

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN PERHITUNGAN TEBAL LAPIS PERKERASAN
LENTUR MENGGUNAKAN METODE MDP JALAN 2017, MDP
JALAN 2024 DAN AASHTO 1993 PADA PROYEK JALAN TELUK
NIBUNG-PEMATANG PASIR KOTA TANJUNG BALAI**

Dianjukan Untuk Memenuhi Syarat – Syarat Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh:

MUHAMMAD HUSEIN SONANG AFIANSYAH HARAHAHAP

2307210224P



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2025

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Husein Sonang Afiansyah Harahap

NPM : 2307210224P

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perbandingan Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur
Metode MDP 2017, MDP 2024, dan AASHTO1993 Pada
Proyek Teluk Nibung – Pematang Pasir, Kota Tanjung Balai

Bidang Ilmu: : Transportasi

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

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing



Muhammad Husin Gultom, ST., MT.

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh

Nama : Muhammad Husein Sonang Afiansyah Harahap

NPM : 2307210224P

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perbandingan Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur
Metode MDP 2017, MDP 2024, dan AASHTO 1993 Pada
Proyek Teluk Nibung – Pematang Pasir, Kota Tanjung Balai

Bidang Ilmu: : Transportasi

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

Medan, 25 Agustus 2025

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing:



Muhammad Husin Gultom, ST., MT.

Dosen Pembimbing I



Irma Dewi, ST., M.Si.

Dosen Pembimbing 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 : Muhammad Husein Sonang Afiansyah Harahap

NPM : 2307210224P

Program Studi : Teknik Sipil

Bidang Ilmu: : Transportasi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: “Perbandingan Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Metode MDP 2017, MDP 2024, dan AASHTO 1993 Pada Proyek Teluk Nibung – Pematang Pasir, Kota Tanjung Balai”

Bukan merupakan plagiatisme, 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 otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau kersaraan saya.

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

Medan, 25 Agustus 2025

Saya yang menyatakan:



Muhammad Husein Sonang Afiansyah Harahap

ABSTRAK

PERBANDINGAN PERHITUNGAN TEBAL LAPIS PERKERASAN LENTUR MENGUNAKAN METODE MDP JALAN 2017, MDP JALAN 2024 DAN AASHTO 1993 PADA PROYEK JALAN TELUK NIBUNG-PEMATANG PASIR KOTA TANJUNG BALAI

Muhammad Husein Sonang Afiansyah Harahap
2307210224P

Muhammad Husin Gultom, ST., MT.

Perkerasan jalan merupakan bagian dari struktur jalan yang berupa lapisan jalan yang memiliki suatu ketebalan, kekuatan dan kestabilan agar bisa menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar. Penelitian ini berada pada Proyek Rekonstruksi Jalan Teluk Nibung - Pematang Pasir Kota Tanjung Balai (STA 0+000 sampai dengan STA 1+000). Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan perhitungan tebal lapis perkerasan dengan 3 metode yaitu Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2017, Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2024 dan *American Association of state highway and transportation official* (AASHTO) 1993. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan dari setiap metode yang memengaruhi hasil tebal lapisan, serta untuk mengidentifikasi metode yang paling efektif dalam menghitung tebal lapis konstruksi jalan. Hasil perhitungan menunjukkan perbedaan signifikan pada tebal masing-masing lapisan. Dengan Metode MDP 2017, tebal lapisan yang dihasilkan adalah AC-WC 4 cm, AC-BC 6 cm, LFA Kelas A 40 cm, dan timbunan pilihan 17,5 cm. Sementara itu, Metode MDP 2024 menghasilkan tebal lapisan HRS-WC 5 cm, LFA Kelas A 15 cm, LFA Kelas B 15 cm, dan timbunan pilihan 15 cm. Terakhir, Metode AASHTO 1993 menghasilkan tebal lapis permukaan 10 cm, lapis pondasi atas 9 cm, lapis pondasi bawah 10 cm, dan timbunan pilihan 60 cm. dan dari tiga metode yang digunakan perhitungan yang efektif adalah perhitungan yang menggunakan manual desain perkerasan (MDP) 2017 dan manual desain perkerasan (MDP) jalan 2024.

Kata Kunci : MDP 2017, MDP 2024, AASHTO 1993, Tebal Lapis Perkerasan, Lalu Lintas, Perkerasan Lentur

ABSTRACT

COMPARISON OF FLEXIBLE PAVEMENT LAYER THICKNESS CALCULATIONS USING THE MDP 2017, MDP 2024, AND AASHTO 1993 IN THE TELUK NIBUNG-PEMATANG PASIR ROAD PROJECT TANJUNG BALAI CITY

Muhammad Husein Sonang Afiansyah Harahap
2307210224P
Muhammad Husin Gultom, ST., MT.

This study aims to compare the effectiveness of flexible pavement thickness calculations using three different methods: the Manual for Pavement Design (MDP) 2017, the MDP 2024, and the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 1993. The research was conducted on the Road Reconstruction Project of Teluk Nibung - Pematang Pasir, Tanjung Balai City (STA 0+000 to STA 1+000). The comparison was performed to identify the differences among these methods that affect the resulting layer thickness and to determine which method is most effective for calculating road construction layer thickness. The calculation results show significant differences in the thickness of each layer. The MDP 2017 method yielded pavement layers with a thickness of AC-WC 4 cm, AC-BC 6 cm, LFA Class A 40 cm, and selected fill 17.5 cm. The MDP 2024 method produced a thickness of HRS-WC 5 cm, LFA Class A 15 cm, LFA Class B 15 cm, and selected fill 15 cm. Lastly, the AASHTO 1993 method resulted in a surface course of 10 cm, a base course of 9 cm, a sub-base course of 10 cm, and a selected fill of 60 cm. Based on the findings, the calculations using the Manual for Pavement Design (MDP) 2017 and the Manual for Pavement Design (MDP) 2024 are considered the most effective.

Keywords: MDP 2017, MDP 2024, AASHTO 1993, Pavement Layer Thickness, Traffic, Flexible Pavement

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'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 Lapis Perkerasan Lentur Metode MDP 2017, MDP 2024, dan AASHTO 1993 Pada Proyek Teluk Nibung – Pematang Pasir, Kota Tanjung Balai” 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. Teristimewa untuk kedua orang tua penulis yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan yang tidak ternilai sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

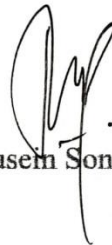
9. Seluruh fungsional dan pegawai pada CV. Prima Rancang.
10. Teman-teman seperjuangan yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama perkuliahan yang sangat membuat kehidupan menjadi lebih bermakna dan berwarna.

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.

Last but not least, i wanna thank me, i wanna thank me for believing in me, i wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me for having no days of , I wanna thank me for never quitting, i wanna thank me for always being a giver and try give more than I receive, i wanna thank me for try and do more right than wrong, i wanna thank me for just being me at all times.

Medan, 10 Juli 2025

Penulis



Muhammad Husein Sonang Afiansyah Harahap

\\

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	xv
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 Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Teoritis	4
2.2 Definisi Jalan	5
2.3 Klasifikasi Jalan	6
2.3.1. Klasifikasi Jalan Menurut Sistem Jaringan Jalan	6
2.3.2. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi Jalan	6
2.3.3. Klasifikasi Jalan Menurut Status Jalan	7
2.4 Bagian – Bagian Jalan	8
2.5 Pengertian dan Jenis Perkerasan Jalan	8
2.5.1. Konstruksi perkerasan lentur (<i>flexible pavement</i>)	9
2.5.2. Konstruksi perkerasan kaku (<i>rigid pavement</i>)	10
2.5.3. Konstruksi perkerasan komposit (<i>Composite Pavement</i>)	10
2.6 Struktur Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	11
2.6.1 Lapis Permukaan (<i>Surface Course</i>).	11

2.6.2 Lapis Pondasi (<i>Base Course</i>).	12
2.6.3 Lapis Pondasi Bawah (<i>Sub-Base Course</i>).	12
2.6.4 Lapis Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>).	13
2.7 Manual Desain Perkerasan Jalan 2017	14
2.7.1 Menentukan Umur rencana (UR)	14
2.7.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	15
2.7.3 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur	16
2.7.4 Faktor Ekvivalen Beban (<i>Vehicle Damage Factor</i>)	16
2.7.5 Beban Sumbu Standar Kumulatif	19
2.7.6 Stuktur Perkerasan	19
2.7.7 Desain Fondasi Jalan Minimum	20
2.7.8 Menentukan Struktur Perkerasan	21
2.8 Manual Desain Perkerasan Jalan 2024	22
2.8.1 Umur rencana	22
2.8.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	22
2.8.3 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur	23
2.8.4 Faktor Ekvivalen Beban (<i>Vehicle Damage Factor</i>)	23
2.8.5 Beban Sumbu Standart Kumulatif	23
2.8.6 Struktur Perkerasan	24
2.8.7 Desain Fondasi Jalan Minimum	25
2.8.8 Menentukan Struktur Perkerasan	26
2.9 <i>American Association Of State Highway And Transportation Official</i> 1993	26
2.9.1 Tanah Dasar	26
2.9.2 Lalu Lintas	27
2.9.3 Menentukan Nilai CBR	28
2.9.4 Nilai Ekvivalen	28
2.9.5 Kriteria Kinerja (<i>Serviceability</i>)	30
2.9.6 Reliabilitas (<i>Reliability</i>)	31
2.9.7 Faktor Drainase	32
2.9.8 Grafik menentukan koefisien kekuatan relatif (a1)	33
2.9.9 Lapis Fondasi Bawah Granular (<i>Granular Base Layers</i>) (a2)	34

2.9.10.Koefisien Kekuatan Relatif a_3	34
2.9.11.Structural Number	35
2.9.12.Batas-batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan (Di)	36
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1 Bagan Alir Penelitian	37
3.2 Lokasi Penelitian	38
3.3 Metode Pengumpulan Data	38
3.4 Metode Penelitian	39
3.5 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata	39
3.6 Data <i>Dynamic Cone Penetrometer</i> (DCP)	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Data Perencanaan	46
4.2 Menentukan Perkerasan Lentur dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017	46
4.2.1.Menentukan Umur Rencana	46
4.2.2.Menentukan Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas	46
4.2.3.Menentukan Faktor Distribusi Lajur (DL) dan Faktor Distribusi Arah (DD)	47
4.2.4.Menentukan LHR	47
4.2.5.Menentukan VDF 5 dan CESAL 5	48
4.2.6.Menentukan Struktur Perkerasan	48
4.2.7.Desain Fondasi Jalan Minimum	49
4.2.8.Menentukan Tebal Lapis Perkerasan	50
4.3 Menentukan Perkerasan Lentur dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024	52
4.3.1 Menentukan Umur Rencana	52
4.3.2 Menentukan Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas	52
4.3.3 Menentukan Faktor Distribusi Lajur (DL) dan Faktor Distribusi Arah (DD)	52
4.3.4 Menentukan LHR	52
4.3.5 Menentukan VDF 5 dan CESAL 5	53
4.3.6 Menentukan Struktur Perkerasan	54

4.3.7 Desain Fondasi Jalan Minimum	54
4.3.8 Menentukan Tebal Lapis Perkerasan	55
4.4 Menentukan Perkerasan Lentur dengan Metode <i>American Association Of State Highway And Transportation Official 1993</i>	56
4.4.1. Analisa Lalu Lintas	56
4.4.2. Menentukan Faktor Distribusi Arah dan Faktor Distribusi Lajur	57
4.4.3. Menentukan Koefisien Lapisan (a_i)	57
4.4.4. Perbuahan Indeks Pelayanan (ΔPSI)	60
4.4.5. Reliabilitas (<i>Reliability</i>) (R)	60
4.4.6. Standar Normal Deviasi (Z_R)	61
4.4.7. Deviasi Standart Keseluruhan (S_0)	61
4.4.8. Perbaikan Tanah	61
4.4.9. Nilai Modulus Resilien (MR)	62
4.4.10. Koefisien Drainase (m_2 dan m_3)	62
4.4.11. Parameter untuk Perhitungan Struktural Number (SN)	62
4.4.12. Menentukan Nilai Structural Number (SN)	63
4.4.13. Menentukan Tebal Lapis Perkerasan	63
4.5 Pembahasan Perbandingan Perhitungan Antara Metode yang Digunakan	65
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1. Kesimpulan	67
5.2. Saran	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2	Struktur Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>) (MDP 2017)	4
Gambar 2.3	Bagian – bagian Jalan (PP No.34 Tahun 2006)	8
Gambar 2.4	Struktur Perkerasan Lentur (Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2002)	9
Gambar 2.5	Struktur Perkerasan Kaku (Departemen Pemukiman dan Prasarana wilayah, 2002)	10
Gambar 2.6	Struktur Perkerasan Komposit (Departemen Pemukiman dan Prasarana wilayah, 2002)	11
Gambar 2.7	Grafik menentukan koefisien kekuatan relatif (AASHTO 1993)	33
Gambar 2.8	Grafik Koefisien kekuatan reaktif granular (a_2) (AASHTO 1993)	34
Gambar 2.9	Grafik Koefisien kekuatan relatif (a_3) (AASHTO1993)	35
Gambar 3.2	Lokasi Peletian (CV. Prima Rancang)	38
Gambar 4.2	Tebal Lapis Perkerasan pada MDP 2017	51
Gambar 4.3	Tebal Lapis Perkerasan pada MDP 2017	56
Gambar 4.4	Grafik Menentuka Nilai EAC	58
Gambar 4.5	Grafik Menentukan Nilai EBS	59
Gambar 4.6	Grafik Menentukan Nilai ESB	60
Gambar 4.7	Tebal Lapis Perkerasaan padda AASTHO 1993	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (MDP 2017)	14
Tabel 2.2	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (MDP 2017)	15
Tabel 2.3	Faktor Distribusi Lajur (DL) (MDP 2017)	16
Tabel 2.4	Nilai VDF Masing-Masing Kendaraan Niaga (MDP 2017)	18
Tabel 2.5	Pemilihan Jenis Perkerasan (MDP 2017)	20
Tabel 2.6	Desain Fondasi Jalan Minimum (MDP 2017)	21
Tabel 2.7	Bagan Desain-3B Perkerasan Lentur dengan Aspal sebagai Lapis Pondasi Berbutir (MDP 2017)	22
Tabel 2.8	Nilai VDF masing-masing kendaraan niaga (MDP 2024)	23
Tabel 2.9	Pemilihan Jenis Perkerasan (MDP 2024)	24
Tabel 2.10	Desain Fondasi Jalan Minimum (MDP 2024)	25
Tabel 2.11	Bagan Desain-4 Desain perkerasan lentur dengan HRS	26
Tabel 2.12	Faktor Distribusi Lajur (DL) (AASHTO 1993)	27
Tabel 2.13	Distribudi Beban Sumbu Berbagai Jenis Kendaraan	29
Tabel 2.14	Nilai Angka Ekuivalen	30
Tabel 2.15	Indeks Permukaan Jalan (AASHTO 1993)	31
Tabel 2.16	Nilai Reliabilitis (AASHTO 1993)	31
Tabel 2.17	Nilai Standar Deviasi Normal Untuk Tingkat <i>Reliability</i> (R) Tertentu (AASHTO 1993)	32
Tabel 2.18	Kelompok Kualitas Drainase (AASHTO 1993)	32
Tabel 2.19	Koefisien Drainase (m) (AASHTO 1993)	33
Tabel 2.20	Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan (AASHTO 1993)	36
Tabel 3.1	Data Lalu Lintas Harian 2 arah (CV. Prima Rancang)	39
Tabel 3.2	Data DCP pada STA 0+000 (CV. Prima Rancang)	40
Tabel 3.3	Data DCP pada STA 0+200 (CV. Prima Rancang)	41
Tabel 3.4	Data DCP pada STA 0+400 (CV. Prima Rancang)	42
Tabel 3.5	Data DCP pada STA 0+600 (CV. Prima Rancang)	43
Tabel 3.6	Data DCP pada STA 0+800 (CV. Prima Rancang)	44
Tabel 3.7	Data DCP pada STA 1+000 (CV. Prima Rancang)	45
Tabel 4.1	Lalu Lintas Harian Rata-Rata	47
Tabel 4.2	Perhitungan CESAL 5 pada MDP 2017	48

