

TUGAS AKHIR

**“PENINGKATAN PELEBARAN JALAN DENGAN METODE MANUAL
DESAIN PERKERASAN BINA MARGA 2017 DAN METODE AASHTO
1993 JALAN KAPTEN SUMARSONO MEDAN STA 0+000 - 1+650”
(STUDI KASUS)**

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

Disusun Oleh :

MUHAMMAD RIZKY AFDILLAH
1807210125



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Muhammad Rizky Afdillah
NPM : 1807210125
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Peningkatan pelebaran jalan dengan metode manual desain
perkerasan bina marga 2017 dan metode AASHTO 1993
Jalan Kapten Sumarsono STA 0+000 - 1+650
Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 30 Agustus 2022
Dosen Pembimbing



Ir. Sri Asfiati, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

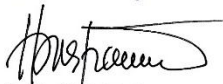
Nama : Muhammad Rizky Afdillah
NPM : 1807210125
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Peningkatan pelebaran jalan dengan metode manual desain perkerasan bina marga 2017 dan metode AASHTO 1993 Jalan Kapten Sumarsono STA 0+000 - 1+650
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan 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, 30 Agustus 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



(Ir. Sri Asfiani, M.T)

Dosen Pembanding I



(Ir. Zurkiyah, M.T)

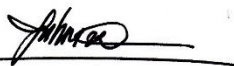
Dosen Pembanding II



(Dr. Fahrizal Zulkarnain)

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,



(Dr. Fahrizal Zulkarnain)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Muhammad Rizky Afdillah

Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 29 Oktober 2000

NPM : 1807210125

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Peningkatan pelebaran jalan dengan metode manual desain perkerasan bina marga 2017 dan metode AASHTO 1993 Jalan Kapten Sumarsono STA 0+000 - 1+650”.

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

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

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

Medan, 30 Agustus 2022

Saya Yang Menyatakan



Muhammad Rizky Afdillah

ABSTRAK

“PENINGKATAN PELEBARAN JALAN DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN BINA MARGA 2017 DAN METODE AASHTO 1993 JALAN KAPTEN SUMARSONO STA 0+000 – 1+650”

Muhammad Rizky Afdillah
1807210125
Ir. Sri Asfiati., M.T

Lancarnya arus lalu-lintas akan sangat mendukung perkembangan ekonomi suatu daerah seperti Kota Medan khususnya pada Ruas Jalan Kapten Sumarsono, Kota Medan. Studi ini bertujuan untuk mengetahui parameter peningkatan konstruksi pada Jalan Kapten Sumarsono Sta. 0+000 – Sta. 1+650. Parameter yang dimaksud dalam hal ini mencakup tebal perkerasan. Metode yang digunakan adalah Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan Metode AASHTO 1993 untuk perkerasan. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diperoleh hasil pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 untuk Lapisan Permukaan dengan ketebalan 10 cm, Lapisan Pondasi Kelas A dengan ketebalan 40 cm, dan Timbunan Pilihan dengan ketebalan 10 cm. Sedangkan pada Metode AASHTO 1993 yaitu Lapisan Permukaan dengan ketebalan 7 cm, Lapisan Pondasi Kelas A dengan ketebalan 18 cm, Lapisan Pondasi Kelas B dengan ketebalan 20 cm dan Timbunan Pilihan dengan ketebalan 10 cm. Dan pada Metode Lapangan yaitu Lapisan Permukaan dengan ketebalan 9 cm, Lapisan Pondasi Kelas A dengan ketebalan 20 cm, Lapisan Pondasi Kelas B dengan ketebalan 30 cm dan Timbunan Pilihan dengan ketebalan 30 cm.

Kata Kunci: Peningkatan jalan, Perkerasan Lentur, Kontruksi Jalan, Tebal perkerasan.

ABSTRACT

"INCREASED ROAD WIDENING WITH A FLEXIBLE DESIGN DESIGN MANUAL WITH THE 2017 CORE BUILD DESIGN MANUAL AND AASHTO 1993 KAPTEN SUMARSONO 0+000-1+650"

Muhammad Rizky Afdillah
1807210125
Ir. Sri Asfiati., M.T

The trend of the flow of traffic will greatly support the economic growth of an area such as Kota Medan district especially in the Kapten Sumarsono, love district forward and Blangjerango district. The study aims to know the parameters for improvement on the Kapten Sumarsono sta. 0+000.-sta. 1+650. The parameters in this case include a thick kerage. The methods used are the manual method for processing road design 2017 and the 1993 AASHTO method for crackdown. Based on calculations already done, results will be obtained on a channel of road design 2017 for a surface layer of 10 cm thick, a class a foundation layer of 40 cm thick, and a selection load of 10 cm thick. According to the 1993 AASHTO method, the surface layer of 7 cm (6 in.), class a foundation layer with 18 cm (6 in.) thick, class b (2 in.) And in the field method that isa 9 cm thick surface layer, a class a foundation layer with 20 cm thick, class b foundation layer with a 30 cm thick and a selection of 30 cm thick.

Keywords: *road upgrade, flexible pavement, road construction. pavement thickness.*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Studi Komparasi Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Bina Marga 2017 Dan Metode AASHTO 1993 Jalan Kapten Sumarsono STA 0+000 – 1+650”. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang telah mengantarkan umat manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang seperti saat ini. Penyusunan tugas akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini terutama kepada:

1. Ibu Ir. Sri Asfiati., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing, memberikan saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ibu Ir. Zurkiyah., M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansuri Siregar S.T, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada kedua orang tua dan keluarga saya Bapak, Ibu yang telah mendukung saya dan bersusah payah membesarkan dengan kasih sayang yang tiada habisnya.
9. Sahabat-sahabat penulis yaitu Teknik Sipil 2018, Keluarga C1 Pagi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

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

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

Medan, 15 Juli 2022



Muhammad Rizky Afdillah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Umum	5
2.2. Aspek Jaringan Jalan dan Klasifikasi Fungsi Jalan	5
2.2.1. Klasifikasi jalan menurut fungsi/peranan	5
2.2.2. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan	6
2.2.3. Sistem jaringan jalan	7
2.2.3.1. Sistem jaringan jalan primer	7
2.2.3.2. Sistem jaringan jalan sekunder	9
2.2.4. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan	11
2.2.5. Persyaratan ruang jalan	12
2.3. Perencanaan Perkerasan Jalan Raya	14
2.3.1. Jenis dan fungsi perkerasan	15
2.3.2. Perkerasan lentur	15
2.3.3. Sifat perkerasan lentur	19
2.3.4. Jenis struktur perkerasan lentur	20

2.4. Perhitungan tebal perkerasan lentur dengan Metode Bina Marga 2017 (Manual Perkerasan Jalan 2017)	21
2.4.1. Umur Rencana	21
2.4.2. Lalu Lintas	22
2.4.2.1. Analisis volume lalu lintas	23
2.4.2.2. Pertumbuhan lalu lintas	24
2.4.2.3. Lalu lintas pada lajur rencana	25
2.4.2.4. Factor ekivalen beban (<i>vechile damage factor</i>)	26
2.4.3. Beban Sumbu Standar Kumulatif	27
2.4.4. Menentukan Jenis Perkerasan	28
2.4.5. Menentukan Desain Pondasi	29
2.4.6. Desain Tebal Perkerasan	30
2.5. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Metode AASHTO 1993	33
2.5.1. Lalu lintas (<i>traffic</i>)	34
2.5.2. <i>Structural Number</i> (SN)	39
2.5.3. Lalu Lintas Rencana	41
2.5.4. Angka ekivalen	41
2.5.5. Keandalan (<i>reliability</i>)	41
2.5.6. Kemampuan melayani (<i>serviceability</i>)	43
2.5.7. Jumlah Jalur Rencana	44
2.5.8. Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan (a)	44
2.5.9. Modulus Resilien	45
2.5.10. Tebal Perkerasan	47
BAB 3 METODE PENELITIAN	49
3.1. Persiapan	49
3.2. Identifikasi Masalah	49
3.3. Bagan Alir Penelitian	50
3.4. Pengumpulan Data	51
3.4.1. Data Primer	52
3.5. Perancangan Teknik	53
3.6. Lokasi Penelitian	53
3.7. Analisa Data	53

BAB 4 ANALISA DATA	55
4.1. Perhitungan tebal lapis perkerasan lentur menggunakan Metode Manual Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 (Bina Marga 2017)	55
4.1.1. Data lalu lintas	55
4.1.2. Rencana jumlah kendaraan dalam periode akhir umur rencana (20 tahun)	55
4.1.3. Penentuan dan pemilihan jenis perkerasan	56
4.1.4. Menentukan desain pondasi	57
4.1.5. Menentukan desain tebal perkerasan jalan	60
4.1.6. Hasil Desain Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017 pada jalan	61
4.2. Perhitungan tebal perkerasan lentur (<i>flexible pavement</i>) Metode AASHTO 1993	61
4.2.1. Parameter – parameter	62
4.2.2. Koefisien kekuatan relative lapisan (a)	67
4.2.3. Mencari indeks tebal perkerasan (<i>Structural Number</i> (SN))	67
4.2.4. Perhitungan tebal perhitungan	67
4.3. Perbandingan hasil AASHTO 1993 dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017	68
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1. Kesimpulan	70
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi jalan	6
Tabel 2.2 Kriteria dan dimensi ruang – ruang jalan	12
Tabel 2.3 Ukuran bagian – bagian ruang milik jalan	13
Tabel 2.4 Lebar minimum badan jalan	13
Tabel 2.5 Lebar jalan dan bahu jalan antar kota	14
Tabel 2.6 Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku	15
Tabel 2.7 Umur rencana jalan baru	22
Tabel 2.8 Klasifikasi kendaraan berdasarkan jenisnya	23
Tabel 2.9 Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%)	25
Tabel 2.10 Faktor pertumbuhan lalu lintas (R)	25
Tabel 2.11 Faktor distribusi laju	26
Tabel 2.12 Pengumpulan data beban gandar	27
Tabel 2.13 Pemilihan jenis perkerasan	28
Tabel 2.14 Desain pondasi jalan minimum	29
Tabel 2.15 Bagan desain 3 : desain perkerasan lentur	30
Tabel 2.16 Bagan desain 3A : lapisan perkerasan lentur dengan HRS	31
Tabel 2.17 Bagan desain 3B : desain perkerasan lentur aspal	32
Tabel 2.18 Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga	35
Tabel 2.19 Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga	36
Tabel 2.20 Umur rencana perkerasan jalan baru	38
Tabel 2.21 Faktor distribusi lajur (DL)	38
Tabel 2.22 Rekomendasi tingkat reliabilitas	42
Tabel 2.23 Harga simpang baku	43
Tabel 2.24 Terminal serviceability index (pt)	43
Tabel 2.25 Jumlah lajur rencana berdasarkan lebar perkerasan	44
Tabel 2.26 Koefisien kekuatan relative lapisan (a)	44
Tabel 2.27 Tebal lapis perkerasan minimum	47
Tabel 3.1 Data lalu lintas ruas Jalan Kapten Sumarsono Tahun 2020	51
Tabel 3.2 Data CBR rata - rata	51
	x

Tabel 4.1 Data lalu lintas ruas Jalan Kapten Sumarsono Tahun 2020	55
Tabel 4.2 Nilai kumulatif beban sumbu selama standar ekivalen umur rencana	56
Tabel 4.3 CBR tanah dasar metode grafis	57
Tabel 4.4 Solusi desain pondasi jalan minimum	59
Tabel 4.5 Bagan Desain- 3B : Desain tebal perkerasan lentur	60
Tabel 4.6 Tebal perkerasan lentur dengan berbagai metode	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan kontruksi perkerasan lentur	16
Gambar 2.2 Struktur perkerasan lentur	20
Gambar 2.3 Nomogram untuk menentukan SN perkerasan lentur	40
Gambar 2.5 Modulus Resilient	46
Gambar 2.4 Variasi koefisien lapisan lapis pondasi bawah	46
Gambar 2.5 Variasi koefisien lapisan lapis pondasi atas	47
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian	50
Gambar 3.2 Peta lokasi Jalan Kapten Sumarsono	53
Gambar 4.1 Grafik CBR	58
Gambar 4.2 Detail Perkerasan Metode Bina Marga 2017	61
Gambar 4.3 Grafik Modulus Resilient	64
Gambar 4.4 Grafik korelasi koefisien lapis pondasi atas	65
Gambar 4.5 Grafik korelasi koefisien lapis pondasi bawah	66
Gambar 4.6 Detail perkerasan Metode AASHTO 1993	68
Gambar 4.7 Detail Perkerasan Lapangan	68

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan merupakan sarana terpenting dari transportasi darat, dengan adanya jalan akses dari daerah satu ke daerah lainnya menjadi semakin mudah. Perkembangan jalan dari waktu ke waktu juga semakin meningkat pesat. Perkembangan transportasi darat dan perkembangan aktivitas manusia juga diikuti dengan adanya perbaikan, pelebaran dan pembukaan jalan-jalan baru, seperti yang terjadi di Kota Medan Jalan Kapten Sumarsono. Kebutuhan jalan sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat seiring dengan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi yang dapat menjangkau daerah-daerah terpencil yang merupakan sentral produksi pertanian. Begitu halnya di Kota Medan Jalan Kapten Sumarsono, transportasi sebagai salah satu sarana penunjang dalam pembangunan suatu wilayah yang sedang berkembang dan sangat potensial dengan kekayaan sumber daya alam, dan industri.

Dalam rangka meningkatkan pelayanan prasarana jalan serta dengan peningkatan lalu lintas diperlukan daya tampung jalan yang cukup agar jalan dapat melayani arus lalu lintas dengan baik. Oleh karena itu pembangunan jalan sangat penting untuk diperhatikan baik dalam segi perencanaan, pelaksanaan maupun pemeliharaan jalan tersebut.

Salah satu contoh perencanaan jalan adalah dengan melakukan pelebaran jalan. Pelebaran jalan salah satu unsur dalam perencanaan jalan agar tetap dapat melayani arus lalu lintas dengan baik. Di Kota Medan, Jalan Kapten Sumarsono menjadi jalan yang di targetkan untuk dilakukan pelebaran jalan yang awalnya lebar badan jalan eksisting lama hanya 7 meter terbagi atas 1 jalur, 2 lajur, 2 arah. Maka direncanakan lebar badan jalan menjadi 18 meter terbagi atas 2 jalur, 4 lajur, 2 arah, dengan menggunakan median. Masing-masing lebar jalur berukuran 9 meter. Hal ini sejalan dengan semakin padatnya arus lalu lintas yang terjadi di daerah tersebut dan sering terjadi kemacetan lalu lintas.

Banyak metode yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan jalan antara lain metode ASSHTO, metode analisa komponen, metode bina marga dan metode lainnya. Pada tulisan ini digunakan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017. Selain itu, metode penentuan perkerasan jalan juga akan dianalisis dengan metode AASHTO 1993 yang merupakan metode perkerasan untuk perkerasan jalan baru dengan parameter beban gandar standar ekuivalen (ESAL). Berdasarkan hal di atas, Penulis bermaksud untuk memaparkan proses perencanaan lapisan perkerasan jalan tersebut dan menjelaskan kondisi-kondisi dan kendala yang dihadapi dalam pelaksanaan pembangunan jalan tersebut sehingga diketahui metode perencanaan yang efektif demi hasil yang terbaik dan tetap ekonomis serta memenuhi syarat dan standar perencanaan perkerasan jalan.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung tebal perkerasan lentur dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993?
2. Bagaimana Perbandingan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993?
3. Bagaimana perbandingan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993 apabila dibandingkan dengan tebal perkerasan yang dilaksanakan di lapangan mana yang lebih efektif?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menghindari penyimpangan pembahasan dan agar tidak terlalu jauh pembahasan hasil analisisnya, maka diperlukan penentuan ruang lingkup Permasalahan pada penulisan ini, dan aspek yang di tinjau dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tebal perkerasan lentur dihitung dengan metode Manual Desain

Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993.

2. Perbandingan tebal perkerasan lentur dilakukan dengan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Binamarga 2017 dan AASHTO 1993.
3. Melakukan perbandingan dari hasil desain metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 dengan tebal perkerasan yang dilaksanakan di lapangan yang lebih efektif.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan dari akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui tebal lapis perkerasan lentur dari metode metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993.
2. Untuk mendapatkan perbandingan tebal perkerasan lentur antara metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993.
3. Untuk mengetahui pemilihan metode perencanaan yang efektif berkaitan dengan tebal perkerasan lentur antara metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 berkaitan dengan lokasi penelitian.

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab, dengan sistematika sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

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

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi mengenai pengertian jalan, jenis dan fungsi perkerasan jalan, konstruksi perkerasan, pelaksanaan perkerasan jalan raya,

pengelompokan jalan, kapasitas jalan kota, serta perencanaan tebal lapis perkerasan lentur metode Bina Marga dan metode AASHTO berdasarkan dari referensi-referensi buku yang ada.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Berhubungan dengan metode pelaksanaan penelitian dari awal pengumpulan data, penyajian data dan kemudian dipakai untuk perhitungan perkerasan lentur metode Bina Marga dan metode AASHTO berdasarkan referensi-referensi yang ada.

