

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU DENGAN METODE MDP 2017 DAN MDP 2024 PADA PROYEK PEKERJAAN JALAN AEK NATOLU - AJIBATA

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

Disusun Oleh :

SALSABILA AYU SHINTA

2307210225P



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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Salsabila Ayu Shinta
NPM : 2307210225P
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Perbandingan Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Dengan Metode MDP 2017 dan MDP 2024 Pada Proyek Pekerjaan Jalan Aek Natolu - Ajibata
Bidang Ilmu : Transportasi

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

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing



Muhammad Husin Gultom, ST., MT.

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Salsabila Ayu Shinta
NPM : 2307210225P
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Perbandingan Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Dengan Metode MDP 2017 dan MDP 2024 Pada Proyek Pekerjaan Jalan Aek Natolu - Ajibata
Bidang Ilmu : Transportasi

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

Medan, 25 Agustus 2025

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing:



Muhammad Husin Gultom, ST., MT.

Dosen Pembanding I



Irma Dewi, ST., M.Si.

Dosen Pembanding II



Rizki Efrida, ST., MT.

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Josef Hadipramana, ST., M.Sc

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Salsabila Ayu Shinta
NPM : 2307210225P
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Transportasi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: “Perbandingan Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Dengan Metode MDP 2017 dan MDP 2024 Pada Proyek Pekerjaan Jalan Aek Natolu – Ajibata”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan nonmaterial serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara dan oteknik.

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 atau kesarjaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran penuh dan tidak dalam tekanan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 25 Agustus 2025

Saya yang menyatakan:



Salsabila Ayu Shinta

ABSTRAK

PERBANDINGAN PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU DENGAN METODE MDP 2017 DAN MDP 2024 PADA PROYEK PEKERJAAN JALAN AEK NATOLU – AJIBATA

Salsabila Ayu Shinta

2307210225P

Muhammad Husin Gultom, ST., MT.

Jalan Aek Natolu - Ajibata, Kecamatan Ajibata, Kabupaten Toba Samosir, Provinsi Sumatera Utara merupakan Jalan Kabupaten yang memiliki panjang 10,7 km dan lebar jalan 6-8 m. Jalan ini memiliki 2 jenis perkerasan yaitu perkerasan lentur di STA 0+000 s.d 4+650, STA 4+700 s.d 7+600, STA 8+800 s.d STA 9+200 dan STA 9+450 s.d STA 10+700 serta perkerasan kaku di STA 4+650 s.d STA 4+700, STA 7+600 s.d 8+800, dan STA 9+200 s.d STA 9+450. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Manual Desain Perkerasan 2017 dan Manual Desain Perkerasan 2024. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan MDP 2017 dan MDP 2024. Berdasarkan hasil penelitian yang di dapat untuk lapisan perkerasan lentur 2017 sebagai berikut: 40 cm untuk base A, 6 cm untuk AC-BC, 4 cm untuk AC-WC dan 17,5 cm untuk timbunan pilihan. Sedangkan untuk tebal lapis perkerasan lentur 2024 menghasilkan tebal lapis HRS - WC 5 cm, LFA kelas A 15 cm, LFA kelas B 15 cm dan timbunan pilihan 30 cm. Sementara itu, untuk perkerasan kaku 2017 menghasilkan ketebalan pelat beton 265 mm dan ketebalan lapis fondasi agregat 150 mm. Sedangkan tebal lapis perkerasan 2024 menghasilkan ketebalan pelat beton 200 mm yang lebih tipis untuk kategori jalan kolektor dengan beban lebih ringan, dan ketebalan lapis fondasi agregat 250 mm. Secara keseluruhan, perbedaan ini dipengaruhi oleh perubahan parameter desain dan asumsi beban kendaraan dalam Manual Desain Perkerasan terbaru, yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan ketahanan struktur perkerasan jalan.

**Kata Kunci : MDP 2017, MDP 2024, Perkerasan Lentur, Perkerasan Kaku,
Tebal Perkerasan**

ABSTRACT

COMPARISON OF FLEXIBLE AND RIGID PAVEMENT THICKNESS CALCULATIONS USING MDP 2017 AND MDP 2024 METHODS ON THE AEK NATOLU – AJIBATA ROAD PROJECT

Salsabila Ayu Shinta

2307210225P

Muhammad Husin Gultom, ST., MT.

The Aek Natolu - Ajibata Road, located in Ajibata District, Toba Samosir Regency, North Sumatra Province, is a district road with a length of 10.7 km and a width of 6–8 m. This road consists of two types of pavement: flexible pavement at STA 0+000 to 4+650, STA 4+700 to 7+600, STA 8+800 to 9+200, and STA 9+450 to 10+700; and rigid pavement at STA 4+650 to 4+700, STA 7+600 to 8+800, and STA 9+200 to 9+450. The method used in this study refers to the 2017 Pavement Design Manual and the 2024 Pavement Design Manual. The aim of this research is to compare the thickness of flexible and rigid pavements based on the 2017 and 2024 manuals. The results show that for flexible pavement according to the 2017 manual, the thicknesses are: 40 cm for base A, 6 cm for AC-BC, 4 cm for AC-WC, and 17.5 cm for selected fill. Meanwhile, the 2024 manual produces a flexible pavement thickness of 5 cm for HRS-WC, 15 cm for LFA Class A, 15 cm for LFA Class B, and 30 cm for selected fill. As for rigid pavement, the 2017 manual results in a concrete slab thickness of 265 mm and a granular subbase thickness of 150 mm. In contrast, the 2024 manual produces a concrete slab thickness of 200 mm—which is thinner for collector roads with lighter loads—and a granular subbase thickness of 250 mm. Overall, these differences are influenced by changes in design parameters and vehicle load assumptions in the latest Pavement Design Manual, which aims to improve the accuracy and durability of road pavement structures.

Keywords: MDP 2017; MDP 2024; Flexible Pavement; Rigid Pavement; Pavement Thickness

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perbandingan Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Dengan Metode MDP 2017 dan MDP 2024 Pada Proyek Pekerjaan Jalan Aek Natolu – Ajibata” ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam Penyelesaian tugas Akhir ini banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan, bimbingan dan bantuannya sehingga dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Muhammad Husin Gultom, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan ilmu dan saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir Ini.
2. Ibu Irma Dewi, ST., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu memberikan saran, perbaikan, arahan dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir.
3. Ibu Rizki Efrida ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu memberikan saran, perbaikan, arahan dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Josef Hadipramana, ST., M.Sc 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. Bapak/Ibu Dosen Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak/Ibu Staf Pegawai Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak/Ibu *staff* yang bekerja di kantor PT. JO-MTJ-Daya (Kso);
9. Teristimewa kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.

10. Pacar, Sahabat dan Teman-teman yang membantu dan memberikan dukungan kepada penulis sehingga membuat kehidupan menjadi lebih indah dan bermakna.

Penulis Menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir Ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini.

Medan, 25 Agustus 2025

Penulis



Salsabila Ayu Shinta

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Definisi Jalan	6
2.3 Klasifikasi Jalan	6
2.3.1 Klasifikasi Berdasarkan Peruntukan Jalan	6
2.3.2 Klasifikasi Berdasarkan Status Jalan	7
2.3.3 Klasifikasi Berdasarkan Medan Jalan	8
2.3.4 Klasifikasi Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan	8
2.3.5 Klasifikasi Berdasarkan Pengguna Jalan	9
2.4 Bagian-Bagian Jalan	10
2.5 Pengertian Jenis Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	12
2.5.1 Konstruksi Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	12
2.5.2 Konstruksi Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	13
2.5.3 Konstruksi Perkerasan Komposit (<i>Composite Pavement</i>)	14
2.6 Struktur Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	14

2.6.1	Lapis Permukaan (<i>Surface Course</i>)	15
2.6.2	Lapis Pondasi (<i>Base Course</i>)	15
2.6.3	Lapis Pondasi Bawah (<i>Sub-Base Course</i>)	16
2.6.4	Lapis Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>)	16
2.7	Manual Desain Perkerasan Jalan 2017	17
2.7.1	Umur Rencana	17
2.7.2	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	18
2.7.3	Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur	19
2.7.4	Faktor Ekuivalen Beban (<i>Vehicle Damage Factor</i>)	19
2.7.5	Beban Sumbu Standar Kumulatif	21
2.7.6	Struktur Perkerasan	21
2.7.7	Desain Fondasi Jalan Minimum	22
2.7.8	Menentukan Struktur Perkerasan	23
2.8	Manual Desain Perkerasan Jalan 2024	24
2.8.1	Umur rencana	24
2.8.2	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	24
2.8.3	Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur	24
2.8.4	Faktor Ekuivalen Beban (<i>Vehicle Damage Factor</i>)	25
2.8.5	Beban Sumbu Standart Kumulatif	25
2.8.6	Struktur Perkerasan	25
2.8.7	Desain Fondasi Jalan Minimum	26
2.8.8	Menentukan Struktur Perkerasan	27
2.8.9	Konstruksi Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	28
2.9	Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan dengan Rumus Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017	31
2.9.1	Umur Rencana (UR)	31
2.9.2	Faktor Distribusi Lajur (DL)	32
2.9.3	Volume Lalu Lintas 2017	32
2.9.4	Volume Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga	32
2.9.5	Struktur Lapisan Perkerasan Sesuai Bagan Desain	34
2.10	Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan dengan Rumus Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024	36
2.10.1	Umur Rencana	36
2.10.2	Faktor Distribusi Lajur (DL)	36
2.10.3	Volume Lalu Lintas 2024	36
2.10.4	Volume Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga	39

2.10.5	Sebaran Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga	41
2.10.6	Persamaan Desain Perkerasan Kaku	42
2.10.7	Struktur Fondasi Jalan Dari Bagan Desain 2	44
2.10.8	Struktur Lapisan Perkerasan Sesuai Bagan Desain	45
BAB 3	METODE PENELITIAN	48
3.1	Bagan Alir Penelitian	48
3.2	Lokasi Penelitian	49
3.3	Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	49
3.4	Persiapan Penelitian	50
3.5	Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata	50
3.6	Data <i>Dynamic Cone Penetrometer</i> (DCP)	51
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1	Manual Desain Perkerasan Lentur MDP 2017	53
4.1.1	Data Perhitungan Jalan	53
4.1.2	Menentukan Umur Rencana	53
4.1.3	Menentukan Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas dan Nilai Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas Kumulatif (R)	53
4.1.4	Menentukan Faktor Distribusi Lajur (DL) dan Faktor Distribusi Arah (DD)	53
4.1.5	Menentukan LHR	54
4.1.6	Menentukan Nilai VDF 5 CESAL 5	54
4.1.7	Menentukan Struktur Perkerasan	55
4.1.8	Desain Fondasi Jalan Minimum	56
4.1.9	Menentukan Tebal Perkerasan Lentur	57
4.2	Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur MDP 2024	58
4.2 1	Menentukan Umur Rencana	58
4.2 2	Menentukan Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas	58
4.2 3	Menentukan Faktor Distribusi Lajur (DL) dan Faktor Distribusi Arah (DD)	59
4.2 4	Menentukan LHR	59
4.2 5	Menentukan VDF5 dan CESAL 5	60
4.2 6	Menentukan Struktur Perkerasan	60
4.2 7	Desain Fondasi Jalan Minimum	61
4.2 8	Menentukan Tebal Lapis Perkerasan	62
4.3	Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku MDP 2017	63
4.3.1	Umur rencana	63

4.3.2	Faktor Distribusi Lajur (DL)	63
4.3.3	Faktor Distribusi Arah (DD)	63
4.3.4	Volume Lalu Lintas	63
4.3.5	Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R)	64
4.3.6	Beban Sumbu Standar Kumulatif	65
4.4	Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku MDP 2024	66
4.4.1	Umur Rencana	66
4.4.2	Faktor Distribusi Lajur (DL)	66
4.4.3	Faktor Distribusi Arah (DD)	66
4.4.4	Volume Lalu Lintas	66
4.4.5	Konfigurasi sumbu kendaraan	67
4.4.6	Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R)	67
4.4.7	Tebal Perkerasan MDP 2024	67
4.4.8	Tabel Hitung Repetisi Beban yang Diizinkan	69
4.5	Pembahasan Perbandingan Perhitungan Antara Metode yang Digunakan	74
4.5.1	Pembahasan Metode Manual Desain Perkerasan Lentur 2017 dan 2024	74
4.5.2	Pembahasan Metode Manual Desain Perkerasan Kaku 2017 dan 2024	74
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		75
5.1	Kesimpulan	75
5.2	Saran	76
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN		79
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian-bagian Jalan	11
Gambar 2. 2 Ruang Jalan pada Tipikal Jalan 2/2 T	12
Gambar 2. 3 Ruang Jalan pada Tipikal Jalan 4/2 T	12
Gambar 2. 4 Struktur Perkerasan Lentur (Departemen Pemukiman dan Prasarana wilayah, 2002)	13
Gambar 2. 5 Struktur Perkerasan Kaku (Departemen Pemukiman dan Prasarana wilayah, 2002)	13
Gambar 2. 6 Struktur Perkerasan Komposit (Departemen Pemukiman dan Prasarana wilayah, 2002)	14
Gambar 2. 7 Tipikal struktur perkerasan beton semen (Pd T-14-2003)	28
Gambar 2. 8 Posisi Dowel (Sumber (Afrial,2010))	29
Gambar 2. 9 Distribusi Beban Perkerasan Kaku Dan Lentur	30
Gambar 2. 10 Lapis Perkerasan Kaku	36
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian	48
Gambar 4. 1 Susunan Tebal Lapisan Perkerasan	58
Gambar 4. 2 Susunan Tebal Lapisan Perkerasan	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jalan Menurut Medan (UU No.22 Tahun 2009)	8
Tabel 2. 2 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas (Tata Cara Perencanaan Jalan Antar Kota Tahun 1997)	10
Tabel 2. 3 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR) (MDP 2017)	17
Tabel 2. 4 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%) (MDP No.04/SE/Db/2017)	18
Tabel 2. 5 Faktor Distribusi Lajur (DL) (MDP No. 04/SE/Db 2017)	19
Tabel 2. 6 Nilai VDF Masing-Masing Kendaraan Niaga (MDP 2017)	20
Tabel 2. 7 Pemilihan Jenis Perkerasan (MDP 2017)	22
Tabel 2. 8 Desain Fondasi Jalan Minimum (MDP 2017)	23
Tabel 2. 9 Bagan Desain 3B Perkerasan Lentur dengan Aspal sebagai Lapis Pondasi Berbutir (MDP Lentur No. 04/SE/Db/2017)	24
Tabel 2. 10 Nilai VDF Masing-Masing Kendaraan Niaga (MDP 2024)	25
Tabel 2. 11 Pemilihan Jenis Perkerasan (MDP 2024)	26
Tabel 2. 12 Desain Fondasi Jalan Minimum (MDP 2024)	27
Tabel 2. 13 Desain Perkerasan lentur dengan HRS	27
Tabel 2. 14 Perbedaan antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku (Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman ,1999)	30
Tabel 2. 15 Umur Rencana (UR) (MDP 2017)	31
Tabel 2. 16 Faktor Distribusi Lajur (MDP 2017)	32
Tabel 2. 17 Golongan Jenis Kendaraan (MDP 2017)	32
Tabel 2. 18 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraaan Niaga Termasuk Bus (MDP 2017)	33
Tabel 2. 19 Struktur Fondasi Jalan Dari Bagan Desain 2	33
Tabel 2. 20 Bagan Desain 4. Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Berat Lalu Lintas Berat (MDP 2017)	34
Tabel 2. 21 Bagan Desain 4A. Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Berat Lalu Lintas Rendah (MDP 2017)	34
Tabel 2. 22 Perkiraan lalu lintas untuk jalan lalu lintas rendah (MDP 2017)	35
Tabel 2. 23 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) Aceh – Sumatera Utara Beban Faktual (MDP 2024)	37

Tabel 2. 24 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) Aceh – Sumatera Utara Beban Normal (MDP 2024)	38
Tabel 2. 25 Konfigurasi Sumbu Kendaraan (MDP 2024)	39
Tabel 2. 26 Klasifikasi dan Konfigurasi Sumbu Kendaraan (MDP 2024)	41
Tabel 2. 27 Koefisien untuk prediksi tegangan ekuivalen (Se)	43
Tabel 2. 28 Koefisien untuk prediksi faktor erosi (F3) untuk beton JPCP	44
Tabel 2. 29 Koefisien untuk prediksi faktor erosi (F3) untuk beton CRCP	44
Tabel 2. 30 Bagan Desain 2. Desain Fondasi Jalan Minimum (MDP 2024)	44
Tabel 2. 31 Bagan Desain-8 Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat (MDP 2024)	45
Tabel 2. 32 Bagan Desain-8A. Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Rendah (MDP 2024)	46
Tabel 3. 1 Data Lalu Lintas Harian 2 Arah (Aek Natolu menuju Ajibata)	50
Tabel 3. 2 Data DCP (PT. JO - MTJ - DAYA, KSO)	51
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan LHR 2024	54
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan CESAL 5	55
Tabel 4. 3 Menentukan Jenis Struktur Perkerasan	55
Tabel 4. 4 Pemilihan Desain Fondasi Jalan Minimum pada MDP 2017	56
Tabel 4. 5 Menentukan Tebal Perkerasan Lentur Jalan	57
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan LHR 2024	59
Tabel 4. 7 Perhitungan CESAL 5	60
Tabel 4. 8 Menentukan Struktur Perkerasan pada MDP 2024	61
Tabel 4. 9 Pemilihan Desain Fondasi Jalan Minimum pada MDP 2024	62
Tabel 4. 10 Menentukan Tebal Lapis pada MDP 2024	62
Tabel 4. 11 Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)	64
Tabel 4. 12 Beban sumbu standar kumulatif jalan Aek Natolu – Ajibata	65
Tabel 4. 13 Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)	66
Tabel 4. 14 Konfigurasi Sumbu Kendaraan	67
Tabel 4. 15 Tebal Perkerasan Kaku pada MDP 2024	67
Tabel 4. 16 Koefisien untuk prediksi tegangan ekuivalen (Se)	68
Tabel 4. 17 Koefisien untuk prediksi faktor erosi (F3) untuk beton JPCP	68
Tabel 4. 18 Hasil hitung repetisi beban yang diizinkan - STRT	69

Tabel 4. 19 Hasil hitung repetisi beban yang diizinkan - (STdRT)	69
Tabel 4. 20 Hasil hitung repetisi beban yang diizinkan - (STRG)	69
Tabel 4. 21 Hasil hitung repetisi beban yang diizinkan - (STdRG)	70
Tabel 4. 22 Hasil hitung repetisi beban yang diizinkan - (STrRG)	71
Tabel 4. 23 Hasil hitung repetisi beban yang diizinkan - (SQdRG)	71

DAFTAR NOTASI

VLHR	= Jumlah volume kendaraan yang melalui suatu titik pengamatan selama waktu pengamatan
CBR	= Rasio antara beban penetrasi dengan kedalaman lapisan tanah.
AC-WC	= <i>Asphalt Concrete-Wearing Course</i> , laston sebagai lapisan aus
AC-BC	= <i>Asphalt Concrete-Binder Course</i> , laston sebagai pengikat
AC-Base	= <i>Asphalt Concrete- Base</i> , Laston sebagai lapis pondasi
Agregat	= Material yang terdiri dari pasir, kerikil, dan batu pecah.
R	= Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
i	= Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)
UR	= Umur rencana (tahun)
ESATH-1	= Kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen pada tahun pertama
LHR_{JK}	= Lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (kend/hari)
VDF_{JK}	= Faktor ekivalen beban tiap jenis kendaraan niaga
DD	= Faktor distribusi arah
DL	= Faktor distribusi lajur
CESAL	= Jumlah kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana
JSKN	= Jumlah kelompok sumbu kendaraan niaga selama umur rencana
$JSKN_{JK}$	= Sumbu Total Kendaraan Niaga tiap jenis kendaraan niaga
STRT	= Sumbu tunggal roda tunggal
STRG	= Sumbu tunggal roda ganda
STdRT	= Sumbu tandem roda tunggal
STdRG	= Sumbu tandem roda ganda
STrRG	= Sumbu tridem roda ganda
SQdRG	= Sumbu empat roda ganda
R	= Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
E	= Angka ekivalen
n	= Umur pelayanan, atau umur rencana UR (tahun)
S_e	= tegangan ekuivalen beton (mpa)
f_{cf}	= kuat lentur karakteristik desain pada umur beton 28 hari (mpa)

P	= beban kelompok sumbu (kn)
L_{SF}	= Faktor load safety
N_f	= tak terhingga jika nilai S_r kurang dari 0,45
D	= Tebal pelat beton (mm)
E_f	= CBR Tanah Dasar Efektif (%)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan sarana transportasi darat yang membentuk jaringan transportasi untuk menghubungkan daerah atau wilayah sehingga roda perekonomian dan pembangunan dapat berjalan dengan baik. Oleh sebab itu, pembangunan sebuah jalan haruslah menciptakan keamanan bagi penggunanya, baik pengendara maupun pejalan kaki. Jalan sebagai salah satu infrastruktur transportasi sangat erat kaitannya dengan perpindahan manusia maupun barang. Namun kebutuhan akan pembangunan jalan juga harus disesuaikan dengan kebutuhan manusia di tempat tersebut. Hal ini berkaitan dengan manfaat dari pembangunan jalan tersebut sehingga tidak semata-mata hanya membangun jalan tanpa mempunyai tujuan yang jelas.