Tabel 4.3	Menentukan struktur perkerasan	49
Tabel 4.4	Pemilihan Desain Fondasi Jalan Minimum pada MDP 2017	50
Tabel 4.5	Pemilihan Tebal Lapis Perkerasan pada MDP 2017	51
Tabel 4.6	Lalu Lintas Harian Rata-Rata	52
Tabel 4.7	Perhitungan CESAL 5 pada MDP 2024	53
Tabel 4.8	Menentukan Struktur Perkerasan pada MDP 2024	54
Tabel 4.9	Pemilihan Fondasi Jalan Minium pada MDP 2024	55
Tabel 4.10	Menentukan Tebal Lapis pada MDP 2024	55
Tabel 4.11	Volume Lalu Lintas pada AASHTO 1993	56
Tabel 4.12	Perhitungan Total Ekvivalen pada AASTHO 1993	57
Tabel 4.13	Menentukan Nilai Reliabilitas pada AASTHO 1993	61
Tabel 4.14	Menentukan Nilai Standar Normal Diviasi	61
Tabel 4.15	Tabel Parameter Perhitungan AASTHO 1993	62

DAFTAR NOTASI

R	= Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
i	= Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)
UR	= Umur rencana (tahun)
LHR	= lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (kend/hari)
VDF	= 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
E	= Angka Ekivalen
N_1	= Lalu lintas pada tahun pertama jalan dibuka
N_n	= Lalu lintas pada akhir umur rencana
W_t	= Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif
W_{18}	= Bichan pandar standar kumulatif selama 1 tahun
n	= Umur pelayanan, atau umur rencana UR (tahun)
I	= Perkembangan lalu lintas (%)
h_1	= Tinggi tanah dasar
CBR_1	= Nilai CBR tanah dasar
h_2	= Tinggi timbunan pilihan
CBR_2	= Nilai CBR timbunan pilihan
a_2	= koefisien relatif lapis fondasi berbutir
E_{BS}	= modulus elastisitas lapis fondasi (Psi)
a_3	= Koefisien relatif lapis fondasi bawah berbutir
E_{SB}	= Modulus elastisitas lapis fondasi bawah (psi)
W_{18}	= Repetisi 18,000 CESAL selama umur rencana
SN	= Structural Number
Z_r	= Simpangan Baku Normal (Standart diviasi)
ΔPSI	= Perbedaan Serviceability <i>Index</i> di awal dan akhir umur rencana
MR	= Modulus Resilient tanah dasar
So	= Standart Deviasi

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam rangka memajukan Indonesia, jalan adalah salah satu infrastruktur yang harus dikembangkan dan diperlihara untuk menjamin tidak adanya hambatan dalam pergerakan barang dan manusia yang kemudian mengarah kepada pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Salah satu langkah strategis adalah dengan mengembangkan dan meningkatkan perencanaan dan desain untuk mengakomodasi tantangan – tantangan terkait isu kinerja aset jalan

Menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, Jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Bagian-Bagian tersebut meliputi bangunan pelengkap dan perlengkapannya, serta berada di atas, di bawah, atau di atas permukaan air. Jalan tidak termasuk jalan rel dan jalan kabel.

Jalan Teluk Nibung – Pematang Pasir, Kota Tanjung Balai sangat lah memprihatinkan, dikarenakan ditemukan beberapa titik kerusakan (lubang) pada jalan tersebut. Dengan kondisi jalan tersebut, pengguna jalan merasa keamanan dan kenyamanannya menjadi berkurang. Jalan Teluk Nibung – Pematang Pasir adalah salah satu jalan untuk menuju ke Pusat Kota Tanjung Balai, Sehingga menjadikan jalan ini adalah salah satu sara infrastruktur yang dapat mendukung aktifitas masyarakat dalam bidang ekonomi, pendidikan, dan yang lainnya.

Ada beberapa peraturan dan pedoman dalam perencanaan struktur perkerasan jalan yang ada di Indonesia yang merupakan hasil dari modifikasi dan penyesuaian dari beberapa negara maju seperti Amerika (AASHTO), dan Australia (*Austroads*). Seiring meningkatnya kemajuan teknologi, Direktorat Jendral Bina Marga selalu mengeluarkan pembaruan pedoman atau standart dalam penyusunan struktur desain perkerasan jalan yang telah dikembangkan dan disempurnakan beberapa diantaranya adalah Manual Desain perkerasan jalan.

Untuk mengetahui perbedaan dan parameter pedoman dikeluarkan oleh Direktorat Bina Marga yang mempengaruhi hasil tebal lapis perkerasan yang dikeluarkan oleh Direktorat Bina Marga, maka dapat dilakukan perbandingan dua

metode. Dalam Skripsi saya, saya akan membandingkan dua metode yaitu metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 dan *American Association of State Highway and Transportation Official* 1993.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang disajikan dan untuk memfokuskan penelitian, maka rumusan masalah yang akan dikaji adalah:

1. Bagaimana perbandingan perhitungan tebal lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 dan *American Association Of State Highway And Transportation Official* 1993?
2. Metode mana yang menghasilkan konstruksi jalan yang lebih efektif dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 dan *American Association Of State Highway And Transportation Official* 1993?

1.3 Ruang Lingkup

Mengingat luasnya masalah dan keterbatasan waktu, maka dibuatlah batasan masalah agar tujuan tugas akhir ini lebih terarah, maka diperlukan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian ini di Jalan Teluk Nibung – Pematang Pasir, Kota Tanjung Balai (STA 0+000 sampai STA 1+000).
2. Perhitungan yang digunakan dalam perencanaan hanya menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 dan *American Association Of State Highway And Transportation Official* 1993.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil dari perbandingan atau perbedaan perhitungan tebal lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan metode Manual Desain

Perkerasan Jalan 2017, metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 *American Association Of State Highway And Transportation Official* 1993.

2. Mengetahui metode mana yang menghasilkan konstruksi jalan yang lebih efektif dengan parameter yang sama pada ruas di Jalan Teluk Nibung – Pematang Pasir, Kota Tanjung Balai (STA 0+000 sampai STA 1+000).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, yaitu:

1. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui metode yang tepat diterapkan di Indonesia sehingga menghasilkan konstruksi jalan yang kuat dan sesuai dengan umur rencana.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan untuk melakukan penelitian yang bersifat pengulangan untuk pusat kegiatan lain ataupun untuk penelitian yang bersifat melanjutkan penelitian yang sudah ada.

1.6 Sistematika Pembahasan

Untuk memudahkan pembahasan dalam penelitian ini, maka penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini meliputi pengambilan teori dari beberapa sumber bacaan.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang cara memperoleh data-data yang relevan dengan kegiatan survei di lapangan.

BAB 4. ANALISA DATA

Bab ini membahas tentang hasil analisa yang didapat dari hasil analisis data yang diperoleh.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan rumusan masalah yang didapat dari hasil analisis data yang diperoleh.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Teoritis

Perkerasan jalan merupakan bagian dari jalan raya yang diperkeras dengan lapisan tertentu sehingga memiliki suatu ketebalan, kekuatan dan kestabilan agar bisa menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar. Lapisan dasar berguna sebagai menerima serta menyebarkan beban lalu lintas yang tanpa mengakibatkan kerusakan yang berarti di konstruksi jalan tersebut, sehingga akan memberikan kenyamanan kepada pengguna jalan. Pengerjaan penelitian ini membahas mengenai perencanaan tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*).

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan – lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan – lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya (Sukirman, 1999).

Konstruksi perkerasan menurut Sukirman (1999) terdiri dari:

1. Lapis permukaan (*surface course*) adalah lapisan yang terletak paling atas.
2. Lapis pondasi atas (*base course*) adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi bawah dan lapisan permukaan.
3. Lapis pondasi bawah (*subbase course*) adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar.



Gambar 2.1 : Struktur Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) (Manual
Desain Perkerasan Jalan 2017)

Perkerasan jalan menurut Saodang (2005) merupakan lapisan konstruksi yang dipasang langsung di atas tanah dasar badan jalan pada jalur lalu lintas yang bertujuan untuk menerimakan menahan beban langsung dari lalu lintas. Dalam perancangan perkerasan terdapat 3 parameter desain yang harus diperhatikan (Saodang, 2005), yaitu:

1. Pembebanan lalu lintas
2. Umur rencana
3. Standar dan kelas jalan Secara umum,

Perkerasan jalan raya harus cukup kuat terhadap tiga tinjauan kekuatan (Saodang, 2005):

1. Secara keseluruhan harus kuat terhadap beban lalu lintas yang melaluinya.
2. Permukaan jalan harus tahan terhadap keausan akibat ban kendaraan, air dan hujan.
3. Permukaan jalan harus cukup tahan terhadap cuaca dan temperatur dimana jalan itu berada.

2.2 Definisi Jalan

Berdasarkan Undang – Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 bahwa jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk pelengkap dan perlengkapannya yang digunakan untuk lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, dibawah permukaan tanah, dan atau dibawah permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Menurut SNI 0364:2009 definisi jalan secara umum adalah prasarana transportasi darat yang memiliki permukaan rata dan stabil, yang diperuntukkan untuk dilalui kendaraan, pejalan kaki, dan lainnya yang menyediakan akses antara dua lokasi atau lebih.

Pada intinya jalan diperuntukkan sebagai ruangan lalu lintas yang mengatasi berbagai rintangan geografi yang melibatkan pengalihan muka bumi, pembangunan jembatan dan terowongan, dan lainnya. Berbagai alat berat untuk membangun sebuah jalan akan digunakan dalam proses ini.

Menurut Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Pasal 5 jalan memiliki peran sebagai berikut:

1. Jalan sebagai bagian prasarana transportasi mempunyai peran penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, pertahanan dan keamanan, serta dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat;
2. Jalan sebagai prasarana distribusi barang dan jasa merupakan alat urat nadi kehidupan masyarakat, bangsa, dan negara;
3. Jalan yang merupakan satu kesatuan sistem jaringan jalan menghubungkan dan mengikat seluruh wilayah Republik Indonesia.

2.3 Klasifikasi Jalan

Pengelompokan jalan menurut Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Pasal 6 sesuai dengan peruntukannya terdiri atas jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum dikelompokkan menurut sistem, fungsi, status dan kelas sedangkan jalan khusus tidak diperuntukkan bagi lalu lintas umum dalam rangka distribusi barang dan jasa yang dibutuhkan. Maka jalan - jalan di Indonesia dibuat dalam beberapa klasifikasi sebagai berikut :

2.3.1. Klasifikasi Jalan Menurut Sistem Jaringan Jalan

Undang – Undang Nomor 38 tahun 2004 pasal 7 menyebutkan, sistem jaringan jalan terdiri atas sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder

1. Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat – pusat kegiatan.
2. Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

2.3.2. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi Jalan

Undang – Undang Nomor 38 tahun 2004 pasal 8 menyebutkan, jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan ke dalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan.

1. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
2. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah masuk dibatasi.
3. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
4. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

2.3.3. Klasifikasi Jalan Menurut Status Jalan

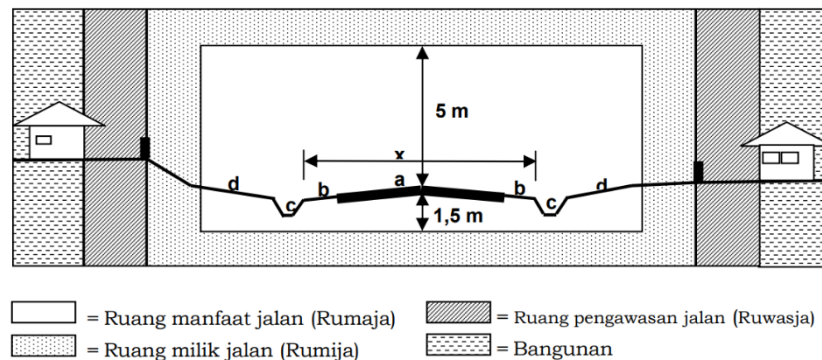
Undang – Undang Nomor 38 tahun 2004 pasal 9 menyebutkan, jalan umum menurut statusnya dikelompokkan ke dalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa.

1. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
2. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan primer yang menghubungkan ibu kota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
3. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk pada poin 1 dan 2, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
4. Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.

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

2.4 Bagian – Bagian Jalan

Dalam Undang – Undang Nomor 38 pasal 11 menyebutkan, bagian bagian jalan meliputi ruang manfaat jalan (Rumaja), Ruang milik jalan (Rumija), dan Ruang pengawasan jalan (Ruwasja).



Gambar 2.2 : Bagian – bagian Jalan (PP No.34 Tahun 2006).

1. Ruang manfaat jalan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengamanannya.
2. Ruang milik jalan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi ruang manfaat jalan dan sejalar tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan.
3. Ruang pengawasan jalan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan ruang tertentu di luar ruang milik jalan yang ada di bawah pengawasan penyelenggara jalan.

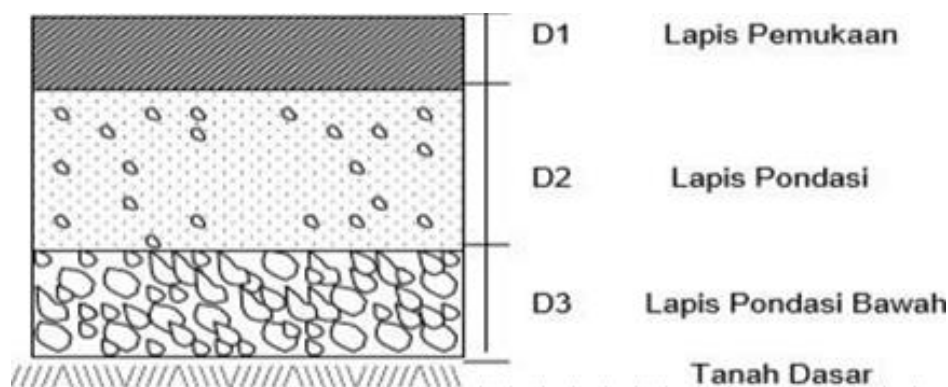
2.5 Pengertian dan Jenis Perkerasan Jalan

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 pekerasan lentur (*flexible pavement*)

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Struktur lapisan perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar berikut:

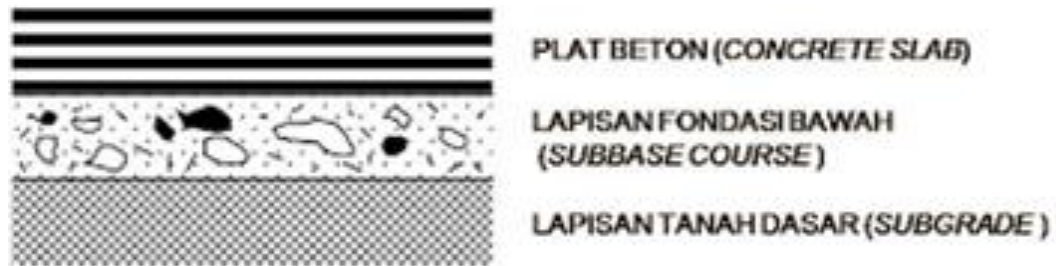


Gambar 2.3 : Struktur Perkerasan Lentur (Departemen Pemukiman dan Prasarana wilayah, 2002).