BAB 4. ANALISA DATA

Pembahasan mengenai hasil analisa dari perhitungan tebal perkerasan lentur metode Bina Marga dan metode AASHTO dan umur rencana, serta membandingkan antara kedua metode tersebut.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Menarik kesimpulan berdasarkan analisa data, dan saran yang berisikan tindak lanjut terhadap hasil yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

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

Pada bab ini penyusunan tinjauan pustaka dimaksudkan sebagai peninjauan kembali pustaka-pustaka yang terkait dalam perencanaan suatu jalan, khususnya dalam hal ini adalah Perencanaan Ruas Jalan Kapten Sumarsono Medan. Dasar tinjauan itu sendiri diambil dari referensi buku-buku terkait dan peraturan-peraturan standar yang berlaku di Indonesia.

Adapun aspek yang perlu ditinjau dalam perhitungan peningkatan ruas Jalan Kapten Sumarsono Medan adalah aspek perkerasan jalan.

2.2. Aspek Jaringan Jalan Dan Klasifikasi Fungsi Jalan

2.2.1. Klasifikasi jalan menurut fungsi/peranan

Berdasarkan Peraturan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004) tentang jalan, klasifikasi jalan menurut fungsinya terbagi menjadi empat jalan.

a. Jalan arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanannya jarak jauh, dengan kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk ke jalan ini sangat dibatasi secara berdaya guna.

b. Jalan Kolektor

Jalan Kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan Lokal

Jalan Lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak pendek, kecepatan rata-rata rendah, dan jalan masuk tidak dibatasi.

d. Jalan Lingkungan.

Jalan Lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak pendek, kecepatan rata-rata rendah, dan jalan masuk dibatasi.

2.2.2. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan

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

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

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

Catatan :

- Dalam keadaan tertentu daya dukung jalan (MST) kelas III C dapat ditetapkan lebih rendah dari 8 ton.
- Panjang maksimum keadaan penarik 12000, jika ditambah gendeng atau tempelan maka panjang maksimum tidak boleh lebih dari 18000 mm.

2.2.3. Sistem jaringan jalan

Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hirarki. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antar kawasan dan/atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan pedesaan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

2.2.3.1. Sistem jaringan jalan primer

Sistem jaringan jalan primer adalah sistem jaringan jalan yang disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan sebagai berikut.

1. Menghubungkan secara menerus pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan.
2. Menghubungkan antarpusat kegiatan nasional

Sistem jaringan jalan primer terdiri atas jalan arteri primer, jalan kolektor primer, dan jalan lokal primer.

a. Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer adalah jalan yang secara efisien menghubungkan antara pusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. (Peraturan Pemerintah RI No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan).

Persyaratan minimum untuk desain:

- a) Kecepatan rencana (V_R) paling rendah 60 km/jam.

- b) Lebar badan jalan paling rendah 11 meter.
- c) Kapasitas lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata.
- d) Lalu lintas jarak jauh tidak terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal.
- e) Jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien (jarak antar jalan masuk/akses langsung minimum 500 meter), agar kecepatan dan kapasitas dapat terpenuhi.
- f) Persimpangan dengan jalan lain dilakukan pengaturan tertentu, sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan.
- g) Tidak terputus walaupun memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan.

b. Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer adalah jalan yang secara efisien menghubungkan antara pusat kegiatan wilayah atau menghubungkan antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. (Peraturan Pemerintah RI No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan).

Persyaratan minimum untuk desain:

- a) Kecepatan rencana (V_R) paling rendah 40 km/jam.
- b) Lebar badan jalan paling rendah 9 meter.
- c) Kapasitas lebih besar dari pada volume lalu lintas rata-rata.
- d) Jumlah jalan masuk dibatasi dan direncanakan sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan (jarak antar jalan masuk/akses langsung minimum 400 meter).
- e) Persimpangan dengan jalan lain dilakukan pengaturan tertentu, sehingga tidak mengurangi kecepatan rencana dan kapasitas jalan.
- f) Tidak terputus walaupun memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan.
- g) Persyaratan teknis jalan masuk dan persimpangan ditetapkan oleh Menteri

c. Jalan Lokal Primer

Jalan lokal primer adalah jalan menghubungkan pusat kegiatan nasional

dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan. (Peraturan Pemerintah RI No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan).

Persyaratan minimum untuk desain :

- a) Kecepatan rencana (V_R) paling rendah 20 km/jam.
- b) Lebar badan jalan paling rendah 7,5 meter.
- c) Tidak terputus walaupun memasuki desa.

d. Jalan Lingkungan Primer

Jalan lokal primer adalah jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan. (Peraturan Pemerintah RI No.34 Tahun 2006 Tentang Jalan).

Persyaratan minimum untuk desain :

- a) Kecepatan rencana (V_R) paling rendah 15 km/jam.
- b) Lebar badan jalan paling rendah 6,5 meter.
- c) Bila tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 (tiga) atau lebih, lebar badan jalan paling rendah 3,5 meter.

2.2.3.2.Sistem jaringan jalan sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

Sistem jaringan jalan sekunder terdiri atas jalan arteri sekunder, jalan kolektor sekunder, jalan lokal sekunder, dan jalan lingkungan sekunder.

a. Jalan arteri sekunder

Jalan arteri sekunder adalah jalan yang menghubungkan antara kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder

kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

Persyaratan minimum untuk desain:

1. Kecepatan rencana (V_R) paling rendah 30 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 11 meter.
2. Kapasitas lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
3. Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

b. Jalan Kolektor Sekunder

Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

Persyaratan minimum untuk desain:

1. Kecepatan rencana (V_R) paling rendah 20 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 9 meter.
2. Kapasitas lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
3. Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

c. Jalan Lokal Sekunder

Jalan lokal sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai perumahan. Persyaratan minimum untuk disain yaitu kecepatan rencana (V_R) paling rendah 10 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 7,5 meter (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

d. Jalan lingkungan sekunder

Jalan lingkungan sekunder adalah jalan menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Persyaratan minimum untuk disain yaitu kecepatan rencana (V_R) paling rendah 10 km/jam dengan lebar badan jalan minimal 6,5 meter (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

2.2.4. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan

Jaringan jalan menurut status jalan dikelompokkan menjadi jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004).

1. Jalan Nasional

Jalan Nasional terdiri atas:

- a. Jalan arteri primer
- b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi
- c. Jalan tol
- d. Jalan strategis nasional.

2. Jalan Provinsi

Jalan Provinsi terdiri atas:

- a. Jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kota.
- b. Jalan kolektor primer yang menghubungkan antar ibukota kabupaten dan kota.
- c. Jalan strategis provinsi.

3. Jalan Kabupaten

Jalan Kabupaten terdiri atas:

- a. Jalan kolektor primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan provinsi.
- b. Jalan lokal primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat desa, antaribukota kecamatan, ibukota kecamatan dengan desa, dan antardesa.
- c. Jalan sekunder yang tidak termasuk jalan provinsi dan jalan sekunder dalam kota.
- d. Jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota

Jalan kota adalah jalan umum pada jaringan jalan sekunder di dalam kota.

5. Jalan Desa

Jalan desa adalah jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten, dan merupakan jalan umum yang menghubungkan

Tabel 2.2: Lanjutan

Ruang Jalan		Peruntukan	Ukuran			
	Saluran Tepi Jalan+	Penampungan dan penyaluran air agar badan jalan bebas air	Disesuaikan dengan lebar muka jalan dan keadaan lingkungan. Dalam hal tertentu, dapat dipakai sebagai saluran lingkungan.			
	Ambang Pengaman	Pengaman konstruksi	Tergantung situasi			
RUMIJA	RUMAJA + sejalur tertentu	Rumaja, pelebaran jalan, penambahan jalur LL, pengamanan	Lebar Minimum (m)			
			Jalan bebas hambatan	Jalan raya	Jalan sedang	Jalan kecil
			30	25	15	11
RUWASJA	Ruang tertentu diluar RUMIJA	Pandangan bebas pengemudi, pengaman konstruksi, dan pengaman fungsi jalan	Lebar Minimum (m)			
			Dalam sistem jaringan jalan primer			
			Arteri	Kolektor	Lokal	Lingkungan
			15	10	7	5
			Dalam sistem jaringan jalan sekunder			
			15	5	3	2
		Jembatan	100 m kehilir dan 100 m ke Hulu			

Tabel 2.3: Ukuran bagian-bagian ruang milik jalan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004)

	Jalan bebas hambatan	Jalan raya	Jalan sedang	Jalan kecil
Fungsi Jalan	Arteri & Kolektor	Arteri & Kolektor	Lokal	Lokal & Lingkungan
Lebar RUMIJA (m)	30	25	15	11
Lebar Jalur (m)	2(2x3,5)	2(2x3,5)	7	5,5
Lebar Median (m)	3	2	-	-
Lebar Bahu Luar (m)	2	2	2	2
Lebar Saluran Tepi (m)	2	1,5	1,5	0,75
Ambang Pengaman (m)	2,5	1	0,5	-
Marginal Strip	0,5	0,25	-	-

Tabel 2.4: Lebar Minimum Badan Jalan (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004)

Fungsi Jalan	Jenis Angkutan Dilayani	Jarak Perjalanan	Persimpangan Sebidang	Jumlah Akses	Lebar Badan Jalan Minimum (m)
Arteri	Angkutan Utama	Jauh	Diatur	Dibatasi	11.00
Kolektor	Pengumpul atau Pembagi	Sedang			9.00
Lokal	Angkutan Setempat	Dekat	Tidak Diatur	Tidak Dibatasi	7.50

Tabel 2.4: Lanjutan

Fungsi Jalan	Jenis Angkutan Dilayani	Jarak Perjalanan	Persimpangan Sebidang	Jumlah Akses	Lebar Badan Jalan Minimum (m)
Lingkungan	Angkutan Lingkungan				3.5-6.5

Sedangkan berdasarkan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antarkota No. 038/TBM/1997 (Kementerian PUPR, 2017), lebar jalur dan bahu jalan antarkota yang diisyaratkan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Lebar Jalur dan Bahu Jalan Antarkota (Undang-Undang Republik Indonesia, 2004)

LHRT	Arteri				Kolektor				Lokal			
	Lebar Ideal		Lebar Minimum		Lebar Ideal		Lebar Minimum		Lebar Ideal		Lebar Minimum	
	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu	Jalur	Bahu
(<i>smp/hari</i>)	(<i>m</i>)	(<i>m</i>)	(<i>m</i>)	(<i>m</i>)	(<i>m</i>)	(<i>m</i>)	(<i>m</i>)	(<i>m</i>)	(<i>m</i>)	(<i>m</i>)	(<i>m</i>)	(<i>m</i>)
<3.000	6,00	1,50	4,50	1,00	6,00	1,50	4,50	1,00	6,00	1,0	4,50	1,00
3.000-10.000	7,00	2,00	6,00	1,50	7,00	1,50	6,00	1,50	7,00	1,50	6,00	1,00
10.001-25.000	7,00	2,00	7,00	2,00	7,00	2,00	-	-	-	-	-	-
>25.000	2nx3,50*)	2,50	2nx3,50	2,00	2nx3,50*)	2,00	-	-	-	-	-	-

Keterangan:

*) = dua jalur terbagi, masing-masing $n \times 3,50\text{m}$, dimana n = jumlah lajur perjalur

**) = mengacu kepada persyaratan ideal

- = tidak ditentukan

2.3. Perencanaan Perkerasan Jalan Raya

Struktur perkerasan jalan adalah bagian konstruksi jalan yang diperkeras dengan lapisan konstruksi tertentu yang memiliki ketebalan, kekuatan dan kekakuan serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya keseluruhan tanah dasar (Mantiri et al., 2019).

2.3.1. Jenis dan Fungsi Perkerasan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen dan tanah liat. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas:

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya.
- b. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikatnya.
- c. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur.

Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Perbedaan antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku (Sukirman, 2010)

	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
Bahan Pengikat	Aspal	Semen
Repetisi Beban	Timbul <i>Rutting</i> (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
Penurunan Tanah Dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok di atas perletakan
Perubahan Temperatur	Modulus kekakuan berubah Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah Timbul tegangan dalam yang besar

2.3.2. Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur atau *flexible pavement* adalah salah satu jenis perkerasan yang menjadikan aspal sebagai bahan pengikatnya, sifat lapisan perkerasannya menopang serta menyebarkan beban kendaraan yang melintas sampai ke tanah dasar. Perkerasan lentur umumnya digunakan pada lalu lintas

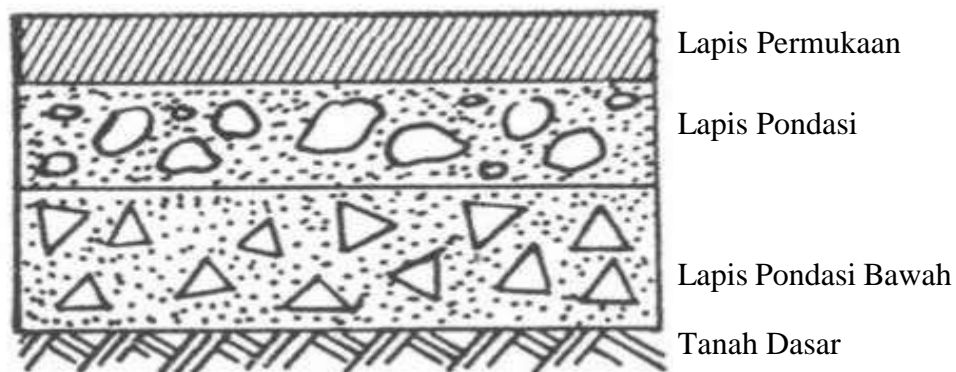
ringan yang memiliki beban kecil sebab, beban kendaraan berat serta kondisi cuaca sangat berpengaruh pada strukturnya (Sukirman, 2010).

Perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan yang dihamparkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan terlebih dahulu. Beberapa lapisan itu berfungsi sebagai penerima beban lalu lintas yang kemudian akan disebarkan ke lapisan yang ada di bawahnya (Sukirman, 2010).

Perencanaan perkerasan lentur dengan menggunakan metode bina marga dilakukan melalui beberapa urutan prioritas, sebelum merencanakan diperlukan nilai hasil dari urutan yang di prioritaskan, diantaranya: Jenis kerusakan jalan, survey lalu lintas harian rata-rata, beban kumulatif sumbu kendaraan (ESA_4), kelelahan pada lapisan aspal (ESA_5), harga CBR dan daya dukung tanah dasar (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Untuk perhitungan dalam perencanaan dengan metode bina marga telah disesuaikan dan ditetapkan dalam spesifikasi setiap jenis perkerasan serta penanganannya yang dipaparkan dalam Manual Desain Perkerasan tahun 2017.

Bentuk konstruksi perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur (Sukirman, 2010)

1. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapis permukaan struktur pekerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapis pondasi (Program et al., 2020).

Fungsi lapis permukaan antara lain:

- a. Sebagai bagian perkerasan untuk menahan beban roda
- b. Sebagai lapisan tidak tembus air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca
- c. Sebagai lapisan aus (*wearing course*)

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

2. Lapisan pondasi atas (*base course*)

Lapis pondasi adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak langsung di bawah lapis permukaan. Lapis pondasi dibangun di atas lapis pondasi bawah atau, jika tidak menggunakan lapis pondasi bawah, langsung di atas tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi antara lain:

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

Bahan-bahan untuk lapis pondasi harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik.

3. Lapisan pondasi bawah (*sub base course*)

Lapis pondasi bawah adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi. Biasanya terdiri atas lapisan dari material berbutir (*granular material*) yang dipadatkan, distabilisasi ataupun tidak, atau lapisan tanah yang distabilisasi. Fungsi lapis pondasi bawah antara lain:

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebar

beban roda.

- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan di atasnya dapat dikurangi ketebalannya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan konstruksi berjalan lancar, lapis pondasi bawah diperlukan sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat berat (terutama pada saat pelaksanaan konstruksi) atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Tanah dasar (*subgrade*) adalah merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini. Tanah dasar ini dapat terbentuk dari tanah asli yang dipadatkan (pada daerah galian) ataupun tanah timbun yang dipadatkan (pada daerah urugan). Mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tak lepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri serta kemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat (Bogor, 1993).

Persoalan tanah dasar yang sering ditemui antara lain:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari jenis tanah tertentu sebagai akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dan jenis tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan konstruksi.
- d. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas untuk jenis tanah tertentu.

- e. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan konstruksi (Sukirman, 2010).

2.3.3. Sifat Perkerasan Lentur

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai :

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori - pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Dengan demikian, aspal haruslah memiliki daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat elastis yang baik (Apriyatno, 2015).

