

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN
RUAS JALAN DURUNG KECAMATAN MEDAN TEMBUNG
MENGUNAKAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN
2017 DAN AASHTO 1993
(Studi Kasus: Ruas Jalan Durung Kecamatan
Medan Tembung)**

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD IQBAL FADHILAH

1807210163P



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Iqbal Fadhilah

NPM : 1807210163P

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : Perbandingan Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Jalan
Durung Kecamatan Medan Tembung Menggunakan Metode Manual
Desain Perkerasan 2017 dan AASHTO 1993

Bidang Ilmu : Transport

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 25 Februari 2022

Dosen Pembimbing 1



M. Husin Gultom ST. MT

Dosen Pembimbing 2



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, MSc

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Iqbal Fadhilah
NPM : 1807210163P
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Perbandingan Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Jalan
Durung Kecamatan Medan Tembung Menggunakan
Metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan AASHTO
1993
Bidang Ilmu : Transport

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, 25 Februari 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I



M. Husin Gultom ST. MT

Dosen Pembimbing II



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, MSc

Dosen Pembimbing I



Rizki Efrida, S.T, M.T

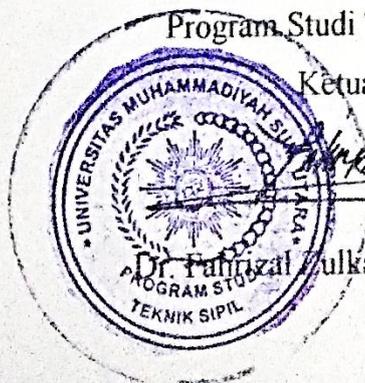
Dosen Pembimbing II



Dr. Ade Faisal, S.T, MSc, Phd

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, MSc

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Iqbal Fadhilah
Tempat / Tanggal Lahir : Bah Butong / 18 Mei 1996
NPM : 1807210163P
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Perbandingan Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Jalan Durung Kecamatan Medan Tembung Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan AASHTO 1993”

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 di proses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

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

Medan, 25 Februari 2022

Saya yang menyatakan,



Muhammad Iqbal Fadhilah

ABSTRAK

PERBANDINGAN PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN RUAS JALAN DURUNG KECAMATAN MEDAN TEMBUNG MENGGUNAKAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017 DAN AASHTO 1993 (STUDI KASUS)

Muhammad Iqbal Fadhilah
1807210163P

M. Husin Gultom ST. MT.

Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, MSc

Jalan raya merupakan suatu lintasan yang berfungsi sebagai media tempat kendaraan maupun orang untuk berpergian dari satu tempat ke tempat lain. Jalan raya dapat diartikan sebagai tanah yang diperkeras atau jalan tanah tanpa perkerasan, sedangkan lalulintas adalah semua benda dan makhluk hidup yang melewati jalan tersebut baik kendaraan bermotor, tidak bermotor, manusia ataupun hewan. Perbaikan atau peningkatan jalan diperlukan agar semua yang melewati jalan tersebut dapat sampai ke tempat tujuan tanpa hambatan. Pada ruas jalan Durung Kecamatan Medan Tembung, kendaraan dan orang yang melewatinya setiap tahun semakin banyak, hal itu berpengaruh terhadap kemampuan jalan yang menurun, oleh karena itu diperlukan peningkatan jalan yang mampu menampung kendaraan atau orang yang melewatinya. Dalam hal tersebut perkerasan lentur sangat direkomendasikan karena strukturnya lebih elastis dibandingkan perkerasan kaku. Pada tugas akhir ini direncanakan sebuah peningkatan jalan yang menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan metode AASHTO 1993, dengan alat bantu software Microsoft Excel 2013. Dari hasil perencanaan akan didapatkan ketebalan masing-masing lapisan jalan tersebut.

Kata kunci: Jalan Raya, Perkerasan, Tebal Jalan.

ABSTRACT

COMPARISON OF PLANNING FOR ROAD IMPROVEMENT IN THE DURUNG ROAD MEDAN TEMBUNG SUB-DISTRICT USING THE PAVEMENT DESIGN MANUAL 2017 AND AASHTO 1993 METHODS (CASE STUDY)

Muhammad Iqbal Fadhilah
1807210163P
M. Husin Gultom ST. MT.
Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, MSc

The highway is a path that functions as a medium for vehicles and people to travel from one place to another. Highway can be defined as paved land or dirt road without pavement, while traffic is all objects and living things that pass through the road, whether motorized, non-motorized, human or animal vehicles. Repair or improvement of roads is needed so that all who pass through the road can get to their destination without obstacles. On Jalan Durung, Medan Tembung Subdistrict, the number of vehicles and people that pass through it is increasing every year, this affects the ability of the road to decline, therefore it is necessary to improve roads that can accommodate vehicles or people who pass through it. In this case, flexible pavement is highly recommended because its structure is more elastic than rigid pavement. In this final project, a road improvement is planned using the Pavement Design Manual 2017 and the AASHTO 1993 methods, using Microsoft Excel 2013 software tools. From the planning results will be obtained the thickness of the road improvement works.

Keywords: Highway, Pavement, Thick Road.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat 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 “Perbandingan Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Jalan Durung Kecamatan Medan Tembung Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan AASHTO 1993” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak M. Husin Gultom, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, MSc selaku Dosen Pembimbing II dan sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T, M.T Sebagai Dosen Pembimbing 1.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T, MSc, Phd sebagai Dosen Pembimbing 2 dan juga sebagai Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh civitas akademika Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis.

7. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Yardi dan Ibunda tercinta Legiem yang telah berjuang membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
8. Adik tercinta Nanda Fidiansyah dan Ade Yulianis Zaharah yang senantiasa mendukung penulis.
9. Teman dan rekan seperjuangan Ade Andriani, Indri Dwi Nurhayati, Teuku Gilang, M. Rahmatullah Amin, Misbatullah, Rian Agustian dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 25 Februari 2022

Penulis,



Muhammad Iqbal Fadhilah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penulisan	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	4
2.2 Definisi Jalan Raya	4
2.3 Macam-macam Jalan Raya	4
2.4 Perkerasan Jalan	6
2.5 Perkerasan Jalan Metode Manual Desain Perkerasan 2017	7
2.6 Jenis dan Fungsi Lapisan Perkerasan	7
2.6.1 Lapisan Permukaan (<i>Surface Course</i>)	8
2.6.2 Lapis Pondasi Atas (<i>Base Course</i>)	11
2.6.3 Lapisan Pondasi Bawah (<i>Subbase Course</i>)	11
2.6.4 Lapisan Tabah Dasar (<i>Subgrade</i>)	12
2.7 Kerusakan Konstruksi Perkerasan Jalan	12
2.8 Jenis Kerusakan Konstruksi Pekerjaan Jalan	13

2.9	Material Konstruksi Perkerasan	14
2.9.1	Agregat	14
2.9.2	Aspal	14
2.10	Umur Rencana	15
2.11	Lalulintas	16
2.11.1	Analisa Volume Lalulintas	16
2.11.2	Faktor Pertumbuhan Lalulintas	16
2.11.3	Lalulintas pada Lajur Rencana	17
2.11.4	Faktor Ekuivalen Bahan (<i>Vehicle Damage Factor</i>)	18
2.12	Pengukuran Daya Dukung dengan DPC (<i>Dynamic Cone Penetration Test</i>)	21
2.13	Penentuan Segmen Tanah Dasar yang Seragam	25
2.14	Desain Perkerasan Lentur	26
2.15	Metode AASHTO 1993	29
2.16	Periode Analisa (<i>Analysis Period</i>)	29
2.17	Lalulintas (<i>Traffic</i>)	29
2.18	Kinerja Jalan (<i>Pavement Performance</i>)	30
2.19	Modulus <i>Resilient</i> Tanah Dasar (M_r)	32
2.20	Reliabilitas (R) dan Simpang Keseluruhan (S_o)	33
2.21	Lintas Ekuivalen Selama Umur Rencana (W_{18})	34
2.22	Kondisi Lingkungan	35
2.23	Koefisien Drainase	36
2.24	Indeks Tebal Perkerasan (S_n)	37
2.25	Koefisien Relatif Lapis (a)	37
2.26	Batas-batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan (D_i)	39
BAB 3	METODE PENELITIAN	
3.1	Umum	41
3.2	Tempat Penelitian	42
3.3	Metode Pengumpulan Data	42
3.4	Metode Analisa Studi	42
3.5	Gambaran Umum Lokasi Studi	43
3.6	Tingkat Pertumbuhan lalulintas	43
3.7	Lintas harian Rata-rata	43
3.8	Data Pengujian DCP	44

BAB 4	ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1.	LHR pada Ruas Jalan Durung Tahun 2018	51
4.2.	Tingkat Pertumbuhan Lalulintas (R)	51
4.3.	Metode Manual Desain Perkerasan 2017	52
4.3.1.	Distribusi Arah (DD) dan Distribusi Lajur (DL)	52
4.3.2.	<i>Cumulatif Equivament Single Axie</i> (CESA ₅) 20 Tahun	52
4.3.3.	Pondasi jalan Minimum	53
4.4.	Metode AASHTO 1993	55
4.4.1.	Faktor Distribusi Arah (DD) dan Distribusi lajur (DL)	55
4.4.2.	Repetisi Beban Selama Umur Rencana (W_{18})	56
4.4.3.	Indeks Kemampuan Pelayanan	57
4.4.4.	<i>Reliabilitas</i> (R) dan Deviasi Standar Normal (Z_R)	57
4.4.5.	Deviasi Standar keseluruhan (S_o)	57
4.4.6.	Koefisien Drainase (m_i)	58
4.4.7.	Koefisien Lapisan	58
4.4.8.	Angka Struktural (SN)	61
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1.	Kesimpulan	63
5.2	Saran	63
	DAFTAR PUSTAKA	64
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Kumulatif lalulintas 18- <i>Kips</i> ESAL terhadap waktu	32
Gambar 2.2: Hubungan antara Δ PSI dan waktu pelayanan kinerja jalan	36
Gambar 2.3: Grafik untuk memperkirakan koefisien lapisan dari tingkat kepadatan beton aspal (a1) berdasarkan modulus elastis	38
Gambar 2.4: Variasi koefisien lapisan pondasi atas dengan material berbutir (a2) untuk bermacam-macam parameter kekuatan pondasi	38
Gambar 2.5: Variasi Koefisien Lapisan Pondasi Bawah dengan Material Berbutir (a3) Untuk Bermacam-macam Parameter Kekuatan Pondasi	39
Gambar 3.1: Bagan alir penelitian	41
Gambar 3.2: Peta Lokasi Penelitian	42
Gambar 4.1: Nilai modulus resilient (M_R) E_{AC}	58
Gambar 4.2: Nilai modulus resilient (M_R) E_{BS}	59
Gambar 4.3: Nilai modulus resilient (M_R) E_{SB}	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Perbedaan perkerasan lentur dan perkerasan kaku	7
Tabel 2.2: Umur perkerasan	15
Tabel 2.3: Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%)	16
Tabel 2.4: Faktor distribusi lajur (DL)	18
Tabel 2.5: Pengumpulan data beban gandar	18
Tabel 2.6: Nilai VDF masing-masing kendaraan niaga	19
Tabel 2.7: Nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga	20
Tabel 2.8: Faktor penyesuaian modulus tanah dasar terhadap kondisi musim	23
Tabel 2.9: Bagan desain -3B desain perkerasan lentur – aspal dengan lapis pondasi berbutir	26
Tabel 2.10: Bagan desain -3C penyesuaian tebal lapis pondasi agregat A untuk tanah dasar $CBR \geq 7\%$ (hanya untuk bagan desain -3B)	27
Tabel 2.11: Umur rencana berdasarkan kondisi jalan	29
Tabel 2.12: Faktor distribusi arah (DL)	30
Tabel 2.13: Indeks permukaan jalan	30
Tabel 2.14: Kondisi pelayanan yang masih diterima pengguna jalan	31
Tabel 2.15: Tingkat reliabilitas	33
Tabel 2.16: Nilai simpang baku normal (ZR)	33
Tabel 2.17: Kelompok kualitas drainase	36
Tabel 2.18: Nilai Koefisien Drainase	36
Tabel 2.19: Nilai Tebal Perkerasan Minimum (Inch)	39
Tabel 3.1: Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) di Sumatera	43
Tabel 3.2: Lalu lintas harian rata-rata ruas Jalan Durung Kec. Medan Tembung tahun 2018	44
Tabel 3.3: Pengujian DCP pada 0+000 L/S	44
Tabel 3.4: Pengujian DCP pada 0+500 R/S	46
Tabel 3.5: Pengujian DCP pada 1+000 L/S	47
Tabel 3.6: Pengujian DCP pada 1+250 R/S	49
Tabel 4.1: Lalu lintas harian rata-rata tahunan ruas Jalan Durung Kec. Medan Tembung Tahun 2018 dan Tahun 2020	51
Tabel 4.2: <i>Cumutatif Equivalent Single Axle</i> (CESA ₅) umur rencana 20 tahun	52

Tabel 4.3: Nilai CBR menggunakan rumus dari pedoman bahan konstruksi sipil: 2007 ruas Jalan Durung Kec. Medan Tembung dengan interval jarak 500 meter	53
Tabel 4.4: <i>Cumulatif Equivalent Single Axie</i> (CESA ₄) umur rencana 20 tahun	56

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

a	= Koefisien relatif lapisan
AASHTO	= <i>The American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
AC	= <i>Asphalt Concrete</i>
ai	= Koefisien kekuatan relatif bahan lapis perkerasan ke-i
BC	= <i>Binder Course</i>
C	= Koefisien pengaliran
CBR	= <i>California Bearing Ratio</i>
CESA	= <i>Cumulatif Equipment Single Axie</i>
CTB	= <i>Cement Treated Based</i>
DCP	= <i>Dynamic Cone Penetrometer</i>
DD	= Faktor distribusi arah
DDT	= Daya dukung tanah dasar
DL	= Faktor distribusi lajur
Di	= Tebal lapis perkerasan ke-i
E	= Angka ekivalen
E _{AC}	= <i>Elastic Modulus</i>
EBS	= Resilient dasar
EKR	= Ekivalen kendaraan ringan
ESA	= <i>Equivalent Standar Axie</i>
ESAL	= <i>Equivalent Single Axle Load</i>
FC _{HS}	= Faktor penyesuaian kapasitas akibat pengaruh hambatan samping
FC _{PA}	= Faktor penyesuaian kapasitas karena pemisahan arah
FC _w	= Faktor penyesuaian pengaruh lebar lajur lalu lintas
FR	= Faktor regional
HRS	= <i>Hot Roll Sheet</i>
HSD	= Harga satuan dasar
HSPK	= Harga satuan pokok kegiatan
i	= Faktor pertumbuhan lalu lintas
IP	= Indeks permukaan
ITP	= Indeks tebal perkerasan

K1, K2	= Regresi konstan
LEP	= lintas ekivalen permulaan
LHR	= lalulintas harian
Li	= Notasi konfigurasi sumbu
LPA	= Lapis pondasi atas
Lx	= Beban sumbu yang akan dievaluasi
L18	= Beban sumbu standar 18 kips
MDP	= Manual desain perkerasan
Mi	= Koefisien drainasi lapis ke-i
M _R	= Modulus Resilient
N	= Faktor umur rencana
OH	= Orang harian
P	= Persen efektif hari hujan
PI	= Plastisitas indeks
P _s	= Probabilitas pengembangan
P _t	= Indeks pelayanan akhir
R	= Reliabilitas
SN	= <i>Structural Number</i>
S _n	= Indeks tebal perkerasan
S _o	= Simpang baku keseluruhan
T	= Jumlah tahun yang ditinjau
Th	= Jumlah rata-rata hari hujan
TM	= <i>Traffic Multiplier</i>
Tj	= Hujan rata-rata perhari
u	= Kerusakan relatif
UR	= Umur rencana
VDF	= <i>Vehicle Damage Factor</i>
V _r	= Besarnya potensi merembes ke atas
W	= Ekivalen beban sumbu standar
WC	= <i>Wearing Course</i>
WL	= Faktor air hujan yang masuk ke pondasi
ZR	= Nilai simpang baku normal
ΔPSI	= Total penurunan pelayanan

θ = Jumlah tegangan pokok
 \emptyset = Tingkat pengembangan tetap

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan jalan raya merupakan salah satu hal yang selalu beriringan dengan kemajuan teknologi dan pemikiran manusia yang menggunakannya, karenanya jalan merupakan fasilitas penting bagi manusia supaya dapat mencapai suatu daerah yang ingin dicapai.

Jalan raya adalah suatu lintasan yang bertujuan melewatkan lalu lintas dari suatu tempat ke tempat yang lain. Arus lalu lintas disini dapat diartikan sebagai tanah yang diperkeras atau jalan tanah tanpa perkerasan, sedangkan lalu lintas adalah semua benda dan makhluk hidup yang melewati jalan tersebut baik kendaraan bermotor, tidak bermotor, manusia, ataupun hewan.