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*)

Konstruksi 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:

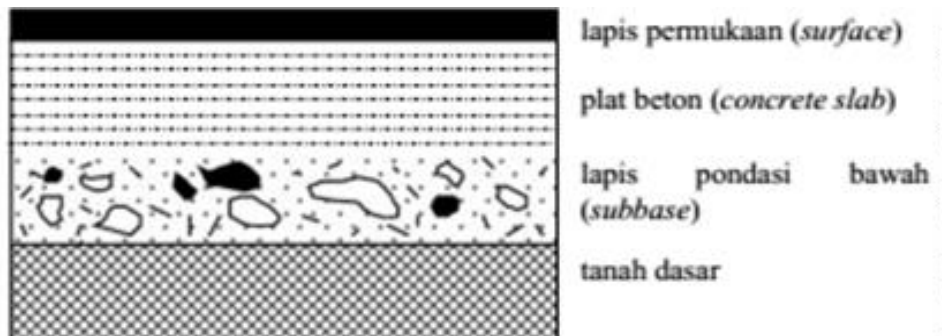


Gambar 2.4 : Struktur Perkerasan Kaku (Departemen Pemukiman dan Prasarana wilayah, 2002)

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 berikut:



Gambar 2.5 : 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 di tanah dasar yang telah dipadatkan seperti pada Gambar. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya.

Struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis, semakin ke bawah 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

Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 merupakan revisi terhadap Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 yang meliputi perubahan struktur penyajian untuk mempermudah pemahaman pengguna dan penambahan serta perbaikan kandungan manual. Metode ini disusun untuk mengakomodasi tantangan dan hambatan dalam kinerja aset jalan di Indonesia. Tujuan metode ini adalah untuk terlaksananya konstruksi jalan yang dapat memberikan pelayanan secara optimal terhadap lalu lintas sesuai dengan umur rencana.

Pada Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 terdapat dua bagian ketentuan teknis untuk pelaksanaan pekerjaan desain perkerasan jalan, yaitu: Bagian Pertama tentang Struktur Perkerasan Baru dan Bagian Kedua tentang Rehabilitasi Perkerasan. Dimana pada bagian-bagian tersebut dijelaskan ketentuan-ketentuan dan contoh penggunaan dalam pelaksanaan pekerjaan desain perkerasan jalan.

Pada Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dijelaskan tentang perencanaan tebal lapisan perkerasan lentur. Adapun langkah-langkah yang perlu dipenuhi dalam perencanaan tersebut ialah:

2.7.1 Menentukan Umur rencana (UR)

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. Untuk menentukan umur rencana perkerasan dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2.1 : Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (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 (overlay), Seperti: jalan perkotaan, Underpass, jembatan, terowongan	
	Cement Treated Based (CBT)	
Perkerasan Kaku	Lapisan fondasi atas, lapisan fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan	
Jalan Tanpa Penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

2.7.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data-data pertumbuhan series i dengan faktor pertumbuhan yang berlaku (MDP No.02/M/BM/2017). Jika data tersebut tidak tersedia maka dapat menggunakan Tabel berikut:

Tabel 2.2 : Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (MDP Jalan 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

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*):

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

Dimana:

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i : Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

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 akan menanggung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Lalu lintas pada lajur rencana memperhitungkan dua faktor, yaitu:

1. Faktor Distribusi Arah (DD), untuk jalan dua arah faktor distribusi arah umumnya diambil nilai 0,50 kecuali pada lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu.
2. Faktor Distribusi Lajur (DL), faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Nilai faktor distribusi jalan dijelaskan pada Tabel berikut:

Tabel 2.3 : Faktor Distribusi Lajur (DL) (MDP 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 Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Faktor ekuivalen beban atau *Vehicle Damage Factor* adalah suatu faktor yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan perkerasan yang diakibatkan satu lintasan kendaraan tertentu. Dalam desain perkerasan, faktor ekuivalen beban berguna sebagai faktor konversi dari beban lalu lintas ke beban standar (ESA).

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db tahun 2017, beban lalu lintas harus dikonversikan ke beban standar (ESA) dengan menggunakan faktor ekuivalen 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 berikut:

Tabel 2.4 : 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

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, dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{CESAL} = (\sum \text{LHR} \times \text{VDF}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \quad (2.2)$$

Dimana:

CESAL	= kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen pada tahun pertama
LHR	= lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (kend/hari)
VDF	= 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 Stuktur 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 yang dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2.5 : 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 ≥ 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	-	-	-	-

2.7.7 Desain Fondasi Jalan Minimum

Desain fondasi jalan adalah desain perbaikan tanah dasar dan lapis penopang, tiang pancang mikro atau penanganan lainnya yang dibutuhkan untuk memberikan landasan pendukung struktur perkerasan lentur. Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017, desain pondasi jalan minimum ditunjukkan oleh Tabel berikut:

Tabel 2.6 : 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
			< 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

Menurut MDP 2017, Menentukan tebal lapisan perkerasan lentur dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2.7 : Bagan Desain-3B Perkerasan Lentur dengan Aspal sebagai Lapis Pondasi Berbutir (MDP 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 (106 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

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 struktur.

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

Pada MDP 2024 Untuk Faktor Disribudi Lajur dan Kapasitas Lajur sama dengan MDP 2017.

2.8.4 Faktor Ekvivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

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

Tabel 2.8 : 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

Menutur 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)

VDFJK : 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 kumulatif

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 2.9 : 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 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	8	-	-	-	2	2

lintas berat						
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 2.10 : 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 perbaikan tanah dasar (mm)		
5	SG5	Pernaikan tanah dasar dengan material tibtunan 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 tibtunan dengan tebal minimum yang sama dengan ketentuan 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 2.11 : Bagan Desain-4 Desain perkerasan lentur dengan HRS (MDP 2024)

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 CESAL5)	FF1 < 0,5	$0,5 \leq \text{FF2} \leq 4,0$
Jenis Permukaan	HRS atau Penetrasi Makadam	HRS2
Struktur Perkerasaan	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

2.9 American Association Of State Highway And Transportation Official 1993

Perencanaan tebal perkerasan jalan yang digunakan mengacu pada AASHTO *guide for design of pavement structures* 1993. Prosedur, parameter-parameter perencanaan sebagai berikut:

2.9.1 Tanah Dasar

Data tanah yang menjadi parameter perhitungan tabel perkerasan lentur adalah *resilient modulus* (MR). *Resilient modulus* adalah salah satu uji kekakuan material tanah dasar. Apabila tidak memiliki alat uji resilien modulus (*triaxial*), terdapat formula pendekatan nilai resilient modulus yang menunjukkan hubungan CBR dengan MR, yaitu:

$$\text{MR} = 1500 \times \text{CBR}. \quad (2.4)$$

2.9.2 Lalu Lintas

Parameter lalu lintas yang digunakan dalam perencanaan lalu lintas didasarkan pada jenis kendaraan, volume, tingkat pertumbuhan, faktor kerusakan, umur rencana, faktor distribusi lajur dan arah serta *Equivalent Single Axle Load* (CESAL).

1. Faktor distribusi arah (DD) = 0,3 - 0,7 dan umumnya diambil 0,5
2. Faktor distribusi lajur (DL) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.12 : Faktor Distribusi Lajur (DL) (AASHTO 1993)

Jumlah Lajur Setiap Arah	Persen dari 18-kip CESAL untuk Lajur Rencana (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Rumus umum traffic design (W18) tahunan dapat dilihat sebagai berikut:

$$W_{18} = \sum_{N_1}^{N_n} LHR_j \times E \times D_d \times D_l \times 365 \quad (2.5)$$

Dimana:

LHR_j = Jumlah lalu lintas harian rata-rata 2 arah untuk jenis kendaraan

E = Angka Ekuivalen

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

N₁ = Lalu lintas pada tahun pertama jalan dibuka

N_n = Lalu lintas pada akhir umur rencana

Lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan lentur adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar standar kumulatif pada jalur rencana selama (W₁₈) dengan besaran kenaikan lalu lintas (*traffic growth*). Secara numerik, rumusan lalu lintas kumulatif ini sebagai berikut:

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (2.6)$$

Dimana:

W_t = Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

W_{18} = Bichan pandar standar kumulatif selama 1 tahun

n = Umur pelayanan, atau umur rencana UR (tahun)

I = Perkembangan lalu lintas (%)

2.9.3 Menentukan Nilai CBR

Dalam AASHTO 1993, tanah dasar dengan nilai CBR yang rendah harus ditimbun timbunan pilihan dengan nilai CBR tertentu agar dapat memperbaiki nilai CBR tanah dasar, agar dapat menopang beban yang melewati jalan tersebut, Menentukan CBR AASHTO 1993 dapat menggunakan persamaan berikut:

$$CBR = \left(\frac{h_1 \times \sqrt[3]{CBR_1} + h_2 \times \sqrt[3]{CBR_2}}{h_1 + h_2} \right)^3 \quad (2.7)$$

Dimana:

h_1 : Tinggi tanah dasar

CBR_1 : Nilai CBR tanah dasar

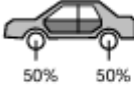
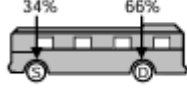
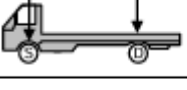
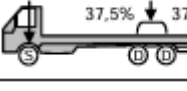
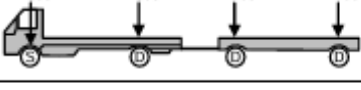
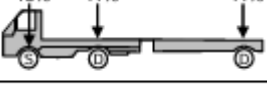
h_2 : Tinggi timbunan pilihan

CBR_2 : Nilai CBR timbunan pilihan

2.9.4 Nilai Ekivalen

Menurut Sukirman pada buku Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Lentur 2010, menunjukkan distribusi beban sumbu dari berbagi jenis kendaraan sebagaimana yang diberikan oleh Bina Marga pada Buku Manual Desain Perkerasan Jalan dengan alat *Bankelmen Beam* No 01/MN/BM/83 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.13 : Distribudi Beban Sumbu Berbagai Jenis Kendaraan (Bina Marga, No. 01/MN/BM/83)

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan Maksimum (ton)	Berat Total Maksimum (ton)	
1.1 Mobil Penumpang	1,5	0,5	2,0	
1.2 Bus	3	6	9	 (S) Roda Tunggal Pada Ujung Sumbu (D) Roda Ganda Pada Ujung Sumbu
1.2L Truk	2,3	6	8,3	 L = truk ringan H = truk berat
1.2H Truk	4,2	14	18,2	
1.22 Truk	5	20	25	
1.2 + 2.2 Trailer	6,4	25	31,4	
1.2+ 2 Trailer	6,2	20	26,2	
1.2+ 22 Trailer	10	32	42	

Angka ekivalen pada Aashto 1993 sangat bervariasi sesuai dengan konfigurasi sumbu, beban sumbu, terminal *serviceability Index* (P_t), dan *Structural Number* (SN). Dalam buku Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Sukirman 2010, sudah tersedia tabel Nilai Ekivalen dengan syarat sumbu tunggal dengan nilai $IP_t = 2,5$. Dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2. 14 : Nilai Angka Ekuivalen (Sukirman 2010)

Beban sumbu		Angka Struktural (SN) ¹⁾						SNI 1732-1989-F ²⁾	Pd.T-05-2005-B ³⁾
kips	Ton	1	2	3	4	5	6		Roda ganda
2	0,9	0,0004	0,0004	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001
4	1,8	0,003	0,004	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002
6	2,7	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8	3,6	0,03	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04
10	4,5	0,08	0,10	0,1	0,10	0,09	0,08	0,09	0,09
12	5,4	0,17	0,20	0,18	0,21	0,19	0,18	0,19	0,19
14	6,4	0,33	0,36	0,35	0,39	0,36	0,34	0,38	0,38
16	7,3	0,59	0,61	0,61	0,65	0,62	0,61	0,64	0,64
18	8,2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	9,1	1,61	1,57	1,55	1,47	1,51	1,55	1,55	1,55
22	10,0	2,48	2,38	2,28	2,09	2,18	2,30	2,26	2,26
24	10,9	3,69	3,49	3,23	2,89	3,03	3,27	3,18	3,18
26	11,8	5,33	4,99	4,42	3,91	4,09	4,48	4,37	4,37
28	12,7	7,49	6,98	5,92	5,21	5,39	5,98	5,87	5,87
30	13,6	10,3	9,5	7,9	6,8	6,97	7,8	7,72	7,72
32	14,5	13,9	12,8	10,5	8,8	8,9	10,0	9,97	9,97
34	15,4	18,4	16,9	13,7	11,3	11,2	12,5	12,69	12,69
36	16,3	24,0	22,0	17,7	14,4	13,9	15,5	15,92	15,92
38	17,2	30,9	28,3	22,6	18,1	17,2	19,0	19,74	19,74
40	18,1	39,3	35,9	28,5	22,5	21,1	23,0	24,21	24,21
42	19,0	49,3	45,0	35,6	27,8	25,6	27,7	29,39	29,39
44	19,9	61,3	55,9	44,0	34,0	31,0	33,1	35,37	35,37
46	20,8	75,5	68,8	54,0	41,4	37,2	39,3	42,22	42,22
48	21,7	92,2	83,9	65,7	50,1	44,5	46,5	50,01	50,01
50	22,6	112,0	102,0	79,0	60,0	53,0	55,0	58,84	58,84

2.9.5 Kriteria Kinerja (*Serviceability*)

Serviceability merupakan tingkat pelayanan yang diberikan oleh sistem perkerasan yang kemudian dirasakan oleh pengguna jalan. Nilai *serviceability* ini merupakan nilai yang menjadi penentu tingkat pelayanan fungsional dari suatu sistem perkerasan jalan. Nilai *Serviceability* ini diberikan dalam beberapa tingkatan antara lain :

1. *Reviceability* (P_0) adalah tingkat pelayanan awal. Nilai yang direkomendasikan oleh *AASHTO Road Test* adalah 4,2 untuk *Flexible Pavemments* dan 4,5 untuk *Rigid Pavements*.
2. Untuk perkerasan yang harus dilakukan perbaikan pelayanannya, nilai

serviceability diberikan sebesar 2,0 atau 2,5. Nilai ini dalam terminologi perkerasan diberikan sebagai nilai terminal *serviceability* (P_t).

Tabel 2.15 : Indeks Permukaan Jalan (AASHTO 1993)

Indeks Permukaan	Fungsi Pelayanan
4 – 5	Sangat baik
3 – 4	Baik
2 – 3	Cukup
1 – 2	Kurang
0 – 1	Sangat kurang

Setelah P_0 dan P_t ditetapkan, persamaan beriku dapat digunakan untuk menentukan total perubahan indeks kemudahan layanan.

$$\Delta PSI = p_o - p_t \quad (2.8)$$

2.9.6 Reliabilitas (*Reliability*)

Reliabilitas adalah tingkat kepastian atau probabilitas bahwa struktur perkerasan mampu melayani arus lalu lintas selama umur rencana sesuai dengan proses penurunan kinerja struktur perkerasan yang dinyatakan dengan *serviceability* yang direncanakan. Pada Tabel ditampilkan rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan. Tingkat reliabilitas yang tinggi menunjukkan jalan yang melayani lalu-lintas yang tinggi, sedangkan tingkat yang paling rendah, 50% menunjukkan jalan lokal. Nilai reliabilitas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.16 : Nilai Reliabilitis (AASHTO 1993).