Perencanaan pembangunan jalan merupakan salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan lalu lintas. Sehubungan dengan permasalahan lalu lintas, maka diperlukan penambahan kualitas jalan yang tentu akan memerlukan metode efektif dalam perancangan maupun perencanaan agar diperoleh hasil yang terbaik dalam memilih suatu perkerasan, serta memenuhi unsur keamanan, kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan.

Pembangunan prasarana perhubungan adalah salah satu rencana pembangunan nasional. Untuk mewujudkan rencana tersebut, maka pemerintah membangun infrastruktur jalan raya. Pembangunan jalan raya dilaksanakan oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Bina Marga yang meliputi rehabilitasi, pemeliharaan, peningkatan dan pembangunan jalan khususnya jalan baru.

Perancangan suatu perkerasan jalan harus mengikuti pedoman dan peraturan yang telah ditetapkan dan sesuai dengan kondisi daerah tersebut. Pedoman-pedoman tersebut biasanya berisikan cara mendesain struktur perkerasan dan faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan, baik dari umur rencana, perhitungan beban lalu lintas, kondisi lingkungan, perhitungan daya dukung tanah dan penentuan struktur perkerasan. Indonesia telah memiliki pedoman untuk mendesain perkerasan jalan yang dibuat melalui modifikasi pedoman-pedoman yang sudah ada

dari negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Inggris, dan Australia yang lalu disesuaikan dengan kondisi alam dan lingkungan yang ada di Indonesia. (Aris, dkk., 2015) Salah satu pedoman yang dikembangkan di Indonesia adalah Manual Desain Perkerasan (MDP) Tahun 2017 dan Perbaikan Manual Desain Perkerasan (MDP) Tahun 2024.

Dengan demikian, penulis mencoba melakukan penelitian untuk mengetahui metode perbandingan antara MDP 2017 dan MDP 2024 pada daerah Aek Natolu – Ajibata. Kemudian, penulis juga mencoba membedakan volume pekerjaan yang akan dilakukan dari kedua metode di atas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang tersaji di atas, maka didapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung dan membandingkan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode MDP 2017 dan MDP 2024?
2. Bagaimana menghitung dan membandingkan tebal perkerasan kaku dengan menggunakan metode MDP 2017 dan MDP 2024?
3. Metode mana yang menghasilkan konstruksi jalan yang lebih efisien dan ekonomis dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan metode Manual Desain Perkerasan 2024?

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. Perencanaan perkerasan lentur jalan yang ditinjau pada ruas Aek Natolu-Ajibata.
2. Perencanaan perkerasan kaku jalan yang ditinjau pada ruas Aek Natolu-Ajibata.
3. Metode perhitungan tebal perkerasan dengan MDP 2017 dan MDP 2024.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang tertera di atas maka tujuan penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Mengetahui ketebalan lapisan pekerasan lentur dan perkerasaan kaku pada ruas jalan Aek Natolu-Ajibata dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2017.
2. Mengetahui ketebalan lapisan pekerasan lentur dan perkerasaan jalan pada ruas jalan Aek Natolu-Ajibata dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2024.
3. Mengetahui perbedaan tebal lapis perkerasan lentur dan perkerasan kaku pada perencanaan jalan metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan Manual Desain Perkerasan 2024.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang di dapat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat menghitung dan membandingkan tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan menggunakan metode MDP 2017 dan MDP 2024.
2. Menambah wawasan dan pengalaman agar dapat melaksanakan kegiatan yang sama ketika bekerja langsung dilapangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyesuaikan sistematika penulisan dengan sistematika yang telah ditetapkan sebelumnya, berikut merupakan sistematika penulisan tugas akhir:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bagian Pendahuluan berisi tentang latar belakang, Pers.an masalah, batasan masalah, tujuan pembahasan, manfaat pembahasan dan sistematika penulisan laporan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bagian Tinjauan Pustaka berisi tentang kajian-kajian pustaka dan landasan teori yang digunakan dalam Laporan Akhir ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bagian Metode Penelitian berisi tentang jenis penelitian, metode penelitian, lokasi dan waktu penelitian, tahapan pengumpulan data dan diagram alir penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian Hasil dan Pembahasan berisi tentang perhitungan tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2017 dan Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian Penutup berisi tentang kesimpulan dari Laporan Akhir ini serta saran-saran terkait dengan perhitungan tebal perkerasan lentur.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

1. Azeramal Rasuli, Marhadi Sastra (2021) melakukan penelitian mengenai “Perancangan Tebal Perkerasan Lentur dengan Membandingkan Metode MDPJ Revisi September 2017 dan PT T-01-2002-B (Studi Kasus:Jalan Penebal – Ulu Pulau)” dengan tujuan untuk mengetahui tebal setiap lapisan perkerasan sesuai umur rencana yang akan direncanakan yang didapat di lokasi perencanaan. Data yang diperlukan untuk perencanaan tebal jalan terdiri atas 3 data besar yaitu data primer antara lain: volume lalu lintas harian rata-rata, data DDT, data elevasi jalan eksisting.
2. Wahyu Nahrul Firdaus, Hanafiah Hz dan Rizal Syahyadi (2020) melakukan penelitian mengenai “Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Pt T-012002-B dan Manual Desain Perkerasan 2017 Edisi Revisi serta Anggaran Biaya Metode Analisis Harga Satuan Pekerjaan 2016 pada Peningkatan Jalan Peureulak-Lokop Segmen 1” dengan tujuan untuk mengetahui hasil tebal lapisan perkerasan masing-masing metode perhitungan yang digunakan serta mengetahui anggaran biaya yang diperlukan dan mengetahui metode mana yang memiliki ketebalan paling tipis serta biaya yang paling ekonomis. Metode teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah metode survey untuk mengetahui data lalu lintas harian rata-rata dan pengumpulan data dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang untuk memperoleh data CBR tanah dasar, data curah hujan dan gambar desain.
3. Asidin, Hilda Sulaiman Nur (2021) melakukan penelitian yang judul “Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan dengan Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan pada Kelurahan Lakambau Kecamatan Batauga Kabupaten Buton Selatan dengan salah satu tujuannya untuk menentukan tebal perkerasan lentur jalan. Pengumpulan data dan informasi dilakukan dengan atau dapat juga mengumpulkan dari instansi terkait. Data berupa Survei LHR dan data DCP.

4. Muhammad Djaya Bakri (2020). Hasil penelitiannya komparasi desain tebal perkerasan kaku menggunakan manual desain perkerasan jalan 2017 dan metode AASHTO 1993 diperoleh untuk metode MDPJ 2017 setebal 170 mm, dan kemudian dibulatkan menjadi 180 mm, mengacu pada kriteria beban lalu lintas rendah, tanpa bahu plat beton (tied shoulder), dan dapat diakses oleh truk (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

2.2 Definisi Jalan

Berdasarkan UU RI No. 38 Tahun 2004 tentang jalan, Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel.

Jalan antar kota adalah jalan penghubung simpul di luar kota pada kedua sisinya tidak ada perkembangan secara terus menerus dan permanen, meskipun ada perkembangan permanen, hanya sedikit, jarang dan terpisah jauh, seperti rumah makan, pabrik, perkampungan, kios-kios kecil, kedai makan, dan lain-lain pada tempat-tempat tertentu yang dianggap bukan merupakan perkembangan permanen.(DJBM, 2020)

2.3 Klasifikasi Jalan

2.3.1 Klasifikasi Berdasarkan Peruntukan Jalan

Berdasarkan PP No. 34 Tahun 2006 tentang jalan dan UU No. 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan umum, maka klasifikasi jalan menurut peruntukan jalan yaitu:

1. Jalan umum

Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, termasuk jalan bebas hambatan dan jalan tol, dikelola oleh pemerintah.

2. Jalan khusus

Jalan khusus adalah jalan yang tidak diperuntukkan untuk lalu lintas umum, hanya diperuntukkan bagi kepentingan dan/atau untuk manfaat langsung kepada perorangan, kelompok masyarakat tertentu, badan usaha

atau instansi tertentu. Penyelenggaraan jalan khusus sesuai pengaturan dilaksanakan oleh bukan pemerintah, sedangkan berkaitan dengan pembinaan, pengawasan, pengusahaan, dan pengoperasiannya dapat dilakukan oleh instansi pemerintah atau pemerintah bersamasama swasta atau swasta, perorangan, atau kelompok masyarakat tertentu. Kepemilikan jalan khusus dapat dimiliki oleh perorangan, kelompok masyarakat tertentu, badan usaha, dan atau instansi tertentu termasuk instansi pemerintah.

Ruas jalan Aek Natolu - Ajibata ini merupakan salah satu jalan umum yang diperuntukkan untuk lalu lintas umum (SIG PJJ Bina Marga).

2.3.2 Klasifikasi Berdasarkan Status Jalan

Berdasarkan PP No. 34 Tahun 2006 tentang jalan dan UU No. 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan umum, maka klasifikasi jalan menurut status jalan yaitu:

1. Jalan Nasional

Jalan nasional merupakan jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah pusat yang terdiri atas jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi dan jalan strategis nasional serta jalan tol.

2. Jalan Provinsi

Jalan provinsi merupakan jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah provinsi yang terdiri atas jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dan ibukota kabupaten/kota, atau antaribukota kabupaten/kota, jalan strategis provinsi dan jalan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta.

3. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten merupakan jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kabupaten yang terdiri atas jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi, jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antaribukota kecamatan, ibukota kecamatan

dengan desa dan antardesa, jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsidan jalan sekunder dalam kota serta jalan strategis kabupaten.

4. Jalan kota

Jalan kota merupakan jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kota dan berada dalam jaringan jalan di dalam kota.

5. Jalan desa

Jalan desa merupakan jalan umum yang diselenggarakan oleh pemerintah kabupaten, terdiri dari jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten berada dalam kawasan pedesaan dan menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa.

Ruas Jalan Aek Natolu - Ajibata ini termasuk kedalam jalan non-nasional yang diselenggarakan oleh pemerintah pusat. (SIG PJJ Bina Marga).

2.3.3 Klasifikasi Berdasarkan Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus kontur. Berdasarkan UU No. 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Umum, klasifikasi jalan menurut medannya adalah sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jalan Menurut Medan (UU No.22 Tahun 2009)

Golongan Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
Datar	D	< 3
Perbukitan	B	3 – 25
Pegunungan	G	> 25

Ruas jalan Aek Natolu - Ajibata termasuk kedalam jalan dengan kondisi medan perbukitan (SIG PJJ Bina Marga).

2.3.4 Klasifikasi Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan

Berdasarkan UU No. 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Umum, klasifikasi jalan menurut medannya yaitu:

1. Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistem jaringan jalan (SJJ) primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan yaitu pusat kegiatan nasional (PKN), pusat kegiatan wilayah (PKW), pusat kegiatan lokal (PKL) sampai ke pusat kegiatan lingkungan (PKLing) dan menghubungkan antar-PKN. Ruas-ruas jalan dalam SJJ primer yang berfungsi menghubungkan pusat-pusat kegiatan yang umumnya berwujud kota dan berlokasi di luar kota dikategorikan sebagai jalan Antarkota.

2. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

SJJ sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil. Ruas-ruas jalan dalam SJJ sekunder yang berfungsi menghubungkan pusat-pusat kegiatan yang umumnya berwujud kawasan di dalam kota dikategorikan sebagai jalan perkotaan.

Berdasarkan kedua jenis klasifikasi jalan berdasarkan sistem jaringan jalan diatas maka Ruas Jalan Aek Natolu – Ajibata ini diklasifikasikan sebagai jalan kolektor (SIG PJJ Bina Marga).

2.3.5 Klasifikasi Berdasarkan Pengguna Jalan

Klasifikasi berdasarkan penggunaan jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton. Klasifikasi ini dibuat dengan tujuan agar kendaraan yang akan melewati jalan tersebut dapat disesuaikan dengan jenis jalannya sehingga tidak mengakibatkan kerusakan yang diakibatkan ketidaksesuaian kemampuan jalan dengan kendaraannya. Berdasarkan UU No. 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, klasifikasi jalan menurut kelasnya adalah sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas (Tata Cara Perencanaan Jalan Antar Kota Tahun 1997)

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan Maksimum			Muatan Sumbu Terberat (ton)
		Panjang (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	
I	Arteri Kolektor	≤ 18	$\leq 4,2$	$\leq 2,55$	10
II	Arteri Kolektor Lokal Lingkungan	≤ 12	$\leq 4,2$	$\leq 2,55$	8
III	Arteri Kolektor Lokal Lingkungan	$\leq 9,0$	$\leq 3,5$	$\leq 2,2$	8
Khusus	Arteri	> 18	$\leq 4,2$	$> 2,55$	> 10

Ruas jalan Aek Natolu - Ajibata ini termasuk kedalam kelas jalan II dengan fungsi jalan kolektor, sehingga muatan sumbu terberatnya adalah 8 ton (SIG PJJ Bina Marga).

2.4 Bagian-Bagian Jalan

Bagian-bagian jalan terdiri atas beberapa bagian yaitu:

1. Ruang Manfaat Jalan (RUMAJA)

Ruang manfaat jalan (RUMAJA) adalah daerah yang meliputi seluruh badan jalan, saluran tepi jalan, median, bahu jalan, ambang pengaman jalan, timbunan, galian, gorong-gorong dan bangunan pelengkap jalan.

Ruang manfaat jalan dibatasi oleh:

- 1) Batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan.
- 2) Tinggi 5 meter diatas permukaan perkerasan sumbu jalan.
- 3) Kedalaman ruang bebas 1,5 meter dibawah marka jalan.

2. Ruang Milik Jalan (RUMIJA)

Ruang milik jalan (RUMIJA) diperuntukkan bagian ruang manfaat jalan dan pelebaran jalan maupun penambahan lajur lalu lintas dikemudian hari serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan dan fasilitas jalan.

Ruang milik jalan paling sedikit memiliki lebar sebagai berikut:

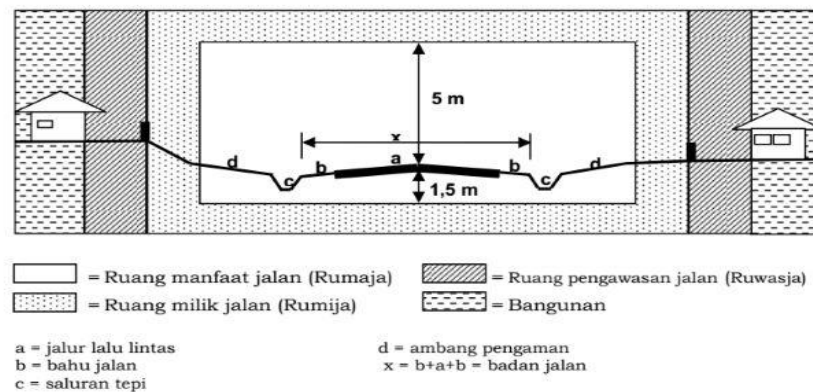
- a. Jalan bebas hambatan 30 m.
- b. Jalan raya 25 m.
- c. Jalan sedang 15 m.
- d. Jalan kecil 11 m.

3. Ruang Pengawasan Jalan (RUWASJA)

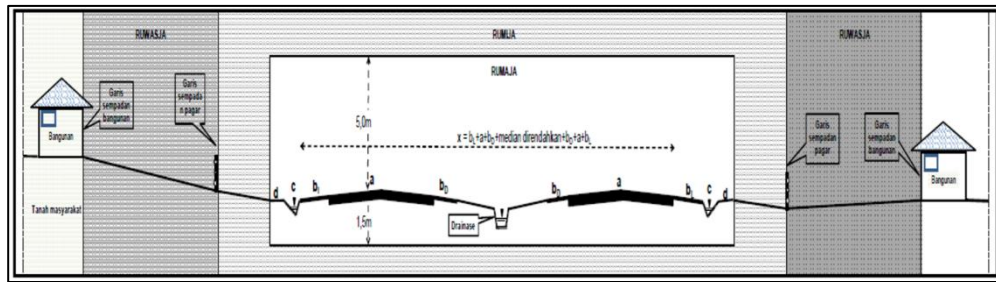
Ruang pengawasan jalan (RUWASJA) adalah sejalur tanah tertentu sepanjang jalan di luar RUMIJA yang penggunaannya diawasi Pembina Jalan. Daerah pengawasan jalan dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu dengan ketentuan diukur dari tepi jalur luar perkerasan. Lebar untuk daerah pengawasan jalan antara lain:

- a. Jalan arteri primer 15 m.
- b. Jalan kolektor primer 10 m.
- c. Jalan lokal primer 7 m.
- d. Jalan lingkungan primer 5 m.
- e. Jalan arteri sekunder 15 m.
- f. Jalan kolektor sekunder 5 m.
- g. Jalan lokal sekunder 3 m.
- h. Jalan lingkungan sekunder 2 m.

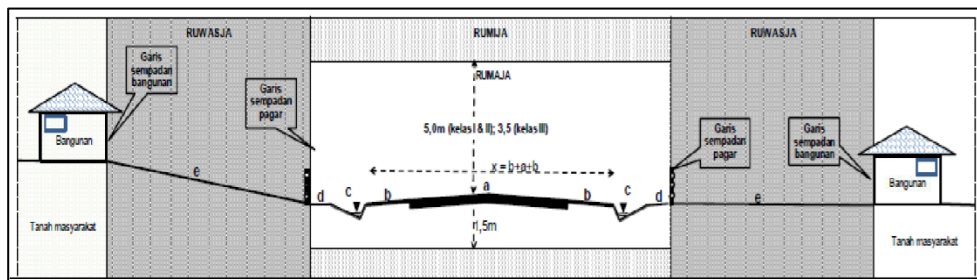
Bagian-bagian jalan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Bagian-bagian Jalan



Gambar 2. 2 Ruang Jalan pada Tipikal Jalan 2/2 T



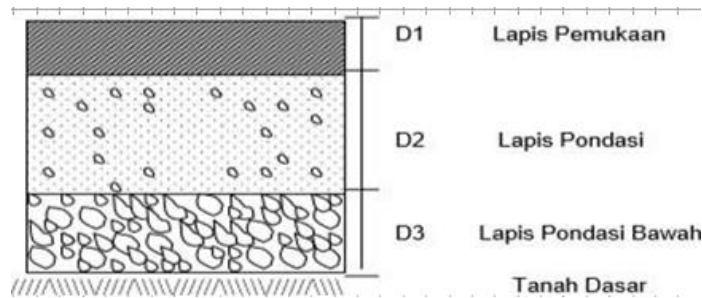
Gambar 2. 3 Ruang Jalan pada Tipikal Jalan 4/2 T

2.5 Pengertian Jenis Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan Jalan Perkerasan jalan adalah merupakan suatu konstruksi jalan yang disusun sedemikian rupa, kemudian menjadi satu kesatuan yang membentuk suatu perkerasan jalan yang berfungsi sebagai penunjang beban lalu lintas di atasnya yang kemudian akan disalurkan ke tanah dasar. Pada dasarnya perkerasan jalan menggunakan material utama berupa agregat dan bahan pengikat. Menurut Sukirman (1999), berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas 3 jenis yaitu:

2.5.1 Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasan lentur bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) digunakan untuk lalu lintas dengan kendaraan ringan sampai sedang. Perkerasan lentur mempunyai susunan lapisan sebagai berikut:

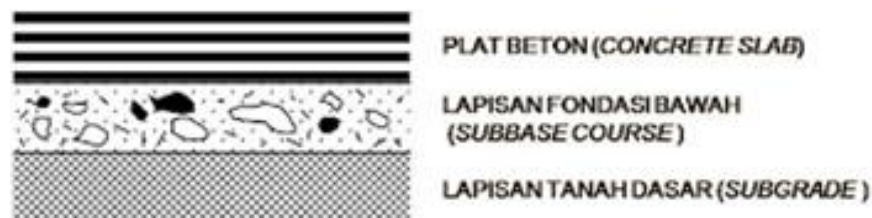


Gambar 2. 4 Struktur Perkerasan Lentur (Departemen Pemukiman dan Prasarana wilayah, 2002)

Dilihat struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan, yaitu lapis permukaan, lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, serta tanah dasar. Lapis permukaan merupakan salah satu bagian dari lapis atas. Pada umumnya lapis atas terdiri dari 2 lapis yaitu lapis aus dan lapis permukaan. Kedua lapis ini akan memberikan beban lalu lintas yang terbesar karena langsung bersentuhan dengan roda-roda kendaraan lalu lintas. Namun, untuk keadaan yang sangat khusus dapat dibuat hanya satu lapis saja. Berbeda dengan lapis permukaan, lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah menggunakan bahan berupa campuran agregat hanya saja terdapat perbedaan gradasi antara lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah. Untuk lapis pondasi atas memiliki gradasi lebih halus dibandingkan lapis pondasi bawah.

