

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENINGKATAN JALAN MENGGUNAKAN PERKERASAN
LENTUR (FLEXIBEL PAVEMENT) PADA RUAS JALAN DELI TUA–TIGA
JUHAR (SEGMENT I) KAB. DELI SERDANG
(*Studi Kasus*)**

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

Disusun Oleh:
AFRIDHO ZULFANTRI
1307210278



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : AFRIDHO ZULFANTRI

Tempat /Tanggal Lahir: BINJAI, 22 April 1996

NPM : 1307210278

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil.

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

“Analisa Peningkatan Jalan Menggunakan Perkerasan Lentur (Flexibel Pavement) Pada Ruas Jalan Deli Tua-Tiga Juhar (Segmen 1) Kabupaten Deli Serdang”,

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

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

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

Medan, 21 Maret 2018



Saya yang menyatakan,

Afridho Zulfantri

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : AFRIDHO ZULFANTRI

NPM : 1307210278

Program Studi : Teknik Sipil.

Judul Skripsi : Analisa Peningkatan Jalan Menggunakan Perkerasan Lentur (Flexibel Pavement) Pada Ruas Jalan Deli Tua-Tiga Juhar (Segmen 1) Kabupaten Deli Serdang (STUDI KASUS).

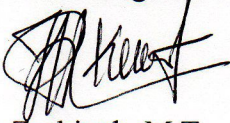
Bidang ilmu : Transportasi.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2016

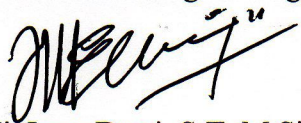
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Ir. Zurkiyah, M.T

Dosen Pembimbing II / Peguji



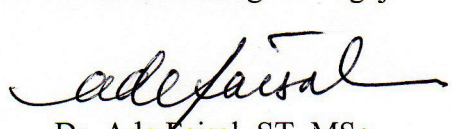
Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si

Dosen Pembanding I / Penguji



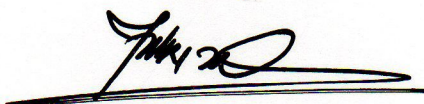
Ir. Sri Asfiati, M.T

Dosen Pembanding II / Peguji



Dr. Ade Faisal, ST, MSc

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain PhD

ABSTRAK

ANALISA PENINGKATAN JALAN MENGGUNAKAN PERKERASAN LENTUR (FLEXIBEL PAVEMENT) PADA RUAS JALAN DELI TUA – TIGA JUHAR (SEGMENT I) KABUPATEN DELI SERDANG (STUDI KASUS)

Afridho Zulfantri
(1307210278)
Ir. Zurkiyah, M.T
Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si

Ruas Jalan Deli Tua–Tiga Juhar merupakan jalan antar provinsi dengan jalur akses menuju Gunung Meriah, dengan kendaraan yang beragam. Kondisi jalan jalan tersebut mengalami kerusakan dan mengakibatkan kurang nyaman bagi pengguna jalan dan bentuk kapasitas jalan tersebut tidak lebih dari batas Derajat Kejenuhan (DS) = 0,75. Sehingga jalur perlu dilakukan peningkatan kapasitas jalan dengan pelebaran dan overlay untuk penentuan peningkatan kelas jalan sudah ditentukan oleh pemerintah. Perencanaan peningkatan struktur pada ruas jalan Deli Tua–Tiga Juhar (Segmen 1) menggunakan perhitungan Metode Analisa Komponen dari buku-buku standar Konstruksi Bangunan Indonesia (SKBI) dan Metode AASHTO'83 untuk menentukan tebal perkerasan yang dibutuhkan dan membandingkan hasil perhitungannya, maka didapat hasil sebagai berikut: DDT = 5,0; ITP = 8,0; Laston MS 744 = 7,5 cm; Lapis Pondasi Atas = 20 cm; Lapis Pondasi Bawah = 24 cm; menggunakan Metode Bina Marga. EAC= 450.000 Psi; SN = 3; D1 = 7,5 cm; D2= 20 cm; D3= 24 cm. dengan hasil kedua metode tersebut didapat hasil tebal yang sama.

Kata Kunci: Perkerasan Lentur, Peningkatan Perkerasan, Perbandingan Tebal.

ABSTRACT

ROAD IMPROVEMENT ANALYSIS USING FLEXIBLE PAVEMENT ON DIVINE ROAD DELI TUA-TIGA JUHAR (SEGMENT I) KABUPATEN DELI SERDANG (CASE STUDY)

Afridho Zulfantri
(1307210278)
Ir. Zurkiyah, M.T
Hj. Irma Dewi, S.T.,M.Si

The roads Deli Tua-Tiga Juhar is an inter-provincial road with an access road to Gunung Meriah, with various vehicles. The condition of the road is damaged and makes it less convenient for road users and the form of road capacity is no more than the limit of Saturation Degree (DS) = 0.75. So the path needs to be done to increase the capacity of roads with widening and overlay for the determination of road class increase is determined by the government. Planning for the improvement of the structure of the Tua Deli Roads-Tiga Juhar (Segment I) uses the Component Analysis Method calculations from the Indonesian Building Construction (SKBI) and AASHTO'83 standard books to determine the required pavement thickness and compare the results of the calculation, as follows: DDT = 5.0; ITP = 8,0; Laston MS 744 = 7.5 cm; Base Course = 20 cm; Subbase Course = 24 cm; using the DGH method. EAC = 450,000 Psi; SN = 3; D1 = 7.5 cm; D2 = 20 cm; D3 = 24 cm. with the results of both methods obtained the same thick results.

Keywords: Flexible Pavement, Pavement Improvement, Thick Comparison.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Peningkatan Jalan Menggunakan Perkerasan Lentur (*Flexibel Pavement*) Pada Ruas Jalan Deli Tua – Tiga Juhar (Segmen 1) Kab. Deli Serdang” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ibu Ir. Zurkiyah, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Sri Asfiati, MT., selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Dr. Ade Faisal, ST, MSc, selaku pembimbing II dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain PhD, selaku Kepala Prodi Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipil kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Kepada Ayahanda Zulfi Suharli, S.Pd dan Ibunda Faridah yang telah membesarkan dan mengasahi serta memberikan dukungan baik dengan doa, materi maupun nasihat sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini secara baik.
10. Abangda Dicky Bagus Juniarto S.Pd, Kakanda Agusty Harum Sari S.Pd yang telah memberikan saya dukungan dengan semangat sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Rekan-rekan seperjuangan teknik sipil, serta kepada sahabat Afriande, Guntur Guntara, Muhammad Yasir Kemal Nst, Raka Pradipta, Firza Aditya serta yang lainnya yang tidak dapat disebutkan 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, 21 Maret 2018


Afridho Zulfantri

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xv
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Pembahasan	3
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1. Uraian Umum	5
2.2. Klasifikasi Jalan	6
2.2.1. Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan	6
2.2.2. Klasifikasi Menurut Kelas Jalan	7
2.2.3. Klasifikasi Menurut Medan Jalan	7
2.3. Faktor Lalu Lintas	8
2.3.1. Volume Lalu-lintas	8
2.3.2. Kecepatan Rencana	9
2.3.3. Menentukan Kapasitas	10
2.3.4. Derajat Kejenuhan	13
2.3.5. Volume Lalu-lintas Harian Rata-Rata (VLHR)	14
2.3.6. Komposisi Lalu-lintas	14
	viii

2.4.	Kriteria Konstruksi Perkerasan Lentur	15
2.5.	Jenis dan Fungsi Lapisan Perkerasan	16
2.5.1.	Lapis Permukaan (<i>Surface Course</i>)	16
2.5.2.	Lapis Pondasi Atas (<i>Base Course</i>)	18
2.5.3.	Lapisan Pondasi Bawah (<i>Subbase Course</i>)	19
2.5.4.	Lapisan Tanah Dasar (<i>SubGrade</i>)	19
2.6.	Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Metode Bina Marga	20
2.7.	Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Metode AASHTO	31
2.8.	Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (<i>Overlay</i>)	34
2.8.1.	Umum	34
2.8.2.	Pelapisan Tambahan (<i>Overlay</i>)	34
BAB 3 METODOLOGI		35
3.1.	Bagan Alir	35
3.2.	Tata Cara Pengambilan Data	36
3.3.	Pengumpulan Data	36
3.3.1.	Data Lokasi	36
3.3.2.	Data Topografi	37
3.3.3.	Data CBR Tanah dasar	37
3.3.4.	Data Lalu Lintas	37
3.3.4.1.	Beban As dan Faktor kerusakan jalan	38
3.3.4.2.	Volume Lalu-lintas	38
3.3.4.3.	Prediksi Pertumbuhan Lalu-lintas	38
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN		39
4.1.	Analisis Metode Bina Marga (Analisa Komponen)	39
4.1.1.	Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (<i>Overlay</i>)	47
4.2.	Analisis Metode AASHTO	48
4.2.1.	Diameter Roda Kendaraan	49
4.2.2.	Menghitung Angka Ekuivalen	49
4.2.3.	Menghitung Beban Sumbu Selama Umur Rencana	50
4.2.4.	Perhitungan Tebal Perkerasan	51
4.3.	Perbandingan Hasil Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan	53

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1. Kesimpulan	54
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Fungsi Jalan (SKBI, 1987)	6
Tabel 2.2	Klasifikasi Menurut Kelas Jalan (MKJI, 1987)	7
Tabel 2.3	Klasifikasi Menurut Medan Jalan (MKJI, 1997)	8
Tabel 2.4	Kecepatan Rencana (MKJI, 1997)	10
Tabel 2.5	Kapasitas Dasar (SKBI, 1987)	11
Tabel 2.6	Kapasitas Akibat Lebar Jalan (SKBI, 1987)	11
Tabel 2.7	Kapasitas Akibat Pemisah Arah (SKBI, 1987)	12
Tabel 2.8	Kapasitas Akibat Hambatan Samping	13
Tabel 2.9	Curah Hujan (MKJI, 1997)	23
Tabel 2.10	Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (SKBI, 1987)	26
Tabel 2.11	Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (SKBI, 1987)	26
Tabel 2.12	Koefisien Kekuatan Relatif (SKBI, 1987)	27
Tabel 2.13	Tebal Minimum Lapis Permukaan	28
Tabel 2.14	Tebal Minimum Lapis Pondasi	28
Tabel 2.15	Definisi Kualitas Drainase	32
Tabel 2.16	Koefisien Drainase	32
Tabel 2.17	Rekomendasi Tingkat Relabilitas	33
Tabel 2.18	Standar Normal Deviasi	33
Tabel 3.1	Prediksi Pertumbuhan Lalu-lintas	38
Tabel 4.1	Lalu-lintas Harian Rata-rata	41
Tabel 4.2	Lalu-lintas Harian Rata-rata	48
Tabel 4.3	Perhitungan Mencari W18	50
Tabel 4.4	Perbandingan Tebal Lapis	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lapisan Perkerasan Lentur	16
Gambar 2.2	Distribusi Beban Sumbu Dari Berbagai Jenis Kendaraan	24
Gambar 2.3	Korelasi DDT dan CBR	25
Gambar 2.4	Salah Satu Nomogram	30
Gambar 3.1	Bagan alir (<i>Flowchart</i>) Perencanaan Pelaksanaan	35

DAFTAR NOTASI

V_R	: Kecepatan rencana
C	: Kapasitas
C_o	: Kapasitas dasar
FCW	: Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas
FC_{sp}	: Faktor penyesuaian akibat pemisah arah
FC_{sp}	: Faktor penyesuaian akibat hambatan samping
SP	: Pemisah arah
W_s	: Lebar vahu efektif
W_g	: Jarak ke kereb penghalang
DS	: Derajat kejenuhan
Q	: Arus total lalu lintas
LHR	: Lalu lintas harian rata-rata
K	: Faktor pengubah dari LHR ke lalu lintas jam puncak
EMP	: Ekvivalen mobil penumpang
i	: Perkembangan lalu lintas
$VLHR$	: Volume lalu lintas harian rata-rata
N	: Umur rencana
E	: Angka ekivalen sumbu kendaraan
DDT	: Daya dukung tanah
IP	: Indeks permukaan
ITP	: Indeks tebal perkerasan
c	: Koefisien distribusi arah kendaraan
LEP	: Lintas ekivalen permukaan
C_j	: Koefisien distribusi kendaraan pada jalur rencana
E_j	: Angka ekivalen beban sumbu untuk jenis kendaraan
LEA	: Lintas ekivalen akhir
LET	: Lintas ekivalen tengah
LER	: Lintas ekivalen rencana
FP	: Faktor penyesuaian
I_{pt}	: Indeks permukaan pada akhir umur rencana

Ipo	: Indeks permukaan pada awal rencana
A	: Koefisien kekuatan relatif
SN	: Struktural Number
a1, a2, a3	: Koefisien relatif masing-masing lapisan
D1, D2, D3	: Tebal masing-masing lapisan
M1, M2, M3	: Koefisien drainase masing-masing lapisan
Δ PSI	: Selisih indeks perkerasan Ipo dan Ipt
W18	: Lintas ekuivalen selama umur rencana
R	: Realibilitas
Zr	: Simpangan baku
Mr	: Modulus resilen
So	: Gabungan kesalahan dari perkiraan lalu lintas dan kinerja perkerasan
b	: Lebar kendaraan rencana
C	: Lebar kebebasan samping dikiri dan kanan kendaraan
Z	: Lebar tambahan akibat kesukaran mengemudi ditikungan
N	: Jumlah lajur
Δ b	: Tambahan lebar perkerasan tikungan
Bn	: Lebar total perkerasan pada bagian lurus
Da	: Faktor distribusi arah
DI	: Faktor distribusi lajur

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang mempunyai peranan penting bagi pertumbuhan perekonomian, sosial budaya, pengembangan wilayah pariwisata, dan pertahanan keamanan untuk menunjang pembangunan nasional sebagaimana tercantum dalam undang - undang no. 13 tahun 1980 dan didalam peraturan pemerintah no. 26 tahun 1985.

Transportasi sebagai salah satu sarana penunjang dalam pembangunan suatu negara khususnya daerah riau yang sedang berkembang dan sangat potensial dengan kekayaan sumber daya alam, industri, pertanian atau perkebunan dan minyak bumi. Dalam hal ini sarana dan prasarana transportasi adalah salah satu faktor yang utama. Untuk itu diperlukan pembangunan jaringan jalan yang memadai agar mampu memberikan pelayanan yang optimal sesuai dengan kapasitas yang diperlukan.