- a. Daya tahan (*durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan dan sebagainya.

- b. Adhesi dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

- c. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur. Kepekaan terhadap temperatur dari setiap hasil produksi aspal berbeda-beda tergantung dari asalnya walaupun aspal tersebut mempunyai jenis

yang sama.

d. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal atau aspal panas disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses peleburan. Pada waktu proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi). Peristiwa perapuhan terus berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai. Jadi selama masa pelayanan, aspal mengalami oksidasi dan polimerisasi yang besarnya dipengaruhi juga oleh ketebalan aspal yang menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan yang terjadi (Sukirman, 2010).

2.3.4. Jenis Struktur Perkerasan Lentur

Jenis struktur pada perkerasan lentur terdiri dari tiga, antara lain:

1. Perkerasan pada permukaan tanah asli.
2. Perkerasan pada timbunan.
3. Perkerasan pada galian.

Dari beragam tipikal diatas, kita dapat memilih dan merencanakan berdasarkan kondisi tanah asli di lokasi proyek. Sebab tanah dasar dijadikan sebagai pondasi, maka untuk penguatan perlu dilakukan perbaikan tanah dasar atau diberikan lapis penopang jika memang diperlukan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).



Gambar 2.2: Struktur Perkerasan Lentur (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017)

Keterangan:

- AC WC : *Asphaltic Concrete Wearing Course* / Laston lapis aus.
- AC BC : *Asphaltic Concrete Binder Course* / Laston lapis antara.

- AC Base : *Asphaltic Concrete Base Course* / Laston lapis pondasi.
- CTB : *Cement Treated Base*.
- LFA Kelas A : Lapis pondasi Agregat Kelas A.
- LFA Kelas B : Lapis pondasi Agregat Kelas B.
- Tanah Dasar : Tanah yang merupakan dasar untuk penghamparan struktur perkerasan di atasnya.
- Lapis Penopang : Lantai kerja pada lapis pondasi bawah, berfungsi untuk meminimalkan efek tanah dasar ke struktur perkerasan.

2.4. Perhitungan tebal perkerasan lentur dengan Metode Bina Marga 2017 (Manual Perkerasan Jalan (Revisi Juni 2017) Nomor 04/SE/Db/2017)

Prosedur – prosedur desain tebal perkerasan lentur bina marga 2017 adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan umur rencana
- b. Tentukan nilai-nilai ESA_4 dan atau ESA_5 sesuai umur rencana yang dipilih
- c. Tentukan tipe perkerasan
- d. Tentukan segmen tanah dasar dengan daya dukung yang seragam
- e. Tentukan struktur pondasi perkerasan
- f. Tentukan struktur perkerasan yang memenuhi syarat dari Bagian Desain - 3 atau Bagan Desain lainnya yang sesuai
- g. Ulangi langkah 5 sampai 6 untuk setiap segmen yang seragam.

2.4.1. Umur Rencana

Pada perkerasan jalan baru umur rencana minimal 20 tahun, seperti yang tertera pada table dibawah ini (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Tabel 2.7: Umur Rencana Jalan Baru (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

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

Catatan:

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

2.4.2. Lalu Lintas

Data lalu lintas diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas sepanjang tahun pertama setelah perkerasan diperkirakan selesai dibangun atau direhabilitasi (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Elemen utama beban lalu lintas dalam desain adalah:

- a. Beban gandar kendaraan komersial.
- b. Volume lalu lintas dalam beban sumbu standar berdasarkan jenis kendaraan.

Tabel 2.8: klasifikasi kendaraan berdasarkan jenisnya (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Golongan	Jenis Kendaraan
1	Sepeda Motor
2,3,4	Sedan / Angkot / Pickup / Station Wagon
5A	Bus Kecil
5B	Bus Besar
6A	Truk 2 Sumbu - Ringan
6B	Truk 2 Sumbu - Berat
7A	Truk 3 Sumbu
7B	Truk Gandeng
7C	Truk Trailer

2.4.2.1. Analisis Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (hari, jam, atau menit). Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Dari lama waktu pengamatan untuk mendapatkan nilai lalu lintas harian rata-rata, dikenal 2 jenis lalu lintas harian rata-rata yaitu:

1. Lalu lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT), yaitu volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama satu tahun penuh.

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah kendaraan dalam 1 tahun}}{365} \quad (2.1)$$

LHRT dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 jalur dengan median.

2. Lalu lintas Harian Rata-Rata (LHR), yaitu volume lalu lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan.

$$LHRT = \frac{\text{Jumlah kendaraan dalam 1 tahun}}{\text{jumlah hari pengamatan}} \quad (2.2)$$

LHR dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 jalur dengan median.

Data LHR cukup akurat jika:

- a. pengamatan dilakukan pada interval waktu yang dapat menggambarkan fluktuasi arus lalu lintas selama 1 tahun.
- b. hasil LHR yang dipergunakan dalam perencanaan adalah harga rata-rata dari beberapa kali pengamatan atau telah melalui kajian lalu lintas.

Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survei yang diperoleh dari (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017):

1. Survei lalu lintas dengan durasi minimal 7 x 24 jam yang mengacu pada Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B).
2. Hasil–hasil survei lalu lintas sebelumnya.
3. Nilai perkiraan untuk jalan dengan lalu lintas rendah.

Analisis untuk penentuan volume lalu lintas dilakukan pada jam sibuk dan lalu lintas harian rata–rata tahunan (LHRT) mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Penentuan nilai LHRT didasarkan pada data survei volume lalu lintas dengan mempertimbangkan faktor k. Perkiraan volume lalu lintas harus dilaksanakan secara realistis. Rekayasa data lalu lintas untuk meningkatkan justifikasi ekonomi tidak boleh dilakukan untuk kepentingan apapun. Jika terdapat keraguan terhadap data lalu lintas maka perencana harus membuat survey cepat secara independen untuk memverifikasi data tersebut (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

2.4.2.2. Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data–data pertumbuhan (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka dapat menggunakan tabel berikut (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Tabel 2.9: Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%) (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

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

Faktor pertumbuhan lalu lintas (R) dapat juga ditentukan berdasarkan Tabel 2.10.

Tabel 2.10: Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R) (Anai et al., 2019)

Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan (i) per tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,4	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dapat dihitung sebagai berikut:

$$R = \frac{(1+i)^R - 1}{i} \quad (2.3)$$

Dengan:

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : Laju pertumbuhan lalu lintas (%)

UR : Umur rencana (tahun)

2.4.2.3. Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD)

umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi - lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi – lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Pada jalan yang demikian, walaupun sebagian besar kendaraan niaga akan menggunakan lajur luar, sebagian lainnya akan menggunakan lajur-lajur dalam. Faktor distribusi jalan yang ditunjukkan pada Tabel 2.10 Beban desain pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur selama umur rencana (Spesifikasi Umum Bina, 2018).

Table 2.11: Faktor Distribusi Laju (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

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

2.4.2.4.Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (*Vechile Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana. Desain yang akurat memerlukan perhitungan beban lalu lintas yang akurat pula. Studi atau survey beban gandar yang dirancang dan dilaksanakan dengan baik merupakan dasar perhitungan ESA yang andal. Oleh sebab itu, survey beban gandar harus dilakukan apabila dimungkinkan (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017). Ketentuan pengumpulan data beban gandar ditunjukkan pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12: Pengumpulan Data Beban Gandar (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

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

Data beban gandar dapat diperoleh dari:

1. Jebatan timbang, timbangan statis atau WIM (survei langsung).
2. Survei beban gandar pada jembatan timbang atau WIM yang pernah dilakukan dan dianggap cukup representative.
3. Data WIM regional yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga.

Timbangan survei beban gandar yang menggunakan sistem statis harus mempunyai kapasitas beban roda (tunggal atau ganda) minimum 18 ton atau kapasitas beban sumbu tunggal minimum 35 ton. Tingkat pembebanan faktual berlebih diasumsikan berlangsung sampai tahun 2020. Setelah tahun 2020, diasumsikan beban kendaraan sudah terkendali dengan beban sumbu nominal terberat (MST) 12 ton.

2.4.3. Beban Sumbu Standar Kumulatif

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

$$ESATH-1 = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.4)$$

Dengan:

ESATH-1 = Kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standard axle*) pada tahun pertama

LHRJK = Lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

VDFJK = Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) 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.

2.4.4. Menentukan Jenis Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi sesuai estimasi lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Pemilihan jenis perkerasan dapat dilihat pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13: Pemilihan Jenis Perkerasan metode MDP 2017 Pada Proyek Jalan Kapten Sumarsono (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Struktur Perkerasan	Desain	ESA 20 tahun (juta)				
		0-0.5	0.1-4	4-10	10-30	>30
Perkerasan kaku dengan	4			2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa	4A		1.2			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan	3				2	
AC dengan CTB (pangkat	3			2		
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi	3A			1.2		
AC atau HRS tipis diatas	3		1.2			
Burda atau Burtu dengan LPA kelas A atau bantuan	Gambar 6	3	3			
Lapis Pondasi Soil	6	1	1			
Perkerasan tanpa penutup	Gambar 6	1				

Keterangan:

- 2 = Kontraktor kecil – medium

- 3 = Kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai
 4 = Membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus spesialis BURDA

2.4.5. Menentukan Desain Pondasi

Dalam (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017) sangat ditekankan dalam hal perbaikan tanah dasar, dengan melihat kondisi CBR tanah dasar dan nilai CESAL yang akan diterima perkerasan. Dalam menentukan pondasi tanah dasar dapat dilihat pada Tabel 2.14.

Tabel 2.14: Desain pondasi jalan minimum (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	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 (sesuai persyaratan spesifikasi umum devisi 3-pekerjaan tanah) (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 (potensi pemuai >5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak		Lapis penopang	1000	1100	1200	
		Atau lapis penopang dan geogrid	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBTS untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang butir	1000	1250	1300	

Catatan:

1. Desain harus mempertimbangkan semua hal yang kritikal, syarat tambahan mungkin berlaku
2. Ditandai dengan kepadatan dan CBR lapangan yang rendah
3. Menggunakan nilai CBR insitu, karena nilai CBR rendaman tidak relevan
4. Permukaan lapis penopang di atas tanah SG1 dan gambut diasumsikan mempunyai daya dukung setara nilai CBR 2,5% dengan demikian ketentuan perbaikan tanah SG2,5 berlaku. Contoh: untuk lalu lintas rencana > 4 jt ESA, tanah SG1 memerlukan lapis penopang setebal 1200 mm untuk mencapai daya dukung setara SG2,5 dan selanjutnya perlu ditambah lagi setebal 350 mm untuk meningkatkan menjadi setara SG6
5. Tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asal dipadatkan pada kondisi kering.

2.4.6. Desain Tebal Perkerasan

Perhitungan tebal perkerasan untuk perkerasan lentur dihitung berdasarkan nilai CESAL umur rencana kemudian tebal struktur perkerasan menggunakan bagan desain 3, 3a, dan 3b pada (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017). Pada Tabel 2.15 – 2.17 dibawah ini dapat dilihat desain tebal perkerasan lentur.

Tabel 2.15: Bagan Desain 3: Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum Dengan CTB (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

	F1 ²	F2	F3	F4	F5
Untuk lalu lintas dibawah 10 juta ESA ₅ lihat bagan desain 3A-3B dan 3C	Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif perkerasan kaku				
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada	>10-30	>30-50	>50-100	>100-200	200-500

Tabel 2.15: Lanjutan

	F1 ²	F2	F3	F4	F5
	Untuk lalu lintas dibawah 10 juta ESA ₅ lihat bagan desain 3A-3B dan 3C	Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif perkerasan kaku			
lajur rencana (10 ⁶ CESA ₅)					
Jenis permukaan berpegikat	AC	AC			
Jenis lapis Fondasi	Cement Treated Base (CTB)				
AC WC	40	40	40	50	50
AC BC ⁴	60	60	60	60	60
AC BC atau AC Base	75	100	125	160	220
CTB	150	150	150	150	150
Fondasi Agregat Kelas A	150	150	150	150	150

Catatan:

1. Ketentuan – ketentuan struktur Fondasi Bagan Desain -2 berlaku.
2. CTB mungkin tidak ekonomis untuk jalan dengan beban lalu lintas <10 juta ESA₅. Rujuk Bagan Desain -3A, 3B dan 3C sebagai alternative.
3. Pilih Bagan Desain -4 untuk solusi perkerasan kaku dengan pertimbangan *life cycle cost* yang lebih rendah untuk kondisi tanah dasar biasa (bukan tanah lunak).
4. Hanya kontraktor yang cukup berkualitas dan memiliki akses terhadap peralatan yang sesuai dan keahlian yang diizinkan melaksanakan pekerjaan CTB. LMC dapat digunakan sebagai pengganti CTB untuk pekerjaan di area sempit atau jika disebabkan oleh ketersediaan alat.
5. AC BC harus dihampar dengan tebal padat minimum 50 mm dan maksimum 80 mm.

Tabel 2.16: Bagan Desain 3A: Lapisan perkerasan lentur dengan HRS (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6CESA_5)	FFI < 0,6	$0,5 \leq \text{FF2} \leq 4,0$
Jenis permukaan	HRS atau Penetrasi makadam	HRS
Struktur perkerasan	Tebal Lapisan (mm)	
HRS WC	50	30
HRS Base	-	35
LFA Kelas A	150	250
LFA Kelas A atau LFA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilkan dengan CBR > 10% ³	150	125

Catatan:

1. Bagan Desain -3A merupakan alternatif untuk daerah yang HRS menunjukkan riwayat kinerja yang baik dan daerah yang dapat menyediakan material yang sesuai (*gap graded mix*).
2. HRS tidak sesuai untuk jalan dengan tanjakan curam dan daerah perkotaan dengan beban lebih besar dari 2 juta ESA_5 .
3. Kerikil alam dengan atau material stabilisasi dengan CBR > 10% dapat merupakan pilihan yang paling ekonomis jika material dan sumberdaya penyedia jasa yang mumpuni tersedia. Ukuran material LPA Kelas B lebih besar daripada Kelas A sehingga lebih mudah mengalami segregasi. Selain itu, ukuran butir material Kelas B. Walaupun dari segi mutu material Kelas A lebih tinggi daripada Kelas B, namun dari segi harga material LPA Kelas A dan B tidak terlalu berbeda sehingga untuk jangka panjang LPA Kelas A dapat menjadi pilihan yang lebih kompetitif.

Tabel 2.17: Bagan desain 3B: desain perkerasan lentur aspal dengan lapis pondasi berbutir (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

	Struktur Perkerasan									
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9	
Solusi yang dipilih					Lihat Catatan 2					
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6CESA_5)	<2	$\geq 2-4$	>4-7	>7-10	>10-20	>20-30	>30-50	>50-100	>100-200	
Ketebalan Lapis Perkerasan (mm)										
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245	
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300	
Catatan	1		2			3				

Catatan Bagan Desain -3B

1. FFF1 atau FFF2 harus lebih diutamakan daripada solusi FF1 dan FF2 (Bagan Desain - 3A) atau dalam situasi jika HRS berpotensi mengalami *rutting*.
2. Perkerasan dengan CTB (Bagan Desain - 3) dan pilihan perkerasan kaku dapat lebih efektif biaya tapi tidak praktis jika sumber daya yang dibutuhkan tidak tersedia.
3. Untuk desain perkerasan lentur dengan beban > 10 juta CESA₅, diutamakan menggunakan Bagan Desain - 3. Bagan Desain - 3B digunakan jika CTB sulit untuk diimplementasikan. Solusi dari FFF5 - FFF9 dapat lebih praktis daripada solusi Bagan Desain- 3 atau 4 untuk situasi konstruksi tertentu seperti: (i) perkerasan kaku atau CTB bisa menjadi tidak praktis pada pelebaran perkerasan lentur eksisting atau, (ii) di atas tanah yang berpotensi konsolidasi atau, (iii) pergerakan tidak seragam (dalam hal perkerasan kaku) atau, (iv) jika sumber daya kontraktor tidak tersedia.
4. Tebal minimum lapis fondasi agregat yang tercantum di dalam Bagan Desain - 3 dan 3 A diperlukan untuk memastikan drainase yang mencukupi sehingga dapat membatasi kehilangan kekuatan perkerasan pada musim hujan. Kondisi tersebut berlaku untuk semua bagan desain kecuali Bagan Desain - 3 B.
5. Tebal LPA berdasarkan Bagan Desain - 3B dapat dikurangi untuk *subgrade* dengan daya dukung lebih tinggi dan struktur perkerasan dapat mengalirkan air dengan baik (faktor $m \geq 1$). Lihat Bagan desain 3C.
6. Semua CBR adalah nilai setelah sampel direndam 4 hari.