2.5.2 Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. 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. Struktur lapisan perkerasan kaku dapat dilihat pada Gambar:

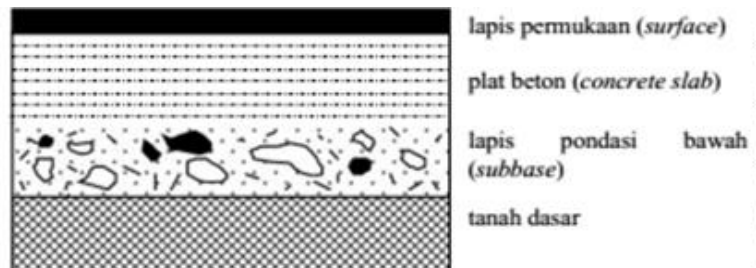


Gambar 2. 5 Struktur Perkerasan Kaku (Departemen Pemukiman dan Prasarana wilayah, 2002)

Dapat dilihat struktur perkerasan kaku terdiri dari lapisan plat beton, *lean concrete*, lapis pondasi, serta lapisan tanah dasar. Pada perkerasan kaku, kekuatan beton pada struktur perkerasan sangat menentukan, dikarenakan plat beton langsung memikul beban lalu lintas. Sedangkan kekuatan pada lapisan tanah dasar tidak berpengaruh besar terhadap kekuatan daya dukung pada struktur perkerasan kaku.

2.5.3 Konstruksi Perkerasan Komposit (Composite Pavement)

Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur. Struktur lapisan perkerasan komposit dapat dilihat pada Gambar:



Gambar 2. 6 Struktur Perkerasan Komposit (Departemen Pemukiman dan Prasarana wilayah, 2002)

2.6 Struktur Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Menurut Sukirman (1999) Perkerasan Lentur (*flexible pavement*) merupakan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Pada konstruksi perkerasan lentur ini terdapat lapisan–lapisan yang bersifat menerima dan menyebarkan beban lalu lintas dari permukaan sampai ke tanah dasar. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan ditanah dasar yang telah dipadatkan seperti pada Gambar. Lapisan lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan kelapisan di bawahnya.

Struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis, semakin kebawah memiliki daya dukung tanah yang jelek. menunjukkan lapis perkerasan lentur, yaitu:

1. Lapis permukaan (*surface course*)

2. Lapis pondasi (*base course*)
3. Lapis pondasi bawah (*subbase course*)
4. Lapis tanah dasar (*subgrade*)

Dari semua lapisan tersebut mempunyai bahan penyusun dan fungsi yang berbeda-beda sesuai dengan yang telah ditentukan.

2.6.1 Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan merupakan lapis paling atas dari struktur perkerasan jalan, yang fungsi utamanya sebagai:

1. Lapisan pembawa beban ke atas kendaraan, dengan cara ini lapisan harus memiliki keamanan yang tinggi selama administrasi;
2. Lapis aus (*wearing course*) karena terkena gesekan dan getaran langsung roda dari kendaraan yang melambat;
3. Lapis kedap air, air yang jatuh pada lapisan permukaan yang dangkal tidak memenuhi lapisan di bawahnya yang dapat merusak struktur aspal jalan; dan
4. Lapis yang menyebarkan beban ke lapis pondasi.

Lapis permukaan perkerasan lentur menggunakan bahan pengikat aspal, sehingga menghasilkan lapisan yang tahan air, ketergantungan tinggi, dan memiliki kekokohan selama jangka waktu tertentu. Bagaimanapun, karena kontak langsung dengan kendaraan, lapisan atas dengan cepat menjadi aus dan rusak, sehingga dikenal sebagai lapis aus. Lapisan di bawah lapis aus yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dikenal sebagai lapis permukaan antara (*binder course*), berfungsi untuk menyampaikan beban lalu lintas dan menyebarkannya.

2.6.2 Lapis Pondasi (*Base Course*)

Lapis perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi (*base course*). Jika tidak digunakan lapis pondasi bawah, maka lapis pondasi diletakkan langsung di atas permukaan tanah dasar. Lapis pondasi berfungsi sebagai :

1. Bagian struktur perkerasan yang menahan gaya vertikal dari beban kendaraan dan disebarkan ke lapis di bawahnya.
2. Lapis peresap untuk lapis pondasi bawah

3. Bantalan atau perletakkan lapis permukaan.

Material yang sering digunakan untuk lapis pondasi adalah material yang cukup kuat dan awet sesuai syarat teknik dalam spesifikasi pekerjaan. Lapis pondasi dapat dipilih lapis berbutir tanpa pengikat atau lapis aspal sebagai pengikat.

2.6.3 Lapis Pondasi Bawah (*Sub-Base Course*)

Lapisan aspal yang terletak di antara lapisan pembentukan dan tanah dasar dikenal sebagai lapisan tanah dasar. Kemampuan lapisan sub-dasar sebagai:

1. Beberapa bagian dari desain aspal untuk membantu dan menyalurkan beban kendaraan ke tanah dasar. Lapisan ini harus cukup stabil dan memiliki CBR setara dengan atau lebih penting dari 20%.
2. Produktivitas penggunaan bahan yang umumnya sederhana, sehingga lapisan di atasnya dapat berkurang ketebalannya.
3. Lapisan yang diresapi, sehingga air tanah tidak terkumpul di dalam bangunan.
4. Lapisan primer, sehingga pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan mengenai kondisi lapangan yang memaksa tanah dasar untuk menutupi kotoran akibat pengaruh iklim, atau lemahnya daya dukung tanah dasar untuk menahan roda-roda gigi yang berbobot.
5. Lapisan saluran untuk menjaga partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pembentukan.

2.6.4 Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah dasar sangat vital dalam pembangunan jalan, khususnya untuk membantu lapisan pondasi bawah, lapisan pondasi atas, lapisan permukaan, atau aspal pendukung. Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang mempunyai kemampuan sebagai tempat peletakan lapisan aspal dan mendukung perkembangan jalan aspal di atasnya. Memiliki prasyarat sesuai kemampuannya, khususnya mengenai ketebalan dan batas angkut (CBR), untuk menghindari masalah yang berhubungan dengan tanah dasar, mengingat perubahan bentuk karena lalu lintas, sifat pemuaian dan penyusutan tanah karena perubahan kadar air. Lapisan tanah dasar dapat

berupa tanah khusus yang dipadatkan jika tanah pertama bagus, tanah didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan. Ditinjau dari muka tanah asli, maka lapisan tanah dasar dibedakan atas:

1. Lapisan tanah dasar, tanah galian
2. Lapisan tanah dasar, tanah timbunan
3. Lapisan tanah dasar, tanah asli

2.7 Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Manual perhitungan perkerasan ini menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db Tahun 2017. Perkerasan jalan adalah bagian jalan yang dibangun dengan tujuan agar kendaraan dapat melintas dengan baik dan beban lalu lintas dapat tersalur ke tanah dasar. Perkerasan jalan dibangun tentunya harus mempunyai ketebalan, kesesuaian dengan kondisi tanah dasar, kekakuan dan kestabilan sehingga tercapai keamanan dan kenyamanan pengguna jalan.

2.7.1 Umur Rencana

Menurut Sukirman (1999) umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural. Umur rencana perkerasan jalan baru ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR) (MDP 2017)

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 (CBT)</i>	

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan Kaku	Lapisan fondasi atas, lapisan fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan	
Jalan Tanpa Penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Jika dianggap sulit menggunakan umur rencana diatas maka dapat digunakan umur rencana berbeda, namun sebelumnya harus dilakukan analisis dengan *discounted lifecycle cost* yang dapat menunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan *discounted lifecycle cost* terendah. Selain itu, umur rencana juga harus memperhitungkan kapasitas jalan.

2.7.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data pertumbuhan series (*historical growth data*), atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%) (MDP No.04/SE/Db/2017)

Jenis jalan	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-Rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor Rular	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan Desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dapat dihitung dengan menggunakan Pers. 2.1.

$$R = \frac{(1 + 0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i} \quad (2.1)$$

dimana:

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

i = tingkat pertumbuhan lalu lintas (%)

UR = umur rencana (tahun)

2.7.3 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

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-faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil nilai 0,50 kecuali pada lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Adapun faktor distribusi lajur (DL) berdasarkan jumlah lajur dan persen kendaraan niaga pada lajur rencana data dilihat pada Tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2. 5 Faktor Distribusi Lajur (DL) (MDP No. 04/SE/Db 2017)

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan Niaga pada Lajur Desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

2.7.4 Faktor Ekvivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db tahun 2017, beban lalu lintas harus dikonversikan ke beban standar (ESA) dengan menggunakan faktor ekivalen beban (*Vehicle Damage Factor* (VDF)). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang tahun rencana.

Jika survei beban gandar tidak dapat dilakukan oleh perencana dan data beban gandar sebelumnya tidak ada maka dapat menggunakan data nilai VDF yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga untuk mempermudah perencana mencari nilai ESA.

Apabila data survei lalu lintas dapat mengidentifikasi jenis dan muatan kendaraan niaga, maka dapat juga digunakan data nilai VDF yang dikeluarkan Ditjen Bina Marga sesuai dengan masing-masing jenis kendaraannya.

Nilai *vehicle damage factor* (VDF) untuk setiap jenis kendaraan yang dikeluarkan Ditjen Bina Marga dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2. 6 Nilai VDF Masing-Masing Kendaraan Niaga (MDP 2017)

Jenis Kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua			
	Beban Faktual		Normal		Beban Faktual		Normal		Beban Faktual		Normal		Beban Faktual		Normal		Beban Faktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	5,5	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4,0	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9,0	2,9	4,0	3,0	4,0	2,5	3,0
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-
7A2	10,5	20,0	4,3	5,6	10,2	19,0	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6,0
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15,9	29,5	7,0	9,6	11,0	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7,0	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	14,0	11,9	10,2	8,0
7C2A	19,8	39,0	6,1	8,1	17,7	33,0	7,6	10,2	8,2	14,7	4,0	5,2	20,2	42,0	6,6	8,5	-	-	-	-
7C2B	20,7	42,8	6,1	8,0	13,4	24,2	6,5	8,5	-	-	-	-					-	-	-	-
7C3	24,5	51,7	6,4	8,0	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15,0	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-

2.7.5 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) adalah jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana. Beban sumbu standar kumulatif dapat dihitung dengan menggunakan Pers. 2.2.

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.2)$$

dimana:

ESA_{TH-1}	= kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen pada tahun pertama
LHR_{JK}	= lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (kend/hari)
VDF_{JK}	= faktor ekivalen beban 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

2.7.6 Struktur Perkerasan

Ada beberapa hal yang menjadi faktor pemilihan jenis perkerasan untuk suatu ruas jalan diantaranya yaitu kondisi tanah dasar, biaya pekerjaan, volume lalu lintas, dan jenis kendaraan. Selain itu, pemilihan jenis perkerasan juga didasarkan pada sumber daya setempat dan nilai pekerjaan. Kontraktor lokal pada umumnya menggunakan sumber daya setempat yang terbatas sehingga mungkin hanya mampu menangani jenis dan kelas pekerjaan yang terbatas pula. Berdasarkan pada estimasi lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pada pondasi jalan terdapat variasi pada pemilihan jenis perkerasan. Perencana juga harus mempertimbangkan biaya selama umur pelayanan terendah, batasan dan kepraktisan konstruksi. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle cost* terendah. Dengan demikian, penanganan perkerasan yang sederhana dapat dikerjakan oleh

kontraktor kecil sedangkan penanganan perkerasan yang kompleks akan ditangani oleh kontraktor yang besar.

Untuk menentukan jenis perkerasan yang digunakan berdasarkan Manual Desain.

Tabel 2. 7 Pemilihan Jenis Perkerasan (MDP 2017)

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0-0,5	0,1-4	>4-10	>10-30	>30-200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (diatas tanah dengan CBR $\geq$ 2,5%)	4			2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A		1,2			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3				2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3				2	2
AC tebal $\geq$ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B			1,2	1,2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3A		1,2			
Burda atau burtu dengan LPA kelas Aatau batuan asli	5	3	3			
Lapis pondasi <i>soil cement</i>	6	1	1			
Perkerasan tanpa penutup (japat, jalan kerikil)	7	1				

2.7.7 Desain Fondasi Jalan Minimum

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017, desain pondasi jalan minimum ditunjukkan oleh Tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Desain Fondasi Jalan Minimum (MDP 2017)

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Pondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			Stabilisasi Semen(5)
			< 2	2 - 4	>4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2.5		175	250	350	
Tanah ekspansif (pemuai > 5 %)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan pondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan diatas tanah lunak ⁽²⁾	SG1 ⁽³⁾	Lapis penopang ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	1000	1100	1200	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang dan geogrid ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	650	750	850	
		Lapis penopang berbutir ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	1000	1250	1500	

2.7.8 Menentukan Struktur Perkerasan

Dalam menentukan tebal struktur perkerasan lentur dapat menggunakan bagan desain perkerasan lentur berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 yang dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2. 9 Bagan Desain 3B Perkerasan Lentur dengan Aspal sebagai Lapis Pondasi Berbutir (MDP Lentur No. 04/SE/Db/2017)

STRUKTUR PERKERASAN								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8
Solusi yang dipilih	Lihat Catatan 2							
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 ESA5)	< 2	$\geq 2 - 7$	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	2		3				

2.8 Manual Desain Perkerasan Jalan 2024

Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 adalah pedoman untuk desain perkerasan jalan terbaru yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga. Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 menggantikan edisi tahun 2017 untuk menyelaraskan MDP dan Spesifikasi Umum untuk pekerjaan jalan dan jembatan. MDP 2024 menggunakan pendekatan mekanistik empirik dalam perancangan perkerasan lentur dengan keluaran berupa katalog stuktur.

2.8.1 Umur rencana

Untuk menentukan Umur rencana Pada MDP 2024 masih sama dengan MDP 2017.

2.8.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Pada MDP 2024 Untuk Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas sama dengan MDP 2017.

2.8.3 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

Faktor Distribusi Lajur (DL) pada Manual Desain Perkerasan 2024 sama dengan Manual desain perkerasan 2017.

2.8.4 Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor)

Pada MDP 2024 Terdapat perbedaan dengan MDP 2017 dalam jenis kendaraan dan nilai VDF, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 10 Nilai VDF Masing-Masing Kendaraan Niaga (MDP 2024)

ACEH DAN SUMATERA UTARA															
Kondisi	Kelas Kendaraan	Gol 5B	Gol 6A	Gol 6B	Gol 7A1	Gol 7A2	Gol 7A3	Gol 7B1	Gol 7B2	Gol 7B3	Gol 7C1	Gol 7C2A	Gol 7C2B	Gol 7C3	Gol 7C4
VDF 4	Faktual	1,2	0,5	1,6	10,1	10,2	-	-	-	-	8,2	6,6	11,1	16,0	-
	Normal	1,2	0,5	0,4	3,0	3,9	-	-	-	-	5,7	5,6	6,8	9,0	-
VDF 5	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	-

2.8.5 Beban Sumbu Standart Kumulatif

Menurut MDP 2024 Beban sumbu standar kumulatif atau Cumulative Standard Axle Load (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga, sebagai berikut:

$$\text{CESAL} = (\sum \text{LHR}_{\text{JK}} \times \text{VDF}_{\text{JK}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \quad (2.3)$$

Dimana :

LHR_{JK} : Lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

VDF_{JK} : Faktor ekuivalen beban (vehicle damage factor) tiap jenis kendaraan niaga

DD : Faktor distribusi arah

DL : Faktor distribusi lajur

CESAL : Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulati

2.8.6 Struktur Perkerasan

Menurut MDP 2024 Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi fondasi jalan. Batasan pada tabel berikut tidak mutlak, perencana teknis harus mempertimbangkan biaya

terendah selama umur rencana, keterbatasan, dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle cost* terendah. Pemilihan Jenis Perkerasan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 11 Pemilihan Jenis Perkerasan (MDP 2024)

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	Esa (Juta) dalam 20 tahun				
		0-1	1-4	4-10	>10-30	>30
AC modifikasi	3,3A,3B	-	-	-	-	2
AC dengan CTB					2	-
AC modifikasi dengan CTB					-	2
AC dengan lapis fondasi Agregat	3,3A,3A	-	1,2	1,2	2	-
HRS tipis di atas lapis fondasi agregat	4	2	2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan lapis fondasi agregat	5	3	3	-	-	-
AC/HRS dengan lapis fondasi <i>Soil Cement</i>	6	2	2	-	-	-
AC/HRS dengan lapis fondasi agregat dan perbaikan tanah dasar (dengan stabilisasi semen)	7	2	2			
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	8	-	-	-	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah	8A	-	-	1,2	-	-
Perkerasan tanpa penutup (japat dan jalan kaki)	9	1	-	-	-	-

2.8.7 Desain Fondasi Jalan Minimum

Dalam MDP 2024 untuk menentukan desain fondasi minimum, Tanah dasar normal adalah tanah dasar yang secara umum mempunyai nilai CBR in-situ lebih besar dari 2,5%, termasuk pada daerah timbunan, galian dan permukaan tanah asli. desain pondasi jalan minimum ditunjukkan oleh tabel berikut:

Tabel 2. 12 Desain Fondasi Jalan Minimum (MDP 2024)

CBR tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dsar	Uraian Struktur Fondasi	Pekerjaan Lentur		Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (Juta esa)		
			<10	>10	
			Tabel minimum perbaikn tanah dasar (mm)		
5	SG5	Pernaikan tanah dasar dengan material tlbmunan pilihan (CBR ≥10%)	200	200	200
4	SG4		300	400	400
3	SG3			600	600
2,5	SG2,5				
Kekuatan tanah dasar < 2,5% tau tanah Lunak			Untuk tebal tanah lunak > 1 m harus ditanganni dengan penanganan geoteknnik, sedangkan untuk ketebalan ≤ 1 m daapt diganti tanah timbunan dengan tebal minimum yang sama dengan ketenuan dan berlaku untuk tanah SG2,5 bagan desain ini.		
Tanah ekspansif			Penanganan sesuai dengan kajian geoteknik terhadap besaran potensi pemuaian dengan ketebalan pentup tidak kurang dar 600 mm berupa material dengan potens tidak lebih dari 1,5%. Di atas lapis penutup tersbut harus ditambahkan lapis perbaikan SG2,5		

2.8.8 Menentukan Struktur Perkerasan

Menurut MDP 2024, menentukan setaip tebal lapisan perkerasan lentur dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 13 Desain Perkerasan lentur dengan HRS

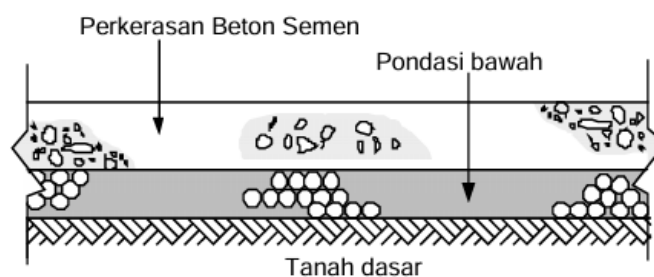
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 CESAL5)	FFI < 0,5	$0,5 \leq \text{FFI} \leq 4,0$
Jenis Permukaan	HRS atau Penetrasi Makadam	HRS ²
Struktur Perkerasan	Tebal Lapisan (mm)	
HRS - WC	50	30

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 CESAL5)	$FFI < 0,5$	$0,5 \leq FF2 \leq 4,0$
Jenis Permukaan	HRS atau Penetrasi Makadam	HRS ²
HRS - Base	-	35
LFA Kelas A	150	250
LFA kelas B Atau kerikil alam atau lapisan distabilisasi dengan CBR > 10%	150	150

2.8.9 Konstruksi Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

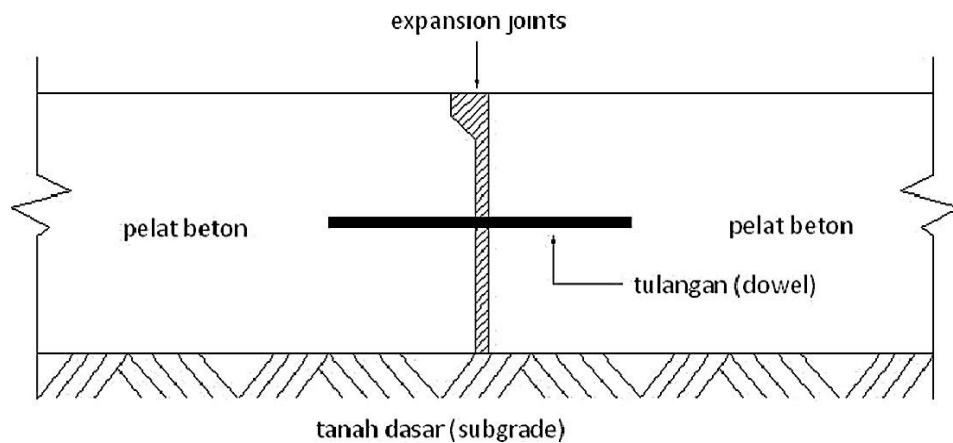
Perkerasan Kaku atau disebut dengan *rigid pavement* sudah sangat lama dikenal di Indonesia. Dan lebih dikenal pada masyarakat umum dengan nama Jalan Beton. Perkerasan tipe ini sudah sangat lama di kembangkan di negara-negara maju seperti Amerika, Jepang, Jerman dll. Perkerasan kaku adalah suatu susunan konstruksi perkerasan di mana sebagai lapisan atas digunakan plat beton yang terletak di atas pondasi atau di atas tanah dasar pondasi atau langsung di atas tanah dasar (*subgrade*). Perkerasan kaku juga memiliki bahan pengikatnya dari beton semen umur rencana bisa sampai 15-40 tahun.

