 3.1: Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) di Sumatera (Bina Marga MDPJ No. 03/M/BM/2024, 2024:4-2)

Fungsi Jalan	Sumatera
Arteri Dan Perkotaan	4,83
Kolektor Rural	3,50
Jalan Desa	1,00

3.8 Lintas Harian Rata-rata

Lintas harian rata-rata adalah hasil survey untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melintas pada ruas jalan dalam kurun waktu sehari. Berikut adalah hasil survey lintas harian rata-rata pada ruas jalan Simpang Raya – Tigaras.

Tabel 3.2: Lalu lintas harian rata-rata hari Senin pada ruas jalan Simpang Raya – Tigaras pada tahun 2025 (Berdasarkan Survei)

Golongan Kendaraan	Uraian	Konfigurasi Sumbu	Kelompok Sumbu	LHRT 2025
1	Sepeda motor dan kendaraan roda-3	-	-	388
2	Kendaraan ringan - sedan, jeep, dan station wagon	1.1	2	184
3	Kendaraan ringan – angkutan umum sedang	1.1	2	107
4	Kendaraan ringan - pick up, micro truck	1.1	2	74
5a	Bus kecil	1.1	2	27
5b	Bus Besar	1.2	2	26
6a	Truk 2 sumbu-truk ringan	1.1	2	42
6b	Truk 2 sumbu-truk sedang	1.2	2	29
7a1	Truk 3 sumbu-berat	11.2	2	3
7a2	Truk 3 sumbu-berat	1.22	2	0
7b1	Truk 4 sumbu-berat	1.2+2.2	4	0
7b2	Truk 5 sumbu-berat	11.2+2.2	4	0
7c1	Truk 4 sumbu-berat	1.2-22	3	0
7c2a	Truk 5 sumbu-berat	1.22-22	3	0
7c2b	Truk 5 sumbu-berat	1.2-222	3	0
7c3	Truk 6 sumbu-bera	1.22-222	3	0
Jumlah Kendaraan/ Hari 2 Arah				880

3.9 Data Pengujian DCP

Dynamic Cone Penetrometer (DCP) adalah suatu alat yang digunakan untuk pengujian tanah dasar dan atau lapis pondasi jalan terdiri dari tiga bagian utama yang satu sama lain harus disambung dengan cukup kaku.

Data pengujian DCP yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Sumatera Utara adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3 : Pengujian DCP (Dinas PUPR Bina Marga Provinsi Sumatera Utara)

Tumbukan (Blow)	Depth h (mm)	SPP (mm/blow)	DN	CBR	CBR*
0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	50	50,0	-50,0	3,83	78,20
2	75	25,0	-75,0	9,51	52,96
3	90	15,0	-90,0	18,59	39,74
4	100	10,0	-100,0	31,66	31,63
5	112	12,0	-112,0	24,92	35,05
6	125	13,0	-125,0	22,43	36,66
7	135	10,0	-135,0	31,66	31,63
8	150	15,0	-150,0	18,59	39,74
9	170	20,0	-170,0	12,74	46,71
10	190	20,0	-190,0	12,74	46,71
11	225	35,0	-225,0	6,11	63,99
12	280	55,0	-280,0	3,38	82,51
13	305	25,0	-305,0	9,51	52,96
14	320	15,0	-320,0	18,59	39,74
15	330	10,0	-330,0	31,66	31,63
16	340	10,0	-340,0	31,66	31,63
17	360	20,0	-360,0	12,74	46,71
18	380	20,0	-380,0	12,74	46,71
19	410	30,0	-410,0	7,48	58,68
20	445	35,0	-445,0	6,11	63,99
21	485	40,0	-485,0	5,13	68,98
22	520	35,0	-520,0	6,11	63,99
23	570	50,0	-570,0	3,83	78,20
24	589	19,0	-589,0	13,63	45,39