Selain perencanaan geometrik jalan, perkerasan jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang harus direncanakan secara efektif dan efisien. Konstruksi perkerasan lentur adalah perkerasan yang pada umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapisan permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Konstruksi lapisan perkerasan ini akan melindungi jalan dari kerusakan akibat air dan beban lalu-lintas.

Perhitungan perkerasan jalan secara umum meliputi tebal dan lebar perkerasan. Perhitungan tebal lapisan perkerasan dapat dibedakan menjadi 2 (dua) bagian yaitu: perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan lentur (*flexible pavement*). Tebal lapisan perkerasan tersebut dapat dihitung dengan berbagai cara (Sukirman, 1999), antara lain:

- Metode Analisa Komponen (Bina Marga).
- Metode AASHTO'86.

Oleh karena itu banyaknya metode yang ada, maka peneliti mencoba untuk membuat suatu perbandingan perhitungan tebal lapisan perkerasan pada ruas Jalan

Deli Serdang–Tiga Juhar, Kabupaten Deli Serdang dengan menggunakan dua metode, yaitu Metode Analisa Komponen dan Metode AASHTO'86.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan tebal perkerasan jalan berdasarkan volume kendaraan yang tepat yang sesuai dengan umur rencana dan penambahan tebal lapisan (*overlay*) dengan kondisi kebutuhan pada ruas jalan.
2. Bagaimana membandingkan hasil perhitungan dengan Metode Analisa Komponen dan Metode AASHTO'86 yang efisien dan ekonomis ?

1.3. Ruang Lingkup

Mengingat luasnya perencanaan, pada penyusun tugas akhir ini penulis menetapkan batasan-batasan antara lain:

1. Perencanaan yang akan di kaji yaitu meliputi, merencanakan tebal perkerasan dan tebal lapis tambahan (*overlay*).
2. Perencanaan tebal perkerasan lentur dengan metode Analisa Komponen dari Direktorat. P.U. Jendral Bina Marga dan Metode AASHTO'86.
3. Membandingkan perhitungan tebal yang efisien dan ekonomis menggunakan beberapa metode yaitu:
 - Metode Analisa Komponen.
 - Metode AASHTO'86.

1.4. Tujuan Penelitian

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis hanya mempunyai maksud dan tujuan yakni:

1. Untuk mengetahui berapa tebal perkerasan jalan yang sesuai pada ruas Jalan Deli Serdang–Tiga Juhar, Kabupaten Deli Serdang serta menentukan tebal lapis tambahan (*overlay*) yang tepat yang sesuai kondisi dan kebutuhannya.

2. Untuk menentukan hasil perhitungan untuk mendapatkan tebal perkerasan lentur (*flexibel pavement*) yang lebih efisien dengan dua yang digunakan yaitu: Metode Analisa Komponen dan Metode AASHTO'86.

Dengan adanya kegiatan dari studi yang telah dilakukan, maka dapat memperoleh hasil yang nantinya dapat diharapkan dapat berguna dan di aplikasikan dalam perencanaan jalan, baik sebagai teori maupun dalam pengaplikasian di lapangan dan sebagai solusi bagaimana untuk merencanakan tebal perkerasan yang sesuai dengan umur rencana yang di akibatkan oleh kepadatan dan beban lalu-lintas yang padat terutama pada kota-kota besar di Indonesia.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah mengetahui peningkatan pada tebal perkerasan lentur (*flexibel pavement*) pada ruas jalan raya dalam peningkatan struktur jalan dengan pemilihan dan penggunaan beberapa metode yang tepat dalam penanganan perkerasan jalan.

Dimana pada manfaat yang di dapat menambah wawasan dan menjadikan referensi dalam analisa perhitungan tebal perkerasan pada proyek sipil umumnya dan proyek jalan khususnya. Dan menjadikan pedoman bagi rekan mahasiswa/i untuk menyusun tugas akhir dan bahan kuliah yang berhubungan dengan manajemen konstruksi, perencanaan tebal perkerasan dan peningkatan struktur pada ruas Jalan Deli Serdang–Tiga Juhar, Kabupaten Deli Serdang tersebut.

1.6. Sistematika Pembahasan

Untuk memberikan gambaran dan penjelasan umum, maka penulisan tugas akhir ini di bagi dalam 5 (lima) Bab dengan dimaksudkan untuk mempermudah pembahasan serta penyelesaiannya, dimana terdapat pada uraian tersebut telah di muat dalam penulisan ini agar dapat dengan mudah dipahami untuk rekan mahasiswa/i.

Adapun beberapa pembagian materi yang akan disampaikan dalam pengerjaan tugas akhir ini, di antaranya ialah:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, manfaat penelitian, teknik pengumpulan data, dan sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Terdiri dari tinjauan pustaka atau landasan teori dan peraturan-peraturan yang di gunakan untuk memberikan penjelasan mengenai studi ini sebagai acuan acuan dalam perencanaan jalan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Terdiri dari kriteria pemilihan lokasi, pengumpulan data, peralatan yang di gunakan, penyajian data, proses perhitungan, metodologi yang di gunakan serta rumus-rumus tentang perencanaan transportasi.

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Merupakan penerapan dari analisa yang digunakan untuk perencanaan meliputi perhitungan tebal lapis, dan memperhitungkan tebal lapis tambahan (*overlay*).

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang uraian beberapa kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran dari peneliti.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Uraian Umum

Secara umum perkerasan adalah struktur yang terdiri dari banyak lapisan yang dibuat untuk menambahkan daya dukung tanah agar dapat memikul repitisi beban lalu-lintas sehingga tanah tidak mengalami deformasi yang berarti (Croney, 1997).

Perkerasan atau struktur perkerasan didefinisikan sebagai struktur yang terdiri dari satu atau lebih lapisan perkerasan yang dibuat dari bahan yang memiliki kualitas yang baik (Basuki, 1986). Jadi, perkerasan yang dimaksudkan untuk memberikan permukaan yang halus dan aman pada segala kondisi cuaca, serta tebal dari setiap lapisan harus cukup aman untuk memikul beban yang bekerja di atasnya.

Adapun dilakukannya kegiatan perencanaan peningkatan struktur jalan, hal yang harus diperhatikan ialah penentuan klasifikasi jalan berdasarkan fungsi yang sesuai dengan kebutuhan, sehingga dapat menyesuaikan proses perencanaan dengan pelaksanaannya.

Pada perencanaan jalan raya, tebal perkerasan harus ditentukan sedemikian rupa sehingga jalan tersebut dapat memberikan pelayanan seoptimal mungkin terhadap lalu lintas sesuai dengan umur rencananya. Tujuan akhir dari perencanaan ini adalah terwujudnya konstruksi jalan yang mempunyai standar tinggi sesuai dengan fungsi jalan dan peranannya.

Perencanaan konstruksi jalan khususnya konstruksi perkerasan memiliki beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam perencanaan dan pelaksanaannya, antara lain:

- Faktor lalu-lintas
- Umur rencana jalan
- Faktor lingkungan (keadaan fisik dan topografi)
- Material yang tersedia dan ekonomis penggunaannya

2.2. Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan merupakan aspek yang penting yang pertama kali harus didefinisikan sebelum melakukan perancangan jalan. Karena kriteria desain suatu rencana jalan yang ditentukan dari standar desain oleh klasifikasi jalan rencana.

2.2.1. Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Klasifikasi menurut fungsi jalan terbagi atas:

1. Jalan Arteri: Jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
2. Jalan Kolektor: Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan Lokal: Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Untuk menentukan klasifikasi fungsi jalan dapat dilihat pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1: Klasifikasi fungsi jalan (SKBI, 1987).

Fungsi Jalan	Lebar Jalur Lalu-lintas (m)		Lebar Bahu (m) (Kiri & kanan)	
	Ideal	Transisi	Ideal	Transisi
Lokal	5,5	3,5	2 x 1,0	2 x 1,0
		4,5		2 x 1,0
Kolektor	6,0	5,5	2 x 1,5	2 x 1,0
Arteri	7,0	6,0	2 x 2,0	2 x 1,0

2.2.2. Klasifikasi Menurut kelas Jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan terbagi atas beberapa bagian yaitu:

- 1). Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu-lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton.
- 2). Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan kasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat dalam Tabel 2.2 (Pasal 11,PP.No. 43/1993).

Menentukan Klasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Klasifikasi menurut kelas jalan (MKJI, 1997).

No	Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan (Maksimum)			MST, ton
			Lebar, mm	Panjang, mm	Tinggi,mm (PP No. 44-1993, Pasal 115)	
1	I	Arteri	2.500	18.000	4.200 mm dari $\leq 1,7 \times$ Lebar Kendaraan	$> 10,0$
2	II	Arteri	2.500	18.000		$\leq 10,0$
3	IIIA	Arteri atau kolektor	2.500	18.000		$\leq 8,0$
4	IIIB	kolektor	2.500	12.000		$\leq 8,0$
5	IIIC	lokal	2.100	9.000		$\leq 8,0$

2.2.3. Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Klasifikasi menurut medan jalan terbagi atas beberapa bagian yaitu:

1. Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur.
2. Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik.

3. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut. Untuk menentukan klasifikasi menurut medan jalan berdasarkan perencanaan geometriknya, maka dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Klasifikasi menurut medan jalan (MKJI, 1997).

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan
1	Datar	D	< 3
2	Perbukitan	B	3 – 25
3	Pegunungan	G	> 25

2.3. Faktor Lalu Lintas

Faktor lalu-lintas merupakan landasan dalam perencanaan geometrik (*geometrik design*) dengan perencanaan perkerasan (*pavement design*) yang meliputi volume lalu lintas, kecepatan rencana dan komposisi lalu-lintas.

Untuk dapat melayani lalu-lintas yang melewatinya pada tingkat pelayanan yang memadai diperlukan suatu analisa lalu-lintas, (Sukirman. S,1999) berdasarkan:

- a. Hasil perhitungan volume lalu-lintas dan komposisi beban sumbu berdasarkan data terakhir (2 tahun) dari pos-pos resmi setempat.
- b. Kemungkinan pengembangan lalu-lintas sesuai dengan kondisi dan potensi sosial ekonomi daerah bersangkutan terhadap jalan yang direncanakan.

2.3.1. Volume Lalu-Lintas

Jumlah lalu-lintas yang memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu-lintas. Volume lalu-lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu.

Pada umumnya lalu-lintas pada jalan raya terdiri dari campuran kendaraan cepat, kendaraan lambat, kendaraan berat, kendaraan ringan, kendaraan tidak

bermuatan (Teknik Jalan Raya, 1986). Pengaruh dari setiap jenis kendaraan tersebut diperhitungkan kedalam satuan mobil penumpang (SMP). Untuk menilai setiap kendaraan kedalam satuan mobil penumpang (SMP) bagi jalan-jalan di daerah datar digunakan faktor ekivalen sebagai berikut:

Untuk daerah perbukitan dan pegunungan, koefisien kendaraan bermotor dapat dinaikkan. Sedangkan kendaraan tak bermuatan tidak perlu diperhitungkan. Volume lalu-lintas yang dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (SMP) menunjukkan jumlah lalu-lintas harian rata-rata (LHR) untuk kedua jurusan (Teknik Jalan Raya 1986).

Menurut direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum bahwa jalan dibagi dalam kelas-kelas yang penetapannya didasarkan pada fungsi yang mempertimbangkan pada besarnya volume serta sifat-sifat lalu-lintas yang diharapkan menggunakan jalan tersebut.

Dalam menghitung besarnya volume lalu-lintas untuk keperluan penetapan kelas jalan yang tergolong dalam kelas II C dan kelas III, kendaraan yang tidak bermuatan tidak diperhitungkan dan untuk jalan kelas II Adan kelas I, kendaraan lambat tidak diperhitungkan.

2.3.2. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk merencanakan dan mengkorelasikan bentuk-bentuk setiap bagian jalan raya seperti tikungan, kemiringan jalan, dan jarak pandang dimana kenyamanan dan keamanan jalan diperlukan (Teknik Jalan Raya,1986).

Menurut direktorat Jendral Bina Marga Dapertemen Pekerjaan Umum, bentuk suatu kecepatan rencana pada suatu lintasan jalan raya harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Sifat kendaraan dan pengemudi
2. Topografi dan sifat-sifat fisik jalan
3. Cuaca atau iklim
4. Nilai ekonomi

Untuk jalan-jalan luar kota kecepatan rencana jauh lebih besar dibandingkan kecepatan dalam kota, hal ini diperhitungkan oleh jarak tempuh suatu ruas jalan.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan rencana diantaranya:

1. Kecepatan rencana, V_R , pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam, lalu-lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti.
2. V_R untuk masing-masing fungsi jalan.
3. Untuk kondisi medan yang sulit, V_R suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

Untuk menetapkan nilai kecepatan rencana yang sesuai klasifikasi fungsi dan medan jalan, maka dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Kecepatan rencana, sesuai klasifikasi fungsi dan medan jalan (MKJI, 1997).

Fungsi	Kecepatan Rencana, V_R km/jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 - 120	60 - 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 - 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

2.3.3. Menentukan Kapasitas

Menentukan kapasitas jalan yang digunakan untuk menentukan kapasitas dapat ditentukan berdasarkan Pers 2.1:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \text{ (SMP/Jam)} \quad (2.1)$$

Persamaan diambil dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) halaman 518. Dimana:

C = Kapasitas

C_o = Kapasitas dasar (SMP/Jam)

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas

FCsp = Faktor penyesuaian akibat pemisah arah

FCsf = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

Adapun untuk menentukan kapasitas dasar jalan, maka dapat ditetapkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Kapasitas dasar (SKBI, 1987).

Type Jalan	Type Alinyemen	Kapasitas dasar (SMP/Jam)			Catatan
		Jalan Perkotaan	Jalan Luar Kota	Jalan Bebas Hambatan	
Enam atau empat lajur atau jalan satu arah	Datar	1.650	1.900	2.300	Per lajur
	Bukit	-	1.850	2.250	
	Gunung	-	1.800	2.150	
Empat lajur tak terbagi	Datar		1.700	-	Per lajur
	Bukit	-	1.650	-	
	Gunung	-	1.600	-	
Dua lajur tak terbagi	Datar		3.100	3.400	Total dua arah
	Bukit	-	3.000	3.300	
	Gunung	-	2.900	3.200	

Dan untuk menentukan kapasitas akibat lebar jalan dapat ditetapkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Kapasitas akibat lebar jalan (SKBI, 1987).