Keberadaan jalan sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi seiring dengan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi yang dapat menjangkau daerah-daerah terpencil yang merupakan sentra produksi pertanian.

Peningkatan volume lalu lintas sebesar 3,5% (sumber : Direktorat LLAJ – Ditjen Hubrat, 2016) yang melebihi kapasitas jalan menyebabkan penurunan kualitas jalan sehingga mengalami kerusakan. Kerusakan perkerasan lentur pada ruas jalan Durung Kec. Medan Tembung menjadikan jalan bergelombang dan belubang.

Untuk itu, perbaikan jalan sangat diperlukan agar aktivitas berkendara menjadi tidak terganggu atau terhambat.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penulis mengevaluasi permasalahan tersebut dengan meningkatkan tebal perkerasan lentur yang sesuai dengan fungsi jalan tersebut. Dalam studi perencanaan ini akan dilakukan perencanaan ulang tebal lapis dan lebar perkerasan lentur menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan Metode AASHTO 1993. Dengan judul skripsi “Perbandingan Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas Jalan Durung Kecamatan Medan Tembung Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan Metode AASHTO 1993”

1.2.Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang ditetapkan pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana hasil perencanaan perkerasan lentur pada ruas jalan Durung Kecamatan Medan Tembung dengan metode Manual Desain Perkerasan 2017?
2. Bagaimana hasil perencanaan perkerasan lentur pada ruas jalan Durung Kecamatan Medan Tembung dengan metode AASHTO 1993?
3. Berapa beda tebal jalan hasil perencanaan jalan dengan metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan metode AASHTO 1993?

1.3.Ruang Lingkup

Adapun batasan-batasan masalah yang ditetapkan pada tugas akhir ini adalah:

1. Struktur jalan raya yang menjadi bahan penelitian merupakan:
 - a. Jalan raya di jalan Durung Kec. Medan Tembung
2. Metode yang digunakan:
 - a. Manual Desain Perkerasan 2017
 - b. AASHTO 1993
3. Analisis menggunakan alat bantu berupa program yaitu:
 - a. Microsoft Excel.
4. Parameter yang ditinjau:
 - a. Lokasi pekerjaan
 - b. Pertumbuhan lalu lintas

1.4.Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini antara lain:

1. Untuk mengetahui ketebalan konstruksi lapisan perkerasan lentur ruas jalan Durung Kecamatan Medan Tembung dengan metode Manual Desain Perkerasan 2017.
2. Untuk mengetahui ketebalan konstruksi lapisan perkerasan lentur ruas jalan Durung Kecamatan Medan Tembung dengan metode AASHTO 1993.
3. Untuk mengetahui perbedaan tebal jalan pada perencanaan jalan metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan metode AASHTO 1993.

1.5. Manfaat Penulisan

Dari hasil perhitungan pada perencanaan peningkatan jalan di jalan Durung Kecamatan Medan Tembung maka diharapkan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat untuk mengetahui bagaimana merencanakan peningkatan jalan untuk pekerjaan tersebut.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Di dalam Bab ini akan menguraikan penjelasan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup permasalahan, tujuan penelitian, sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menguraikan penjelasan mengenai definisi jalan raya, perkerasan jalan raya, kerusakan pada konstruksi jalan, metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan metode AASHTO 1993.

BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

Bab ini akan menampilkan bagaimana metodologi penelitian yang akan digunakan dari awal sampai akhir penelitian dan penjelasan mengenai merencanakan perkerasan lentur.

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menyajikan penjelasan mengenai perhitungan, analisis pemodelan bentuk gambar, grafik atau tabel serta pembahasannya.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menyajikan penjelasan mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari keseluruhan penulisan Tugas Akhir ini dan saran-saran yang dapat diterima penulis agar lebih baik lagi kedepannya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Dalam bab ini akan disajikan teori-teori dan ketentuan yang berhubungan dalam perencanaan struktur bangunan yang akan dianalisa dan teori-teori terkait lainnya yang dikutip dari banyak sumber meliputi buku, jurnal penelitian dan pendapat para ahli yang berhubungan dengan perhitungan atau analisa data yang diperlukan dalam Tugas Akhir ini.

2.2. Definisi Jalan Raya

Menurut UU No. 38 Tahun 2004 Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi merupakan unsur penting dalam pengembangan kehidupan berbangsa dan bernegara dalam pembinaan persatuan dan kesatuan bangsa, wilayah Negara dan fungsi masyarakat serta dalam memajukan kesejahteraan 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, dibawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Pada jalan raya penampang memanjang dan melintang mempertimbangkan letak sumbu jalan sesuai kondisi medan dengan memperhatikan sifat operasi kendaraan, keamanan, jarak pandang dan fungsi jalan. Potongan melintang adalah bidang penampang jalan utamanya sedangkan potongan memanjang adalah bidang potongan yang terletak sejajar dengan bidang jalan utamanya.

2.3. Macam-Macam Jalan Raya

Sistem jaringan jalan di Indonesia dapat dibedakan atas sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder. Sesuai undang-undang tentang jalan, No 38 tahun 2004 pasal 8 tentang fungsi jalan.

Berdasarkan fungsi jalan-jalan dapat dibedakan atas:

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

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia nomor 38 tahun 2004 tentang jalan pada pasal 9 dijelaskan tentang status jalan berdasarkan sifat pergerakan lalu lintas dan angkutan jalan. Berdasarkan status jalan dapat dibedakan atas:

- Jalan Nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, jalan strategis nasional, dan jalan tol.
- Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
- Jalan Kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan local, antar pusat kegiatan local, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
- Jalan Kota merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan 10 pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat pemukiman yang berada di dalam kota.
- Jalan Desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan atau antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia nomor 22 tahun 2009 tentang lalulintas dan angkutan jalan, pada pasal 19 dikelompokkan dalam beberapa kelas

berdasarkan sifat dan pergerakan pada lalu lintas dan angkutan jalan, dan juga daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraan bermotor. Berdasarkan status jalan dapat dibedakan atas:

- Jalan kelas I yaitu jalan arteri dan kolektor, yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak lebih 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.100 milimeter dan muatan sumbu terberat 10 ton.
- Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, local, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.100 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
- Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, local, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
- Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 ton.

2.4. Perkerasan Jalan

“Perkerasan jalan merupakan konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*subgrade*) yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas” (Shirley L Hendarsin, 2000:208). Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengelolaan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan.

Konstruksi perkerasan terdiri dari beberapa jenis berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas (Silvia Sukirman, 1999:4):

a. Konstruksi Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, lapisan-lapisan perkerasaannya bersifat memikul dan menyebarkan bahan lalu lintas ke tanah dasar.

b. Kontruksi Perkerasan kaku

Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton.

c. Konstruksi Perkerasan Komposit

Konstruksi perkerasan komposit (*composit pavement*) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur.

Perbedaan utama antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur dibesikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1: Perbedaan perkerasan lentur dan perkerasan kaku (Sukirman,Silvia.1999.Perkerasan Lentur Jalan Raya.Bandung.NOVA)

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

2.5. Perkerasan Jalan Metode Manual Desain Perkerasan 2017

Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 (MDP 2017) merupakan salah satu metode yang digunakan Bina Marga. Metode ini adalah penyempurnaan dari metode sebelumnya yaitu Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 (MDP 2013). Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 (MDP 2017) terdiri atas dua bagian yaitu bagian I membahas tentang desain perkerasan jalan baru dan bagian II membahas tentang rekonstruksi penanganan perbaikan perkerasan jalan lama (MDP, 2017).

2.6. Jenis dan Fungsi Lapisan Perkerasan

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.

Konstruksi perkerasan terdiri dari:

- a. Lapisan permukaan (*surface course*)
- b. Lapisan pondasi atas (*base course*)
- c. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
- d. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Beban lalu lintas yang bekerja di atas konstruksi perkerasan dapat dibedakan atas:

- a. Muatan kendaraan berupa gaya vertikal
- b. Gaya rem kendaraan berupa gaya horizontal
- c. Pukulan roda kendaraan berupa getaran-getaran.

Karena sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin kebawah semakin kecil. Lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja, lapis pondasi atas menerima gaya vertikal dan getaran, sedangkan tanah dasar dianggap hanya menerima gaya vertikal saja. Oleh karena itu, terdapat perbedaan syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh masing-masing lapisan.

2.6.1.Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan yang terletak diatas disebut lapisan permukaan dan berfungsi sebagai:

- a. Lapis perkerasan menahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan bawah tersebut.
- c. Lapis aus (*wearing course*) lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- d. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

Guna dapat memenuhi fungsi tersebut diatas, pada umumnya lapisan perkerasan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama.

Jenis lapis permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain:

- a. Lapisan bersifat nonstructural, berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air antara lain:

- i. Burtu (Laburan Alpal Satu Lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.
- ii. Burda (Laburan Alpal Dua Lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.
- iii. Latasir (Lapisan Tipis Aspal Pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1-2 cm.
- iv. Buras (Laburan Aspal), merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inch.
- v. Latasbum (Lapis Tipis Asbuton Murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
- vi. Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton), dikenal dengan nama *hot roll sheet* (HRS), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padat antara 2,5-3 cm.

Jenis lapisan permukaan tersebut di atas walaupun bersifat nonstruktural, dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu, sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan. Jenis perkerasan ini terutama digunakan untuk pemeliharaan jalan.

- b. Lapisan struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda:
 - i. Penetrasi Macadam (Lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Di atas lapern ini biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4-10 cm.
 - ii. Lasbutag, merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat-agregat, asbuton dan bahan pelunak yang

diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisnya antara 3-5 cm.

- iii. Laston (Lapis Aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Aspal beton terdiri dari tiga macam lapisan yaitu:

1) AC WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*)

AC WC merupakan lapisan perkerasan laston yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus dengan tebal minimumnya adalah 4 cm, dan ukuran maksimum agregat campurannya adalah 19 mm. Lapisan ini adalah lapisan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan dan dirancang untuk tahan terhadap perubahan cuaca, gaya geser, tekanan roda ban kendaraan serta memberikan lapis kedap air untuk lapisan dibawahnya.

2) AC BC (*Asphalt Concrete Binder Course*)

AC BC merupakan lapisan perkerasan laston yang terletak dibawah lapisan aus (*wearing course*) dan diatas lapisan pondasi (*base course*) dapat disebut sebagai lapisan antara sebagai lapisan pengikat dengan tebal minimumnya adalah 5 cm, dan ukuran maksimum agregat campurannya adalah 25,4 mm. lapisan ini membentuk lapis pondasi jika digunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan jalan.

3) AC Base (*Asphalt Concrete Base Course*)

AC Base merupakan lapisan perkerasan laston sebagai lapis pondasi dengan ukuran maksimum agregat campurannya adalah 37,5 mm yang berfungsi untuk memberi dukungan lapis permukaan, mengurangi regangan dan tegangan, menyebarkan dan meneruskan beban konstruksi jalan dibawahnya (*sub grade*).

2.6.2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas adalah bagian lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah. Lapisan ini berfungsi sebagai berikut:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dalam menyebarkan beban ke lapisan bawahnya
- b. Lapisan peresapan untuk lapis pondasi bawah
- c. Bantalan terhadap lapis permukaan

Syarat-syarat untuk material lapis pondasi atas adalah:

- a. Mutu bahan harus sebaik mungkin dimana tidak mengandung kotoran lumpur, bersisi tajam dan kaku.
- b. Susunan gradasi harus merupakan susunan yang rapat, artinya butiran batuan harus mempunyai susunan gradasi yang saling mengisi antara butiran agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus sehingga rongga semakin kecil.
- c. Material yang digunakan untuk lapis pondasi atas haruslah awet dan kuat dan mempunyai nilai $CBR \geq 50\%$ dan indeks plastisitas ($PI \leq 4\%$)

Lapisan Pondasi Atas ini di Indonesia biasanya menggunakan batu pecah kelas A, B atau C, Lopen (Penetrasi Macadam), atau stabilitas agregat dengan semen atau aspal. Terkadang pula pada lapis ini digunakan lapis AC Base (Asphalt Concrete Base) bila pada di bagian surface masih ada dua lapis lagi seperti AC – BC (Asphalt Concrete – Binder Course) dan AC – WC (Asphalt Concrete – Wearing Course).

2.6.3. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar dinamakan lapis pondasi bawah (*subbase*). Lapis pondasi bawah berfungsi sebagai:

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai $CBR > 20\%$ dan Plastisitas Indeks ($PI > 10\%$).
- b. Efisiensi penggunaan material pondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapis perkerasan di atasnya.
- c. Mengurangi tebal lapis perkerasan di atasnya.

- d. Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- e. Lapisan pertama, agar pekerjaan berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda-roda alat besar.
- f. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
Lapis pondasi bawah dibagi atas 2 kelas yaitu:
 - a. lapis pondasi bawah kelas A yaitu terdiri dari batu pecah disaring dan digradaasi dan semuanya lolos saringan 3” atau 75 mm.
 - b. lapis pondasi bawah kelas B yaitu terdiri dari campuran batu belah dengan kerikil, pasir, dan lempung yang lolos saringan 2,5” atau 62,5 mm.

2.6.4.Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah setebal 50-100 cm diatas mana akan diletakkan lapisan pondasai bawah dinamakan lapisan tanah dasar dan memiliki CBR > 6% supaya tidak memerlukan perbaikan tanah. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanahnya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana.

2.7.Kerusakan Konstruksi Perkerasan Jalan

Lapisan perkerasan sering mengalami kerusakan atau kegagalan sebelum mencapai umur rencana. Kerusakan pada perkerasan dapat dilihat dari kegagalan fungsional dan struktural.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2007), kerusakan pada konstruksi jalan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

- a. Air yang dapat berasal dari hujan, sistem drainase jalan yang tidak baik atau naiknya air berdasarkan sifat kapilaritas air bawah tanah.
- b. Iklim di Indonesia yang termasuk beriklim tropis dimana suhu dan curah hujan yang umumnya cukup tinggi.

- c. Lalu lintas, yang diakibatkan dari peningkatan beban (sumbu kendaraan) yang melebihi beban rencana, atau juga repetisi beban (volume kendaraan) yang melebihi volume rencana sehingga umur rencana jalan tersebut tidak tercapai.
- d. Material konstruksi perkerasan, yang dapat disebabkan baik oleh sifat/mutu material yang digunakan ataupun dapat juga akibat cara pelaksanaan yang tidak sesuai.
- e. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil, yang mungkin disebabkan karena cara pemadatan tanah dasar yang kurang baik, ataupun juga memang sifat tanah dasarnya memang jelek.

2.8. Jenis Kerusakan Konstruksi Perkerasan Jalan

Jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan lentur sebagai berikut:

- a. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)
Retak kulit buaya adalah serangkaian retak memanjang paralel yang membentuk banyak sisi menyerupai kulit buaya.
- b. Kegemukan (*Bleeding*)
Kegemukan adalah hasil dari aspal pengikat yang berlebihan, yang bermigrasi ke atas permukaan perkerasan. Kelebihan kadar aspal atau terlalu rendahnya kadar udara dalam campuran, dapat mengakibatkan kegemukan.
- c. Tonjolan dan lengkungan (*Bump and Sags*)
Tonjolan adalah gerakan atau perpindahan ke atas bersifat local dan kecil dari permukaan perkerasan aspal.
- d. Keriting (*Corrugation*)
Keriting atau bergelombang adalah kerusakan akibat terjadinya deformasi plastis yang menghasilkan gelombang-gelombang melintang atau tegak lurus arah perkerasan.
- e. Amblas (*Depression*)
Amblas adalah penurunan perkerasan yang terjadi pada area terbatas yang mungkin dapat diikuti dengan retakan.
- f. Retak tepi (*Edge Cracking*)
Retak tepi biasanya terjadi sejajar dengan tepi perkerasan dan berjarak sekitar 0,3-0,5 m dari tepi luar.

- g. Alur (*Rutting*)
Alur adalah deformasi permukaan perkerasan aspal dalam bentuk turunnya perkerasan ke arah memanjang pada lintasan roda kendaraan.
- h. Penurunan Bahu jalan (*Lane/shoulder drop off*)
Penurunan bahu jalan adalah beda elevasi antara tepi perkerasan dan bahu jalan.
- i. Tambalan dan galian utilitas (*Patching and Utility Cut Patching*)
Tambalan adalah penutupan bagian perkerasan yang mengalami perbaikan.
- j. Pengausan (*Polished Aggregate*)
Pengausan adalah licinnya bagian perkerasan, akibat ausnya agregat di permukaan.
- k. Retak Selip (*Slippage Cracking*)
Retak selip atau retak yang berbentuk bulan sabit yang diakibatkan oleh gaya-gaya horizontal yang berasal dari kendaraan.

2.9. Material Konstruksi Perkerasan

Material konstruksi perkerasan sangat berpengaruh pada tingkat kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sehingga harus dilakukan suatu uji kualitas terhadap material konstruksi perkerasan. (Silvia Sukirman, 1999:17)

2.9.1. Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan penyal (*solid*). Agregat/batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75-85% agregat berdasarkan presentase volume.