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Jalan Nasional dan Bebas Hambatan	85 - 99,9	80 - 99,9
Arteri Primer	80 – 99	75 - 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Deviasi standar (S_o) harus dipilih yang mewakili kondisi setempat, dengan rentang nilai antara 0,40 – 0,50. Dalam persamaan desain perkerasan lentur, *level*

of reliability (R) diakomodasi dengan parameter penyimpangan normal standar (standard normal deviate, ZR). Pada Tabel ditampilkan nilai ZR untuk level of serviceability tertentu.

Tabel 2.17 : Nilai Standar Deviasi Normal Untuk Tingkat Reliability (R) Tertentu (AASHTO 1993)

Reliabilitas R (%)	Standar Normal	Reliabilitas R (%)	Standar Normal	Reliabilitas R (%)	Standar Normal
	Deviate, Zr		Deviate, Zr		Deviate, Zr
50,000	0,000	90,000	-1,282	96,000	-1,751
60,000	-0,253	91,000	-1,340	97,000	-1,881
70,000	-0,524	92,000	-1,405	98,000	-2,054
75,000	-0,674	93,000	-1,476	99,000	-2,327
80,000	-0,841	94,000	-1,555	99,900	-3,090
85,000	-1,037	95,000	-1,645	99,990	-3,750

2.9.7 Faktor Drainase

Untuk perencanaan tebal perkerasan jalan kualitas drainase ditentukan berdasarkan kemampuan menghilangkan air dari struktur perkerasan. Tabel menunjukkan kelompok kualitas drainase berdasarkan AASHTO 1993 berikut:

Tabel 2.18 : Kelompok Kualitas Drainase (AASHTO 1993)

Kualitas Drainase	Air Hilang Dalam
Baik sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Jelek sekali	air tidak mengalir

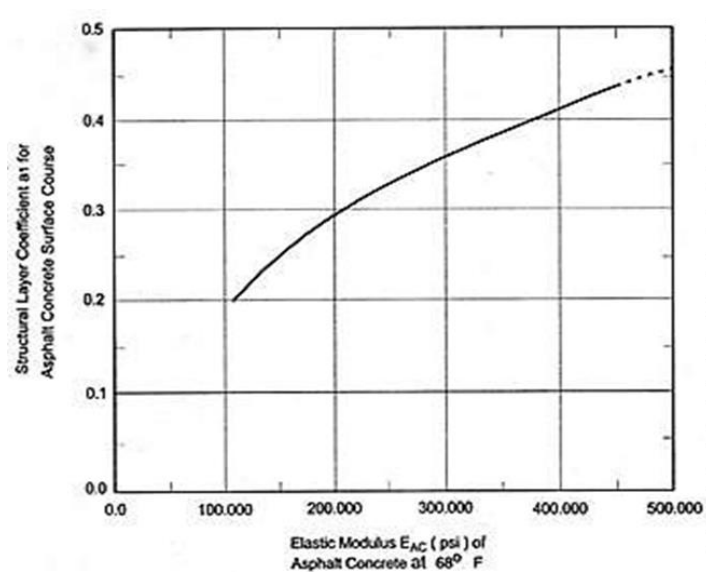
Pengaruh kualitas drainase dalam proses perencanaan tebal lapisan perkerasan dinyatakan menggunakan koefisien drainase (m) seperti pada Tabel berikut:

Tabel 2.19 : Koefisien Drainase (m) (AASHTO 1993)

Kualitas Drainase	Persen Waktu Struktur Perkerasan Dipengaruhi oleh Kadar Air yang Mendekati Jenuh			
	< 1%	1-5%	5 – 25%	> 25%
Baik sekali	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Sedang	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Jelek	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Jelek Sekali	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

2.9.8 Grafik menentukan koefisien kekuatan relatif (a_1)

Lapis Permukaan Beton Aspal (*Asphalt Concrete Surface Course*) Nilai koefisien kekuatan relatif untuk Lapis Permukaan Beton Aspal bergradasi rapat berdasarkan modulus elastisitas (EA) pada suhu 68° F dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 2.6 : Grafik menentukan koefisien kekuatan relatif (a_1) (AASHTO 1993).

Disarankan agar berhati-hati untuk nilai modulus diatas 450.000 Psi permukaan beton aspal bergradasi baik. Meskipun modulus beton aspal yang lebih tinggi, lebih kaku dan lebih tahan terhadap lenturan, akan tetapi lebih rentan terhadap retak *fatigue*.

2.9.9 Lapis Fondasi Bawah Granular (*Granular Base Layers*) (a_2)

Koefisien kekuatan relatif (a_2) untuk lapis fondasi ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

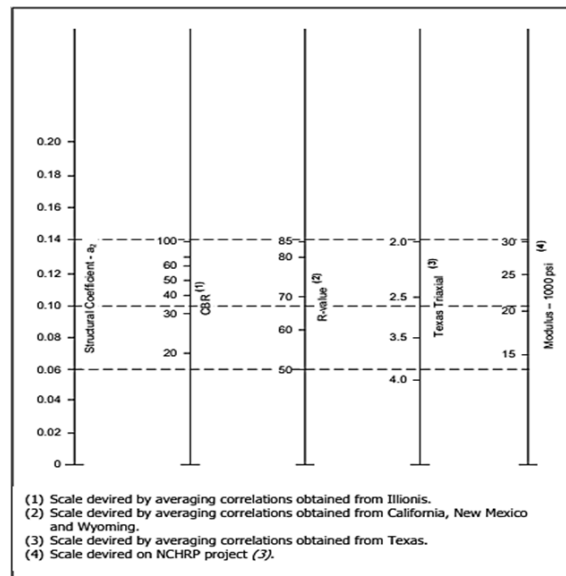
$$a_2 = 0,249 \times (\log E_{bs}) \times 0,977 \quad (2.9)$$

Dimana:

a_2 = koefisien relatif lapis fondasi berbutir

E_{BS} = modulus elastisitas lapis fondasi (Psi)

Koefisien kekuatan relatif granular a_2 juga dapat diperkirakan menggunakan gambar berikut:



Gambar 2.7 : Grafik Koefisien kekuatan relatif granular a_2 (AASHTO 1993)

2.9.10 Koefisien Kekuatan Relatif a_3

Koefisien kekuatan relatif (a_3) untuk lapis fondasi bawah ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

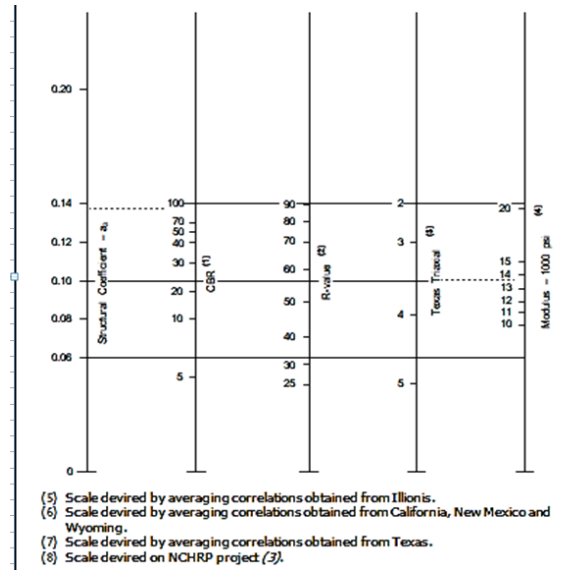
$$a_3 = 0,227 \times (\log E_{sb}) - 0,839 \quad (2.9)$$

Dimana:

a_3 = Koefisien relatif lapis fondasi bawah berbutir

E_{SB} = Modulus elastisitas lapis fondasi bawah (psi)

Koefisien kekuatan relatif granular a_3 juga dapat diperkirakan menggunakan gambar berikut:



Gambar 2.8 : Grafik Koefisien kekuatan relatif (a_3) (AASHTO1993)

2.9.11 Structural Number

Untuk menentukan nilai SN (*Structural Number*) yaitu dengan literasi dengan persamaan berikut:

$$\log W_{18} = Z_r \times S_0 + 9,36 \log_{10}(SN+1) - 0,20 + \frac{\log \frac{(\Delta Psi)}{(4,2-1,5)}}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10}(MR) + 8,07 \quad (2.10)$$

Dimana:

W_{18} = Repetisi 18,000 CESAL selama umur rencana

SN = *Structural Number*

Z_r = Simpangan Baku Normal (*Standart diviasi*)

Δpsi = Perbedaan *Servicebility Index* di awal dan akhir umur rencana

M_R = *Modulus Resilient* tanah dasar

S_0 = Standart Deviasi

Ketika sudah mendapatkan nilai SN dari masing masing lapisan, maka bisa di kontrol menggunakan persamaan berikut:

1. *Structural number 1*

$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad (2.11)$$

Dimana :

SN_1 = *Structural Number 1*

2. *Structural number 2*

$$D_2^* \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2} \quad (2.12)$$

Dimana :

SN_2 = *Structural Number 2*

3. *Structural number 3*

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 \times m_3} \quad (2.13)$$

Dimana :

SN_3 = *Structural Number 3*

2.9.12 Batas-batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan (D_i)

AASHTO 1993 memberikan batasan minimum untuk tebal perkerasan sesuai tabel berikut:

Tabel 2.20 : Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan (AASHTO 1993)

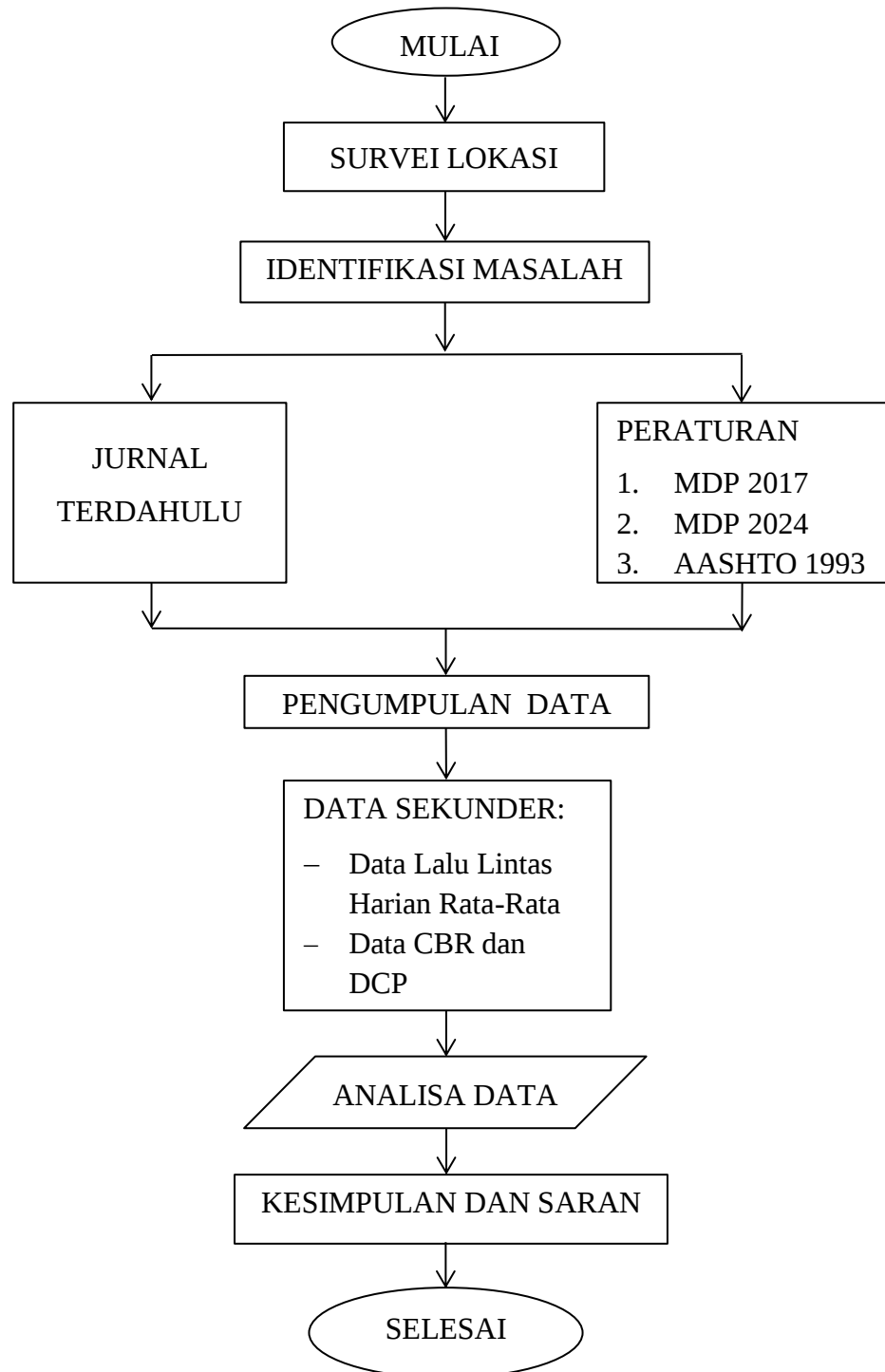
Volume Lalulintas CESAL's	Beton Aspal	Pondasi Agregat
<50.000	1,0	4
50.001 – 150.000	2,0	4
150.001 – 500.000	2,5	4
500.001 – 2.00.000	3,0	6
2.000.001 – 7.000.000	2,5	6
>7.000.000	4,0	6

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

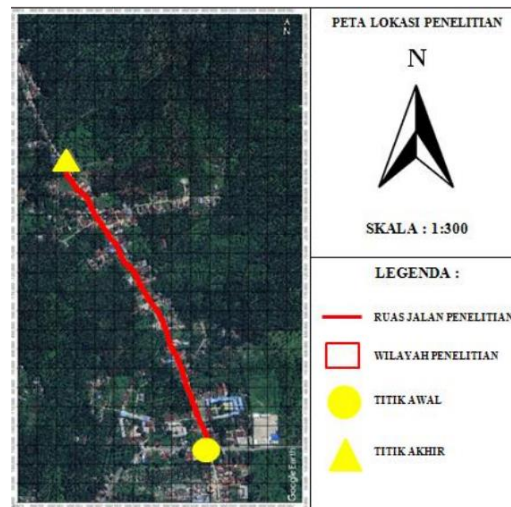
3.1 Bagan Alir Penelitian

Berikut adalah bagan alir dari penelitian



3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berada dibatas Kabupaten Asahan dan Kota Tanjung Balai Provinsi Sumatera Utara. Untuk titik awal penelitian berada pada MDN 188+830 – MDN 189+830 dengan total panjang jalan yang diteliti adalah 1.000 meter dan titik awal korrdinat: LU: 03°00'00" dan LS: 99°48'48,9" sampai titik akhir korrdinat yaitu: LU : 03° 00' 29,1" dan LS : 99° 48' 37,3".



Gambar 3. 1: Lokasi Peletian (CV. Prima Rancang)

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah data kearsipan yang dapat diperoleh dari perusahaan atau badan tertentu dan pihak insan terkait, data tersebut antara lain:

1. Data Lalulintas Harian Rata-rata Data lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada tahun 2021 dari kantor CV. Prima Rancang
2. Data Tanah Data penyelidikan tanah untuk mendapatkan CBR tanah dasar yang digunakan untuk menentukan perkerasan di dapat dari hasil tes DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) yang dilaksanakan dengan interval 200 meter diperoleh dari kantor CV. Prima Rancang
3. Data Gambar Jalan Data gambar diperoleh dari CV. Prima Rancang

3.4 Metode Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data-data yang diperlukan dalam pekerjaan perkerasan lentur yaitu data LHR, data CBR dan lain-lain.
2. Merencanakan ketebalan lapisan lentur berdasarkan metode Manual Desain Perkerasan 2017, metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 dan metode AASHTO 1993.