Tipe Jalan	Lebar jalur Lalu-lintas efektif (Wc)(m)	F _{cw}		
		Jalan Perkotaan	Jalan Luar Kota	Jalan Bebas Hambatan
Enam atau empat lajur atau jalan satu arah (6/2 D) atau (4/2D)	Per lajur			
	3.00	0.92	0.91	-
	3.25	0.96	0.96	0.96
	3.50	1.00	1.00	1.00
	3.75	1.04	1.03	1.03

Tabel 2.6: *Lanjutan.*

Tipe Jalan	Lebar jalur Lalu-lintas efektif (Wc)(m)	F _{cw}		
		Jalan Perkotaan	Jalan Luar Kota	Jalan Bebas Hambatan
	4.00	-	-	-
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	Per lajur			
	3.00	0.91	0.91	-
	3.25	0.95	0.96	-
	3.50	1.00	1.00	-
	3.75	1.05	1.03	-
	4.00	-	-	-
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	Total dua arah			
	5.0	0.56	0.69	-
	6.0	0.87	0.91	-
	6.5	-	-	0.96
	7.0	1.00	1.00	1.00
	8.0	1.14	1.08	-
	9.0	1.25	1.15	-
	10.0	1.29	1.29	-
	11.0	1.34	1.34	-

Untuk menentukan kapasitas akibat pemisah arah dapat ditentukan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Kapasitas akibat pemisah arah (SKBI, 1987).

Pemisah arah SP %-%			50-50	55-54	60-40	65-35	70-30
F _{CSP}	Jalan Perkotaan	Dua lajur (2/2)	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
		Empat lajur (4/2)	1.00	0.985	0.97	0.955	0.94
F _{CSP}	Jalan Luar Kota	Dua lajur (2/2)	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
		Empat lajur (4/2)	1.00	0.975	0.95	0.925	0.9
F _{CSP}	Jalan Bebas Hambatan	Dua lajur (2/2)	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
		-	-	-	-	-	-

Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (F_{CSP}) didapat berdasarkan tipe jalan dan kelas hambatan samping pada kondisi lapangan, namun untuk

menentukan kapasitas akibat hambatan samping, maka dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Kapasitas akibat hambatan samping (SKBI, 1987).

Tipe Jalan	Kelas hambatan samping	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FC_{SP}) Untuk: Jalan Dengan Bahu (Lebar bahu efektif/ W_s) / Jalan Dengan Kereb (Jarak ke Kereb Penghalang/ W_g)							
		< -0.5		1.0		1.5		> -2.0	
		W_s	W_g	W_s	W_g	W_s	W_g	W_s	W_g
4/2 D	VL	0.96	0.95	0.98	0.97	1.01	0.99	1.03	1.01
	L	0.94	0.94	0.97	0.96	1.00	0.98	1.02	1.00
	M	0.92	0.91	0.95	0.93	0.98	0.95	1.00	0.98
	H	0.88	0.86	0.92	0.89	0.95	0.92	0.98	0.95
	VH	0.84	0.81	0.88	0.85	0.92	0.88	0.96	0.92
4/2 UD	VL	0.96	0.95	0.95	0.97	1.01	0.99	1.03	1.01
	L	0.94	0.93	0.93	0.95	1.00	0.97	1.02	1.00
	M	0.92	0.90	0.90	0.92	0.98	0.95	1.00	0.97
	H	0.87	0.84	0.84	0.87	0.94	0.90	0.98	0.93
	VH	0.80	0.77	0.77	0.81	0.90	0.83	0.95	0.90
2/2 Atau jalan satu arah	VL	0.94	0.93	0.93	0.95	0.99	0.97	1.01	0.99
	L	0.92	0.90	0.90	0.92	0.97	0.95	1.00	0.97
	M	0.89	0.86	0.86	0.88	0.95	0.91	0.98	0.94
	H	0.82	0.78	0.78	0.83	0.90	0.84	0.95	0.88
	VH	0.73	0.68	0.68	0.72	0.85	0.77	0.91	0.82

2.3.4. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio arus lalu-lintas terhadap kapasitas.

Untuk menghitung derajat kejenuhan (DS) dengan menggunakan Pers. 2.2

$$DS = Q/C \quad (2.2)$$

Persamaan untuk mencari rumus perhitungan derajat kejenuhan maka diambil dari panduan (MKJI) halaman 5-19.

Dimana:

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total lalu-lintas (SMP/Jam)

C = Kapasitas (SMP/Jam)

Adapun rumus mencari arus total (Q) dengan menggunakan Pers. 2.3.

$$Q = \text{LHR} \times \text{Faktor K} \times \text{EMP} (1+i) \quad (2.3)$$

$$DS < 0,75$$

Dimana:

Q = Arus total lalu-lintas (SMP/Jam)

LHR = Lalu-lintas Harian Rata-rata

Faktor K = Faktor pengubah dari LHR ke lalu-lintas jam puncak
Ditetapkan 0,11

EMP = Ekvivalen Mobil Penumpang

I = Perkembangan lalu-lintas

n = Umur rencana

2.3.5. Volume Lalu-lintas Harian Rata-rata (VLHR)

$$VLHR = \text{LHR} \times \text{EMP} \times (1+i)^n \quad (2.4)$$

Dimana:

VLHR = Volume Lalu-lintas Harian Rata-rata (SMP/hari)

LHR = Lalu-lintas Harian Rata-rata (Kend/hari)

EMP = Ekvivalen Mobil penumpang

I = Perkembangan lalu-lintas (%)

N = Umur rencana (tahun)

2.3.6. Komposisi Lalu-lintas

Komposisi lalu-lintas terdiri dari berbagai usaha lalu-lintas yang disebut kendaraan. Jenis kendaraan yang memakai jalan bervariasi baik ukuran, berat total, konfigurasi beban sumbu dan sebagainya.

Menurut Sukirman. S, (1999) pengelompokan jenis kendaraan untuk perencanaan tebal perkerasan dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Mobil penumpang, termasuk didalamnya semua kendaraan dengan berat total 2 ton
2. Bus
3. Truk 2 as
4. Truk 3 as
5. Truk 5 as
6. Semi trailer

Kendaraan dengan ukuran berat yang berbeda yang mempunyai sifat-sifat yang berbeda pula. Hal ini disebabkan karena kendaraan yang ukuran dan beratnya lebih besar, serta kecepatannya lebih rendah akan memberikan beban lalu-lintas yang lebih besar pula terhadap suatu jalan.

Lalu-lintas merupakan beban bagi perencanaan tebal perkerasan jalan, karena semakin berat suatu kendaraan semakin besar pula kerusakan yang terjadi terhadap konstruksi perkerasan jalan.

2.4. Kriteria Konstruksi Perkerasan Lentur

Jalan harus memberikan rasa aman dan nyaman kepada si pemakai jalan, untuk itu konstruksi perkerasan jalan haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu yang dapat dikelompokkan menjadi dua (Sukirman. S, 1999) yaitu:

1. Dari segi keamanan dan kenyamanan berlalu lintas, harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
 - a. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang.
 - b. Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja diatasnya.
 - c. Permukaan cukup kesat, memberikan gesekan yang baik antara ban dengan permukaan jalan sehingga tidak mudah selip.
 - d. Permukaan tidak mudah mengkilap, tidak silau jika terkena sinar matahari.
2. Dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, harus memenuhi syarat-syarat:

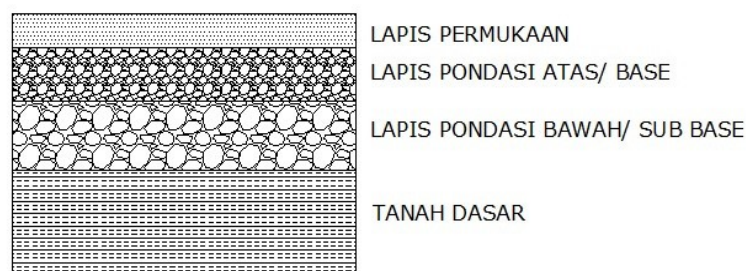
- a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalu-lintas ke tanah dasar.
- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah merembes ke lapisan dibawahnya.
- c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya dapat dengan cepat dialirkan.
- d. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

2.5. Jenis dan Fungsi Lapisan Perkerasan

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan ditanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu-lintas dan menyebarkan kelapisan dibawahnya (Pedoman Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1987).

Menurut standar Bina Marga (1987) konstruksi perkerasan terdiri dari:

1. Lapisan Permukaan (*Surface course*)
2. Lapisan pondasi atas (*Base course*)
3. Lapisan pondasi bawah (*Sub base course*)
4. Lapisan tanah dasar (*Subgrade*)



Gambar 2.1: Lapisan Perkerasan Lentur (MKJI)

2.5.1. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang terletak paling atas pada perkerasan lentur (Pedoman Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1987) yang mempunyai fungsi sebagai berikut:

1. Lapisan yang mempunyai stabilitas yang tinggi, penahan beban roda selama masa pelayanan
2. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca
3. Sebagai lapisan Aus (*wearing course*)

Menurut Sukirman S. (1999), lapisan permukaan terbagi dua yaitu:

1. Lapisan nonstruktural/lapisan yang tidak mempunyai nilai konstruksi tetap berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air, terdiri atas:
 - a. Burtu (Laburan Aspal Satu Lapis), terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm
 - b. Burda (Laburan Aspal Dua Lapis), terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.
 - c. Latasir (Lapisan Tipis Aspal Pasir), terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1-2 cm.
 - d. Buras (Laburan Aspal), terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inci.
 - e. Latasbun (Lapis Tipis Asbuton Murni), terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur dalam keadaan dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
 - f. Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton), terdiri dari campuran agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (filter) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas dengan tebal maksimum 2,5-3 cm.
2. Lapisan struktural/lapisan yang mempunyai nilai konstruksi, yang berfungsi sebagai lapisan Aus, lapisan kedap air dan lapisan yang menahan serta menyebarkan beban roda, yang terdiri dari:
 - a. Lapen (Penetrasi Macadam), terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara

disemprotkan diatasnya dan dipadatkan lapis demi lapis yang tebal antar lapisnya berkisaran antara 4-10 cm.

- b. Lasbutag (Lapisan Asbuton Agregat), terdiri dari campuran antar agregat, asbbuton dan bahan pelunak yang dicampur, dihampar dan dipadatkan secara dingin dengan ketebalan tiap lapisan berkisaran antara 3-5 cm.
- c. Laston (Lapisan Aspal Beton), terdiri dari campuran apal keras dengan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu tertentu.

2.5.2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas terletak diantara lapisan permukaan dan lapisan pondasi bawah dengan $\text{CBR} \geq 50\%$ dan plastisitas indeks (PI) $< 4\%$ (Pedoman Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1987) yang mempunyai fungsi sebagai berikut:

1. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban kelapisan pondasi bawah.
2. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
3. Bantalan untuk lapisan permukaan.

Jenis lapisan pondasi atas yang umum digunakan di Indonesia (Sukirman. S, 1999) antara lain:

1. Agregat bergradasi baik dapat dibagi atas:
 - a. Batu pecah kelas A
 - b. Batu pecah kelas B
 - c. Batu pecah kelas C
2. Pondasi Macadam
3. Pondasi telford
4. Lapen
5. Aspal beton pondasi (*asphalt treated base*)
6. Stabilisasi yang terdiri dari:
 - a. Stabilisasi agregat dengan semen (*cement treated base*)
 - b. Stabilisasi agregat dengan kapur (*lime treade base*)
 - c. Stabilisasi agregat dengan dengan aspal (*asphalt treated base*)

2.5.3. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah terletak antara lapisan pondasi atas dan tanah dasar dengan nilai CBR dan plastisitas indeks (PI) (Pedoman Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1987) yang mempunyai fungsi, antara lain:

1. Sebagai konstruksi perkerasan yang menyebarkan beban roda ketanah dasar.
2. Untuk mencegah tanah dasar masuk kedalam lapisan pondasi
3. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan di atasnya dapat dikurangi ketebalannya.
4. Sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

Jenis lapisan pondasi bawah yang umum digunakan di Indonesia (Sukirman. S, 1999) antara lain:

1. Agregat bergradasi baik, dibedakan atas:
 - a. Sirtu / pitrun kelas A
 - b. Sirtu / pitrun kelas B
 - c. Sirtu / pitrun kelas C
2. Stabilisasi
 - a. Stabilisasi agregat dengan semen (*cement treated subbase*)
 - b. Stabilisasi agregat dengan kapur (*lime treated subbase*)
 - c. Stabilisasi tanah dengan semen (*soil cement stabilization*)
 - d. Stabilisasi tanah dengan kapur (*soil lime stabilization*)

2.5.4. Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah setebal 5-10 cm yang di atasnya akan diletakkan lapisan pondasi bawah yang berfungsi sebagai penyalur semua gaya yang ditimbulkan oleh semua beban di atasnya (Sukirman. S, 1999). Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain lalu dipadatkan dan tanah distabilisasikan dengan kapur atau bahan lainnya.

Masalah-masalah yang sering ditemui menyangkut tanah dasar (Pedoman Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1987) adalah:

1. Perubahan bentuk tetap dari jenis tanah dasar tertentu akibat beban lalu-lintas.

2. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan air.
3. Daya dukung tanah dasar yang tidak merata pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya.
4. Daya dukung yang tidak merata akibat pelaksanaan yang kurang baik.
5. Lendutan-lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu-lintas dari macam tanah tertentu.
6. Perbedaan penurunan (*differential settlement*) akibat terdapatnya lapisan-lapisan lunak dibawah tanah dasar akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk tetap.

Menurut Sukirman. S (1999) jenis dasar dilihat dari muka tanah aslinya dibedakan atas:

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

2.6. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan dengan Metode Bina Marga

Beberapa faktor yang mempengaruhi perhitungan tebal lapis perkerasan lentur jalan menurut pedoman perencanaan lapis perkerasan baik untuk jalan baru maupun jalan lama dengan metode analisa komponen no.01/PD/B/1987, Dirjen Bina Marga adalah Koefisien distribusi arah kendaraan (c), Angka Ekvivalen Sumbu Kendaraan (E), Lintas Ekvivalen, Daya dukung Tanah (DDT), Faktor Regional (FR), Indeks permukaan (IP), Indeks tebal perkerasan (ITp), dan Koefisien kekuatan relatif.

1. Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR)

Lalu-lintas harian rata-rata adalah jumlah rata-rata kendaraan bermotor yang dicatat selama 40 jam untuk kedua jurusan pada jam-jam sibuk.

2. Persentase perkembangan lalu-lintas (i)

Persentase perkembangan lalu-lintas menyatakan tingkat pertumbuhan lalu-lintas setiap tahunnya.

3. Angka Ekvivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekivalen (E) dari suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton. Angka ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) sesuai dengan Tabel 2.2. yang ditentukan menurut rumus dibawah ini.

$$E \text{ Sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam kg}}{8160} \right)^4 \quad (2.5)$$

Rumus diambil dari buku petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur jalur jalan raya dengan Metode Analisa Komponen SKBI-2.3.26.1987.

4. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Lintas ekivalen permulaan ditentukan dari jumlah lalu-lintas harian rata-rata dari sumbu tunggal pada jalur rencana yang diperkirakan terjadi pada awal umur rencana.

Rumus yang digunakan:

$$LEP = \sum LHR * C_j * E_j \quad (2.6)$$

Dimana:

LEP = Lintas Ekivalen Permulaan

C_j = Koefisien Distribusi kendaraan pada jalur rencan

E_j = Angka ekivalen beban sumbu untuk jenis kendaraan

5. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Lintas ekivalen ditentukan dari jumlah lalu-lintas harian rata-rata dari sumbu tunggal yang diperkirakan terjadi pada akhir umur rencana.

Rumus yang digunakan:

$$LEA = \sum LHR * i(1+i)^{UR} * C_j * E_j \quad (2.7)$$

Dimana:

LEA = Lintas Ekivalen Akhir

i = Perkembangan Lalu-lintas

UR = Umur Rencana

C_j = Koefisien distribusi kendaraan pada jalur rencana

E_j = Angka Eivalen sumbu untuk satu jenis kendaraan

6. Lintas Eivalen Tengah (LET)

Lintas eivalen tengah dihitung dengan menggunakan rumus:

$$LET = \frac{\sum LEP + \sum LEA}{2} \quad (2.8)$$

7. Lintas eivalen rencana dihitung dengan menggunakan rumus:

$$LER = LET \times FP \quad (2.9)$$

Dimana:

FP = Faktor Penyesuaian

FP = UR/10

8. DDT dan CBR

Menurut Sukirman, S (1999) daya dukung tanah adalah kekuatan dari tanah dasar untuk menahan beban yang biasanya dinyatakan sebagai perbandingan dari kekuatan standar (CBR). Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan nilai korelasi dengan nilai CBR dengan menggunakan grafik korelasi DDT (Gambar 2.3) bisa juga dicari dengan menggunakan rumus:

$$DDT = 4,3 \cdot \log(CBR) + 1,7 \quad (2.10)$$

9. Faktor Regional

berguna untuk memperhatikan kondisi jalan yang berbeda. Bina Marga memberikan angka yang bervariasi antara 0,5 – 4. Faktor-faktor yang dicakup adalah:

- Keadaan medan
- Persentase kendaraan berat
- Kondisi geometrik jalan (kelandaian maksimum, tikungan tajam)
- Data curah hujan tahunan
- Pertimbangan teknis lainnya seperti ketinggian muka air tanah, kondisi drainase yang ada dan lainnya.

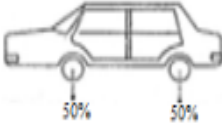
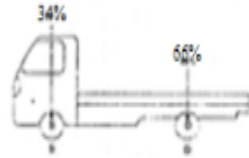
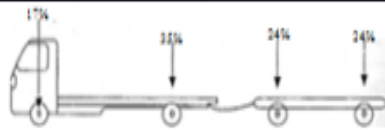
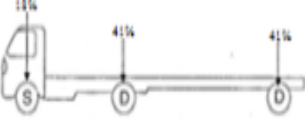
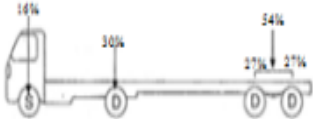
Untuk menentukan curah hujan dimana untuk menentukan nilai dari persen tingkat kelandaian, maka hal ini dapat ditentukan pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9: Curah hujan (MKJI, 1997).

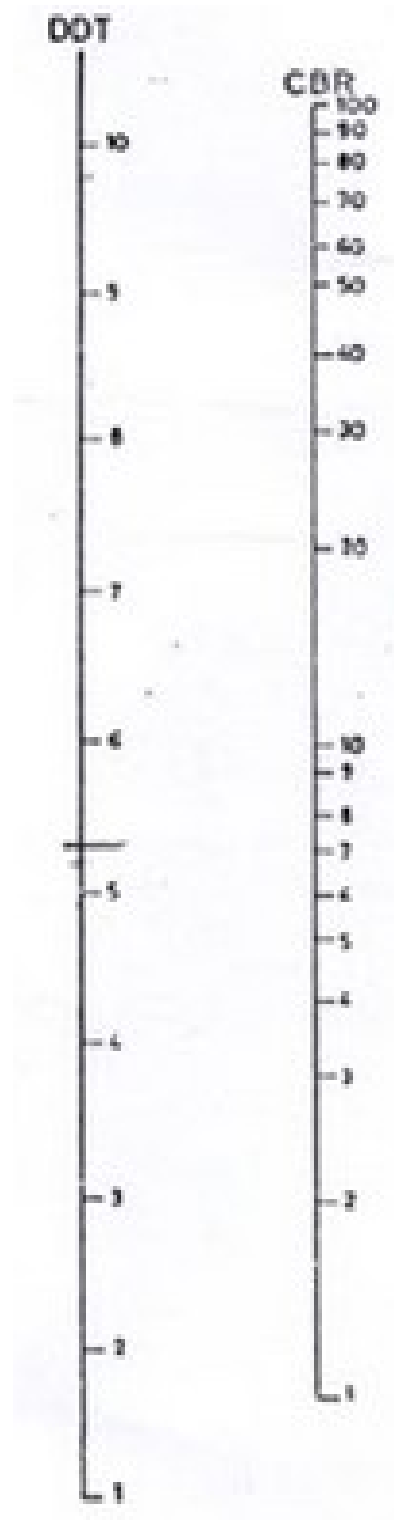
Curah Hujan	Kelandaian I (<6%)		Kelandaian II (6-10%)		Kelandaian III (>10%)	
	% Kend. Berat		% Kend. Berat		% Kend. Berat	
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 - 1,5	1,0	1,3 - 2,0	1	2,0 - 2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0 - 2,5	2,0	2,5 - 3,0	2	3,0 - 3,5

10. Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan digunakan untuk menyatakan kerataan dan kekokohan permukaan jalan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat. Salah satu ciri khas dari metode perencanaan perkerasan lentur jalan raya adalah dipergunakannya indeks permukaan atau serviceability index sebagai ukuran dasar dalam menentukan nilai perkerasan ditinjau dari kepentingan lalu-lintas. Indeks permukaan ini menyatakan nilai permukaan yang berkaitan dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat (Standar Bina Marga, 1987).

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan Maksimum (ton)	Berat Total Maksimum (ton)	AE 8,16 ton (=E) Muatan Kosong	AE 8,16 ton (=E) Muatan Maksimum	Keterangan : Roda tunggal pada ujung sumbu Roda ganda pada ujung sumbu
1.1 MP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0004	
1.2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1.2L Truck	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1.2H Truck	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1.22 Truck	5	20	25	0,0044	2,7416	
1.2+2. 2 Trailer	6,4	25	31,4	0,0085	4,9283	
1.2-2	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1.2-22 Trailer	10	32	42	0,0327	10,183	

Gambar 2.2: Distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan (MKJI)



Gambar 2.3: Korelasi DDT dan CBR (MKJI)

Dalam menentukan Indeks Permukaan pada awal umur rencana (Ipo) perlu diperhatikan jenis lapisan permukaan jalan (kerataan, kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana seperti pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10: Indeks permukaan pada awal umur rencana (SKBI, 1987).

Jenis Permukaan	Ipo	Roughness*) (mm/km)
LASTON	$\geq 10\%$	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	3,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	3,9 – 2,5	
BURAS	3,9 – 2,5	
LATASIR	3,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

Dalam menentukan indeks permukaan akhir umur rencana (Ipt), perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lintas Ekuivalen Rencana (LER), seperti pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11: Indeks permukaan pada akhir umur rencana (SKBI, 1987).

LER = Lintas Ekivalen Rencana (*)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

11. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif ditentukan secara korelasi sesuai dengan nilai marshal tes (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi) atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah). Koefisien relatif dapat ditentukan pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12: Koefisien kekuatan relatif (SKBI, 1987).

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	Ms (kg)	Kt (kg/cm)	CBR(%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,30	-	-	454	-	-	
0,35	-	-	340	-	-	
0,31	-	-	744	-	-	
0,28	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,26	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,25	-	-	340	-	-	
0,20	-	-	-	-	-	HRA
-	-	-	-	-	-	Aspal macadam
-	0,28	-	590	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,26	-	454	-	-	Lapen (manual)
-	0,24	-	340	-	-	Laston Atas
-	0,23	-	-	-	-	
-	0,19	-	-	-	-	
-	0,15	-	-	22	-	
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Lapen (mekanis)
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	
-	0,13	-	-	-	80	
-	0,12	-	-	-	60	
-	-	0,13	-	-	70	Stab. Tanah dengan semen
-	-	0,12	-	-	50	Stab. Tanah dengan kapur
-	-	0,11	-	-	30	
-	-	0,10	-	-	20	
						Batu pecah (Kelas A)
						Batu pecah (Kelas B)
						Batu pecah (Kelas C)
						Sirtu/pitrun (Kelas A)
						Sirtu/pitrun (Kelas B)
						Sirtu/pitrun (Kelas C)
						Tanah/Lempung kepasiran

12. Batas-batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

Batas-batas minimum ini tergantung dari bahan yang dipakai pada setiap lapisan perkerasan.

- a. Lapisan permukaan
- b. Lapis pondasi
- c. Lapis pondasi bawah

Untuk mendapatkan tebal lapis permukaan jalan maka dapat dilihat dari bahan dan jenis aspal yang dipakai, maka dapat ditentukan pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13: Tebal minimum lapis permukaan (SKBI, 1987).

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis Pelindung: (Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston

Secara umum, ketebalan lapis pondasi dari jenis bahan agregat yang dipakai, namun untuk mendapatkan tebal lapis pondasi dapat ditentukan pada Tabel 2.14.

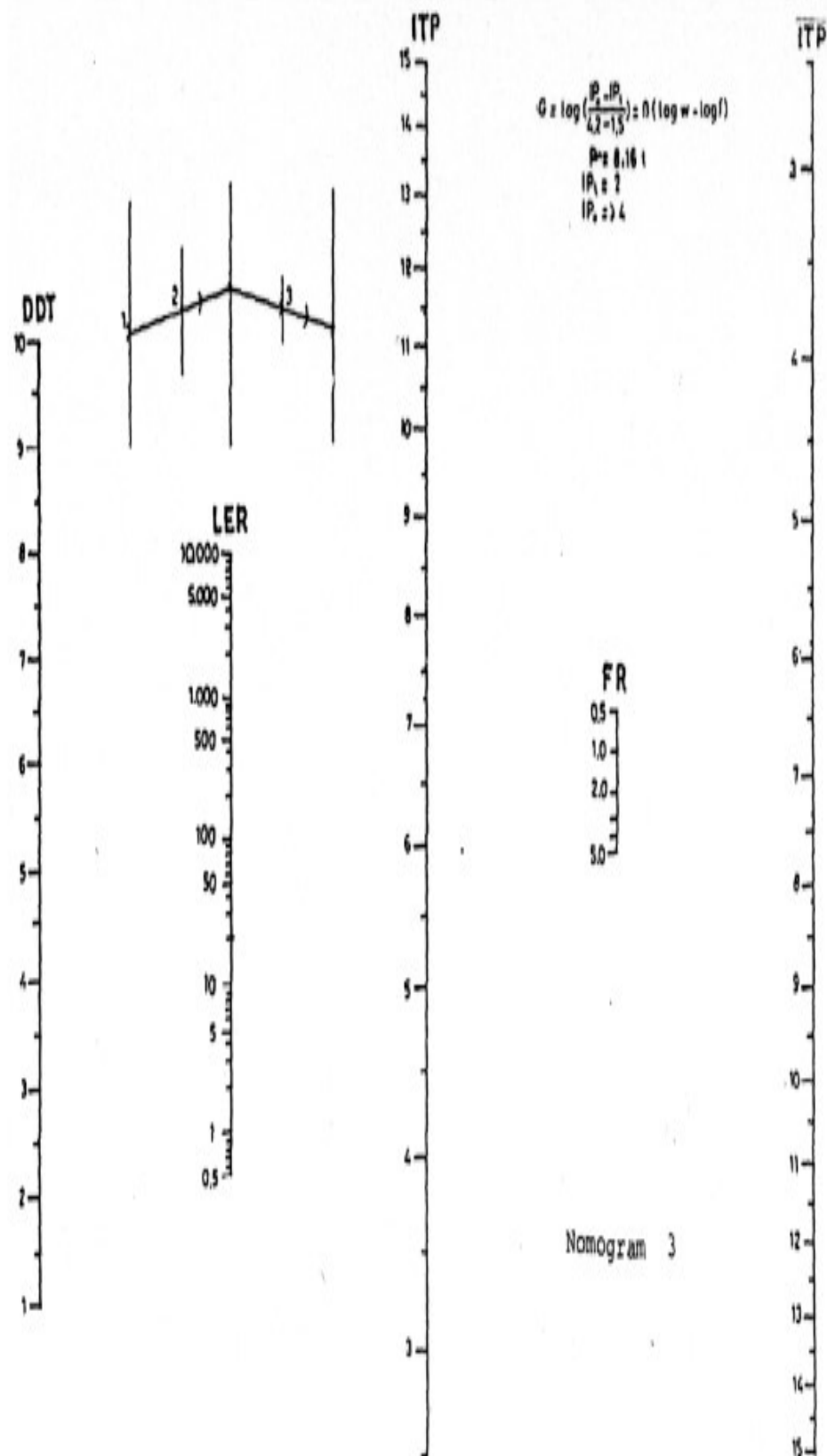
Tabel 2.14: Tebal minimum lapis pondasi (SKBI, 1987).

