

**ANALISIS KONSTRUKSI PERKERASAN LENTUR
(*FLEXIBEL PAVEMENT*)**

**Studi Kasus: Jalan Raya Simpang Nasional
Huta Lambung-Batas Angkola Selatan
Kecamatan Angkola Barat**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Gelar
Sarjana Teknik Sipil Stara Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh

**BENNY HIDAYAH NASUTION
198110001**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

2022

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 26/3/24

Access From (repository.uma.ac.id)26/3/24

ANALISIS KONSTRUKSI PERKERASAN LENTUR (FLEXIBEL PAVEMENT)

**Studi Kasus: Jalan Raya Simpang Nasional
Huta Lambung-Batas Angkola Selatan
Kecamatan Angkola Barat**

SKRIPSI

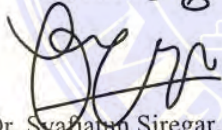
Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Stara Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh

BENNY HIDAYAH NASUTION
198110001

Disetujui,

Pembimbing I



Dr. Syahatun Siregar, S.T M.T
NIDN : 0027056904

Pembimbing II



Hermansyah., S.T., M.T
NIDN : 0106088004

Mengetahui,

Fakultas Teknik



Rahmad Syah., S.Kom., M.Kom
NIDN : 01050588004

Prodi Teknik Sipil



Hermansyah., S.T., M.T
NIDN : 0106088004

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Benny Hidayah Nasution

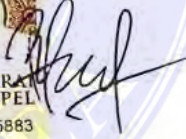
NIM : 198110001

Judul : Analisis Konstruksi Perkerasan Lentur (*flexible Pavement*) (Studi Kasus) Jalan Raya Jurusan Simpang Nasional Huta Lambung-Batas Angkola Selatan Kecamatan Angkola Barat

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara benar dan jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Medan, Oktober 2022

Yang membuat pernyataan


Benny Hidayah Nasution

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademi Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Benny Hidayah Nasution

NIM : 198110001

Prodi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **Analisis Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexibel Pavement*) Studi Kasus : Jalan Raya Simpang Nasional Huta Lambung-Batas Angkola Selatan Kecamatan Angkola Barat.**

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Medan, Oktober 2022
Yang menyatakan



Benny Hidayah Nasution

ABSTRAK

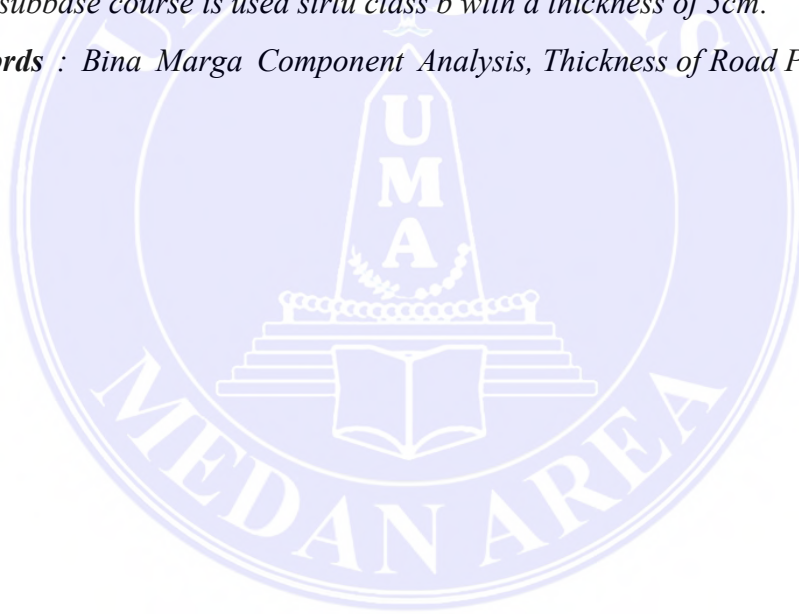
Perencanaan konstruksi perkerasan jalan merupakan salah satu bagian dari rekayasa jalan yang bertujuan memberikan pelayanan terhadap arus lalu lintas sehingga memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan. Semakin meningkatnya pengguna jalan, semakin banyak jalan yang rusak sebelum umur rencana tercapai. Salah satu jalan yang mengalami kerusakan adalah Jalan Raya Simpang Nasional Huta Lambung Batas Angkola Kecamatan Angkola Barat. Sehingga penelitian ini dilakukan dengan tujuan menghitung tebal perkerasan lentur Jalan Raya Simpang Nasional Huta Lambung Batas Angkola Kecamatan Angkola Barat. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yang diperoleh dari Dinas PU Tapanuli Selatan dan Observasi lapangan untuk menghitung LHR. Perhitungan perkerasan lentur menggunakan Metode Komponen Analisa Bina Marga 1987. Tebal perkerasan yang dihitung sebesar 20 cm dengan rincian Lapisan permukaan (*surface course*) digunakan Laston MS 744 Kg dengan tebal 5cm, Lapisan pondasi atas (*base course*) digunakan Laston atas dengan tebal 10cm dan Lapisan pondasi bawah (*subbase course*) digunakan sirtu kelas b dengan tebal 5cm.

Kata Kunci : Tebal Perkerasan Lentur, Komponen Analisa Bina Marga

ABSTRACT

Road pavement construction planning is one part of road engineering that aims to provide services to traffic flow so as to provide a sense of security and comfort to road users. The more road users increase, the more roads will be damaged before the design life is reached. One of the roads that was damaged was the National Highway Simpang Huta Lambung Batas Angkola, West Angkola District. So that this research was conducted with the aim of calculating the thickness of the flexible pavement for the National Huta Lambung Boundary Road, Angkola Border, Angkola Barat District. The data used in this study are primary data and secondary data obtained from the South Tapanuli Public Works Agency and field observations to calculate LHR. Calculation of flexible pavement using the 1987 Bina Marga Analysis Component Method. The calculated pavement thickness is 20 cm with details of the surface layer (surface course) used Laston MS 744 Kg with a thickness of 5cm, the top foundation layer (base course) used Laston with a thickness of 10cm and the subbase course is used sirtu class b with a thickness of 5cm.

Key Words : *Bina Marga Component Analysis, Thickness of Road Pavement.*



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur saya ucapkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang memberikan pengetahuan, kesehatan, dan kesempatan kepada saya sehingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area dapat di selesaikan dengan judul penelitian “Analisis Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) Studi Kasus Jalan Raya Simpang Nasional Huta Lambung-Batas Angkola Selatan Kecamatan Angkola Barat”.

Dengan kerendahan hati yang tulus-ikhlas, saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Hermansyah, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area dan selaku Pembimbing II dalam penulisan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Ir. Syafiatun Siregar, S.T, M.T selaku Pembimbing I dalam penulisan skripsi ini.
3. Kedua orang tua saya, Ayahanda H. Basyrah Nasution, S.Ag, dan Ibunda Salmadiani Siregar, S.Ag, yang telah banyak memberikan dukungan dan motivasi kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini.
4. Buat kakak, dan adik-adikku tersayang. Terima kasih atas doa dan dukungannya.

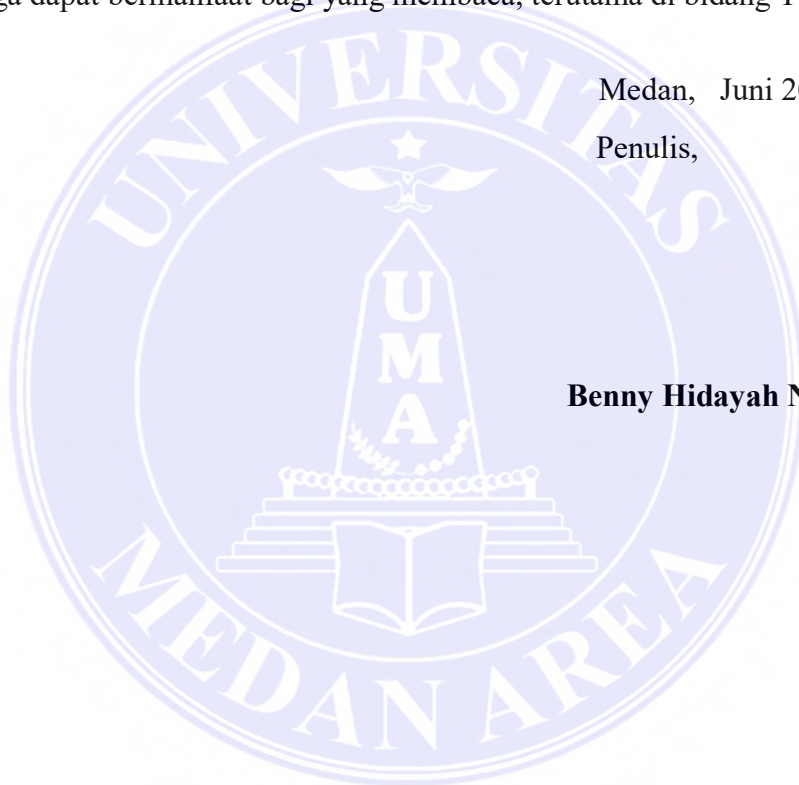
5. Teman-teman mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area yang tidak dapat disebutkan satu persatu, telah membantu dan memberi masukan hingga selesainya skripsi ini.

Akhir kata saya dengan tulus, mungkin di dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dan mempunyai makna bagi saya, juga dapat bermanfaat bagi yang membaca, terutama di bidang Teknik Sipil.

Medan, Juni 2022

Penulis,

Benny Hidayah Nasution



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN

HALAMAN PERSETUJUAN

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR SINGKATAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Defenisi Jalan Raya.....	7

2.3	Perkerasan Jalan.....	8
2.4	Jenis Konstruksi Perkerasan.....	10
2.5	Perkerasan Lentur Jalan Raya.....	12
2.5.1	Lapis Permukaan.....	13
2.5.2	Lapis Pondasi.....	19
2.5.3	Lapis Pondasi Bawah.....	21
2.5.4	Lapis Tanah Dasar.....	23
2.6	Perkerasan Lentur Bina Marga	25
2.6.1	Umur Rencana.....	26
2.6.2	Lalu Lintas.....	27
2.6.3	Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR.....	32
2.6.4	Alat Dynamic Cone Penetrometer.....	35
2.6.5	Faktor Regional.....	36
2.6.6	Indeks Permukaan.....	36
2.6.7	Koefisien Kekuatan Relatif.....	38
2.6.8	Batas-Batas Minimum Tebal Perkerasan.....	40
2.6.9	Pelapisan Tambahan.....	41
2.6.10	Analisa Komponen Perkerasan.....	42
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	45
3.1	Deskripsi Lokasi dan Waktu Penelitian.....	45
3.2	Jenis dan Sumber Data.....	45

3.2.1	Jenis Penelitian.....	45
3.2.2	Sumber Data.....	46
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	47
3.4	Teknik Pengolahan Data.....	47
3.5	Tahap Analisa Data.....	48
3.6	Diagram Alur Penelitian.....	49
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	51
4.2	Data Perhitungan.....	53
4.2.1	Data Lalu Lintas.....	53
4.2.1	<i>Data California Bearing</i>	54
4.3	Hasil.....	55
4.3.1	Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Metode Komponen Bina Marga 1987.....	55
4.4	Pembahasan.....	65
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran.....	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2 Perbedaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku.....	11
Tabel 2.3 Ketentuan Sifat Campuran Latasir.....	15
Tabel 2.4 Ketentuan Sifat Campuran Lataston	16
Tabel 2.5 Ketentuan Sifat Campuran Laston.....	16
Tabel 2.6 Ketentuan Sifat Campuran Laston Modifikasi.....	17
Tabel 2.7 Ketentuan Sifat Campuran Lasbutag	17
Tabel 2.8 Tebal Nominal Minimum Lapis Permukaan.....	18
Tabel 2.9 Gradasi Lapis Pondasi Agregat.....	20
Tabel 2.10 Ketentuan Sifat Lapis Pondasi Agregat	20
Tabel 2.11 Ketentuan Sifat Lapis Pondasi Tanah Semen	21
Tabel 2.12 Ketentuan Sifat Lapis Pondasi Agregat Semen	21
Tabel 2.13 Gradasi Lapis Pondasi Agregat Kelas C	22
Tabel 2.14 Ketentuan Sifat Lapis Pondasi Agregat Kelas C	23
Tabel 2.15 Umur Rencana Perkerasan Baru	26
Tabel 2.16 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan.....	27
Tabel 2.17 Koefisien Distribusi Kendaraan	27
Tabel 2.18 Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan.....	29
Tabel 2.19 Faktor Regional.....	36