Susunan perkerasan jalan yang digunakan pada umumnya terdiri dari 2 (dua) lapisan diatas tanah dasar (*sub grade*) seperti pada Gambar 2.7 dibawah ini:



Gambar 2. 7 Tipikal struktur perkerasan beton semen (Pd T-14-2003)

Lapisan plat beton pada perkerasan kaku seperti pada Gambar 2.8



Gambar 2. 8 Posisi Dowel (Sumber (Afrial,2010))

Perkerasan beton semen dibedakan ke dalam 4 jenis:

1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan
2. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan
3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan
4. Perkerasan beton semen pratekan

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas plat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan atau menerus dengan tulangan terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal.

Pada perkerasan beton semen daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari plat beton, sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pemadatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton semen adalah bukan merupakan bagian utama yang memikul beban tetapi merupakan bagian yang berfungsi sebagai berikut:

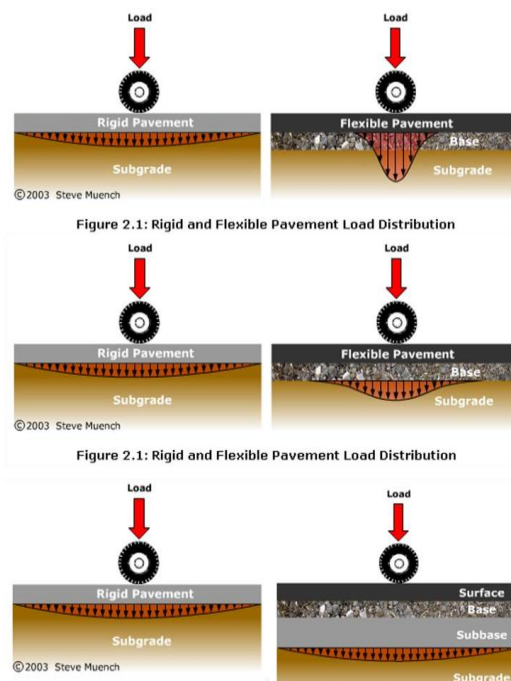
1. Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar
2. Mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi plat.
3. Memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada plat
4. Sebagai perkerasan lantau kerja selama pelaksanaan.

Plat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya. Untuk mempermudah dalam memahami perbedaan konstruksi perkerasan lentur dan perkerasan kaku seperti terlihat pada Tabel 2.14

Tabel 2. 14 Perbedaan antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku
(Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman ,1999)

No.	Perbedaan	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Bahan Pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi beban	Timbul rutting (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada Permukaan
3	Penurunan dasar tanah	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok di atas perletakan
4	Perubahan temperatur	Modulus kekakuan berubah, timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah timbul tegangan dalam yang besar

Lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan bawahnya. Pada Gambar 2.9 distribusi beban pada perkerasan kaku dan perkerasan lentur.



Gambar 2. 9 Distribusi Beban Perkerasan Kaku Dan Lentur

2.9 Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan dengan Rumus Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Manual Desain Perkerasan Jalan nomor 02/M/BM/2017 yang dikeluarkan oleh direktorat Jendral Bina Marga Kementrian Pekerjaan Umum. Metode ini tetap mengacu pada PDT-14-2003 yang diterbitkan sebelumnya oleh Departemen Pekerjaan Umum di dalam Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen dan revisi dari Metode Bina Marga 2013 merujuk pada Manual Desain Perkerasan Jalan nomor 02/M/BM/2013. Langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) sebagai berikut.

2.9.1 Umur Rencana (UR)

Umur rencana adalah waktu yang ditentukan dari jalan mulai dibuka (mulai digunakan) sampai jalan perlu dilakukan perbaikan (*overlay*). Umur rencana dalam Manual Desain tidak boleh diambil melampaui kapasitas jalan pada saat umur rencana dan perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan arteri, sehingga umur rencana yang dipakai sesuai jenis perkerasannya. Umur rencana sesuai dengan jenis perkerasannya dilihat dari Tabel 2.15.

Tabel 2. 15 Umur Rencana (UR) (MDP 2017)

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	Lapisan fondasi atas, lapisan fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan	
Jalan Tanpa Penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

2.9.2 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Pada jalan yang demikian, walaupun sebagian besar kendaraan niaga akan menggunakan lajur luar, sebagian lainnya akan menggunakan lajur-lajur dalam. Faktor distribusi jalan yang ditunjukkan pada Tabel 2.16.

Tabel 2. 16 Faktor Distribusi Lajur (MDP 2017)

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan Niaga Pada Lajur Desain (% Terhadap Populasi Kendaraan)
1	100
2	80
3	60
4	50

2.9.3 Volume Lalu Lintas 2017

Dalam analisis lalu lintas penentuan volume lalu lintas dalam jam sibuk dan lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) mengacu pada manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI). Dari data LHR yang ada dapat diprediksi nilai pertumbuhan lalu lintas yang akan terjadi. Setelah mengetahui prediksi nilai pertumbuhan lalu lintas maka dapat diprediksi jumlah kendaraan yang akan melintas selama umur rencana (40 tahun). Golongan jenis kendaraan ditunjukkan pada tabel 2.17.

Tabel 2. 17 Golongan Jenis Kendaraan (MDP 2017)

Golongan	Jenis Kendaraan
Golongan I	Sedan, Jip, Pick Up/Truck Kecil dan Bus
Golongan II	Truk dengan 2 (dua) gandar
Golongan III	Truk dengan 3 (tiga) gandar
Golongan IV	Truk dengan 4 (empat) gmdar
Golongan V	Truk dengan 5 (lima) gandar

2.9.4 Volume Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

Berdasarkan pedoman desain perkerasan kaku (Pd T-14-2003), beban lalu lintas desain didasarkan pada distribusi kelompok sumbu kendaraan niaga (*heavy vehicle axle group*, HVAG) dan bukan pada nilai ESA. Karakteristik proporsi sumbu dan proporsi beban setiap kelompok sumbu dapat menggunakan data hasil survei jembatan timbang seperti ditunjukkan pada Tabel 2.18.

Tabel 2. 18 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga Termasuk Bus (MDP 2017)

Beban Kelompok Sumbu	Jenis Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga				
	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG
(Kn)	Kelompok sumbu sebagai persen dari kendaraan niaga				
10 - 20	7,6	-	-	-	-
20 - 30	16,5	0,2	-	-	-
30 - 40	18,4	0,5	-	-	-
40 - 50	11,8	1,1	-	-	-
50 - 60	19	2,2	-	-	-
60 - 70	7,6	4,9	-	-	-
70 - 80	10,2	7,4	-	-	-
80 - 90	0,7	6,9	-	-	-
90 - 100	1,1	2,6	-	-	-
100 - 110	-	1,8	1,8	-	-
110 - 120	-	1,6	-	0,3	-

Tabel 2. 19 Struktur Fondasi Jalan Dari Bagan Desain 2

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Pondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			Stabilisasi Semen(5)
			< 2	2 - 4	>4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2.5		175	250	350	
Tanah ekspansif (pemuaian > 5 %)				400	500	600
Perkerasan diatas tanah lunak ⁽²⁾	SG1 ⁽³⁾	Lapis penopang ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	1000	1100	1200	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang dan geogrid ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	650	750	850	
		Lapis penopang berbutir ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	1000	1250	1500	

2.9.5 Struktur Lapisan Perkerasan Sesuai Bagan Desain

Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban berat lalu lintas berat ditunjukkan pada Tabel 2.20.

Tabel 2. 20 Bagan Desain 4. Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Berat Lalu Lintas Berat (MDP 2017)

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (<i>overloaded</i>) (10E6)	< 4,3	< 8,6	< 25,8	< 43	< 86
Dowel dan bahu beton			Ya		
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal plat beton	265	275	285	295	305
Lapisan Fondasi LMC			100		
Lapis Drainase (dapat meng dengan baik)			150		

Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban berat lalu lintas rendah ditunjukkan pada Tabel 2.21

Tabel 2. 21 Bagan Desain 4A. Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Berat Lalu Lintas Rendah (MDP 2017)

	Tanah Dasar			
Bahu pelat beton (Tied Shoulder)	Ya	Tidak	Ya	Tidak
	Tebal Pelat Beton			
Akses terbatas hanya monbil penumpang dan motor	160	175	135	150
Dapat diaskes oleh truk	180	200	160	175
Tulangan distribusi retak	Ya		Ya jika dukung fondasi tidak seragam	
Dowel	Tidak dibutuhkan			
LMC	Tidak dibutuhkan			
Lapis Fondasi Kelas A (Ukuran butir normal maksimum 30 mm)	125 mm			
Jarak sambungan melintang	4 m			

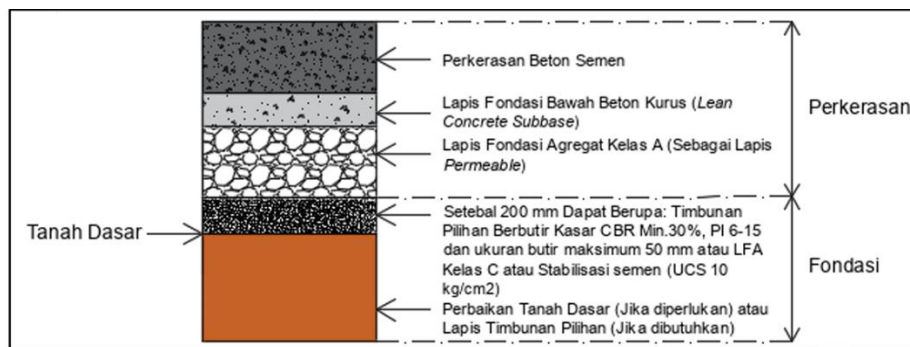
Jalan desa atau jalan dengan volume lalu lintas kendaraan niaga rendah seperti ditunjukkan di Tabel 2.22 Perkiraan lalu lintas untuk jalan lalu lintas rendah.

Tabel 2. 22 Perkiraan lalu lintas untuk jalan lalu lintas rendah (MDP 2017)

Deskripsi Jalan	LHR dua arah (kend/hari)	Kendaraan berat (%) dari lalu lintas	Umur Rencana (th)	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	Faktor pengali Pertumbuhan kumulatif lalu lintas	Kelompok Sumbu/ Kendaraan Berat	Kumulatif HVAG (kelompok sumbu)	Faktor ESA/HVAG	Beban Lalu (Faktual) (ESA4)
Jalan desa minor dengan akses kendaraan berat terbatas	30	3	20	1	22	2	14.454	3,16	$4,5 \times 10^4$
Jalan kecil dua arah	90	3	20	1	22	2	21.681	3,16	7×10^4
Jalan lokal	500	6	20	1	22	2,1	252.945	3,16	8×10^5
Akses lokal daerah industri atau quarry	500	8	20	3.5	28,2	2,3	473.478	3,16	$1,5 \times 10^6$
Jalan kolektor	2000	7	20	3.5	28,2	2,2	1.585.122	3,16	5×10^6

2.10 Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan dengan Rumus Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024

Manual Desain Perkerasan Jalan nomor 03/M/BM/2024 yang dikeluarkan oleh direktorat Jendral Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum. Metode ini tetap mengacu pada PDT-14-2003 yang diterbitkan sebelumnya oleh Departemen Pekerjaan Umum di dalam Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen dan revisi dari Metode Bina Marga 2017 merujuk pada Manual Desain Perkerasan Jalan nomor 03/M/BM/2013. Langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) sebagai berikut.



Gambar 2. 10 Lapis Perkerasan Kaku

2.10.1 Umur Rencana

Untuk menentukan Umur rencana Pada MDP 2024 masih sama dengan MDP 2017.

2.10.2 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Faktor Distribusi Lajur (DL) pada Manual Desain Perkerasan 2024 sama dengan Manual desain perkerasan 2017.

2.10.3 Volume Lalu Lintas 2024

Desain perkerasan kaku menggunakan Jumlah Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) dan bukan nilai ESA sebagai satuan beban lalu lintas untuk perkerasan beton. Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 (dua) tahun terakhir.

Perkerasan kaku dapat dilakukan menggunakan data yang lebih sesuai baik untuk kondisi beban berlebih maupun beban normal (terkendali). Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang

mempunyai berat total minimum 5 ton. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 5 (lima) jenis kelompok sumbu sebagai berikut:

1. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
2. Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
3. Sumbu tandem roda tunggal (STdRT).
4. Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
5. Sumbu tridem roda ganda (STrRG).
6. Sumbu empat roda ganda (SQdRG).

Tabel 2. 23 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN)
Aceh – Sumatera Utara Beban Faktual (MDP 2024)

Beban Kelompok Sumbu (kN)	STRT (%)	STRG (%)	STdRT (%)	STdRG (%)	STrRG (%)	SQdRG (%)
10	0,04	0,15	4,84	0,00	0,76	0,00
20	16,52	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
30	22,12	11,87	0,00	0,00	0,00	0,00
40	11,83	16,30	1,61	0,00	0,00	0,00
50	18,18	13,62	4,84	0,04	0,00	0,00
60	13,47	12,45	3,23	0,30	0,00	0,00
70	15,03	8,85	0,00	0,91	0,00	0,00
80	2,04	6,11	3,23	2,23	0,00	0,00
90	0,59	4,62	8,06	2,70	0,00	0,00
100	0,19	3,93	16,13	3,23	0,76	0,00
110	0,00	3,98	11,29	3,31	1,53	0,00
120	0,00	3,73	3,23	2,84	0,00	0,00
130	0,00	2,84	11,29	3,32	0,00	0,00
140	0,00	9,08	1,61	3,56	0,00	0,00
150	0,00	2,21	9,68	4,22	3,82	0,00
160	0,00	0,08	4,84	4,14	1,53	0,00
170	0,00	0,08	11,29	4,47	1,53	0,00
180	0,00	0,05	0,00	4,67	1,53	0,00
190	0,00	0,02	3,23	4,51	2,29	0,00
200	0,00	0,02	1,61	5,05	5,34	0,00
210	0,00	0,00	0,00	5,06	3,05	0,00
220	0,00	0,00	0,00	5,14	3,05	0,00
230	0,00	0,00	0,00	6,87	4,58	0,00
240	0,00	0,00	0,00	4,21	5,34	0,00
250	0,00	0,00	0,00	3,54	3,82	0,00
260	0,00	0,00	0,00	3,27	6,11	0,00

Beban Kelompok Sumbu (kN)	STRT (%)	STRG (%)	STdRT (%)	STdRG (%)	STrRG (%)	SQdRG (%)
270	0,00	0,00	0,00	3,03	6,11	0,00
280	0,00	0,00	0,00	2,50	1,53	0,00
290	0,00	0,00	0,00	2,10	8,40	0,00
300	0,00	0,00	0,00	2,11	3,05	0,00
310	0,00	0,00	0,00	12,39	3,82	0,00
320	0,00	0,00	0,00	0,17	2,29	0,00
330	0,00	0,00	0,00	0,02	6,11	0,00
340	0,00	0,00	0,00	0,02	4,58	0,00
350	0,00	0,00	0,00	0,02	1,53	0,00
360	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
370	0,00	0,00	0,00	0,00	3,82	0,00
380	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
390	0,00	0,00	0,00	0,00	2,29	0,00
400	0,00	0,00	0,00	0,00	3,82	0,00
410	0,00	0,00	0,00	0,02	1,53	0,00
420	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00
430	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00
440	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
450	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53	0,00
460	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00
470	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
480	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
490	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
500	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00
510	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
520	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
530	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
540	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
550	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00
560	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00
JUMLAH	100	100	100	100	100	0,00

Tabel 2. 24 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN)
Aceh – Sumatera Utara Beban Normal (MDP 2024)

Beban Kelompok Sumbu (kN)	STRT (%)	STRG (%)	STdRT (%)	STdRG (%)	STrRG (%)	SQdRG (%)
10	0,04	0,15	4,84	0,00	0,76	0,00
20	16,52	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00

Beban Kelompok Sumbu (kN)	STRT (%)	STRG (%)	STdRT (%)	STdRG (%)	STrRG (%)	SQdRG (%)
30	22,12	11,87	0,00	0,00	0,00	0,00
40	11,83	16,30	1,61	0,00	0,00	0,00
50	18,18	13,62	4,84	0,04	0,00	0,00
60	13,47	12,45	3,23	0,30	0,00	0,00
70	15,03	8,85	0,00	0,91	0,00	0,00
80	2,82	32,02	3,23	2,23	0,00	0,00
90	0,00	0,71	82,26	2,70	0,00	0,00
100	0,00	3,99	0,00	3,23	0,76	0,00
110	0,00	0,00	0,00	3,31	1,53	0,00
120	0,00	0,00	0,00	2,84	0,00	0,00
130	0,00	0,00	0,00	3,32	0,00	0,00
140	0,00	0,00	0,00	3,56	0,00	0,00
150	0,00	0,00	0,00	4,22	3,82	0,00
160	0,00	0,00	0,00	4,14	1,53	0,00
170	0,00	0,00	0,00	4,47	1,53	0,00
180	0,00	0,00	0,00	64,71	1,53	0,00
190	0,00	0,00	0,00	0,00	2,29	0,00
200	0,00	0,00	0,00	0,00	86,26	0,00
JUMLAH	100	100	100	100	100	0,00

2.10.4 Volume Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

Berdasarkan pedoman desain perkerasan kaku (AASHTO 1993), beban lalu lintas desain didasarkan pada distribusi kelompok sumbu kendaraan niaga (*heavy vehicle axle group*, HVAG) dan bukan pada nilai ESA. Karakteristik proporsi sumbu dan proporsi beban setiap kelompok sumbu dapat menggunakan data hasil survei jembatan timbang seperti ditunjukkan pada Tabel 2.25.

Tabel 2. 25 Konfigurasi Sumbu Kendaraan (MDP 2024)

Kelas Kendaraan	JSKN	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQdRG
5B	2	1	1	-	-	-	-
6A	2	2	-	-	-	-	-
6B	2	1	1	-	-	-	-
7A1	2	-	1	1	-	-	-
7A2	2	1	-	-	1	-	-
7A3	2	-	-	1	1	-	-

Kelas Kendaraan	JSKN	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQdRG
7B1	4	1	3	-	-	-	-
7B2	4	-	3	1	-	-	-
7B3	4	1	2	-	1	-	-
7C1	3	1	1	-	1	-	-
7C2A	3	1	-	-	2	-	-
7C2B	3	1	1	-	-	1	-
7C3	3	1	-	-	1	1	-
7C4	3	1	-	-	1	-	1

Semua roda yang dimaksud adalah roda ban konvensional. Pembebanan kumulatif pada perkerasan jalan selama periode waktu tertentu pada dasarnya adalah perhitungan setiap kelompok gandar yang melintasi perkerasan jalan selama periode waktu tersebut, bersama dengan jenis dan bebannya. Pembebanan kumulatif ini ditentukan oleh:

1. Jumlah kumulatif kelompok gandar yang melintasi perkerasan selama periode tersebut.
2. Proporsi setiap jenis kelompok total gandar.
3. Untuk setiap jenis kelompok gandar, distribusi frekuensi beban kelompok gandar.

Gambaran umum prosedur untuk menentukan lalu lintas desain diantaranya:

1. Menentukan umur rencana.
2. Menghitung jumlah rata-rata kendaraan harian.
3. Menghitung jumlah JSKN setiap jenis kendaraan berat harian.
4. Menghitung kumulatif jumlah JSKN pada jalur desain selama umur rencana menggunakan persamaan 2.4

$$JSKN = (\sum LHR_{JK} \times JSKN_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.4)$$

Keterangan:

LHR_{JK} : Lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

$JSKN_{JK}$: Sumbu Total Kendaraan Niaga tiap jenis kendaraan niaga

DD : Faktor distribusi arah

DL : Faktor distribusi lajur

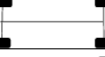
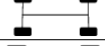
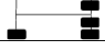
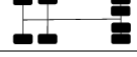
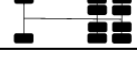
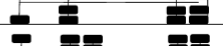
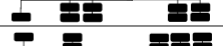
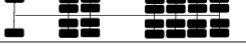
JSKN : Jumlah Sumbu Total Kendaraan Niaga selama umur rencana

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

Dalam penentuan nilai kumulatif JSKN dalam desain perkerasan kaku, maka perlu memperhatikan distribusi beban JSKN dan faktor keamanan beban untuk mengetahui karakteristik desain lalu lintas pada semua tipe perkerasan kaku.