Tabel 3.3 : *Lanjutan*

Tumbukan (Blow)	Depth h (mm)	SPP (mm/blow)	DN	CBR	CBR*
25	620	31,0	-620,0	7,17	59,77
26	650	30,0	-650,0	7,48	58,68
27	690	40,0	-690,0	5,13	68,98
28	750	60,0	-750,0	3,01	86,65
29	795	45,0	-795,0	4,39	73,70
30	830	35,0	-830,0	6,11	63,99
31	870	40,0	-870,0	5,13	68,98
32	910	40,0	-910,0	5,13	68,98
33	940	30,0	-940,0	7,48	58,68
34	990	50,0	-990,0	3,83	78,20
35	1000	10,0	-1000,0	31,66	31,63
		1000,0			1932,4
CBR pada titik uji				8,98	

3.10 Beban As dan Faktor Konfigurasi Kendaraan

Angka ekivalen beban sumbu kendaraan, hitung konfigurasi beban as masing-masing tiap kendaraan beserta angka ekivalen kendaraan dalam keadaan kosong (Min) dan dalam keadaan bermuatan (Max) untuk menjadi parameter dalam perencanaan ruas Jalan Simpang Raya – Tiga Ras.

3.11 Data Lendutan

Setelah dilakukan survey Benkelman beam maka dilakukan analisa lendutan yang mewakili yang akan digunakan untuk grafik tebal overlay seperti pada tabel 3.5.

Tabel 3. 4: Tabel Lendutan (Dinas PUPR Bina Marga Provinsi Sumatera Utara)

Sta Km	Beban Uji (ton)	Lendutan (mm)			Temperatur (°C)			Tebal aspal (t)
		d ₁	d ₂	d ₄	Tu	Tp	T aspal	
2+400	8,2	0,00	0,17	0,54	33,00	38,00	38,00	15,00
2+500	8,2	0,00	0,14	0,47	33,00	38,00	38,00	15,00
2+600	8,2	0,00	0,13	0,45	33,00	38,00	38,00	15,00
2+700	8,2	0,00	0,19	0,56	33,00	38,00	38,00	15,00
2+800	8,2	0,00	0,18	0,54	33,00	38,00	38,00	15,00
2+900	8,2	0,00	0,18	0,50	33,00	38,00	38,00	15,00
3+000	8,2	0,00	0,20	0,56	33,00	38,00	38,00	15,00
3+100	8,2	0,00	0,13	0,44	33,00	38,00	38,00	15,00
3+200	8,2	0,00	0,12	0,43	33,00	38,00	38,00	15,00
3+300	8,2	0,00	0,18	0,53	33,00	38,00	38,00	15,00
3+400	8,2	0,00	0,16	0,48	32,00	38,00	38,00	15,00
3+500	8,2	0,00	0,18	0,51	32,00	38,00	38,00	15,00
3+600	8,2	0,00	0,19	0,56	32,00	38,00	38,00	15,00
3+700	8,2	0,00	0,18	0,52	32,00	38,00	38,00	15,00
3+800	8,2	0,00	0,20	0,56	32,00	38,00	38,00	15,00
3+900	8,2	0,00	0,19	0,53	32,00	38,00	38,00	15,00
4+000	8,2	0,00	0,15	0,48	32,00	38,00	38,00	15,00
4+100	8,2	0,00	0,16	0,52	32,00	38,00	38,00	15,00
4+200	8,2	0,00	0,15	0,46	32,00	38,00	38,00	15,00
4+300	8,2	0,00	0,18	0,49	32,00	38,00	38,00	15,00
4+400	8,2	0,00	0,14	0,45	32,00	38,00	38,00	15,00

BAB 4

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1. Volume Lalu lintas

Nilai volume lalu lintas yang didapatkan dari hasil survey selama seminggu kemudian dibagi 7 hari untuk mendapatkan rata-ratanya.

Data volume lalu lintas dapat di lihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1: Volume lalu lintas rata-rata

HARI KE	Tanggal	Hari	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a1
1	10 November 2025	senin	388	184	107	74	27	26	42	29	3
2	11 November 2025	selasa	375	176	99	69	26	25	40	27	1
3	12 November 2025	Rabu	369	166	103	68	25	22	39	28	2
4	13 November 2025	Kamis	353	160	95	71	24	21	37	26	2
5	14 November 2025	Jumat	354	154	90	63	22	20	32	23	2
6	15 November 2025	Sabtu	362	143	89	59	20	19	31	22	1
7	16 November 2025	Minggu	354	139	86	47	21	18	28	20	1
		Rata-rata	365	160	96	64	24	22	36	25	2

4.2. Tingkat Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif dengan laju pertumbuhan lalu lintas (i) untuk wilayah Pulau Sumatera yaitu sebesar 3,5 % pada Tabel 3.1 dan dengan umur rencana, UR = 10 tahun.