2.9.2. Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperature yang berbentuk padat sampai agak padat. Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4-10% berdasarkan berat atau 10-15% berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relative mahal.

Sifat aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi:

- a. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada di agregat itu sendiri.

2.10. Umur Rencana

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

Umur rencana perkerasan baru dinyatakan pada Tabel berikut ini:

Tabel 2.2: Umur perkerasan (Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:2-1)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) ⁽¹⁾
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir ⁽²⁾ .	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti : jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan. <i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis fondasi beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	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 discounted life cycle cost* terendah. Nilai bunga diambil dari nilai bunga rata-rata dari Bank Indonesia, yang dapat diperoleh dari <http://www.bi.go.id/web/en/Moneter/BI+Rate/Data+BI+Rate/>.
2. Umur rencana harus memperhitungkan kapasitas jalan.

Untuk mencari kapasitas jalan menggunakan Tabel Pedoman kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI 14) untuk perhitungan kapasitas jalan (antar kota).

2.11. Lalulintas

Hal-hal yang perlu diperhatikan dari lalulintas antara lain:

2.11.1. Analisa Volume Lalu Lintas

Parameter yang penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas sepanjang tahun pertama setelah diperkirakan selesai dibangun atau direhabilitasi. (Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:2-1)

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

$$LHR = LHR_0(1+i)^n \quad (2.1)$$

Keterangan:

LHR = LHR akhir umur rencana

LHR₀ = LHR awal umur rencana

n = umur rencana (tahun)

i = angka pertumbuhan

2.11.2. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

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

Tabel 2.3: Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (*i*) (%) (Bina Marga MDJP No. 04/SE/Db/2017, 2017:4-2)

	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

Tabel 2.3: Lanjutan

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

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

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

Keterangan:

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

I = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

Apabila diperkirakan akan terjadi perbedaan laju pertumbuhan tahunan sepanjang total umur rencana (UR) dengan $i_1\%$ selama periode awal (UR 1 tahun) dan selama sisa periode berikutnya (UR-UR1), faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dapat dihitung dari formula berikut:

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} + (1 + 0,01 i_1)^{(UR-1)}(1 + 0,01 i_2) \left\{ \frac{(1+0,01 i_2)^{(UR-UR1)}-1}{0,01 i_2} \right\} \quad (2.3)$$

Keterangan:

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

I_1 = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan periode 1 (%)

I_2 = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan periode 2 (%)

UR = umur rencana (tahun)

UR1 = umur rencana periode 1 (tahun)

2.11.3. Lalu Lintas pada Lajur Rencana

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

(DL). Untuk jalan dua arah faktor distribusi (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu.

Tabel 2.4: Faktor distribusi lajur (DL) (Bina Marga MDJP No. 04/SE/Db/2017, 2017:4-3)

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

2.11.4. Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

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

Tabel 2.5: Pengumpulan data beban gandar (Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:4-4)

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 oleh:

1. Jembatan Timbang, timbangan statis atau WIM (survey langsung)
2. Survey beban gandar pada jembatan timbangan atau WIM yang pernah dilakukan dan dianggap cukup representative.
3. WIM Regional yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga

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

Tabel 2.6: Nilai VDF masing-masing kendaraan niaga (Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:4-4)

Jenis Kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua			
	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5
5B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6A	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5	0.55	0.5
6B	4.5	7.4	3.4	4.6	5.3	9.2	4.0	5.1	4.8	8.5	3.4	4.7	4.9	9.0	2.9	4.0	3.0	4.0	2.5	3.0
7A1	10.1	18.4	5.4	7.4	8.2	14.4	4.7	6.4	9.9	18.3	4.1	5.3	7.2	11.4	4.9	6.7	-	-	-	-
7A2	10.5	20.0	4.3	5.6	10.2	19.0	43	56	9.6	17.7	4.2	5.4	9.4	19.1	3.8	4.8	4.9	9.7	3.9	6.0
7B1	-	-	-	-	11.8	18.2	9.4	13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13.7	21.8	12.6	17.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15.9	29.5	7.0	9.6	11.0	19.8	7.4	9.7	11.7	20.4	7.0	10.2	13.2	25.5	6.5	8.8	14.0	11.9	10.2	8.0
7C2A	19.8	39.0	6.1	8.1	17.7	33.0	7.6	10.2	8.2	14.7	4.0	5.2	20.2	42.0	6.6	8.5	-	-	-	-
7C2B	20.7	42.8	6.1	8.0	13.4	24.2	6.5	8.5	-	-	-	-	17.0	28.8	9.3	13.5	-	-	-	-
7C3	24.5	51.7	6.4	8.0	18.1	34.4	6.1	7.7	13.5	22.9	9.8	15.0	28.7	59.6	6.9	8.8	-	-	-	-

Tabel 2.7: Nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga (Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017, 2017:4-4)

KENDARAAN NIAGA	Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi sumbu	Muatan-muatan yang diangkut	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekvivalen Beban (VDF) (ESA)	
	Klasifikasi Jalan	Alternatif					Semua kend. bermotor	Semua kend. Bermotor kecuali sepeda motor	VDF4	VDF5
	1	1	Sepeda Motor	1.1		2	30.4			
	2,3,4	2,3,4	Sedan/ Angkot/ pickup/ Stationwagon	1.1		2	51.7	74.3		
	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	Truk2 sumbu – cargo ringan	1.1	Muatan umum	2	4.6	6.60	0.3	0.2
	6a.2	6.2	Truk 2 sumbu – ringan	1.2	Tanah, pasir, besi, semen	2			0.8	0.8
	6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu – cargo sedang	1.2	Muatan umum	2	-	-	0.7	0.7
	6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu – sedang	1.2	Tanah, pasir, besi, semen	2			1.6	1.7
	6b2.1	8.1	Truk 2 sumbu – berat	1.22	Muatan umum	2	3.8	5.50	0.9	0.8
	6b1.1	8.2	Truk 2 sumbu – berat	1.22	Tanah, pasir, besi, semen	2			7.3	11.2
	7a1	9.1	Truk 3 sumbu – ringan	1	Muatan umum	3	3.9	5.60	7.6	11.2
	7a2	9.2	Truk 3 sumbu – sedang	1	Tanah, pasir, besi semen	3			28.1	64.4
	7a3	9.3	Truk 3 sumbu – berat	2		3	0.1	0.10	28.9	62.2
	7b	10	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0.5	0.70	36.9	90.4
	7c1	11	Truk 4 sumbu – trailer	1.2-22		4	0.3	0.50	13.6	24.0
	7c2.1	12	Truk 5 sumbu – trailer	1.2-22		5	0.7	1.00	19.0	33.2
	7c2.2	13	Truk 5 sumbu – trailer	1.2-222		5			30.3	69.7
	7c3	14	Truk 6 sumbu - trailer	1.22-222		6	0.3	0.50	41.6	93.7

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

Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga

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

Keterangan:

ESA_{TH-1} = Kumulatif lalu lintas sumbu standar ekivalen (*Equivalent Standard Axie*) pada tahun pertama

LHR_{JK} = lintasan harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

VDF_{JK} = Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Faktor*) tiap jenis kendaraan niaga

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

$CESAL$ = Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

2.12. Pengukuran Daya Dukung dengan DPC (*Dynamic Cone Penetration Test*)

Dynamic Cone Penetrometer (DCP) adalah suatu alat digunakan untuk pengujian tanah dasar dan atau lapis fondasi jalan terdiri dari tiga bagian utama yang satu sama lain harus disambung sehingga cukup kaku. (DPU Pedoman Cara Uji CBR dengan DCP, 2008:1)

Alat pentrometer konus dinamis (DCP) terdiri dari tiga bagian utama yang satu sama lain harus disambung sehingga cukup kaku. Berikut tiga bagian utama pada alat pentrometer konus dinamis dan ditunjukkan yaitu:

1. Bagian Utama
 - a. Pemegang
 - b. Batang bagian atas diameter 16 mm tinggi jatuh setinggi 575 mm
 - c. Penumbuk berbentuk silinder berlubang berat 8 kg
2. Bagian Tengah
 - a. Landasan penahan penumbuk terbuat dari baja
 - b. Cincin peredam kejut

- c. Pegangan untuk pelindung mistar penunjuk kedalaman
3. Bagian Bawah
- a. Batang bagian bawah panjang 90 cm diameter 16 mm
 - b. Batang penyambung panjang antara 40 cm sampai dengan 50 cm, diameter 16 mm dengan ulir dalam di bagian ujung yang satu dan ulir luar di ujung lainnya.
 - c. Mistar berskala panjang 1 meter terbuat dari baja
 - d. Konus terbuat dari baja keras berbentuk kerucut di bagian ujung diameter 20 mm, sudut 60° atau 30° .
 - e. Cincin Pengaku

Persiapan alat dan lokasi pengujian sebagai berikut:

- a. Sambungkan seluruh bagian peralatan dan pastikan sambungan batang atas dengan landasan serta batang bawah dan kerucut baja sudah tersambung dengan kokoh.
- b. Tentukan titik pengujian, mencatat Sta/km dan mengkupas serta meratakan permukaan yang akan diuji
- c. Membuat lubang uji pada bahan perkerasan yang beraspal sehingga didapat lapisan tanah dasar
- d. Mengukur ketebalan setiap bahan perkerasan yang ada dan dicatat.

Cara pengujian alat penetrometer konus dinamis (DCP) sebagai berikut:

- a. Meletakkan alat DCP pada titik uji diatas lapisan yang akan diuji.
- b. Memegang alat yang sudah terpasang pada posisi tegak lurus diatas dasar yang rata dan stabil kemudian mencatat pembacaan awal pada mistar pengukur kedalaman.
- c. Mencatat jumlah tumbukan:
 - 1) Mengangkat penumbuk pada tangkai bagian atas dengan hati-hati sehingga menyentuh batas pegangan.
 - 2) Melepaskan penumbuk sehingga jatuh bebas dan tertahan pada landasan.
 - 3) Melakukan langkah-langkah pada c-1 dan c-2 diatas dan mencatat jumlah tumbukan dan kedalaman pada formulir yang telah ditentukan sesuai ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

- Untuk lapis pondasi bawah atau tanah dasar yang terdiri dari bahan yang tidak keras maka pembacaan kedalaman sudah cukup untuk setiap 1 tumbukan atau 2 tumbukan.
 - Untuk lapis pondasi yang terbuat dari bahan bertir cukup keras maka harus dilakukan pembacaan kedalaman pada setiap 3 tumbukan sampai dengan 10 tumbukan.
- 4) Menghentikan pengujian apabila kecepatan penetrasi kurang dari 1 mm³/tumbukan. Selanjutnya lakukan pengecoran atau penggalian pada titik tersebut sampai mencapai bagian yang dapat diuji kembali.
- d. Pengujian pertitik dilakukan minimum dua kali dengan jarak 20 cm dari titik uji satu ke titik uji lainnya. Langkah-langkah setelah pengujian:
- 1) Menyiapkan peralatan agar dapat diangkat atau dicabut keatas.
 - 2) Mengangkat penumbuk dan memukulkan beberapa kali dengan arah keatas sehingga menyentuh pegangan dan tangkai bawah terangkat keatas permukaan tanah.
 - 3) Melepaskan bagian-bagian yang tersambung secara berhati-hati dan memebersihkan alat dari kotoran serta menyimpan pada tempatnya.
 - 4) Menutup kembali lubang uji setelah pengujian.

Nilai modulus tanah dasar yang diperoleh dari DCP harus disesuaikan dengan kondisi musim. Faktor penyesuaian minimum ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.8: Faktor penyesuaian modulus tanah dasar terhadap kondisi musim (Bina Marga MDJP No. 04/SE/Db/2017, 2017:6-2)

Musim	Faktor penyesuaian minimum nilai CBR berdasarkan pengujian DCP
Musim hujan dan tanah jenuh	0,90
Masa transisi	0,80
Musim kemarau	0,70

Nilai CBR desain = (CBR hasil pengujian DCP) x faktor penyesuaian

Daya dukung tanah dasar (DDT) dipengaruhi oleh perubahan kadar air. Daya dukung tanah ditetapkan berdasarkan grafik kolerasi antar CBR tanah dasar dengan daya dukung tanahnya. Sedangkan CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dibandingkan dengan bahan sandart batupecah yang memiliki nilai CBR

sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas (Silvia Sukirman,1999:116) kekuatan tanah dasar dapat bervariasi antara nilai yang baik dan jelek. Dengan demikian tidak ekonomis jika perencanaan tebal lapisan perkerasan jalan berdasarkan nilai yang terjelek, dan tidak pula memenuhi syarat jika berdasarkan nilai yang terbesar saja. Jadi alangkah baiknya apabila jalan tersebut dibagi atas segmen-segmen jalan yang mempunyai daya dukung yang hampir sama. Jadi segmen jalan adalah bagian dari panjang jalan yang mempunyai daya dukung tanah,sifat tanah, dan keadaan lingkungan yang relative sama. Adapun cara untuk menentukan CBR segmen dapat dihitung dengan cara analitis ataupun cara grafis.

1. Secara Analitis

$$CBR_{\text{Segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - (CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}}) / R \quad (2.5)$$

Dimana nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam 1 segmen.

Dalam perhitungan nilai CBR menggunakan cara analitis, dapat dihitung menggunakan korelasi nilai CBR-DCP menggunakan persamaan rumus log model yang berbeda rumus korelasi nilai CBR-DCP yang dimasukkan sebagai berikut:

- a. Perhitungan CBR menggunakan Pedoman Bahan Konstruksi Sipil 2007.

Perhitungan pengolahan CBR dari data sekunder menggunakan korelasi nilai CBR-DCP persamaan log model dengan rumus 60^0 dengan rumus:

$$\text{Log}(CBR) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}(DCPI) \quad (2.6)$$

Sumber : Pedoman Bahan Konstruksi Sipil:2007

- b. Perhitungan CBR menggunakan rumus NCDOT

Perhitungan pengolahan CBR dari data sekunder menggunakan korelasi nilai CBR-DCP persamaan log model material agregat tanah dasar dan kohesif dengan rumus:

$$\text{Log}(CBR) = 2,60 - 1,07 \text{ Log}(DCPI) \quad (2.7)$$

Sumber : NCDOT (Pavement;1998)

2. Secara Grafis

Prosedurnya adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan nilai CBR yang terendah

- b. Tentukan berapa banyak nilai CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR dan kemudian disusun secara tabelaris mulai dari nilai CBR terkecil sampai yang terbesar.
- c. Angka terbanyak diberi nilai 100%, angka yang lain merupakan persentasi dari 100%.
- d. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan persentase jumlah tadi.
- e. Nilai CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90%.

2.13. Penentuan Segmen Tanah Dasar yang Seragam

Ruas jalan yang didesain harus dikelompokkan berdasarkan kesamaan segmen yang mewakili kondisi tanah dasar yang dapat dianggap ragam (tanpa perbedaan yang signifikan). Pengelompokkan awal dapat dilakukan berdasarkan hasil kajian meja dan penyelidikan lapangan atas dasar kesamaan geologi, pedologi, kondisi drainase dan topografi, serta karakteristik geoteknik (seperti gradasi dan plastisitas). (Bina Marga MDP No. 04/SE/Db/2017,2017:6-8)

2.14. Desain Perkerasan Lentur

Desain perkerasan berdasarkan beban lalu lintas rencana dan pertimbangan biaya terendah ditunjukkan pada:

Tabel 2.9: Bagan desain -3B desain perkerasan lentur – aspal dengan lapis pondasi berbutir (sebagai alternative dari Bagan Desain - 3 dan 3A) (Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017,2017:7-13)

	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 ⁶ ESA5)	<2	≥2-4	>4-7	>7-10	>10-20	>20-30	>30-50	>50-100	>100-200
	KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
ACWC	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:

1. FFF1 atau FFF2 harus lebih diutamakan daripada solusi FFF1 dan FFF2 (Bagan Desain -3A) atau dalam situasi jika HRS berpotensi mengalami *routing*.
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) perkerasan kaku atau CTB bisa menjadi lebih praktis pada pelebaran perkerasan lentur eksisting atau, (ii) diatas 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 salam Bagan Desain -3 dan 3A diperlukan untuk memastikan drainase yang mencukupi sehingga dapat membatasi kehilangan kekuatan perkerasan pada musim hujan. Kondisi tersebut berlaku untuyk semua bagan desain kecuali Bagan Desain-3B.
5. Tebal LFA berdasarkan Bagan Desain -3B dapat dikurang 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.