2.5. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Metode AASHTO 1993

Metode AASHTO 1993 merupakan salah satu metode perencanaan untuk tebal perkerasan jalan yang sering digunakan. Metode ini telah dipakai secara umum diseluruh dunia untuk perencanaan serta diadopsi sebagai standar perencanaan diberbagai negara. Metode AASHTO 1993 pada dasarnya adalah metode perencanaan yang didasarkan pada metode empiris dengan menggunakan

parameter yang dibutuhkan dalam perencanaan diantaranya (Departemen Pekerjaan umum, 2005):

1. Lalu lintas (*traffic*)
2. Mencari Indeks Tebal Perkerasan (*Structural Number*)
3. Lalu lintas rencana (W_{18})
4. Angka Ekuivalen E
5. Keandalan (*reliability*)
6. Kemampuan melayani (*serviceability*)
7. Jumlah jalur rencana
8. Koefisien kekuatan relative lapisan (a)
9. Modulus resilien
10. Tebal perkerasan (D)

2.5.1. Lalu lintas (*traffic*)

Data dan parameter lalu-lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan meliputi (Mantiri et al., 2019):

1. Jenis kendaraan

Sistem klasifikasi kendaraan adalah pengelompokan kendaraan berdasarkan beban gandar tiap kendaraan. Beban gandar kendaraan penumpang dan kendaraan ringan sampai sedang cukup kecil sehingga tidak berpotensi menimbulkan kerusakan struktural pada perkerasan jalan. Hanya kendaraan niaga dengan jumlah roda enam atau lebih yang perlu diperhitungkan dalam analisis.

2. Volume lalu-lintas harian rata-rata

Volume lalu-lintas harian rata-rata, jumlah lalu-lintas rata-rata dalam satu hari yang diperoleh dari hasil survey lalu-lintas.

3. Pertumbuhan lalu-lintas tahunan

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data–data pertumbuhan series (historical growth data) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka Tabel 2.5. dapat digunakan (2015 – 2035 (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

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

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \quad (2.5)$$

Dengan

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

I = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

4. Volume lalu-lintas harian rata-rata tahunan

Volume lalu-lintas harian rata-rata selama satu tahun dengan mempertimbangkan factor beban puncak.

5. Vehicle Damage Faktor (VDF)

Vehicle Damage Factor (VDF) adalah nilai kerusakan yang timbul yang diakibatkan oleh satu kali lintasan kendaraan. nilai VDF merupakan salah satu parameter yang sangat berpengaruh dalam proses perhitungan untuk menentuan tebal tebal perkerasan.

Tabel 2.18: Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga

Jenis Kendaraan	Klasifikasi Lama	Alte mati 1	Uraian	Konfigurasi Sumbu	Muatan ² yang diangkut	Kelompok Sumbu	Distribusi Tipikal		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA/Kendaraan)	
							Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF 4 Pangkat 4	VDF 5 Pangkat 5
	1	1	Sepeda motor	1.1		2	30,4			
	2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan/ Angkot/ Pickup/ Station Wagon	1.1		2	51,7	74,3		
K E N D A R A A N N I A G A	5a	5a	Bus kecil	1.2		2	3,5	5,00	0,3	0,2
	5b	5b	Bus besar	1.2		2	0,1	0,20	1,0	1,0
	6a. 1	6. 1	Truck 2 sumbu – cargo ringan	1.1	muatan umum	2	4,6	6,60	0,3	0,2
	6a. 2	6. 2	Truck 2 sumbu – ringan	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			0,8	0,8
	6b1. 1	7. 1	Truck 2 sumbu – cargo ringan	1.2	muatan umum	2	-	-	0,7	0,7
	6b1. 2	7. 2	Truck 2 sumbu – sedang	1.2	tanah, pasir, besi,	2			1,6	1,7

Tabel 2.18: Lanjutan

				semen					
6b2.1	8.1	Truck 2 sumbu - berat	1.2	muatan umum	2	3,8	5,50	0,9	0,8
6b2.2	8.2	Truck 2 sumbu - berat	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			7,3	11,2
7a1	9.1	Truck 3 sumbu - ringan	1.22	muatan umum	3	3,9	5,60	7,6	11,2
7a2	9.2	Truck 3 sumbu - sedang	1.22	tanah, pasir, besi, semen	3			28,1	64,4
7a3	9.3	Truck 3 sumbu - berat	1.1.2		3	0,1	0,10	28,9	62,2
7b	10	Truck 2 sumbu dan trailer pemarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,70	36,9	90,4
7c1	11	Truck 4 sumbu - trailer	1.2-22		4	0,3	0,50	13,6	24,0
7c2.1	12	Truck 5 sumbu - trailer	1.2-22		5	0,7	1,00	19,0	33,2
7c2.2	13	Truck 5 sumbu - trailer	1.2-222		5			30,3	69,7
7c3	14	Truck 6 sumbu - trailer	1.22-222		6	0,3	0,50	41,6	93,7

Tabel 2.19: Nilai VDF masing – masing jenis kendaraan niaga (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).

Jenis Kendaraan	Sumatera		Jawa		Kalimantan		Sulawesi		Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua	
	Beban aktual	Normal	Beban aktual	Normal	Beban aktual	Normal	Beban aktual	Normal	Beban aktual	Normal
	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

Tabel 2.19: Lanjutan

0,5	3,0	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,55	2,5	-	3,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5	4,0	-	9,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,55	3,0	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5	4,0	6,7	4,8	-	-	-	8,5	8,5	13,5	8,8	-	-
0,55	2,9	4,9	3,8	-	-	-	6,6	6,6	9,3	6,9	-	-
0,5	9,0	11,4	19,1	-	-	-	42,0	42,0	28,8	59,6	-	-
0,55	4,9	7,2	9,4	-	-	-	20,2	20,2	17,0	28,7	-	-
0,5	4,7	5,3	5,4	-	-	-	5,2	5,2	-	15,0	-	-
0,55	3,4	4,1	4,2	-	-	-	4,0	4,0	-	9,8	-	-
0,5	8,5	18,3	17,7	-	-	-	14,7	14,7	-	22,9	-	-
0,55	4,8	9,9	9,6	-	-	-	8,2	8,2	-	13,5	-	-
0,5	5,1	6,4	5,6	13,0	17,8	10,2	10,2	10,2	8,5	7,7	-	-
0,55	4,0	4,7	4,3	9,4	12,6	7,6	7,6	7,6	6,5	6,1	-	-
0,5	9,2	14,4	19,0	18,2	21,8	33,0	33,0	33,0	24,2	34,4	-	-
0,55	5,3	8,2	10,2	11,8	13,7	17,7	17,7	17,7	13,4	18,1	-	-
0,5	4,6	7,4	5,6	-	-	8,1	8,1	8,1	8,0	8,0	-	-
0,55	3,4	5,4	4,3	-	-	6,1	6,1	6,1	6,1	6,4	-	-
0,5	7,4	18,4	20,0	-	-	39,0	39,0	39,0	42,8	51,7	-	-
0,55	4,5	10,1	10,5	-	-	15,9	19,8	20,7	24,5	24,5	-	-
6A	6B	7A1	7A2	7B1	7B2	7C1	7C2A	7C2B	7C3	-	-	-

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

pada lajur rencana sepanjang umur rencana. Desain yang akurat memerlukan perhitungan beban lalu lintas yang akurat pula. Studi atau survei beban gandar yang dirancang dan dilaksanakan dengan baik merupakan dasar perhitungan ESA yang andal. Oleh sebab itu, survei beban gandar harus dilakukan apabila dimungkinkan.

7. Umur rencana

Umur rencana adalah lamanya konstruksi masih dapat digunakan atau berfungsi sesuai dengan yang direncanakan.

Tabel 2.20: Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR) (Sukirman, 2010)

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

8. Faktor distribusi arah

Faktor distribusi arah dan umumnya diambil 0,5 (AASHTO 1993 halaman II-9) .

9. Faktor distribusi lajur

Tabel 2.21: Faktor distribusi lajur (DL) (Sukirman, 2010)

Jumlah lajur setiap arah	D _L (%)
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

10. Equivalent Single Axle Load, ESAL selama umur rencana (*traffic design*)

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.6)$$

Dengan

ESA_{TH-1} : kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen (*equivalent standard axle*) pada tahun pertama

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

VDF_{JK} : Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap jenis kendaraan niaga

DD : Faktor distribusi arah.

DL : Faktor distribusi lajur.

$CESAL$: Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

11. Cummulative Equivalent Single Axle Load, CESAL selama umur rencana (*traffic design*)

$$CESAL = \sum_{n_1}^{n_2} ESA \times VDF \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.7)$$

n_1 : Lalu-lintas pada tahun pertama jalan dibuka.

n_2 : Lalu-lintas pada akhir umur rencana.

2.5.2. Structural Number (SN)

Structural Number (SN) merupakan fungsi dari ketebalan lapisan dari koefisien relatif lapisan (*layer coefficients*). Persamaan untuk *Structural Number* adalah sebagai berikut (Kholiq, 2014):

$$SN = a_1.D_2 + a_2.D_2.m_2 + a_3.D_3.m_3 \quad (2.8)$$

Dimana :

SN = Nilai *Structural Number*

a_1D_1 = Koefisien relatif masing-masing lapisan

a_2D_2 = Tebal masing-masing lapisan perkerasan

m_2m_3 = Koefisien drainase masing-masing lapisan

atau :

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9,36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \frac{\Delta PSI}{4,2-1,5}}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10}(MR) - 8,07 \quad (2.9)$$

Dimana:

W_{18} = Lintas ekuivalen selama umur rencana

Z_r = Simpangan baku normal

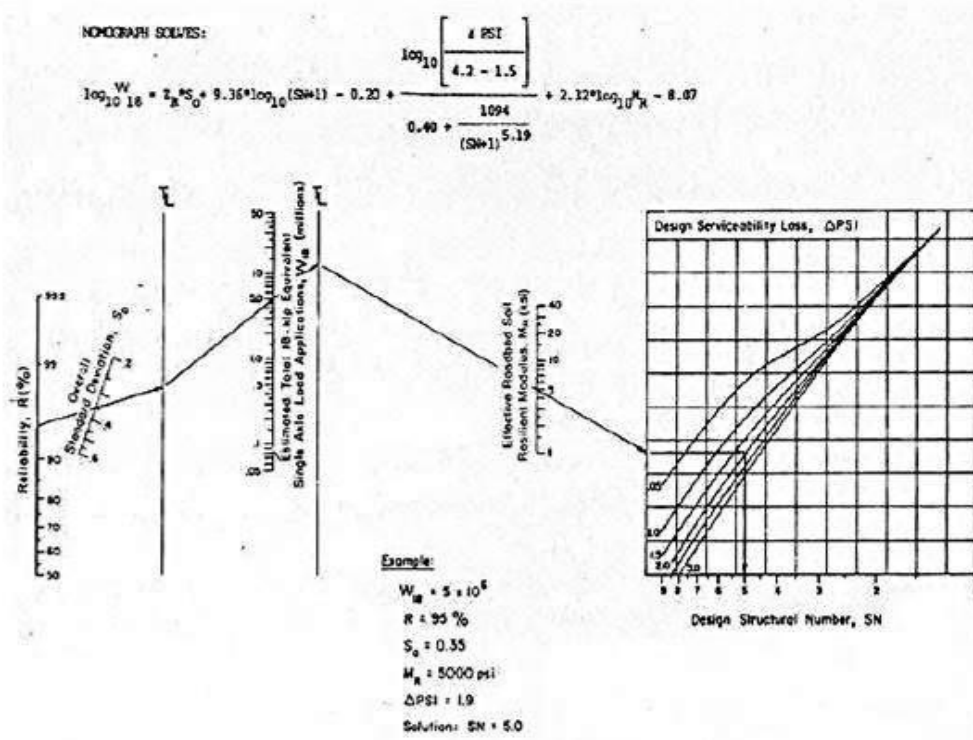
S_0 = Standar deviasi

SN = Indeks tebal perkerasan

PSI = Selisih indeks permukaan awal dan akhir

Mr = Modulus resilien tanah dasar (psi)

Untuk menentukan nilai *Structural Number* (SN) dapat menggunakan nomogram yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: Nomogram untuk menentukan SN perkerasan lentur (Sukirman, 2010)

2.5.3. Lalu Lintas Rencana (W_{18})

Volume lalu lintas harus di distribusikan pada suatu arah suatu jalur untuk tujuan perencanaan. Distribusi arah (DA) biasanya ditentukan pada masing- masing arah sebesar 0,5 (50%) tetapi biasanya juga berkisar 0,3-0,7. Untuk distribusi jalur (DL), harga-harga yang beebeda diberikan tergantung pada total jalur suatu arah. Sehingga menurut (Bester et al., 2004), volume lalu lintas selama umur rencana.

$$W_{18} = DA \times DL \times ESAL \text{ Design} \quad (2.10)$$

$$ESAL \text{ Design} = LHRi \times R \times 365 \times ESA \quad (2.11)$$

Dimana:

W_{18} = Beban sumbu selama umur rencana

LHRi = Volume lalu lintas masing – masing kendaraan (kend/hari)

DA = Distribusi arah

DL = Distribusi lajur

ESAL = Angka ekivalen masing – masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan)

365 = Jumlah hari dalam setahun

R = Faktor umum

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01 i} \quad (2.12)$$

2.5.4. Angka Ekivalen (E)

Angka Ekivalen (E) masing – masing golongan beban gandar sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut tabel pada lampiran D. Tabel ini hanya berlaku untuk roda ganda. Untuk roda tunggal karakteristik beban yang berlaku agak berbeda dengan roda ganda. Untuk roda tunggal rumus berikut ini harus dipergunakan (Santander, 2017).

$$\text{Angka Ekivalen} = \left(\frac{\text{Beban sumbu (kN)}}{5,3 \text{ kN}} \right)^4 \quad (2.13)$$

2.5.5. Reliability

Konsep reliabilitas merupakan upaya untuk menyertakan derajat kepastian (*degree of certainty*) kedalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternatif perencanaan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan (umur rencana). Faktor perencanaan reliabilitas memperhitungkan

kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas (W_{18}) dan perkiraan kinerja (W_{18}) dan karenanya memberikan tingkat reliabilitas (R) dimana seksi perkerasan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan.

Pada umumnya, dengan meningkatnya volume lalu lintas dan kesukaran untuk mengalihkan lalu lintas, risiko tidak memperlihatkan kinerja yang diharapkan harus ditekan. Hal ini dapat diatasi dengan memilih tingkat reliabilitas yang lebih tinggi.

Tabel 2.22 memperlihatkan rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan. Perlu dicatat bahwa tingkat reliabilitas yang lebih tinggi menunjukkan jalan yang melayani lalu lintas paling banyak, sedangkan tingkat yang paling rendah, 50 % menunjukkan jalan lokal.

Tabel 2.22: Rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan (Anai et al., 2019).

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Urban	Rural
Jalan Tol	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Reliabilitas kinerja perencana dikontrol dengan faktor reliabilitas (FR) yang dikalikan dengan perkiraan lalu lintas (W_{18}) selama umur rencana untuk memperoleh prediksi kinerja (W_{18}). Untuk tingkat reliabilitas (R) yang diberikan, *reliability factor* merupakan fungsi dari deviasi standar keseluruhan (*overall standard deviation*, SO) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk W_{18} yang diberikan. Dalam persamaan desain lentur, *level of reliability* (R) diakomodasi dengan parameter penyimpangan normal standar (standar normal deviate, ZR). Tabel 2.23 memperlihatkan nilai ZR untuk *level of serviceability* tertentu. Penerapan konsep reliabilitas harus memperhatikan langkah-langkah berikut ini:

1. Defenisikan klasifikasi fungsional jalan dan tentukan apakah merupakan jalan perkotaan atau jalan antar kota.

2. Pilih tingkat reliabilitas dari rentang yang diberikan pada Tabel 2.22
3. Deviasi standar (S_o) harus dipilih yang mewakili kondisi setempat. Rentang nilai S_o adalah 0,40 – 0,50.

Tabel 2.23: Harga simpang baku (ZR) (Anai et al., 2019)

Tingkat Keandalan (R)	Simpangan Baku Normal (Zr)
50	-0.00
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

2.5.6. Serviceability

Terminal serviceability index (pt) mengacu pada Tabel 2.11. Initial serviceability untuk flexible pavement : $p_o = 4,2$ (Sukirman, 2010).

Tabel 2.24: Terminal serviceability index (pt) (Sukirman, 2010)

Percent of people stating unacceptable	pt
12	3,0
55	2,5
85	2,0

Penetapan parameter serviceability :

Initial serviceability	: $p_o = 4,5$
Terminal serviceability index Jalur utama (major highways)	: $p_t = 2,5$
Terminal serviceability index Jalan lalu-lintas rendah	: $p_t = 2,0$
Total loss of serviceability	: $\Delta PSI = p_o - p_t$

2.5.7. Jumlah Jalur Rencana

Jumlah rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampang lalu lintas terbesar. Jumlah jalur rencana dapat ditentukan dengan lebar perkerasan jalan tersebut, hal ini dapat dilihat Tabel 2.25.