3.5 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Tabel 3.1 : Data Lalu Lintas Harian 2 arah (CV. Prima Rancang)

Golongan Kendaraan	Jenis Kendaraan	LHR 2021
1	Sepeda kumbang, Sepeda Motor, Roda 3	1760
2	Sedan, Jeep, Station Wagon	92
3	Oplet, Pickup Oplet, Minibus, Combi	195
4	Pickup, Mikrotruk, Mobil hantaran	313
5A	Bus Kecil	1
5B	Bus Besar	0
6A	Truk Ringan 2 sumbu	55
6B	Truk sedang 2 sumbu	4
7A1	Truk 3 sumbu berat	0
7A2	Truk 3 sumbu berat	0
7B1	Truk 4 sumbu berat	0
7B2	Truk 4 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

3.6 Data *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)

Tabel 3.2 : Data DCP pada STA 0+000 (CV. Prima Rancang)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. Mm	KUM DCP	CBR (%)	$h \cdot cbr^{1/3}$
	cm	mm				
1	2	3	4	5	6	7
0						
1	3,0	30	30	0	7,5	5,87
2	4,0	40	10	10	31,7	3,16
3	5,0	50	10	40	31,7	3,16
4	6,0	60	10	50	31,7	3,16
5	6,5	65	5	55	78,7	2,14
6	8,0	80	15	75	18,6	3,97
7	9,0	90	10	75	31,7	3,16
8	10,0	100	10	90	31,7	3,16
9	11,0	110	10	100	31,7	3,16
10	13,0	130	20	120	12,7	4,67
11	20,0	200	70	180	2,5	9,45
12	26,0	260	60	190	3,0	8,66
13	38,0	380	120	320	1,2	12,79
14	48,0	480	100	360	1,5	11,55
15	56,0	560	80	460	2,1	10,19
16	64,0	640	80	560	2,1	10,19
17	73,0	730	90	650	1,8	10,88
18	82,0	820	90	730	1,8	10,88
19	94,0	940	120	850	1,2	12,79
20	100,0	1000	60	880	3,0	8,66
			1004			148,7
CBR at this point (%)					3,25	

Tabel 3.3 : Data DCP pada STA 0+200 (CV. Prima Rancang)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. Mm	KUM DCP	CBR (%)	$h \cdot \text{cbr}^{1/3}$
	cm	mm				
1	2	3	4	5	6	7
0						
1	2,0	20	20	0	12,7	4,67
2	3,0	30	10	10	31,7	3,16
3	4,0	40	10	30	31,7	3,16
4	5,0	50	10	40	31,7	3,16
5	6,0	60	10	50	31,7	3,16
6	7,0	70	10	60	31,7	3,16
7	8,0	80	10	70	31,7	3,16
8	9,0	90	10	80	31,7	3,16
9	10,0	100	10	90	31,7	3,16
10	11,0	110	10	100	31,7	3,16
11	12,0	120	10	110	31,7	3,16
12	13,0	130	10	120	31,7	3,16
13	14,0	140	10	130	31,7	3,16
14	15,0	150	10	140	31,7	3,16
15	17,0	170	20	160	12,7	4,67
16	18,0	180	10	160	31,7	3,16
17	23,0	230	50	220	3,8	7,82
18	37,0	370	140	320	1,0	13,95
19	46,0	460	90	320	1,8	10,88
20	54,0	540	80	450	2,1	10,19
21	68,0	680	140	600	1,0	13,95
22	74,0	740	60	600	3,0	8,66
23	80,0	800	60	740	3,0	8,66
24	87,0	870	70	810	2,5	9,45
25	95,0	950	80	880	2,1	10,19
26	100,0	1000	50	920	3,8	7,82
			1004			162,2
CBR at this point (%)					4,22	

Tabel 3.4 : Data DCP pada STA 0+400 (CV. Prima Rancang)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. Mm	KUM DCP	CBR (%)	$h \cdot cbr^{1/3}$
	cm	mm				
1	2	3	4	5	6	7
0						
1	2,5	25	25	0	9,5	5,30
2	5,0	50	25	25	9,5	5,30
3	8,5	85	35	60	6,1	6,40
4	11,0	110	25	75	9,5	5,30
5	13,5	135	25	110	9,5	5,30
6	17,2	172	37	147	5,7	6,60
7	21,1	211	39	174	5,3	6,80
8	25,1	251	40	212	5,1	6,90
9	29,3	293	42	253	4,8	7,09
10	34,2	342	49	300	3,9	7,73
11	40,0	400	58	351	3,1	8,50
12	47,5	475	75	417	2,2	9,82
13	55,6	556	81	481	2,0	10,26
14	62,7	627	71	546	2,4	9,52
15	68,0	680	53	609	3,5	8,08
16	72,5	725	45	672	4,4	7,37
17	76,3	763	38	718	5,5	6,70
18	79,0	790	27	752	8,6	5,53
19	81,2	812	22	785	11,2	4,93
20	84,0	840	28	818	8,2	5,64
21	87,0	870	30	842	7,5	5,87
22	89,1	891	21	861	12,0	4,80
23	92,0	920	29	899	7,8	5,76
24	95,5	955	35	926	6,1	6,40
25	100,0	1000	45	965	4,4	7,37
			1000			169,3
CBR at this point (%)					4,85	

Tabel 3.5 : Data DCP pada STA 0+600 (CV. Prima Rancang)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. Mm	KUM DCP	CBR (%)	$h \cdot cbr^{1/3}$
	cm	mm				
1	2	3	4	5	6	7
0						
1	8,0	80	80	0	2,1	10,19
2	11,0	110	30	30	7,5	5,87
3	14,0	140	30	110	7,5	5,87
4	17,0	170	30	140	7,5	5,87
5	23,0	230	60	200	3,0	8,66
6	30,0	300	70	240	2,5	9,45
7	40,0	400	100	330	1,5	11,55
8	51,0	510	110	410	1,4	12,18
9	63,0	630	120	520	1,2	12,79
10	72,0	720	90	600	1,8	10,88
11	80,0	800	80	710	2,1	10,19
12	85,0	850	50	770	3,8	7,82
13	90,0	900	50	850	3,8	7,82
14	93,0	930	30	880	7,5	5,87
15	96,0	960	30	930	7,5	5,87
16	98,0	980	20	950	12,7	4,67
17	100,0	1000	20	980	12,7	4,67
			1000			140,2
CBR at this point (%)					2,76	

Tabel 3.6 : Data DCP pada STA 0+800 (CV. Prima Rancang)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. Mm	KUM DCP	CBR (%)	$h \cdot cbr^{1/3}$
	cm	mm				
1	2	3	4	5	6	7
0						
1	7,0	70	70	0	2,5	9,45
2	8,0	80	10	10	31,7	3,16
3	9,0	90	10	80	31,7	3,16
4	10,0	100	10	90	31,7	3,16
5	11,0	110	10	100	31,7	3,16
6	15,0	150	40	140	5,1	6,90
7	24,0	240	90	200	1,8	10,88
8	30,0	300	60	210	3,0	8,66
9	45,0	450	150	390	0,9	14,51
10	57,0	570	120	420	1,2	12,79
11	65,0	650	80	530	2,1	10,19
12	70,0	700	50	620	3,8	7,82
13	74,0	740	40	690	5,1	6,90
14	82,0	820	80	780	2,1	10,19
15	86,0	860	40	780	5,1	6,90
16	94,0	940	80	900	2,1	10,19
17	100,0	1000	60	920	3,0	8,66
			1000			136,7
CBR at this point (%)					2,55	

Tabel 3.7 : Data DCP pada STA 1+000 (CV. Prima Rancang)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. Mm	KUM DCP	CBR (%)	$h \cdot cbr^{1/3}$
	cm	mm				
1	2	3	4	5	6	7
0						
1	4,5	45	45	0	4,4	7,37
2	6,0	60	15	15	18,6	3,97
3	7,0	70	10	55	31,7	3,16
4	8,0	80	10	70	31,7	3,16
5	9,1	91	11	81	27,9	3,34
6	10,5	105	14	94	20,4	3,82
7	12,0	120	15	106	18,6	3,97
8	13,6	136	16	121	17,1	4,12
9	15,0	150	14	134	20,4	3,82
10	17,1	171	21	157	12,0	4,80
11	20,2	202	31	181	7,2	5,98
12	25,0	250	48	219	4,0	7,64
13	29,5	295	45	247	4,4	7,37
14	34,4	344	49	299	3,9	7,73
15	38,4	384	40	335	5,1	6,90
16	41,6	416	32	376	6,9	6,08
17	44,2	442	26	410	9,0	5,41
18	47,3	473	31	447	7,2	5,98
19	49,0	490	17	459	15,8	4,26
20	52,0	520	30	503	7,5	5,87
21	54,0	540	20	510	12,7	4,67
22	58,0	580	40	560	5,1	6,90
23	61,0	610	30	570	7,5	5,87
24	66,0	660	50	630	3,8	7,82
25	72,5	725	65	675	2,7	9,06
26	87,0	870	145	805	0,9	14,23
27	100,0	1000	130	855	1,1	13,38
			1000			166,7
CBR at this point (%)					4,63	

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Perencanaan

Penelitian ini berada pada ruas Jalan Teluk Nibung – Pematang Pasir Kota Tanjung Balai Provinsi Sumatera Utara, dengan menggunakan Metode MDP 2017, MDP 2024, Dan AASTHO 1993 dengan data perencanaan jalan sebagai berikut:

- a. Lebar Jalan : 4 meter
- b. Panjang Jalan : 1 kilometer
- c. Tipe Jalan : 2/2 TT
- d. Klasifikasi Jalan : Kolektor Rular
- e. CBR tanah dasar : 2,6 %

4.2 Menentukan Perkerasan Lentur dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

4.2.1. Menentukan Umur Rencana

Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, umur rencana dapat ditentukan dengan tabel 2.1. dan dapat diperoleh Umur Rencana (UR) adalah 20 tahun dikarenakan menggunakan elemen perkerasan berupa lapisan aspal dan lapisan berbutir.

4.2.2. Menentukan Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) selama pelaksanaan dan akhir umur rencana adalah 3,5% berdasarkan tabel 2.2, yaitu jalan kolektor di provinsi Sumatera. Dengan diperolehnya nilai Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan (i) dan Umur rencana (UR) maka pertumbuhan lalu lintas kumulatif (R) dapat dihitung dengan Pers. 2.7 :

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

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

$$R = 28,28$$

4.2.3. Menentukan Faktor Distribusi Lajur (DL) dan Faktor Distribusi Arah (DD)

Jalan Teluk Nibung – Pematang Pasir, Kota Tanjung Balai adalah jalan dengan tipe jalan 2/2UD, dimana jalan tersebut memiliki dua lajur dan dua arah yang tidak terbagi, sehingga menurut Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 jalan tersebut memiliki nilai faktor distribusi jalur (DL) yaitu 1 (Tabel 2.3) dan faktor distribusi arah (DD) yaitu umumnya diambil 0,5 kecuali pada lokasi tertentu.

4.2.4. Menentukan LHR

Jalan Teluk Nibung – Pematang Pasir, Kota Tanjung Balai adalah jalan yang yang direncanakan dimulai pekerjaan pada akhir tahun 2022 dan akan selesai di awal tahun 2023 dengan LHR yang digunakan adalah LHR 2021. Volume LHR dapat dihitung dengan LHR 2021 dan didapat LHR 2023 sebagai berikut:

Tabel 4.1 : Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Golongan Kendaraan	LHR 2021	LHR 2024
	Kendaraan/hari/2 arah	Kendaraan/hari/2 arah
1	1760	1951
2	92	101
3	195	216
4	313	347
5A	1	1
5B	0	0
6A	55	61
6B	4	4
7A1	0	0
7A2	0	0
7C1	0	0

4.2.5. Menentukan VDF 5 dan CESAL 5

Nilai VDF yang digunakan dalam perhitungan ini adalah nilai VDF aktual dikarenakan mengacu pada nilai VDF yang dihitung berdasarkan data lalu lintas yang sebenarnya atau yang dilapangan. VDF 5 yang digunakan di Provinsi Sumatera dengan beban Normal.

Tabel 4.2 : Perhitungan CESAL 5 pada MDP 2017

Golongan Kendaraan	LHR 2021	LHR 2024	VDF 5	Faktor Distribusi		ESA	
	(kendaraan/hari/2 arah)	(kendaraan/hari/2 arah)	Normal	DD	DL	2024	2044
1	1760	1951		0,5	1		
2	92	102		0,5	1		
3	195	216		0,5	1		
4	313	347		0,5	1		
5A	1	1		0,5	1		
5B	0	0	1,0	0,5	1		
6A	55	61	0,5	0,5	1	5.564	157.359
6B	4	4	4,6	0,5	1	3.723	105.287
7A1	0	0	7,4	0,5	1	0	0
7A2	0	0	5,6	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	9,6	0,5	1	0	0
7C2A	0	0	8,1	0,5	1	0	0
7C2B	0	0	8	0,5	1	0	0
7C3	0	0	8	0,5	1	0	0
7C4	0	0		0,5	1	0	0
8	0	0		0,5	1	0	0
total						9.287	262.646

Maka CESAL 5 dari perhitungan adalah 262.646

4.2.6. Menentukan Struktur Perkerasan

Dalam Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, menentukan struktur perkerasan jalan dengan menggunakan Tabel 2.12, dari hasil tabel tersebut untuk CESAL 5 dengan nilai 262.646 yaitu AC diatas Lapis fondasi agregat.

Tabel 4.3 : Menentukan 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 $\text{CBR} \geq 2,5\%$)	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 ≥ 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	-	-	-	-

4.2.7. Desain Fondasi Jalan Minimum

Dengan CBR tanah dasar 2,6% berdasarkan Tabel 2.6, 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 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 (pemuaiian > 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	

4.2.8. Menentukan Tebal Lapis Perkerasan

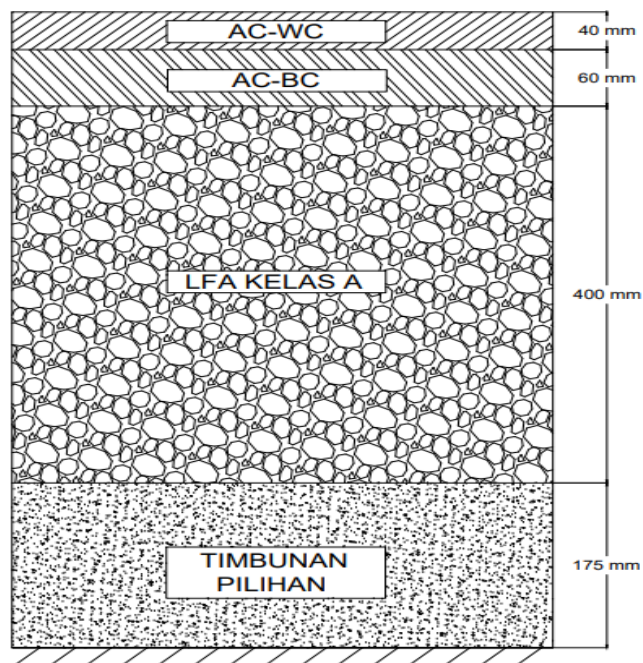
Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, setelah menentukan struktur perkerasan yang akan digunakan, untuk menentukan desain Tebal lapis perkerasan dilihat pada Bagan 3B (Tabel 2.9) berikut:

Tabel 4.5 : Pemilihan Tebal Lapis Perkerasan pada MDP 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 (106 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 Diatas, Diapat tebal lapis dari masing-masing lapisan yaitu:

- AC-WC = 40 mm
- AC-BC = 60 mm
- LPA kelas A = 400 mm
- Timbunan Pilihan = 175 mm



Gambar 4.1 : Tebal Lapis Perkerasan pada MDP 2017

4.3 Menentukan Perkerasan Lentur dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024

4.3.1 Menentukan Umur Rencana

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

4.3.2 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.

