

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI TEBAL LAPIS TAMBAH (OVERLAY) DENGAN  
METODA BINA MARGA DAN ASPHALT INSTITUTE  
MENGUNAKAN ALAT BENKELMAN BEAM  
JALAN LINTAS BATAS PROV. NAD-SIMPANG  
PANGKALAN SUSU  
(Studi Kasus)**

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

**Disusun Oleh:**

**ANDI SYAH PUTRA HASIBUAN**  
**0807210063**



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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Andi Syah Putra Hasibuan

NPM : 0807210063

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Evaluasi Tebal Lapis Tambah (*overlay*) Dengan Metoda Bina Marga dan Asphalt Institute Menggunakan Alat Benkelman Beam Jalan Lintas Batas Prov. NAD-Simpang Pangkalan Susu

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, Oktober 2017

Mengetahui dan menyetujui:

Pembimbing I/Penguji



Ir. Ellyza Chairina, MSI

Pembimbing II/Penguji



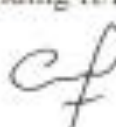
Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

Pembanding I/Penguji



Ir. H. Subur Panjaitan, MT

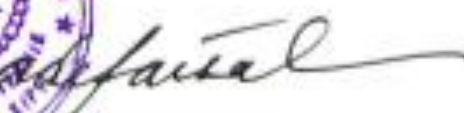
Pembanding II/Penguji



M. Husin Gultom, ST, MT



Program Studi Teknik Sipil  
Ketua,



Dr. Ade Faisal, ST, MSc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Andi Syah Putra Hasibuan

Tempat /Tanggal Lahir : Sigambal / 13 April 1990

NPM : 0807210063

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

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

“Evaluasi Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Dengan Metoda Bina Marga dan Asphalt Institute Menggunakan Alat Benkelman Beam Jalan Lintas Batas Prov. NAD-Simpang Pangkalan Susu”,

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, Oktober 2017



Saya yang menyatakan,

Andi S. Hasibuan

## ABSTRAK

### EVALUASI TEBAL LAPIS TAMBAH (OVERLAY) DENGAN METODA BINA MARGA DAN ASPHALT INSTITUTE MENGGUNAKAN ALAT BENKELMAN BEAM (STUDI KASUS)

Andi Syah Putra Hasibuan  
0807210063

Ir. Ellyza Chairina, M.Si  
DR. Fahrizal Zulkarnain, ST. M.Sc

Jalan merupakan infrastruktur transportasi yang berperan penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi suatu daerah. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya-upaya pemeliharaan agar jalan tetap berfungsi secara optimal. Salah satunya adalah dengan penambahan tebal lapis tambah (*overlay*). Pemilihan metode perencanaan yang tepat menjadi faktor yang harus dipertimbangkan sebelum melakukan desain lapis tambah perkerasan lentur. Hal ini dikarenakan perencanaan yang tidak tepat dapat menyebabkan jalan cepat rusak (*underdesign*) atau konstruksi tidak ekonomis (*overdesign*).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui desain lapis tambah yang paling optimum pada proyek peningkatan kinerja ruas jalan Batas Provinsi NAD-Simpang Pangkalan Susu, dengan membandingkan pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur Metode Bina Marga dan *Asphalt Institute*.

Hasil pengujian dengan Metode Bina Marga diperoleh segmen I (9.789 cm), segmen II (10.479 cm), segmen III (11.045 cm), dan segmen IV (11.123 cm), sedangkan *Asphalt Institute* diperoleh segmen I (11.250 cm), segmen II (11.875 cm), segmen III (12.015 cm), dan segmen IV (13.125 cm). Dari perolehan hasil di atas maka dapat disimpulkan bahwa Metode *Asphalt Institute* dalam perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) pada perencanaan jalan di Indonesia tidak ekonomis digunakan karena terlalu tebal. Hal ini berbeda dengan Metode Bina Marga, metode ini lebih ekonomis digunakan di Indonesia karena tingkat ketebalannya sesuai digunakan pada perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*).