Tabel 2.25: Jumlah lajur rencana berdasarkan lebar perkerasan (Sukirman, 2010)

No.	Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
	$L < 5,5$ m	1 Lajur
1.	$5,5 \text{ m} \leq L < 8,25$ m	2 Lajur
2.	$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25$ m	3 Lajur
3.	$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00$ m	4 Lajur
4.	$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75$ m	5 Lajur
5.	$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00$ m	6 Lajur

2.5.8. Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan (a)

Koefisien relative lapisan ini menggunakan hubungan empiris antara indeks tebal perkerasan (SN) dan ketebalan perkerasan, dan merupakan suatu kemampuan relatif material untuk dapat berfungsi sebagai komponen struktur perkerasan. Koefisien relatif lapisan dapat dilihat pada Tabel 2.26.

Tabel 2.26: Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan (a) (Sukirman, 2010)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laton
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	Lasbutag
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	HRA
0,25	-	-	-	-	-	Aspal macadam
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,28	-	590	-	-	Lapen (manual)
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Laston atas
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,15	-	-	22	-	Lapen (manual)
-	0,13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,15	-	-	22	-	
-	0,13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,14	-	-	-	100	
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (Kelas A)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (Kelas B)
-	-	0,13	-	-	60	Batu pecah (Kelas C)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrum (Kelas A)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrum (Kelas B)
-	-	0,10	-	-	20	Sirtu/pitrum (Kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

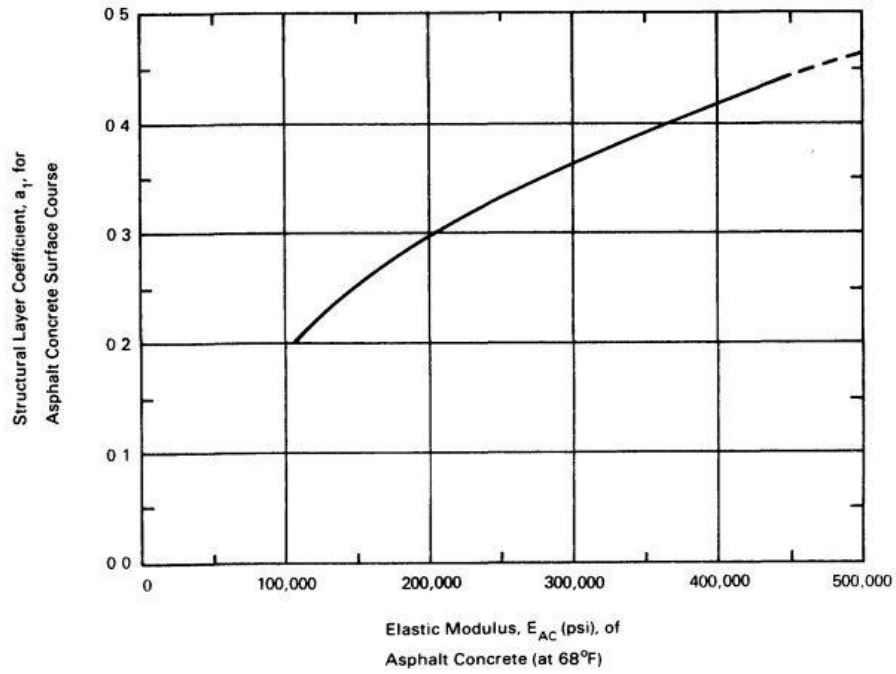
2.5.9. Modulus Resilien

Modulus resilien adalah suatu ukuran kemampuan tanah atau lapis pondasi dalam menahan deformasi akibat beban berulang. Pada kebanyakan tanah, jika tegangan bertambah, maka sifat tegangan-tegangannya menjadi tidak linier.

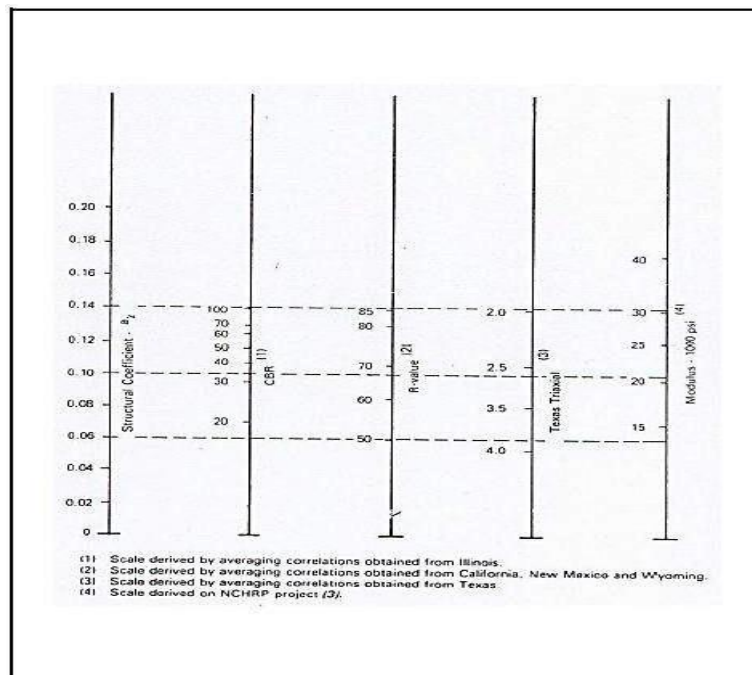
Dalam perencanaan dengan prosedur AASTHO 1993, daya dukung tanah dasar diwakili oleh modulus resilien sebagai berikut :

- Modulus resilien untuk tanah dasar (MR_1)
 $Mr = 1500 \times \text{CBR tanah dasar}$

Modulus resilien untuk pondasi bawah (MR_2) menggunakan gambar kolerasi

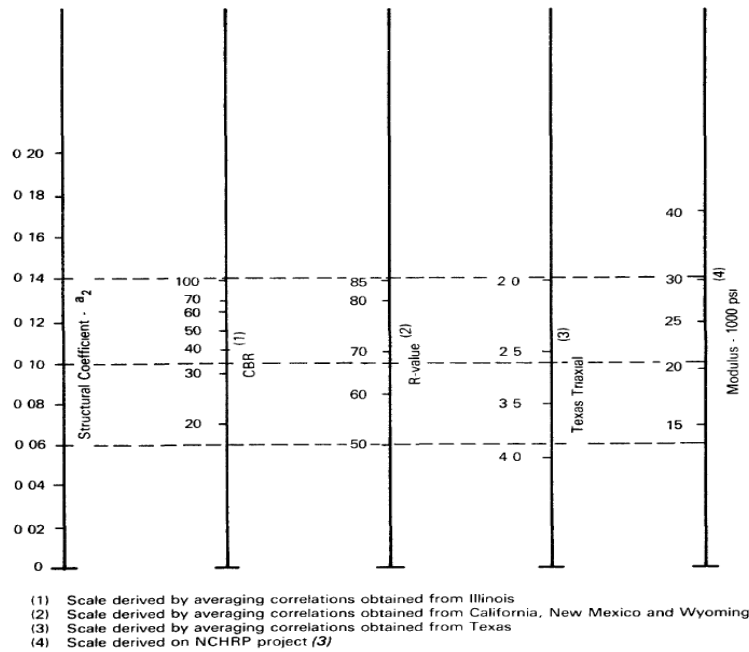


Gambar 2.4: Modulus Resilient



Gambar 2.5: Variasi koefisien lapisan lapis pondasi bawah (Anai et al., 2019)

Modulus resilien untuk pondasi atas (MR3) menggunakan gambar kolerasi ponc



Gambar 2.6: Variasi koefisien lapisan lapis pondasi atas (Anai et al., 2019)

2.5.10. Tebal Perkerasan

Adapun syarat ketebalan lapisan perkerasan minimum ditunjukkan pada Tabel 2.27.

Tabel 2.27: Tebal lapis perkerasan minimum (*inch*) (Anai et al., 2019)

Lalu Lintas Rancangan ESAL	Tebal Aspal Beton
<10000	1 inch (25 mm)
<100000	1,5 inch (40 mm)
>100000	2 inch (50 mm)

Berikut ini persamaan – persamaan untuk mencari nilai D_1 , D_2 , D_3 berdasarkan nilai SN yang disarankan AASHTO 1993:

- Angka struktural 1 (SN1)

$$D*1 = \frac{SN_1}{a_1} \quad (2.14)$$

- Angka struktural 2 (SN2)

$$D*2 = \frac{SN_1 - SN*1}{a_2} \quad (2.15)$$

- Angka struktural 3 (SN3)

$$D^*3 = \frac{SN_3 - (SN^*_1 + SN^*_2)}{a_3} \quad (2.16)$$

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum pengumpulan dan pengolahan data, pada tahap ini disusun kegiatan yang harus dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan dalam perencanaan. Untuk membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir maka perlu dibuat suatu pedoman kerja yang matang, sehingga waktu untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir sesuai dengan bobot persoalan umum, berupa alur kerja yang efisien namun dapat menjawab semua permasalahan yang akan ditinjau.

Persiapan awal yang dilakukan untuk menunjang kelancaran penyusunan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

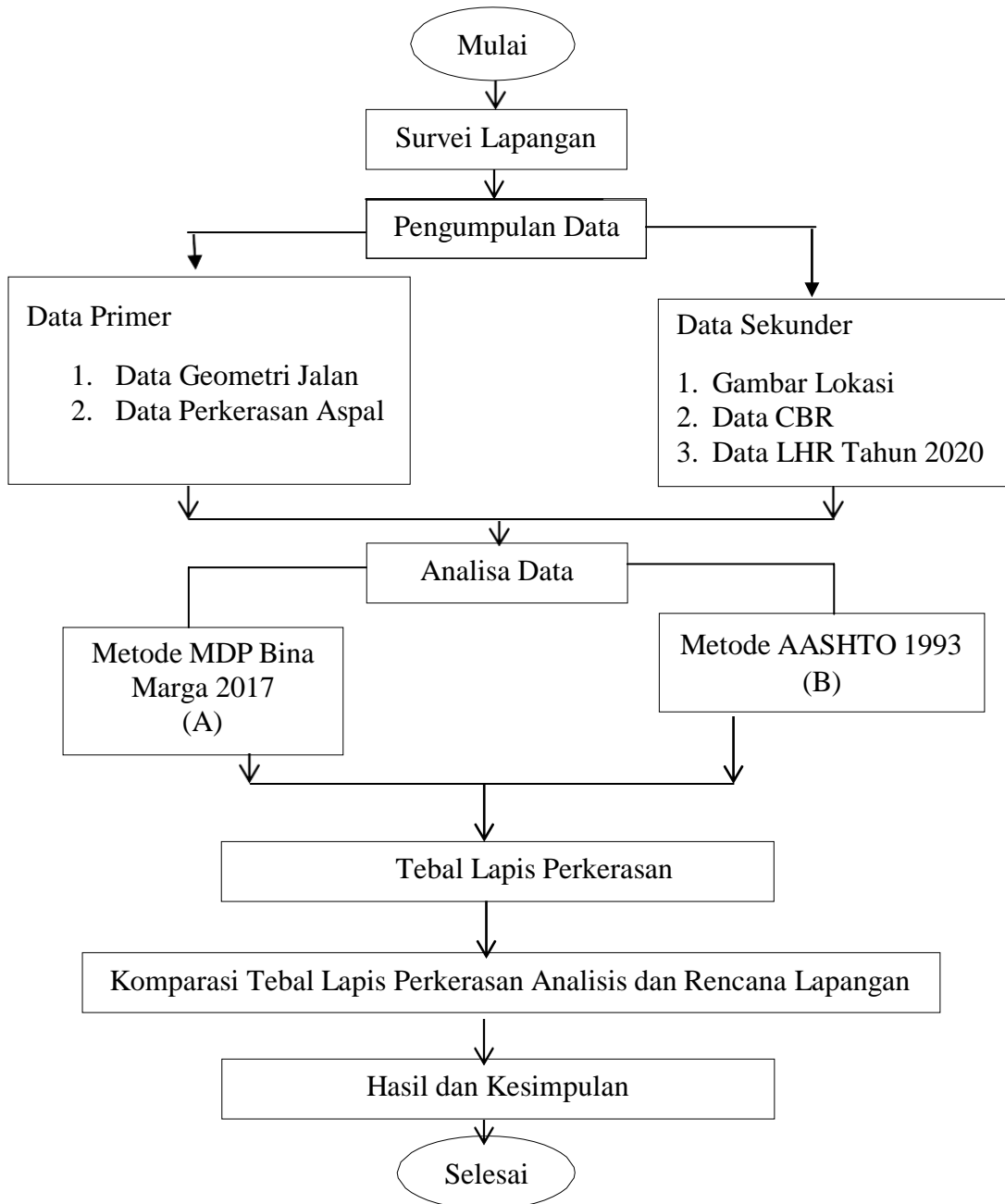
1. Melengkapi persyaratan administrasi Tugas Akhir
2. Melengkapi studi pustaka berupa pengumpulan materi studi sebagai referensi dalam analisis data dan perancangan desain
3. Menentukan data yang dibutuhkan dalam penyusunan Tugas Akhir
4. Mendata instansi-instansi yang akan dijadikan untuk pengumpulan data
5. Pengadaan persyaratan administrasi untuk pengumpulan data
6. Pengadaan proposal penyusunan Tugas Akhir
7. Presentasi data dan rangkuman kerja penyusunan Tugas Akhir
8. *Survey* lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan
9. Pembuatan tahapan penyusunan Tugas Akhir

3.2. Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah merupakan upaya untuk mengenali permasalahan yang timbul yaitu bagaimana melakukan perancangan struktur jalan. Dalam melakukan perancangan struktur jalan, penulis melakukan perhitungan tebal perkerasan lentur dengan Metode Manual Desain Perkerasan No. 04/SE/Db/2017 dan Metode AASHTO 1993.

3.3. Bagan Alir Penelitian

Adapun tahapan bagan alir penelitian merupakan suatu kerangka dasar yang membentuk alur kerja dan berfungsi sebagai pedoman umum untuk membantu proses penyusunan Tugas Akhir dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian

3.4. Pengumpulan Data

Proses pemecahan masalah jalan pada lokasi studi memerlukan analisis yang teliti terhadap data yang dikumpulkan dari setiap parameter yang akan digunakan dalam solusi permasalahan. Penyajian data yang lengkap dan teori yang memadai akan memberikan hasil perancangan yang baik. Adapun cara pengumpulan data penyusunan Tugas Akhir dapat dilakukan dengan metode seperti dibawah ini:

1. Studi pustaka (literatur) yaitu metode pengumpulan data dengan menelaah buku literature yang relevan
2. Pengumpulan data dengan melakukan peninjauan langsung ke lapangan dan pengumpulan data dari instansi terkait.

Dalam perancangan lapis perkerasan pada Ruas Jalan Kapten Sumarsono Medan STA 0+000 s/d STA 1+650 diperlukan sejumlah data sebagai bahan kajian, diantaranya:

1. Perancangan Tebal Perkerasan
 - a. Data Lalu Lintas Rata – Rata (LHR)

Data ini diambil langsung dengan melakukan survei lalu lintas

Tabel 3.1: Data lalu lintas ruas Jalan Kapten Sumarsono Tahun 2020

No	Jenis	LHR (Kendaraan/hari)
1.	Kendaraan ringan 2 ton	60
2.	Pick-up mikro truk & mobil hantaran	25
3.	Truck 2 as	16
Total		101

- b. Data Tanah

Data ini diperoleh dari Kantor Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sumatera Utara

- c. Data CBR

Tabel 3.2: Data CBR rata – rata

No.	STA	CBR _{rata-rata}
1.	0+025	3,62
2.	0+075	0,22

Tabel 3.2: Lanjutan

No.	STA	CBR _{rata-rata}
3.	0+125	1,19
4.	0+175	2,08
5.	0+225	4,09
6.	0+275	3,71
7.	0+325	5,62
8.	0+400	2,61
9.	0+500	3,61
10.	0+550	2,11
11.	0+600	4,92
12.	0+700	2,69
13.	0+750	5,63
14.	0+800	3,87
15.	0+850	2,15
16.	0+900	3,22
17.	0+950	6,01
18.	1+000	2,81
19.	1+075	8,60
20.	1+150	4,66
21.	1+200	4,03
22.	1+250	3,28
23.	1+300	2,95
24.	1+375	4,57
25.	1+450	4,55
26.	1+525	6,14
27.	1+575	2,64
28.	1+625	3,37

3.4.1. Data Primer

a. Data geometrik jalan

1. Lebar badan jalan = 9 m (satu lajur dua arah)
2. Lebar median = 8 m
3. Lebar trotoar = 1,50 m
4. Lebar saluran drainase = Pasangan Batu, Lebar 1 m

b. Data perkerasan aspal

- Aspal 60/70
- Aspal di suplay dari AMP PT.Duta Cahaya Deli (Langkat)

3.5. Perancangan Teknik

Perancangan teknis adalah tahap menciptakan desain produk dan alternatif solusi terpilih sebagai panduan dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Setiap detail rancangan harus mengacu pada referensi pustaka yang relevan, standar/pedoman perencanaan yang berlaku, spesifikasi teknis, dan dasar hukum yang mengaturnya.