Tabel 2.20 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur.....	37
Tabel 2.21 Indeks Permukaan Pada Umur Awal Rencana	37
Tabel 2.22 Koefisien Kekuatan Relatif.....	38
Tabel 2.23 Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan	40
Tabel 2.24 Batas Minimum Tebal Perkerasan	40
Tabel 2.25 Nilai Kondisi Perkerasan Jalan	41
Tabel 4.1 LHR Pada Ruas Jalan.....	53
Tabel 4.2 Nilai CBR Lapangan.....	54
Tabel 4.3 Nilai R Berdasarkan Jumlah Titik Pengujian.....	55
Tabel 4.4 Perhitungan LHR Awal Umur Rencana.....	58
Tabel 4.5 Hasil LHR Awal Umur Rencana	58
Tabel 4.6 Perhitungan LHR Akhir Umur Rencana.....	58
Tabel 4.7 Hasil LHR Akhir Umur Rencana.....	59
Tabel 4.8 Perhitungan LEP	59
Tabel 4.9 Nilai LEP.....	60
Tabel 4.10 Perhitungan LEA.....	60
Tabel 4.11 Nilai LEP.....	61
Tabel 4.12 Harga ITP	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penyebaran Beban Roda Hingga Lapisan Subgrade	8
Gambar 2.2 Lapisan Perkerasan Jalan Lentur	25
Gambar 2.3 CBR Dynamic	33
Gambar 2.4 Koreksi DDT dan CBR	34
Gambar 2.5 Alat DCP	35
Gambar 2.6 Nomogram Tebal Perkerasan Lentur	43
Gambar 2.7 Diagram Alur Analisa Komponen 1987	44
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	45
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	50
Gambar 4.1 Potongan Melintang Lokasi Penelitian	51
Gambar 4.2 Kondisi Jalan Sebelum Perkerasan Sta 0+200	52
Gambar 4.3 Kondisi Existing Sta 0+400	52
Gambar 4.4 Kondisi Existing Sta 0+800	53
Gambar 4.5 Grafik Nomogram Tebal Perkerasan Lentur	63
Gambar 4.6 Susunan Lapis Perkerasan Lentur	64
Gambar 4.7 Potongan Melintang Sesudah Perkerasan	65
Gambar 4.8 Kondisi Sta 0+600	65
Gambar 4.9 Kondisi Sta 1+100.....	66
Gambar 4.10 Kondisi Sta 1+350.....	66

DAFTAR SINGKATAN

AASHTO	=	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
AC-BC	=	<i>Asphalt concrete – binder course</i>
AC-WC	=	<i>Asphalt concrete – wearing course</i>
a	=	Koefisien kekuatan relatif
C	=	Koefisien Distribusi Kendaraan
CBR	=	<i>California Bearing Ratio</i>
DDT	=	Daya dukung tanah dasar
E	=	Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan
FP	=	Faktor penyesuaian
FR	=	Faktor regional
LHR	=	Lalu lintas harian rata-rata
I	=	Pertumbuhan lalu lintas
IP	=	Indeks permukaan
Ipo	=	Indeks permukaan pada awal umur rencana
ITP	=	Indeks tebal perkerasan
L	=	Lebar perkerasan
LEA	=	Lintas ekuivalen akhi
LEP	=	Lintas ekuivalen permukaan

LER = Lintas ekivalen rencana

LET = Lintas ekivalen tengah

UR = Umur rencana



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Prasarana transportasi yang berperan sangat besar dalam mendukung kemajuan dan perkembangan suatu daerah adalah jalan. Jalan merupakan sarana transportasi darat yang kemudian berkembang terus sebagai prasarana perhubungan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dalam melakukan berbagai aktifitas perekonomian baik itu aksesibilitas maupun mobilitas barang dan jasa. Perpindahan orang dan barang juga sangat bergantung pada jalan oleh karena itu infrastruktur harus dibuat sesuai dengan kebutuhannya.

Pertumbuhan penduduk yang semakin bertambah dan mobilitas penduduk yang semakin meningkat memaksakan adanya infrastruktur jalan yang baik. Infrastruktur jalan yang baik akan memberikan dampak positif untuk aktivitas perekonomian masyarakat. Konstruksi perkerasan jalan terbagi atas dua jenis yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan lentur umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya.

Perkerasan kaku merupakan konstruksi perkerasan dengan bahan baku agregat dan menggunakan semen sebagai pengikatnya, sehingga tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi bila dibandingkan dengan perkerasan lentur. Umumnya pembangunan

jalan di Indonesia menggunakan perkerasan lentur, dalam merencanakan konstruksi perkerasan lentur terdapat beberapa metode yang ada. Perencanaan konstruksi struktur perkerasan jalan merupakan salah satu bagian dari rekayasa jalan yang bertujuan memberikan pelayanan terhadap arus lalu lintas sehingga memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan.

Kesesuaian dan ketepatan dalam menentukan parameter pendukung dan metode perencanaan konstruksi perkerasan yang digunakan, sangat mempengaruhi efektifitas dan efisiensi penggunaan biaya konstruksi dan pemeliharaan jalan. Perencanaan perkerasan lentur jalan, perlu memperhitungkan tingkat pertumbuhan lalu lintas, dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan ekonomi dan sosial. Secara umum dapat diartikan bahwa dalam merencanakan perkerasan lentur tingkat volume lalu lintas dapat dijadikan indikator pada tingkat kesejahteraan masyarakat.

Semakin meningkatnya pengguna jalan, semakin banyak jalan yang rusak sebelum umur rencana tercapai. Hal ini disebabkan karena jalan merupakan sarana yang sangat dibutuhkan masyarakat sebagai sarana pendukung profesi mereka. Salah satu jalan yang mengalami kerusakan sebelum umur rencana tercapai adalah Jalan raya Huta Lambung–Batas Angkola Selatan. Jalan raya tersebut juga merupakan jalan nasional antar Kota/Kabupaten.

Jalan raya Huta Lambung–Batas Angkola Selatan memiliki panjang jalan sejauh 3 kilometer dan lebar 6 meter. Jalan tersebut merupakan jalan penghubung

Kota Padangsidempuan-Batang Toru-Sibolga yang merupakan daerah wisata. Jalan raya tersebut banyak yang rusak terutama pada lapisan atas, yang ditandai dengan banyaknya jalan yang berlubang dan retak-retak yang disebabkan genangan air pada musim hujan. Genangan air disebabkan drainase yang tidak memadai di sepanjang jalan sehingga air tergenang kejalan mengakibatkan rusaknya lapisan atas permukaan jalan tersebut. Kerusakan lapisan atas juga disebabkan oleh kendaraan berat dan kendaraan tambang yang melebihi muatan yang tidak sesuai standar jalan dan tonase kendaraan tersebut. Jalan raya Huta Lambung–Batas Angkola Selatan Kecamatan Angkola Barat saat ini sudah selesai proses pengerjaan perbaikan jalan, pengerjaan tersebut sudah berlangsung sejak Mei 2021.

Berdasarkan uraian di atas penulis mengangkat penelitian dengan judul “Analisis Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexibel Pavement*) (Studi Kasus) Jalan Raya Simpang Nasional Huta Lambung–Batas Angkola Selatan Kecamatan Angkola Barat”. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Bina Marga. Penulis memilih metode tersebut karena pembangunan jalan di Indonesia relative menggunakan metode Bina Marga.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Berapa tebal perkerasan lentur jalan raya Huta Lambung-Batas Angkola Selatan kecamatan Angkola Barat?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari melebarnya pembahasan dalam penelitian ini, maka batasan masalah dalam penelitian ini hanya pada konstruksi perkerasan lentur jalan yang datanya meliputi:

1. Ruas jalan yang akan diteliti yaitu ruas jalan raya Huta Lambung–Batas Angkola Selatan kecamatan Angkola Barat sejauh 1,4 kilometer.
2. Metode yang digunakan adalah Metode Analisa Bina Marga 1987.
3. Data lalu lintas harian rata-rata (LHR).
4. Data CBR yang diperoleh dari Dinas PU Tapanuli Selatan.

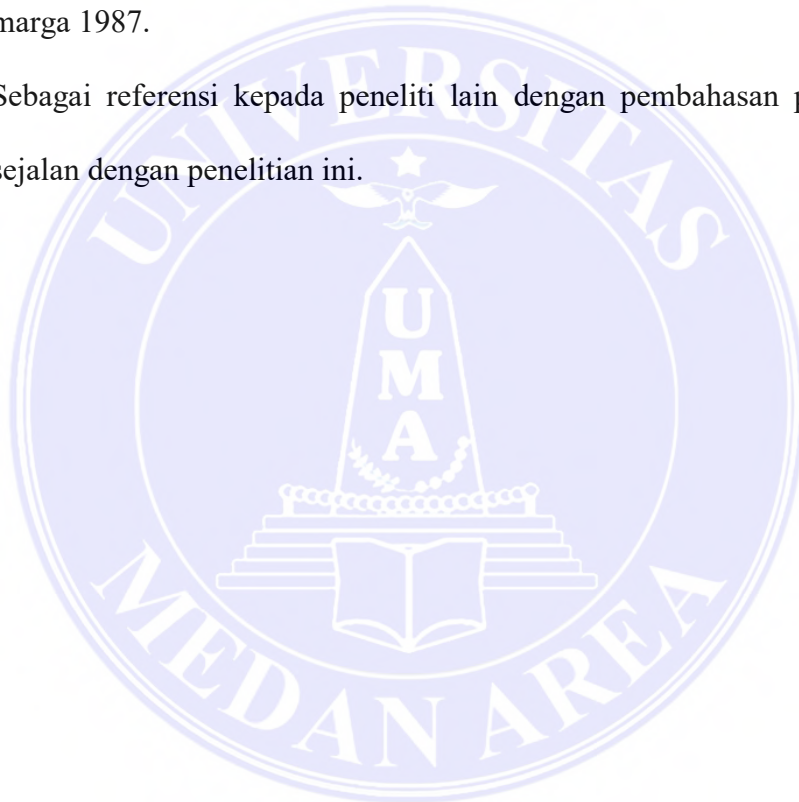
1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk menghitung tebal perkerasan lentur jalan raya Huta Lambung-Batas Angkola Selatan Kecamatan Angkola Barat dengan menggunakan metode Analisa Komponen Bina Marga 1987.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah wawasan tentang perhitungan tebal perkerasan lentur jalan raya menggunakan metode bina marga 1987.
2. Dapat menemukan hasil yang efisien, efektif dan praktis dari metode bina marga 1987.
3. Sebagai referensi kepada peneliti lain dengan pembahasan penelitian yang sejalan dengan penelitian ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk mendukung penelitian pada penulisan tugas akhir ini penulis melakukan telaah pada contoh penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Beberapa penelitian terdahulu yang telah meneliti dengan konsep yang sama dan berdekatan dengan penelitian ini sebenarnya telah ada. Untuk ini berikut beberapa penelitian terdahulu yang dicantumkan guna melihat perbedaan sehingga terabsahkan keaslian penelitian ini :

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti dan Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
1.	Andy Arifianto Perencanaan Perkerasan Lentur Metode Bina Marga Pada Ruas Jalan Agen Polisi II Peril Di STA 0+000–1+000 Kecamatan Pujon Kabupaten Malang (Jurnal, 2018)	Kristafi Perencanaan perkerasan lentur di ruas jalan tersebut dengan umur rencana 10 tahun dengan susunan perkerasannya yaitu Panjang jalan = 1000 meter, lebar jalan = 3,5 meter, ketebalan lapisan permukaan (D1) = 0,075 meter, ketebalan lapisan pondasi atas (D2) = 0,20 meter, dan ketebalan lapisan pondasi bawah (D3) = 0,15 meter. Perencanaan lapisan perkerasan pondasi bawah (D3) telah layak untuk direncanakan.	Perbedaan penelitian terletak pada lokasi penelitian. Andy Kristafi Arifianto melakukan penelitian pada ruas jalan kecamatan Pujon kabupaten Malang, sedangkan penelitian ini dilakukan pada ruas jalan raya Huta Lambung - Batas Angkola Selatan Kecamatan Angkola Barat Kabupaten Tapanuli Selatan.
2.	Novita Pradani Analisis Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode PD T-01-2002-B, Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) dan Metode Nottingham	Metode Pd T-01-2002-B, Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) dan Metode Nottingham digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan baru. Data-data yang digunakan dalam perencanaan perkerasan meliputi data primer dan data sekunder. Hasil perencanaan tebal perkerasan	Perbedaan penelitian terletak pada metode yang digunakan untuk menghitung tebal perkerasan lentur dan lokasi penelitian. Novita Pradani menggunakan Metode Pd T-01-2002-B,