2.10.5 Sebaran Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

Tabel 2. 26 Klasifikasi dan Konfigurasi Sumbu Kendaraan (MDP 2024)

Klasifikasi Kendaraan	Uraian	Konfigurasi Sumbu	Kelompok sumbu	Skema Konfigurasi	
1	Sepeda motor dan kendaraan roda-3				
2	Kendaraan ringan - sedan, jeep, dan station wagon	1.1	2		
3	Kendaraan ringan – angkutan umum sedang	1.1	2		
4	Kendaraan ringan - pick up, micro truck	1.1	2		
5A	Bus kecil	1.1	2		
5B	Bus besar	1.2	2		
6A	Truk 2 sumbu-truk ringan	1.1	2		
6B	Truk 2 sumbu-truk sedang	1.2	2		
7A1	Truk 3 sumbu-berat	11.2	2		
7A2	Truk 3 sumbu-berat	1.22	2		
Klasifikasi Kendaraan	Uraian	Konfigurasi Sumbu	Kelompok sumbu	Skema Konfigurasi	Klasifikasi Kendaraan
7A3	Truk 4 sumbu-berat	11.22	2		
7B1	Truk 4 sumbu-berat	1.2+2.2	4		
7B2	Truk 5 sumbu-berat	11.2+2.2	4		
7B3	Truk 5 sumbu-berat	1.22+2.2	4		
7C1	Truk 4 sumbu-berat	1.2-22	3		
7C2A	Truk 5 sumbu-berat	1.22-22	3		
7C2B	Truk 5 sumbu-berat	1.2-222	3		
7C3	Truk 6 sumbu-berat	1.22-222	3		
7C4	Truk 7 sumbu-berat	1.22-2222	3		
8	Kendaraan tak bermotor				

2.10.6 Persamaan Desain Perkerasan Kaku

1. Retak Lelah (*fatigue*)

Jumlah repetisi beban yang diizinkan (N_f) untuk nilai beban sumbu tertentu dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

$$\log_{10} N_f = \left(\frac{0,9719 - S_r}{0,0828} \right) \text{ jika } S_r > 0,55 \quad (2.5)$$

$$N_f = \left(\frac{4,258}{S_r - 0,4325} \right) \text{ jika } 0,45 \leq S_r \leq 0,55 \quad (2.6)$$

$$S_r = \left(\frac{S_e}{0,944 f_{cf}} \right) \left(\frac{P_{LSF}}{4,45 F_1} \right)^{0,94} \quad (2.7)$$

Keterangan:

S_e : tegangan ekuivalen beton (MPa)

f_{cf} : kuat lentur karakteristik desain pada umur beton 28 hari (MPa)

P : beban kelompok sumbu (kN)

L_{SF} : faktor load safety

F_1 : 9 untuk sumbu tunggal dengan roda tunggal (STRT)

: 18 untuk sumbu tunggal dengan roda ganda (STRG)

: 18 untuk sumbu tandem dengan roda tunggal (STdRT)

: 36 untuk sumbu tandem dengan roda ganda (STdRG)

: 54 untuk sumbu tridem dengan roda ganda (STrRG)

: 72 untuk sumbu empat dengan roda ganda (SQdRG)

N_f : tak terhingga jika nilai S_r kurang dari 0,45

Tegangan ekuivalen (S_e) dan faktor erosi (F_3) didapatkan dari Persamaan 2.8. Koefisien a hingga j pada Persamaan 2.8 didapatkan dari Tabel 2.41 sampai Tabel 2.43:

$$S_e \text{ dan } F_3 = a + \frac{b}{D} + c \cdot \ln(E_f) + \frac{d}{D^2} + e[\ln(E_f)]^2 + \frac{\ln(E_f)}{D} + \frac{g}{D^3} + h \cdot [\ln(E_f)]^3 + \frac{[\ln(E_f)]^2}{D} + j \cdot \frac{\ln(E_f)}{D^2} \quad (2.8)$$

Keterangan $a, b, c, d, e, f, g, h, I, j$ adalah koefisien pada Tabel 2.27 sampai Tabel 2.29.

D : tebal pelat beton (mm)

E_f : CBR Tanah Dasar Efektif (%)

2. Kerusakan erosi

Jumlah beban yang diizinkan (N_e) untuk nilai beban sumbu tertentu dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

$$\log_{10}(F_2 N_e) = 14,524 - 6,777 \left[\max \left(0 \text{ atau } \left(\frac{P_{L_{SF}}}{4,45 F_4} \right) \cdot \frac{10^{F_3}}{41,35} \right) - 9,0 \right]^{0,103} \quad (2.9)$$

Keterangan P dan L_{SF} sama dengan pada Persamaan 2.5 dan Persamaan 2.6

- F2 : penyesuaian untuk efek pada sisi pelat
: 0,06 untuk pelat dengan bahu bukan beton
: 0,94 untuk pelat dengan bahu beton
- F3 : faktor erosi
- F4 : penyesuaian beban untuk erosi karena kelompok sumbu
: 9 untuk sumbu tunggal dengan roda tunggal (STRT)
: 18 untuk sumbu tunggal dengan roda ganda (STRG)
: 18 untuk sumbu tandem dengan roda tunggal (STdRT)
: 36 untuk sumbu tandem dengan roda ganda (STdRG)
: 54 untuk sumbu tridem dengan roda ganda (STrRG)
: 54 untuk sumbu empat dengan roda ganda (SQdRG)

Faktor erosi (F3) didapatkan dari Persamaan 2.8 menggunakan koefisien a sampai j pada Tabel 2.27, Tabel 2.28, dan Tabel 2.29. Tidak ada batasan yang ditetapkan untuk input beban sumbu dan faktor keamanan beban sumbu yang digunakan pada Persamaan 2.5 dan Persamaan 2.8.

Tabel 2. 27 Koefisien untuk prediksi tegangan ekuivalen (S_e)

Koefisien	Dengan Bahu Beton			
	Jenis Kelompok Gandar			
	STRT & STdRT	STRG	STdRG	STrRG & SQdRG
a	-0,051	0,330	0,088	-0,145
b	26,0	206,5	301,5	258,6
c	0,0899	-0,4684	-0,1846	0,0080
d	35.774	28.661	4.418	1.408
e	-0,0376	0,1650	0,0939	0,0312
f	14,57	2,82	-59,93	-61,25
g	-861.548	-686.510	280,30	488,08
h	0,0031	-0,0186	-0,0128	-0,0058
i	1,3098	-1,9606	4,1791	4,7428
j	-4.009	-2.717	1.768	2.564

Tabel 2. 28 Koefisien untuk prediksi faktor erosi (F3) untuk beton JPCP

Koefisien	Dengan Bahu Beton			
	Jenis Kelompok Gandar			
	STRT & STdRT	STRG	STdRG	STrRG & SQdRG
a	0,345	0,914	1,564	2,104
b	534,6	539,8	404,1	245,4
c	-0,1711	-0,1416	-0,1226	-0,2473
d	-44,908	-44,900	-32.024	-15,007
e	0,0347	0,0275	0,0256	0,0469
f	20,49	16,37	-9,79	8,86
g	1.676.710	1.654.590	1.150.280	518.916
h	-0,0038	-0,0032	-0,0052	-0,0075
i	-1,3829	-0,9584	2,200	1,552
j	-913	-765	469	-599

Tabel 2. 29 Koefisien untuk prediksi faktor erosi (F3) untuk beton CRCP

Koefisien	Dengan Bahu Beton			
	Jenis Kelompok Gandar			
	STRT & STdRT	STRG	STdRG	STrRG & SQdRG
a	-0,184	0,440	0,952	1,650
b	602,3	609,8	544,9	359,4
c	-0,0085	-0,0484	-0,0404	-0,1765
d	-50.996	-52.519	-47.500	-28,901
e	-0,0122	0,0017	0,0179	0,0435
f	8,99	9,62	-31,54	-15,97
g	1.874.370	1.949.350	1.719.950	1.085.800
h	0,001	-0,0007	-0,0051	-0,0084
i	-0,4759	-0,6314	3,379	3,291
j	-374	-326	1.675	758

2.10.7 Struktur Fondasi Jalan Dari Bagan Desain 2

Desain fondasi jalan minimum ditunjukkan pada Tabel 2.30.

Tabel 2. 30 Bagan Desain 2. Desain Fondasi Jalan Minumum (MDP 2024)

CBR tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dsar	Uraian Struktur Fondasi	Pekerjaan Lentur	Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (Juta esa)	

			<10	>10	
Tabel minimum perbaikan tanah dasar (mm)					
5	SG5	Pernaikan tanah dasar dengan material timbunan pilihan (CBR $\geq 10\%$)	200	200	200
4	SG4				
3	SG3		300	400	400
2,5	SG2,5			600	600
Kekuatan tanah dasar < 2,5% tau tanah Lunak			Untuk tebal tanah lunak > 1 m harus ditangani dengan penanganan geoteknik, sedangkan untuk ketebalan ≤ 1 m daapt diganti tanah timbunan dengan tebal minimum yang sama dengan ketenuan dan berlaku untuk tanah SG2,5 bagan desain ini.		
Tanah ekspansif			Penanganan sesuai dengan kajian geoteknik terhadap besaran potensi pemuaian dengan ketebalan penutup tidak kurang dar 600 mm berupa material dengan potens tidak lebih dari 1,5%. Di atas lapis penutup tersbut harus ditambahkan lapis perbaikan SG2,5		

2.10.8 Struktur Lapisan Perkerasan Sesuai Bagan Desain

Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban berat lalu lintas berat

ditunjukkan pada Tabel 2.31

Tabel 2. 31 Bagan Desain-8 Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat (MDP 2024)

Jenis perkerasan	Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan (Jointed Plain Concrete Pavement), beton semen bersambung dengan tulangan (JRCP), dan beton semen menerus dengan tulangan (CRCP).
Sambungan melintang	Harus dipotong dengan kedalaman seperempat sampai dengan sepertiga tebal beton. Dipasang ruji (dowel), berupa baja tulangan polos (BjTP 280), dengan jarak antar tulangan 300 mm, panjang dowel 450 mm, dan diameter dowel minimal seperdelapan tebal beton.
Sambungan memanjang	Dipasang batang pengikat (tie bar), berupa baja tulangan sirip (BjTS 420A), dengan jarak antar tulangan 600 mm, panjang tie bar 700 mm, dan diameter tie bar minimum 16 mm.
Bahu jalan	Dalam bentuk satu kesatuan dengan pelat beton lajur lalu lintas

	(monolit) dengan lebar minimum 600 mm atau dengan batang pengikat (tie bar) untuk lebar bahu jalan minimum 1500 mm dan harus menggunakan beton dengan kereb dan saluran beton (cerb and gutter) kualitas yang sama dengan lajur utama.
Lapis fondasi	Lapis fondasi disesuaikan dengan Subbab 8.3.2.
Lapis drainase	Lapis fondasi agregat kelas A yang berfungsi sebagai lapis drainase dengan tebal 200 mm untuk 2 lajur per arah dan untuk yang lebih dari 2 lajur per arah setebal 300 mm.
Lapis pemecah ikatan fondasi bawah dengan pelat (base bond breaker)	Berupa membran kedap air dengan tebal minimum 125 mikron khusus pada lapis fondasi berupa beton kurus.
Rasio dimensi slab beton (Panjang-Lebar)	Sekitar 1,25 (khusus untuk beton semen bersambung tanpa tulangan (Jointed Plain Concrete Pavement)).

Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban berat lalu lintas rendah ditunjukkan pada Tabel 2.32.

Tabel 2. 32 Bagan Desain-8A. Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Rendah (MDP 2024)

		Kriterian Jalan	
		Jalan Lokal	Jalan Kolektor
LHR _N		<50	50-500
Beban MST ¹⁾		Mak. 5 Ton	Mak. 8 Ton
Tebal Beton		150 mm	200 mm
Kuat Lengur minimum, S _c		3,5 MPa	3,8 Mpa
Tebal beton kurus ²⁾		100 mm	100 mm
Tebal lapis fondasi agregat	Tanah Dasar :		
	• $4\% \leq \text{CBR} < 6\%$	250 mm	250 mm
	• $\text{CBR} > 6\%$	150 mm	150 mm
Jarak sambungan melintang		4,0 m	4,0 m
Batang pengikat (tie bars)	Mutu Baja Min.	BjTS 30	BjTS 30
	Diameter, Ø	13 mm	16 mm
	Panjang, L	600 mm	700 mm
	Spasi, S	750 mm	750 mm

		Kriteria Jalan	
		Jalan Lokal	Jalan Kolektor
Ruji (<i>dowel</i>)	Mutu Baja Min.	Tanpa Ruji	BjTP 30
	Diameter, Ø		25 mm
	Panjang, L		450 mm
	Spasi, S		300 mm

Catatan:

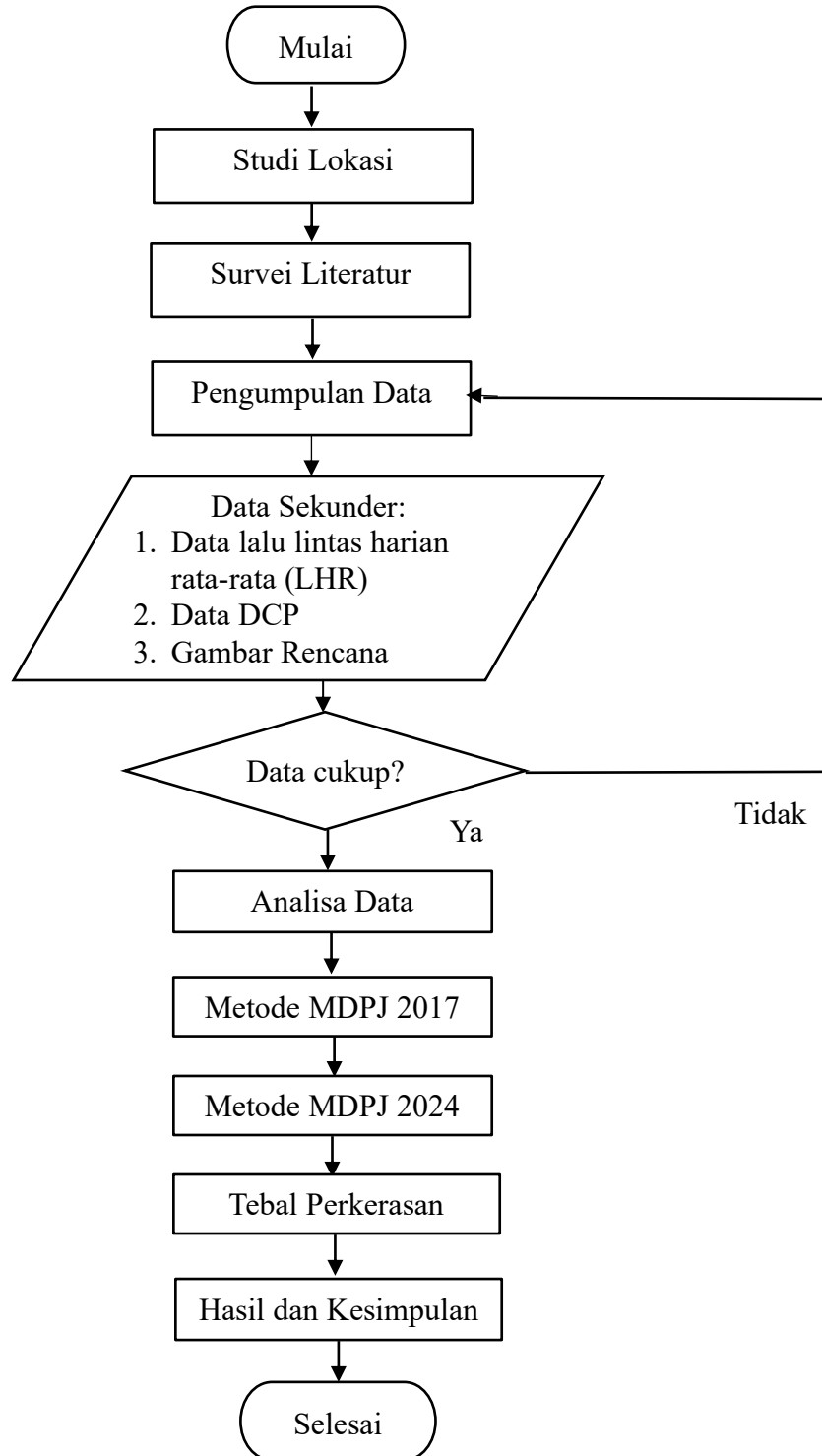
- 1) Jumlah kendaraan dengan Beban MST (Muatan Sumbu Terberat) yang melewati ruas jalan ditentukan maksimal 10% LHRN.
- 2) Beton kurus berfungsi sebagai lantai kerja dan tidak diperhitungkan dalam perhitungan kekuatan struktur (beton kurus, f_c' 8-10 MPa).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

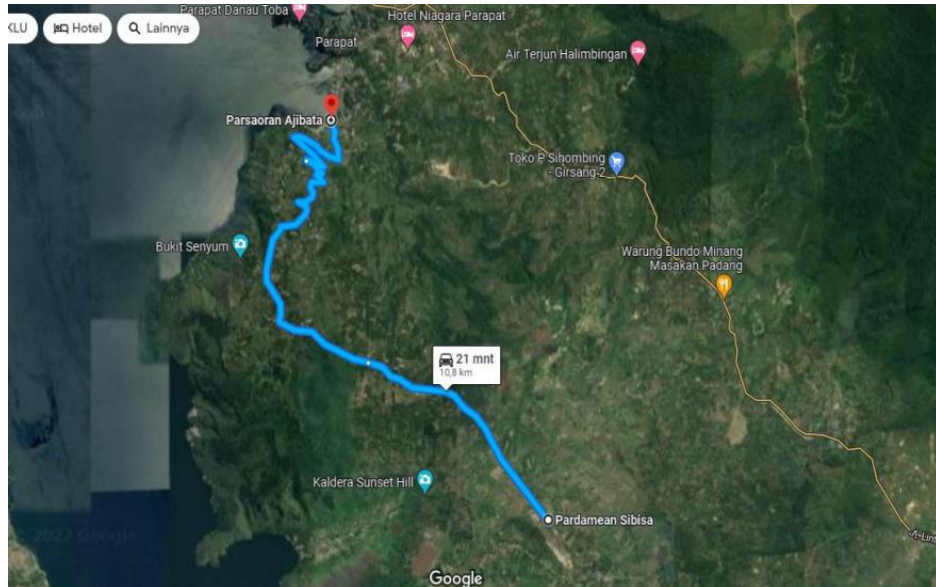
Berikut merupakan bagan alir dari penelitian



Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Laporan Akhir ini dilakukan di sepanjang ruas Jalan Desa Pardamean Sibisa sampai dengan Desa Parsaoran, Kelurahan Ajibata.



Gambar 3. 2 Titik Survei LHR

3.3 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

1. Teknik Pengumpulan data

Berdasarkan sifatnya, sumber data yang diperoleh berupa data sekunder.

Data Sekunder

Yaitu data yang di peroleh dari PPK 2.5 Provinsi Sumatera Utara dan Pelaksana PT. JO – MTJ – Daya (KSO). Beberapa data sekunder yang diambil antara lain sebagai berikut:

- 1) Data LHR
- 2) Data DCP
- 3) Gambar Rencana

2. Analisis Data

Tahapan ini merupakan kegiatan untuk mencari hasil perencanaan dari data-data yang telah ada. Data disesuaikan dengan jenis analisis yang akan dilakukan. Jenis-jenis perencanaan yang akan dilakukan dalam penyusunan laporan akhir yaitu:

- a. Perhitungan tebal perkerasan pada lokasi studi dengan menggunakan Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Manual Desain

Perkerasan Jalan Revisi 2017 Nomor 04/Se/db/2017 dan Manual Desain Perkerasan 2024.

- b. Perhitungan tebal perkerasan pada lokasi studi dengan menggunakan Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi 2017 Nomor 04/Se/db/2017 dan Manual Desain Perkerasan 2024.

3.4 Persiapan Penelitian

Tahapan persiapan dilakukan sebelum memulai kegiatan penelitian, pengumpulan serta pengolahan agar tidak terdapat kendala dalam melaksanakan penelitian di lapangan. Berikut ini langkah-langkah yang harus dilakukan saat persiapan penelitian:

1. Menyelesaikan kelengkapan administrasi penelitian
2. Observasi lokasi yang akan menjadi objek penelitian
3. Mengidentifikasi masalah yang ada di dalam lokasi penelitian
4. Menentukan Pers.an masalah, tujuan penelitian, dan batasan-batasan masalah agar masalah penelitian tidak menyimpang jauh dari pembahasan
5. Studi pustaka sebagai bahan perbandingan dengan penelitian lain dan panduan dalam memperoleh data serta proses analisis.