Tabel 2.10: Bagan desain – 3C penyesuaian tebal lapis pondasi agregat A untuk tanah dasar CBR $\geq 7\%$ (hanya Untuk Bagan Desain -3B) (Bina Marga MDPJ No. 04/SE/Db/2017,2017:7-13)

	Struktur Perkerasan								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ CESA ₅)	>2	>2-4	>4-7	>7-10	>10-20	>20-30	>30-50	>50-100	>100-200
Tebal LFA (mm) Penyesuaian terhadap bagan desain 3B									
Subgrade CBR $\geq 5.5-7$	400	300	300	300	300	300	300	300	300

Tabel 2.10: *Lanjutan*

	Struktur Perkerasan								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6CESA_5)	>2	>2-4	>4-7	>7-10	>10-20	>20-30	>30-50	>50-100	>100-200
Tebal LFA (mm) Penyesuaian terhadap bagan desain 3B									
Subgrade CBR >7-10	330	220	215	210	205	200	200	200	200
Subgrade CBR \geq 10	260	150	150	150	150	150	150	150	150
Subgrade CBR \geq 15	200	150	150	150	150	150	150	150	150

2.15. Metode AASHTO 1993

Metode AASHTO 1972 merupakan salah satu metode yang digunakan untuk perancangan tebal perkerasan lentur yang berkembang di Amerika Serikat (Negara bagian Illinois). Sejak tahun 1958 hingga 1960 metode ini digunakan di Negara tersebut hingga sekarang mengalami perubahan yang cukup banyak karena menyesuaikan kondisi alam dan regional lingkungan. Adanya perkembangan dan perubahan pada metode AASHTO dari waktu ke waktu hingga sekarang menjadi Metode AASHTO 1993.

2.16. Periode Analisa (*Analysis Period*)

Batasan waktu meliputi pemeliharaan umur rencana dan kinerja jalan. Umur rencana (UR) dapat sama atau lebih dari umur kinerja jalan tersebut. Untuk jalan baru umumnya diambil UR 20 tahun. Besarnya periode analisa didasarkan pada klasifikasi fungsi jalan dan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.11: Umur rencana berdasarkan kondisi jalan (AASHTO 1993)

<i>Highway Condition</i>	<i>Analysis Period</i>
<i>High Volume Urban</i>	30 – 50
<i>High Volume Rural</i>	20 – 50
<i>Highway Condition</i>	<i>Analysis Period</i>
<i>Low Volume Paved</i>	15 – 25
<i>Low Volume Aggregate Surface</i>	10 - 20

2.17. Lalulintas (*Traffic*)

Prosedur perencanaan didasarkan pada nilai kumulatif 18 – kips ekuivalen beban sumbu tunggal (18 – kips *Equivalen Single Axle Load*) selama periode analisa. Untuk beberapa kondisi perencanaan dengan konstruksi perkerasan yang diharapkan hingga akhir masa layanan tanpa peningkatan dan pelapisan ulang diperlukan lalulintas secara keseluruhan selama masa analisa. Tetapi jika dipertimbangkan untuk konstruksi bertahap seperti peningkatan dan pelapisan ulang, maka harus diantisipasi pula pengaruh dari pengembangan tanah, pembekuan dan dana yang tersedia.

Pada umumnya DD diambil 0,5. Pada beberapa kasus khusus terdapat pengecualian dimana kendaraan berat cenderung menuju satu arah tertentu.

Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa DD bervariasi dari 0,3 – 0,7 tergantung arah mana yang “berat” dan “kosong”, sedangkan faktor DL nilainya dapat diambil dari tabel berikut:

Tabel 2.12: Faktor distribusi arah (DL) (AASHTO 1993)

Jumlah Lajur Tiap Arah	% 18 – kips <i>ESAL Design</i>
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
≥4	50 - 75

2.18. Kinerja Jalan (*Pavement Performance*)

Hal yang menjadi dasar perencanaan perkerasan lentur jalan raya dengan Metode AASHTO 1993 adalah kinerja jalan yang memberikan pengertian bahwa perencanaan perkerasan didasarkan pada total volume lalu lintas yang spesifik dengan tingkat pelayanan minimum yang terjadi pada akhir umur rencana. Kinerja perkerasan jalan dinyatakan dengan Indeks Pelayanan (*Service Ability Index*) pada awal (Po) dan akhir (Pt) umur rencana meliputi:

- Keamanan yang ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara roda dengan permukaan jalan.
- Struktur perkerasan, sehubungan dengan kondisi fisik dari jalan tersebut seperti adanya retak-retak, amblas, alur, gelombang, dan tipe kerusakan jalan yang lain.
- Fungsi pelayanan (*Function Performance*), berhubungan dengan kinerja perkerasan tersebut dengan tingkat kualitas berkendara (*Reading Quality*), Angka PSI diperoleh dari pengukuran kekasaran (*Roughness*), dan pengukuran kerusakan (*Distress*) seperti retak-retak, amblas, alur, dan tipe kerusakan jalan lain selama masa pelayanan. Nilai IP beserta artinya ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 2.13: Indeks permukaan jalan (AASHTO 1993)

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

Untuk perencanaan diberikan 2 angka PSI yaitu PSI pada awal (Po) dan akhir (Pt) umur rencana. Nilai yang direkomendasikan oleh AASHTO *Road Test* adalah 4,2 atau disarankan dipilih sesuai dengan kondisi setempat.

Angka PSI pada umur rencana adalah angka yang masih dapat diterima sebelum dilakukannya pelapisan ulang (*overlay*).

Angka antara 2,5-3,0 adalah yang disarankan untuk digunakan pada perencanaan jalan kelas tinggi, sedangkan 2,0 untuk jalan kelas rendah. Tetapi apabila pertimbangan ekonomi menjadi faktor yang berpengaruh, maka nilai Pt 1,5 dapat dipakai.

Salah satu kriteria untuk menentukan tingkat pelayanan terendah pada akhir umur rencana (Pt) dapat didasarkan dari penerimaan pengguna jalan. Nilai Pt berdasarkan penerimaan pemakai jalan ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.14: Kondisi pelayanan yang masih diterima pengguna jalan

Indeks Pelayanan Akhir (Pt)	% Masyarakat yang menerima
3,0	12
2,0	55
1,0	85

Faktor yang menyebabkan penurunan angka PSI adalah: Lalulintas, umur perkerasan, dan faktor lingkungan. Tetapi faktor perkerasan bila tidak disertai faktor lain di atas tidak terlalu dipastikan dapat menyebabkan penurunan angka PSI. beberapa usaha yang telah dilakukan untuk menghitung penurunan angka PSI (Δ PSI) terhadap pengaruh lingkungan yaitu : pengembangan tanah akibat air dan salju. Sehingga, total Δ PSI adalah jumlah antara pengaruh yang diakibatkan lalulintas dan pengembangan tanah dan salju. Nilai total Δ PSI ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\Delta\text{PSI} = \Delta\text{PSI Traffic} + \Delta\text{PSI Swell Frostheave} \quad (2.8)$$

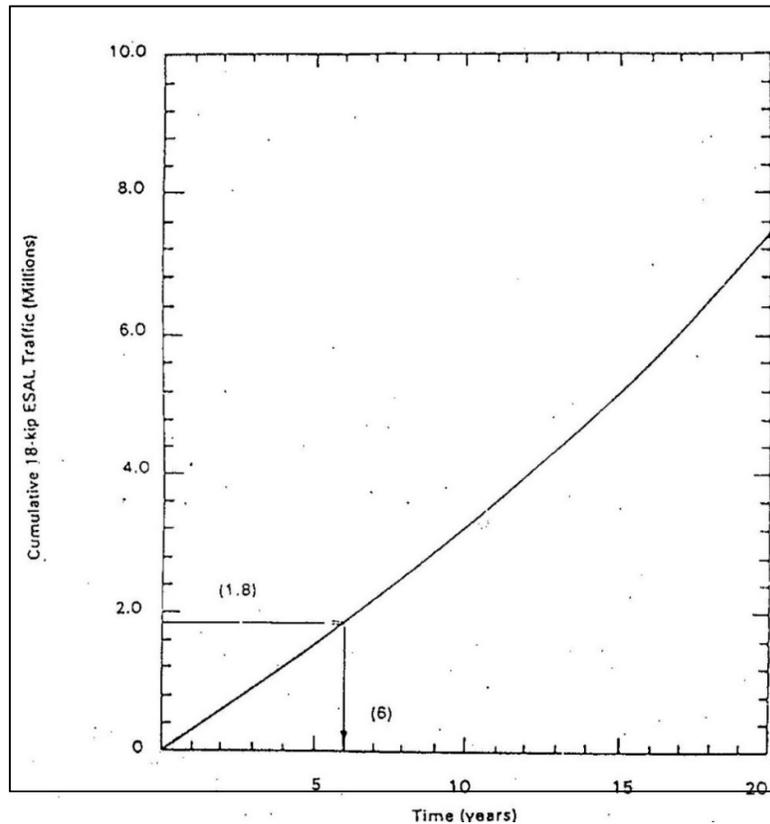
Dengan:

Δ PSI = Total Penurunan Pelayanan

Δ PSI *Traffic* = Penurunan Akibat Lalulintas

Δ PSI *Swell Frostheave* = Penurunan Akibat Pengembangan *Subgrade*

Nilai komulatif ekivalen lalu lintas (w_{18}) memberikan pengaruh terhadap kinerja jalan sehingga masa pelayanan perkerasan biasanya tidak akan mampu memberikan pelayanan sesuai umur rencananya, artinya dalam beberapa tahun sebelum umur rencana habis perkerasan dilakukan perlu dilakukan peningkatan jalan. Oleh karena itu harus dipersiapkan grafik komulatif lalulintas 18-kips ESAL terhadap waktu seperti disajikan pada gambar berikut:



Gambar 2.1: Kumulatif lalulintas 18-Kips ESAL terhadap waktu

2.19. Modulus *Resilient* Tanah Dasar (M_r)

Nilai modulus *resilient* tanah dasar (M_r) dapat diperoleh dari pemeriksaan AASHTO T274 atau korelasi dengan nilai CBR. Pemeriksaan M_r sebaiknya dilakukan selama 1 tahun penuh sehingga dapat diperoleh nilai M_r sepanjang musim dalam setahun. Besarnya kerusakan relative dari setiap kondisi tanah dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan berikut:

$$U = 1,18 \times 108 \times M_r - 2,32 \quad (2.9)$$

Dengan:

u = Kerusakan Relatif

M_r = Modulus *Resilient* dinyatakan dalam PSI

Modulus *resilient* efektif untuk tanah dasar yang dipergunakan dalam perencanaan tebal perkerasan adalah harga korelasi yang diperoleh dari kerusakan relative rata-rata dalam setahun. Modulus *resilient* tanah dasar juga sering dikorelasikan dengan nilai CBR dengan persamaan berikut:

$$M_r(\text{PSI}) = 1500 \times \text{CBR} \quad (2.10)$$

Persamaan ini sering digunakan untuk tanah berbutir halus yang menggunakan CBR rendaman ≤ 10 .

2.20. Reliabilitas (R) dan Simpang Baku Keseluruhan (So)

Reliabilitas adalah nilai probabilitas dari kemungkinan tingkat pelayanan yang dapat dipertahankan selama masa pelayanan dipandang dari sipemakai jalan. Reliabilitas adalah nilai jaminan bahwa perkiraan beban lalu lintas yang akan memakai jalan tersebut dapat dipenuhi. Nilai Reliabilitas dalam AASHTO 1993 dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 2.15: Tingkat reliabilitas (AASHTO 1993)

Fungsi Jalan	Tingkat Kendaraan	
	Urban	Rural
Jalan Tol	85 – 99,9	85 – 99,9
Artileri	80 – 99	75 – 99
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Berdasarkan tingkat Reliabilitas AASHTO 1993 memberikan nilai simpang baku normal (ZR) yang sering dipakai dalam perancangan. Nilai simpang baku normal dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.16: Nilai simpang baku normal (ZR) (AASHTO 1993)

Reliabilitas, R (%)	Simpangan Baku Normal, ZR	Reliabilitas, R (%)	Simpangan baku Normal, ZR
50	-0,000	93	-1,476

Tabel 2.16: *Lanjutan*

Reliabilitas, R (%)	Simpangan Baku Normal, ZR	Reliabilitas, R (%)	Simpangan baku Normal, ZR
60	-0,253	94	-1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,647	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327
91	-1,340	99,9	-3,090
92	-1,405	99,99	-3,750

Simpangan baku keseluruhan (So) merupakan gabungan simpangan baku dari perkiraan lalulintas dan perkiraan kinerja lalulintas. Ada beberapa kriteria yang disarankan oleh AASHTO 1993 sehubungan dengan variasi prediksi kinerja jalan, yaitu:

- Perkiraan simpangan baku keseluruhan untuk keadaan dimana variasi lalulintas akan diperhitungkan adalah 0,44 untuk perkerasan lentur.
- Perkiraan simpangan baku keseluruhan untuk keadaan dimana variasi lalulintas akan diperhitungkan adalah 0,49 untuk perkerasan kaku (*Rigid Pavement*).
- Nilai So yang disarankan berkisar antara 0,40-0,50 untuk perkerasan lentur.

2.21. Lintas Ekuivalen Selama Umur Rencana (W18)

Nilai lintas ekuivalen selama umur rencana (w18) diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$W18 = LEP \times 365 \times R \quad (2.11)$$

Dengan:

365 = Jumlah hari dalam Setahun

R = Faktor Umur Rencana yang Sudah Disesuaikan Dengan Perkembangan Lalulintas

Besarnya nilai N diperoleh dari persamaan berikut:

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

Dengan:

i = Faktor Pertumbuhan Lalulintas Selama UR

UR = Umur Rencana

2.22. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi masa pelayanan jalan. Faktor kadar air berbutir halus memungkinkan tanah tersebut akan mengalami pengembangan (*swelling*) yang mengakibatkan kondisi daya dukung tanah dasar menurun. Besarnya pengembangan dapat diperkirakan dari nilai indeks tanah plastis tanah tersebut. Pengaruh perubahan musim, perubahan temperature, kerusakan-kerusakan akibat penurunan kualitas bahan, sifat material yang dipergunakan dapat pula mempengaruhi umur pelayanan jalan.

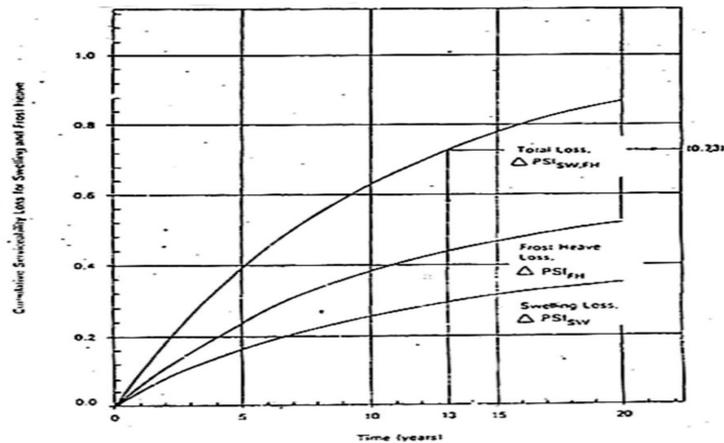
Terdapat pengurangan nilai indeks permukaan akibat kondisi lingkungan, besarnya penurunan indeks permukaan akibat pengembangan merupakan fungsi dari tingkat pengembangan (*swell rate constant*), kemungkinan pengembangan (*swell probability*), dan besarnya potensi merembes keatas (*potensial vertical rise*).

$$IP\ Swell = 0,00335 \times V_r \times P_s \times (1 - e^{-\emptyset t}) \quad (2.13)$$

Dengan:

IP <i>Swell</i>	= Perubahan Indeks Permukaan Akibat Pengembangan Tanah Dasar
V_r	= Besarnya Potensi Merembes ke Atas (Inch)
P_s	= Probabilitas Pengembangan (%)
\emptyset	= Tingkat Pengembangan Tetap
T	= jumlah tahun yang Ditinjau (dihitung dari saat jalan tersebut dibuka untuk umum)

Apabila diperoleh data atau pengujian yang kurang memadai, maka untuk menentukan nilai penurunan pelayanan perkerasan akibat pengembangan tanah ditentukan melalui grafik pada gambar berikut:



Gambar 2.2: Hubungan antara Δ PSI dan waktu pelayanan kinerja jalan

2.23. Koefisien Drainase

Untuk perencanaan tebal perkerasan jalan kualitas ditentukan berdasarkan kemampuan menghilangkan air dari struktur perkerasan. Tabel 2.17 menunjukkan kelompok kualitas drainase berdasarkan AASHTO 1993.

Tabel 2.17: Kelompok kualitas drainase (AASHTO 1993)

Kualitas Drainase	Air hilang dalam
Baik sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Jelek sekali	Air tidak mengalir

Pengaruh kualitas drainase dalam proses perencanaan tebal lapisan perkerasan dinyatakan dengan menggunakan koefisien drainase (m) seperti pada Tabel 2.18.