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

Faktor Distribusi Lajur (DL) dan Faktor Distribusi Arah (DD), Pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 masih sama dimana nilai Faktor Distribusi Lajur (DL) umumnya di ambil 1 untuk jalan 2 arah dan nilai Faktor Distribusi Arah (DD) yaitu 1 untuk jumlah 1 jalur setiap arah.

4.3.4 Menentukan LHR

Dalam Menentukan LHR sama seperti Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, sebagai berikut:

Tabel 4.6 : Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Golongan Kendaraan	LHR 2021	LHR 2023
	Kendaraan/hari/2 arah	Kendaraan/hari/2 arah
1	1762	1951
2	92	101
3	195	216
4	313	347
5A	1	1
5B	0	0
6A	55	61

6B	4	4
7A1	0	0
7A2	0	0
7C1	0	0

4.3.5 Menentukan VDF 5 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 pada MDP 2024

Golongan Kendaraan	LHR 2021	LHR 2024	VDF 5	Faktor Distribusi		ESA	
	(kendaraan/hari/2 arah)	(kendaraan/hari/2 arah)	Normal	DD	DL	2024	2044
1	1760	1951		0,5	1		
2	92	102		0,5	1		
3	195	216		0,5	1		
4	313	347		0,5	1		
5A	1	1		0,5	1		
5B	0	0	1,3	0,5	1		
6A	55	61	0,4	0,5	1	4.452	125.887
6B	4	4	0,4	0,5	1	324	9.155
7A1	0	0	3,4	0,5	1	0	0
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
					total	4.775	135.042

Dari Hasil Perhitungan, nilai CESAL 5 diperoleh adalah 130.475,48

4.3.6 Menentukan Struktur Perkerasan

Dalam Manual Desain Perkerasan Jalan 2024, menentukan struktur perkerasan jalan dengan menggunakan Tabel 2..9, dari hasil tabel tersebut untuk CESAL 5 dengan nilai 130,475,48 yaitu HRS tipis di atas lapis fondasi.

Tabel 4.8 : Menentukan Struktur Perkerasan pada MDP 2024.

Struktur Perkerasan	Bagan	Esa (Juta) dalam 20 tahun				
	Desain	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 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	-	-	-	-

4.3.7 Desain Fondasi Jalan Minimum

Dengan CBR tanah dasar 2,6% berdasarkan Tabel 2.10 maka desain fondasi minimum 300 mm, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.9 : Pemilihan Fondasi Jalan Minium pada 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	200	200	200
4	SG4				
3	SG3	material timbunan pilihan (CBR $\geq 10\%$)	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 dapat diganti tanah timbunan dengan tebal minimum yang sama dengan ketentuan 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		

4.3.8 Menentukan Tebal Lapis Perkerasan

Dalam menentukan tebal lapis perkerasan yang akan giunakan dapat dilihat pada Bagan Desain-4 (Tabel 2.11) dengan menggunakan nilai CESAL 5 dan stuktur perkerasan yang telah dipilih.

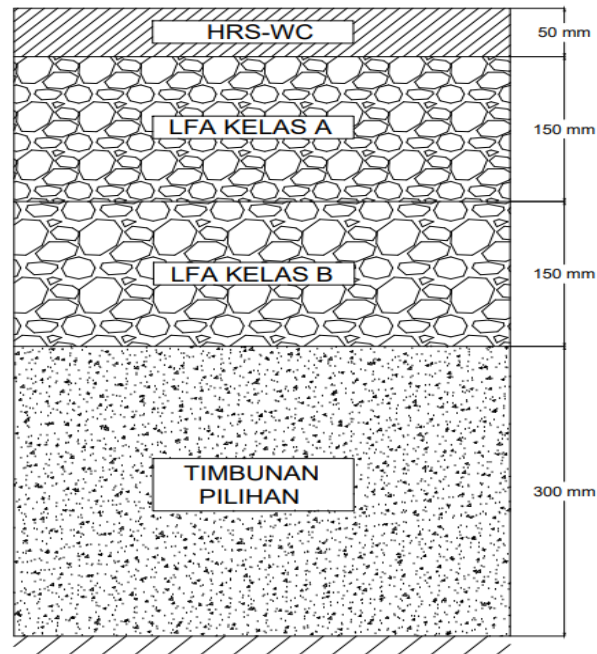
Tabel 4.10 : Menentukan Tebal Lapis pada MDP 2024

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (106 CESAL5)	FF1 < 0,5	0,5 $\leq$ FF2 $\leq$ 4,0
Jenis Permukaan	HRS atau Penetrasi Makadam	HRS2
Stuktur Perkerasaan	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 stuktur perkerasan yang telah dipilih untuk digunakan yaitu:

- HRS-WC : 50 mm

- b. LFA kelas A : 150 mm
- c. LFA kelas B : 150 mm
- d. Timbunan Pilihan : 300 mm



Gambar 4.2 : Tebal Lapis Perkerasan pada MDP 2024

4.4 Menentukan Perkerasan Lentur dengan Metode *American Association Of State Highway And Transportation Official 1993*

4.4.1. Analisa Lalu Lintas

Hasil Lalu Lintas Harian (LHR) rata-rata yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.11 : Volume Lalu Lintas pada AASHTO 1993.

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Berat Total Maksimum	Volume
Mobil Penumpang	1.1	2,0	318
minibus	1.1	2,0	1
micro truk, pick-up, mobil hantaran	1.1	2,0	347
truk 2 sumbu roda 4	1.2L	8,3	61
truk 2 sumbu roda 6	1.2H	18,2	4

Tabel 4.12 : Perhitungan Total Ekvivalen pada AASTHO 1993.

Jenis Kendaraan	Beban Sumbu		faktor ekivalen		total ekivalen	CESAL
	sb1	sb2	sb1	sb2		
Mobil Penumpang	1,000	1,000	0,0003	0,0003	0,0006	0,1978
minibus	1,000	1,000	0,0003	0,0003	0,0006	0,0006
micro truk, pick-up, mobil hantaran	1,000	1,000	0,0003	0,0003	0,0006	0,2159
truk 2 sumbu roda 4	2,822	5,478	0,0141	0,2048	0,2189	13,3520
truk 2 sumbu roda 6	6,188	12,012	0,3397	4,7233	5,0631	20,2522
					total CESAL	34,0187

Selanjutnya lalu lintas pada lajur rencana (W_{18}) dihitung sebagai berikut:

$$W_{18} \text{ Perhari pada lajur rencana} = D_D \times D_l \times \text{Total CESAL} = 0,5 \times 1 \times 34,0187 = 17,0094$$

$$W_{18} \text{ Pertahun} = 365 \times 17,0094 = 6.208,4128$$

$$W_t = W_{18} \text{Pertahun} \times \text{Faktor pertumbuhan} = W_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g}$$

$$= 6.208,4128 \times \frac{(1+0,035)^{20} - 1}{0,035} = 175.571,9371$$

Dari hasil analisa lalu lintas, nilai CESAL yang didapat adalah 175.571,9371.

4.4.2. Menentukan Faktor Distribusi Arah dan Faktor Distribusi Lajur

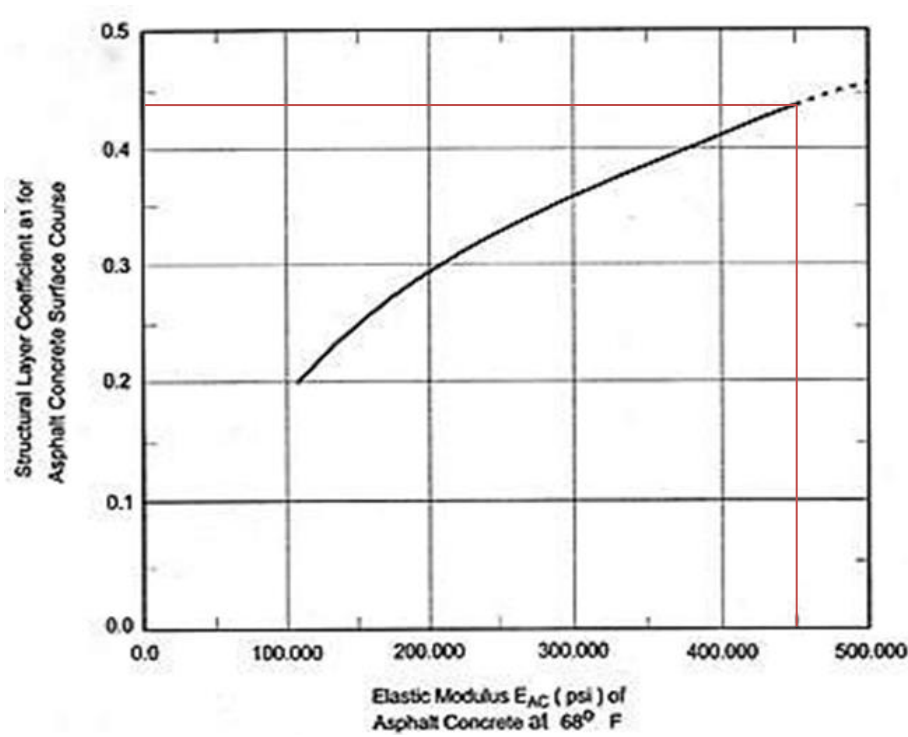
Dalam AASHTO 1993, faktor distribusi arah (DD) adalah 0,3 – 0,7 dan umumnya diambil 0,5 dan faktor distribusi lajur dengan jumlah lajur setiap arah adalah 1 yaitu 100% atau 1.

4.4.3. Menentukan Koefisien Lapisan (a_i)

a. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Pada AASHTO 1993, untuk lapisan struktural dari permukaan beton aspal bergradasi padat berdasarkan modulus elastisitasnya (E_{AC}) pada suhu 68°F disarankan menggunakan nilai modulus diatas 450.000 PSI, meskipun beton aspal memiliki modulus yang lebih tinggi, lebih tahan terhadap lenturan, dan lebih kaku, namun lebih rentan terhadap retak termal dan kelelahan. Sehingga

penulis mengambil nilai E_{AC} yaitu 450.000 PSI, sehingga nilai a_1 Dari grafik diatas, didapat nilai a_1 sebesar 0,4. dilihat dari grafik berikut:



Gambar 4.3 : Grafik Menentukan Nilai E_{AC}

b. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Untuk jenis batu pecah yang termasuk dalam jenis tanah granular, nilai koefisien adalah 0,14, maka dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$a_2 = (0,249 \times (\log_{10} E_{BS}) - 0,977)$$

$$0,14 = (0,249 \times (\log_{10} E_{BS}) - 0,977)$$

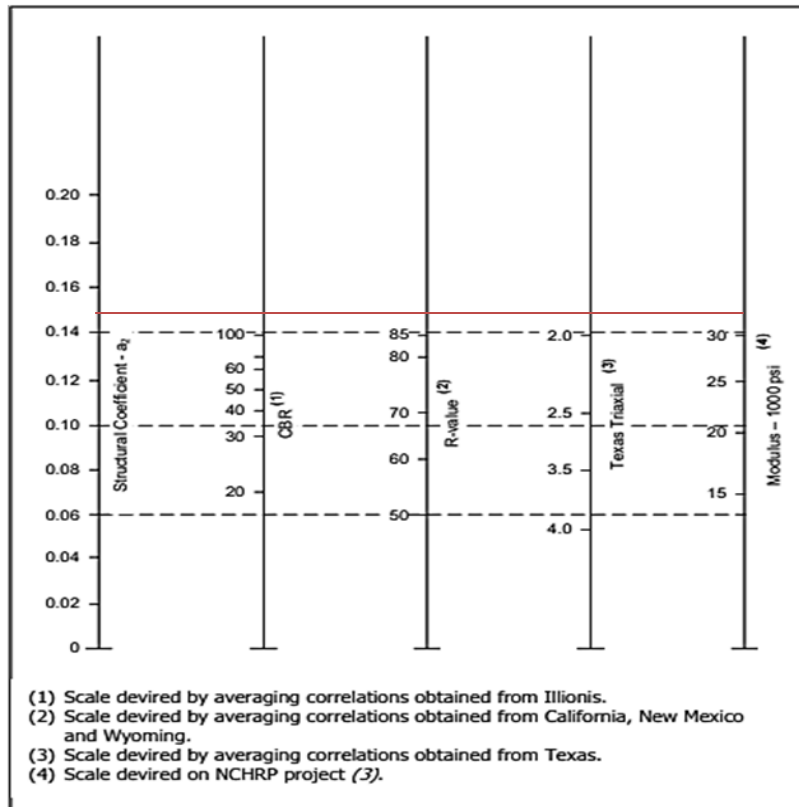
$$1,117 = (0,249 \times (\log_{10} E_{BS}))$$

$$1,117 / 0,249 = (\log_{10} E_{BS})$$

$$4,486 = (\log_{10} E_{BS})$$

$$E_{BS} = 30.620$$

Atau dalam menentukan nilai E_{BS} bisa menggunakan grafik berikut:



Gambar 4.4 : Grafik Menentukan Nilai E_{BS}

c. Lapisan Pondasi Bawah(Sub-Base Course)

Untuk jenis tanah granular yang digunakan memiliki nilai koefisien (a) yaitu 0,11, sehingga E_{SB} bisa dihitung dengan persamaan atau grafik sebagai berikut:

$$a_3 = 0,227(\log_{10} E_{SB}) - 0,839$$

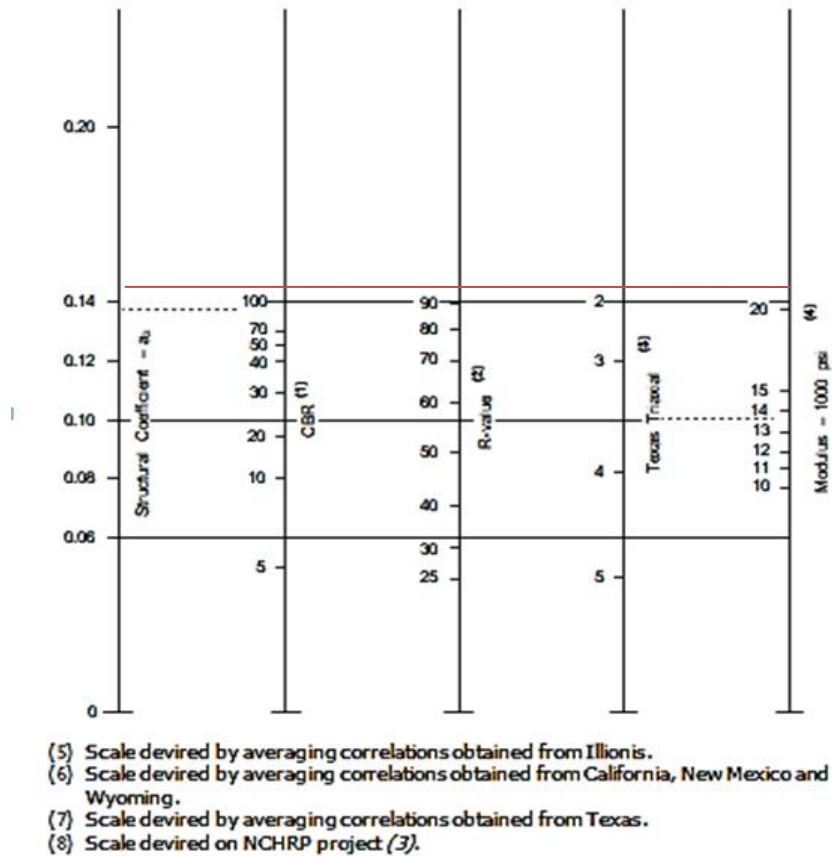
$$0,11 + 0,839 = 0,227(\log_{10} E_{SB})$$

$$0,949 = 0,227(\log_{10} E_{SB})$$

$$0,949 / 0,227 = (\log_{10} E_{SB})$$

$$4,18 = (\log_{10} E_{SB})$$

$$E_{SB} = 15.135,6$$



Gambar 4.5 : Grafik Menentukan Nilai E_{SB}

4.4.4. Perbuahan Indeks Pelayanan (ΔPSI)

Tingkat pelayanan awal (P_o) diambil 4,2 dikarenakan menggunakan *Flexible Pavements* dan indeks kemudahan Teminal (P_t) diambil 2,5. Setelah menentukan nilai tingkat pelayanan awal (P_o) dan indeks kemudahan Teminal (P_t), maka perbuahan indeks pelayanan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4,2 - 2,5$$

$$\Delta PSI = 1,7$$

4.4.5. Reliabilitas (*Reliability*) (R)

Nilai reliabilitas (R) diambil 95% dikarenakan lokasi penelitian adalah tipe jalan Kolektor daerah perkotaan yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.13 : Menentukan Nilai Reliabilitas pada AASTHO 1993