3.5 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Tabel 3. 1 Data Lalu Lintas Harian 2 Arah (Aek Natolu menuju Ajibata)

Golongan Kendaraan	Jenis Kendaraan	Volume LHR (kendaraan/hari/2 arah)
1	Sepeda Motor, Kendaraan Roda 3, Sekuter	2450
2	Sedan, Jeep, <i>Station Wagon</i>	1536
3	Mini Bus, Oplet	985
4	<i>Pick up</i> , <i>Micro Truk</i> , Mobil Hantaran	178
5A	Bus Kecil	17
5B	Bus Besar	28
6A	Truk 2 Sumbu Ringan	23
6B	Truk 2 sumbu Berat	32
7A1	Truk 3 Sumbu Ringan	4
7A2	Truk 3 Sumbu Sedang	0

Golongan Kendaraan	Jenis Kendaraan	Volume LHR (kendaraan/hari/2 arah)
7A3	Truk 4 Sumbu Berat	0
7B1	Truk 4 Sumbu Berat	0
7B2	Truk 5 Sumbu Berat	0
7B3	Truk 5 Sumbu Berat	0
7C1	Truk 4 Sumbu Berat	0
7C2A	Truk 5 Sumbu Berat	0
7C2B	Truk 5 Sumbu Berat	0
7C3	Truk 6 Sumbu Berat	0
7C4	Truk 7 Sumbu Berat	0
8	Kendaraan tak bermotor	0

3.6 Data *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)

Tabel 3. 2 Data DCP (PT. JO - MTJ - DAYA, KSO)

SUMMARY RESULT TEST DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)

NO	STA	L/R	CBR(%)	NO	STA	L/R	CBR(%)	NO	STA	L/R	CBR(%)
1	00+ 005	R	2.09	31	03+ 150	R	2.12	61	06+ 100	R	5.10
2	00+ 100	R	3.44	32	03+ 250	R	3.07	62	06+ 200	R	4.61
3	00+ 200	R	4.63	33	03+ 350	R	2.30	63	06+ 650	R	7.58
4	00+ 250	R	5.68	34	03+ 473	R	3.29	64	06+ 750	R	4.40
5	00+ 350	R	3.93	35	03+ 550	R	1.66	65	06+ 950	R	10.82
6	00+ 450	R	3.00	36	03+ 650	R	1.57	66	07+ 150	R	11.65
7	00+ 550	R	2.13	37	03+ 750	R	1.52	67	07+ 400	R	7.11
8	00+ 650	R	3.58	38	03+ 850	R	1.93	68	07+ 550	R	9.73
9	00+ 750	R	3.32	39	03+ 950	R	1.72	69	08+ 000	R	10.63
10	00+ 850	R	3.39	40	04+ 050	R	2.65	70	08+ 050	R	7.40
11	00+ 950	R	2.03	41	04+ 150	R	2.93	71	08+ 150	R	8.37
12	01+ 050	R	2.44	42	04+ 250	R	1.59	72	08+ 250	R	5.79
13	01+ 150	R	4.29	43	04+ 350	R	1.68	73	08+ 400	R	7.32
14	01+ 250	R	2.18	44	04+ 450	R	1.50	74	08+ 450	R	9.01
15	01+ 450	R	2.63	45	04+ 550	R	2.69	75	08+ 500	R	8.77
16	01+ 650	R	3.19	46	04+ 625	R	5.09	76	08+ 550	R	8.49
17	01+ 750	R	2.06	47	04+ 675	R	8.87	77	08+ 750	R	10.18
18	01+ 850	R	3.21	48	04+ 750	R	4.25	78	08+ 950	R	6.45
19	01+ 950	R	2.82	49	04+ 850	R	4.49	79	09+ 100	R	5.55
20	02+ 050	R	2.47	50	04+ 950	R	13.17	80	09+ 200	R	13.71
21	02+ 150	R	5.23	51	05+ 150	R	7.95	81	09+ 350	R	6.49
22	02+ 250	R	2.51	52	05+ 250	R	5.23	82	09+ 400	R	3.26
23	02+ 350	R	1.71	53	05+ 350	R	8.78	83	09+ 500	R	8.61

NO	STA	L/R	CBR(%)	NO	STA	L/R	CBR(%)	NO	STA	L/R	CBR(%)
24	02+ 450	R	6.85	54	05+ 450	R	2.15	84	09+ 550	R	7.14
25	02+ 550	R	2.31	55	05+ 550	R	3.94	85	09+ 600	R	9.95
26	02+ 650	R	2.76	56	05+ 650	R	3.18	86	09+ 700	R	9.99
27	02+ 750	R	3.70	57	05+ 700	R	9.69	87	09+ 850	R	10.37
28	02+ 850	R	2.13	58	05+ 800	R	6.56	88	10+ 050	R	5.07
29	02+ 950	R	1.36	59	05+ 902	R	5.58	89	10+ 250	R	2.47
30	03+ 050	R	2.19	60	06+ 000	R	3.94	90	10+ 350	R	5.72
								91	10+ 550	R	11.79
								92	10+ 650	R	6.02

SUMMARY RESULT TEST DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)

NO	STA	L/R	CBR(%)	NO	STA	L/R	CBR(%)	NO	STA	L/R	CBR(%)
1	00+ 050	L	2.37	31	03+ 000	L	3.55	61	06+ 450	L	4.50
2	00+ 150	L	3.54	32	03+ 100	L	3.33	62	06+ 550	L	6.66
3	00+ 225	L	3.80	33	03+ 200	L	2.59	63	06+ 760	L	6.77
4	00+ 300	L	2.43	34	03+ 300	L	5.58	64	06+ 800	L	5.86
5	00+ 400	L	2.61	35	03+ 400	L	4.00	65	06+ 900	L	9.25
6	00+ 500	L	3.30	36	03+ 500	L	4.51	66	07+ 000	L	7.97
7	00+ 600	L	3.04	37	03+ 600	L	2.40	67	07+ 300	L	13.89
8	00+ 700	L	2.35	38	03+ 700	L	1.05	68	07+ 500	L	5.74
9	00+ 800	L	2.97	39	03+ 800	L	0.81	69	07+ 800	L	9.74
10	00+ 900	L	2.82	40	03+ 900	L	1.12	70	07+ 850	L	5.50
11	01+ 000	L	3.56	41	04+ 000	L	2.65	71	08+ 100	L	8.01
12	01+ 100	L	2.07	42	04+ 100	L	1.72	72	09+ 000	L	10.34
13	01+ 200	L	2.15	43	04+ 200	L	1.72	73	09+ 250	L	8.62
14	01+ 300	L	6.26	44	04+ 300	L	2.57	74	09+ 450	L	7.26
15	01+ 400	L	3.68	45	04+ 400	L	1.22	75	09+ 800	L	6.77
16	01+ 500	L	2.18	46	04+ 500	L	1.70				
17	01+ 600	L	2.29	47	04+ 600	L	5.62				
18	01+ 700	L	3.60	48	04+ 700	L	11.05				
19	01+ 800	L	2.77	49	04+ 800	L	2.94				
20	01+ 900	L	2.53	50	05+ 000	L	2.97				
21	02+ 000	L	4.63	51	05+ 200	L	9.39				
22	02+ 100	L	2.48	52	05+ 403	L	6.69				
23	02+ 200	L	3.26	53	05+ 500	L	3.36				
24	02+ 300	L	2.09	54	05+ 600	L	11.17				
25	02+ 400	L	7.60	55	05+ 750	L	4.11				
26	02+ 500	L	1.88	56	05+ 950	L	6.04				
27	02+ 600	L	2.04	57	06+ 050	L	4.66				
28	02+ 700	L	1.11	58	06+ 150	L	6.32				
29	02+ 800	L	1.90	59	06+ 260	L	5.33				
30	02+ 900	L	1.91	60	06+ 350	L	3.68				

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Manual Desain Perkerasan Lentur MDP 2017

4.1.1 Data Perhitungan Jalan

Data-data yang digunakan dalam perhitungan tebal perkerasan lentur ini adalah sebagai berikut:

1. Klasifikasi jalan : Kolektor Rular
2. Tipe jalan : 2/2 TT
3. CBR Tanah Dasar : 3%

4.1.2 Menentukan Umur Rencana

Jalan Aek Natolu - Ajibata yang terletak di Kecamatan Ajibata merupakan jalan dengan elemen perkerasan berupa lapisan aspal dan lapisan berbutir. Menurut MDPJ 2017, sesuai dengan Tabel 2.3 tentang penentuan umur rencana, maka jalan tersebut direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun. Jalan ini direncanakan akan mulai beroperasi tahun Akhir 2022.

4.1.3 Menentukan Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas dan Nilai Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas Kumulatif (R)

Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) selama pelaksanaan dan akhir umur rencana adalah 3,50% berdasarkan pada Tabel 2.4 yaitu jalan Kolektor Sekunder Sumatera. Maka pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dapat dihitung dengan menggunakan Per. 2.1. Adapun hasil perhitungannya ditunjukkan sebagai berikut.

$$R = \frac{(1 + 0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 i}$$
$$R = \frac{(1 + 0,01 \times 3,5)^{20} - 1}{0,01 \times 3,5}$$
$$R = 28,28$$

4.1.4 Menentukan Faktor Distribusi Lajur (DL) dan Faktor Distribusi Arah (DD)

Berdasarkan MDPJ 2017, untuk jalan 2 arah, faktor distribusi arah (DD) diambil nilai 0,50. Untuk penentuan nilai faktor distribusi lajur (DL) dapat

dilihat pada Tabel 2.5. Karena jalan Aek Natolu - Ajibata memiliki dua lajur dengan dua arah maka faktor distribusi arahnya (DD) adalah 0,5. Jalan ini terdiri dari satu lajur per arah maka faktor distribusi lajurnya (DL) adalah 1 (satu).

4.1.5 Menentukan LHR

Dalam menghitung volume LHR pada tahun 2024, digunakan data volume LHR 2023 dengan menggunakan Pers. 4.1.

Dari hasil perhitungan, didapatkan LHR 2024 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan LHR 2024

Golongan Kendaraan	LHR 2023 (kendaraan/hari/2 arah)	LHR 2024 (kendaraan/hari/2 arah)
1	2450	2536
2	1536	1590
3	985	1019
4	178	184
5A	17	18
5B	28	29
6A	23	24
6B	32	33
7A1	4	4
7A2	0	0
7B1	0	0
7B2	0	0
7C1	0	0
7C2A	0	0
7C2B	0	0
7C3	0	0

4.1.6 Menentukan Nilai VDF 5 CESAL 5

Dalam menghitung nilai ESA 5 per golongan kendaraan/jenis kendaraan, digunakan Pers. 2.3. Setelah semua nilai ESA5 dihitung kemudian dijumlahkan. Berikut perhitungan nilai CESAL 5 dapat dilihat dalam Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan CESAL 5

Golongan Kendaraan	LHR 2023 (kendaraan/ hari/2 arah)	LHR 2024 (kendaraan/ hari/2 arah)	VDF5 NORMAL	Faktor Distribusi		ESA	
				DD	DL	2024	2044
1	2450	2536		0,5	1		
2	1536	1590		0,5	1		
3	985	1019		0,5	1		
4	178	184		0,5	1		
5A	17	18		0,5	1		
5B	28	29	1	0,5	1	5.289	149.569
6A	23	24	0,5	0,5	1	2.172	61.430
6B	32	33	7,4	0,5	1	44.729	1.264.924
7A1	4	4	18,4	0,5	1	13.902	393.152
7A2	0	0	20	0,5	1	0	0
7B1	0	0		0,5	1	0	0
7B2	0	0		0,5	1	0	0
7C1	0	0	29,5	0,5	1	0	0
7C2A	0	0	39	0,5	1	0	0
7C2B	0	0	42,8	0,5	1	0	0
7C3	0	0	51,7	0,5	1	0	0
Jumlah CESAL							1.869.074

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai CESAL 5 sebesar 1.869.074

4.1.7 Menentukan Struktur Perkerasan

Penentuan jenis struktur perkerasan tergantung pada nilai CESAL 5. Karena nilai CESAL 5 yang didapatkan sebesar 1.869.074 maka berdasarkan tabel di bawah ini, jenis struktur perkerasannya adalah AC–WC berbutir dengan merujuk pada desain 3B.

Tabel 4. 3 Menentukan Jenis Struktur Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0-0,5	0,1-4	>4-10	>10-30	>30-200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (diatas tanah dengan CBR $\geq$ 2,5%)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1,2	-	-	-

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0-0,5	0,1-4	>4-10	>10-30	>30-200
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	1,2	1,2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3A		1,2	-	-	-
Burda atau burtu dengan LPA kelas Aatau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis pondasi soil cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

4.1.8 Desain Fondasi Jalan Minimum

Dengan CBR tanah dasar 3% maka desain fondasi minimum 175 mm, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 4 Pemilihan Desain Fondasi Jalan Minimum pada MDP 2017

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Pondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			Stabilisasi Semen
			< 2	2 - 4	>4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	

2,5	SG2.5	pilihan (pemadatan	175	250	350	
Tanah ekspansif (pemuaian > 5 %)		lapisan $\leq$ 200 mm tebal gembur)	400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan pondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan diatas tanah lunak(2)	SG1(3)	Lapis penopang(4)(5)	1000	1100	1200	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang dan geogrid(4)(5)	650	750	850	
		Lapis penopang berbutir(4)(5)	1000	1250	1500	

4.1.9 Menentukan Tebal Perkerasan Lentur

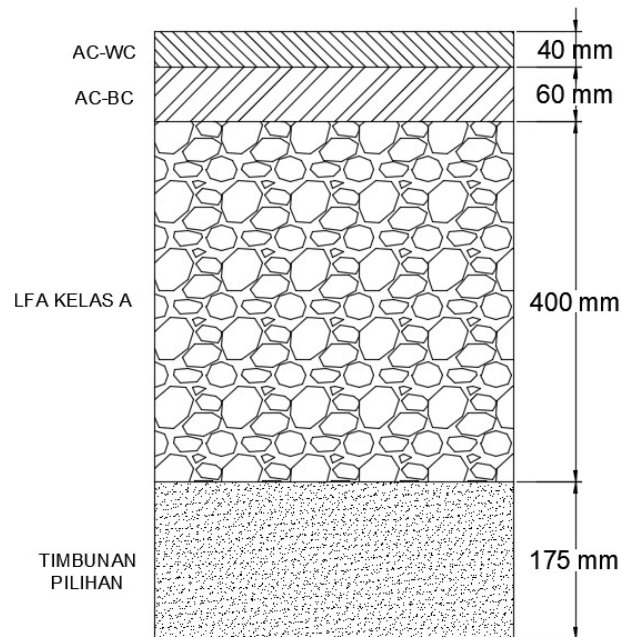
Berdasarkan bagan desain 3B, maka didapatkan tebal perkerasan lentur yang sesuai dengan nilai CESAL 5. Penentuan tebal perkerasan lentur tergantung pada nilai CESAL 5 yang didapatkan dimana nilai CESAL 5 adalah sebesar 1.869.074. Adapun tebalnya bisa dilihat dalam tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Menentukan Tebal Perkerasan Lentur Jalan

	STRUKTUR PERKERASAN							
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8
Solusi yang dipilih				Lihat Catatan 2				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 ESA5)	< 2	$\geq 2 - 7$	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300

Dari bagan tersebut, didapatkan masing-masing tebal lapisan sebagai berikut:

1. AC WC = 40 mm
2. AC BC = 60 mm
3. LFA Kelas A = 400 mm
4. Timbunan Pilihan = 175 mm



Gambar 4. 1 Susunan Tebal Lapisan Perkerasan

4.2 Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur MDP 2024

4.2 1 Menentukan Umur Rencana

Dalam menentukan umur rencana, Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 tidak berbeda dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dimana umur rencana untuk jalan lapisan aspal dan lapisan berbutir tetap memiliki umur rencana (UR) 20 Tahun.

4.2 2 Menentukan Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas (i) memiliki nilai yang sama antara Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 yaitu 3,5% untuk jalan kolektor pada provinsi Sumatera, sehingga nilai pertumbuhan lalu lintas kumulatif (R) yaitu 28,28

4.2 3 Menentukan Faktor Distribusi Lajur (DL) dan Faktor Distribusi Arah (DD)

Faktor Distriusi Lajur (DL) dan Faktor Distribudi Arah (DD), Pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 masih sama dimana pada ruas jalan Aek Natolu - Ajibata memiliki dua lajur dengan dua arah maka faktor distribusi arahnya (DD) adalah 0,5. Jalan ini terdiri dari satu lajur per arah maka faktor distribusi lajurnya (DL) adalah 1 (satu).

4.2 4 Menentukan LHR

Dalam Menentukan LHR sama seperti Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan LHR 2024

Golongan Kendaraan	LHR 2023 (kendaraan/hari/2 arah)	LHR 2024 (kendaraan/hari/2 arah)
1	2450	2536
2	1536	1590
3	985	1019
4	178	184
5A	17	18
5B	28	29
6A	23	24
6B	32	33
7A1	4	4
7A2	0	0
7A3	0	0
7B1	0	0
7B2	0	0
7B3	0	0
7C1	0	0
7C2A	0	0
7C2B	0	0
7C3	0	0
7C4	0	0
8	0	0

4.2 5 Menentukan VDF5 dan CESAL 5

Dalam Menentukan VDF 5 dan CESAL 5 memiliki perbedaan, yaitu nilai VDF 5 pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 berbeda dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, perhitungan CESAL 5 sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Perhitungan CESAL 5

Golongan Kendaraan	LHR 2023 (kendaraan/ hari/2 arah)	LHR 2024 (kendaraan/ hari/2 arah)	VDF 5 Normal	Faktor Distribusi		ESA	
				DD	DL	2024	2044
1	2450	2536		0,5	1		
2	1536	1590		0,5	1		
3	985	1019		0,5	1		
4	178	184		0,5	1		
5A	17	18		0,5	1		
5B	28	29	1,3	0,5	1	6.876	194.439
6A	23	24	0,4	0,5	1	1.738	49.144
6B	32	33	0,4	0,5	1	2.418	68.374
7A1	4	4	3,4	0,5	1	2.569	72.648
7A2	0	0	5,2	0,5	1	0	0
7A3	0	0		0,5	1	0	0
7B1	0	0		0,5	1	0	0
7B2	0	0		0,5	1	0	0
7B3	0	0		0,5	1	0	0
7C1	0	0	7,2	0,5	1	0	0
7C2A	0	0	7,2	0,5	1	0	0
7C2B	0	0	9,6	0,5	1	0	0
7C3	0	0	12,8	0,5	1	0	0
7C4	0	0		0,5	1	0	0
8	0	0		0,5	1	0	0
Jumlah CESAL							384.605

Dari Hasil Perhitungan, nilai CESAL 5 diperoleh adalah 384.605

4.2 6 Menentukan Struktur Perkerasan

Dalam Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, menentukan struktur perkerasan jalan menggunakan nilai CESAL 5 dengan menggunakan Tabel 2.12, dari hasil tabel tersebut untuk CESAL 5 dengan nilai 384.605 yaitu HRS tipis di atas lapis fondasi.

Tabel 4. 8 Menentukan Struktur Perkerasan pada MDP 2024

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	Esa (Juta) dalam 20 Tahun				
		0,1	1-4	4-10	>10-30	>30
AC modifikasi	3, 31, 3B	-	-	-	-	2
AC dengan CTB					2	-
AC modifikasi dengan CTB					-	2
AC dengan lapis fondasi Agregat	3, 3A, 3A	-	1,2	1,2	2	-
HRS tipis di atas lapis fondasi agregat	4	2	2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan lapis fondasi agregat	5	3	3	-	-	-
AC/HRS dengan lapis fondasi Soil Cement	6	2	2	-	-	-
AC/HRS dengan lapis fondasi agregat dan perbaikan tanah dasar (dengan stabilisasi semen)	7	2	2	-	-	-
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	8	-	-	-	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah	8A	-	-	1,2	-	-
Perkerasan tanpa penutup (japat dan jalan kaki)	9	1	-	-	-	-

4.2 7 Desain Fondasi Jalan Minimum

Dengan CBR tanah dasar 3% maka desain fondasi minimum 300 mm, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 9 Pemilihan Desain Fondasi Jalan Minimum pada MDP 2024

CBR tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Pekerjaan Lentur		Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (Juta esa)		
			<10	>10	
			Tabel minimum perbaikn tanah dasar (mm)		
5	SG5	Pernaikan tanah dasar dengan material timbunan pilihan (CBR ≥10%)	200	200	200
4	SG4		300	400	400
3	SG3			600	600
2,5	SG2,5				
Kekuatan tanah dasar < 2,5% tau tanah Lunak			Untuk tebal tanah lunak > 1 m harus ditangani dengan penanganan geoteknnik, sedangkan untuk ketebalan ≤ 1 m daapt diganti tanah timbunan dengan tebal minimum yang sama dengan ketenuan dan berlaku untuk tanah SG2,5 bagan desain ini.		
Tanah ekspansif			Penanganan sesuai dengan kajian geoteknik terhadap besaran potensi pemuaiian dengan ketebalan pentup tidak kurang dar 600 mm berupa material dengan potens tidak lebih dari 1,5%. Di atas lapis penutup tersbut harus ditambahkan lapis perbaikan SG2,5		

4.2.8 Menentukan Tebal Lapis Perkerasan

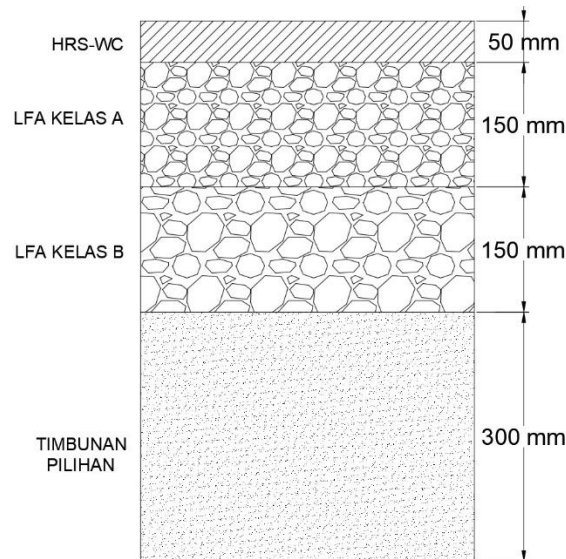
Dalam menentukan tebal lapis perkerasan yang akan digunakan dapat dilihat pada Bagan Desain-4 (Tabel 2.20) dengan menggunakan nilai CESAL 5 dan struktur perkerasan yang telah dipilih.