Dari data pertumbuhan lalu lintas dan umur rencana dihitung menggunakan persamaan berikut:

Umur rencana (UR) = 10 Tahun

Pertumbuhan rata-rata lalu lintas = 3,50 %

$$\begin{aligned}
R_{(2026-2029)} &= \frac{(1+0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i} \\
R_{(2026-2029)} &= \frac{(1+0,01(3,50))^3 - 1}{0,01(3,50)} \\
&= 3,11 \%
\end{aligned}$$

Kemudian perhitungan faktor pertumbuhan lalu lintas pada saat periode beban normal muatan sumbu terberat sudah terkendali pada tahun 2027 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
R_{(2029-2036)} &= \frac{(1+0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i} \\
R_{(2029-2036)} &= \frac{(1+0,01(3,50))^7 - 1}{0,01(3,50)} \\
&= 7,78 \%
\end{aligned}$$

4.3. Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024

Perhitungan yang ada di dalam metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024 antara lain:

4.3.1 Distribusi Arah (DD) dan Distribusi Lajur (DL)

Faktor Distribusi Arah (DD) untuk jalan dua arah umumnya diambil 0,50 kecuali lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Faktor distribusi lajur dapat dilihat pada Tabel 2.3 dari tabel tersebut diambil jumlah lajur 1 untuk setiap arah menghasilkan kendaraan niaga pada lajur desain 100% terhadap populasi kendaraan niaga.

4.3.2 Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor)

Berdasarkan nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga yang ditunjukkan oleh Tabel 2.5, maka nilai VDF 4 dan VDF 5 masing-masing jenis kendaraan diperoleh seperti disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2: Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaraan

Kondisi	Gol	5b	6a	6b	7a1	7a2	7b1	7b2	7c1	7c2a	7c2b	7c3
VDF4	Faktual	1,2	0,5	1,6	10,1	10,2	-	-	8,2	6,6	11,1	16
	Normal	1,2	0,5	0,4	3	3,9	-	-	5,7	5,6	6,8	9
VDF5	Faktual	1,3	0,4	2,2	17,2	19,7	-	-	11,9	9,2	19,5	29,4
	Normal	1,3	0,4	0,4	3,4	5,2	-	-	7,2	7,2	9,6	12,8

Nilai VDF digunakan bergantung terhadap situasi periode beban normal Muatan Sumbu Terberat (MST). VDF faktual digunakan pada situasi periode beban normal belum terlaksanakan dan VDF normal digunakan pada saat periode beban normal sudah mulai beroperasi. VDF 4 digunakan saat akan mencari nilai CESA 4 untuk tebal overlay berdasarkan lendutan maksimum. Sedangkan VDF 5 digunakan untuk mencari nilai CESA 5 agar mendapatkan tebal overlay berdasarkan lengkung lendutan.

4.3.3 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama 10 tahun, yang diuraikan seperti berikut.

1. CESA 4

Golongan 5B

$$\begin{aligned}
 ESA_{\text{Faktual}} &= (\sum LHR_{2026} \times VDF4_{\text{Faktual}}) \times 365 \times DD \times DL \times R_{2025} \\
 &= (22 \times (1+3,50/100)^1 \times 1,2) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 3,11 \\
 &= 15.508,42
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ESA_{\text{Normal}} &= (\sum LHR_{2028} \times VDF4_{\text{Normal}}) \times 365 \times DD \times DL \times R_{2028} \\
 &= (22 \times (1+3,50/100)^3 \times 1,2) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 7,78 \\
 &= 16.613,01
 \end{aligned}$$