Kata kunci : Jalan dan Lapis Tambah

**EVALUATION OF OVERLAY WITH METHODS OF BINA MARGA AND ASPHALT INSTITUTE USING THE BENKELMAN BEAM TOOL  
(CASE STUDY)**

*Andi Syah Putra Hasibuan*

*0807210063*

*Ir. Ellyza Chairina, M.Si*

*DR. Fahrizal Zulkarnain, ST. M.Sc*

*Roads are the transport infrastructures which play an important role in supporting the economic growth of a region. Therefore it is necessary to do maintenance efforts so that the roads can function optimally. One of them is by adding overlay. The selection of methods become a factor that must be considered before doing flexible pavement overlay design. It is because of improper planning can cause damaged or uneconomical construction of roads.*

*The purpose of this research is to find out the most optimized layer design in the project of improving the performance of the NAD-Simpang Pangkalan Susu Boundary Road section, by comparing the thickness planning guidelines of plywood plus flexible pavement of Bina Marga Method and Asphalt Institute.*

*The results of the test with Bina Marga Method obtained segment I (9,789 cm), segment II (10,479 cm), segment III (11,045 cm), and segment IV (11,123 cm), while Asphalt Institute obtained segment I (11,250 cm), segment II 11,875 cm), segment III (12,015 cm), and segment IV (13,125 cm). From the results above, it can be concluded that the Asphalt Institute method in the planning of the overlay layer on the road planning in Indonesia is not economical to use because it is too thick. This is different from the DGH method, this method is more economical to use in Indonesia because its thickness level is suitable to be used in the planning of the overlay layer.*

*“Keywords: Road, and Overlay*

## 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 “Evaluasi Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Dengan Metoda Bina Marga dan Asphalt Institute Menggunakan Alat Benkelman Beam Jalan Lintas Batas Prov. NAD-Simpang Pangkalan Susu” 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. Ellyza Chairina, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak DR. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. H. Subur Panjaitann MT. selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak M. Husin Gultom, ST., MT 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 Rahmatullah ST, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Marahadi Hasibuan dan Yahro Suraiah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu karena telah memberikan dorongan dan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

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, Oktober 2017

Andi S. Hasibuan

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Perkerasan Jalan	6
2.2 Jenis Konstruksi Perkerasan dan Komponennya	6
2.3 Klasifikasi Jalan	8
2.3.1. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi	8
2.3.2. Klasifikasi Jalan Menurut Wewenang	9
2.3.3. Klasifikasi Jalan Menurut Muatan Sumbu	10
2.4 Kriteria Berlalu Lintas	11
2.5 Kriteria Kekuatan atau Struktural Perkerasan Jalan	12
2.6Metoda Pengukuran Kerusakan Jalan	17
2.7Prosedur Dalam Menentukan Lendutan dengan alat BB	18
2.8 Parameter Perencanaan Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> )	26
2.8.1Lalu Lintas	26
2.9 Lendutan	29