Tabel 2.18: Nilai koefisien drainase (AASHTO 1993)

Kualitas Drainase	% Waktu Perkerasan Dalam Keadaan Lembah Basah			
	<1	1 – 5	5 – 25	>25
Baik Sekali	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Cukup	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Buruk	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60

Tabel 2.18: *Lanjutan*

Kualitas Drainase	% Waktu Perkerasan Dalam Keadaan Lembah Basah			
	<1	1 – 5	5 – 25	>25
Buruk Sekali	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

2.24. Indeks Tebal Perkerasan (Sn)

Indeks tebal perkerasan (SN) untuk struktur perkerasan awal perlu ditentukan terlebih dahulu, agar tebal lapisan perkerasan dapat direncanakan. Metode AASHTO 1993 memberikan persamaan dasar untuk menentukan tebal lapisan perkerasan berdasarkan nilai SN sebagai berikut:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3 \quad (2.14)$$

Dengan:

a_i = Koefisien Relatif Lapis ke- i

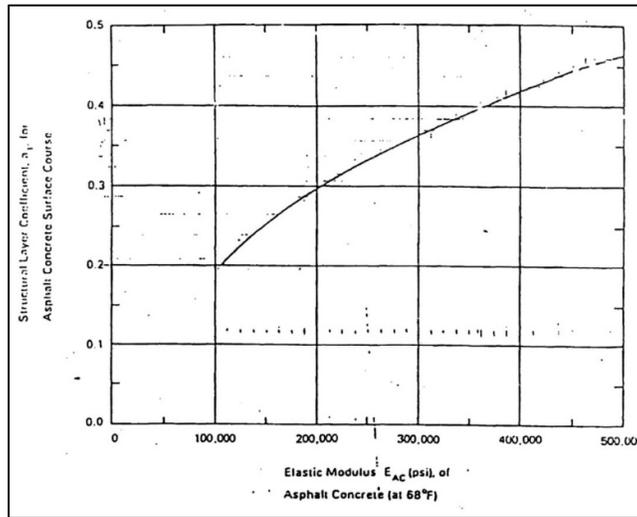
D_i = Tebal Lapis ke- i

m_i = Koefisien Drainase Lapis ke- i

2.25. Koefisien Relatif Lapis (a)

Koefisien relatif lapisan (a) merupakan kekuatan masing-masing jenis bahan pada Metode AASHTO 1993. Angka koefisien relatif lapisan (a) diperoleh dari korelasi modulus elastic (*resilient*), CBR atau *R-value*. Untuk mendapatkan nilai modulus material, metode AASHTO 1993 menganjurkan pengujian dengan Metode AASHTO T274 (untuk lapisan pondasi bawah dan material tanpa bahan perekat) dan ASTM D4123 (untuk beton aspal dan material yang distabilisasi).

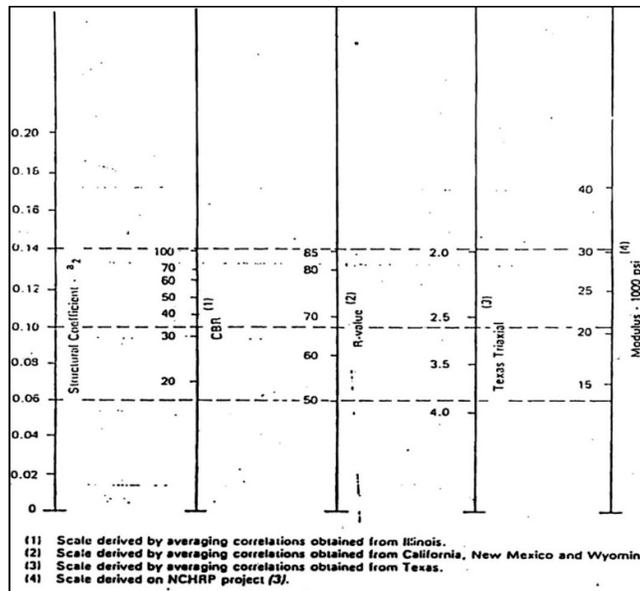
Untuk memperkirakan nilai koefisien lapisan beton aspal (a_1) untuk lapisan permukaan berdasarkan modulus elastis (*resilient*), E_{AC} pada suhu 680°F. dianjurkan untuk berhati-hati dalam mengambil nilai di atas 450.000 PSI. meskipun modulus beton aspal lebih tinggi dan memiliki perlawanan terhadap lentur, namun rentan terhadap pengaruh panas dan rentan karena penurunan kualitas bahan. Dapat menggunakan gambar berikut:



Gambar 2.3: Grafik untuk memperkirakan koefisien lapisan dari tingkat kepadatan beton aspal (a1) berdasarkan modulus elastis (AASHTO, 1993)

Untuk memperkirakan nilai koefisien lapisan (a2) dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan berdasarkan salah satu dari empat tes laboratorium yang tidak sama terhadap material pondasi berbutir dengan memasukkan *Resilient* dasar (EBS). Selain itu (a2) juga dapat diperkirakan dari persamaan berikut:

$$a_2 = 0,249(\log E_{BS}) - 0,977 \quad (2.15)$$

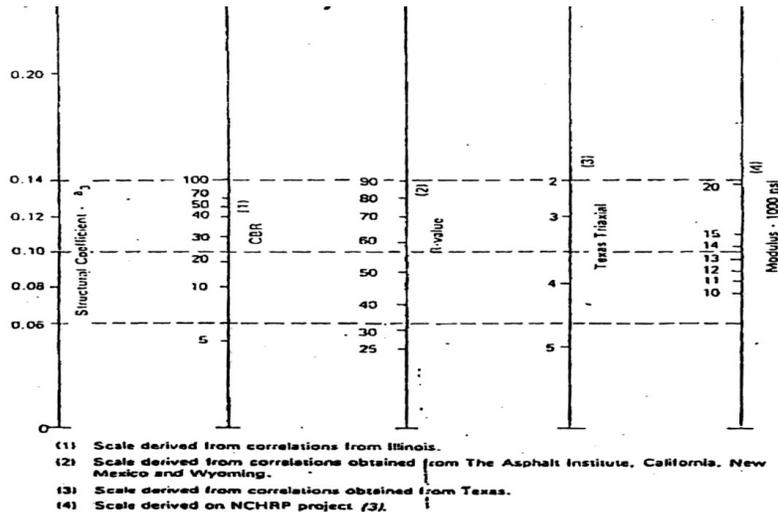


Gambar 2.4: Variasi koefisien lapisan pondasi atas dengan material berbutir (a2) untuk bermacam-macam parameter kekuatan pondasi (AASHTO, 1993)

Untuk memperkirakan nilai koefisien lapisan (a_3) dapat dilihat pada Gambar 2.5 dan berdasarkan salah satu dari empat tes laboratorium yang tidak sama terhadap marial pondasi berbutir dengan memasukkan *resilient* dasar (EBS). Selain itu a_3 juga diperkirakan dari persamaan berikut:

$$a_3 = 0,227 (\log E_{SB}) - 0,839 \quad (2.16)$$

Untuk lapisan pondasi bawah, EBS dipengaruhi oleh tegangan, adapun caranya sama dengan lapisan pondasi atas. Nilai K_1 dan K_2 dapat dilihat pada tabel diatas. Menurut AASHTO *Road Test*, nilai material pondasi bawah sesuai dengan grafik berikut:



Gambar 2.5: Variasi koefisien lapisan pondasi bawah dengan material berbutir (a_3) untuk bermacam-macam parameter kekuatan pondasi (AASHTO 1993)

2.26. Batas-batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan (Di)

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

Tabel 2.19: Nilai Tebal Perkerasan Minimum (Inch) (AASHTO 1993)

Volume Lalulintas ESAL's	Beton Aspal	Pondasi Agregat
<50.000	1,0	4
50.000 – 150.000	2,0	4
150.000 – 500.000	2,5	4
500.001 – 2.000.000	3,0	6

Tabel 2.19: *Lanjutan*

Volume Lalulintas ESAL's	Beton Aspal	Pondasi Agregat
2.000.001 – 7.000.000	3,5	6
>7.000.000	4,0	6

Adapun langkah-langkah penentuan tebal perkerasan adalah berdasarkan persamaan berikut:

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{D_1.a_1} \quad (2.17)$$

$$D_2 \geq \frac{SN_1 - (D_1.a_1)}{a_2.m_2} \quad (2.18)$$

$$D_2 \geq \frac{SN_1 - (D_1.a_1 + D_2.a_2.m_2)}{a_3.m_3} \quad (2.19)$$

Sedangkan untuk menentukan nilai SN (*Struktural Number*) yaitu dengan cara coba-coba (*Trial and Error*) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9,36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,4 + \frac{1,094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10}(M_R) - 8,07 \quad (2.20)$$

Dimana:

W_{18} = Kumulatif beban gandar standar selama umur rencana (ESAL)

Z_R = Simpangan baku normal, sesuai Tabel 2.30.

S_0 = Deviasi standar keseluruhan, bernilai antara 0,4-0,5

SN = *Struktural Number*, angka struktural relatif perkerasan, inci

ΔPSI = Perbedaan *serviceability index* di awal dan akhir umur rencana

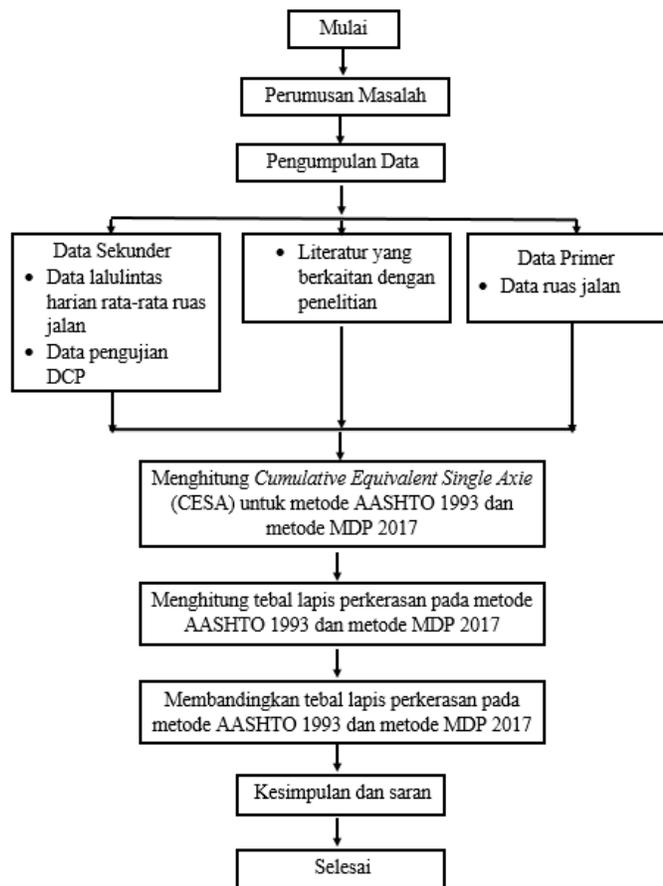
MR = Modulus resilien tanah dasar (psi)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Umum

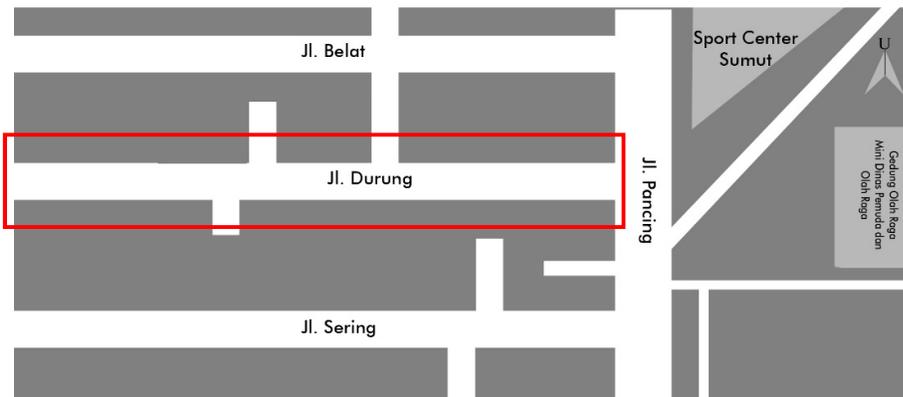
Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Secara umum data yang telah diperoleh dari penelitian dapat digunakan untuk memahami, memecahkan dan mengantisipasi masalah. Memahami berarti memperjelas suatu masalah atau informasi yang tidak diketahui dan selanjutnya menjadi tahu, memecahkan berarti meminimalkan atau menghilangkan masalah dan mengantisipasi berarti mengupayakan agar masalah tidak terjadi.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian

3.2. Tempat Penelitian

Lokasi penelitian berada di Jalan Durung Kecamatan Medan Tembung.



Gambar 3.2: Peta lokasi penelitian

3.3. Metode Pengumpulan Data

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

1. Data Lalulintas Harian Rata-rata

Data lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada tahun 2018 dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan.

2. Data Tanah

Data penyelidikan tanah untuk mendapatkan CBR tanah dasar yang digunakan untuk menentukan perkerasan di dapat dari hasil tes DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) yang dilaksanakan dengan interval 500 meter diperoleh dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan.

3. Data Gambar Jalan

Data gambar diperoleh dari kantor Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan.

3.4. Metode Analisa Studi

Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data-data yang diperlukan dalam pekerjaan perkerasan lentur yaitu data LHR, data CBR dan lain-lain.
2. Menentukan struktur perkerasan yang memenuhi syarat.

3. Merencanakan ketebalan lapisan lentur berdasarkan metode Manual Desain Perkerasan 2017 dan metode AASHTO 1993.

3.5. Gambaran Umum Lokasi Studi

Dalam menentukan Kriteria Jalan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Manual Perkerasan jalan revisi Juni 2017 nomor 04/SE/Db/2017 tentang persyaratan teknis jalan dan kriteria perencanaan teknis jalan.

- a. Fungsi Jalan = Jalan Lokal
- b. Status Jalan = jalan Kota
- c. Kelas Jalan = Kelas III
- d. Type Jalan = 1 Jalur, 2 Lajur 2 arah
- e. Lebar Jalur Lalulintas = 5,4 meter
- f. Penambahan Lebar Jalan = 0,6 meter
- g. Kemiringan Perkerasan Jalan = 2% (Lamp. Permen PU no.19)
- h. Kemiringan Bahu Jalan = 4% (Lamp. Permen PU no. 19)
- i. Umur Rencana = 20 Tahun
- j. Panjang Jalan = 1179 meter

3.6. Tingkat Pertumbuhan Lalulintas (R)

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

Tabel 3.1: Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (*i*) di Sumatera

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

3.7. Lintas Harian Rata-rata

Lintas harian rata-rata adalah hasil survey untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melintas pada ruas jalan dalam kurun waktu sehari. Berikut adalah hasil survey lintas harian rata-rata pada ruas jalan Durung:

Tabel 3.2: Lalulintas harian rata-rata ruas Jalan Durung Kec. Medan Tembung Tahun 2018 (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)

No	Type	Jenis Kendaraan	LHR 2018
1	1	Sepeda Kumbang, Sepeda Motor, Roda 3	0
2	2	Sedan, Jeep, Station Wagon	232
3	3	Oplet, Pickup Oplet, Minibus, Combi	633
4	4	Pickup, Mikrotruk, Mobil Hantaran	118
5	5a	Bus Kecil (16-19 kursi)	0
6	5b	Bus Besar (50-60 kursi)	1
7	6a	Truk Ringan 2 Sumbu	21
8	6b	Truk Sedang 2 Sumbu	3
9	7a	Truk 3 Sumbu	0
10	7b	Truk Gandeng	0
11	7c	Truk Semi Trailer	0
12	8	Kendaraan Tidak Bermotor	0
		Jumlah kend/hari	1.008

Catatan:

Data yang digunakan untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan adalah data 5b keatas.