Produk yang akan dihasilkan dari studi perencanaan peningkatan struktur ini adalah

- a. Perancangan tebal lapis perkerasan dengan Metode Bina Marga 2017
- b. Perancangan tebal perkerasan dengan Metode AASHTO 1993

3.6. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Jalan Kapten Sumarsono



Gambar 3.2: Peta Lokasi Jalan Kapten Sumarsono

3.7. Analisa Data

Data sekunder yang diperoleh dari Instansi yang berwenang akan digunakan dalam menganalisis parameter yang akan digunakan dalam Perencanaan Ruas Jalan Kapten Sumarsono Medan. Jenis – jenis analisis yang akan dilakukan dalam

Perancangan Ruas Jalan Kapten Sumarsono Medan yaitu Perancangan tebal lapis perkerasan pada ruas jalan Ruas Jalan Kapten Sumarsono Medan dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 dan Metode AASHTO 1993. Data primer yang diperoleh langsung oleh penulis dengan cara melakukan pengamatan di lokasi proyek adapun data yang akan didapat yaitu data geometri jalan.

BAB 4

ANALISA DATA

4.1. Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017 (Bina Marga 2017)

Perhitungan tebal perkerasan yang akan ditinjau adalah tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017. Prosedur – prosedur perhitungan tebal perkerasan adalah sebagai berikut:

4.1.1. Data Lalu Lintas

Data perencanaan lalu lintas untuk Jalan Kapten Sumarsono (STA 0+000 - 1+650) seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Data perencanaan lalu lintas Jalan Kapten Sumarsono Tahun 2020

No.	Data	Keterangan
1.	Jenis jalan	Kolektor
2.	Umur rencana (UR)	20 tahun (2020-2040)
3.	Pertumbuhan lalu lintas (i)	4,83%
4.	Distribusi kendaraan	Satu lajur dua arah

4.1.2. Rencana jumlah kendaraan dalam periode akhir umur rencana (20 tahun)

- a. Menentukan nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF)

Berdasarkan tabel 2.18 nilai VDF diperoleh hasil sebagai berikut:

- Kendaraan ringan 2 ton klasifikasi 5A nilainya 0
- Pick up mikro truck & mobil hantaran klasifikasi 5B nilainya 1
- Truck 2 as klasifikasi 6B nilainya 7,4

- b. Menentukan faktor pertumbuhan lalu lintas (R)

Analisis ini nilai faktor pertumbuhan lalu lintas pada permulaan periode beban normal MST 12 ton pada tahun 2020-2040 adalah

$$R_{(2020-2040)} = \frac{(1+i)^{UR-1}}{i}$$

$$R_{(2020-2040)} = \frac{(1+0,0483)^{20}-1}{0,0483}$$

$$R_{(2020-2040)} = 32,47$$

c. Menentukan Faktor Distribusi Lajur (DL)

Berdasarkan data lalu lintas 1 lajur 2 arah, maka nilai faktor distribusi lajur adalah 100 % atau DL=1

d. Menentukan Faktor Distribusi Arah (DD)

Berdasarkan Bina Marga 2017, faktor distribusi arah untuk jalan umum yaitu DD = 0,5.

e. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Untuk perhitungan ESA_5 (2020-2040) pada kendaraan pick up adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} ESA_5 (2020-2040) &= (811,75 \times 1) \times 365 \times 0,5 \times 1 \\ &= 148.144,375 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan diatas maka didapat nilai *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) untuk periode 2020-2040 (20 tahun) atau umur rencana (UR) 20 tahun pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Nilai kumulatif beban sumbu selama standar ekivalen umur rencana

Jenis Kendaraan	LHR (2020)	VDF normal	LHR (2040)	ESA_5 (2020-2040)
Kendaraan ringan 2 ton	60	0	1.948,2	-
Pick up	25	1	811,75	148.144,375
Truck 2 as	16	7,4	519,52	701.611,76
Total				849.756,135
CESAL				849.756,135

Nilai – nilai ESA_5 untuk jenis kendaraan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.2. Dari perhitungan pada Tabel 4.2 di atas, maka didapat nilai Jadi nilai $CESAL_5$ adalah 0,84 juta.

4.1.3. Penentuan Dan Pemilihan Jenis Perkerasan

Pemilihan perkerasan akan bervariasi sesuai volume kendaraan, umur

rencana, dan kondisi pondasi jalan. Maka penentuan dan pemilihan jenis perkerasan CESAL₅ dapat ditentukan pada Tabel 2.13.

Berdasarkan Nilai CESAL₅ yaitu 849.756,135 dan nilai ESA untuk 20 tahun maka nilai dibagi dengan 1 juta adalah 0,84 juta.

Berdasarkan Tabel 2.13 diatas maka nilai CESAL₅ 0,84 juta beralih pada rentang 0,1-4 juta selisih diperoleh struktur perkerasan AC (*Asphalt Concrete*) tipis pondasi berbutir dengan parameter Desain 3B dan kriteria dengan kontraktor yang menyelesaikan perkerasan lentur adalah kontraktor kecil – medium sampai kontraktor besar dengan alat yang memadai.

4.1.4. Menentukan Desain Pondasi

1. Menentukan Nilai CBR

Menghitung CBR tanah dasar dengan metode grafis, yaitu dengan mengurutkan data dari yang terkecil ke data yang terbesar seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.3.

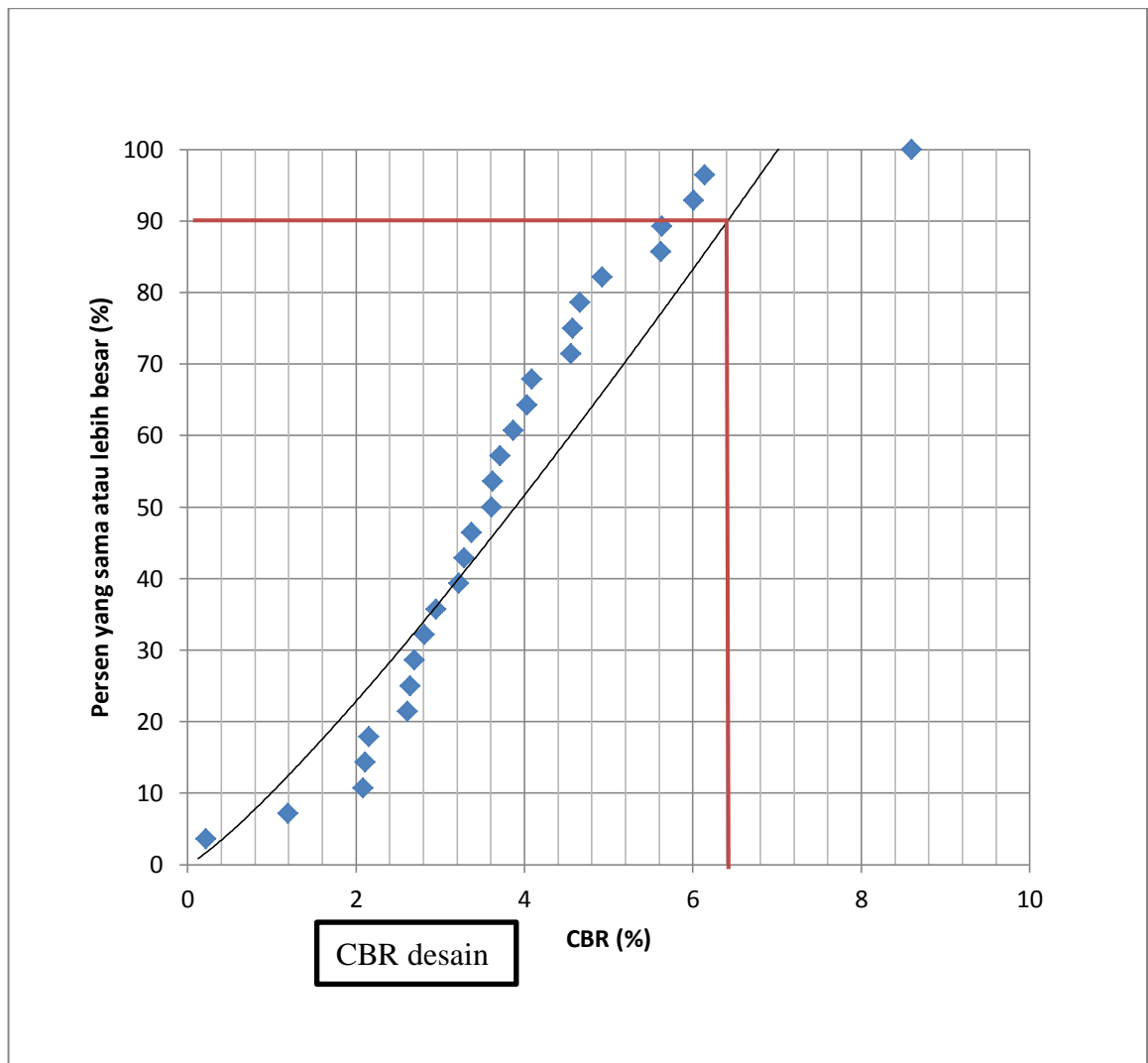
Tabel 4.3: CBR tanah dasar metode grafis

No.	CBR	Nilai sama atau lebih besar	% sama atau lebih besar
1.	8,6	28	28/28*100%= 100
2.	6,14	27	27/28*100%= 96,4
3.	6,01	26	26/28*100%= 92,9
4.	5,63	25	25/28*100%= 89,3
5.	5,62	24	24/28*100%= 85,7
6.	4,92	23	23/28*100%= 82,1
7.	4,66	22	22/28*100%= 78,6
8.	4,57	21	21/28*100%= 75,0
9.	4,55	20	20/28*100%= 71,4
10.	4,09	19	19/28*100%= 67,9
11.	4,03	18	18/28*100%= 64,3
12.	3,87	17	17/28*100%= 60,7
13.	3,71	16	16/28*100%= 57,1
14.	3,62	15	15/28*100%= 53,6
15.	3,61	14	14/28*100%= 50,0
16.	3,37	13	13/28*100%= 46,4
17.	3,28	12	12/28*100%= 42,9
18.	3,22	11	11/28*100%= 39,3
19.	2,95	10	10/28*100%= 35,7
20.	2,81	9	9/28*100%= 32,1

Tabel 4.3: Lanjutan

No.	CBR	Nilai sama atau lebih besar	% sama atau lebih besar
21.	2,69	8	$8/28*100\%= 28,6$
22.	2,64	7	$7/28*100\%= 25,0$
23.	2,61	6	$6/28*100\%= 21,4$
24.	2,15	5	$5/28*100\%= 17,9$
25.	2,11	4	$4/28*100\%= 14,3$
26.	2,08	3	$3/28*100\%= 10,7$
27.	1,19	2	$2/28*100\%= 7,1$
28.	0,22	1	$1/28*100\%= 3,6$

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh grafik hubungan CBR (%) dengan persen yang sama atau lebih besar (%) yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Grafik CBR

Dari Gambar 4.1: Grafik CBR (%) diperoleh pada persen yang sama atau lebih besar (%) 90% maka nilai CBR desain / CBR kriteria adalah 6,5%.

2. Menentukan Pondasi

Dalam menentukan desain jalan Bina Marga 2017 sangat ditekankan dalam hal perbaikan tanah dasar, dengan melihat kondisi CBR tanah dasar dan nilai CESAL₅ yang akan diterima perkerasan. Maka bila CBR perkerasan sebesar 6% dan CESAL₅ sebesar 0,84 juta maka didapatkan hasil solusi desain pondasi pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Solusi desain pondasi jalan minimum

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA ₅)			Stabilisasi Semen
			<2	2-4	>4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa Stabilisasi semen atau material	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4	Timbunan pilihan (sesuai persyaratan)	100	150	200	
3	SG3	Spesifikasi Umum, Devisi 3-Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur) Lapis penopang	150	200	300	
2,5	SG2,5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian >5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan
			1000	1100	1200	

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA ₅)			Stabilisasi Semen
			<2	2-4	>4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
Perkerasan di atas tanah lunak	Atau lapis penopang dan geogrid	650	750	850	fondasi jalan perkerasan lentur	
Tanah gambut dengan HRS atau DBTS untuk perkerasan untuk jalanraya minor (nilai minimum ketentuanlain berlaku)	Lapis penopang berbutir	1000	1250	1300		

Dari tabel di atas diperoleh dasar pondasi yang memerlukan peningkatan/perbaikan tanah dasar dengan alternatif sebagai berikut:

1. Material timbunan pilihan = 100 mm

4.1.5. Menentukan Desain Tebal Perkerasan Jalan

Desain tebal perkerasan pada manual desain perkerasan jalan Bina Marga 2017 terbagi atas tiga alternatif desain. Pada pemilihan jenis perkerasan pada Tabel 4.5 maka didapat jenis perkerasan AC. Berdasarkan jenis perkerasan yang dipilih tersebut maka bagan desain tebal perkerasan jalan yang digunakan adalah bagan desain 3B. Hasil tebal perkerasan dengan nilai CESAL₅ 0,84 juta dapat ditentukan pada Tabel 2.17 Bagan Desain-3B Desain Perkerasan Lentur Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir, sehingga dapat diuraikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Bagan Desain- 3B Desain Tebal Perkerasan Lentur Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir

	Struktur Perkerasan								
	FFF 1	FFF 2	FFF 3	FFF 4	FFF 5	FFF 6	FFF 7	FFF 8	FFF 9
Solusi yang dipilih					Lihat Catatan 2				

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6CESA_5)	<2	$\geq 2-4$	>4-7	>7-10	>10-20	>20-30	>30-50	>50-100	>100-200
	Ketebalan Lapis Perkerasan (mm)								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2		3				

Berdasarkan tabel di atas, maka didapatkan hasil desain tebal perkerasan lentur yaitu:

- AC WC = 40 mm
- AC BC = 60 mm
- AC Base = 0 mm
- LFA Kelas A = 400 mm

4.1.6. Hasil Desain Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017 pada Jalan Kaptan Sumarsono STA 0+000 - 1+650



Gambar 4.2: Detail Perkerasan Metode Bina Marga 2017

4.2. Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur (*flexible pavement*) Metode AASTHO 1993

Adapun data – data lalu lintas harian rata – rata (LHR) yang diperoleh dari

hasil survey dilapangan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

4.2.1. Parameter – parameter

Sebelum melakukan perhitungan tebal perkerasan lentur masing – masing lapisan, terlebih dahulu ditentukan parameter – parameter yang dibutuhkan, sebagai berikut:

➤ Faktor Distribusi Lajur dan Faktor Distribusi Arah

Nilainya faktor distribusi lajur dapat dilihat pada Tabel 2.11, yang bergantung pada jumlah lajur untuk masing – masing arah. Pada perencanaan jalan baru yang terdiri dari 1 lajur 2 arah untuk masing – masing arah, maka nilai faktor distribusi lajur diambil 100%.

➤ Mencari Nilai Reliabilitas (*Reliability*)

Menurut AASHTO 1993 Nilai Standar Deviasi (S_o) ditentukan untuk *Flexible Pavement* adalah 0,35. Berdasarkan Perkiraan Tingkat Keandalan (R) pada Tabel 2.22 didapat nilai Reabilitas (R) untuk jalan perkotaan adalah sebagai berikut: Antara 80 - 95, maka diambil 85.

Sedangkan nilai Simpangan Baku Normal (Z_R) ditentukan berdasarkan Tingkat Keandalan (R) yang dipilih pada Tabel 2.23 karena nilai (R) = 85 maka nilai Z_r didapat – 1,037.