2.9.1 Lendutan dengan <i>Falling Weight Deflectometr (FWD)</i>	30
2.9.2 Lendutan dengan <i>Benkelman Beam (BB)</i>	31
2.9.3 Keseragaman Lendutan	34
2.9.4 Lendutan Wakil	34
2.10 Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah Perkerasan	35
2.11 Jenis Tebal Lapis Tambah	35
2.12 Prosedur Perhitungan Lendutan dengan Metode Bina Marga	36
2.13 Metode Asphalt Institute	39
2.13.1 Volume Lalu Lintas	39
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>53</b>
3.1 Bagan Alir Penelitian	53
3.2 Gambaran Wilayah	54
3.3 Metode Pengambilan Data	55
3.4 Metode Analisa Data	56
<b>BAB 4 ANALISA DATA</b>	<b>57</b>
4.1 Perhitungan Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> ) dengan Alat Benkleman Beam	57
4.1.1 Metode Bina Marga	57
4.1.2 Metode Asphalt Institute	75
4.2 Evaluasi Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> )	78
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>80</b>
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	81
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>82</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan (AASTHO 1993)	26
Tabel 2.2	Koefisien Distribusi Kendaraan (SNI 1732-1989-F)	27
Tabel 2.3	Ekivalen beban sumbu kendaraan (E) (Departemen Pekerjaan Umum)	28
Tabel 2.4	Faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas (Departemen Pekerjaan Umum)	28
Tabel 2.5	Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar ( $F_i$ ) (Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan Pd. T-05- 2005-B)	32
Tabel 2.6	Temperatur tengah ( $T_t$ ) dan bawah ( $T_b$ ) lapis beraspal berdasarkan data temperatur udara ( $T_u$ ) dan temperatur permukaan ( $T_p$ ) (Pedoman Perencanaan ebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan Pd. T-05-2005-B)	33
Tabel 2.7	Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian ( $FK_{TBL}$ ) (Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan Pd. T-05-2005-B)	36
Tabel 2.8	Distribusi Beban Pada Kelas Jalan ( <i>asphalt institute manual series no.17 (MS-17)</i> ; edisi 1983)	40
Tabel 2.9	Persentase Total Pembebanan Lalu Lintas Dalam Mendesain Jalur ( <i>asphalt institute manual series no.17 (MS-17)</i> ; edisi 1983)	42
Tabel 2.10	Faktor pertumbuhan ( <i>asphalt institute manual series no.17 (MS-17)</i> ; edisi 1983)	42
Tabel 2.11	distribusi faktor pembebanan untuk kelas kelas yang berbeda dari jalan raya dan kendaraan ( <i>asphalt institute manual series no.17 (MS-17)</i> ; edisi 1983)	43
Tabel 2.12	Klasifikasi Lalu Lintas ( <i>asphalt institute manual series no.17 (MS-17)</i> ; edisi 1983)	43
Tabel 2.13	Diagram Analisa Lalu Lintas ( <i>asphalt institute manual series no.17 (MS-17)</i> ; edisi 1983)	44
Tabel 4.1	Data lalulintas hasil peninjauan lapangan	57

Tabel 4.2	Data lendutan hasil pengujian dengan alat <i>BB</i> pada stasioning (KM 97+000–101+000)	58
Tabel 4.3	Data lendutan hasil pengujian dengan alat <i>BB</i> Pada <i>Stasioning</i> (Km 102+000 – 107+000)	59
Tabel 4.4	Data lendutan hasil pengujian dengan alat <i>BB</i> pada stasioning (KM 97+000 – 101+000)	66
Tabel 4.5	Data lendutan hasil pengujian dengan alat <i>BB</i> Pada <i>Stasioning</i> (Km 102+000– 107+000)	65
Tabel 4.6	Nilai lendutan <i>BB</i> terkoreksi ( $d_B$ ) pada sta (97+000 – 99+000)	69
Tabel 4.7	Nilai lendutan <i>BB</i> terkoreksi ( $d_B$ ) pada sta (99+200 – 101+000)	72
Tabel 4.8	Nilai lendutan <i>BB</i> terkoreksi ( $d_B$ ) pada sta (102+000 – 104+200)	73
Tabel 4.9	Nilai lendutan <i>BB</i> terkoreksi ( $d_B$ ) pada sta (104+400 – 107+000)	74
Tabel 4.10	Perhitungan nilai $\sum x$ dan $\sum x^2$ pada Sta 97.000-99.000	75
Tabel 4.11	Perhitungan nilai $\sum x$ dan $\sum x^2$ pada Sta 99.200-101.000	76
Tabel 4.12	Perhitungan nilai $\sum x$ dan $\sum x^2$ pada Sta 102.000-104.200	77
Tabel 4.13	Perhitungan nilai $\sum x$ dan $\sum x^2$ pada Sta 104.400-107.000	77
Tabel 4.14	Perbandingan hasil perhitungan dengan menggunakan metode Bina Marga dan <i>Asphalt Institute</i>	78