Tabel 4. 10 Menentukan Tebal Lapis pada MDP 2024

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 CESAL5)	FFI < 0,5	$0,5 \leq FFI \leq 4,0$
Jenis Permukaan	HRS atau Penetrasi Makadam	HRS ²
Struktur Perkerasan	Tebal Lapisan (mm)	
HRS - WC	50	30
HRS - Base	-	35
LFA Kelas A	150	250
LFA kelas B Atau kerikil alam atau lapisan distabilisasi dengan CBR > 10%	150	150

Dari bagan diatas, didapat tebal lapis dari masing-masing lapisan dalam struktur perkerasan yang telah dipilih untuk digunakan yaitu:

- a. HRS – WC : 50 mm
- b. LFA Kelas A : 150 mm
- c. LFA kelas B : 150 mm
- d. Timbunan Pilihan : 300 mm



Gambar 4. 2 Susunan Tebal Lapisan Perkerasan

4.3 Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku MDP 2017

4.3.1 Umur rencana

Umur rencana sesuai dengan jenis perkerasan kaku yang digunakan adalah 40 tahun pada proyek pekerjaan jalan Aek Natolu – Ajibata.

4.3.2 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Faktor distribusi lajur (DL) pada ruas jalan Aek Natolu – Ajibata untuk 1 lajur per arah didapatkan DL sebesar 100%.

4.3.3 Faktor Distribusi Arah (DD)

Faktor distribusi arah (DD) bergantung pada jumlah lajur setiap arah adalah 0,3 – 0,7 yang umumnya biasa menggunakan 0,5.

4.3.4 Volume Lalu Lintas

Data LHR Jalan jalan Aek Natolu – Ajibata seperti ditunjukkan pada Tabel 4.10

Tabel 4. 11 Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)

Golongan Kendaraan	LHR 2024 (kendaraan/hari/2 arah)
1	2536
2	1590
3	1019
4	184
5A	18
5B	29
6A	24
6B	33
7A1	4
7A2	0
7C1	0

4.3.5 Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R)

Nilai R dihitung dengan setiap jenis kendaraan sebesar $i = 3,50\%$ untuk kategori Kolektor Sekunder Sumatera.

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

$$R = \frac{(1+0,01 \times 3,50)^{40} - 1}{0,01 \times 3,50} = 84,55$$

4.3.6 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Tabel 4. 12 Beban sumbu standar kumulatif jalan Aek Natolu – Ajibata

Golongan Kendaraan	(kendaraan/hari/2 arah)	Kelompok Sumbu	LHR 2023	Kelompok Sumbu 2025	DD	DL	Hari Dalam Setahun	R	Jumlah Kelompok Sumbu 2023-2063
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3)*(4)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10) = (5)*(6)*(7)*(8)*(9)
I	Bus	2	28	56	0,5	1	365	84,55	864.104
II	Truk dengan 2 (dua) gandar	2	35	70	0,5	1	365	84,55	1.080.130
II	Truk dengan 3 (tiga) gandar	3	4	12	0,5	1	365	84,55	185.165
IV	Truk dengan 4 (empat) gandar	4	0	0	0,5	1	365	84,55	0
V	Truk dengan 5 (lima) gandar	5	0	0	0,5	1	365	84,55	0
Kumulatif Kelompok Sumbu Kendaraan 2023-2063									1.265.295

Jumlah kelompok sumbu untuk golongan I

= Kelompok Sumbu 2023 x DD x DL x Hari Dalam Setahun x R

= 28 x 0,5 x 1 x 365 x 84,55

= 864.104

4.4 Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku MDP 2024

4.4.1 Umur Rencana

Umur rencana sesuai dengan jenis perkerasan kaku yang digunakan adalah 40 tahun pada proyek pekerjaan jalan Aek Natolu – Ajibata.

4.4.2 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Faktor distribusi lajur (DL) pada ruas jalan Aek Natolu – Ajibata untuk 1 lajur per arah didapatkan DL sebesar 100%.

4.4.3 Faktor Distribusi Arah (DD)

Faktor distribusi arah (DD) bergantung pada jumlah lajur setiap arah adalah 0,3 – 0,7 yang umumnya biasa menggunakan 0,5.

4.4.4 Volume Lalu Lintas

Data LHR Jalan jalan Aek Natolu – Ajibata seperti ditunjukkan pada

Tabel 4. 13 Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)

Gol/ Kend	Uraian	Konfigurasi	Kel. sumbu	Data LHR (2 Arah)
1	Sepeda motor dan kendaraan roda-3			0
2	Kendaraan ringan - sedan, jeep,dan station wagon	1.1	2	1.590
3	Kendaraan ringan – angkutan umum sedan	1.1	2	0
4	Kendaraan ringan - pick up, micro truck dan mobil hantar	1.1	2	0
5A	Bus kecil	1.1	2	18
5B	Bus besar	1.2	2	29
6A	Truk 2 sumbu - truk ringan	1.1	2	24
6B	Truk 2 sumbu - truk sedang	1.2	2	33
7A1	Truk 3 sumbu - berat	11.2	2	4
7A2	Truk 3 sumbu - berat	1.22	2	0
7A3	Truk 4 sumbu - berat	11:22	2	0
7B1	Truk 4 sumbu - berat	1.2+2.2	4	0
7B2	Truk 5 sumbu berat	11.2+2.2	4	0
7B3	Truk 5 sumbu berat	1.22+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 berat'	1.22-222	3	0
7C4	Truk 7 sumbu berat	1.22-2222	3	0
8	Kendaraan tak bermotor			0

4.4.5 Konfigurasi sumbu kendaraan

Tabel 4. 14 Konfigurasi Sumbu Kendaraan

Kelas Kendaraan	JSKN	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQdRG
5B	2	1	1				
6A	2	2					
6B	2	1	1				
7A1	2		1	1			
7A2	2	1			1		
7A3	2				1	1	
7B1	4	1	3				
7B2	4		3	1			
7B3	4	1	2		1		
7C1	3	1	1		1		
7C2A	3	1			2		
7C2B	3	1	1			1	
7C3	3	1			1	1	
7C4	3	1			1		1

4.4.6 Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R)

Nilai R dihitung dengan setiap jenis kendaraan sebesar $i = 3,50\%$ untuk kategori Kolektor Sekunder Sumatera.

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

$$R = \frac{(1 + 0,01 \times 3,50)^{40} - 1}{0,01 \times 3,50}$$

$$= 84,55$$

4.4.7 Tebal Perkerasan MDP 2024

Data LHR dikonversi ke JSKN menggunakan tabel Konfigurasi Sumbu Kendaraan, sehingga didapatkan hasil seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4. 15 Tebal Perkerasan Kaku pada MDP 2024

Gol. Kend	LHR	HVAG	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQrRG
5B	29	58	29	29	0	0	0	0
6A	24	48	48	0	0	0	0	0
6B	33	66	33	33	0	0	0	0
7A1	4	8	0	4	4	0	0	0
7A2	0	0	0	0	0	0	0	0
7A3	0	0	0	0	0	0	0	0
7B1	0	0	0	0	0	0	0	0
7B2	0	0	0	0	0	0	0	0
7B3	0	0	0	0	0	0	0	0
7C1	0	0	0	0	0	0	0	0

Gol. Kend	LHR	HVAG	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQrRG
7C2A	0	0	0	0	0	0	0	0
7C2B	0	0	0	0	0	0	0	0
7C3	0	0	0	0	0	0	0	0
7C4	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	90	180	110	66	4	0	0	0
Proporsi Jenis Kendaraan (%)		100,00%	61,11%	36,67%	2,22%	0,00%	0,00%	0,00%

LHR	HVAG	UR	i	DD	DL	R	JSKN
		40					
90	180	40	3,5%	3,5%	0,5	1	84,55
							2.777.477

Tabel 4. 16 Koefisien untuk prediksi tegangan ekuivalen (Se)

Koefisien	Dengan Bahu Beton Jenis Kelompok Gandar					
	STRT	STdRT	STRG	STdRG	STrRG	SQdRG
a	-0,051	-0,051	0,33	0,088	-0,145	-0,145
b	26,0	26,0	206,5	301,5	258,6	258,6
c	0,0899	0,0899	-0,4684	-0,1846	0,008	0,008
d	35.774	35.774	28661	4418	1.408	1.408
e	-0,0376	-0,0376	0,165	0,0939	0,0312	0,0312
f	14,57	14,57	2,82	-59,93	-61,25	-61,25
g	-861.548	-861.548	-686.510	280.297	488.079	488.079
h	0,0031	0,0031	-0,0186	-0,0128	-0,0058	-0,0058
i	1,3098	1,3098	-1,9606	4,1791	4,7428	4,7428
j	-4009	-4009	-2717	1768	2.564	2.564

Tabel 4. 17 Koefisien untuk prediksi faktor erosi (F3) untuk beton JPCP

Koefisien	Dengan Bahu Beton Jenis Kelompok Gandar					
	STRT	STRG	STdRG	STdRT	STrRG	SQdRG
a	0,345	0,914	1,564	1,564	2,104	2,104
b	534,6	539,8	404,1	404,1	245,4	245,4
c	-0,1711	-0,1416	-0,1226	-0,1226	-0,2473	-0,2473
d	-44.908	-44.900	-32.024	-32.024	-15.007	-15.007
e	0,0347	0,0275	0,0256	0,0256	0,0469	0,0469
f	20,49	16,37	-9,79	-9,79	8,86	8,86
g	1.676.710	1.654.590	1.150.280	1.150.280	518.916	518.916
h	-0,0038	-0,0032	-0,0052	-0,0052	-0,0075	-0,0075
i	-1,3829	-0,9584	2,1997	2,1997	1,5517	1,5517
j	-913	-765	469	469	-599	-599

4.4.8 Tabel Hitung Repetisi Beban yang Diizinkan

Tabel 4. 18 Hasil hitung repetisi beban yang diizinkan - STRT

STRT				
Beban Sumbu KN	Proporsi Beban	Proporsi Kelompok Sumbu	Desain Lalu Lintas (JSKN)	Repetisi Beban Yang Diijinkan
100	0,00	0,61	2,78E+06	3.224,96
90	0,01	0,61	2,78E+06	10.014,35
80	0,02	0,61	2,78E+06	34.625,88
70	0,15	0,61	2,78E+06	255.111,23
60	0,13	0,61	2,78E+06	228.632,62
50	0,18	0,61	2,78E+06	308.577,65
40	0,12	0,61	2,78E+06	200.796,13
30	0,22	0,61	2,78E+06	375.453,12
20	0,17	0,61	2,78E+06	280.401,70
10	0,00	0,61	2,78E+06	678,94

Tabel 4. 19 Hasil hitung repetisi beban yang diizinkan - (STdRT)

STdRT				
Beban Sumbu KN	Proporsi Beban	Proporsi Kelompok Sumbu	Desain Lalu Lintas (JSKN)	Repetisi Beban Yang Diijinkan
140	0,02	0,02	2,78E+06	993,72
130	0,11	0,02	2,78E+06	6.968,38
120	0,03	0,02	2,78E+06	1.993,61
110	0,11	0,02	2,78E+06	6.968,38
100	0,16	0,02	2,78E+06	9.955,71
90	0,08	0,02	2,78E+06	4.974,77
80	0,03	0,02	2,78E+06	1.993,61
70	0,00	0,02	2,78E+06	0,00
60	0,03	0,02	2,78E+06	1.993,61
50	0,05	0,02	2,78E+06	2.987,33

Tabel 4. 20 Hasil hitung repetisi beban yang diizinkan - (STRG)

STRG				
Beban Sumbu KN	Proporsi Beban	Proporsi Kelompok Sumbu	Desain Lalu Lintas (JSKN)	Repetisi Beban Yang Diijinkan
160	0,00	0,37	2,78E+06	814,73
150	0,02	0,37	2,78E+06	22.506,82
140	0,09	0,43	2,78E+06	108.815,56
130	0,03	0,43	2,78E+06	34.034,82
120	0,04	0,43	2,78E+06	44.700,66
110	0,04	0,43	2,78E+06	47.696,69
100	0,04	0,43	2,78E+06	47.097,48
90	0,05	0,43	2,78E+06	55.366,51
80	0,06	0,43	2,78E+06	73.222,80
70	0,09	0,43	2,78E+06	106.059,22

STRG				
Beban Sumbu KN	Proporsi Beban	Proporsi Kelompok Sumbu	Desain Lalu Lintas (JSKN)	Repetisi Beban Yang Diijinkan
60	0,12	0,43	2,78E+06	149.201,95
50	0,14	0,43	2,78E+06	163.223,34
40	0,16	0,43	2,78E+06	195.340,71
30	0,12	0,43	2,78E+06	142.251,18
20	0,00	0,43	2,78E+06	599,20
10	0,00	0,43	2,78E+06	1.797,61

Tabel 4. 21 Hasil hitung repetisi beban yang diizinkan - (STdRG)

STdRG				
Beban Sumbu KN	Proporsi Beban	Proporsi Kelompok Sumbu	Desain Lalu Lintas (JSKN)	Repetisi Beban Yang Diijinkan
320	0,00	0,00	2,78E+06	0,00
310	0,12	0,00	2,78E+06	0,00
300	0,02	0,00	2,78E+06	0,00
290	0,02	0,00	2,78E+06	0,00
280	0,03	0,00	2,78E+06	0,00
270	0,03	0,00	2,78E+06	0,00
260	0,03	0,00	2,78E+06	0,00
250	0,04	0,00	2,78E+06	0,00
240	0,04	0,00	2,78E+06	0,00
230	0,07	0,00	2,78E+06	0,00
220	0,05	0,00	2,78E+06	0,00
210	0,05	0,00	2,78E+06	0,00
200	0,05	0,00	2,78E+06	0,00
190	0,05	0,00	2,78E+06	0,00
180	0,05	0,00	2,78E+06	0,00
170	0,04	0,00	2,78E+06	0,00
160	0,04	0,00	2,78E+06	0,00
150	0,04	0,00	2,78E+06	0,00
140	0,04	0,00	2,78E+06	0,00
130	0,03	0,00	2,78E+06	0,00
120	0,03	0,00	2,78E+06	0,00
110	0,03	0,00	2,78E+06	0,00
100	0,03	0,00	2,78E+06	0,00
90	0,03	0,00	2,78E+06	0,00
80	0,02	0,00	2,78E+06	0,00
70	0,01	0,00	2,78E+06	0,00
60	0,00	0,00	2,78E+06	0,00
50	0,00	0,00	2,78E+06	0,00
40	0,00	0,00	2,78E+06	0,00
30	0,00	0,00	2,78E+06	0,00
20	0,00	0,00	2,78E+06	0,00
10	0,00	0,05	2,78E+06	0,00

Tabel 4. 22 Hasil hitung repetisi beban yang diizinkan - (STrRG)

STrRG				
Beban Sumbu KN	Proporsi Beban	Proporsi Kelompok Sumbu	Desain Lalu Lintas (JSKN)	Repetisi Beban Yang Diijinkan
400	0,04	0,00	2,78E+06	0,00
390	0,02	0,00	2,78E+06	0,00
380	0,00	0,00	2,78E+06	0,00
370	0,04	0,00	2,78E+06	0,00
360	0,00	0,00	2,78E+06	0,00
350	0,02	0,00	2,78E+06	0,00
340	0,05	0,00	2,78E+06	0,00

Tabel 4. 23 Hasil hitung repetisi beban yang diizinkan - (SQdRG)

SQdRG				
Beban Sumbu KN	Proporsi Beban	Proporsi Kelompok Sumbu	Desain Lalu Lintas (JSKN)	Repetisi Beban Yang Diijinkan
30	0,00	0,00	2,78E+06	0,00
20	0,00	0,00	2,78E+06	0,00
10	0,00	0,00	2,78E+06	0,00

Nf	Sr	Se	D	CBR Ef	Ln Ef	(Ln Ef)^2	(Ln fF)^3	P
UNLIMITED	0,261	0,44	300	75	4,317488	18,6407	80,48102	90

Tabel G. Hasil hitung faktor fatigue dan erosi

–					STRT	F1	9	F2	0,94
LSF	1,2					F4	9	f _{cf}	4,5
		Ekuivalensi Faktor Fatigue				Ekuivalensi Faktor Erosi			
		Se		0,437		F3			1,458

Beban sumbu	Repetisi Beban LSF	Sr	Repetisi Beban ijin	Repetisi yang diijinkan	Fatigue	Repetisi yang diijinkan	Kerusakan	
P (KN)				Nf		Ne		
100	120	0,288	3.224,96	unlimited	0	3,56E+14	0,00	
90	108	0,261	10.014,35	unlimited	0	3,56E+14	0,00	
80	96	0,234	34.625,88	unlimited	0	3,34E+14	0,00	
Total					0,00	Ok	0,00	Ok

Tabel H. Hasil hitung faktor fatigue dan erosi –	STdRT	F1	18	F2	0,94
LSF	1,2	F4	18	fcf	4,5
Ekuivalensi Faktor Fatigue		Ekuivalensi Faktor			
Se	0,437	Erosi F3			2,145

Beban sumbu	Repetisi Beban	Sr	Repetisi Beban ijin	Repetisi yang diijinkan	Fatigue	Repetisi yang diijinkan	Kerusakan	
P (KN)				Nf		Ne		
140	168	0,206	993,72	unlimited	0	2,62E+06	0,04	
130	156	0,192	6.968,38	unlimited	0	5,89E+06	0,12	
120	144	0,178	1.993,61	unlimited	0	2,00E+07	0,01	
110	132	0,164	6.968,38	unlimited	0	7,42E+08	0,00	
100	120	0,150	9.955,71	unlimited	0	3,56E+14	0,00	
Total					0,00	Ok	0,17	Ok

Tabel I. Hasil hitung faktor fatigue dan erosi –	STRG	F1	18	F2	0,94
LSF	1,2	F4	18	fcf	4,5
Ekuivalensi Faktor Fatigue		Ekuivalensi Faktor			
Se	0,656	Erosi F3			2,059

Beban sumbu	Repetisi Beban	Sr	Repetisi Beban ijin	Repetisi yang diijinkan	Fatigue	Repetisi yang diijinkan	Kerusakan	
P (KN)				Nf		Ne		
160	192	0,351	814,73	unlimited	0,00	1,91E+06	4,27E-02	
150	180	0,331	22.506,82	unlimited	0	3,59E+06	6,27E-01	
130	156	0,289	108.815,56	unlimited	0	3,04E+07	3,57E-01	
120	144	0,268	34.034,82	unlimited	0	3,56E+14	9,57E-09	
110	132	0,247	44.700,66	unlimited	0	3,56E+14	1,26E-08	
100	120	0,226	47.696,69	unlimited	0	3,56E+14	1,34E-08	
Total					0	Ok	1,03E+00	Ok

Tabel J. Hasil hitung faktor fatigue dan erosi –	STdRG	F1	36	F2	0,94
LSF	1,2	F4	36	fcf	4,5
Ekuivalensi Faktor Fatigue		Ekuivalensi Faktor			
Se	0,558	Erosi F3			2,145

Beban sumbu	Repetisi Beban	Sr	Repetisi Beban ijin	Repetisi yang diijinkan	Fatigue	Repetisi yang diijinkan	Kerusakan	
P (KN)				Nf		Ne		
320	384	0,299	0,00	unlimited	0,00	8,38E+05	0,00E+00	
310	372	0,290	0,00	unlimited	0,00	1,07E+06	0,00E+00	
300	360	0,281	0,00	unlimited	0,00	1,40E+06	0,00E+00	
290	348	0,272	0,00	unlimited	0,00	1,89E+06	0,00E+00	
280	336	0,263	0,00	unlimited	0,00	2,62E+06	0,00E+00	
270	324	0,255	0,00	unlimited	0,00	3,81E+06	0,00E+00	
Total					0	Ok	0,00E+00	Ok

Tabel K. Hasil hitung faktor fatigue dan erosi – **STrRG** F1 54 F2 0,94
 LSF 1,2 F4 54 fcf 4,5
 Ekuivalensi Faktor Fatigue Se **0,436** Ekuivalensi Faktor Erosi F3 **2,173**

Beban sumbu	Repetisi Beban	Sr	Repetisi Beban ijin	Repetisi yang diijinkan	Fatigue	Repetisi yang diijinkan	Kerusakan	
P (KN)				Nf		Ne		
400	480	0,197	0,00	unlimited	0,00	3,12E+06	0,00E+00	
390	468	0,192	0,00	unlimited	0,00	4,09E+06	0,00E+00	
380	456	0,188	0,00	unlimited	0,00	5,52E+06	0,00E+00	
370	444	0,183	0,00	unlimited	0,00	7,77E+06	0,00E+00	
360	432	0,178	0,00	unlimited	0,00	1,16E+07	0,00E+00	
350	420	0,174	0,00	unlimited	0,00	1,88E+07	0,00E+00	
Total					0	Ok	0,00E+00	Ok

Tabel L. Hasil hitung faktor fatigue dan erosi – **SQdRG** F1 72 F2 0,94
 LSF 1,2 F4 54 fcf 4,5
 Ekuivalensi Faktor Fatigue Se **0,436** Ekuivalensi Faktor Erosi F3 **2,173**

Beban sumbu	Repetisi Beban	Sr	Repetisi Beban ijin	Repetisi yang diijinkan	Fatigue	Repetisi yang diijinkan	Kerusakan	
P (KN)				Nf		Ne		
30	36	0,013	0,00	unlimited	0,00	3,56E+14	0,00E+00	
20	24	0,009	0,00	unlimited	0,00	3,56E+14	0,00E+00	
10	12	0,005	0,00	unlimited	0,00	3,56E+14	0,00E+00	
0	0	0,000	0,00	unlimited	0,00	3,56E+14	0,00E+00	
0	0	0,000	0,00	unlimited	0,00	3,56E+14	0,00E+00	
0	0	0,000	0,00	unlimited	0,00	3,56E+14	0,00E+00	
Total					0	Ok	0,00E+00	Ok

Jumlah Total Fatigue dan Erosi 0,00 **Ok** 1,19 **Ok**

4.5 Pembahasan Perbandingan Perhitungan Antara Metode yang Digunakan

4.5.1 Pembahasan Metode Manual Desain Perkerasan Lentur 2017 dan 2024

1. Dalam metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, setelah analisa dilakukan maka jenis perkerasan yang diambil yaitu AC dengan lapis fondasi agregat dikarenakan mendapat CESAL sebesar 1.869.074 dengan menggunakan tabel 4.3. Lalu, perbaikan tanah dengan timbunan pilihan dengan CBR 3% menggunakan Tabel 4.4 maka digunakan timbunan pilihan dengan tebal 175 mm. Tebal Lapis yang digunakan menurut Bagan 3B (Tabel 4.5) Yaitu untuk AC-WC = 40 mm, AC-BC = 60 mm, dan LFA kelas A = 400 mm.
2. Dalam metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024, setelah analisa dilakukan maka jenis perkerasan yang diambil yaitu HRS tipis diatas lapis fondasi agregat dikarenakan mendapat CESAL sebesar 384.605 dengan menggunakan tabel 4.8. Lalu, perbaikan tanah dengan timbunan pilihan dengan CBR 3% menggunakan Tabel 4.9 maka digunakan timbunan pilihan dengan tebal 300 mm. Tebal Lapis yang digunakan menurut Bagan Desain- 4 (Tabel 4.10) Yaitu untuk HRS-WC = 50 mm, LFA kelas A = 150 mm, dan LFA kelas A = 150 mm.