2. CESA 5

Golongan 5B

$$ESA_{\text{Faktual}} = (\sum LHR_{2025} \times VDF5_{\text{Faktual}}) \times 365 \times DD \times DL \times R_{2025}$$

$$= (22 \times (1+3,50/100)^1 \times 1,3) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 3,11$$

$$= 42.028,98$$

$$ESA_{Normal} = (\sum LHR_{2028} \times VDF5_{Normal}) \times 365 \times DD \times DL \times R_{2028}$$

$$= (22 \times (1+3,50/100)^3 \times 1,3) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 7,78$$

$$= 45.022,49$$

Hasil perhitungan CESA4 dan CESA5 untuk setiap golongan kendaraan lainnya terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Rekapitulasi Perhitungan Analisis Lalu Lintas

Golongan Kendaraan	LHR			VDF 4		VDF 5		DD	DL	R		CESA 4		CESA 5	
	2025	2026	2029	Faktual	Normal	Faktual	Normal			(3 Tahun) 2026 - 2029	(7 Tahun) 2029 - 2036	Faktual 2025 - 2028	Normal 2028 - 2035	Faktual 2025 - 2028	Normal 2028 - 2035
5B	22	22,77	24,39	1,2	1,2	1,3	1,3	0,5	1	3,11	7,78	15.508,42	16.613,01	42.028,98	45.022,49
6A	36	37,26	39,91	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	1	3,11	7,78	10.573,92	11.327,05	21.161,44	22.668,67
6B	25	25,875	27,72	1,6	0,4	2,2	0,4	0,5	1	3,11	7,78	23.497,61	6.292,81	80.824,96	15.742,13
7A1	2	2,07	2,22	10,1	3	17,2	3,4	0,5	1	3,11	7,78	11.866,29	3.775,68	50.552,34	10.704,65
Jumlah												120.825,4	171.588,9	172.882,2	124.359
												99.454,78		288.705,67	

4.3.4 Desain Tebal Overlay

4.3.4.1 Menentukan Tebal Overlay Berdasarkan Lendutan Maksimum

Dalam menentukan tebal overlay berdasarkan lendutan maksimum digunakan grafik pada Gambar 2.6 dengan cara menghitung dan memasukkan nilai lendutan karakteristik dan beban lalu lintas desain (ESA4) ke dalam grafik tersebut. Untuk langkah perhitungannya diuraikan sebagai berikut ini.

1. D_0 rata-rata

D_0 rata-rata dihitung berdasarkan nilai D_0 yang telah seragam dan telah dikoreksi dengan, faktor musim, faktor temperatur. Perhitungan D_0 rata-rata selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4: Rekapitulasi Perhitungan Lendutan

Sta K m	Beban Uji (ton)	T aspal			Tebal aspal (t)	Koreksi pada emperatur Standar (Ft1)	Koreksi Musim (C)	Koreksi Beban (FK)	Lendutan Balik Mas. (D0)	D ₀ ²	Lengkung Lendutan (D200)	D ₂₀₀ ²	D ₀ -D ₂₀₀	
2+400	8,2	33,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,973	0,95	0,300	0,09	0,67	
2+500	8,2	33,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,855	0,73	0,255	0,06	0,60	
2+600	8,2	33,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,818	0,67	0,227	0,05	0,59	
2+700	8,2	33,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	1,009	1,02	0,336	0,11	0,67	
2+800	8,2	33,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,973	0,95	0,318	0,10	0,65	
2+900	8,2	33,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,909	0,83	0,327	0,11	0,58	
3+000	8,2	33,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	1,018	1,04	0,355	0,13	0,66	
3+100	8,2	33,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,800	0,64	0,227	0,05	0,57	
3+200	8,2	33,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,773	0,60	0,209	0,04	0,56	
3+300	8,2	33,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,955	0,91	0,318	0,10	0,64	
3+400	8,2	32,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,873	0,76	0,282	0,08	0,59	
3+500	8,2	32,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,918	0,84	0,327	0,11	0,59	
3+600	8,2	32,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	1,018	1,04	0,345	0,12	0,67	
3+700	8,2	32,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,946	0,89	0,327	0,11	0,62	
3+800	8,2	32,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	1,018	1,04	0,355	0,13	0,66	
3+900	8,2	32,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,955	0,91	0,345	0,12	0,61	
4+000	8,2	32,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,873	0,76	0,273	0,07	0,60	
4+100	8,2	32,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,946	0,89	0,282	0,08	0,66	
4+200	8,2	32,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,827	0,68	0,273	0,07	0,55	
4+300	8,2	32,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,882	0,78	0,327	0,11	0,55	
4+400	8,2	32,00	38,00	38,00	15,00	1,033	0,90	0,98	0,818	0,67	0,255	0,06	0,56	
		Jumlah								19,16	17,59	6,26	1,91	12,89

$$\begin{aligned}
D_0 \text{ Rata-rata} &= \frac{\sum d_0}{N} \\
&= \frac{19,16}{21} \\
&= 0,912 \text{ mm.}
\end{aligned}$$