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
	10	Laston Atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston Atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam

Tabel 2.14: *Lanjutan.*

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
$\geq 12,25$	25	Lapen, Laston Atas Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam Lapen, Laston Atas

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm.



Gambar 2.4: Salah Satu Nomogram (MKJI)

2.7. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Menggunakan Metode AASHTO

Perencanaan tebal perkerasan lentur metode AASHTO (*American Association of State Highway Traffic Officials*) berkembang sejak dimulainya pengujian/penelitian lapangan secara berkala yang dilakukan di Ottawa, negara bagian Illinois, USA pada bulan Oktober 1958 sampai November 1960. Faktor utama yang mempengaruhinya adalah: batasan waktu, beban lalu-lintas dan tingkat pertumbuhan lalu-lintas, reliabilitas dan simpangan baku keseluruhan, kondisi lingkungan, kriteria kinerja jalan, nilai modulus resilien tanah dasar (M_r), faktor drainase (m), Indeks Tebal Perkerasan ($ITP = PSI$, dinyatakan dalam SN (*struktur number*)) dan jenis perkerasan yang digunakan serta tebal masing-masing perkerasan. Nilai daya dukung tanah (DDT) metode AASHTO 1986 dinyatakan dalam modulus resilien (M_r) atau korelasi dengan CBR, sedangkan faktor regional (FR) dinyatakan dengan koefisien drainase, kehilangan tingkat pelayanan, dan simpangan baku keseluruhan.

Persamaan tebal lapis perkerasan menurut AASHTO adalah:

$$\log W_{18} = (z_r(s_o) + 9,36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0,20 + \log \left\{ \log \frac{\Delta PSI}{(4,2-1,5)} / \frac{0,4+1094}{(SN+1)^{5,19}} \right\} + 2 \cdot \log 10(M_r) - 8,07) \quad (2.11)$$

Dimana:

SN = Struktural Number

SN = $a_1 D_1 + a_2 D_2 M_2 + a_3 D_3 M_3$

a_1, a_2, a_3 = Koefisien relatif masing-masing lapisan.

D_1, D_2, D_3 = Tebal masing-masing lapisan.

M_1, M_2, M_3 = Koefisien drainase masing-masing lapisan.

ΔPSI = Selisih indeks perkerasan (IP_0)

ΔPSI = $IP_0 - IP_t$

W_{18} = Lintas ekivalen selama umur rencana

R = Realibilitas

Z_r = Simpangan baku

S_o = Gabungan kesalahan baku dari perkiraan lalu-lintas dan kinerja perkerasan

S_0 = 0,4- 0,5 Flexible pavement
 M_r = Modulus relisien tanah dasar (Psi)

Definisi kualitas drainase dapat disimpulkan apabila dilihat dari beberapa lama nya waktu air yang mengalir dan menghilang, namun hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.15.

Tabel 2.15: Definisi kualitas drainase (Pt T-01-2002-B).

Kualitas drainase	Air hilang dalam
Baik sekali	2 Jam
Baik	1 Hari
Sedang	1 Minggu
Jelek	1 Bulan
Jelek sekali	Air tidak akan mengalir

Koefesien drainase yaitu dimana kualitas drainase ditentukan dengan persen waktu struktur perkerasan yang dipengaruhi oleh kadar air yang dimana air tersebut yang mendekati jauh. Seperti pada Tabel 2.16.

Tabel 2.16: Koefesien drainase (Pt T-01-2002-B).

Kualitas Drainase	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jauh			
	< 1 %	1 – 5 %	5 – 25 %	> 25 %
Baik sekali	1,40 – 1,30	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Sedang	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Jelek	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Jelek sekali	1,05 – 0,95	0,80 – 0,75	0,60 – 0,40	0,40

Rekomendasi tingkat relabilitas dapat ditentukan apabila klasifikasi atau jenis jalan yang ditinjau. Ada 2 jenis rekomendasi menurut tingkat relabilitasnya yaitu: Perkotaan dan antar kota. Hal ini dapat ditentukan pada Tabel 2.17.

Tabel 2.17: Rekomendasi tingkat reliabilitas (Pt T-01-2002-B).

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi tingkat reliabilitas	
	Perkotaan	Antar kota
Bebas hambatan	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 - 80	50 – 80

Dalam menentukan standar normal deviasi dapat dilihat pada Tabel 2.18.

Tabel 2.18: Standar normal deviasi (MKJI, 1997).

Reliabilitas, R (%)	Standar normal deviate, Z_R
50	0,000
60	- 0,253
70	- 0,534
75	- 0,674
80	- 0,841
85	- 1,037
90	- 1,282
91	- 1,340
92	- 1,405
93	- 1,476
94	- 1,555
95	- 1,645
96	- 1,751
97	- 1,881
98	- 2,054
99	- 2,327
99,9	- 3,090
99,99	- 3,750

Nilai indeks permukaan (IPo) berkisar antara 0-5 berdasarkan jenis lapisan permukaan serta kelas jalan. Pada jalan yang baru dibuka nilai indeks permukaan sebesar $Ipo = 4,2$ (Witczak, 1975). Selama periode tertentu, nilai indeks permukaan mengalami penurunan dari $Ipo = 4,2$ hingga mencapai indeks permukaan terminal $Ipt = 1,5; 2,0; \text{ atau } 2,5$.

2.8. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Tambahan (*Overlay*)

2.8.1. Umum

Perencanaan lapis ulang pada satu jalan dapat dilaksanakan jika jalan tersebut telah habis masa pelayanannya atau kondisi jalan tersebut mengalami kerusakan dan adanya peningkatan volume dan beban kendaraan.

Dengan dilaksanakannya pelapisan ulang tersebut maka jalan yang tersedia mempunyai kondisi pelayanan yang mantap, sehingga jalan tersebut tingkat keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan.

2.8.2. Pelapisan Tambahan (*Overlay*)

Untuk perhitungan pelapisan tambahan kondisi perkerasan jalan lama (*existing pavement*). Disini kami menggunakan analisis lendutan karena pada lapisan perkerasan jalan lama masih menggunakan susunan batu telford yang mana pada lapisan tersebut tidak mempunyai stabilitas (lendutan), sehingga didalam perhitungannya kami menggunakan penilaian kondisi permukaan dengan asumsi secara visual pada lapisan permukaan dan analisis dari sifat-sifat tanah dasar. Penilaian ITP yang ada dengan menggunakan Pers. 2.14.

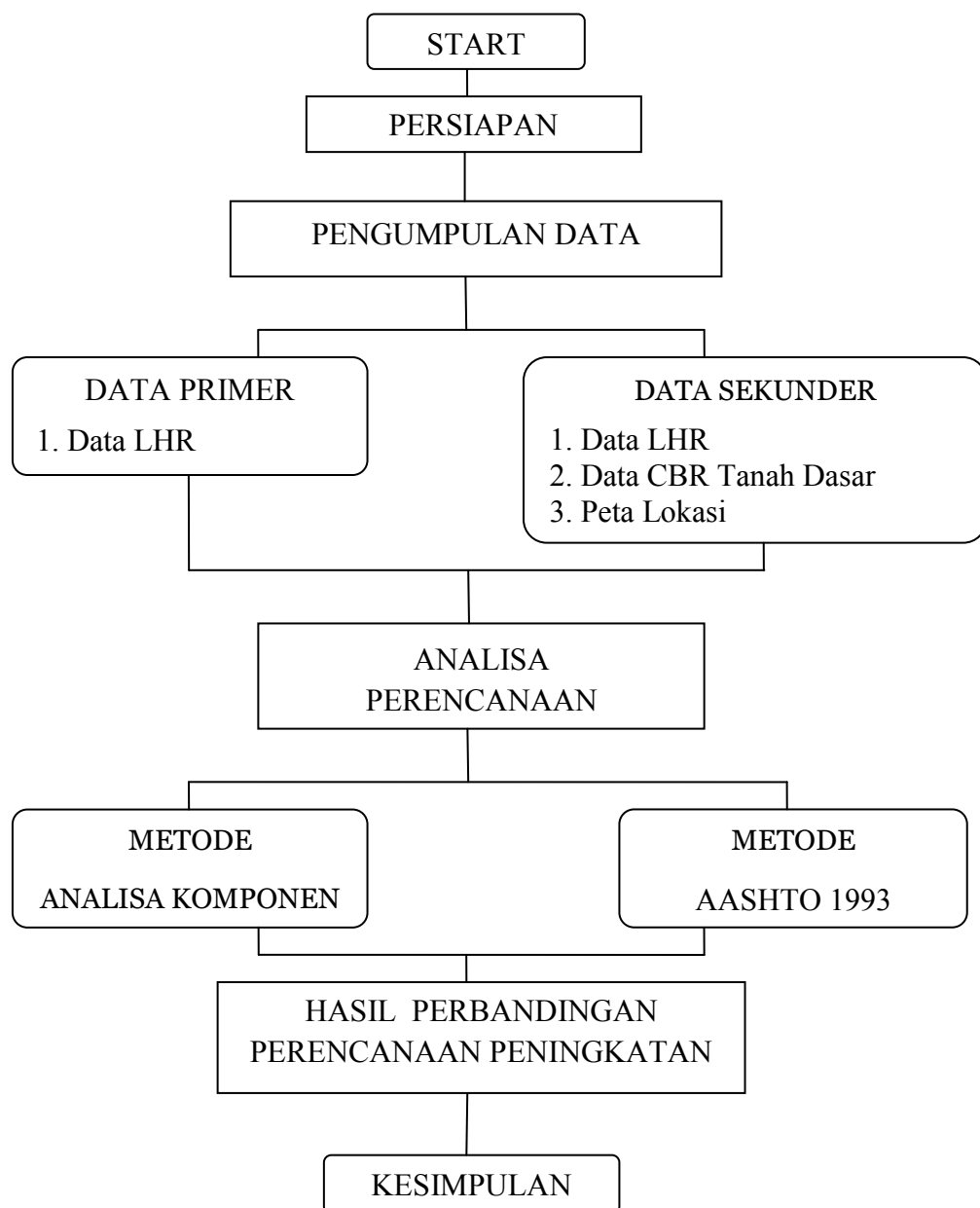
$$\text{Nilai kondisi} \times \text{tebal perkerasan} \times \text{koefesien kekuatan relatif} \quad (2.14)$$

BAB 3

METODOLOGI

3.1 Bagan Alir

Pada perencanaan perkerasan di perlukan langkah-langkah pengerjaan seperti yang di tunjukan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1: Bagan alir perencanaan (*flowchart*) peningkatan jalan.

3.2. Tata Cara Pengambilan data

Dalam perencanaan peningkatan jalan baik itu untuk perkerasan lentur (*flexibel pavement*) memiliki kelebihan dan kekurangan dalam perencanaan maupun pada saat pelaksanaan dilapangan.

Data lalu-lintas adalah data utama yang di perlukan untuk perencanaan jalan, karena kapasitas jalan yang akan di rencanakan tergantung dari komposisi lalu-lintas yang akan menggunakan jalan pada suatu ruas jalan yang di rencanakan. Besarnya volume lalu-lintas sangat di perlukan untuk menentukan jumlah lebar lajur pada satu jalan dalam penentuan karakteristik geometrik, sedangkan jenis kendaraan di perlukan untuk menentukan kelas beban atau MST (muatan sumbu terberat) yang berpengaruh langsung dalam merencanakan konstruksi perkerasan.

Pengumpulan data yang di gunakan adalah pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data sekunder di peroleh dari konsultan perencana dan dinas-dinas yang terkait, studi kepustakaan dan peraturan-peraturan yang di tetapkan.

Dalam tugas akhir ini adapun perencanaan peningkatan jalan pada ruas Jalan Deli Tua–Tiga Juhar Kabupaten Deli Serdang menggunakan Metode Analisa Komponen, dan Metode AASHTO’86.

Dan tahapan yang akan di lakukan pada perencanaan ini ialah dengan mengumpulkan beberapa data yang di perlukan untuk merencanakan peningkatan pada ruas jalan yang di antaranya:

- Data LHR
- Data CBR tanah dasar
- Peta Lokasi

3.3. Pengumpulan Data

3.3.1. Data Lokasi

Peta lokasi dan denah lokasi sangat di butuhkan untuk mengetahui gambaran kondisi lapangan secara umum posisi rencana peningkatan jalan lingkaran luar yang akan di bangun. Adapun data-data yang ada dan yang akan di tangani pada ruas

Jalan Deli Tua–Tiga Juhar Kabupaten Deli Serdang (segmen 1) adalah sebagai berikut:

- Panjang Jalan : 1.950 m, (2 km)
- Lebar rencana Jalan : 6 meter
- Lapis Pondasi : Agregat Base Kelas A
- Lapis Permukaan : Laston
- Lapis Pondasi Bawah : Agregat Base Kelas B
- Klasifikasi Jalan : Kolektor (Sekunder)

Dengan adanya peningkatan dan perbaikan jalan ini di harapkan dapat mempersingkat jarak tempuh kendaraan dan memperlancar arus lalu-lintas barang dan jasa sehingga ekonomi penduduk sekitar meningkat.

3.3.2. Data Topografi

Penggunaan data topografi hanya sebagai control geometrik yang meliputi jarak pandang, Adapun dari hasil pengamatan langsung di lapangan bahwa ruas Jalan Deli Tua–Tiga Juhar Kabupaten Deli serdang (segmen 1) termasuk tipe jalan datar dan berkelok.

3.3.3. Data CBR Tanah Dasar

Data CBR diambil berdasarkan tanah dasar yg diperoleh dengan melakukan survei DCP test (*Dynamic Cone Penetrometer*). Dengan kedalaman rata-rata 100 cm atau 1 meter. Jarak pengambilan titik DCP yaitu: per 50 meter. Maka data tersebut dapat di lihat pada Lampiran.

3.3.4. Data Lalu-lintas

Adanya data lalu-lintas di peroleh berdasarkan instansi, dengan durasi waktu 7 x 24 jam penuh yang bertujuan untuk mengetahui jenis kendaraan dan volume lalu-lintas disekitar lokasi perencanaan sebagai dasar memperkirakan dan merencanakan beban yang akan melalui jalan tersebut. Adapun data lalu-lintas dan volume kendaraan lalu-lintas dapat di lihat pada Lampiran.