4.5.2 Pembahasan Metode Manual Desain Perkerasan Kaku 2017 dan 2024

1. Dari hasil perhitungan perkerasan kaku dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 diperoleh struktur perkerasan dengan kategori R1, kelompok sumbu kendaraan berat (*overloaded*) adalah $4,3 \times 10E6$, digunakan dowel dan bahu beton, hasil struktur perkerasan untuk tebal plat beton 265 mm, lapis pondasi beton (*lean concrete*) 100 mm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 150 mm.
2. Dari hasil perhitungan perkerasan kaku dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 diperoleh struktur perkerasan kelompok sumbu kendaraan ringan Jalan Kolektor dengan beban MST¹⁾ Maks. 8 Ton, Tebal beton 200 mm, Kuat Lentur minimum, S_C 3,8 Mpa, Tebal beton kurus²⁾ 100 mm Tebal lapis fondasi agregat 250 mm.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil studi yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan perbandingan tebal lapis perkerasan lentur dan perkerasan kaku sebagai berikut:

1. Hasil dari masing-masing perhitungan tebal lapis perkerasan lentur:

a. Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

- Lapis AC – WC = 4 cm
- Lapis AC – BC = 6 cm
- LFA Kelas A = 40 cm
- Timbunan Pilihan (Lapis Penopang) = 17,5 cm

b. Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024

- HRS – WC = 5 cm
- LFA Kelas A = 15 cm
- LFA Kelas B = 15 cm
- Timbunan Pilihan (Lapis Penopang) = 30 cm

2. Hasil dari masing-masing perhitungan tebal lapis perkerasan kaku:

a. Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Dari hasil perhitungan perkerasan kaku dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 diperoleh struktur perkerasan dengan kategori R1, kelompok sumbu kendaraan berat (*overloaded*) adalah $4,3 \times 10E6$, digunakan dowel dan bahu beton, hasil struktur perkerasan untuk tebal plat beton 265 mm, lapis pondasi beton (*lean concrete*) 100 mm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A sebesar 150 mm.

b. Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024

Dari hasil perhitungan perkerasan kaku dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 diperoleh struktur perkerasan kelompok sumbu kendaraan ringan Jalan Kolektor dengan beban $MST^{1)}$ Maks. 8 Ton, Tebal beton 200 mm, Kuat Lentur minimum, S_C 3,8 Mpa, Tebal beton kurus²⁾ 100 mm Tebal lapis fondasi agregat 250 mm.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diambil dari Laporan Akhir ini antara lain sebagai berikut:

1. Dalam mendapatkan nilai yang lebih ekonomis dapat juga menggunakan metode perhitungan tebal perkerasan yang lain sebagai bahan pertimbangan perhitungan berikutnya.
2. Pada saat melakukan survei lalu lintas, sebaiknya dilakukan lebih sering agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiman, E. Y., & Pranata, A. Y. (2024). Analisis desain perkerasan lentur berdasarkan MDPJ 2017 menggunakan metode mekanistik empiris pada program Kenpave. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(2), 651-662.
- Ahlul Nazar (2022) Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan MDPJ 2017 Dan MAK 1987.
- Are, J. G., Murniati, & Robby. (2024). Penerapan Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024 untuk Menganalisis Tebal Lapis Perkerasan Lentur di Jalan Madara Kabupaten Barito Selatan. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(1).
- Ariyanto, AS, & Sarwanta. (2021). Perbandingan Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur dengan Metode AASHTO dan MDP. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, Volume 7.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017, *Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi 2017*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024, *Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi 2024*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- Hamirhan Saodang MSCE, (2004) *Konstruksi Jalan Raya*, Buku 2: Perancangan Perkerasan Jalan Raya, Nova: Bandung
- Hakim, G. N., & Farida, I. (2021). Ketebalan Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 Dan Manual Perkerasan Jalan 2017. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia*, 2(1), 59-68.
- Laila Husnul Latifah (2021) Analisis Perbandingan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2013 Dengan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 Pada Ruas Jalan Lingkar.
- M Fihkri Hikal., Abdul ziray Arifin., dan Wirdatun Nafiah Putri. (2021). Studi Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga MDPJ 2017 (Pada Proyek Ruas Jalan Balige By Pass).
- Prameswari Widya Ningtyas (2022), Analisis Perbandingan Tebal Lapis Perkerasan Kaku Dengan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Terhadap Efisiensi Biaya.
- Republik Indonesia, 2004, *Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan*, Jakarta.
- Republik Indonesia, 2009, *Undang-Undang Republik Indonesia No.22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*, Jakarta.

Sukirman, Nova. (1999) Perkerasan Lentur Jalan Raya.

Unang Budiana (2024), Analisa Perkerasan Lentur Dengan Metode MDPJ 2024 pada Peningkatan Lajur Ruas tol Palikanci.

LAMPIRAN

[illegible]



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL SUMATERA UTARA
SATKER PELAKSANA JALAN NASIONAL II PROVINSI SUMATERA UTARA
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN 2.6 PROVINSI SUMATERA UTARA

PAKET : Pembangunan Jalan Aek Natolu - Ajibata (MYC)

KONSULTAN : PT. CITRA DIECONA, KSO

KONTRAKTOR : PT. JO - MTJ - DAYA, KSO

SUMMARY RESULT TEST DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)

NO	STA	L/R	CBR (%)	NO	STA	L/R	CBR (%)	NO	STA	L/R	CBR (%)
1	00+050	L	2.37	31	03+000	L	3.55	61	06+450	L	4.50
2	00+150	L	3.54	32	03+100	L	3.33	62	06+550	L	6.66
3	00+225	L	3.80	33	03+200	L	2.59	63	06+760	L	6.77
4	00+300	L	2.43	34	03+300	L	5.58	64	06+800	L	5.86
5	00+400	L	2.61	35	03+400	L	4.00	65	06+900	L	9.25
6	00+500	L	3.30	36	03+500	L	4.51	66	07+000	L	7.97
7	00+600	L	3.04	37	03+600	L	2.40	67	07+300	L	13.89
8	00+700	L	2.35	38	03+700	L	2.05	68	07+500	L	5.74
9	00+800	L	2.97	39	03+800	L	0.81	69	07+800	L	9.74
10	00+900	L	2.82	40	03+900	L	1.12	70	07+850	L	5.30
11	01+000	L	3.56	41	04+000	L	2.65	71	08+100	L	8.01
12	01+100	L	2.07	42	04+100	L	1.72	72	09+000	L	10.34
13	01+200	L	2.15	43	04+200	L	1.72	73	09+250	L	8.62
14	01+300	L	6.26	44	04+300	L	2.57	74	09+450	L	7.26
15	01+400	L	3.68	45	04+400	L	1.22	75	09+800	L	6.77
16	01+500	L	2.18	46	04+500	L	1.70				
17	01+600	L	2.29	47	04+600	L	5.62				
18	01+700	L	3.60	48	04+700	L	11.05				
19	01+800	L	2.77	49	04+900	L	2.94				
20	01+900	L	2.53	50	05+000	L	2.97				
21	02+000	L	4.63	51	05+200	L	9.39				
22	02+100	L	2.48	52	05+403	L	6.69				
23	02+200	L	3.26	53	05+500	L	3.36				
24	02+300	L	2.09	54	05+600	L	11.17				
25	02+400	L	7.60	55	05+750	L	4.11				
26	02+500	L	1.88	56	05+950	L	6.04				
27	02+600	L	2.04	57	06+050	L	4.66				
28	02+700	L	1.11	58	06+150	L	6.32				
29	02+800	L	1.90	59	06+260	L	5.33				
30	02+900	L	1.91	60	06+350	L	3.68				

Catatan :

Titik Sta yang tidak ada dalam daftar summary ini merupakan titik lokasi yang keras dan berbata

Dibuat Oleh :
KONTRAKTOR
PT. JO - MTJ - DAYA, KSO

Dwin Sihombing
Quality Control

Diperiksa Oleh :
KONSULTAN
PT. CITRA DIECONA, KSO

Sarwedi Tarigan, ST
Quality Engineer

Disetujui Oleh :
SATUAN KERJA PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WIL.2
PROV. SUMUT
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN 2.6
KOORDINATOR PENGAWAS LAPANGAN

Paul Ebon Sihombing, ST
NIP : 196809182007011001



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL SUMATERA UTARA
SATKER PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WILAYAH II PROVINSI SUMATERA UTARA
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN 2.5 PROVINSI SUMATERA UTARA

PAKET PEKERJAAN
PEMBANGUNAN JALAN AEK
NATOLU - AJIBATA (MYC)

No. Ruas
Nama Ruas
Provinsi Sumatera Utara

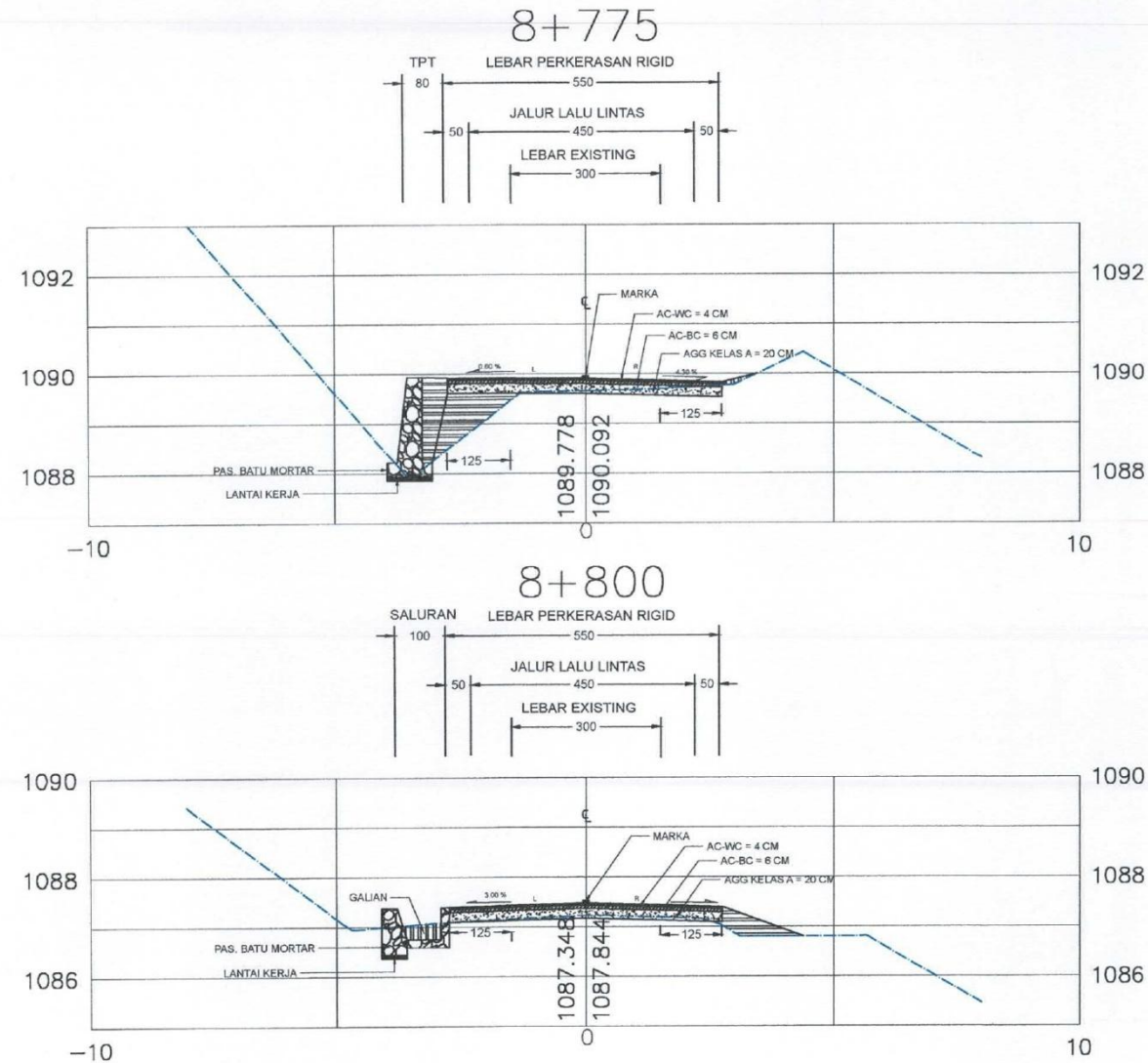
Diajukan Oleh
Penyedia Jasa
PT. JO-MT-DAYA, KSO
Slamet Hutahaean, ST
Manajer Proyek

Diperiksa Oleh
Konsultan Pengawas
PT. CITRA PRACANA KSO
PEANUGSIAN KENDARAAN
PUSKITEG
Er. Budi Utami, M. Eng, M. Sc
Supervising Engineer

Disetujui Oleh
Satker Pelaksanaan Jalan Nasional
Wilayah II Provinsi Sumat
PPK 2.5 Provinsi Sumatera Utara
Arisman Girsang, ST
NIP.197907242011011005

NAMA GAMBAR
CROSS SECTION

Lembar No :
V : 1 : 100
Skala
H : 1 : 100
Tanggal : November 2021





REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL SUMATERA UTARA
SATKER PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WILAYAH (PROVINSI) SUMATERA UTARA
PELABAT PEMBUAT KOMITMEN 2.5 PROVINSI SUMATERA UTARA

PAKET PEKERJAAN
PEMBANGUNAN JALAN AEK
NATOLU - AJIBATA (MYC)

No. Ruas
Nama Ruas
Provinsi Sumatera Utara

Diajukan Oleh
Penyedia Jasa
PT. CITRA KEC. JAYA KSO
PT. ANUGERAH KIRANA MANANA
PL. UTUG
Slamet Hutahaean ST
Manajer Proyek

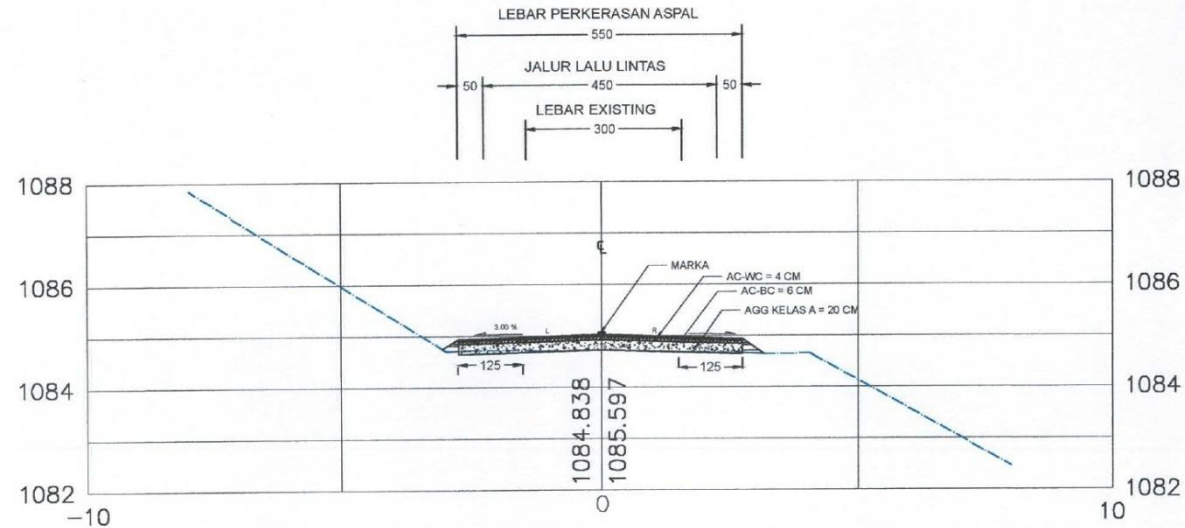
Diperiksa Oleh
Konsultan
PT. CITRA KEC. JAYA KSO
PT. ANUGERAH KIRANA MANANA
PL. UTUG
Budi Utami Koro Koro
Supervisi Engineer

Disetujui Oleh
Sahar Pelaksanaan Jalan Nasional
Wilayah II Provinsi Sumat
PPK 2.6 Provinsi Sumatera Utara
Arisman Girsang ST
NIP.197807242011011005

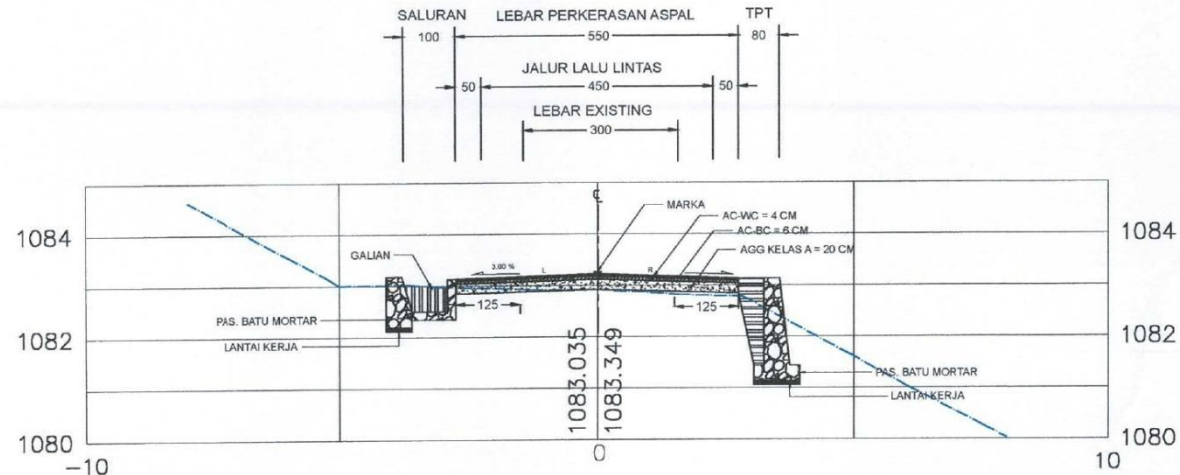
NAMA GAMBAR
CROSS SECTION

Lembar No :
Skala V : 1 : 100
H : 1 : 100
Tanggal : November 2021

8+825



8+850



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Salsabila Ayu Shinta
Tempat dan Tanggal Lahir : Bintang Meriah, 08 September 2002
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl. Pimpinan Gg. Pimpinan 02 Dusun 01,
Bintang Meriah Kec. Batang Kuis
Agama : Islam
No Telepon/HP : 0852-7518-9779
Alamat E-mail : salsayushinta08@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 2307210225P
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238

No	Jenjang Pendidikan	Nama Sekolah	Tahun Ijazah
1	SD Sederajat	Madrasah Ibtidaiyah Swasta YPI Batang Kuis	2014
2	SMP Sederajat	SMP Negeri 1 Percut Sei Tuan	2017
3	SMA Sederajat	SMA Negeri 1 Lubuk Pakam	2020
4	Diploma III	Politeknik Negeri Medan	2023