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Jalan Nasional dan Bebas Hambatan	85 - 99,9	80 - 99,9
Arteri Primer	80 - 99	75 - 95
Kolektor	80 - 95	75 - 95
Lokal	50 - 80	50 - 80

4.4.6. Standar Normal Deviasi (Z_R)

Dengan Nilai Reabiliras (R) adalah 95% berdasarkan Tabel 2.17 maka nilai standar normal deviasi (Z_r) yaitu -1,645 yang dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 4.14 : Menentukan Nilai Standar Normal Diviasi

Reliabilitas R (%)	Standar Normal	Reliabilitas R (%)	Standar Normal	Reliabilitas R (%)	Standar Normal
	Deviate, Z_r		Deviate, Z_r		Deviate, Z_r
50,000	0,000	90,000	-1,282	96,000	-1,751
60,000	-0,253	91,000	-1,340	97,000	-1,881
70,000	-0,524	92,000	-1,405	98,000	-2,054
75,000	-0,674	93,000	-1,476	99,000	-2,327
80,000	-0,841	94,000	-1,555	99,900	-3,090
85,000	-1,037	95,000	-1,645	99,990	-3,750

4.4.7. Deviasi Standart Keseluruhan (S_0)

Nilai Standar Keseluruhan (S_0) pada proyek ini adalah 0,45 dikarenakan pada penelitian ini menggunakan *Flexible Pavements* dan AASTHO 1993 merekomendasikan untuk *Flexible Pavements* berkisar antara 0,4 – 0,5.

4.4.8. Perbaikan Tanah

Dengan nilai CBR tanah dasar 2,6% yang tergolong dalam CBR rendah, sehingga harus diberi timbunan pilihan untuk memperbaiki nilai CBR dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$CBR = \left(\frac{h_1 \times \sqrt[3]{CBR_1} + h_2 \times \sqrt[3]{CBR_2}}{h_1 + h_2} \right)^3$$

$$CBR = \left(\frac{40 \times \sqrt[3]{2,6} + h_2 \times 60 \sqrt[3]{9,5}}{100} \right)^3$$

$$CBR = 6,03\% \approx 6\%$$

4.4.9. Nilai Modulus Resilien (M_R)

Dengan nilai CBR adalah 6%, maka nilai Modulus Resilient (M_R) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$M_R = 1500 \times CBR$$

$$M_R = 1500 \times 6\%$$

$$M_R = 9000$$

4.4.10. Koefisien Drainase (m_2 dan m_3)

Nilai koefisien drainase (m_2 dan m_3) tergantung pada curah hujan tahunan rata-rata dan kondisi drainase yang berlaku, sebagai dasar perbandingan, AASTHO 1993 menyarankan untuk nilai m_2 dan m_3 yang digunakan adalah 1,0.

4.4.11. Parameter untuk Perhitungan Struktural Number (SN)

Dari hasil perhitungan beberapa parameter diatas, berikut adalah tabel kesimpulan untuk parameter yang digunakan:

Tabel 4.15 : Tabel Parameter Perhitungan AASTHO 1993

No	Parameter	Satuan	Desain	Keterangan
1	Umur rencana	Tahun	20	
2	Lalu lintas	CESAL	175.571,9	
3	Pertumbuhan lalu lintas	i	3,50%	
4	Terminal serviceability index	Pt	2,5	AASTHO hal II - 10
5	Initial serviceability	Po	4,2	AASTHO hal II - 10
6	Serviceability loss	ΔPSI	1,7	
7	Reliability	R	90%	AASTHO hal II - 9
8	Standar normal deviasi	Zr	-1,282	AASHTO hal I-62

9	Standar deviasi	So	0,4	AASTHO hal I - 62
10	CBR tanah dasar		6%	
11	CBR Base A		90%	
12	CBR base B		60%	
13	Modulus Resielent tanah dasar	Mr	9000	1500*CBR
14	Modulus aspal beton	EAC =	450.000	AASHTO hal II - 17
15	Modulus lapis pondasi atas	EBS =	30.620	AASTHO hal II - 20
16	Modulus lapis pondasi bawah	ESB =	14.500	AASTHO hal II - 20
17	Koefisien aspal beton	a1 =	0,4	AASHTO hal II - 18
18	Koefisien lapis pondasi atas	a2 =	0,14	AASHTO hal II - 19
19	Koefisien lapis pondasi bawah	a3 =	0,11	AASHTO hal II - 21
20	Koefisien drainase base	m2	1,00	AASTHO hal II - 22
21	Koefisien drainase sub base	m3	1,00	AASTHO hal II - 22
22	Faktor distribusi arah	DD	0,5	AASTHO hal II - 9
23	Faktor distribusi lajur	DL	1	AASTHO hal II - 9

4.4.12. Menentukan Nilai *Structural Number* (SN)

Untuk menentukan Nilai *Structural Number* (SN) pada metode AASTHO 1993 dapat menggunakan Pers. 2.10 dan didapat nilai *Structural Number* dari masing-masing lapisan yaitu sebesar:

$$SN_1 = 1,5$$

$$SN_2 = 1,97$$

$$SN_3 = 2,4$$

4.4.13. Menentukan Tebal Lapis Perkerasan

Setelah mengetahui *Structural Number* (SN) dari masing-masing lapisan, maka dapat menghitung tebal masing-masing dari setiap lapisan perkerasan (D_i^*) dengan menggunakan Pers. 2.11 berikut:

a. Lapisan permukaan (*Surface Course*)

$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_1^* \geq \frac{1,5}{0,4}$$

$$D_1^* \geq 3,75 \text{ in} = 9,52 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned} SN_1^* &= a_1 \times D_1^* \geq SN_1 \\ &= (0,4 \times 3,75) \geq 1,5 \\ &= 1,5 \geq 1,5 \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

b. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

$$D_2^* \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$$

$$D_2^* \geq \frac{1,97 - 1,5}{0,14 \times 1}$$

$$D_2^* \geq 3,357 = 8,152 \text{ cm} \approx 9 \text{ cm}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned} SN_2^* &\geq SN_2 - SN_1^* \\ SN_2^* &\geq 1,97 - 1,5 = 0,47 \\ SN_1^* + SN_2^* &\geq SN_2 \\ 1,5 + 0,47 &\geq 1,97 \\ 1,97 &\geq 1,97 \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

c. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub-Base Course*)

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 \times m_3}$$

$$D_3^* \geq \frac{2,4 - (1,5 + 0,47)}{0,11 \times 1}$$

$$D_3^* \geq 3,91 = 9,93 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

Kontrol:

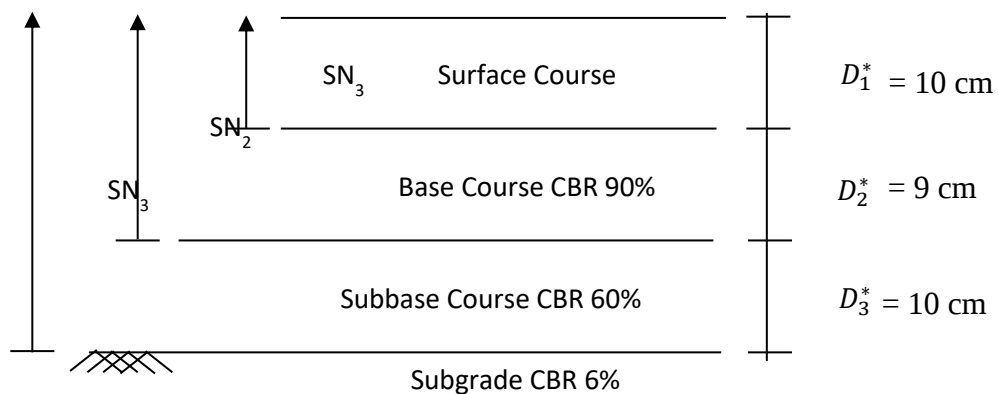
$$\begin{aligned} a_1 \times D_1^* + a_2 \times D_2^* + a_3 \times D_3^* &\geq SN_3 \\ (0,4 \times 3,75) + (0,14 \times 3,357) + (0,11 \times 3,91) &\geq 2,4 \\ 2,4 &\geq 2,4 \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

d. Rangkuman dari masing-masing lapisan

$$D_1^* = 3,75 \text{ in} = 9,52 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

$$D_2^* = 3,21 \text{ in} = 8,152 \text{ cm} \approx 9 \text{ cm}$$

$$D_3^* = 3,91 \text{ in} = 9,93 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$



Gambar 4.6 : Tebal Lapis Perkerasan padda AASTHO 1993

4.5 Pembahasan Perbandingan Perhitungan Antara Metode yang Digunakan

4.5.1 Pembahasan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

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 262.646 dengan menggunakan tabel 4.3. Lalu, perbaikan tanah dengan timbunan pilihan dengan CBR 2,6% menggunakan Tabel 4.4 maka digunakan tibunan pilihan dengan tebal 175 mm. Tebal Lapis yang digunakan menurut Bagan 3B (Tabel 4.4) Yaitu untuk AC-WC = 40 mm, AC-BC = 60 mm, dan LFA kelas A = 400 mm.

4.5.2 Pembahasan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024

Dalam metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, setelah analisa dilakukan maka jenis perkerasan yang diambil yaitu HRS tipis diatas lapis fondasi agregat dikarenakan mendapat CESAL sebesar 135.042 dengan menggunakan tabel 4.7. Lalu, perbaikan tanah dengan timbunan pilihan dengan CBR 2,6% menggunakan Tabel 4.8 maka digunakan timbunan pilihan dengan tebal 300 mm. Tebal Lapis yang digunakan menurut Bagan 4 (Tabel 4.9) Yaitu untuk HRS-WC = 50 mm, LFA kelas A = 150 mm, dan LFA kelas B = 150 mm.

4.5.3 Pembahasan Metode *American Association of State Highway and Transportation Official* 1993

Dalam Metode *American Association of State Highway and Transportation Official* 1993, mendapatkan W_t sebesar 175.571,9 dengan menggunakan parameter yang berada pada Tabel 4.14, Maka didapat lapis permukaan setebal 10 cm, lapis pondasi atas setebal 9 cm dan lapis pondasi bawah setebal 10 cm dan timbunan pilihan dengan CBR 9,5% setebal 60 cm.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil sudi yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan perbandingan tebal lapis perkerasan sebagai berikut:

1. Hasil dari masing masing perhitungan tebal lapis perkerasan:
 - a. Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017:
 - AC-WC = 4 cm
 - 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) = 15 cm
 - c. Metode American Association Of State Highway and Transportation 1993:
 - Lapis Permukaan (Surface Course) = 10 cm
 - Lapis Pondasi Atas (Base Course) = 9 cm
 - Lapis Pondasi Bawah (Sub-Base Course) = 10 cm
 - Timbunan Pilihan dengan CBR 9,5% = 60 cm
2. Dari hasil penelitian, metode yang paling efektif digunakan dalam perencanaan adalah metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024, dikarenakan sudah tersedia bagan desain dibanding dengan metode AASTHO 1993 yang belum memiliki bagan desain.

5.2. Saran

1. Dalam melakukan perhitungan, diharuskan meiliki jurnal dan pedoman yang cukup agar mempermudah pengerjaan.
2. Untuk mahasiswa yang akan melakukan penilitian dengan tema yang sama sebaiknya melakukan penelitian lebih lajut.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993. Washington: American Asociation of State Highways and Transportation Officials.*
- 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.
- Amaludin, A. H., & Risdianto, Y. Analisa perbandingan tebal lapis perkerasan lentur antara metode AASHTO 1993 dengan metode manual desain perkerasan 2017 (Studi Kasus: Jalan Lingkar Luar Barat Kota Surabaya).
- 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).
- Budiana, U. (2024). Analisa perkerasan lentur dengan metode MDPJ 2024 pada peningkatan lajur ruas tol Palikanci.
- 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.
- Hamirhan Saodang MSCE, (2004) Konstruksi Jalan Raya, Buku 2: Perancangan Perkerasan Jalan Raya, Nova: Bandung
- Hikal, M. F., Arifin, A. Z., & Putri, W. N. (2021). Studi perencanaan tebal perkerasan lentur dengan metode Bina Marga MDPJ 2017 (Pada proyek ruas Jalan Balige By Pass).
- Idwan, & Abdullah, R. (2023). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Dengan Metode AASHTO 1993. *PARADIGM*, 1(01), 23-34.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga (2017). Manual Desain Perkerasan Jalan.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga (2024). Manual Desain Perkerasan Jalan.
- Kepala Pusdiklat Jalan, Perumahan, Permukiman dan Pengembangan Infrastruktur wilayah (2016). Diklat Desain Teknik Perkerasan Jalan: Modul 1. Bandung.
- Krisdiyanto, A., Dewi, K., & Wijayanto, M. A. (2022). Analisa Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993 dan Tebal

Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 22-33.

Malau, H. R., Salonten, & Robby. (2024). *Perencanaan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode MDP 2017 dan AASHTO 1993 pada Jalan Masuk Kahui*. Universitas Palangka Raya, Palangka Raya

Mantiri, C. C. (2019). Analisa tebal lapis perkerasan lentur jalan baru dengan metode Bina Marga 2017 dibandingkan metode AASHTO 1993.

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.

Sandekala, A., & Nur, D. H. (2023). Analisa perbandingan tebal perkerasan lentur dengan metode manual desain perkerasan Bina Marga 2017 dan metode AASHTO 1993 pada Jalan Simpang Dedangan Sidoarjo

Silvia Sukirman (1999), Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova: Bandung.

LAMPIRAN

Surat izin melakukan pengambilan data



Medan, 12 November 2024

Nomor : SB/045A/CV-PR/XI/2024

Hal : -

Perihal : **Pemberitahuan**

Kepada Yth :

Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan surat saudara tanggal : 12 November 2024 Perihal : Permohonan Melakukan Pengambilan Data atas Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Program Studi Teknik Sipil yang namanya tercantum dibawah ini :

No.	Nama Mahasiswa	NPM	Prog. Studi
1.	Muhammad Husein Sonang Afiansyah Harahap	2307210224P	T. Sipil

Dengan ini kami beritahukan kepada saudara pada prinsipnya kami menyetujui melaksanakan pengambilan data tersebut terhitung mulai tanggal 12 November 2024 di CV. Prima Rancang Kota Medan. Untuk selanjutnya pelaksanaan pengambilan data dapat dilaksanakan di kantor CV. Prima Rancang

Demikianlah hal ini kami sampaikan, atas Perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terimakasih.