3.3.4.1 Beban As dan Faktor Kerusakan Jalan

Perhitungan beban as dan faktor kerusakan jalan berdasarkan jenis kendaraan berat yang melintasi ruas Jalan Deli Tua-Tiga Juhar (Segmen 1) Kabupaten Deli Serdang. Perhitungan beban as berdasarkan faktor kerusakan jalan secara manual. Namun konfigurasi beban as masing-masing jenis kendaraan beserta angka ekivalen kendaraan dalam keadaan kosong (min) dan dalam keadaan bermuatan (max) yang akan di jadikan parameter dalam perencanaan jalan. Maka dapat di lihat pada Gambar 2.2.

3.3.4.2. Volume Lalu-lintas

Pada perencanaan ini di butuhkan data LHR tertinggi, yaitu pada hari senin tanggal 20 November 2017. Namun penulis menetapkan jumlah LHR dalam bentuk satuan kend/hari. Yang berguna untuk menentukan pembagian ruas jalan sesuai kebutuhan pada lokasi perencanaan. Besaran volume lalu-lintas dari hasil analysis traffic untuk masing-masing segmen pada ruas jalan tersebut adalah dalam bentuk jenis kendaraan, di lihat pada Lampiran.

3.3.4.3. Prediksi Pertumbuhan Lalu-lintas

Dalam perencanaan perkerasan ini penulis juga merencanakan serta memprediksi pertumbuhan lalu-lintas pertahun maka di tetapkan sebesar 6% dapat di lihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Prediksi pertumbuhan lalu-lintas.

Prediksi tahun s/d tahun	% pertahun
2018-2028	6%

Penulis merencanakan prediksi lalu-lintas dengan umur rencana (UR) = 10 tahun (2018-2028) dan menetapkan sebesar $6\% = 13,2$

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Metode Bina Marga (Analisa Komponen)

Dalam perencanaan peningkatan struktur pada jalan provinsi Ruas Deli Tua-Tiga Juhar (segmen 1) dengan menggunakan Metode Bina Marga (Analisa Komponen dan dimana langkah-langkah penting untuk tebal lapis perkerasan tersebut telah diuraikan pada bab sebelumnya.

Langkah –langkah yang dibuat dalam menentukan tebal lapisan perkerasan jalan adalah menetapkan data perencanaan, mengolah data dan menganalisa dengan perhitungan dan menetapkan tebal susunan perkerasan.

Untuk menghitung tebal lapisan perkerasan maka dicantumkan data-data yang diperlukan untuk perhitungan tersebut.

Langkah perhitungan:

a. Menentukan tipe alinyemen

Alinyemen vertical dan alinyemen horizontal.

Berdasarkan hasil analisa dilapangan bahwa bentuk kontur jalan pada ruas Deli Tua-Tiga Juhar (segmen 1) termasuk tipe alinyemen: datar (D) dengan kemiringan < 3 . Hasil analisa dapat dilihat pada (Tabel 2.3).

b. Hambatan samping

Berdasarkan pada hasil pengamatan dilapangan bahwa ruas Jalan Deli Tua-Tiga Juhar (segmen 1), dengan kondisi tersebut adanya rumah masyarakat dan kegiatan samping jalan dan kelas hambatan samping disimpulkan adalah medium (M).

c. Pemisah arah

- Dari arah Deli Tua-Gunung Meriah = 3230 Kendaraan
- Dari arah Gunung Meriah-Deli Tua = 3229 Kendaraan

Total kendaraan dari kedua arah = 6459 Kendaraan

$$\text{Dari arah Deli Tua} = \frac{3230}{6459} \times 100\% = 50\%$$

$$\text{Dari arah Gunung Meriah} = \frac{3229}{6459} \times 100\% = 50\%$$

d. Kapasitas

- Kapasitas dasar (Co) = 3100 kend/hari. (Tabel 2.2)
- Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalan (F_{cw})
= 0,91 kend/hari. (Tabel 2.3)
- Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (F_{Csp})
= 0,97 kend/hari. (Tabel 2.5)
- Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (F_{Csf})
= 0,92 kend/hari. (Tabel 2.6)

Maka dari Pers. 2.1:

$$\begin{aligned} C &= Co + F_{cw} + F_{Csp} + F_{Csf} \\ &= 3100 + 0,91 + 0,97 + 0,92 \\ &= 2517,460 \text{ kend/hari.} \end{aligned}$$

e. Arus Lalu-lintas

Dari Pers 2.3:

$$Q = \text{LHR} \times \text{Faktor K} \times \text{EMP} \times (1+i)^n$$

Sepeda motor	= 5463 x 0,11 x 0,25 x (1+0,06) ¹⁰	= 269 kend/hari
Sedan, Jeep	= 395 x 0,11 x 1,00 x (1+0,06) ¹⁰	= 77 kend/hari
Pick-up, mini bus	= 383 x 0,11 x 1,00 x (1+0,06) ¹⁰	= 75 kend/hari
Truck mini	= 114 x 0,11 x 1,3 x (1+0,06) ¹⁰	= 29 kend/hari
Bus kecil	= 3 x 0,11 x 1,3 x (1+0,06) ¹⁰	= 0,76 kend/hari
Bus besar	= 2 x 0,11 x 1,3 x (1+0,06) ¹⁰	= 0,5 kend/hari
Truck ringan 2 sumbu	= 41 x 0,11 x 1,3 x (1+0,06) ¹⁰	= 10 kend/hari
Truck sedang 2 sumbu	= 54 x 0,11 x 1,3 x (1+0,06) ¹⁰	= 13 kend/hari
Truck 3 sumbu	= 4 x 0,11 x 1,3 x (1+0,06) ¹⁰	= 1,02 kend/hari

$$\begin{aligned}
\text{Truck gandengan} &= 0 \times 0,11 \times 1,3 \times (1+0,06)^{10} = 0 \text{ kend/hari} \\
\text{Truck semi trailer} &= 0 \times 0,11 \times 1,3 \times (1+0,06)^{10} = 0 \text{ kend/hari} \\
\text{Kendaraan tak bermotor} &= 0 \times 0,11 \times 1,3 \times (1+0,06)^{10} = 0 \text{ kend/hari} \\
Q &= 475 \text{ kend/hari}
\end{aligned}$$

Pada perhitungan Arus Lalu-lintas berdasarkan rumus yang diterapkan. Maka didapat: $Q = 475$ kend/hari.

Dari Pers. 2.2 diperoleh:

$$\begin{aligned}
DS &= \frac{Q}{C} \\
&= \frac{475}{2517,460} \\
&= 0,18 > 0,75
\end{aligned}$$

Karena derajat kejenuhan lebih kecil atau kurang dari 0,75 maka Ruas Jalan Deli Tua-Tiga Juhar (segmen 1) tidak perlu dilakukan pelebaran.

Tabel 4.1: Tabel Lalu-lintas Harian Rata-rata

No	Jenis Kendaraan (Kend/Jam)	Jumlah	Satuan
1	Sepeda motor	5463	Kend/hari
2	Sedan, jeep	395	Kend/hari
3	Pick-up, mini bus	383	Kend/hari
4	Truck mini	114	Kend/hari
5	Bus kecil	3	Kend/hari
6	Truck ringan 2 sumbu	41	Kend/hari
7	Truck sedang 2 sumbu	54	Kend/hari
8	Truck 3 sumbu	4	Kend/hari
9	Truck trailer	0	Kend/hari
10	Truck semi trailer	0	Kend/hari
11	Kendaraan tak bermotor	0	Kend/hari
		6459	Kend/hari

1. Volume Lalu-lintas Harian Rencana (VLHR).

1. LHR pada awal umur rencana

Sepeda motor	$= 5463 \times (1+0,06)^1$	$= 5791$ kend/hari
Sedan, Jeep	$= 395 \times (1+0,06)^1$	$= 419$ kend/hari
Pick-up, mini bus	$= 383 \times (1+0,06)^1$	$= 406$ kend/hari
Truck mini	$= 114 \times (1+0,06)^1$	$= 121$ kend/hari
Bus kecil	$= 3 \times (1+0,06)^1$	$= 3$ kend/hari
Bus besar	$= 2 \times (1+0,06)^1$	$= 2$ kend/hari
Truck ringan 2 sumbu	$= 41 \times (1+0,06)^1$	$= 43$ kend/hari
Truck sedang 2 sumbu	$= 54 \times (1+0,06)^1$	$= 57$ kend/hari
Truck 3 sumbu	$= 4 \times (1+0,06)^1$	$= 4$ kend/hari
Truck gandengan	$= 0 \times (1+0,06)^1$	$= 0$ kend/hari
Truck semi trailer	$= 0 \times (1+0,06)^1$	$= 0$ kend/hari
Kendaraan tak bermotor	$= 0 \times (1+0,06)^1$	$= 0$ kend/hari
Q		$= 6884$ kend/hari

Pada perhitungan Lintas Harian Rencana (2018) berdasarkan rumus yang diterapkan. Maka didapat: $Q = 6884$ kend/hari.

2. LHR pada akhir umur rencana ($n = 10$ tahun).

Sepeda motor	$= 5791 \times (1+0,06)^{10}$	$= 10371$ kend/hari
Sedan, Jeep	$= 419 \times (1+0,06)^{10}$	$= 750$ kend/hari
Pick-up, mini bus	$= 406 \times (1+0,06)^{10}$	$= 727$ kend/hari
Truck mini	$= 121 \times (1+0,06)^{10}$	$= 216$ kend/hari
Bus kecil	$= 3 \times (1+0,06)^{10}$	$= 5$ kend/hari
Bus besar	$= 2 \times (1+0,06)^{10}$	$= 4$ kend/hari
Truck ringan 2 sumbu	$= 43 \times (1+0,06)^{10}$	$= 77$ kend/hari
Truck sedang 2 sumbu	$= 57 \times (1+0,06)^{10}$	$= 102$ kend/hari
Truck 3 sumbu	$= 4 \times (1+0,06)^{10}$	$= 7$ kend/hari
Truck gandengan	$= 0 \times (1+0,06)^{10}$	$= 0$ kend/hari
Truck semi trailer	$= 0 \times (1+0,06)^{10}$	$= 0$ kend/hari
Kendaraan tak bermotor	$= 0 \times (1+0,06)^{10}$	$= 0$ kend/hari
Q		$= 12259$ kend/hari

Pada perhitungan Lintas Harian Akhir Rencana (2028) berdasarkan rumus yang diterapkan. Maka didapat: $Q = 12259$ kend/hari.

3. Angka Ekuivalen Pemulaan (LEP).

Sedan, Jeep, 2 ton	(1+1)	$0,0002 + 0,182$	0,0004
Pick-up, mini bus, 6 ton	(3+3)	$0,0182 + 0,182$	0,0364
Truck mini, 9 ton	(3+6)	$0,0182 + 0,2923$	0,3105
Truck 2 sumbu, 14 ton	(5+9)	$0,1409 + 0,14798$	1,6207
Truck 3 sumbu, 20 ton	(10+10)	$2,2555 + 2,2555$	4,511
Truck trailer, 25,5 ton	(6,5+ 19)	$0,4026 + 2,5278$	2,9304

Perhitungan beban as kendaraan untuk mendapatkan nilai Angka Ekuivalen (E) dapat dilihat pada Gambar 2.2.

4. Lintas Ekuivalen Pemulaan (LEP).

Dari pers. 2.6:

$$LEP = LHR \times C \times E$$

Sedan, Jeep	$= 419 \times 0,05 \times 0,0004$	$= 0,084$	kend/hari
Pick-up, mini bus	$= 406 \times 0,05 \times 0,0364$	$= 7,390$	kend/hari
Truck mini	$= 121 \times 0,05 \times 0,0364$	$= 2,202$	kend/hari
Bus kecil	$= 3 \times 0,05 \times 0,0364$	$= 0,054$	kend/hari
Bus besar	$= 2 \times 0,05 \times 0,3105$	$= 0,0310$	kend/hari
Truck ringan 2 sumbu	$= 43 \times 0,05 \times 1,6207$	$= 34,845$	kend/hari
Truck sedang 2 sumbu	$= 57 \times 0,05 \times 1,6207$	$= 46,190$	kend/hari
Truck 3 sumbu	$= 4 \times 0,05 \times 4,511$	$= 9,022$	kend/hari
Truck gandengan	$= 0 \times 0,05 \times 4,511$	$= 0$	kend/hari
Truck semi trailer	$= 0 \times 0,05 \times 2,9304$	$= 0$	kend/hari
Kendaraan tak bermotor	$= 0 \times 0,05 \times 2,9304$	$= 0$	kend/hari
LEP		$= 100,304$	kend/hari

Pada perhitungan Lintas Harian Ekuivalen Akhir (LEA) berdasarkan rumus yang diterapkan. Maka didapat: $LEP = 100,304$ kend/hari.

5. Lintas Ekivalen Akhir (LEA).

Dari Pers. 2.7:

$$LEA = LHR \times C \times E$$

Sedan, Jeep	= 750 x 0,05 x 0,0004	= 0,15	kend/hari
Pick-up, mini bus	= 727 x 0,05 x 0,0364	= 13,231	kend/hari
Truck mini	= 216 x 0,05 x 0,0364	= 3,931	kend/hari
Bus kecil	= 5 x 0,05 x 0,0364	= 0,091	kend/hari
Bus besar	= 4 x 0,05 x 0,3105	= 0,621	kend/hari
Truck ringan 2 sumbu	= 77 x 0,05 x 1,6207	= 62,396	kend/hari
Truck sedang 2 sumbu	= 96 x 0,05 x 1,6207	= 77,793	kend/hari
Truck 3 sumbu	= 7 x 0,05 x 4,511	= 5,672	kend/hari
Truck gandengan	= 0 x 0,05 x 4,511	= 0	kend/hari
Truck semi trailer	= 0 x 0,05 x 2,9304	= 0	kend/hari
Kendaraan tak bermotor	= 0 x 0,05 x 2,9304	= 0	kend/hari
LEP		= 174,002	kend/hari

Pada perhitungan Lintas Harian Ekivalen Akhir (LEA) berdasarkan rumus yang diterapkan. Maka didapat: LEP = 174,002 kend/hari.