2. Deviasi Standar (s)

Standar deviasi dihitung menggunakan Persamaan 2.7 dan perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
S &= \frac{\sqrt{N(\sum d_0^2) - (\sum d_0)^2}}{N(N-1)} \\
&= \frac{\sqrt{21(17,59) - (\sum 19,16)^2}}{21(21-1)} \\
&= 0,083
\end{aligned}$$

3. Faktor Keseragaman (FK)

Faktor keseragaman dihitung menggunakan Persamaan 2.5 dan perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
FK &= \frac{s}{dR} \times 100 \\
&= \frac{0,083}{0,912} \times 100 \\
&= 9,13 \%
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, didapatkan nilai FK sebesar 9,13%. Sehingga nilai FK memenuhi syarat kriteria keseragaman data lendutan sangat baik ($9,13\% < FK_{ijin} = 30\%$) untuk dipergunakan dalam analisis.

4. Lendutan Maksimum (Lendutan Karakteristik)

Lendutan maksimum atau lendutan karakteristik yaitu besarnya nilai lendutan yang mewakili suatu sub ruas atau seksi jalan yang disesuaikan dengan fungsi atau kelas jalan dan ditentukan dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.9 berikut ini.

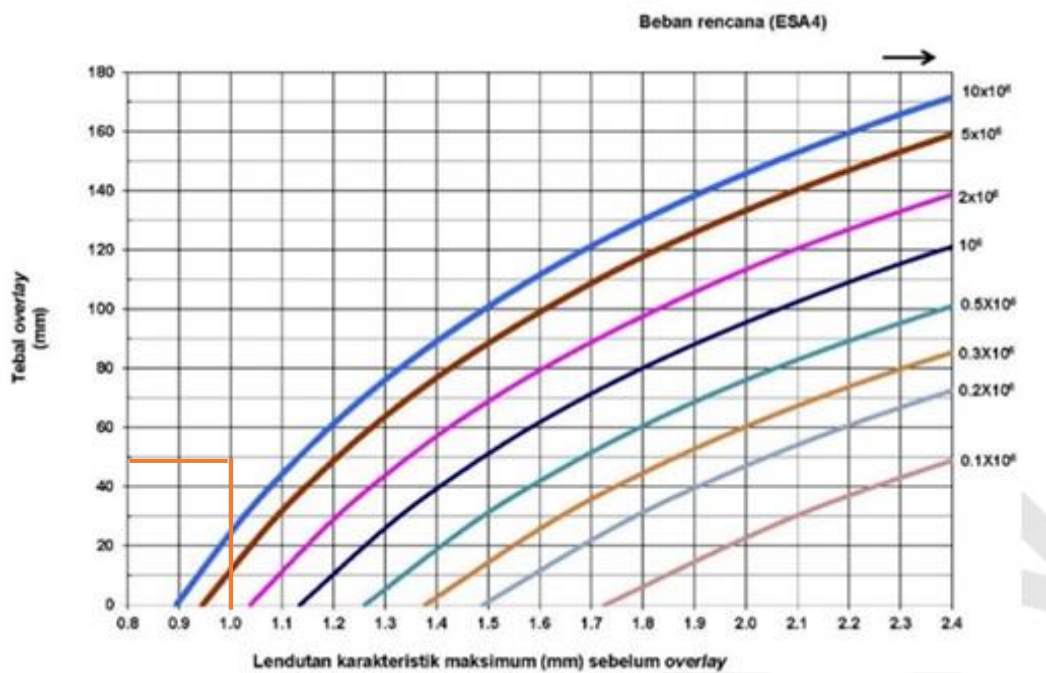
$$\begin{aligned}
D_{\text{Wakil}} \text{ untuk kolektor} &= d_R + 1,64s \\
&= 0,912 + 1,64 \times (0,083) \\
&= 1,060 \text{ mm}
\end{aligned}$$