➤ Mencari nilai *Serviceability*

Serviceability merupakan tingkat pelayanan yang diberikan oleh sistem perkerasan yang kemudian dirasakan oleh pengguna jalan. Nilai *serviceability* ini merupakan nilai yang menjadi tingkat penentu tingkat pelayanan fungsional dari suatu sistem perkerasan jalan. Maka didapat nilai

P_o (*Initial Serviceability*) sebesar 4,2

P_t (*Terminal Serviceability*) sebesar 2,0

Jadi nilai ΔPSI adalah $P_o - P_t = 4,2 - 2,0$

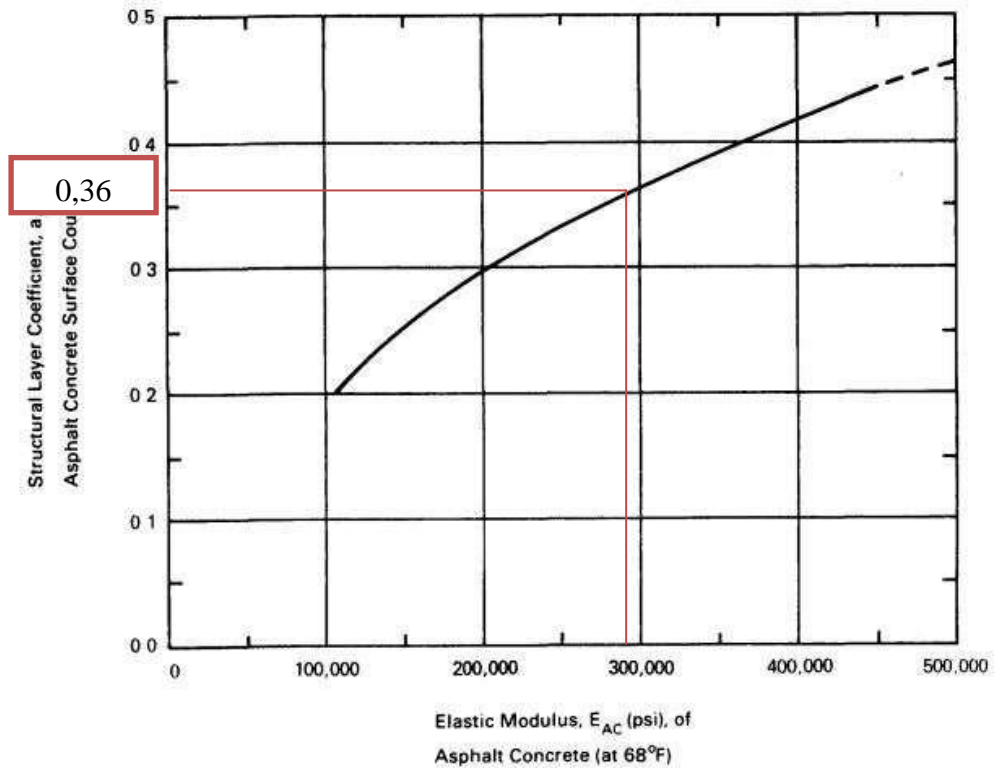
$$= 2,2$$

➤ *Modulus Resilient* (MR) tanah dasar

- MR untuk tanah dasar

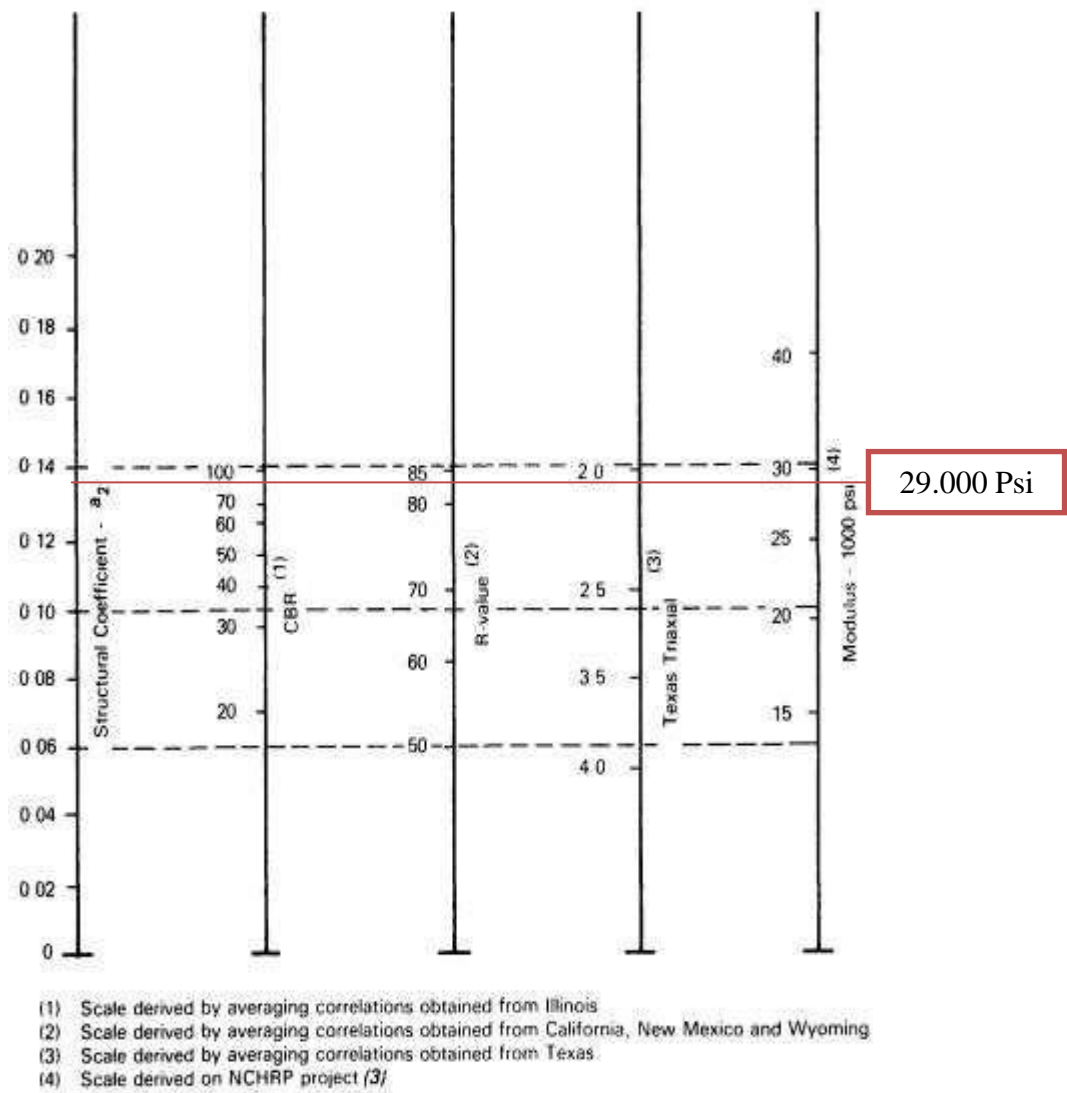
$$\begin{aligned} \text{MR} &= 1500 \times \text{CBR tanah dasar} \\ &= 1500 \times 6,5\% \\ &= 9750 \text{ Psi} \end{aligned}$$

- Modulus Resilient



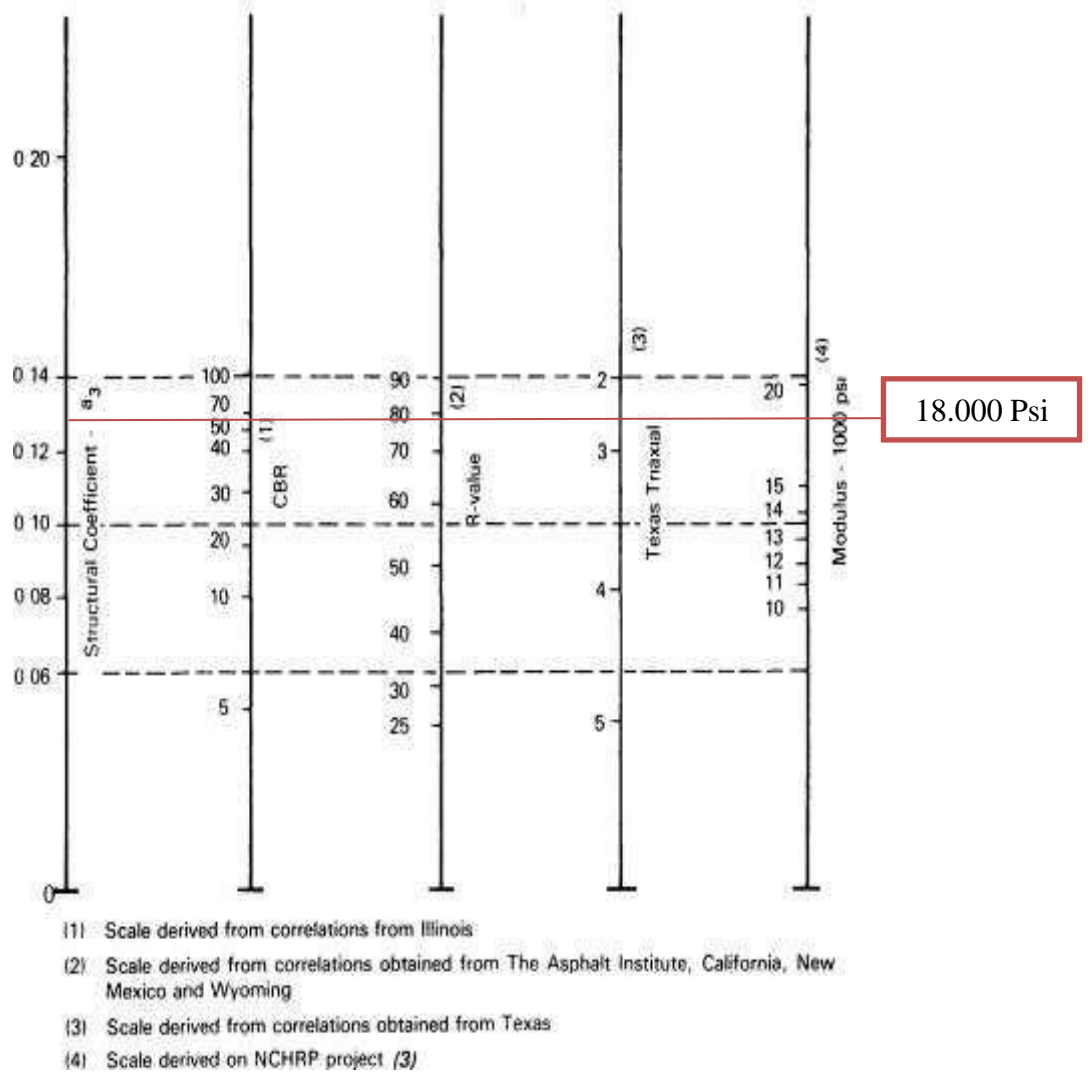
Gambar 4.3: Grafik Modulus Resilient

- MR untuk lapis pondasi atas CBR 90%



Gambar 4.4: Grafik Korelasi Koefisien Lapis Pondasi Atas

- MR untuk lapis pondasi bawah CBR 60%



Gambar 4.5: Grafik Korelasi Koefisien Lapis Pondasi Bawah

4.2.2. Koefisien Kekuatan Relatif Lapisan (a)

Koefisien relatif lapisan ini menggambarkan hubungan empiris antara indeks tebal perkerasan (SN) dan ketebalan perkerasan, dan merupakan suatu ukuran kemampuan relatif material untuk dapat berfungsi sebagai komponen struktur perkerasan. Dari Tabel 2.26 sebagai berikut:

- $a_1 = 0,36$
- $a_2 = 0,134$
- $a_3 = 0,13$

4.2.3. Mencari Indeks Tebal Perkerasan (*Structural Number* (SN))

Dengan nilai modulus elastisitas pada masing – masing lapisan yang sudah diketahui maka nilai SN sebagai berikut:

- $SN_1 = 0,95$
- $SN_2 = 1,87$
- $SN_3 = 2,87$

4.2.4. Perhitungan Tebal Perkerasan

Untuk mengetahui nilai tebal lapis perkerasan dapat dihitung dengan Rumus 2.8:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

$$m_1 = 1$$

$$m_2 = 1$$

$$\text{➤ } D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} = \frac{0,95}{0,36} = 2,64 \text{ inchi} = 7 \text{ cm}$$

$$\text{➤ } SN_1 = a_1 * D_1 \geq SN_1 = 0,36 * 2,64 = 0,95 \text{ Oke}$$

$$\text{➤ } D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2} = \frac{1,87 - 0,95}{0,134 * 1} = 6,9 \text{ inchi} = 18 \text{ cm}$$

$$\text{➤ } SN_1 + SN_2 \geq SN_2 = 1,87 - 0,95 = 0,92 = SN_1 + SN_2 = 1,87 \text{ Oke}$$

$$\text{➤ } D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2)}{a_3 * m_3} D_3 = \frac{2,87 - (0,95 + 0,92)}{0,13 * 1} = 7,9 \text{ inchi} = 20 \text{ cm}$$

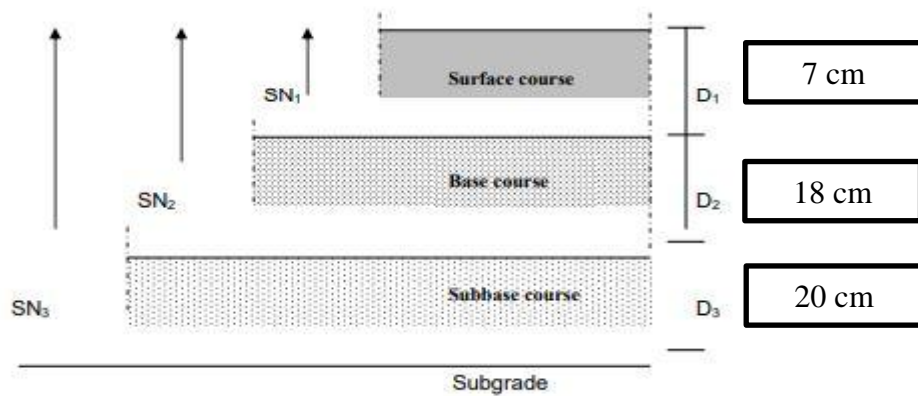
$$\text{➤ } a_1 * D_1 + a_2 * D_2 + a_3 * D_3 \geq SN_3 = 2,88 > 2,87 \text{ Oke}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan tebal lapis perkerasan sebagai berikut:

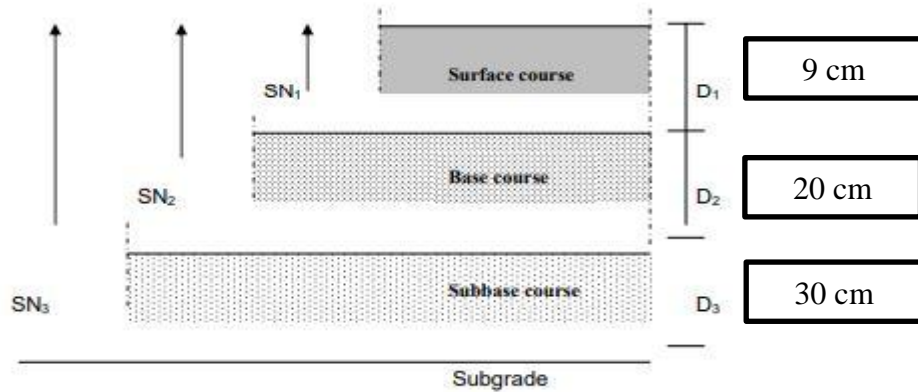
$$D_1 = 7 \text{ cm}$$

$$D_2 = 18 \text{ cm}$$

$$D_3 = 20 \text{ cm}$$



Gambar 4.6: Detail Perkerasan Metode AASHTO 1993



Gambar 4.7: Detail Perkerasan Lapangan

4.3. Perbandingan Hasil Metode AASHTO 1993, Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 dan Hasil Perhitungan Lapangan

Dari hasil perbandingan kedua metode yang dianalisis dalam penelitian ini menunjukkan perbedaan nilai tebal lapis perkerasan. Perbedaan kedua metode

diberikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Tebal perkerasan lentur Metode Bina Marga 2017, Metode AASTHO 1993 dan Lapangan

Jenis Lapisan	Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017, Bina Marga 2017	Metode AASTHO 1993	Lapangan
Lapisan Permukaan	10 cm	7 cm	9 cm
Lapis Pondasi Kelas A	40 cm	18 cm	20 cm
Lapis Pondasi Kelas B	-	20 cm	30 cm
Urugan Pilihan	10 cm	10 cm	30 cm
Total	60 cm	55 cm	89 cm

Dari hasil perancangan ketebalan yang telah dilakukan, maka untuk perhitungan volume ketebalan perkerasan digunakan hasil perancangan berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017, Bina Marga 2017 atas pertimbangan bahwa metode tersebut adalah metode terbaru dan dikeluarkan oleh Bina Marga.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari analisis perhitungan, maka diperoleh data – data yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan tebal lapis perkerasan Jalan Kapten Sumarsono Sta. 0+000 - Sta. 1+650 dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 yaitu Lapisan Permukaan dengan ketebalan 10 cm, Lapis Pondasi Kelas A dengan ketebalan 40 cm, Urugan Pilihan 10 cm dan .Metode AASHTO 1993 yaitu Lapisan Permukaan dengan ketebalan 7 cm, Lapis Pondasi Kelas A dengan ketebalan 18 cm, Lapis Pondasi Kelas B dengan ketebalan 20 cm, dan Urugan Pilihan 10 cm.
2. Metode Manual Desain Perkerasan lebih besar nilainya daripada Metode AASHTO 1993.
3. Hasil perhitungan tebal lapis perkerasan Jalan Kapten Sumarsono Sta. 0+000 - Sta. 1+650 dengan menggunakan Hasil Perhitungan Lapangan yaitu Lapisan Permukaan dengan ketebalan 9 cm, Lapis Pondasi Kelas A dengan ketebalan 20 cm, Lapis Pondasi Kelas B dengan ketebalan 30 cm, dan Urugan Pilihan 30 cm lebih efektif.