Tembusan
1. Mahasiswa
2. Arsip

CV. PRIMA RANCANG


M. Rifay Sulthoni and T.
Komisaris

Data Lalu Lintas Harian

Survei LHR Arah Batas Asahan – Pematang Pasir

RUAS JALAN PEMATANG PASIR - BATAS ASAHAN										FORMULIR HITUNG			
BATAS ASAHAN-PEMATANG PASIR										VOLUME LALU LINTAS DI RUAS			
KABUPATEN	: KOTA TANJUNG BALAI									TANGGAL SURVAI	: 29 Oktober 2021		
PROPINSI	: SUMATERA UTARA									SURVEYOR	: Ihza		
JAM MULAI	Sepeda Motor, scooter dan Kenederaan roda 3	Sedan, jeep dan station wagon	Combi, Minibus Sub Urban	Pick Up, Micro truck, Mobil Hantaran, Pick Up Box	Bus Kecil	Bus Besar	Colt Diesel, Truk Ringan 2 sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk as 3	Truk Gandang	Truk Semi Traileer	Sepeda, Becak, Andong/Dokar, Gerobak Sapi	
06.00 - 07.00	11	2	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	4
07.00 - 08.00	114	4	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	3
08.00 - 09.00	78	4	6	9	0	0	4	0	0	0	0	0	4
09.00 - 10.00	52	2	8	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0
10.00 - 11.00	61	2	6	13	0	0	3	0	0	0	0	0	0
11.00 - 12.00	65	2	4	8	0	0	1	1	0	0	0	0	2
12.00 - 13.00	48	3	4	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0
13.00 - 14.00	63	3	9	9	0	0	3	0	0	0	0	0	3
14.00 - 15.00	78	1	7	9	0	0	3	0	0	0	0	0	1
15.00 - 16.00	57	2	7	8	0	0	1	0	0	0	0	0	2
16.00 - 17.00	91	6	8	10	0	0	1	0	0	0	0	0	2
17.00 - 18.00	75	4	11	14	0	0	2	0	0	0	0	0	4
18.00 - 19.00	54	2	3	6	0	0	2	0	0	0	0	0	7
19.00 - 20.00	56	5	8	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0
20.00 - 21.00	31	3	5	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0
21.00 - 22.00	25	1	1	5	0	0	1	0	0	0	0	0	1
22.00 - 23.00	16	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23.00 - 24.00	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.00 - 01.00	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.00 - 02.00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.00 - 03.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.00 - 04.00	1	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
04.00 - 05.00	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
05.00 - 06.00	7	0	2	9	1	0	0	1	0	0	0	0	2
	990	47	113	155	1	0	33	3	0	0	0	0	35

Data Lalu Lintas Harian

Survei LHR Arah Pematang Pasir – Batas Asahan

ARAH PEMATANG PASIR - BATAS ASAHAN							FORMULIR HITUNG						
ARAH. PEMATANG PASIR - BATAS ASAHAN							VOLUME LALU LINTAS DI RUAS						
KABUPATEN : KOTA TANJUNG BALAI							TANGGAL SURVAI : 29 Oktober 2021						
PROPINSI : SUMATERA UTARA							SURVEYOR : Ihza						
JAM MULAI	Sepeda Motor, scooter dan Kenederaan roda 3	Sedan, jeep dan station wagon	Combi, Minibus Sub Urban	Pick Up, Micro truck, Mobil Hantaran, Pick Up Box	Bus Kecil	Bus Besar	Colt Diesel, Truk Ringan 2 sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truck as 3	Truck Gandeng	Truck Semi Traleer	Sepeda, Becak, Andong/Dokar, Gerobak Sapi	
06.00 - 07.00	12	2	4	7	0	0	2	1	0	0	0	4	
07.00 - 08.00	92	3	7	9	0	0	1	0	0	0	0	2	
08.00 - 09.00	54	2	4	9	0	0	3	0	0	0	0	3	
09.00 - 10.00	61	4	6	6	0	0	3	0	0	0	0	0	
10.00 - 11.00	45	1	4	11	0	0	1	0	0	0	0	0	
11.00 - 12.00	71	2	2	9	0	0	1	0	0	0	0	1	
12.00 - 13.00	34	2	6	8	0	0	2	0	0	0	0	1	
13.00 - 14.00	63	2	5	9	0	0	1	0	0	0	0	1	
14.00 - 15.00	42	3	5	9	0	0	3	0	0	0	0	2	
15.00 - 16.00	46	1	7	10	0	0	2	0	0	0	0	2	
16.00 - 17.00	68	5	8	8	0	0	2	0	0	0	0	5	
17.00 - 18.00	79	7	8	12	0	0	1	0	0	0	0	2	
18.00 - 19.00	61	3	5	9	0	0	2	0	0	0	0	0	
19.00 - 20.00	42	3	4	9	0	0	0	0	0	0	0	1	
20.00 - 21.00	30	2	5	6	0	0	2	0	0	0	0	0	
21.00 - 22.00	19	2	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0	
22.00 - 23.00	8	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
23.00 - 24.00	3	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
00.00 - 01.00	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
01.00 - 02.00	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
02.00 - 03.00	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
03.00 - 04.00	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04.00 - 05.00	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.00 - 06.00	4	1	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
	835	46	91	151	0	0	26	2	0	0	0	24	

Data Lalu Lintas Harian

Survei LHR Arah Batas Asahan – Pematang Pasir

RUAS JALAN PEMATANG PASIR - BATAS ASAHAN					FORMULIR HITUNG							
BATAS ASAHAN-PEMATANG PASIR					VOLUME LALU LINTAS DI RUAS							
KABUPATEN	: KOTA TANJUNG BALAI				TANGGAL SURVAI	: 28 Oktober 2021						
PROPINSI	: SUMATERA UTARA				SURVEYOR	: lhza						
JAM MULAI	Sepeda Motor, scooter dan Kenederaan roda 3	Sedan, jeep dan station wagon	Combi, Minibus Sub Urban	Pick Up, Micro truck, Mobil Hantaran, Pick Up Box	Bus Kecil	Bus Besar	Colt Diesel, Truk Ringan 2 sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk as 3	Truk Gandeng	Truk Semi Trailer	Sepeda, Becak, Andong/Dokar, Gerobak Sapi
06.00 - 07.00	16	1	8	11	0	0	3	0	0	0	0	4
07.00 - 08.00	102	3	11	9	0	0	2	0	0	0	0	6
08.00 - 09.00	56	3	4	9	0	0	2	0	0	0	0	2
09.00 - 10.00	59	5	5	8	0	0	3	0	0	0	0	2
10.00 - 11.00	71	2	5	10	0	0	3	0	0	0	0	0
11.00 - 12.00	54	5	7	9	0	0	3	0	0	0	0	1
12.00 - 13.00	62	5	5	7	0	0	1	0	0	0	0	0
13.00 - 14.00	55	2	4	9	0	0	1	0	0	0	0	1
14.00 - 15.00	36	3	7	8	0	0	0	1	0	0	0	2
15.00 - 16.00	57	5	3	11	0	0	2	0	0	0	0	1
16.00 - 17.00	61	6	14	8	0	0	2	0	0	0	0	5
17.00 - 18.00	92	6	9	14	0	0	0	0	0	0	0	5
18.00 - 19.00	54	4	8	7	0	0	1	0	0	0	0	0
19.00 - 20.00	60	2	3	7	0	0	2	0	0	0	0	0
20.00 - 21.00	38	2	3	8	1	0	0	0	0	0	0	0
21.00 - 22.00	29	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0
22.00 - 23.00	20	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
23.00 - 24.00	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
00.00 - 01.00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.00 - 02.00	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
02.00 - 03.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.00 - 04.00	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
04.00 - 05.00	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
05.00 - 06.00	6	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	2
	938	56	104	159	1	0	25	1	0	0	0	31

Data Lalu Lintas Harian

Survei LHR Arah Pematang Pasir – Batas Asahan

RUAS JALAN PEMATANG PASIR - BATAS ASAHAN										FORMULIR HITUNG			
ARAH. PEMATANG PASIR - BATAS ASAHAN										VOLUME LALU LINTAS DI RUAS			
KABUPATEN		: KOTA TANJUNG BALAI							TANGGAL SURVAI		: 28 Oktober 2021		
PROPINSI		: SUMATERA UTARA							SURVEYOR		: Ihza		
JAM MULAI	Sepeda Motor, scooter dan Kenederaan roda 3	Sedan, jeep dan station wagon	Combi, Minibus Sub Urban	Pick Up, Micro truck, Mobil Hantaran, Pick Up Box	Bus Kecil	Bus Besar	Colt Diesel, Truk Ringan 2 sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truck as 3	Truck Gandeng	Truck Semi Traileer	Sepeda, Becak, Andong/Dokar, Gerobak Sapi	
06.00 - 07.00	9	1	3	9	0	0	2	0	0	0	0	0	4
07.00 - 08.00	87	3	10	11	0	0	2	0	0	0	0	0	1
08.00 - 09.00	44	5	4	9	0	0	5	1	0	0	0	0	1
09.00 - 10.00	52	1	6	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0
10.00 - 11.00	43	2	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11.00 - 12.00	56	2	2	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12.00 - 13.00	41	4	3	7	0	0	1	0	0	0	0	0	1
13.00 - 14.00	32	1	4	8	0	0	1	0	0	0	0	0	1
14.00 - 15.00	29	2	6	11	0	0	2	0	0	0	0	0	0
15.00 - 16.00	52	4	6	10	0	0	1	0	0	0	0	0	1
16.00 - 17.00	66	4	5	11	0	0	0	0	0	0	0	0	3
17.00 - 18.00	82	5	9	9	0	0	2	0	0	0	0	0	2
18.00 - 19.00	35	3	4	9	0	0	1	0	0	0	0	0	2
19.00 - 20.00	45	4	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20.00 - 21.00	22	2	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.00 - 22.00	17	0	4	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0
22.00 - 23.00	11	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
23.00 - 24.00	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.00 - 01.00	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.00 - 02.00	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.00 - 03.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.00 - 04.00	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.00 - 05.00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.00 - 06.00	4	0	1	7	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	734	43	89	154	0	0	25	1	0	0	0	0	19

Data Lalu Lintas Harian

Survei LHR Arah Pematang Pasir – Batas Asahan

RUAS JALAN PEMATANG PASIR - BATAS ASAHAN										FORMULIR HITUNG			
ARAH. PEMATANG PASIR - BATAS ASAHAN										VOLUME LALU LINTAS DI RUAS JALAN			
KABUPATEN	: KOTA TANJUNG BALAI									TANGGAL SURVAI	: 27 Oktober 2021		
PROPINSI	: SUMATERA UTARA									SURVEYOR	: Ihza		
JAM MULAI	Sepeda Motor, scooter dan Kenederaan roda 3	Sedan, jeep dan station wagon	Combi, Minibus Sub Urban	Pick Up, Micro truck, Mobil Hantaran, Pick Up Box	Bus Kecil	Bus Besar	Colt Diesel, Truk Ringan 2 sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk as 3	Truk Gandeng	Truk Semi Trailleur	Sepeda, Becak, Andong/Dokar, Gerobak Sapi	
06.00 - 07.00	14	0	2	11	0	0	1	0	0	0	0	0	3
07.00 - 08.00	93	4	9	9	0	0	2	0	0	0	0	0	1
08.00 - 09.00	66	2	4	15	0	0	0	0	0	0	0	0	1
09.00 - 10.00	38	2	5	12	0	0	2	0	0	0	0	0	2
10.00 - 11.00	48	1	3	9	0	0	1	0	0	0	0	0	4
11.00 - 12.00	69	3	5	9	0	0	1	0	0	0	0	0	1
12.00 - 13.00	77	2	8	7	0	0	2	1	0	0	0	0	2
13.00 - 14.00	63	4	8	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0
14.00 - 15.00	70	0	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15.00 - 16.00	54	1	8	10	0	0	2	0	0	0	0	0	2
16.00 - 17.00	64	3	6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17.00 - 18.00	71	2	4	9	0	0	3	0	0	0	0	0	1
18.00 - 19.00	47	1	6	11	0	0	3	0	0	0	0	0	0
19.00 - 20.00	51	3	5	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0
20.00 - 21.00	39	3	4	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0
21.00 - 22.00	41	0	3	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0
22.00 - 23.00	21	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23.00 - 24.00	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.00 - 01.00	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.00 - 02.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.00 - 03.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.00 - 04.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.00 - 05.00	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.00 - 06.00	9	0	1	8	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	945	32	90	165	0	0	29	3	0	0	0	0	23

Data Lalu Lintas Harian

Survei LHR Arah Batas Asahan – Pematang Pasir

RUAS JALAN PEMATANG PASIR - BATAS ASAHAN										FORMULIR HITUNG			
BATAS ASAHAN-PEMATANG PASIR										VOLUME LALU LINTAS DI RUAS JALAN			
KABUPATEN	: KOTA TANJUNG BALAI									TANGGAL SURVAI	: 27 Oktober 2021		
PROVINSI	: SUMATERA UTARA									SURVEYOR	: Ihza		
JAM MULAI	Sepeda Motor, scooter dan Kenederaan roda 3	Sedan, jeep dan station wagon	Combi, Minibus Sub Urban	Pick Up, Micro truck, Mobil Hantaran, Pick Up Box	Bus Kecil	Bus Besar	Cot Diesel, Truk Ringan 2 sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truck as 3	Truck Gandeng	Truck Semi Trailer	Sepeda, Becak, Andong/Dokar, Gerobak Sapit	
06.00 - 07.00	19	3	4	9	0	0	3	1	0	0	0	0	5
07.00 - 08.00	82	4	11	11	0	0	1	0	0	0	0	0	2
08.00 - 09.00	57	7	4	8	0	0	3	0	0	0	0	0	1
09.00 - 10.00	41	5	7	9	0	0	1	0	0	0	0	0	3
10.00 - 11.00	53	5	8	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0
11.00 - 12.00	46	3	8	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0
12.00 - 13.00	89	4	4	9	0	0	1	0	0	0	0	0	4
13.00 - 14.00	51	2	6	7	0	0	2	1	0	0	0	0	3
14.00 - 15.00	47	2	5	13	0	0	2	0	0	0	0	0	2
15.00 - 16.00	71	1	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	4
16.00 - 17.00	59	4	13	9	0	0	1	0	0	0	0	0	4
17.00 - 18.00	44	4	5	8	0	0	3	1	0	0	0	0	1
18.00 - 19.00	49	1	7	5	0	0	2	0	0	0	0	0	1
19.00 - 20.00	62	1	4	8	0	0	1	0	0	0	0	0	1
20.00 - 21.00	27	3	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.00 - 22.00	22	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22.00 - 23.00	8	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23.00 - 24.00	4	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.00 - 01.00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.00 - 02.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.00 - 03.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.00 - 04.00	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.00 - 05.00	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.00 - 06.00	4	0	1	8	0	0	2	0	0	0	0	0	4
	836	52	97	156	0	0	26	3	0	0	0	0	35

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Muhamad Husein Sonang Afiansyah Harahap
Tempat, tanggal lahir : Padang Sidempuan, 18-05-2003
Alamat : Jl. Gaperta VI No. H-14
Agama : Islam
Hobi : Futsal dan Bermain gitar
No. HP : 0823 6209 2617
Email : sonangharahap2@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 2307210224P
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muctar Basri No.3 Medan 20238

NO	Jenjang Pendidikan	Nama Sekolah	Tahun Lulus
1	SD	SD Negeri 064983	2014
2	SMP	SMP Negeri 7 Medan	2017
3	SMA	SMA Panca Budi Medan	2020
4	D-III	Politenik Negeri Medan	2023