5. Tebal Overlay

Nilai lendutan karakteristik dan nilai beban rencana lalu lintas (ESA4) digunakan untuk menentukan tebal overlay dengan menggunakan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.

$$D_{\text{wakil}} = 1,060 \text{ mm}$$

$$\text{CESA4} = 99.454,78$$



Gambar 4. 1: Menentukan Tebal Overlay

Dengan beban rencana ESA4 sebesar 99.454,78 pada Gambar 4.1 diperoleh tebal lapis tambah (overlay) yang dibutuhkan sebesar 50 mm atau 5 cm.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil studi yang dilaksanakan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode MDP 2024, tebal lapis overlay yang dibutuhkan adalah sebesar 50 mm = 5 cm.
2. Hasil analisis menunjukkan nilai beban lalu lintas kumulatif (ESA4) sebesar 99.454,78 dan nilai CBR desain sebesar 6,5% yang menunjukkan tanah dasar cukup kuat sehingga tidak memerlukan perbaikan timbunan tanah.

5.2 Saran

1. Dalam memilih metode perencanaan, disarankan untuk memilih metode yang datanya dimiliki untuk mempermudah perencanaan.
2. Untuk mahasiswa yang akan melakukan penelitian dengan tema yang sama sebaiknya meminta data langsung dari instansi terkait agar mendapat data yang akurat.
3. Dalam melakukan perhitungan, disarankan untuk mengikuti petunjuk dari buku teks.