3.8. Data Pengujian DCP

Dynamic Cone Penetrometer (DCP) adalah suatu alat yang digunakan untuk pengujian tanah dasar dan atau lapis pondasi jalan terdiri dari tiga bagian utama yang satu sama lain harus disambung dengan cukup kaku. (DPU Pedoman Cara Uji CBR dengan DCP, 2008: 1)

Data pengujian DCP yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3: Pengujian DCP pada 0+000 L/S (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. mm	CBR (%)	$h^3\sqrt{CBR}$
	cm	mm			
1	2	3	4	5	6
0					
1	4	40	40	5.1	6.90
2	6	60	20	12.7	4.67
3	7	70	10	31.7	3.16
4	8	80	10	31.7	3.16

Tabel 3.3: *Lanjutan*

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. mm	CBR (%)	$h^3\sqrt{CBR}$
	cm	mm			
5	10	100	20	12.7	4.67
6	12	120	20	12.7	4.67
7	14	140	20	12.7	4.67
8	18	180	40	5.1	6.90
9	19	190	10	31.7	3.16
10	21	210	20	12.7	4.67
11	23	230	20	12.7	4.67
12	25	250	20	12.7	4.67
13	27	270	20	12.7	4.67
14	29	290	20	12.7	4.67
15	31	310	20	12.7	4.67
16	33	330	20	12.7	4.67
17	35	350	20	12.7	4.67
18	38	380	30	7.5	5.87
19	41	410	30	7.5	5.87
20	44	440	30	7.5	5.87
21	47	470	30	7.5	5.87
22	50	500	30	7.5	5.87
23	54	540	40	5.1	6.90
24	57	570	30	7.5	5.87
25	60	600	30	7.5	5.87
26	64	640	40	5.1	6.90
27	68	680	40	5.1	6.90
28	72	720	40	5.1	6.90
29	76	760	40	5.1	6.90
30	80	800	40	5.1	6.90
31	85	850	50	3.8	7.82
32	88	880	30	7.5	5.87
33	91	910	30	7.5	5.87
34	94	940	30	7.5	5.87
35	97	970	30	7.5	5.87
36	100	1000	30	7.5	5.87
			1000		199.0
CBR at this point (%)				7.88	

Tabel 3.4: Pengujian DCP pada 0+500 R/S (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. mm	CBR (%)	$h\sqrt[3]{CBR}$
	cm	mm			
1	2	3	4	5	6
0					
1	2	20	20	12.7	4.67
2	3	30	10	31.7	3.16
3	4	40	10	31.7	3.16
4	6	60	20	12.7	4.67
5	7	70	10	31.7	3.16
6	8	80	10	31.7	3.16
7	9	90	10	31.7	3.16
8	10	100	10	31.7	3.16
9	11	110	10	31.7	3.16
10	12	120	10	31.7	3.16
11	14	140	20	12.7	4.67
12	16	160	20	12.7	4.67
13	18	180	20	12.7	4.67
14	20	200	20	12.7	4.67
15	22	220	20	12.7	4.67
16	24	240	20	12.7	4.67
17	26	260	20	12.7	4.67
18	28	280	20	12.7	4.67
19	30	300	20	12.7	4.67
20	32	320	20	12.7	4.67
21	35	350	30	7.5	5.87
22	39	390	40	5.1	6.90
23	41	410	20	12.7	4.67
24	42	420	10	31.7	3.16
25	43	430	10	31.7	3.16
26	46	460	30	7.5	5.87
27	48	480	20	12.7	4.67
28	50	500	20	12.7	4.67
29	52	520	20	12.7	4.67
30	53	530	10	31.7	3.16
31	55	550	20	12.7	4.67
32	56	560	10	31.7	3.16
33	58	580	20	12.7	4.67
34	59	590	10	31.7	3.16
35	61	610	20	12.7	4.67
36	62	620	10	31.7	3.16
37	64	640	20	12.7	4.67

Tabel 3.4: *Lanjutan*

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. mm	CBR (%)	$h^3\sqrt{CBR}$
	cm	mm			
38	65	650	10	31.7	3.16
39	67	670	20	12.7	4.67
40	68	680	10	31.7	3.16
41	69	690	10	31.7	3.16
42	71	710	20	12.7	4.67
43	72	720	10	31.7	3.16
44	73	730	10	31.7	3.16
45	75	750	20	12.7	4.67
46	76	760	10	31.7	3.16
47	78	780	20	12.7	4.67
48	79	790	10	31.7	3.16
49	80	800	10	31.7	3.16
50	81	810	10	31.7	3.16
51	83	830	20	12.7	4.67
52	84	840	10	31.7	3.16
53	86	860	20	12.7	4.67
54	88	880	20	12.7	4.67
55	90	900	20	12.7	4.67
56	92	920	20	12.7	4.67
57	94	940	20	12.7	4.67
58	97	970	30	7.5	5.87
59	100	1000	30	7.5	5.87
			1000		246.4
CBR at this point (%)				14.97	

Tabel 3.5: Pengujian DCP pada 1+000 L/S (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. mm	CBR (%)	$h^3\sqrt{CBR}$
	cm	mm			
1	2	3	4	5	6
0					
1	4	40	40	5.1	6.90
2	8	80	40	5.1	6.90
3	11	110	30	7.5	5.87
4	14	140	30	7.5	5.87
5	17	170	30	7.5	5.87
6	22	220	50	3.8	7.82
7	27	270	50	3.8	7.82

Tabel 3.5: *Lanjutan*

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. mm	CBR (%)	$h^3\sqrt{CBR}$ cm
	cm	mm			
8	32	320	50	3.8	7.82
9	36	360	40	5.1	6.90
10	40	400	40	5.1	6.90
11	43	430	30	7.5	5.87
12	45	450	20	12.7	4.67
13	48	480	30	7.5	5.87
14	51	510	30	7.5	5.87
15	54	540	30	7.5	5.87
16	56	560	20	12.7	4.67
17	58	580	20	12.7	4.67
18	60	600	20	12.7	4.67
19	61	610	10	31.7	3.16
20	64	640	30	7.5	5.87
21	66	660	20	12.7	4.67
22	68	680	20	12.7	4.67
23	70	700	20	12.7	4.67
24	72	720	20	12.7	4.67
25	74	740	20	12.7	4.67
26	76	760	20	12.7	4.67
27	78	780	20	12.7	4.67
28	80	800	20	12.7	4.67
29	81	810	10	31.7	3.16
30	83	830	20	12.7	4.67
31	84	840	10	31.7	3.16
32	86	860	20	12.7	4.67
33	88	880	20	12.7	4.67
34	90	900	20	12.7	4.67
35	91	910	10	31.7	3.16
36	93	930	20	12.7	4.67
37	95	950	20	12.7	4.67
38	97	970	20	12.7	4.67
39	100	1000	30	7.5	5.87
			1000		205.3
CBR at this point (%)				8.65	

Tabel 3.6: Pengujian DCP pada 1+250 R/S (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. mm	CBR (%)	$h^3\sqrt{CBR}$
	cm	mm			
1	2	3	4	5	6
0					
1	2	20	20	12.7	4.67
2	3	30	10	31.7	3.16
3	4	40	10	31.7	3.16
4	6	60	20	12.7	4.67
5	8	80	20	12.7	4.67
6	10	100	20	12.7	4.67
7	13	130	30	7.5	5.87
8	16	160	30	7.5	5.87
9	18	180	20	12.7	4.67
10	20	200	20	12.7	4.67
11	21	210	10	31.7	3.16
12	23	230	20	12.7	4.67
13	26	260	30	7.5	5.87
14	30	300	40	5.1	6.90
15	34	340	40	5.1	6.90
16	37	370	30	7.5	5.87
17	41	410	40	5.1	6.90
18	44	440	30	7.5	5.87
19	46	460	20	12.7	4.67
20	49	490	30	7.5	5.87
21	51	510	20	12.7	4.67
22	53	530	20	12.7	4.67
23	55	550	20	12.7	4.67
24	57	570	20	12.7	4.67
25	59	590	20	12.7	4.67
26	62	620	30	7.5	5.87
27	64	640	20	12.7	4.67
28	66	660	20	12.7	4.67
29	68	680	20	12.7	4.67
30	71	710	30	7.5	5.87
31	73	730	20	12.7	4.67
32	75	750	20	12.7	4.67
33	78	780	30	7.5	5.87
34	80	800	20	12.7	4.67
35	82	820	20	12.7	4.67
36	83	830	10	31.7	3.16
37	85	850	20	12.7	4.67

Tabel 3.6: *Lanjutan*

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. mm	CBR (%)	$h^3\sqrt{CBR}$
	cm	mm			
38	87	870	20	12.7	4.67
39	89	890	20	12.7	4.67
40	91	910	20	12.7	4.67
41	93	930	20	12.7	4.67
42	97	970	40	5.1	6.90
43	100	1000	30	7.5	5.87
			1000		215.7
CBR at this point (%)				10.04	

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. LHR pada Ruas Jalan Durung Tahun 2018 dan Tahun 2020

Karena penelitian dimulai di tahun 2020, maka data lalu lintas yang di dapatkan pada tahun 2018 harus di *forecasting* ke tahun 2020 dengan menggunakan pers. 2.1. Berikut data Satuan Kendaraan Ringan pada LHR tahun 2018 yang di *forecasting* ke tahun 2020:

Tabel 4.1: Lalulintas harian rata-rata tahunan ruas Jalan Durung Kec. Medan Tembung Tahun 2018 dan Tahun 2020

No	Type	Jenis Kendaraan	LHR 2018	LHR 2020
1	1	Sepeda Kumbang, Sepeda Motor, Roda 3	0	0
2	2	Sedan, Jeep, Station Wagon	232	255
3	3	Oplet, Pickup Oplet, Minibus, Combi	633	696
4	4	Pickup, Mikrotruk, Mobil Hantaran	118	130
5	5a	Bus Kecil	0	0
6	5b	Bus Besar	1	1
7	6a	Truk Ringan 2 Sumbu	21	23
8	6b	Truk Sedang 2 Sumbu	3	3
9	7a	Truk 3 Sumbu	0	0
10	7b	Truk Gandeng	0	0
11	7c	Truk Semi Trailer	0	0
12	8	Kendaraan Tidak Bermotor	0	0
		Jumlah kend/hari	1.008	1.108
		Jumlah Kend/tahun	367.920	404.420

4.2. Tingkat Pertumbuhan Lalulintas (R)

Faktor pertumbuhan lalulintas berdasarkan data-data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlalu. Jika tidak tersedia maka Tabel 2.9 dapat digunakan (2015-2035)

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

Jenis kendaraan = Truk ringan 2 sumbu

Umur rencana (UR) = 20 tahun

Pertumbuhan rata-rata lalulintas = 4,83 %

$$R = \frac{(1 + 0.01i)^{UR} - 1}{0.01 i}$$
$$= \frac{(1 + 0.01 (4.83))^{20} - 1}{0.01(4.83)}$$
$$= 32,4781$$

4.3. Metode Manual Desain Perkerasan 2017

Perhitungan yang ada di dalam metode Manual Desain Perkerasan 2017 antara lain:

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

Faktor Distribusi Arah (DD) untuk jalan dua arah umumnya diambil 0,50 kecuali lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Faktor distribusi lajur dapat dilihat pada Tabel 2.4 Dari Tabel tersebut diambil jumlah lajur 1 untuk setiap arah menghasilkan kendaraan niaga pada lajur desain 100% terhadap populasi kendaraan niaga.

4.3.2. Cumulatif Equivalent Single Axie (CESA₅) 20 Tahun

Perhitungan Beban Standar Kumulatif atau *Cumulatif Equivalent Single Axie* (CESA₅) umur rencana 20 tahun dihitung dengan menggunakan pers. 2.4.

$$CESA_{TH-1} = (\sum LHR \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Sebagai contoh, perhitungan ESA₅ bus besar :

$$ESA_{TH-1(5)} = (LHR \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R$$
$$= (1 \times 1) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 32,4781$$
$$= 6513,64$$

Tabel 4.2: *Cumulatif Equivalent Single Axie* (CESA₅) umur rencana 20 tahun

No	jenis kendaraan	tipe	LHR	VDF5	DD	DL	R	ESA ₅
1	Sepeda Kumbang, Sepeda Motor, Roda 3	1	0	0	0,5	1	32,48	0

Tabel 4.2: *Lanjutan*

No	jenis kendaraan	tipe	LHR	VDF5	DD	DL	R	ESA ₅
2	Sedan, Jeep, Station Wagon	2	255	0	0,5	1	32,48	0
3	Oplet, Pickup Oplet, Minibus, Combi	3	696	0	0,5	1	32,48	0
4	Pickup, Mikrotruk, Mobil Hantaran	4	130	0	0,5	1	32,48	0
5	Bus Kecil	5a	0	0	0,5	1	32,48	0
6	Bus Besar	5b	1	1	0,5	1	32,48	6513,64
7	Truk Ringan 2 Sumbu	6a	23	0,5	0,5	1	32,48	68393,27
8	Truk Sedang 2 Sumbu	6b	3	7,4	0,5	1	32,48	144602,92
9	Truk 3 Sumbu	7a	0	18,4	0,5	1	32,48	0
10	Truk Gandeng	7b	0	0	0,5	1	32,48	0
11	Truk Semi Trailer	7c	0	29,5	0,5	1	32,48	0
12	Kendaraan Tidak Bermotor	8	0	0	0,5	1	32,48	0
JUMLAH			1108	CESA ₅				219.510

4.3.3. Pondasi Jalan Minimum

Berdasarkan data yang di dapat dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan, nilai CBR di lapangan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3: Nilai CBR menggunakan rumus dari pedoman bahan konstruksi sipil: 2007 ruas Jalan Durung Kec. Medan Tembung dengan interval jarak 500 meter

STA	CBR (%)
0+000 (L)	7.88
1+000 (L)	8.65
0+500 (R)	14.97
1+250 (R)	10.04

Dari Tabel diatas didapatkan CBR yang mewakili 7,88%.

Dari data diatas, didapatkan hasil:

- Umur rencana = 20 tahun
- $CES A_5 = 219.510$
- CBR rencana = 7,88%

Data diatas digunakan untuk menentukan tebal lapis perkerasan lentur pada Tabel 2.9:

Tabel 2.9: Bagan desain -3B desain perkerasan lentur – aspal dengan lapis pondasi berbutir

	STRUKTUR PERKERASAN			
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4
Solusi yang dipilih				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ($10^6 ESA_5$)	<2	≥2-4	>4-7	>7-10
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)				
ACWC	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105
LPA Kelas A	400	300	300	300
catatan	1		2	

CBR rencana = 7,88 % maka dipakai Bagan Desain -3C penyesuaian tebal lapis fondasi agregat A untuk tanah dasar $CBR \geq 7\%$.

Tabel 2.10: Bagan Desain -3C Penyesuaian Tebal Lapis Fondasi Agregat A Untuk Tanah Dasar $CBR \geq 7\%$ (Hanya Untuk Bagan Desain -3B)

	STRUKTUR PERKERASAN	
	FFF1	FFF2
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ($10^6 CESA_5$)	≤ 2	> 2 - 4
TEBAL LFA A (mm) PENYESUAIAN TERHADAP BAGAN DESAIN 3B		
Subgrade $CBR \geq 5,5 - 7$	400	300
Subgrade $CBR > 7 - 10$	330	220
Subgrade $CBR \geq 10$	260	150

Tabel 2.10: *Lanjutan*

	STRUKTUR PERKERASAN	
	FFF1	FFF2
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ CESA5)	≤ 2	> 2 - 4
TEBAL LFA A (mm) PENYESUAIAN TERHADAP BAGAN DESAIN 3B		
Subgrade CBR ≥ 15	200	150

Pada Bagan Desain 3B didapatkan ketebalan ACWC, ACBC dan ACBase. Karena CBR yang didapatkan lebih besar dari 7%, untuk mencari ketebalan LFA digunakan Bagan Desain 3C, maka ketebalan lapis perkerasan yang didapatkan adalah:

- AC WC = 40 mm = 4 cm
- AC BC = 60 mm = 6 cm
- AC Base = 0 mm = 0 cm
- LFA Kelas A = 330 mm = 33 cm

4.4. Metode AASHTO 1993

Langkah-langkah menentukan tebal lapis perkerasan dengan metode AASHTO 1993 antara lain:

4.4.1. Faktor Distribusi Arah (DD) dan Distribusi Lajur (DL)

Pada ruas jalan Durung tipe jalan yang digunakan adalah 1 jalur, 2 lajur, 2 arah sehingga mengacu pada peraturan AASHTO 1993 dan Tabel 2.4, nilai Distribusi Arah (DD) dan Distribusi Lajur (DL) sebagai berikut.

i. Distribusi Arah (DD)

Karena ruas jalan yang dihitung adalah jalan 2 arah pada 1 jalur maka nilai DD adalah 0,5.

ii. Distribusi Lajur (DL)

Mengacu pada Tabel 2.26 dimana 2 lajur pada 1 jalur maka nilai DL adalah 1.