<p>Pada Ruas Jalan I Ngurah Rai Palu (Jurnal, 2016)</p>	<p>dengan umur rencana 20 tahun Metode Bina Marga Pd T-01-2002-B memperoleh nilai LHR sebesar 21.033.360,724 CESA dengan tebal perkerasan untuk tiap lapisan surface 11 cm, lapisan pondasi atas 20 cm, lapisan pondasi bawah 10 cm. Pada metode Manual Desain Perkerasan diperoleh nilai LHR sebesar 231.301.030,144 CESA dengan tebal perkerasan lapisan surface untuk AC-WC dengan tebal 5 cm dan ACBC dengan tebal 28 cm, lapisan pondasi atas 15 cm, lapisan pondasi bawah 15 cm. Metode Nottingham diperoleh nilai LHR sebesar 39.500.000 dengan tebal perkerasan lapisan surface 29,5 cm dan untuk lapis pondasi 20 cm. Dari ketiga metode yang digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan lentur, metode yang menghasilkan tebal perkerasan yang lebih tipis adalah metode Pd T-01-2002-B.</p>	<p>Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) dan Metode Nottingham. Sedangkan penelitian ini hanya menggunakan metode Bina Marga.</p>
<p>3. Abdul Kholiq Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Raya Antara Bina Marga dan AASHTO '93 (Studi Kasus : Jalan Lingkar Utara Panyingkiran-Baribis Ajalengka) (Jurnal, 2014)</p>	<p>Dari hasil perhitungan kedua metode diatas maka dapat dilihat perbedaan ketebalan lapis perkerasan. Sebagai berikut ini; Lapisan perkerasan permukaan (laston MS-744 kg) metode Bina Marga 5,0 cm dan Metode AASHTO 7,5 cm; Lapisan pondasi (Batu Pecah CBR 100%) metode Bina Marga 20,0 cm dan Metode AASHTO 20,0 cm; Lapisan pondasi bawah (Batu Pecah CBR 50%) metode Bina Marga 9,0 cm dan Metode AASHTO tidak menggunakan sirtu sebagai pondasi bawah; Lapisan pondasi bawah (Batu Pecah CBR 70% + Agregat Sub Base) metode Bina Marga tidak menggunakan pondasi bawah dengan nilai CBR 70% dan Metode 39 cm.</p>	<p>Perbedaan penelitian terletak pada metode yang digunakan dalam menghitung tebal perkerasan lentur dan lokasi penelitian. Abdul kholiq menggunakan metode Bina Marga dan AASHTO dan membandingkan kedua hasilnya. Sedangkan penelitian ini hanya menggunakan metode Bina Marga.</p>
<p>4. Dwi Novi Wulansari Analisis Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen</p>	<p>Dari hasil analisis metode analisa komponen diperoleh lapisan permukaan menggunakan Laston MS 340 kg dengan tebal 5 cm, lapisan pondasi atas menggunakan</p>	<p>Perbedaan penelitian terletak pada metode yang digunakan dalam menghitung tebal perkerasan lentur dan</p>

dan Metode AASHTO Pada Ruas Jalan Nagrak Kabupaten Bogor (2018)	batu pecah kelas C dengan tebal 20 cm dan lapisan pondasi bawah menggunakan Sirtu kelas C dengan tebal 17 cm. sedangkan metode AASHTO diperoleh lapisan permukaan menggunakan beton aspal dengan tebal 11 cm, lapisan pondasi atas menggunakan lapis pondasi granular dengan tebal 8 cm dan lapis pondasi bawah menggunakan lapis pondasi bawah granular dengan tebal 15 cm.	lokasi penelitian. Abdul kholiq menggunakan metode Bina Marga dan AASHTO dan membandingkan kedua hasilnya. Sedangkan penelitian ini hanya menggunakan metode Bina Marga.
---	--	--

2.2 Defenisi Jalan Raya

Jalan merupakan suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun, meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas. Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

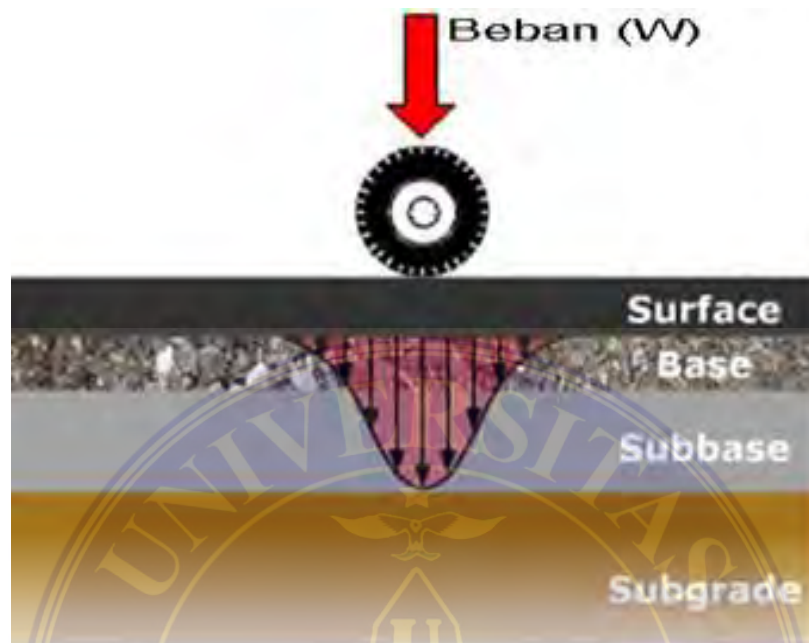
Jalan raya adalah suatu lintasan yang bermanfaat untuk melewati lalu lintas dari suatu tempat ke tempat yang lain. Jalan raya adalah jalur - jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran - ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat.

Keberadaan jalan raya sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi seiring dengan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi yang dapat menjangkau daerah-daerah terpencil yang merupakan sentral produksi pertanian. Perkembangan kapasitas maupun kuantitas kendaraan yang menghubungkan kota-kota antar provinsi dan terbatasnya sumber dana untuk pembangunan jalan raya serta belum optimalnya pengoperasian prasarana lalu lintas yang ada, merupakan permasalahan utama di Indonesia.

Untuk menghubungkan ruas jalan baru maupun peningkatan yang diperlukan berhubungan dengan penambahan kapasitas jalan raya. Hal ini akan memerlukan metode efektif dalam perancangan maupun dalam perencanaan agar diperoleh hasil yang terbaik dan ekonomis, tetapi memenuhi unsur keselamatan pengguna jalan dan tidak mengganggu ekosistem.

2.3 Perkerasan Jalan

Konstruksi perkerasan terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi sebagai penerima beban lalu lintas dan menyebarkan kelapisan bawahnya. Beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terpusat. Penyebaran beban roda sampai pada lapisan *subgrade* melalui lapisan perkerasan jalan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.1 Penyebaran beban roda hingga lapisan subgrade

Sumber : Yoder, E. J dan Witczak (1975)

Tanah asli di alam jarang sekali dalam kondisi mampu mendukung beban berulang dari lalu lintas kendaraan tanpa mengalami deformasi yang besar. Karena itu, dibutuhkan suatu struktur yang dapat melindungi tanah dari beban roda kendaraan, struktur ini disebut perkerasan (*pavement*). Perkerasan merupakan struktur yang diletakkan pada tanah dasar, yang memisahkan antara ban kendaraan dengan tanah-tanah yang berada di bawahnya. Perkerasan harus memberikan permukaan yang rata dengan kekesatan tertentu, dengan umur pelayanan yang cukup panjang serta pemeliharaan yang minimum.

Distribusi beban berbentuk piramida dapat diasumsikan mempunyai sudut bidang horizontal dan memberikan perkiraan angka yang tepat. Dalam kenyataan, distribusi itu terjadi sedikit lebih besar dari pada bagian atas lapisan perkerasan

tersebut. Beban lalu lintas yang bekerja di atas konstruksi perkerasan jalan berupa gaya vertical dari muatan kendaraan. Karena sifat penyebaran gaya, maka muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin kebawah gaya yang diterima semakin kecil. Komponen-komponen perkerasan meliputi lapis aus, lapis perkerasan terikat atau tersementasi, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah, tanah dasar, dan sistem drainase.

- a. Lapis aus (*wearing course*) yang memberikan cukup kekesatan, tahan gesek, dan penutup kedap air atau drainase air permukaan.
- b. Lapis perkerasan terikat atau tersementasi (aspal atau beton) yang memberikan daya dukung yang cukup, dan sekaligus sebagai penghalang air yang masuk ke dalam material tak terikat di bawahnya.
- c. Lapis pondasi (*base course*) dan lapis pondasi bawah (*subbase course*) lapisan ini terletak antara lapisan pondasi atas dan lapisan tanah dasar. Lapisan tak terikat yang memberikan tambahan kekuatan (khususnya untuk perkerasan lentur), dan ketahanan terhadap pengaruh air yang merusak struktur perkerasan serta pengaruh degradasi yang lain (erosi dan intrusi butiran halus).
- d. Tanah dasar (*subgrade*) kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Tanah dasar yang memberikan cukup kekakuan, kekuatan yang seragam dan merupakan landasan yang stabil bagi lapisan material perkerasan di atasnya.

- e. Sistem drainase yang dapat membuang air dengan cepat dari sistem perkerasan, sebelum air menurunkan kualitas lapisan material granular tak terikat dan tanah dasar.

Bahan untuk lapisan permukaan umumnya adalah sama dengan bahan untuk lapis pondasi, dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan asal diperlakukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan dengan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

2.4 Jenis Konstruksi Perkerasan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*Subgrade*). Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri, dengan demikian memberikan kenyamanan selama masa pelayanan jalan tersebut.

Perkerasan jalan merupakan lapisan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, sehingga lapisan ini berhubungan langsung dengan roda kendaraan. Lapis perkerasan ini berfungsi memberikan pelayanan terhadap lalu lintas dan menerima beban repetisi lalu lintas setiap harinya. Lapis perkerasan yang atas disebut lapis permukaan yang mana pada lapisan ini kontak langsung dengan roda kendaraan dan lingkungan, sehingga biasanya lapisan ini lebih cepat rusak terutama akibat air dan beban kendaraan.

Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu dipertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pertahapan konstruksi agar dicapai manfaat yang sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan. Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas konstruksi perkerasan lentur, konstruksi perkerasan kaku dan konstruksi perkerasan komposit.

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan–lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.“Pada Umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang digunakan untuk jalan yang lalu lintasnya ringan sampai sedang, seperti jalan perkantoran, perkerasan dengan konstruksi bertahap”.(Sukirman, S, 2010)
- b. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas Sebagian besar dipikul oleh pelat beton.(Sukirman, S, 2010)
- c. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Tabel 2.2 Perbedaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

NO	Pembeda	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 temperature	Modulus kekakuan berubah. Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah. Timbul tegangan dalam yang besar

Sumber : Silvia Sukirman, 1999.

2.5 Perkerasan Lentur Jalan Raya

Perkerasan lentur (*flexible faveмент*) atau perkerasan aspal (*asphalt pavement*), umumnya terdiri dari lapis permukaan aspal yang berada di atas lapis pondasi dan lapis pondasi bawah granuler yang dihamparkan di atas tanah dasar. Pada umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai dengan sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak di bawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap. Keuntungan menggunakan perkerasan lentur adalah sebagai berikut :

- a. Dapat digunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (*differential settlement*) terbatas
- b. Mudah diperbaiki
- c. Tambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja
- d. Memiliki tahanan geser yang baik
- e. Warna perkerasan memberikan kesan tidak silau bagi pemakai jalan
- f. Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas atau kurangnya data untuk perencanaan.