DAFTAR PUSTAKA

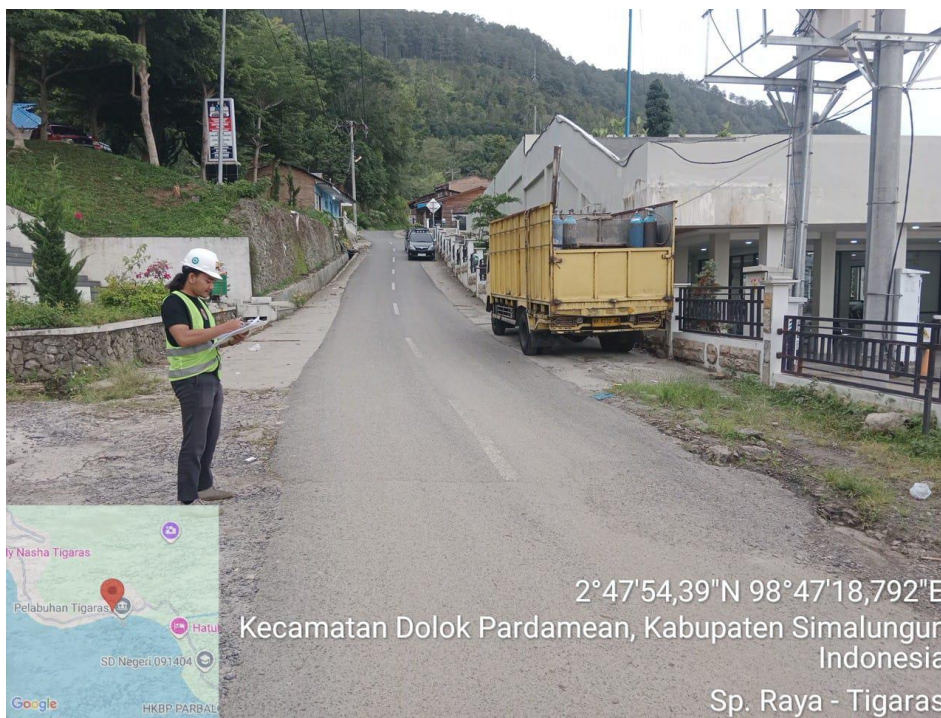
- Alian, S. (2017). *Analisa Perkerasan Jalan Pining-Lesten (Studi Kasus)*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Pkji 2023. *Kementerian PUPR*, 2(21), 352.
- Effendi, D. M. (2016). *Ahmad Yani Dalam Kota Pangkalpinang*. 4, 87–100.
- Fachrurrozi, A. (2023). *Permukaan Dengan Menggunakan Metode Bina Marga Dan Pavement Condition Index (PCI)*. 23.
- Hadijah, I., & Harizalsyah, M. (2017). Perencanaan Jalan Dengan Perkerasan Kaku Menggunakan Metode Analisa Komponen Bina Marga (Studi Kasus: Kabupaten Lampung *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) ...*, 6(2), 140–146. <http://ojs.ummetro.ac.id/index.php/tapak/article/view/422>
- Kusmianingrum, D. (2010). *Tingkat Pelayanan Jalan Ki Samaun Tangerang*. 1(November), 136–140.
- Lalenoh, R. H. ... Jansen, F. (2015). Analisa Kapasitas Ruas Jalan Sam Ratulangi Dengan Metode Mkji 1997 Dan Pkji 2014. *Jurnal Sipil Statik*, 3(11), 737–746.
- Maklas, F., & Erizal, E. (2019). Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Bogor - Ciawi – Sukabumi. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4(2), 91–100. <https://doi.org/10.29244/jsil.4.2.91-100>
- Mantiri, C. C. ... Manoppo, M. R. E. (2019). *Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode AASHTO 1993*. 7(10).
- Materi Pekerjaan Umum. (2024). *Manual Perkerasan Jalan Nomor 03/M/BM/2024*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Nurmawati, Y., & Wibisono, R. E. (2024). Perhitungan Tebal Perkerasan Jalan Menggunakan Analisa Komponen Bina Marga (Studi Kasus : Ruas Jalan Arjosari – Purwantoro Kabupaten Pacitan STA 0+000 – STA 1+500 , KM. SBY. 267+000 – 272+000). *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 2(2), 171–182. <https://doi.org/10.26740/mitrans.v2n2.p171-182>
- Peraturan Pemerintah RI. (2004). Peraturan Pemerintah Republik Indonesai tentang Jalan (Undang-Undang Nomor 38 Pasal 1 Ayat 1 Tahun 2004). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38*, 1(1), 3.
- Prasetya, O. P. (2024). Pengaruh Pemberlakuan Sistem Satu Arah Terhadap Kinerja Ruas Jalan Berdasarkan Volume Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Kapten Muchtar Basri. *Repository UMSU*.
- Sandi. I. M. (2024). Analisis Pengaruh Pemberlakuan Sistem Satu Arah Terhadap Kinerja Ruas Jalan Berdasarkan Volume Lalu Lintas Pada Ruas Jalan

Mongonsidi. *Repository UMSU*.

Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Nova.

Wiguna, D. S. (2020). *Pengaruh Pemberlakuan Sistem Satu Arah Terhadap Kinerja Ruas Jalan Berdasarkan Volume Lalu Lintas dan Kepuasan Pengguna Jalan (Studi Kasus Pemberlakuan Sistem Satu Arah Jalan Diponegoro Kota Tegal)*. Tegal : *Universitas Pancasakti, L.*

B. Dokumentasi





$2^{\circ}48'51,786''N$ $98^{\circ}47'25,866''E$
Kecamatan Dolok Pardamean, Kabupaten Simalungun
Indonesia
LHR
Sp. Raya - Tigaras



$2^{\circ}48'51,786''N$ $98^{\circ}47'25,866''E$
Kecamatan Dolok Pardamean, Kabupaten Simalungun
Indonesia
LHR
Sp. Raya - Tigaras

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA IDENTITAS DIRI

Nama : Muhammad Agung Fahriza
Tempat dan Tanggal Lahir : Tanjung Morawa, 23 April 2003
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Jalan Bandar Labuhan Dusun 3 No 8 A
Nama Ayah : Firman
Nama Ibu : Prapti Wahyuni
Nomor Handphone : 082174771025
Alamat Email : muhammadagung2806@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

NPM : 2107210211
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muctar Basri No. 3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Sekolah Dasar : SD Negeri 101896 kiri hulu 2009 – 2015
Sekolah Menengah Pertama : SMP Negeri 1 tanjung morawa 2015 – 2018
Sekolah Menengah Atas : SMK Negeri 2 Medan 2018 - 2021