4.4.2. Repetisi Beban Selama Umur Rencana (W_{18})

Beban lalu lintas sesuai AASHTO 1993 dinyatakan dalam repetisi lintasan sumbu standar selama umur rencana (W_{18}) digunakan untuk menghitung besarnya repetisi beban lalu lintas selama umur rencana.

$$W_{18} = \sum LHR \times VDF \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Sebagai contoh, perhitungan bus besar :

$$\begin{aligned} W_{18} &= \sum LHR \times VDF \times 365 \times DD \times DL \times R \\ &= 1 \times 1 \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 32,4781 \\ &= 6513,64 \end{aligned}$$

Tabel 4.4: *Cumulatif Equivalent Single Axie (CESA₄)* umur rencana 20 tahun

No	jenis kendaraan	tipe	LHR	VDF4	DD	DL	R	ESA ₄
1	Sepeda Kumbang, Sepeda Motor, Roda 3	1	0	0	0,5	1	32,48	0
2	Sedan, Jeep, Station Wagon	2	255	0	0,5	1	32,48	0
3	Oplet, Pickup Oplet, Minibus, Combi	3	696	0	0,5	1	32,48	0
4	Pickup, Mikrotruk, Mobil Hantaran	4	130	0	0,5	1	32,48	0
5	Bus Kecil	5a	0	0	0,5	1	32,48	0
6	Bus Besar	5b	1	1	0,5	1	32,48	6.513,64
7	Truk Ringan 2 Sumbu	6a	23	0,55	0,5	1	32,48	75.232,6
8	Truk Sedang 2 Sumbu	6b	3	4,5	0,5	1	32,48	87.934,2
9	Truk 3 Sumbu	7a	0	10,1	0,5	1	32,48	0
10	Truk Gandeng	7b	0	0	0,5	1	32,48	0
11	Truk Semi Trailer	7c	0	15,9	0,5	1	32,48	0

Tabel 4.4: *Lanjutan*

No	jenis kendaraan	tipe	LHR	VDF4	DD	DL	R	ESA ₄
12	Kendaraan Tidak Bermotor	8	0	0	0,5	1	32,48	0
JUMLAH			1108	CESA ₄			169.680	

4.4.3. Indeks Kemampuan Pelayanan

Pada indeks kemampuan pelayanan ini terdapat 3 bagian yaitu Indeks Kemampuan Pelayanan Akhir (Pt), Indeks Kemampuan Pelayanan Awal (Po) dan Kehilangan Kemampuan Pelayanan (Δ PSI). Pada ruas jalan Durung ini merupakan jalan raya dengan menggunakan lapis perkerasan lentur atau perkerasan aspal, sehingga nilai Pt dan Po sebagai berikut:

Pt = 2,0 (Jalan raya dengan lalulintas rendah)

Po = 4 (Jalan baru)

Dari nilai Indeks kemampuan Pelayanan Akhir (Pt) dan nilai Indeks Kemampuan Pelayanan Awal (Po) di atas, dapat dihitung Kehilangan Kemampuan Pelayanan (Δ PSI) dengan pers. sebagai berikut:

$$\Delta\text{PSI} = P_o - P_t$$

$$\Delta\text{PSI} = 4,0 - 2,0$$

$$\Delta\text{PSI} = 2$$

4.4.4. Reliabilitas (R) dan Deviasi Standar Normal (Z_R)

Ruas jalan Durung merupakan tipe jalan lokal pada daerah perkotaan (*Urban*) sehingga mengacu pada Tabel 2.28 nilai *reliabilitas* (R) berkisar antara 50% - 80% dan pada penelitian ini nilai R yang diambil adalah 70%.

Dengan nilai *reliabilitas* (R) 70% dapat ditentukan nilai Deviasi Standar Normal (Z_R) dengan mengacu pada Tabel 2.16, sehingga didapatkan nilai Z_R sebesar -0.524.

4.4.5. Deviasi Standar Keseluruhan (S₀)

Pada ruas jalan Durung perkerasan yang dipakai berjenis perkerasan lentur, sehingga dilihat dari peraturan AASHTO 1993 menyarankan mengambil nilai

Deviasi Standar Keseluruhan (S_o) berkisar antara 0,40 – 0,50 pada penelitian ini diambil nilai S_o sebesar 0,45.

4.4.6. Koefisien Drainase (m_i)

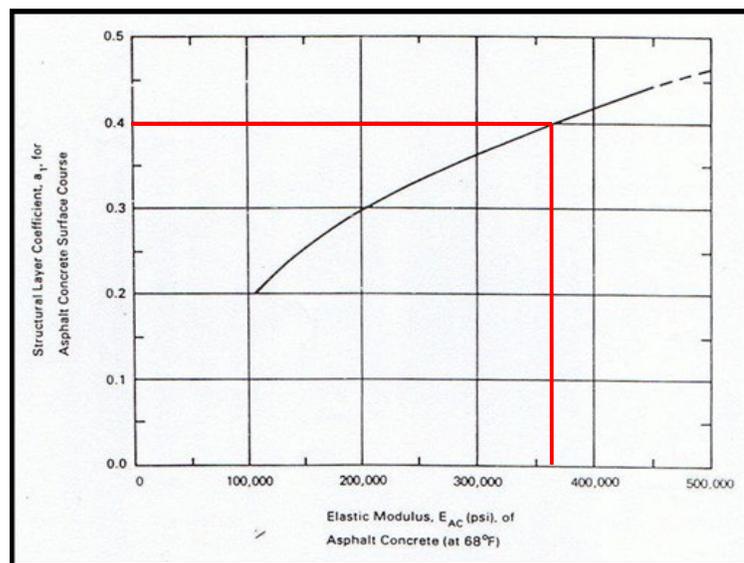
Pada daerah ruas jalan Durung kondisi drainasi berdasarkan data sekunder yang didapatkan termasuk dalam keadaan kualitas drainasi yang sedang dengan persen tingkat jenuh air 7,4%. Sehingga nilai Koefisien Drainasi (m_i) antara 1,00 – 0,80. Pada penelitian ini untuk nilai koefisien Drainasi pondasi atas (m_2) dan koefisien Drainasi pondasi bawah (m_3) dianggap sama dengan 1.

4.4.7. Koefisien Lapisan

Pada ruas jalan Durung lapis perkerasan telah direncanakan menggunakan Laston untuk lapis permukaan, Batu pecah kelas A untuk lapis pondasi atas, dan Sirtu kelas A untuk lapis pondasi bawah. Sehingga nilai koefisien lapisan (a) dapat diketahui dari Tabel dimana nilai koefisien lapisan digunakan untuk mencari nilai Modulus Resilient (M_R) seperti berikut ini.

a. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Nilai koefisien lapisan (a) pada bahan Laston adalah 0,4 sehingga dapat diketahui nilai *Elastic Modulus* (E_{AC}) dengan grafik 2.3 berikut sebesar 365.000 PSI.

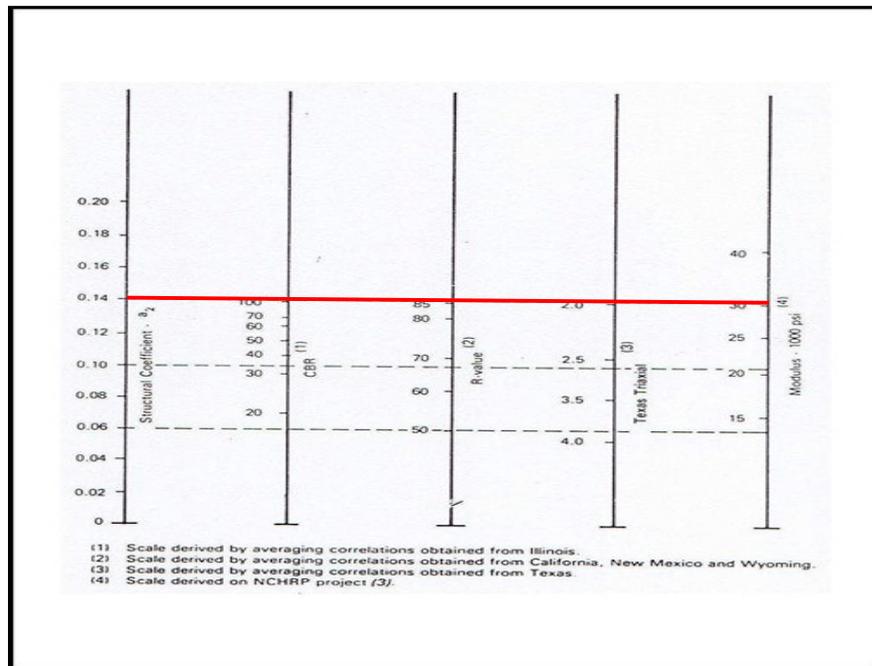


Gambar 4.1: Nilai modulus resilient (M_R) E_{AC}

b. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Nilai koefisien lapisan (a) pada bahan batu Pecah adalah 0,14 karena bahan ini termasuk jenis granular maka selain menggunakan grafik 2.4 bisa juga menggunakan pers. 2.15 untuk perhitungan nilai Modulus Resilient (M_R) seperti berikut.

$$\begin{aligned} a_2 &= (0,249 \times (\log_{10} E_{BS})) - 0,977 \\ 0,14 &= (0,249 \times (\log_{10} E_{BS})) - 0,977 \\ 0,14 + 0,977 &= (0,249 \times (\log_{10} E_{BS})) \\ 1,117 &= (0,249 \times (\log_{10} E_{BS})) \\ 1,117 / 0,249 &= \log_{10} E_{BS} \\ 4,486 &= \log_{10} E_{BS} \\ E_{BS} &= 30.616 \text{ PSI} \end{aligned}$$



Gambar 4.2: Nilai modulus resilient (M_R) E_{BS}

c. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Nilai koefisien lapisan (a) pada bahan Sirtu adalah 0,11 karena bahan ini termasuk jenis granular maka selain menggunakan grafik 2.5 bisa juga

menggunakan pers. 2.16 untuk perhitungan nilai Modulus Resilient (M_R) seperti berikut.

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

$$0,13 = (0,227 \times (\log_{10} E_{SB})) - 0,839$$

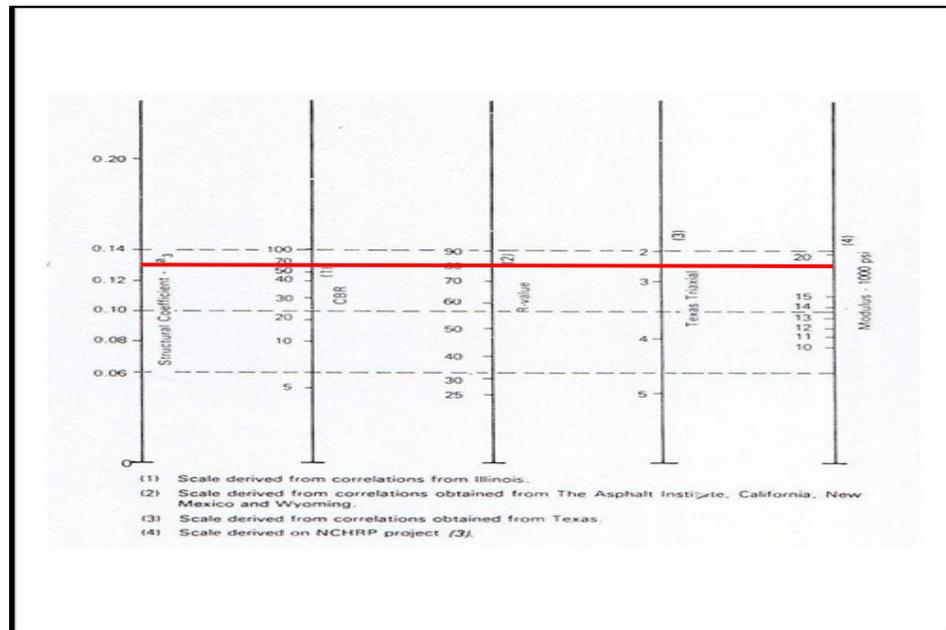
$$0,13 + 0,839 = (0,227 \times (\log_{10} E_{SB}))$$

$$0,969 = (0,227 \times (\log_{10} E_{SB}))$$

$$0,969 / 0,227 = \log_{10} E_{SB}$$

$$4,268722 = \log_{10} E_{SB}$$

$$E_{SB} = 15.157,12 \text{ PSI}$$



Gambar 4.3: Nilai modulus resilient (M_R) E_{SB}

d. Modulus Resilient (M_r)

Dengan nilai CBR 7.88% dan 10.04% maka nilai Modulus Resilient (M_r) dapat dihitung dengan menggunakan pers. berikut ini.

$$M_r = 1500 \times \text{CBR}$$

$$= 1500 \times 6\%$$

$$= 9000 \text{ Psi}$$

4.4.8. Angka Struktural (SN)

Perhitungan Angka Struktural (SN) pada metode AASHTO 1993 ada dua cara, yaitu dengan cara coba-coba (*Trial and Error*) atau menggunakan nomogram. Angka struktural (SN) ini nantinya akan digunakan untuk mencari nilai ketebalan masing-masing lapisan (Di) dengan pers. 2.20, dengan memasukkan nilai SN, koefisien Drainasi (m_i), dan koefisien lapisan (a_i). berikut data-data yang digunakan dalam pencarian ketiga nilai Angka Struktural (SN) pada masing-masing lapisan menggunakan *trial and error*.

$$R = 70\%$$

$$S_o = 0,45$$

$$W_{18} = 169.680$$

$$\Delta PSI = 2$$

$$E_{BS} = 30.616 \text{ Psi}$$

$$E_{SB} = 15.157 \text{ Psi}$$

$$MR = 9000 \text{ Psi}$$

$$Z_R = -0,524$$

$$\log_{10}(169.680) = -0,524 \times 0,45 + 9,36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{2}{4,2 - 1,5} \right]}{0,4 + \frac{1,094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10}(9.000) - 8,07$$

Dari perhtungan diatas diketahui nilai SN pada masing-masing lapisan sebagai berikut:

$$SN_1 = 1,27 \text{ in} = 3,23 \text{ cm}$$

$$SN_2 = 1,71 \text{ in} = 4,34 \text{ cm}$$

$$SN_3 = 2,09 \text{ in} = 5,32 \text{ cm}$$

Sehingga tebal masing-masing perkerasan (D'_1) dapat dihitung dengan pers. berikut ini:

a. Lapis Permukaan (*Surace Course*)

$$\begin{aligned} D'_1 &= \frac{SN_1}{a_1} \\ &= \frac{3,23}{0,4} \\ &= 8 \text{ cm} \end{aligned}$$

Nilai D_1 yang dihitung telah memenuhi syarat minimum tebal lapisan beton aspal untuk perkerasan lentur. Kemudian kontrol nilai SN sebagai berikut:

$$SN'_1 = a_1 \times D'_1 \geq SN_1 = 0,4 \times 8 \geq 3,23 = 3,25 \geq 3,23 \text{ cm}$$

b. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

$$D'_2 = \frac{SN_2 - a_1 D'_1}{a_2 m_2}$$

$$D'_2 = \frac{4,34 - 3,25}{0,14 \times 1}$$

$$= 7,87 \text{ cm}$$

Nilai D'_2 yang dihitung telah memenuhi syarat minimum tebal lapisan beton aspal untuk perkerasan lentur. Kemudian kontrol nilai SN sebagai berikut:

$$SN'_2 = SN_2 - SN'_1 = 4,34 - 3,25 = 1,09 \text{ cm}$$

$$SN'_1 + SN'_2 \geq SN_2 ; (3,25 + 1,09) \geq 4,34 ; 4,34 \geq 4,34$$

c. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN'_1 + SN'_2)}{a_3 m_3}$$

$$D'_3 = \frac{5,32 - (3,25 + 1,09)}{0,11 \times 1}$$

$$D'_3 = 8,89 \text{ cm}$$

Nilai D'_3 yang dihitung telah memenuhi syarat minimum tebal lapisan beton aspal untuk perkerasan lentur. Kemudian kontrol nilai SN sebagai berikut:

$$SN'_3 = a_3 \times D'_3 \times m_3 = 0,11 \times 8,89 \times 1 = 0,9779$$

Kontrol:

$$(a_1 \times D'_1 + a_2 \times D'_2 + a_3 \times D'_3) \geq SN_3$$

$$(3,25 + 1,1 + 0,98) \geq 5,32$$

$$5,33 \geq 5,32$$

Dari hasil perhitungan tebal perkerasan dengan menggunakan data SN hasil perhitungan dengan cara *trial and error* diperoleh sebagai berikut:

$$(D'_1 + D'_2 + D'_3) = 8 + 7,87 + 8,89 = 24,76 \text{ cm.}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil studi yang dilaksanakan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:\

1. Hasil perhitungan perencanaan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 didapatkan ketebalan:
 - a. AC WC = 40 mm = 4 cm
 - b. AC BC = 60 mm = 6 cm
 - c. AC Base = 0 mm = 0 cm
 - d. LFA Kelas A = 330 mm = 33 cm
2. Hasil perhitungan perencanaan menggunakan Metode AASHTO 1993 didapatkan ketebalan:
 - a. Tebal Lapis Perkerasan Aspal = 8 cm
 - b. Tebal Base = 16,76 cm
3. Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur, metode Manual Desain Perkerasan 2017 mempunyai tebal perkerasan sebesar 43 cm sedangkan metode AASTHO 1993 memiliki tebal perkerasan sebesar 24,76 cm, sehingga beda tebal perkerasan yang didapat sebesar 18,24 cm.