6. Lintas Ekivalen Tengah (LET).

Dari Pers. 2.8:

$$LET = \frac{\sum LEP + \sum LEA}{2}$$

$$LET = \frac{100,304 + 174,002}{2} = 137,153$$

7. Lintas Ekivalen Rencana (LER).

Dari Pers. 2.9:

$$LER = LET \times \frac{UR}{10}$$

$$LER = 137,153 \times \frac{10}{10}$$

$$= 137,153$$

8. Faktor Regional (FR)

Presentase Kendaraan Berat (Kendaraan beratnya > 13 ton):

$$= \frac{\text{Jumlah kendaraan berat}}{\text{Jumlah total kendaraan}} \times 100 \%$$

$$= \frac{104}{3517} \times 100 \% = 2,957 \% \leq 30 \%$$

Asumsi:

- Kelandaian = 0,30 % < 6 %
- Iklim curah hujan rata-rata adalah 450,63 mm/tahun < 900 mm/tahun

Dari Tabel 2.9. diperoleh FR = 0,50

9. Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP₀)

Jenis lapis permukaan yang akan dipakai adalah LASTON MS744

Dari Tabel 2.14 diperoleh nilai IP₀ = 4.

10. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP₁₀)

Dari Tabel 2.11

Diperoleh dengan LER = 137,153 klasifikasi jalan Kolektor Sekunder

$$IP_{10} = 1,5$$

11. Indeks Tabel Perkerasan (ITP)

Dari Gambar 2.3

Grafik perhitungan CBR diperoleh CBR rencana = 5,9 %,

$$DDT = 5,0$$

12. Dari Gambar 2.4

Grafik Nomogram 3 Diperoleh Nilai:

$$I_{tp} = 8,7$$

$$ITP = 8,0$$

13. Lapis Perkerasan

a. Jenis lapis perkerasan

- Lapis permukaan. (Laston, MS 744)
- Lapis pondasi atas. (Batu Pecah Kelas A)
- Lapis pondasi bawah. (Batu Pecah Kelas B)

b. Koefisien kekuatan relatif

Dari Tabel 2.15 diperoleh:

- Lapis permukaan (a_1) = 0,4
- Lapis pondasi atas (a_2) = 0,15
- Lapis pondasi bawah (a_3) = 0,12

c. Batas tebal tiap lapis perkerasan

Dari Tabel 2.16 dengan ITP = 8,5 diperoleh:

- Lapis permukaan = 7,5 cm
- Lapis pondasi atas = 20 cm
- Lapis pondasi bawah = dicari

Batas minimum tebal lapisan untuk ITP = 8,0

Dari Pers 2.12:

$$\text{ITP} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$8,0 = 0,4 \cdot 7,5 + 0,15 \cdot 20 + 0,12 \cdot D_3$$

$$8,0 = 3 + 2,6 + 0,12 D_3$$

$$8,0 - 5,6 = 0,12 D_3$$

$$D_3 = \frac{2,4}{0,12}$$

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

Susunan perkerasan:

- LASTON MS 744 = 7,5 cm
- Lapis Pondasi Atas (Agg. Klas A) CBR 80% = 20 cm
- Lapis Pondasi Bawah (Agg. Klas B) CBR 50% = 24 cm

Maka hasil perhitungan tebal lapisan adalah sebagai berikut:

- Lapisan permukaan (surface course) AC adalah = 7,5 cm
- Lapisan pondasi (base course) adalah = 20 cm
- Lapisan pondasi bawah (subbase course) adalah = 24 cm

4.1.1. Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (*Overlay*)

1. Untuk perhitungan tebal lapis tambahan (*overlay*) sebagian menggunakan perhitungan hasil dari perhitungan tebal perkerasan pelebaran:

- FR = 0,5
- IP_0 = 4
- IP_{10} = 2
- CBR = 5,9 %
- DDT = 5,0
- ITP = 8,0

2. Koefisien kekuatan relatif

Dari Tabel 2. 15:

- Lapis permukaan (a_1) (LAPEN)
- Lapis pondasi atas (a_2) (TELFORD)
- Lapis pondasi bawah (a_3) (Urugan Pasir)

3. Menetapkan tebal lapis tambahan

diperoleh kekuatan jalan lama pada kekuatan jalan rencana:

- Lapis permukaan Lapen tebal 7,5 cm dengan nilai 60%
- Lapis pondasi atas tebal 20 cm dengan nilai 90%
- Lapis pondasi bawah tebal 25 cm dengan nilai 70%

$$\text{➤ } 60\% \cdot 7,5 \cdot 0,2 = 0,9$$

$$\text{➤ } 90\% \cdot 20 \cdot 0,12 = 2,16$$

$$\text{➤ } 70\% \cdot 25 \cdot 0,11 = 1,84$$

$$\text{ITP yang ada} = 3,39$$

- ITP pada umur rencana 10 tahun = 8,0

$$\text{ITP} = 8,0 - 3,39$$

$$= 4,61$$

- Untuk lapis permukaan pada lapisan tambahan (*overlay*) memakai LASTON (MS 744) dengan koefisien kekuatan relatif (a_1) = 0,4.

Maka tebal lapisan tambahan (*overlay*)

$$ITP = a_1 \cdot D_1$$

$$4,61 = 0,4 \cdot D_1$$

$$D_1 = \frac{4,61}{0,4}$$

$$D_1 = 11,565 \text{ cm Pembulatan (12 cm)}$$

4.2. Analisis Metode AASHTO'86

Dalam perencanaan perkerasan lentur sangat dibutuhkan ketelitian dalam pengumpulan data maupun menentukan parameter sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Data-data didapat dari hasil pengujian dilapangan, seperti survei lalu-lintas (LHR) dimulai pada hari senin, Tanggal 3 Desember 2017. Dan dari hasil uji survey DCP test sehingga didapat data *CBR*.

Namun dalam metode AASHTO'86 ini, penulis memakai nilai *CBR* tanah dasar berdasarkan pengujian dilapangan yaitu 5,9%.

1. Data perencanaan sebagai berikut:

- Pertumbuhan lalu-lintas (i) = 8 %
- Klasifikasi jalan = Kolektor Sekunder
- *CBR* = 5,9 %

Tabel 4.2: Tabel Lalu-lintas Harian Rata-rata

No	Jenis Kendaraan (Kend/Jam)	Jumlah	Satuan
1	Sepeda motor	5463	Kend/hari
2	Sedan, jeep	395	Kend/hari
3	Pick-up, mini bus	383	Kend/hari
4	Truck mini	114	Kend/hari
5	Bus kecil	3	Kend/hari
6	Truck ringan 2 sumbu	41	Kend/hari
7	Truck sedang 2 sumbu	54	Kend/hari
8	Truck 3 sumbu	4	Kend/hari
9	Truck trailer	0	Kend/hari

Tabel 4.2: *Lanjutan.*

No	Jenis Kendaraan (Kend/Jam)	Jumlah	Satuan
10	Truck semi trailer	0	Kend/hari
11	Kendaraan tak bermotor	0	Kend/hari
Total		6459	Kend/hari

4.2.1. Diameter Roda Kendaraan

Adapun cara perhitungan untuk mencari beban kendaraan dan diameter kendaraan:

- Kendaraan ringan 2 ton (1+1)
 - Ø Roda Depan (STRT) = 50 % x 2 ton = 1 ton
 - Ø Roda Belakang (STRT) = 50 % x 2 ton = 1 ton
- Kendaraan bus 6 ton (3+3)
 - Ø Roda Depan (STRT) = 50% x 6 ton = 3 ton
 - Ø Roda Belakang (STRT) = 50% x 6 ton = 3 ton
- Kendaraan Truck 9 ton (3+6)
 - Ø Roda Depan (STRT) = 34% x 9 ton = 3 ton
 - Ø Roda Belakang (STRG) = 66% x 9 ton = 6 ton
- Kendaraan Truck 2 as 14 ton (5+9)
 - Ø Roda Depan (STRT) = 36% x 14 ton = 5 ton
 - Ø Roda Belakang (STRG) = 64 % x 14 ton = 9 ton
- Kendaraan Truck 3 as 20 ton (10+10)
 - Ø Roda Depan (STRT) = 50% x 20 ton = 10 ton
 - Ø Roda Belakang (STRG) = 50% x 20 ton = 10 ton
- Kendaraan Truck Gandeng 25,5ton (6,5+19)
 - Ø Roda Depan (STRT) = 25,5% x 25,5 ton = 6,5 ton
 - Ø Roda Belakang (STRG) = 74,5% x 25,5 ton = 19 ton

4.2.2. Menghitung Angka Ekvivalen

Sedan,Jeep,2 ton	(1 + 1)	0,0002 + 0,0002	0,0004
------------------	---------	-----------------	--------

Pick-up, mini bus, 6 ton	(3 + 3)	0,0182 + 0,0182	0,0364
Truk mini, 9 ton	(3 + 6)	0,0182 + 0,2923	0,3105
Truk 2 as, 14 ton	(5 + 9)	0,1409 + 1,4798	1,6207
Truk 3 as, 20 ton	(10 + 10)	2,2555 + 2,2555	4,511
Truk trailler, 25,5 ton	(6,5 + 19)	0,4026 + 2,5278	2,9304

Perhitungan beban as kendaraan untuk mendapatkan nilai Angka Ekuivalen (E) dapat dilihat pada Tabel 3.1.

4.2.3. Menghitung Beban Sumbu Untuk Umur Rencana W18

Asumsi:

- Faktor Distribusi Arah (Da) = diambil 0,5
 - Faktor Distribusi Lajur (D1) = 100% ~ (1,0)
 - Umur Rencana = 10 tahun
 - Faktor pertumbuhan L.Lintas(i) = 8 %
 - Faktor Umur Rencana (N) = 6 %
- = 13,18

Berdasarkan Pers. 2.11:

$$W18 = \sum LHR \times Da \times D1 \times 365 \times ESAL \times \text{Faktor UR}$$

Tabel 4.3: Perhitungan Mencari W18.

Jenis Kendaraan	Beban Sumbu (ton)	ESAL	LHR Awal	Faktor UR	W 18
Kendaraan Ringan	(1+1)	0,0004	395	13,18	380,045
Kendaraan Bus	(3+3)	0,0364	383	13,18	33533,4
Kendaraan Truck	(3+6)	0,3105	2	13,18	1493,722
Kendaraan Truck 2as	(5+9)	1,6207	54	13,18	210510,9
Kendaraan Truck 3as	(10+10)	4,511	4	13,18	43402,13
Truk Gandeng	(6,5+19)	2,9304	0	13,18	0
				$\Sigma =$	289320,2

Perhitungan:

$$\begin{aligned} W18 &= \sum LHR \times Da \times Dl \times 365 \times ESAL \times \text{Faktor UR} \\ &= 395 \times 0,5 \times 1,0 \times 365 \times 0,0004 \times 13,18 \\ &= 380,045 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W18 &= \sum LHR \times Da \times Dl \times 365 \times ESAL \times \text{Faktor UR} \\ &= 383 \times 0,5 \times 1,0 \times 365 \times 0,0004 \times 13,18 \\ &= 33533,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W18 &= \sum LHR \times Da \times Dl \times 365 \times ESAL \times \text{Faktor UR} \\ &= 2 \times 0,5 \times 1,0 \times 365 \times 0,3105 \times 13,18 \\ &= 1493,722 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W18 &= \sum LHR \times Da \times Dl \times 365 \times ESAL \times \text{Faktor UR} \\ &= 54 \times 0,5 \times 1,0 \times 365 \times 1,6207 \times 13,18 \\ &= 210510,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W18 &= \sum LHR \times Da \times Dl \times 365 \times ESAL \times \text{Faktor UR} \\ &= 4 \times 0,5 \times 1,0 \times 365 \times 4,511 \times 13,18 \\ &= 43402,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W18 &= \sum LHR \times Da \times Dl \times 365 \times ESAL \times \text{Faktor UR} \\ &= 0 \times 0,5 \times 1,0 \times 365 \times 2,3904 \times 13,18 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Maka hasil dari nilai W18 didapat berdasarkan pada perhitungan diatas yaitu:

$$W18 = 289320,2$$

4.2.4. Menghitung Tebal Perkerasan

Dari Pers. 2.11.

$$\begin{aligned} \text{Log } W18 &= (Z_{rx}(So) + 9,36 \cdot \log 10 \cdot (SN+1) - 0,20 + \log \left\{ \text{Log} \frac{\Delta PSI}{(IP_0 - 1,5)} \cdot \frac{0,4 + 1094}{(SN+1)^{5,19}} \right\} + 2,32 \\ &\quad * \log 10(Mr) - 8,07) \end{aligned}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \text{➤ } SN &= a_1 D_1 + a_2 D_2 M_2 + a_3 D_3 M_3 \\ \text{➤ } \Delta PSI &= I_{p0} - I_{pt} \\ &= 4,0 - 1,5 \\ &= 2,5 \end{aligned}$$

- Z_r = (Simpangan Baku atau Standar Normal Deviasi) = -0,674
- R = 75% (Jalan Kolektor Sekunder)
- MR = $1500 * CBR$
 $= 1500 * 5,9$
 $= 8850 \text{ psi}$
- S_o = 0,4
- IP_t = 2 (Kolektor Sekunder)
- I_{po} = 4,2
- CBR = 5,9 %
- EAC = 450.000 psi

Koefisien kekuatan relatif (a) untuk masing-masing lapis perkerasan adalah sebagai berikut:

- a_1 = Koefisien relatif permukaan = 0,44 (Gambar 4.5)
- a_2 = Koefisien lapis pondasi atas CBR 80% = 0,13 (Gambar 4.6)
- a_3 = Koefisien lapis pondasi bawah CBR 50% = 0,123

Koefisien drainase (m) untuk masing-masing lapis pondasi adalah sebagai berikut:

- m_1 = Koefisien drainase lapis pondasi atas = 0,90 (Tabel 2.14)
- m_2 = Koefisien drainase lapis pondasi bawah = 0,80 (Tabel 2.14)

Tebal minimal pada lapis perkerasan(d_1 dan d_2) adalah sebagai berikut:

$$D_1 = 3,0 \text{ inch}$$

$$D_2 = 8,0 \text{ inch}$$

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 M_2 + a_3 D_3 M_3$$

$$SN = \text{diasumsikan } 3$$

$$3,0 = 0,44 \times 3,0 + 0,13 \times 8,0 \times 0,9 + 0,12 \times D_3 \times 0,8$$

$$D_3 = 9,5 \text{ inch}$$

Jadi

$$D_1 = 3,0 \text{ inch} = 7,5 \text{ cm}$$

$$D_2 = 8,0 \text{ inch} = 20,0 \text{ cm}$$

$$D_3 = 9,5 \text{ inch} = 24,0 \text{ cm}$$

Maka hasil perhitungan tebal lapis adalah sebagai berikut:

- Lapisan permukaan (surface course) AC adalah = 7,5 cm
- Lapisan pondasi atas (base course) adalah = 20,0 cm
- Lapisan pondasi bawah (subbase course) = 24,0 cm

4.3. Perbandingan Hasil Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya dengan data berdasarkan lapangan telah diketahui bahwa terdapat persamaan nilai antara tebal lapis perkerasan.