Kerugian menggunakan perkerasan lentur adalah sebagai berikut:

- a. Tebal total struktur perkerasan lebih tebal dari pada perkerasan kaku
- b. Kelenturan dan sifat kohesi berkurang selama masa pelayanan
- c. Frekuensi pemeliharaan lebih sering daripada menggunakan perkerasan kaku
- d. Tidak baik digunakan jika sering digenangi air
- e. Membutuhkan agregat lebih banyak.

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. Lapisan tersebut terdiri dari lapisan permukaan, lapisan pondasi, lapisan pondasi bawah dan lapis tanah dasar.

2.5.1 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan yang terletak paling atas disebut lapisan permukaan dan berfungsi sebagai:

- a. Lapis penahan beban vertikal dari kendaraan, oleh karena itu lapisan harus memiliki stabilitas tinggi selama masa pelayanan.
- b. Lapis aus (*wearing course*) karena menerima gesekan dan getaran roda dari kendaraan yang mengerem.
- c. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atas lapisan permukaan tidak meresap ke lapis bawahnya yang berakibat rusaknya struktur perkerasan jalan.

- d. Lapis yang menyebarkan beban ke lapis pondasi.
- e. Memberikan permukaan yang rata bagi kendaraan yang melintas di atasnya.
- f. Menahan gaya vertikal, horizontal, dan getaran dari beban roda, sehingga harus mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.

Lapis permukaan perkerasan lentur menggunakan bahan pengikat aspal, sehingga menghasilkan lapis yang kedap air, berstabilitas tinggi, dan memiliki daya tahan selama pelayanan. Namun demikian, akibat kontak langsung dengan roda kendaraan, hujan, dingin dan panas lapis atas paling cepat menjadi aus dan rusak, sehingga disebut lapis aus. Lapisan di bawah lapis aus yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, disebut lapis permukaan antara (*binder course*), berfungsi memikul beban lalu lintas dan mendistribusikannya ke lapis pondasi.

Jenis lapis permukaan yang umum digunakan di Indonesia adalah:

- a. Laburan aspal merupakan lapis penutup yang tidak memiliki nilai struktural yang terdiri dari:

Laburan aspal satu lapis (*burtu* = *surface dressing*), terdiri dari lapis aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam dengan ukuran nominal maksimum 13 mm. *Burtu* memiliki ketebalan maksimum 2 cm.

- 1) Labura aspal dua lapis (*burda* = *surface dressing*), terdiri dari lapis aspal ditaburi agregat, dikerjakan dua kali secara berurutan, dengan tebal padat maksimum 3,5 cm. Lapis pertama *burda* adalah lapis *burtu* dan lapis keduanya menggunakan agregat penutup dengan ukuran maksimum 9,5 mm (3/8 inci).

b. Lapis tipis aspal pasir (Latasir = *Sand Sheet* = SS), yaitu lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Lapisan ini merupakan lapis penutup permukaan jalan yang menggunakan agregat halus atau pasir atau campuran keduanya, dicampur dengan aspal, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Ada dua jenis latasir yaitu latasir kelas A dan kelas B. Latasir kelas A dengan tebal nominal minimum 15 mm, menggunakan agregat dengan ukuran maksimum no. 4, sedangkan latasir kelas B dengan tebal nominal minimum 20 mm, menggunakan agregat ukuran maksimum 9,5 mm (3/8 inci). Latasir digunakan untuk lalu lintas ringan yaitu kurang dari 0,5 juta lintas sumbu standar (ss).

Tabel 2.3 Ketentuan Sifat Campuran Latasir

Indikator Sifat Campuran	Latasir	
	Kelas A dan B	
Jumlah tumbukan per bidang		50
Rongga dalam campuran (VIM) %	Min	3,0
	Mak	6,0
Rongga antara agregat (VMA) %	Min	20
Rongga terisi aspal (VFA) %	Min	75
Stabilitas Marshall (kg)	Min	200
Kelelehan (mm)	Min	2
	Mak	3
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	80
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60° C pada VIM ± 7%	Min	80

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

c. Lapis tipis beton aspal (Lataston = *Hot Rolled Sheet* = HRS), yaitu lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi dan aspal keras dengan perbandingan tertentu. Lapisan ini merupakan lapis permukaan

yang menggunakan agregat bergradasi senjang dengan ukuran agregat maksimum 19 mm (3/4 inci). Ada dua jenis laston yang digunakan yaitu :

- 1) Laston lapis aus, atau *Asphalt Concrete Wearing Course* = AC-WC, menggunakan agregat dengan ukuran maksimum 19 mm (3/4 inci). Lapis AC-WC bertebal nominal minimum 40 mm dengan tebal toleransi ± 3 mm.
- 2) Laston lapis permukaan antara, atau *Asphalt Concrete Binder Course* = AC-BC, menggunakan agregat dengan ukuran maksimum 25 mm (1 inci). Lapis AC-BC bertebal nominal minimum 50 mm dengan tebal toleransi ± 4 mm.

Tabel 2.4 Ketentuan Sifat Campuran Laston

Sifat-sifat campuran	Laston	
	WC	BC
Jumlah tumbukan per bidang	75	
Rongga dalam campuran (VIM) %	Min	3,0
	Mak	6,0
Rongga antara agregat (VMA) %	Min	18
Rongga terisi aspal (VFA) %	Min	68
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800
Kelelahan (mm)	Min	3
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60° C pada VIM $\pm 7\%$	Min	80
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min	2

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

- d. Lapis beton aspal (Laston = *Asphalt Concret* = AC), yaitu lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat dua kali secara berurutan dengan tebal

tertentu. merupakan lapis permukaan yang menggunakan agregat bergradasi baik. Laston cocok digunakan untuk lalu lintas berat.

Tabel 2.5 Ketentuan Sifat Campuran Laston

Sifat- sifat Campuran	Laston		
	WC	BC	Base
Jumlah tumbukan per bidang	75		112
Rongga dalam campuran (VIM) %	Min	3,5	
	Mak	5,5	
Rongga antara agregat (VMA) %	Min	15	13
Rongga terisi aspal (VFA) %	Min	65	60
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800	1500
	Mak	-	-
Kelelahan (mm)	Min	3	5
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250	300
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60° C pada VIM \pm 7%	Min	80	
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min	2,5	

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

- e. Lapis penetrasi macadam (Lapen) adalah lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi seragam. Setelah agregat pengunci dipadatkan disemprotkan aspal kemudian diberi agregat penutup dan dipadatkan. Lapen sesuai digunakan untuk lalu lintas ringan sampai dengan sedang. Bahan-bahan lapen merupakan agregat yang berupa batu pecah yang berupa agregat pengunci dan penutup yang bersih, keras dengan kualitas seragam dan bebas dari kotoran lempung, dan bahan lainnya. Agregat kasar berupa lapisan utama yang berada dalam batas-batas agregat ukuran nominal yang tergantung kepada ketebalan lapisan dengan ukuran sepertiga tebal rencana. Ukuran maksimum agregat pokok membedakan ketebalan yang dapat dipilih, yaitu :

- 1) Tebal 7–10 cm, jika digunakan agregat pokok dengan ukuran maksimum 75 mm (3 inci)
- 2) Tebal 5-8 cm, jika digunakan agregat pokok dengan ukuran maksimum 62,5 mm (2,5 inci)
- 3) Tebal 4-5 cm, jika digunakan agregat pokok dengan ukuran maksimum 50 mm (2 cm)

Tabel 2.6 Ketentuan Sifat Campuran Laston Modifikasi

Sifat- sifat Campuran	Laston		
	WC Mod	BC Mod	Base Mod
Jumlah tumbukan per bidang		75	112
Rongga dalam campuran (VIM) %	Min	3,5	
	Mak	5,5	
Rongga antara agregat (VMA) %	Min	15	13
Rongga terisi aspal (VFA) %	Min	65	60
Stabilitas Marshall (kg)	Min	1000	1800
	Mak	-	-
Kelelahan (mm)	Min	3	5
	Mak	-	-
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	300	350
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60° C pada VIM ± 7%	Min		80
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min		2,5
Stabilitas dinamis, lintasan/mm	Min		2500

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

f. Lapis asbuton agregat agregat (Lasbutag) adalah campuran antara agregat asbuton dan peremaja yang dicampur, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Lapis lasbutag bertebal nominal minimum 40 mm dengan ukuran agregat maksimum adalah 19 mm (3/4 inci).

Tabel 2.7 Ketentuan Sifat Campuran Lasbutag

Sifat Campuran	Persyaratan
Derajat fraksi ringan :	
-campuran untuk pemeliharaan, %	25
-campuran untuk pelapis, %	50
Jumlah tumbukan	2 x 75
Rongga dalam campuran (VIM), %	3.0 – 6,0
Rongga antara agregat (VMA), %	Min. 16
Stabilitas pada temperature ruang 25° C, kg	Min. 500
Kelelehan, mm	2-4
Stabilitas sisa, setelah 4 hari direndam dalam air 25° C, %	Min. 75

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

Tabel 2.8 Tebal Nominal Minimum Lapis Permukaan

Jenis Campuran	Simbol	Tebal Nominal Minimum (mm)	Toleransi Tebal (mm)	
Latasir Kelas A	SS-A	15	-	
Latasir Kelas B	SS-B	20	-	
Lapis Aus	HRS-WC	30		
Lapis Permukaan antara	HRS-BC	35	± 4	
Lapis Aus	AC-WC	40	± 3	
Lapis Permukaan Antara	AC-BC	50	± 4	
Laston	Lapis Pondasi	AC-Base	60	± 5

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

2.5.2 Lapis Pondasi (*Base Course*)

Lapis perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*Base Course*). Jika tidak digunakan lapis pondasi bawah, maka lapis pondasi diletakkan langsung di atas permukaan tanah dasar. Fungsi lapisan pondasi atas ini antara lain:

- a. Bagian struktur perkerasan yang menahan gaya vertikal dari beban kendaraan dan disebarakan ke lapis di bawahnya.
- b. Lapis peresap untuk lapis pondasi bawah.
- c. Mendukung kerja lapis permukaan sebagai penahan gaya geser dari beban roda, dan menyebarkan ke lapisan dibawahnya.
- d. Memperkuat konstruksi perkerasan, sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan.

Material yang digunakan untuk lapis pondasi adalah material yang cukup kuat dan awet sesuai syarat Teknik dalam spesifikasi pekerjaan. Lapis pondasi dapat dipilih lapis berbutir tanpa pengikat atau lapis dengan aspal sebagai pengikat. Jenis lapis pondasi yang umum digunakan di Indonesia adalah :

- a. Laston lapis pondasi (*asphalt concrete base = AC-Base*), adalah laston yang digunakan untuk lapis pondasi, tebal nominal minimum 60 mm dengan tebal toleransi ± 5 mm. agregat yang digunakan berukuran maksimum 37,5 mm (1,5 inci).
- b. Lasbutag lapis pondasi adalah campuran antara agregat asbuton dan peremaja yang dicampur, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Lapis lasbutag lapis pondasi bertebal nominal minimum 50 mm dengan ukuran agregat maksimum adalah 25 mm (1 inci).
- c. Lapis penetrasi Macadam (Lapen) dapat pula digunakan sebagai lapis pondasi, hanya saja tidak menggunakan agregat penutup.

- d. Lapis pondasi agregat adalah lapis pondasi dari butir agregat. Berdasarkan gradasinya lapis pondasi agregat dibedakan atas agregat kelas A dan agregat kelas B.