5.2. Saran

Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut mengenai peningkatan konstruksi jalan Kapten Sumarsono Sta. 0+000 – Sta. 1+650 dengan membandingkan aspek lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anai, B., Ali, S., Putra, F., Email, P., Padang, P. N., & Firdausputragmailcom, P. E. (2019). *Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metoda Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 , Pada Ruas Jalan Padang*. 474–484.
- Apriyatno, T. (2015). Uji Komparasi Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dan Kaku Metode Aashto 1993 (Studi Kasus Proyek Kbk Peningkatan Jalan Nasional Banyumanik Bawen). *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 17(1), 51–62. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v17i1.6895>.
- Asfiati, S., & Mutiara, D. T, (2020). Studi Keselamatan dan Keamanan Transportasi di Perlintasan Sebidang antara Jalan Rel dengan Jalan umum. *Civil Engineering Journal*, 31-41.
- Asfiati, S., & Zurkiyah. (2021). Pola Penggunaan Lahan Terhadap Sistem Pergerakan Lalu Lintas di Kecamatan Medan Perjuangan, Kota Medan. *Jurnal Education*, 206-216.
- Asfiati, S., & Zurkiyah. (2021). Analisis Tingkat Pelayanan Dermaga Pelabuhan Penumpang Teluk Nibung Asahan, Tanjung Balai, *Jurnal education civil engineering*, 248-252.
- Bester, J. J., Kruger, D., & Hinks, A. (2004). Construction and demolition waste in South Africa. In *Proceedings of the International Conference on Sustainable Waste Management and Recycling: Construction Demolition Waste* (pp. 63–70).
- Bogor, K. (1993). *Jurnal Kajian Teknik Sipil Nomor 3 Volume 1 22. 1*, 22–31.
- Departemen Pekerjaan umum. (2005). *Modul Rde - 12 : Bahan Perkerasan Jalan*.101.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Desain. 02*.
- Kementerian PUPR. (2017). *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan. Modul, 7*.
- Kholiq, A. (2014). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Antara Bina Marga Dan Aashto '93 (Studi Kasus: Jalan Lingkar Utara Panyi Ng Ki Ra N-B Ari Bis Aj Al E Ngka). *Jurnal J-ENSITEC*, 01, 43–51.
- Mantiri, C. C., Sendow, T. K., & Manoppo, M. R. . (2019). Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode Aashto 1993. *Jurnal Sipil Statik*, 7(10), 1303–1316.

- Pattipeilohy, J., Sapulette, W., & Lewaherilla, N. M. Y. (2019). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Desa Waisarisa – Kaibobu. *Manumata Vol 5, No 2 (2019), 5(2)*, 56–64.
- Program, J., Teknik, S., Teknik, F., Raya, U. P., Timang, J. H., Raya, P., Program, J., Teknik, S., Teknik, F., Raya, U. P., Timang, J. H., Raya, P., Program, J.,
- Teknik, S., Teknik, F., Raya, U. P., Timang, J. H., & Raya, P. (2020). *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Tahun 2017. 3(2)*, 186–197.
- Santander, B. (2017). Perkerasan Jalan, *87(1,2)*, 149–200.
- Spesifikasi Umum Bina. (2018). Spesifikasi Umum 2018. *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018, September*.
- Sukirman, S. (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Undang-Undang Republik Indonesia. (2004). UU No. 38 tahun 2004 tentang Jalan. *Peraturan Tentang Jalan, 3*.

LAMPIRAN



FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMMAD RIZKY AFDILLAH
NPM : 1807210125
JUDUL : "PENINGKATAN PELEBARAN JALAN DENGAN
METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN BINA
MARGA 2017 DAN METODE AASHTO 1993 JALAN
KAPTEN SUMARSONO MEDAN STA 0+000 – 1+650"

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	15/8-2022	<i>Alif Sumiar</i> - lembar pengesahan	<i>Asfiati</i>

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Ir. Sri Asfiati, M.T)



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL SUMATERA UTARA
SATUAN KERJA PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WILAYAH IV PROV. SUMATERA UTARA**
Jalan Asrama / PHB No. 141A Medan Provinsi Sumatera Utara, Kode Pos : 20523, Email : ppk4.5sumut@gmail.com

SURAT KETERANGAN

Nomor : 090/121 /Bb2-Wil 4.5/SK/ 2021

Berikut data Lalu Lintas Tahun 2020 untuk kebutuhan desain Perkersan Jalan Pelebaran Menambah Lajur Jalan Kapten Sumarsono Medan.

No.	Jenis	LHR (Kendaraan/hari)
1.	Kendaraan ringan 2 ton	60
2.	Pick-up mikro truk & mobil hantaran	25
3.	Truck 2 as	16
Total		101

Demikian kami sampaikan, agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pejabat Pembuat Komitmen 4.5
Provinsi Sumatera Utara



Karyawanta Sembiring, ST, MSi
NIP. 19710525 200710 1 002



Gambar L.1: Pemadatan agregat kelas B



Gambar L.2: Lapisan agregat kelas A



Gambar L.3: Penghamparan AC Base



Gambar L.4: Pemadatan Laston lapis antara (AC-BC)



Gambar L.5: Pemasangan laston lapis antara (AC-BC)



Gambar L.6: Lapisan perkerasan AC-WC



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL SUMATERA UTARA
SATKER PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WILAYAH IV PROV. SUMATERA UTARA
PPK 4.5 PROVINSI SUMATERA UTARA

PAKET : PELEBARAN JALAN MENAMBAH LAJUR JALAN KAPT. SUMARSONO
KONSULTAN : PT. ANUGERAH KRIDAPRADANA KSO PT. BERLIAN JAYA MANDIRI
KONTRAKTOR : PT. DUTA CAHAYA DELI

DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)

Tanggal : 21 Mei 2021
Sta : 0 + 025 L/S

Tanggal : 21 Mei 2021
Sta : 0 + 075 L/S

Nomor Pukulan	Kedalaman penetrasi Cm	Nilai SPR	Log CBR	CBR
1	2	3	4	5
0				
1	8,0	8,00	0,34	2,17
2	15,0	7,50	0,37	2,33
3	21,0	7,00	0,40	2,52
4	28,0	7,00	0,40	2,52
5	38,0	7,60	0,36	2,30
6	45,0	7,50	0,37	2,33
7	48,5	6,93	0,41	2,55
8	51,5	6,44	0,44	2,77
9	54,0	6,00	0,48	3,00
10	57,5	5,75	0,50	3,14
11	60,0	5,45	0,52	3,34
12	63,0	5,25	0,54	3,48
13	66,0	5,08	0,56	3,62
14	68,0	4,86	0,58	3,80
15	71,0	4,73	0,59	3,91
16	72,5	4,53	0,61	4,11
17	74,5	4,38	0,63	4,27
18	76,5	4,25	0,65	4,42
19	78,0	4,11	0,66	4,59
20	80,0	4,00	0,67	4,73
21	81,5	3,88	0,69	4,89
22	83,0	3,77	0,70	5,05
23	85,0	3,70	0,71	5,17
24	86,0	3,58	0,73	5,35
25	88,0	3,52	0,74	5,46
26	89,0	3,42	0,75	5,63
27	91,0	3,37	0,76	5,73
28	93,0	3,32	0,77	5,83
29	95,0	3,28	0,77	5,92
30	98,0	3,27	0,77	5,94
31	100,0	3,23	0,78	6,02
Nilai CBR (%)				3,62

Nomor Pukulan	Kedalaman penetrasi Cm	Nilai SPR	Log CBR	CBR
1	2	3	4	5
0				
1	27,0	27,00	-0,26	0,55
2	50,0	25,00	-0,22	0,60
3	61,0	20,33	-0,12	0,76
4	69,0	17,25	-0,04	0,91
5	77,0	15,40	0,02	1,04
6	85,0	14,17	0,06	1,14
7	93,0	13,29	0,09	1,23
8	100,0	12,50	0,12	1,31
Nilai CBR (%)				0,22

KONTRAKTOR	KONSULTAN	PROYEK



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
 BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL SUMATERA UTARA
 SATKER PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WILAYAH IV PROV. SUMATERA UTARA
 PPK 4.5 PROVINSI SUMATERA UTARA

PAKET : PAKET PELEBARAN JALAN MENAMBAH LAJUR JALAN KAPT. SUMARSONO
 KONSULTAN : PT. ANUGERAH KRIPRADANA KSO, PT BERLIAN JAYA MANDIRI
 KONTRAKTOR : PT. DUTA CAHAYA DELI

DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)

Tanggal : 22 Mei 2021
 Sta : 0+ 950 L/S

Tanggal : 22 Mei 2021
 Sta : 1 + 000 L/S

Nomor Pukulan	Kedalaman penetrasi Cm	Nilai SPR	Log CBR	CBR
1	2	3	4	5
0				
1	4,0	4,00	0,67	4,73
2	7,0	3,50	0,74	5,49
3	12,0	4,00	0,67	4,73
4	16,5	4,13	0,66	4,57
5	19,5	3,90	0,69	4,86
6	22,5	3,75	0,71	5,08
7	25,5	3,64	0,72	5,25
8	29,0	3,63	0,72	5,28
9	32,0	3,56	0,73	5,40
10	35,0	3,50	0,74	5,49
11	38,00	3,45	0,75	5,58
12	41,50	3,46	0,75	5,57
13	44,00	3,38	0,76	5,71
14	47,00	3,36	0,76	5,76
15	49,50	3,30	0,77	5,87
16	52,00	3,25	0,78	5,97
17	55,00	3,24	0,78	6,00
18	57,50	3,19	0,78	6,09
19	60,00	3,16	0,79	6,17
20	62,50	3,13	0,80	6,24
21	65,0	3,10	0,80	6,31
22	68,0	3,09	0,80	6,32
23	70,5	3,07	0,80	6,38
24	73,0	3,04	0,81	6,43
25	75,5	3,02	0,81	6,49
26	78,0	3,00	0,82	6,53
27	80,5	2,98	0,82	6,58
28	83,0	2,96	0,82	6,62
29	85,5	2,95	0,82	6,66
30	88,0	2,93	0,83	6,70
31	90,7	2,93	0,83	6,72
32	93,0	2,91	0,83	6,77
33	95,0	2,88	0,84	6,85
34	97,0	2,85	0,84	6,92
35	98,5	2,81	0,85	7,02
36	100,0	2,78	0,85	7,13
Nilai CBR (%)				6,01

Nomor Pukulan	Kedalaman penetrasi Cm	Nilai SPR	Log CBR	CBR
1	2	3	4	5
0				
1	6,0	6,00	0,48	3,00
2	16,0	8,00	0,34	2,17
3	35,0	11,67	0,15	1,42
4	54,0	13,50	0,08	1,20
5	59,0	11,80	0,15	1,40
6	63,0	10,50	0,20	1,60
7	67,0	9,57	0,25	1,77
8	70,0	8,75	0,29	1,96
9	73,0	8,11	0,33	2,13
10	76,0	7,60	0,36	2,30
11	78,0	7,09	0,39	2,48
12	80,0	6,67	0,43	2,66
13	81,0	6,23	0,46	2,87
14	82,0	5,86	0,49	3,08
15	83,0	5,53	0,52	3,28
16	85,0	5,31	0,54	3,44
17	87,0	5,12	0,55	3,58
18	89,0	4,94	0,57	3,72
19	91,0	4,79	0,59	3,86
20	92,5	4,63	0,60	4,02
21	94,0	4,48	0,62	4,17
22	98,0	4,45	0,62	4,19
23	100,0	4,35	0,63	4,30
Nilai CBR (%)				2,81

KONTRAKTOR	KONSULTAN	PROYEK



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL SUMATERA UTARA
SATKER PELAKSANAAN JALAN NASIONAL WILAYAH IV PROV. SUMATERA UTARA
PPK 4.5 PROVINSI SUMATERA UTARA

PAKET : PAKET PELEBARAN JALAN MENAMBAH LAJUR JALAN KAPT. SUMARSONO
KONSULTAN : PT. ANUGERAH KRIPRADANA KSO, PT BERLIAN JAYA MANDIRI
KONTRAKTOR : PT. DUTA CAHAYA DELI

DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)

Tanggal : 22 Mei 2021
Sta : 1 + 075 L/S

Tanggal : 22 Mei 2021
Sta : 1 + 150 L/S

Nomor Pukulan	Kedalaman penetrasi Cm	Nilai SPR	Log CBR	CBR
1	2	3	4	5
0				
1	5,0	5,00	0,57	3,68
2	7,5	3,75	0,71	5,08
3	9,0	3,00	0,82	6,53
4	11,0	2,75	0,86	7,21
5	13,0	2,60	0,89	7,68
6	14,5	2,42	0,92	8,33
7	16,0	2,29	0,95	8,87
8	17,0	2,13	0,98	9,63
9	17,5	1,94	1,03	10,64
10	19,0	1,90	1,04	10,92
11	20,0	1,82	1,06	11,48
12	21,5	1,79	1,07	11,67
13	23,0	1,77	1,07	11,84
14	25,5	1,82	1,06	11,46
15	30,0	2,00	1,01	10,31
16	34,0	2,13	0,98	9,63
17	38,0	2,24	0,96	9,10
18	41,5	2,31	0,94	8,79
19	45,0	2,37	0,93	8,53
20	49,0	2,45	0,91	8,21
21	52,0	2,48	0,91	8,11
22	54,5	2,48	0,91	8,11
23	57,0	2,48	0,91	8,10
24	59,0	2,46	0,91	8,18
25	61,0	2,44	0,92	8,24
26	63,0	2,42	0,92	8,31
27	64,0	2,37	0,93	8,52
28	65,0	2,32	0,94	8,72
29	67,0	2,31	0,94	8,77
30	70,0	2,33	0,94	8,67
31	74,0	2,39	0,93	8,45
32	77,0	2,41	0,92	8,38
33	81,0	2,45	0,91	8,19
34	85,0	2,50	0,90	8,02
35	90,0	2,57	0,89	7,77
36	93,0	2,58	0,89	7,73
37	98,0	2,65	0,88	7,52
38	100,0	2,63	0,88	7,57
Nilai CBR (%)				8,60

Nomor Pukulan	Kedalaman penetrasi Cm	Nilai SPR	Log CBR	CBR
1	2	3	4	5
0				
1	14,0	14,00	0,06	1,16
2	20,0	10,00	0,23	1,69
3	25,0	8,33	0,32	2,07
4	29,5	7,38	0,38	2,38
5	33,0	6,60	0,43	2,69
6	37,0	6,17	0,46	2,91
7	41,0	5,86	0,49	3,08
8	45,0	5,63	0,51	3,22
9	49,0	5,44	0,52	3,34
10	52,0	5,20	0,55	3,52
11	55,0	5,00	0,57	3,68
12	57,5	4,79	0,59	3,86
13	60,0	4,62	0,60	4,03
14	62,0	4,43	0,62	4,22
15	64,0	4,27	0,64	4,40
16	66,0	4,13	0,66	4,57
17	68,0	4,00	0,67	4,73
18	70,0	3,89	0,69	4,88
19	72,0	3,79	0,70	5,02
20	73,0	3,65	0,72	5,24
21	74,0	3,52	0,74	5,45
22	75,5	3,43	0,75	5,62
23	76,5	3,33	0,76	5,82
24	77,5	3,23	0,78	6,02
25	78,5	3,14	0,79	6,21
26	79,5	3,06	0,81	6,40
27	81,5	3,02	0,81	6,49
28	83,0	2,96	0,82	6,62
29	87,0	3,00	0,82	6,53
30	91,0	3,03	0,81	6,45
31	94,0	3,03	0,81	6,46
32	96,0	3,00	0,82	6,53
33	99,0	3,00	0,82	6,53
34	100,0	2,94	0,82	6,68
Nilai CBR (%)				4,66

KONTRAKTOR	KONSULTAN	PROYEK

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama	: Muhammad Rizky Afdillah
Panggilan	: Rizky
Tempat/ Tanggal Lahir	: Medan, 29 Oktober 2000
Jenis Kelamin	: Laki - Laki
Alamat Sekarang	: Jln. Amal Luhur Gg DW No 38 B
No Hp	: 082277314518
Nomor Pokok Mahasiswa	: 1807210125
Fakultas	: Teknik
Jurusan	: Teknik Sipil
Perguruan Tinggi	: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi	: Jl. Kapten Muchtar Basri, no. 3 Medan 20238

RIWAYAT PENDIDIKAN

Sekolah Dasar (SD)	: Hasanuddin
Sekolah Menengah Pertama (SMP)	: Kartika 1-2
Sekolah Menengah Atas (SMA)	: Kartika 1-2

PENGALAMAN KERJA

Tol tebing tinggi – serbelawan zona 4 PT Waskita Karya