Adapun hasil perhitungan yang telah diselesaikan dapat terlihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.4: Tabel perbandingan tebal lapis perkerasan.

Jenis Lapisan	Hasil Perhitungan	
	Analisa Komponen	AASHTO'86
Surface AC	7,5 cm	7,5 cm
Base A (Pondasi Atas)	20 cm	20 cm
Sub Base (Pondasi Bawah)	24 cm	24 cm

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan untuk merencanakan peningkatan jalan pada ruas Deli Tua–Tiga Juhar (segmen 1), Kabupaten Deli Serdang dengan menggunakan beberapa metode perencanaan perkerasan lentur maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan tebal lapis perkerasan lentur dengan beberapa metode didapat hasil sebagai berikut:

a. Pada perencanaan perkerasan lentur Metode Analisa Komponen dan susunan perkerasan:

- Lapisan permukaan LASTON MS 744 = 7,5 cm
- Lapisan pondasi atas (Agregat kelas A) = 20 cm
- Lapisan pondasi bawah (Agregat kelas B) = 24 cm

b. Pada perencanaan perkerasan lentur Metode ASSHTO'89 susunan perkerasan:

- Lapisan permukaan LASTON MS 744 = 7,5 cm
- Lapisan pondasi atas (Agregat kelas A) = 20 cm
- Lapisan pondasi bawah (Agregat kelas B) = 24 cm

c. Untuk lapis permukaan pada lapisan tambahan (*overlay*) memakai LASTON (MS 744) dan lapis pengikatnya yaitu menggunakan AC-WC dengan koefisien kekuatan relatif (a_1) = 0,4

Maka tebal lapisan tambahan (*overlay*)

$$ITP = a_1 \cdot D_1$$

$$4,61 = 0,4 \cdot D_1$$

$$D_1 = \frac{2,85}{0,4}$$

$$D_1 = 7,12 \text{ cm}$$

2. Pada kedua metode yang di pergunakan adalah Metode Analisa Komponen dan Metode AASHTO'86 mempunyai nilai yang sama, maka dapat di simpulkan nilai yang di dapat sudah efisien.

5.2. Saran

Adapun saran yang akan di sampaikan pada penulis untuk menyempurnakan hasil Tugas Akhir ini yaitu:

1. Pembangunan jalan dengan menggunakan perkerasan lentur (*flexibel pavement*) pada ruas jalan Deli Tua-Tiga Juhar (segmen 1) Kabupaten Deli Serdang ini sangat berperan penting bagi pengguna jalan terutama masyarakat sekitar untuk memajukan perekonomian masyarakat. Sehingga jalan ini hendaknya di kelola dengan sebaik-baiknya, baik pada perencanaanya, pelaksanaanya maupun pada perawatan jalanya.
2. Dalam perencanaan tebal lapis perkerasan di usahakan agar data yang di butuhkan cukup lengkap dan akurat, agar perencanaan yang di ciptakan tepat dan sesuai dengan kebutuhan di lapangan serta memberikan keawetan umur rencana yang benar-benar maksimal. Metode praktis yang telah di laksanakan di lapangan, sebaiknya tetap mengacu pada standar yang telah di tetapkan untuk menghindari kegagalan teknis.
3. Dalam perencanaan dan pelaksanaan suatu bangunan teknik sipil, kemungkinan besar akan menemui berbagai permasalahan yang kompleks yang berbeda antara kondisi yang satu dan lainnya, sehingga seorang perancang, diharapkan memiliki "*feeling engineering*" yang di dukung oleh pengetahuan yang luas, dan berpengalaman di bidangnya terutama di lapangan.

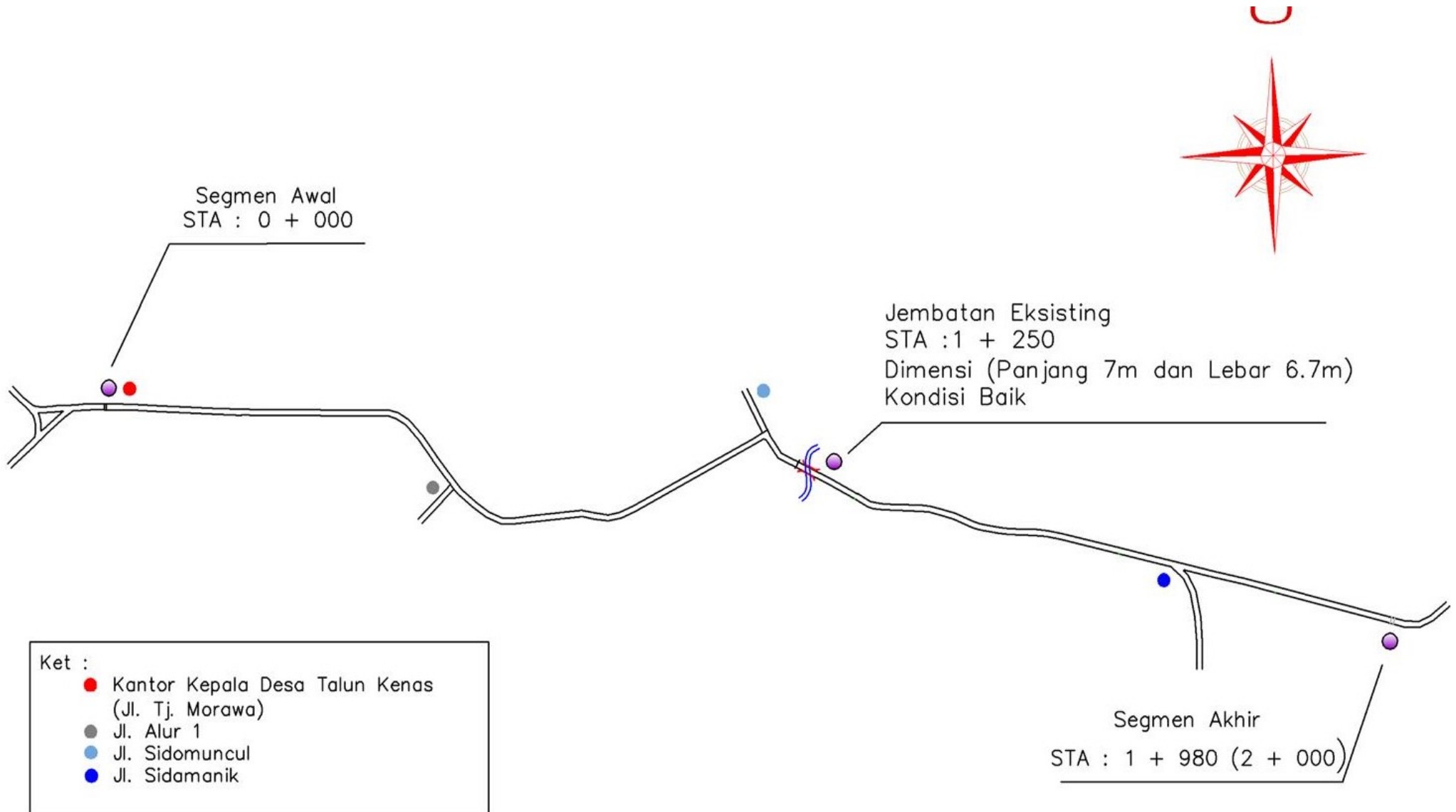
DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (1993) *Guide for Design of Pavement Structures*, AASHTO, Washington DC, USA.
- Dalimunthe . DWS, (2015) *Peningkatan Kelas Jalan Pada Ruas Jalan Kapten Sumarsono*, Laporan Tugas Akhir. Medan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*, SKBI.
- Directorat Jendral Bina Marga, 1987. *Tata Cara Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jlan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, Dewan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Jatmudjito, 2003. *Evaluasi Pernencanaan Peningkatan Jalan Menggunakan Agregat dan Metode Telford Jiwan-Madiun*. Tugas Akhir, Universitas Narotama Surabaya.
- Siegfried dan Sri Atmaja P. Rosyidi, 2007, *Deskripsi Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Menggunakan Metode AASHTO1993*.
- Sukirman, 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Sulaksono, S. 2. (2000) *Rekayasa Jalan*, Bandung: Penerbit ITB.

LAMPIRAN

DENAH LOKASI KEGIATAN

STA 0+000 s/d 1+980 (2+000) km
Desa Talun Kenas, Kec. STM. Hilir
Kab. Deli Serdang





PETA INDONESIA



LOKASI PEKERJAAN JALAN PEROVINSI RUAS DELITUA - TIGA JUHAR

LOKASI PEKERJAAN
RUAS DELI TUA - TIGA JUHAR
STA 0+000 S/D 1+950





DINAS BINA MARGA PROVINSI SUMATERA UTARA
PERENCANAAN TEKNIK JALAN DAN JEMBATAN
PAKET : DED JALAN DELI SERDANG – TIGA JUHAR (SEGMENT 1)
KONSULTAN : CV. HEXAGON RAYA RAYA CONSULTANT

REKAPITULASI TABEL VOLUME LALU-LINTAS

Hari	Kendaraan Bermotor											
	Kendaraan Ringan				Kendaraan Berat							Kendaraan tak bermotor
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
Senin	5463	395	383	114	3	2	41	54	4	0	0	0
Selasa	5402	378	367	101	2	2	40	50	2	0	0	0
Rabu	5309	369	361	104	2	2	40	51	2	0	0	3
Kamis	5354	370	365	100	2	2	40	45	2	0	0	0
Jum'at	5421	364	348	106	2	1	40	50	3	0	0	1
Sabtu	5217	350	340	99	3	2	41	49	2	0	0	0
Minggu	4945	278	343	87	2	1	35	44	0	0	0	2
Jumlah	37111	2504	2507	711	16	12	277	343	15	0	0	6

Tipe Kendaraan:

1. Sepeda Motor, Sekuter, Sepeda Kumbang dan Roda 3
2. Sedan, Jeep, Station Wagon
3. Opelet (Pick Up Combi, Subur Ban), Opelet
4. Pick Up, Micro Truck, Mobil Hantaran, Pick Up Box
- 5a. Bus Kecil

- 5b. Bus Besar
- 6a. Truck Sedang 2 Sumbu
- 6b. Truck Besar 2 Sumbu
- 7a. Truck 3 As
- 7b. Truck Gandeng

- 7c. Truck Semi Trailer
8. Kendaraan tak bermotor



DINAS BINA MARGA PROVINSI SUMATERA UTARA
PERENCANAAN TEKNIK JALAN DAN JEMBATAN
PAKET : DED JALAN DELI SERDANG –TIGA JUHAR (SEGMENT 1)
KONSULTAN : CV. HEXAGON RAYA CONSULTANT

REKAPITULASI CBR FROM DCP TEST

No	DCP Test No	STA	Panjang (m)	Kedalaman Uji Rata-rata	CBR at this Point	CBR At this Point Average
1	1 LT	0 + 000	50	100	8,55	5,930
2	2 RT	0 + 050	50	100	8,24	
3	3 LT	0 + 100	50	100	7,88	
4	4 RT	0 + 150	50	100	8,38	
5	5 LT	0 + 200	50	100	6,87	
6	6 RT	0 + 250	50	100	6,78	
7	7 LT	0 + 300	50	100	7,99	
8	8 RT	0 + 350	50	100	6,35	
9	9 LT	0 + 400	50	100	6,65	
10	10 RT	0 + 450	50	100	6,42	
11	11 LT	0 + 500	50	100	8,65	
12	12 RT	0 + 550	50	100	7,82	
13	13 LT	0 + 600	50	100	7,29	
14	14 RT	0 + 650	50	100	3,76	
15	15 LT	0 + 700	50	100	3,96	
16	16 RT	0 + 750	50	100	5,46	
17	17 LT	0 + 800	50	100	6,49	
18	18 RT	0 + 850	50	100	6,86	
19	19 LT	0 + 900	50	100	4,78	
20	20 RT	0 + 950	50	100	5,56	
21	21 LT	1 + 000	50	100	4,67	
22	22 RT	1 + 050	50	100	5,43	
23	1 CL	1 + 080	50	100	7,90	
24	23 LT	1 + 100	50	100	3,83	
25	24 RT	1 + 150	50	100	3,80	
26	25 LT	1 + 200	50	100	4,99	
27	26 RT	1 + 250	50	100	5,61	
28	2 CL	1 + 280	50	100	7,96	
29	27 LT	1 + 300	50	100	5,50	
30	28 RT	1 + 350	50	100	3,77	
31	29 LT	1 + 400	50	100	4,48	
32	30 RT	1 + 450	50	100	4,76	
33	3 CL	1 + 480	50	100	7,07	
34	31 LT	1 + 500	50	100	5,09	
35	32 RT	1 + 550	50	100	4,90	
36	33 LT	1 + 600	50	100	4,21	
37	34 RT	1 + 650	50	100	5,14	
38	4 CL	1 + 680	50	100	6,95	
39	35 LT	1 + 700	50	100	4,00	
40	36 RT	1 + 750	50	100	4,97	
41	37 LT	1 + 800	50	100	4,90	
42	38 RT	1 + 850	50	100	5,54	
43	39 LT	1 + 880	50	100	4,69	

Dari hasil Pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP Test) dapat disimpulkan sebagai berikut :
 Nilai Rata-rata CBR at this point sebesar 5,930.



Gambar L1: STA 0 + 000 Batas awal segmen perencanaan peningkatan jalan.



Gambar L2: STA 1 + 980 Batas akhir segmen perencanaan peningkatan jalan.



Gambar L3: Melakukan survei DCP Test tanah dasar.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Afridho Zulfantri
Panggilan : Ridho
Tempat, Tanggal Lahir : Binjai, 22 April 1996
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat Sekarang : Jl. Kom. Laut Yossudarso.
Nomor KTP : 1275012204960002
Alamat KTP : Jl. Kom. Laut Yossudarso, Cengkeh Turi, Binjai Utara
No. Telp Rumah : -
No. HP/Telp Seluler : 085836392910
E-mail : afridho.zulfantrie@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1307210278
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD Negeri 023971	2007
2	SMP	SMP Negeri 5 Binjai	2010
3	SMA	SMA Negeri 7 Binjai	2013
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2013 sampai selesai.		