5.2 Saran

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

LAMPIRAN

Paket : PERENCANAAN TEKNIS JALAN - 3
 Pos Pengamatan :
 Konsultan : CV. PRIMA RANCANG

Tabel L.1: REKAPITULASI DATA LHR PADA RUAS JALAN (DUA ARAH) (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)

Pukul	JALAN DURUNG (JALAN TEMPULING – JALAN DURUNG – JALAN WILHEM ISKANDAR)											
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
06.00 – 07.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.00 – 08.00	0	49	113	23	0	0	0	0	0	0	0	0
08.00 – 09.00	0	40	75	27	0	0	1	1	0	0	0	0
09.00 – 10.00	0	23	55	16	0	0	1	1	0	0	0	0
10.00 – 11.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.00 – 12.00	0	15	56	10	0	0	7	0	0	0	0	0
12.00 – 13.00	0	13	41	5	0	0	0	0	0	0	0	0
13.00 – 14.00	0	24	69	8	0	0	0	0	0	0	0	0
14.00 – 15.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.00 – 16.00	0	29	81	12	0	0	6	0	0	0	0	0
16.00 – 17.00	0	16	93	12	0	0	4	0	0	0	0	0
17.00 – 18.00	0	13	50	5	0	1	2	1	0	0	0	0
Jumlah	0	232	633	118	0	1	21	3	0	0	0	0
Rata – rata/ Jam	0	26	70	13	0	0	2	0	0	0	0	0

Type Kendaraan					
1	Sepeda kumbang, Sepeda motor, Roda 3	5b	Bus besar	7c	Truck semi trailer
2	Sedan, Jeep, Station wagon	6a	Truck ringan 2 sumbu	8	Kendaraan tidak bermotor
3	Oplet, Pick-up Oplet, Mini bus, Combi	6b	Truck sedang 2 sumbu		
4	Pick-up, Mikro truk, Mobil hantaran	7a	Truck 3 sumbu		
5a	Bus kecil	7b	Truck Gandengan		

Link No :
 Ruas Jalan : Jalan Durung
 Station : 0+000 L/S
 Analis : -

Tabel L.2: PENGUJIAN DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP) (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. mm	CBR (%)	h*cbr ^{1/3}
	cm	mm			
1	2	3	4	5	6
0					
1	4	40	40	5,1	6,90
2	6	60	20	12,7	4,67
3	7	70	10	31,7	3,16
4	8	80	10	31,7	3,16
5	10	100	20	12,7	4,67
6	12	120	20	12,7	4,67
7	14	140	20	12,7	4,67
8	18	180	40	5,1	6,90
9	19	190	10	31,7	3,16
10	21	210	20	12,7	4,67
11	23	230	20	12,7	4,67
12	25	250	20	12,7	4,67
13	27	270	20	12,7	4,67
14	29	290	20	12,7	4,67
15	31	310	20	12,7	4,67
16	33	330	20	12,7	4,67
17	35	350	20	12,7	4,67
18	38	380	30	7,5	5,87
19	41	410	30	7,5	5,87
20	44	440	30	7,5	5,87
21	47	470	30	7,5	5,87
22	50	500	30	7,5	5,87
23	54	540	40	5,1	6,90
24	57	570	30	7,5	5,87
25	60	600	30	7,5	5,87
26	64	640	40	5,1	6,90
27	68	680	40	5,1	6,90
28	72	720	40	5,1	6,90
29	76	760	40	5,1	6,90
30	80	800	40	5,1	6,90
31	85	850	50	3,8	7,82
32	88	880	30	7,5	5,87
33	91	910	30	7,5	5,87
34	94	940	30	7,5	5,87
35	97	970	30	7,5	5,87
36	100	1000	30	7,5	5,87

Link No :
 Ruas Jalan : Jalan Durung
 Station : 0+500 R/S
 Analis : -

Tabel L.3: PENGUJIAN DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP) (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. mm	CBR (%)	h*cbr ^{1/3}
	cm	mm			
1	2	3	4	5	6
0					
1	2	20	20	12,7	4,67
2	3	30	10	31,7	3,16
3	4	40	10	31,7	3,16
4	6	60	20	12,7	4,67
5	7	70	10	31,7	3,16
6	8	80	10	31,7	3,16
7	9	90	10	31,7	3,16
8	10	100	10	31,7	3,16
9	11	110	10	31,7	3,16
10	12	120	10	31,7	3,16
11	14	140	20	12,7	4,67
12	16	160	20	12,7	4,67
13	18	180	20	12,7	4,67
14	20	200	20	12,7	4,67
15	22	220	20	12,7	4,67
16	24	240	20	12,7	4,67
17	26	260	20	12,7	4,67
18	28	280	20	12,7	4,67
19	30	300	20	12,7	4,67
20	32	320	20	12,7	4,67
21	35	350	30	7,5	5,87
22	39	390	40	5,1	6,90
23	41	410	20	12,7	4,67
24	42	420	10	31,7	3,16
25	43	430	10	31,7	3,16
26	46	460	30	7,5	5,87
27	48	480	20	12,7	4,67
28	50	500	20	12,7	4,67
29	52	520	20	12,7	4,67
30	53	530	10	31,7	3,16
31	55	550	20	12,7	4,67
32	56	560	10	31,7	3,16
33	58	580	20	12,7	4,67
34	59	590	10	31,7	3,16
35	61	610	20	12,7	4,67
36	62	620	10	31,7	3,16
37	64	640	20	12,7	4,67

Tabel L.3: *Lanjutan*

38	65	650	10	31,7	3,16
39	67	670	20	12,7	4,67
40	68	680	10	31,7	3,16
41	69	690	10	31,7	3,16
42	71	710	20	12,7	4,67
43	72	720	10	31,7	3,16
44	73	730	10	31,7	3,16
45	75	750	20	12,7	4,67
46	76	760	10	31,7	3,16
47	78	780	20	12,7	4,67
48	79	790	10	31,7	3,16
49	80	800	10	31,7	3,16
50	81	810	10	31,7	3,16
51	83	830	20	12,7	4,67
52	84	840	10	31,7	3,16
53	86	860	20	12,7	4,67
54	88	880	20	12,7	4,67
55	90	900	20	12,7	4,67
56	92	920	20	12,7	4,67
57	94	940	20	12,7	4,67
58	97	970	30	7,5	5,87
59	100	1000	30	7,5	5,87
			1000		246,4
CBR at this point (%)				14,97	

Konstruksi Existing	Type	Tebal	Kondisi
		(cm)	
Lapisan Permukaan			
Lapisan Pondasi Atas			
Lapis Pondasi Bawah			

Link No :
 Ruas Jalan : Jalan Durung
 Station : 1+000 L/S
 Analis : -

Tabel L.4: PENGUJIAN DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP) (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. mm	CBR (%)	h*cbr ^{1/3}
	cm	mm			
1	2	3	4	5	6
0					
1	4	40	40	5,1	6,90
2	8	80	40	5,1	6,90
3	11	110	30	7,5	5,87
4	14	140	30	7,5	5,87
5	17	170	30	7,5	5,87
6	22	220	50	3,8	7,82
7	27	270	50	3,8	7,82
8	32	320	50	3,8	7,82
9	36	360	40	5,1	6,90
10	40	400	40	5,1	6,90
11	43	430	30	7,5	5,87
12	45	450	20	12,7	4,67
13	48	480	30	7,5	5,87
14	51	510	30	7,5	5,87
15	54	540	30	7,5	5,87
16	56	560	20	12,7	4,67
17	58	580	20	12,7	4,67
18	60	600	20	12,7	4,67
19	61	610	10	31,7	3,16
20	64	640	30	7,5	5,87
21	66	660	20	12,7	4,67
22	68	680	20	12,7	4,67
23	70	700	20	12,7	4,67
24	72	720	20	12,7	4,67
25	74	740	20	12,7	4,67
26	76	760	20	12,7	4,67
27	78	780	20	12,7	4,67
28	80	800	20	12,7	4,67
29	81	810	10	31,7	3,16
30	83	830	20	12,7	4,67
31	84	840	10	31,7	3,16
32	86	860	20	12,7	4,67
33	88	880	20	12,7	4,67
34	90	900	20	12,7	4,67
35	91	910	10	31,7	3,16
36	93	930	20	12,7	4,67
37	95	950	20	12,7	4,67

Link No :
 Ruas Jalan : Jalan Durung
 Station : 1+250 L/S
 Analis : -

Tabel L.5: PENGUJIAN DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP) (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)

Nomor Pukulan	Angka DCP		Selisih Pen. mm	CBR (%)	h*cbr ^{1/3}
	cm	mm			
1	2	3	4	5	6
0					
1	2	20	20	12,7	4,67
2	3	30	10	31,7	3,16
3	4	40	10	31,7	3,16
4	6	60	20	12,7	4,67
5	8	80	20	12,7	4,67
6	10	100	20	12,7	4,67
7	13	130	30	7,5	5,87
8	16	160	30	7,5	5,87
9	18	180	20	12,7	4,67
10	20	200	20	12,7	4,67
11	21	210	10	31,7	3,16
12	23	230	20	12,7	4,67
13	26	260	30	7,5	5,87
14	30	300	40	5,1	6,90
15	34	340	40	5,1	6,90
16	37	370	30	7,5	5,87
17	41	410	40	5,1	6,90
18	44	440	30	7,5	5,87
19	46	460	20	12,7	4,67
20	49	490	30	7,5	5,87
21	51	510	20	12,7	4,67
22	53	530	20	12,7	4,67
23	55	550	20	12,7	4,67
24	57	570	20	12,7	4,67
25	59	590	20	12,7	4,67
26	62	620	30	7,5	5,87
27	64	640	20	12,7	4,67
28	66	660	20	12,7	4,67
29	68	680	20	12,7	4,67
30	71	710	30	7,5	5,87
31	73	730	20	12,7	4,67
32	75	750	20	12,7	4,67
33	78	780	30	7,5	5,87
34	80	800	20	12,7	4,67
35	82	820	20	12,7	4,67
36	83	830	10	31,7	3,16
37	85	850	20	12,7	4,67

LAMPIRAN GAMBAR



Gambar L.1: Dokumentasi Pengukuran Jalan



Gambar L.2: Dokumentasi Pengukuran Jalan



Gambar L.3: Dokumentasi Pengukuran Jalan



Gambar L.4: Dokumentasi Pengukuran Jalan



Gambar L.5: Dokumentasi DCP STA 0+000 (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)



Gambar L.6: Dokumentasi DCP STA 0+500 (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)



Gambar L.7: Dokumentasi DCP STA 1+000 (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)



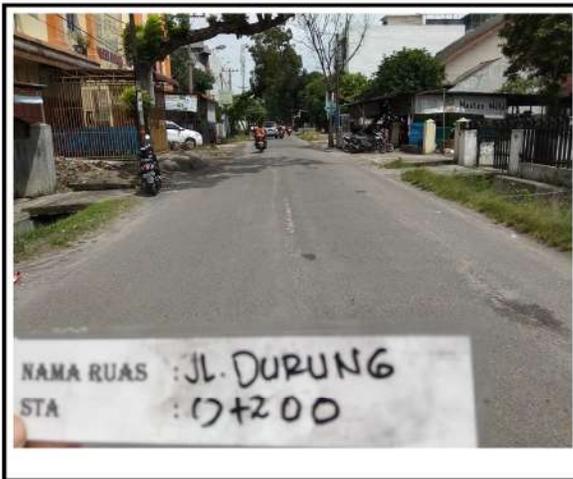
Gambar L.8: Dokumentasi DCP STA 1+250 (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)



Gambar L.9: Dokumentasi Ruas Jalan Durung STA 0+000 (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)



Gambar L.10: Dokumentasi Ruas Jalan Durung STA 0+100 (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)



Gambar L.11: Dokumentasi Ruas Jalan Durung STA 0+200 (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)



Gambar L.12: Dokumentasi Ruas Jalan Durung STA 0+300 (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)



Gambar L.13: Dokumentasi Ruas Jalan Durung STA 0+400 (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)



Gambar L.14: Dokumentasi Ruas Jalan Durung STA 0+500 (Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor :1822/II/AU/UMSU-07/F/2020

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Sipil pada Tanggal 23 November 2020 ini Menetapkan :

Nama : MUHAMMAD IQBAL FADHILLAH
Program Study : TEKNIK Sipil
Semester : V (Lima)
Npm : 1807210163 P
Judul Tugas Akhir : PERBANDINGAN PERHITUNGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA METODE SNL, BOW DAN BINA MARGA PADA PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR.

Pembimbing 1 : M. HUSIN GULTOM ST. MT.
Pembimbing 11 : HJ. IRMA DEWI ST. M.Si

Dengan Demikian diizinkan untuk Menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Sipil
2. Penulisan Tugas Akhir Dinyatakan batal setelah 1 (satu) tahun tanggal ditetapkan

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan 07 Rabiul Akhir 1442 H
23 November 2020 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST., MT
NIDN: 0101017202



PEMERINTAH KOTA MEDAN BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Jalan Kapten Maulana Lubis Nomor 2 Medan Kode Pos 20142

Telepon. (061) 4555693 Faks. (061) 4555693

E-mail : balitbangmedan@yahoo.co.id Website : balitbang.pemkomedan.go.id

SURAT REKOMENDASI PENELITIAN

NOMOR : 070/1603/Balitbang/2020

Berdasarkan Surat Keputusan Walikota Medan Nomor : 57 Tahun 2001, Tanggal 13 November 2001 dan Peraturan Walikota Medan Nomor : 55 Tahun 2010, tanggal 24 November 2010 tentang Tugas Pokok dan Fungsi Badan Penelitian dan Pengembangan Kota Medan dan setelah membaca / memperhatikan surat Dari : Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Nomor : 1002/II.3-AU/UMSU-07/F/2020 Tanggal : 03 Desember 2020 Hal : Pengambilan Data.

Badan Penelitian dan Pengembangan Kota Medan dengan ini memberikan Surat Rekomendasi Penelitian Kepada :

Nama : Muhammad Iqbal Fadhillah.
 NIM : 1807210163P.
 Jurusan/Prodi : Teknik Sipil.
 Lokasi : Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan.
 Judul : "Perbandingan Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Metode SHI, BOW Dan Bina Marga Pada Perencanaan Perkerasan Lentur"
 Lamanya : 2 (dua) minggu.
 Penanggung Jawab : Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Sebelum melakukan Penelitian terlebih dahulu harus melapor kepada pimpinan Organisasi Perangkat Daerah lokasi Yang ditetapkan.
2. Mematuhi peraturan dan ketentuan yang berlaku di lokasi Penelitian.
3. Tidak dibenarkan melakukan Penelitian atau aktivitas lain di luar lokasi yang telah direkomendasikan.
4. Hasil penelitian diserahkan kepada Kepala Balitbang Kota Medan selambat lambatnya 2 (dua) bulan setelah penelitian dalam bentuk Soft Copy.
5. Surat rekomendasi penelitian dinyatakan batal apabila pemegang surat rekomendasi tidak mengindahkan ketentuan atau peraturan yang berlaku pada Pemerintah Kota Medan.
6. Surat rekomendasi penelitian ini berlaku sejak tanggal dikeluarkan.

Demikian Surat ini diperbuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan di : Medan.

Pada Tanggal : 10 Desember 2020



Penyusunan :

1. Walikota Medan, (sebagai laporan).
2. Kepala Dinas Pekerjaan Umum Kota Medan.
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bertanggungjawab.



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)-6622400

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMMAD IQBAL FADHILAH
NPM : 1807210163P
JUDUL : STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN DURUNG KECAMATAN MEDAN TEMBUNG MENGGUNAKAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017 DAN METODE AASHTO 1993

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	31-5-2021	Perbaiki detailisa lalu lintas Gunakan nilai VOP dari MDD (Manual Desain Perkerasan Jalan)	cf.
2	14-8-2021	Acc seminar crk)	cf.
3	11/10 2021	Perbaiki hitungan	cf.
4	21/10 2021	periksa hitungan	cf.
5	22/10 2021	Acc	cf.

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

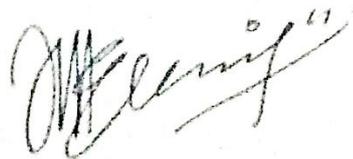
(M. Husni Gultom ST. MT)

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMMAD IQBAL FADHILAH
NPM : 1807210163P
JUDUL : PERBANDINGAN PERHITUNGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE SNI, BOW DAN BINA MARGA PADA PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	5/4 - 2021	<ul style="list-style-type: none"> - Penulisan di semua bab dan paragraf, baik posisi, tabel, gbr, dll. - Data pribadi dan sekolah ditempatkan pada bab 3. - Lengkap 	Jf.
2.	21/4 - 2021	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki kembali penulisan - Data Pengantar - Daftar isi, tabel, gbr, - Lengkap 	Jf.

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir



(Hj. Irma Dewi ST.M.Si)



LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMMAD IQBAL FADHILAH
NPM : 1807210163P
JUDUL : STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA RUAS JALAN DURUNG KECAMATAN MEDAN TEMBUNG MENGGUNAKAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017 DAN METODE AASHTO 1993

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
3.	19/4 - 2021.	- Perbaiki kembali pemelisan - Lengkapi dgn lampiran	<i>[Signature]</i>
4.	5/5 - 2021	- Tabel landscape. - Pin dari tabel EBS. - Persewaan. Aout di perbesar	<i>[Signature]</i>
5.	9/8 - 2021.	Acc pemelisan.	<i>[Signature]</i>

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

[Signature]
(Hj. Irma Dewi ST.M.Si)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR DIRI PESERTA

Nama Lengkap : MUHAMMAD IQBAL FADHILAH
Panggilan : IQBAL
Tempat/Tanggal Lahir : Bah Butong, 18 Mei 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Gang Kilang Desa Tanjung Rejo,
Kec. Percut Sei Tuan
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : YARDI
Ibu : LEGIEM
No. HP : 082215677264
E-mail : iqbalfadhilah410@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1807210163P
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jln.Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No.	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat
1.	Sekolah Dasar	SD NEGERI 098033 MAHONI RAYA KAB. SIMALUNGUN
2.	SMP	MTsN SIANTAR
3.	SMA	SMA NEGERI 2 BANDAR
4.	Diploma III	UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
5.	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2018	