Tabel 2.9 Gradasi Lapis Pondasi Agregat

Ukuran Saringan		Persen berat yang lolos, % lolos	
ASTM	(mm)	Kelas A	Kelas B
3"	75		
2"	50		100
1 ½"	37,5	100	88-100
1"	25,0	77-100	70-85
3/8"	9,50	44-60	40-65
No.4	4,75	27-44	25-52
No.10	2,0	17-30	15-40
No.40	0,425	7-17	8-20
No.200	0,075	2-8	2-8

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

Tabel 2.10 Ketentuan Sifat Lapis Pondasi Agregat

Sifat	Kelas A	Kelas B
Abrasi dari agregat kasar (SNI 03-24171990)	Mak. 40%	Mak. 40%
Indek Plastis (SNI 03-1996-1990 dan SNI 03-1967-1999)	Mak. 6	Mak.6
Hasil kali indek plastis dengan % lolos saringan No.200	Mak.25	--
Batas cair (SNI 03-1967-1990)	Mak. 25	Mak. 25
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat (SNI 03-4141-1996)	0%	Mak. 1%
CBR (SNI 03-1744-1989)	Min. 90	Min.65%
Perbandingan persen lolos \neq 200 dan \neq 40	Mak. 2/3	Mak. 2/3

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

- e. Lapis pondasi tanah semen adalah lapisan yang dibuat dengan menggunakan tanah pilihan yang diperoleh dari daerah setempat, yaitu tanah lempung dan tanah berbutir seperti pasir dan kerikil kepasiran dengan plastisitas rendah.

Tabel 2.11 Ketentuan Sifat Lapis Pondasi Tanah Semen

Pengujian	Batas-batas Sifat (setelah perawatan 7 hari)	Metode pengujian
Kuat tekan bebas (UCS), kg/cm ²	Min. 20	SNI 03-6887-2002
CBR Laboratorium, %	Min. 180	SNI 03-1744-1989

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

- f. Lapis pondasi agregat pondasi semen (LFAS) adalah agregat kelas A, agregat kelas B, atau agregat kelas C yang diberi campuran semen dan berfungsi sebagai lapis pondasi. Lapis ini harus diletakkan di atas lapis pondasi bawah agregat kelas C.

Tabel 2.12 Ketentuan Sifat Lapis Pondasi Agregat Semen

Lapis Pondasi Agregat Semen	Kuat Tekan Bebas Umur 7 Hari (kg/cm ²)	
	Silinder (diameter 70 mm x tinggi 140 mm)	Silinder (diameter 150 mm x tinggi 300 mm)
Kelas A	45	75
Kelas B	35	55
Kelas C	30	35

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007

2.5.3 Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

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

- a. Bagian dari struktur perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban kendaraan ke lapis tanah dasar. Lapis ini harus cukup stabil dan mempunyai CBR sama atau lebih besar dari 20%, serta Indeks Plastis (IP) sama atau lebih kecil dari 10%.
- b. Efisiensi penggunaan material yang relatif murah, agar lapis di atasnya dapat dikurangi tebalnya.
- c. Lapis peresap agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- d. Lapis pertama agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan lancar, sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda alat berat.
- e. Lapis filter untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi.

Jenis lapis pondasi bawah yang umum digunakan di Indonesia adalah jenis lapis pondasi agregat kelas C. Lapis pondasi agregat kelas C ini dapat pula digunakan sebagai lapis pondasi tanpa penutup aspal.

Tabel 2.13 Gradasi Lapis Pondasi Agregat Kelas C

Ukuran Saringan		Persentase berat yang lolos, % lolos
ASTM	(mm)	Kelas C
3"	75	100
2"	50	75-100
1 ½"	37,5	60-90
1"	25,0	45-78

3/8"	9,50	25-55
No.4	4,75	13-45
No.10	2,0	8-36
N0.40	0,425	7-23
No.200	0,075	5-15

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2007

Tabel 2.14 Ketentuan Sifat Lapis Pondasi Agregat Kelas C

Sifat	Kelas C
Abrasi dari agregat kasar (SNI 03-2417-1990)	Mak. 40%
Indeks Plastis (SNI-03-1966-1990 dan SNI-03-1967-1990)	4-9
Batas Cair (SNI 03-1967-1990)	Mak. 35
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat (SNI 03-4141-1996)	Mak. 1%
CBR (SNI 03-1744-1989)	Min. 35%
Perbandingan persen lolos $\neq 200$ dan $\neq 40$	Mak. 2/3

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2007

2.5.4 Lapis Tanah Dasar (*Subgrade/Road Bed*)

Lapis tanah sebesar 50-100 cm di atas mana diletakkan lapis pondasi bawah dan atau lapis pondasi dinamakan lapis tanah dasar atau *subgrade*. Mutu persiapan lapis tanah dasar sebagai perletakan struktur perkerasan jalan sangat menentukan ketahanan struktur dalam menerima beban lalu lintas selama masa pelayanan.

Berdasarkan elevasi muka tanah dimana struktur perkerasan jalan diletakkan, lapis tanah dasar dibedakan atas:

- a. Lapis tanah dasar asli adalah tanah dasar yang merupakan muka tanah asli di lokasi jalan tersebut. Pada umumnya lapis tanah dasar ini disiapkan hanya dengan membersihkan, dan memadatkan lapis atas setebal 30-50 cm dari muka tanah

dimana struktur perkerasan direncanakan akan diletakkan. Benda uji untuk menentukan daya dukung tanah dasar diambil dari lokasi tersebut, setelah akar tanaman atau kotoran lain disingkirkan.

- b. Lapis tanah dasar tanah urug atau tanah timbunan adalah lapis tanah dasar yang lokasinya terletak di atas muka tanah asli. Pada pelaksanaan membuat lapis tanah dasar tanah urug perlu diperhatikan tingkat kepadatan yang diharapkan. Benda uji untuk menentukan daya dukung tanah dasar diambil dari lokasi tanah urugan.
- c. Lapis tanah dasar tanah galian adalah lapis tanah dasar yang lokasinya terletak di bawah muka tanah asli. Dalam kelompok ini termasuk pula penggantian tanah asli setebal 50-100 cm akibat daya dukung tanah asli yang kurang baik. Pada pelaksanaan membuat lapis tanah dasar tanah galian perlu diperhatikan tingkat kepadatan yang diharapkan. Benda uji daya dukung tanah dasar diambil dari elevasi lapis tanah dasar.

Daya dukung dan ketahanan struktur perkerasan jalan sangat ditentukan oleh daya dukung tanah dasar. Masalah-masalah yang sering ditemui terkait dengan lapis tanah dasar adalah:

- a. Perubahan bentuk tetap dan rusaknya struktur perkerasan jalan secara menyeluruh.
- b. Sifat mengembang dan menyusut pada jenis tanah yang memiliki sifat plastisitas yang tinggi. Perubahan kadar air tanah dasar dapat berakibat terjadinya retak dan atau perubahan bentuk. Faktor drainase dan kadar air pada proses pemadatan tanah dasar sangat menentukan kecepatan kerusakan yang mungkin terjadi.

- c. Perbedaan daya dukung tanah akibat perbedaan jenis tanah. Penelitian yang seksama akan jenis dan sifat tanah dasar di sepanjang jalan dapat mengurangi dampak akibat tidak meratanya daya dukung tanah.
- d. Perbedaan penurunan (*differential settlement*) akibat terdapatnya lapis tanah lunak di bawah lapisan tanah dasar. Penyelidikan jenis dan karakteristik lapisan tanah yang terletak di bawah lapisan tanah dasar sangat membantu mengatasi masalah ini.
- e. Kondisi geologi yang dapat berakibat terjadinya patahan, geseran dari lempeng bumi perlu diteliti dengan seksama terutama pada tahap penentuan trase jalan.
- f. Kondisi geologi di sekitar trase pada lapisan tanah dasar di atas tanah galian perlu diteliti dengan seksama, termasuk kestabilan lereng dan rembesan air yang mungkin terjadi akibat dilakukannya galian.



Gambar 2.2 Lapisan Perkerasan Jalan Lentur

2.6 Perkerasan Lentur Bina Marga

Tebal lapis perkerasan cara bina marga ini menggunakan AASHTO *Road Test* sebagai sumbernya maka semua prinsip-prinsip dan asumsi-asumsi juga bersumber dari AASHTO tetapi telah disesuaikan dengan kondisi di Indonesia.

Metode Bina Marga merupakan metode yang paling sering digunakan di Indonesia karena sesuai dengan kondisi lingkungannya. Untuk dapat melakukan perhitungan perkerasan lentur metode Bina Marga ditentukan dahulu besaran - besaran yang diperlukan antara lain umur rencana, lalu lintas, daya dukung tanah dasar (DDT) dan CBR, alat dynamic cone penetrometer (DCP), faktor regional, indeks permukaan (IP), Indeks Tebal Perkerasan (ITP), koefisien kekuatan relatif (a), pelapisan tambahan dan Analisa komponen perkerasan.

2.6.1 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ialah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat structural (sampai diperlukan overlay lapisan perkerasan). Umur rencana perkerasan jalan lentur biasanya diambil 10 tahun dan untuk peningkatan 5 tahun. Umur rencana yang lebih 10 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas sulit

diprediksi perkembangan lalu lintas jika panjang. Bina Marga menyatakan umur rencana perkerasan baru sebagaimana dalam tabel berikut ini :

Tabel 2.15 Umur Rencana Perkerasan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir dan CTB	20
	Pondasi jalan Semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diizinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan. Cement treated based	40
Perkerasan Kaku	Lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen	Minimum 10 Tahun

Sumber : Analisa Kondisi Bawah Permukaan Struktur Perkerasan Lentur Menggunakan Alat Accelerometer Pada Jalan Patemon Raya, 2019.

2.6.2 Lalu Lintas

Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, berarti dari arus lalu-lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu-lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu-lintas diperoleh dari jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan (c), angka ekivalen (e) beban sumbu kendaraan dan lalu lintas harian rata-rata rumus-rumus lintas ekivalen.

a. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan menurut tabel dibawah ini :

Tabel 2.16 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (N)
$L < 5,50$ m	1 Lajur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25$ m	2 Lajur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25$ m	3 Lajur
$11,25 \leq L < 15,00$ m	4 Lajur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75$ m	5 Lajur
$18,75 \leq L < 22,00$	6 Lajur

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Analisa Komponen, SKBI 1987, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat lewat lajur rencana kendaraan ditentukan menurut tabel dibawah ini:

Tabel 2.17 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 arah
1 Lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 Lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 Lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 Lajur	-	0,30	-	0,45
5 Lajur	-	0,25	-	0,425
6 Lajur	-	0,20	-	0,40

*) berat total < 5 ton misalnya : mobil penumpang, pick up, mobil hantaran

**) berat total ≥ 5 ton misalnya : bus, truk, traktor, semi trailer, trailer

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Analisa Komponen, SKBI 1987, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum

b. Angka Ekuivalen (e) Beban Sumbu Kendaraan

Jenis kendaraan yang memakai jalan beraneka ragam, bervariasi baik ukuran, berat total, konfigurasi dan beban sumbu, daya dan lain sebagainya. Oleh karena itu volume lalu lintas umumnya dikelompokkan atas beberapa kelompok yang masing-

masing kelompok diwakili oleh satu jenis kendaraan. 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

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarnya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan perkerasan, kecepatan kendaraan, dan lain sebagainya. Dengan demikian efek dari masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidaklah sama. Oleh karena itu perlu adanya beban standar sehingga semua beban lainnya dapat diekivalensikan ke beban standar tertentu. Beban standar merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18.000 pon (8,16 ton).

Semua beban kendaraan lain dengan beban sumbu berbeda diekivalenkan ke beban sumbu standar dengan menggunakan “angka ekivalen beban sumbu (E)”. Angka ekivalen kendaraan adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton.

Tekanan roda 1 ban lebih kurang 0,55 Mpa = 5,5 kg/cm². Jari-jari bidang kontak 100 mm atau 11 cm. Jarak antara masing-masing sumbu roda ganda = 33 cm. Angka ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus dibawah ini :

$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left\{ \frac{\text{beban satu sumbu tulangan dalam kg}}{8160} \right\}^4$$

$$\text{Angka ekivalen sumbu ganda} = 0,086 \left\{ \frac{\text{beban satu sumbu tulangan dalam kg}}{8160} \right\}^4$$

Tabel 2.18 Angka Ekivalen (e) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lbs	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1.000	2.205	0,0002	-
2.000	4.409	0,0036	0,0003
3.000	6.614	0,0183	0,0016
4.000	8.818	0,0577	0,0050
5.000	11.023	0,1410	0,0121
6.000	13.228	0,2923	0,0251
7.000	15.432	0,5425	0,04666
8.000	17.637	0,9238	0,0794
8.160	18.000	1,000	0,0860
9.000	19.841	1,4798	0,1273
10.000	22.046	2,2555	0,1940
11.000	24.251	3,3022	0,2840
12.000	26.455	4,6770	0,4022
13.000	28.660	6,4419	0,5540
14.000	30.864	8,6647	0,7452
15.000	33.064	11,4184	0,9830
16.000	35.276	14,7815	1,2712

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Analisa Komponen, SKBI 1987, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum

c. Lalu lintas Harian Rata-Rata Rumus-Rumus Lintas Ekivalen

1. Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor beroda empat atau lebih yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan.

2. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Lintas ekivalen permukaan (LEP) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana. Lintas ekivalen permulaan merupakan lintas ekivalen pada suatu jalan tersebut dibuka. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

Dimana:

LEP = Lintas Ekivalen Permulaan

J = Jenis Kendaraan

C = Koefisien distribusi kendaraan

E = Angka Ekivalen

3. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Lintas ekivalen akhir (LEA) merupakan jumlah lintas ekivalen rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. Lintas ekivalen akhir adalah besarnya lintas ekivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan

secara structural. Lintas Ekivalen Akhir (LEA) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} C_j E_j$$

Dimana:

LEA = Lintas Ekivalen Akhir

C = Koefisien distribusi kendaraan

E = Angka Ekivalen

I = Perkembangan Lalu Lintas

J = Jenis Kendaraan

UR = Umur Rencana

4. Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Lintas ekivalen tengah (LET) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal sebesar 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada pertengahan umur rencana. Lintas ekivalen tengah (LET) dihitung dengan rumus:

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

5. Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Lintas ekivalen rencana (LER) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton pada jalur rencana yang diduga terjadi selama umur rencana. Kerusakan perkerasan jalan pada umumnya

disebabkan oleh terkumpulnya air dibagian perkerasan jalan, dan arena repitisi dari lintasan kendaraan.

Oleh karena itu perlu di tentukan berapa jumlah repitisi beban yang akan memakai jalan tersebut. Repetisi beban dinyatakan dalam lintasan sumbu standard. Dikenal dengan nama lintas ekivalen. Lintas ekivalen rencana adalah jumlah lalu lintas ekivalen yang akan melintas jalan tersebut selama masa pelayanan, dari saat dibuka sampai akhir umur rencana. Lintas Ekivalen Rencana (LER) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP}$$

Faktor penyesuaian (FP) tersebut ditentukan sebagai berikut:

$$\text{FP} = \frac{UR}{10}$$

FP = Faktor Penyesuaian = Umur Rencana

2.6.3. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) Dan CBR

Kekuatan dan ketahanan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan kekuatan daya dukung tanah dasar, salah satunya adalah CBR yaitu mengukur nilai CBR tanah yang bersangkutan. Pengukuran nilai CBR ini dapat langsung dilakukan langsung dilapangan yaitu dengan dongkrak CBR, DCP dan lain-lain ataupun di laboratorium. Bila dilakukan di laboratorium maka pengambilan bahan uji digunakan tabung sehingga tanah tidak terganggu.

Daya dukung tanah dasar (*Subgrade*) pada perencanaan konstruksi perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Jadi harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas atau dinyatakan dengan rumus demikian :

$$\text{CBR} = \frac{\text{Test Unit Stress}}{\text{Standart Unit Stress}} \times 100\%$$

Dimana:

Test unit stress adalah Daya dukung Bahan (Tanah dasar)

Standart unit stress adalah daya dukung bahan standar

Nilai CBR dinyatakan dalam persen (%)

Cara Analitis mencari CBR dan juga mencari DDT

$$\text{CBR}_{\text{Segmen}} = \text{CBR}_{\text{rata-rata}} - (\text{CBR}_{\text{maks}} - \text{CBR}_{\text{min}}) / R$$

Daya dukung tanah dasar (DDT), adalah merupakan salah satu parameter yang dipakai dalam nomogram penetapan indeks tebal perkerasan (ITP). Nilai daya dukung tanah dasar didapat dari hasil grafik korelasi CBR tanah dasar terhadap DDT, secara analitis nilai DDT dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{DDT} = 4,3 \text{ Log CBR} + 1,7$$

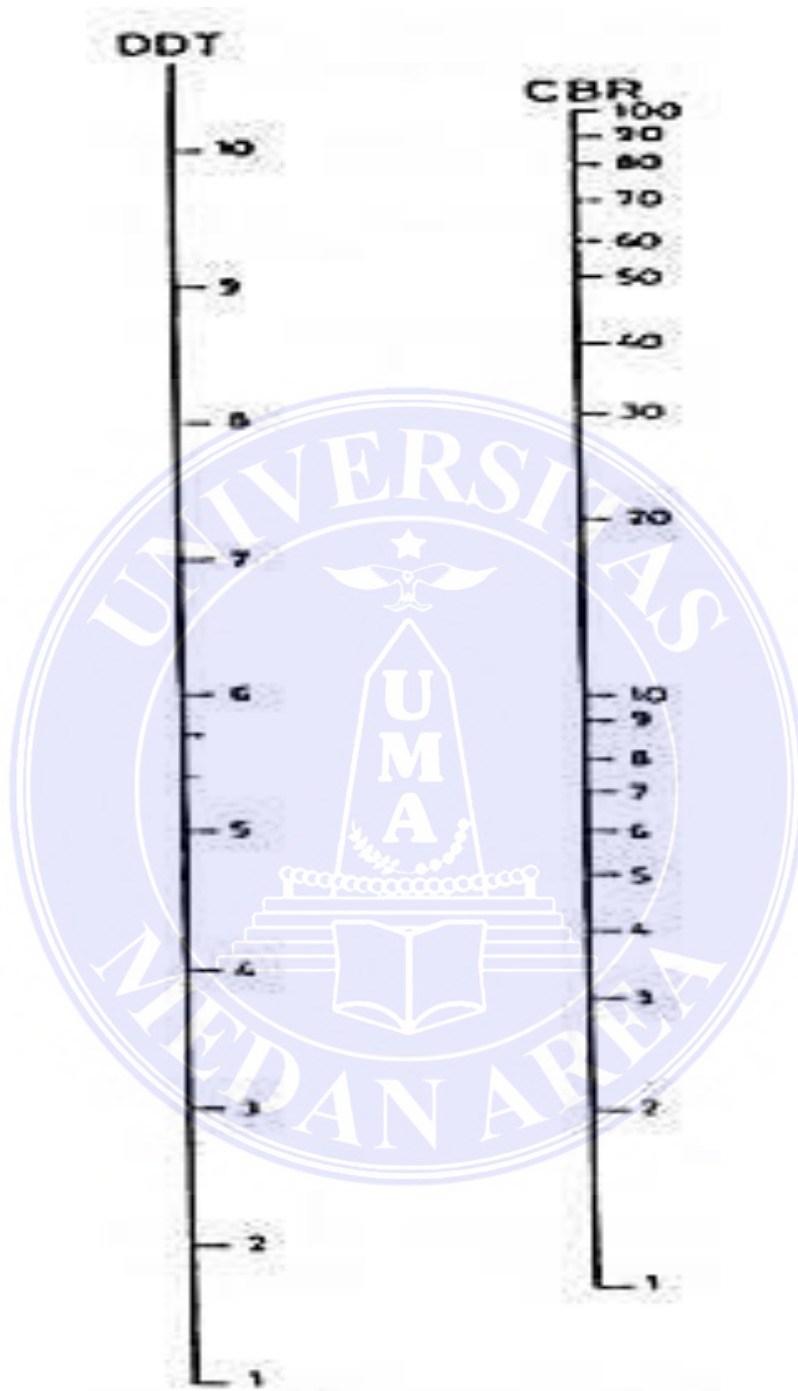
Dimana:

DDT : Daya Dukung Tanah Dasar

CBR : Nilai CBR Tanah Dasar



Gambar 2.3 CBR Dynamic



Gambar 2.4 Korelasi DDT dan CBR

Sumber : (Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, 1987)

2.6.4 Alat Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Alat ini digunakan untuk menentukan nilai CBR sub grade, sub base atau base course suatu sistem secara cepat dan praktis. Biasa dilakukan sebagai pekerjaan quality control pekerjaan pembuatan jalan.

Spesifikasi:

Konus : baja yang diperkeras, diameter 20 mm, kemiringan 60

Palu Penumbuk: berat 8 kg, tinggi jatuh 575 mm

Mistar : 100 cm

Batang Penetrasi: diameter 16 mm

Pengoperasian yang praktis yaitu peralatan ini cukup dioperasikan oleh dua operator saja. Tanpa memerlukan perhitungan khusus, pekerjaan *quality control* menjadi cepat dan efisien tanpa mengabaikan ketepatan hasil pengukuran. *Portable* Alat ini di desain khusus agar mudah dibawa kemanapun juga. Rangkaian alat ini dapat dibongkar pasang dengan mudah dan cepat.



Gambar 2.5 Alat DCP

2.6.5 Faktor Regional (FR)

Faktor regional (FR) adalah factor setempat, menyangkut keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk alinyemen serta persentase kendaraan dengan berat ≥ 13 ton. dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata pertahun. Mengingat persyaratan penggunaan disesuaikan dengan Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya edisi terakhir, maka pengaruh keadaan lapangan yang menyangkut permeabilitas tanah dan perlengkapan drainase dapat dianggap sama. Dengan demikian dalam penentuan tebal perkerasan ini, factor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kendali dan tikungan), persentase berat kendaraan dan yang

berhenti serta iklim (curah hujan). Nilai factor regional secara kualitatif dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel. 2.19 Faktor Regional (FR)

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

Catatan : pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, perhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m) FR ditambahkan dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambahkan dengan 1,0

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Analisa Komponen, SKBI 1987, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum

2.6.6 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan (IP) adalah suatu angka yang digunakan untuk menyatakan nilai dari pada kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan jalan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Adapun beberapa nilai indeks permukaan beserta artinya adalah seperti yang tersebut dibawah ini:

IP = 1,0 menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan. IP = 1,5 menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus). IP = 2,0 adalah tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap. IP = 2,5 menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan Indeks Permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan fakto-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah Lintasan Ekuivalen Rencana (LER), seperti yang terlihat menurut tabel di bawah ini :

Tabel 2.20 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur (IPt)

LER (Lintas Ekuivalen 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

*) LER dalam satuan angka ekuivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal.

Catatan : Pada proyek-proyek penunjang jalan, JAPAT/jalan murah, atau jalan darurat maka IP dapat di ambil 1,0.

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Analisa Komponen, SKBI 1987, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) maka perlu diperhatikan jenis lapisan permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, menurut tabel di bawah ini :

Tabel 2.21 Indeks Permukaan Pada Umur awal Rencana (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Roughness
Laston	≥ 4	≤ 1000
	3,9-3,5	> 1000
HRA	3,9-3,4	≤ 2000
<i>Lanjutan tabel 2.20...</i>		
	3,4-3,0	> 2000
Burda	3,9-3,5	≤ 2000
Bustu	3,4-3,0	> 2000
Laspen	3,4-3,0	< 2000
	2,9-2,5	≤ 3000

Latasbum	2,9-2,5	>3000
Buras	2,9-2,5	
Latasir	2,9-2,5	
Jalan Tanah	≤2,4	
Jalan Kerikil	≤2,4	

*) Alat pengukuran roughness yang dipakai adalah NAASRA, yang dipasang pada kendaraan standar Datsun 1500 station wagon, dengan kecepatan kendaraan ±32 km per jam.

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Analisa Komponen, SKBI 1987, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum

Gerakan sumbu belakang dalam arah vertical dipindahkan pada alat roughmeter melalui kabel yang dipasang ditengah-tengah sumbu belakang kendaraan, yang selanjutnya dipindahkan kepada counter *flexible drive*.

2.5.7 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Besarnya nilai koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, tentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasikan dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah).

Tabel 2.22 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	Ms (Kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	
0,35	-	-	590	-	-	Laston
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	

Lanjutan tabel 2.21 ...

0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	HRA
0,30	-	-	340	-	-	Aspal macadam
0,26	-	-	340	-	-	Lapen (mekanis)
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
0,20	-	-	-	-	-	
-	0,28	-	590	-	-	Laston atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,19	-	-	-	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas a)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas b)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas c)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas a)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas b)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas c)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung

kepasiran

Catatan : Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke 7. Kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke 21.

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Raya dengan Analisa Komponen, SKBI 1987, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum

2.6.8 Batas-Batas Minimum Tebal Perkerasan

a. Lapis permukaan

Batas persyaratan tebal minimum lapis permukaan untuk setiap nilai indeks tebal perkerasan (ITP) untuk setiap material yang digunakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.23 Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapisan Pelindung (Buras/Burtu/Burda)
<3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbug, Laston
6,70 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbug, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, laston
$\geq 10,00$	10	Laston

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Analisa Komponen SKBI 1987, Departemen Pekerjaan Umum

b. Lapis permukaan

Dalam perencanaan tebal lapis, Bina Marga telah menentukan batas Minimum untuk setiap nilai indeks tebal perkerasan yang menggunakan lapis pondasi. Adapun tebal minimum lapis pondasi tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.24 Batas Minimum Tebal Perkerasan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Besar pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00	20*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur

Lanjutan tabel 2.23...

	10	Laston atas
7,50 – 7,49	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
7,50 – 9,99	15	Laston atas
10 -12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas

Keterangan : Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm
 *) Batas 20 cm tersebut dapat diuraikan menjadi 15 cm bila untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

2.6.9 Pelapisan Tambahan

Untuk perhitungan pelapisan tambahan (overlay), kondisi perkerasan lama (*existing pavement*) dinilai sesuai tabel dibawah ini :

Tabel 2.25 Nilai Kondisi Perkerasan Jalan

1. Lapis Permukaan :	
Umumnya tidak retak, hanya sedikit deformasi pada jalur roda	90 – 100%
Terlihat retak halus, sedikit deformasi pada jalur roda namun masih tetap stabil	70 – 90%
retak sedang, beberapa deformasi pada jalur roda, retak pada dasarnya menunjukkan kestabilan	50 – 70%

Retak banyak, demikian juga deformasi pada jalur roda, menunjukkan gejala ketidakstabilan	30 – 50%
2. Lapis Pondasi :	
a. Pondasi aspal beton atau penetrasi macadam umumnya tidak retak	90 – 100%
Terlihat retak halus, namun masih tetap stabil	70 – 90%
Retak sedang, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan	50 – 70%
Retak banyak, menunjukkan gejala ketidakstabilan	30 - 50%
b. Stabilitas tanah dengan semen atau kapur :	
Indek Plastisitas ≤ 10	70 –100%
c. Pondasi Macadam atau batu pecah :	
Indek Plastisitas ≤ 6	80 -100%
3. Lapis Pondasi Bawah	
Indek Plastisitas ≤ 6	90-100%
Indek Plastisitas ≤ 6	70-100%

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Analisa Komponen SKBI 1987, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum

2.6.10 Analisa Komponen Perkerasan

Perhitungan perencanaan ini didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka panjang ITP (Indeks Tebal Perkerasan), dengan rumus sebagai berikut :

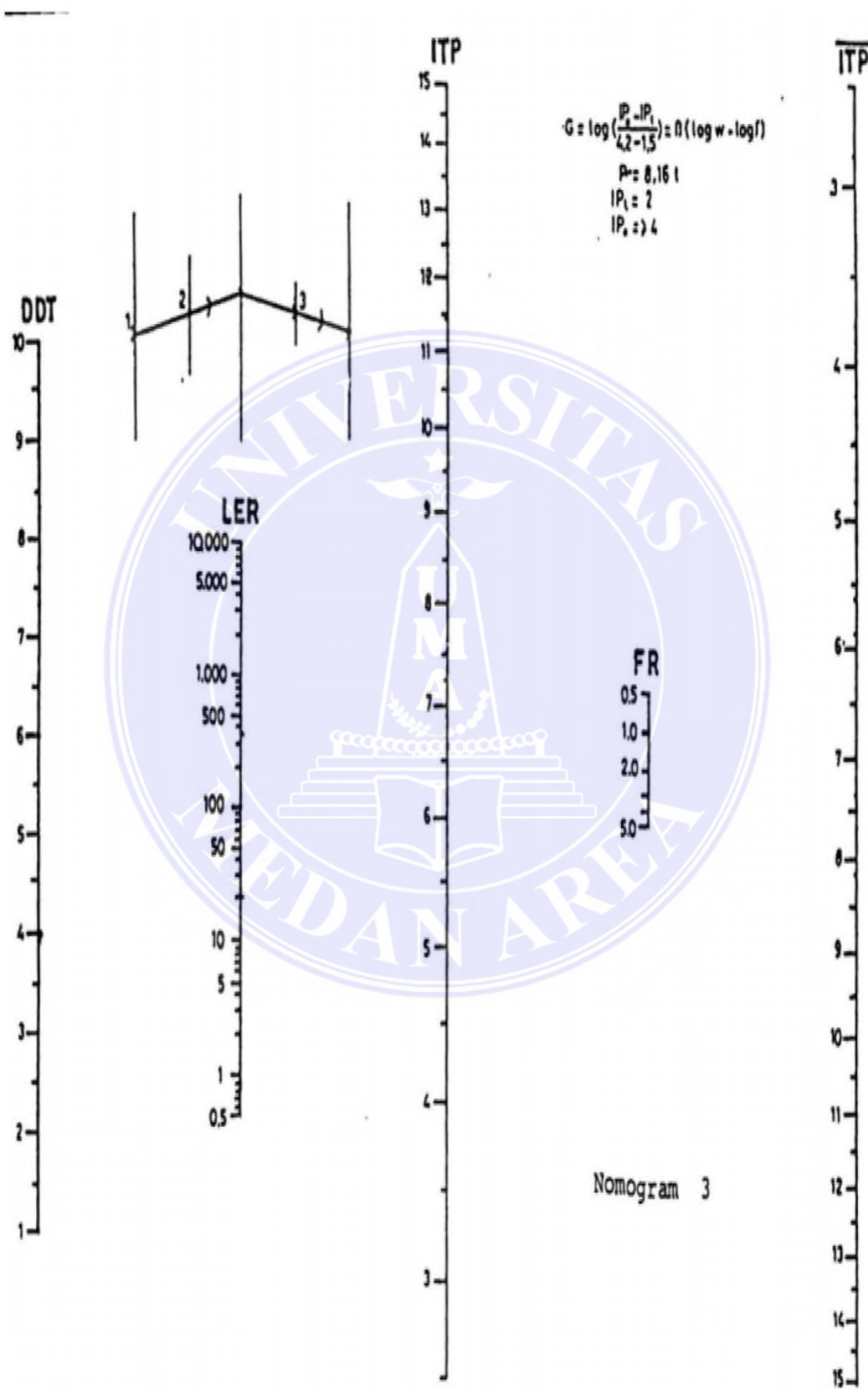
$$ITP = a_1.d_1 + a_2.d_2 + a_3.d_3$$

Dimana :

a_1 , a_2 , a_3 , adalah Koefisien kekuatan relative bahan perkerasan dari tabel 2.21 untuk lapisan permukaan (a_1), lapis atas (a_2), dan lapis pondasi bawah (a_3). d_1 , d_2 , d_3 adalah Tebal masing-masing lapisan dalam cm untuk lapisan permukaan (d_1), lapis pondasi atas (d_2), dan lapis pondasi bawah (d_3). Perkiraan besarnya ketebalan masing-masing jenis lapis permukaan ini tergantung dari nilai minimum yang telah

diberikan Bina Marga. Tebal minimum dari lapis perkerasan dapat dilihat pada tabel 2.22 s/d tabel 2.24.



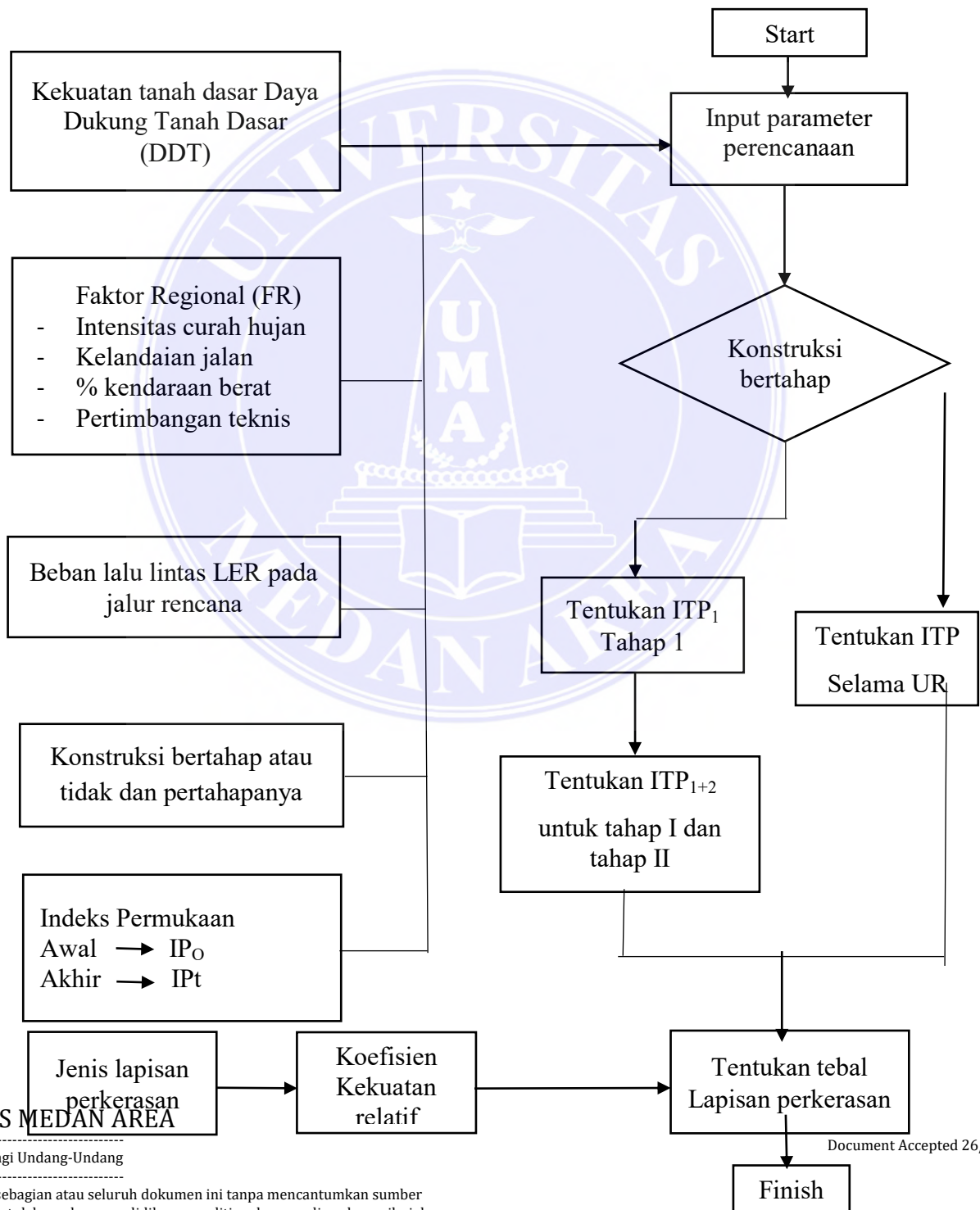


Gambar 2.6 Nomogram Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa

Komponen Untuk $IP_t = 2,0$ dan $IP_o \geq 4$

Perencanaan tebal lapis perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa

komponen 1987 dapat di uraikan dalam bagan alir di bawah ini.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Deskripsi Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Desa Huta Lambung Kecamatan Angkola Barat Kabupaten Tapanuli Selatan, yaitu pada ruas jalan raya Huta Lambung–Batas Angkola Selatan dengan panjang jalan sejauh 3 kilometer dan lebar jalan 6 meter. Penelitian ini dilakukan selama 3 minggu pada bulan Januari.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
Sumber : Google eart

3.2 Jenis dan Sumber Data

3.2.1 Jenis Penelitian

Agar dalam menyusun skripsi ini berhasil dengan baik, diperlukan suatu metode penelitian yang sesuai dengan permasalahannya. Metode penelitian yang digunakan di dalam penelitian ini adalah dengan cara deskriptif, yaitu dengan memusatkan pada masalah yang ada di lokasi penelitian agar memperoleh data yang akurat dan cermat. Analisis yang digunakan adalah dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder untuk mendapatkan hasil yang diharapkan.

3.2.2 Sumber Data

Sumber data penelitian merupakan faktor penting yang menjadi pertimbangan dalam penentuan metode pengumpulan data. Data dalam penelitian ini dikumpulkan dari dua sumber yakni data primer dan data sekunder. Dalam pengumpulannya, data yang diperoleh harus relevan dan *up to date*. Relevan disini maksudnya yaitu data memiliki hubungan langsung dengan penelitian. Sedangkan mutakhir yaitu data yang diperoleh masih *up to date* atau masih hangat dibicarakan.

- a. Data Primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumber asli lokasi penelitian. Data primer dapat berupa wawancara secara individual atau kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda (fisik), kejadian atau kegiatan dan hasil pengujian. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data primer yaitu pengukuran, data LHR dan dokumentasi.

b. Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain), berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip. Data sekunder pada penelitian ini adalah:

1. Data Pertumbuhan Lalu Lintas diperoleh dari observasi di lapangan
2. Data CBR diperoleh dari Dinas PU Kabupaten Tapanuli Selatan

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pada proses perencanaan diperlukan suatu data. Di dalam data tersebut terdapat informasi, teori/konsep dasar sampai dengan peralatan yang dibutuhkan. Metode pengumpulan data adalah bagian instrument pengumpulan data yang menentukan berhasil atau tidaknya suatu penelitian. Dalam usaha memperoleh data-data yang peneliti perlukan dalam penelitian ini, maka peneliti menggunakan observasi dan dokumentasi sebagai metode pengumpulan data.

- a. Observasi merupakan sebuah teknik yang dilakukan lewat pengamatan langsung. Peneliti melakukan pengamatan di tempat terhadap objek penelitian untuk diamati menggunakan pancaindra. Peneliti diposisikan sebagai pengamat atau orang luar. Dalam mengumpulkan data menggunakan observasi, peneliti dapat menggunakan catatan maupun rekaman. Data yang diperoleh dari hasil observasi adalah data lalu lintas harian rata-rata.
- b. Dokumentasi adalah proses yang dilakukan secara sistematis mulai dari pengumpulan hingga pengelolaan data yang menghasilkan kumpulan dokumen.

Dokumentasi itu sendiri tujuannya adalah untuk memperoleh dokumen yang dibutuhkan berupa keterangan dan hal-hal membuktikan adanya suatu kegiatan yang didokumentasikan.

3.4 Teknik Pengolahan Data

Data primer dan data sekunder yang diperoleh dikompilasi dan direkap dengan perhitungan manual menggunakan metode atau Standar Bina Marga 1987.

- a. Angka ekivalen (E), diperoleh dari hasil perhitungan beban sumbu masing-masing jenis kendaraan berdasarkan Tabel 2.18.
- b. Koefisien distribusi kendaraan (C) berdasarkan tabel 2.17.
- c. Lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan lintas ekivalen. Inti dari perhitungan ini adalah untuk mendapatkan nilai LER (Lintas Ekivalen Rencana), dengan tahapan perhitungan sebagai berikut :

1) Data lalu lintas harian rata-rata

1 Data lalu lintas harian rata-rata didapat dari hasil survey dilapangan.

Menghitung LHR pada awal umur rencana dan akhir umur rencana dengan menggunakan rumus :

$$2 \text{ LHR}_{2021} = \text{LHR}_{2020} \times (1+i)^n, \text{ untuk awal umur rencana}$$

$$3 \text{ LHR}_{2026} = \text{LHR}_{2021} \times (1+i)^n, \text{ untuk akhir umur rencana}$$

2) Lintas ekuivalen permulaan (LEP) = $\Sigma LHR_j \times C_j \times E_j$, diperoleh dari hasil perhitungan sumbu masing-masing jenis kendaraan untuk LHR yang digunakan adalah LHR pada awal umur rencana.

3) Lintas ekuivalen akhir (LEA) = $\Sigma LHR \times C_j \times E_j$, untuk LHR yang digunakan adalah LHR pada akhir umur rencana.

4) Lintas ekuivalen tengah (LET) = $0,5 \times (LEP + LEA)$

5) Lintas ekuivalen rencana (LER) = $LET \times UR/10$

d. Mencari nilai daya dukung tanah (DDT), dengan menggunakan data CBR tanah yang kemudian dikorelasikan menggunakan nomogram korelasi DDT dan CBR.

e. Mencari faktor regional (FR) sesuai dengan ketentuan Tabel 2.18.

f. Mencari IPt (Indeks Permukaan) ditentukan berdasarkan hasil perhitungan LER yang kemudian dikorelasikan dengan Tabel 2.20.

g. Mencari harga ITP (Indeks Tebal Perkerasan) dengan menggunakan rumus $ITP = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 + a_3 \times d_3$

Dimana :

a_1 = Koefisien kekuatan relatif lapisan permukaan

a_2 = Koefisien kekuatan relatif lapisan pondasi atas

a_3 = Koefisien kekuatan relatif lapisan pondasi bawah

D_1 = Tebal lapisan permukaan

D_2 = Tebal lapisan pondasi atas perkerasan aspal

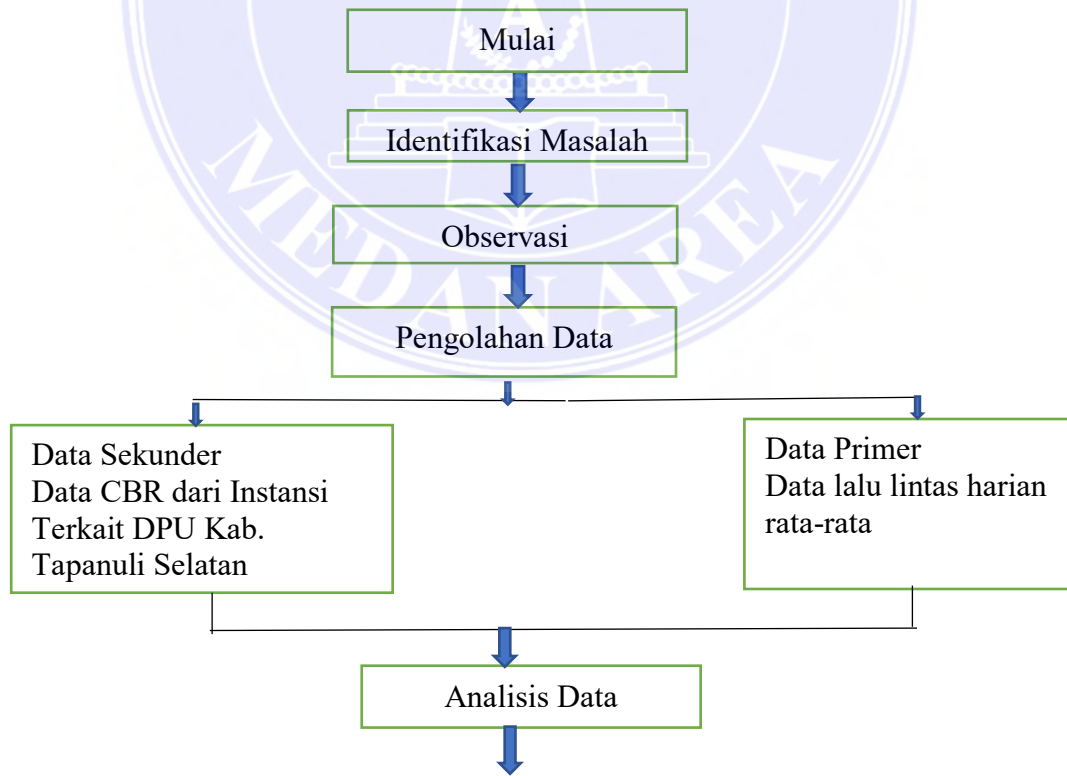
D3 = Tebal lapisan pondasi bawah

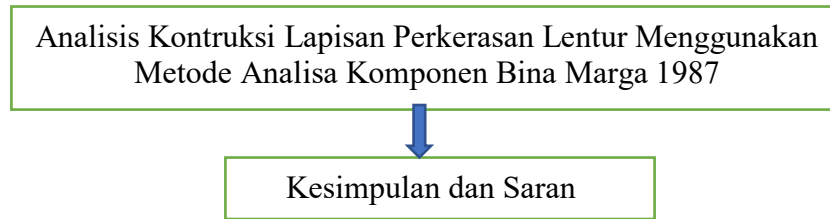
3.5 Tahap Analisa Data

Pada tahap ini dilakukan analisa berdasarkan hasil dari pengolahan data yang kemudian di koreksi dengan ketentuan-ketentuan yang ada. Untuk konstruksi tebal perkerasan lentur digunakan metode Analisa Komponen Bina Marga 1987.

3.6 Diagram Alur Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alur penelitian yang dimulai dari persiapan dalam menentukan tujuan dari penelitian yang akan dilakukan, tahapan-tahapan hingga pada akhirnya akan didapat hasil akhir yang ingin dituju dari penelitian ini:





Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Tebal lapis perkerasan lentur yang dibutuhkan pada Ruas Jalan Raya Simpang Nasional Huta Lambung Batas Angkola Selatan Kecamatan Angkola Barat berdasarkan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 sebesar 20 cm dengan rincian sebagai berikut :

- a. Lapisan permukaan (*surface course*) digunakan Laston MS 744 Kg dengan tebal 5cm
- b. Lapisan pondasi atas (*base course*) digunakan Laston atas dengan tebal 10cm
- c. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*) digunakan sirtu kelas b dengan tebal 5cm.

5.2 Saran

Berdasarkan dari analisis yang telah dilakukan maka saran yang dapat saya sampaikan yaitu :

1. Pada perencanaan konstruksi tebal lapis perkerasan lentur jalan perlu dilakukan perawatan secara rutin agar konstruksi dapat bertahan sesuai dengan umur rencana yang diharapkan, sehingga dapat meminimalkan kerusakan pada konstruksi.

2. Pada pelaksanaan di lapangan hendaknya selalu berpedoman pada spesifikasi teknis yang ada sehingga dapat menekan kesalahan sekecil mungkin.
3. Memberikan pengarahan kepada pengguna jalan atau pemilik kendaraan berat untuk tetap konsisten pada pemakaian bobot kendaraan maksimum yang telah ditetapkan sesuai klasifikasi jalan raya.



DAFTAR PUSTAKA

- Clarkson, H. Oglesby, Teknik Jalan Raya Jilid 1 Terj. Purwo Setianto, Jakarta : Erlangga, 1999.
- Departemen Pekerjaan Umum, *Petunjuk Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Analisa Komponen*, Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, 2007.
- Gianina K.G. Sasuwuk (2019), Analisa Kinerja Perkerasan Jalan Ditinjau Dari Besarnya Volume Kumulatif Lalu Lintas Dan Faktor Lingkungan, Jurnal Sipil Statistik, 7 (1), 93-102.
- Hary, Christady Hardiyatmo, Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah Ed.3, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2019.
- Hendra, Suryadharma & Beniktus Susanto, Rekayasa Jalan Raya, Yogyakarta : Universitas Atma Jaya, 1999.
- Nurul Fauziah dan Samun Haris (2019), Analisis Tebal Lapis Perkerasan Jalan dengan Meninjau Sifat Fisik Agregat Lapis Fondasi Bawah pada Ruas Jalan Sofi-Wayabula Pulau Morotai, Jurnal Teknik Sipil, 3(5), 97-107.
- Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006.
- Ricky, Theo K. Sendow & Freddy Jansen (2016), *Analisis Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2013*, Jurnal Sipil Statistik, 4 (12), 725-735.
- Saifuddin Azwar, *Metode Penelitian*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2004.
- Silvia, Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung : NOVA, 1999.
- , *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, Bandung : NOVA, 2010.

Shirley, L. Hendarsin, Perencanaan Teknik Jalan Raya, Bandung : Politeknik Negeri Bandung, 2000.

Undang – Undang Jalan Raya Nomor 13 Tahun 1980.