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komponen Perkerasan Lentur (Silvia Sukirman, 2003)	7
Gambar 2.2	Komponen Perkerasan Kaku (Silvia Sukirman, 2003)	7
Gambar 2.3	Komponen Perkerasan Komposit (Silvia Sukirman, 2003)	8
Gambar 2.5	Spesifikasi Truk Standar (Perkerasan Lentur Jalan Raya)	19
Gambar 2.6	Ban Roda Belakang Truk Standar(Perkerasan Lentur Jalan Raya)	20
Gambar 2.7	Skema <i>BenkelmanBeam</i> (Perkerasan Lentur Jalan Raya)	20
Gambar 2.8	Alat Penyetel <i>BenkelmanBeam</i> (Perkerasan Lentur Jalan Raya)	21
Gambar 2.9	Temperatur(Perkerasan Lentur Jalan Raya)	21
Gambar 2.10	Perlengkapan Keamanan(Perkerasan Lentur Jalan Raya)	22
Gambar 2.11	Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar (SNI 03-2416-1991)	32
Gambar 2.12	Faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay (Fo) (Pd T-05-2005-B)	35
Gambar 2.13	Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian (FKTBL) (Pd T-05-2005-B)	36
Gambar 2.14.	Hubungan antara lendutan rencana dan lalu-lintas (Pd. T-05-2005-B)	38
Gambar 2.15	Tebal lapis tambah/overlay (Ho) (Pd. T-05-2005-B)	39
Gambar 2.16.	Faktor pengaruh suhu dalam °C atau °F ( <i>asphalt institute manual series</i> )	49
Gambar 2.17	Perwakilan Ketebalan <i>Overlay</i> ( <i>asphalt institute manual series</i> )	51
Gambar 3.1	Bagan alir pelaksanaan Metode Bina Marga	54
Gambar 3.2	Bagan alir pelaksanaan Metode Asphalt Institute	55
Gambar 4.1	Data deflection rata-rata pada stationing 97+000 – 101+00 dan 102+000 – 107+000	60
Gambar 4.2	Data deflection rata-rata pada stationing 97+000 – 99+000	61
Gambar 4.3	Data deflection rata-rata pada stationing 99+200 – 101+000	62
Gambar 4.4	Data deflection rata-rata pada stationing 102+000 – 104+200	63
Gambar 4.5	Data deflection rata-rata pada stationing 104+400 – 107+000	64

## DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

$d$	: Lendutan balik yang mewakili suatu seksi jalan
$\bar{d}$	: Lendutan balik rata-rata dalam suatu seksi jalan
$d$	: Lendutan balik tiap titik didalam seksi jalan
$n$	: Jumlah titik pemeriksaan pada seksi jalan
$S$	: Standar deviasi
$D_{maks}$	: Lendutan maksimum
$d_1$	: Pembacaan awal (mm), sejauh 0 cm
$d_3$	: Lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran
CESA	: Akumulasi Ekivalen beban sumbu standar
$m$	: Jumlah masing-masing kendaraan
$E$	: Ekivalen beban sumbu
$C$	: Koefisien distribusi kendaraan
$N$	: Faktor hubungan umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas
$d_B$	: Lendutan balik (mm)
$F_t$	: Faktor penyesuaian lendutan terhadap temperature standar 35°C
$T_L$	: Temperatur lapis beraspal
$T_p$	: Temperatur permukaan lapis beraspal
$T_t$	: Temperatur tengah lapis beraspal
$T_b$	: Temperatur bawah lapis beraspal
$C_a$	: Faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)
$FK_{B-BB}$	: Faktor koreksi beban uji <i>Benkelman Beam (BB)</i>
$FK_{ijin}$	: Faktor keseragaman yang diijinkan
$d_R$	: Lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan
$FK$	: Faktor keseragaman
$n_s$	: Jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan
$D_{wakil}$	: Lendutan yang mewakili suatu seksi jalan
$F_o$	: Faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay
TPRT	: Temperatur perkerasan rata-rata tahunan untuk daerah/kota tertentu

- $D_{rencana}$  : Lendutan rencana dalam satuan millimeter
- $H_o$  : Tebal lapis tambah sebelum dikoreksi temperature rata-rata tahunan daerah tertentu, dalam satuan millimeter
- $D_{sbl\ ov}$  : Lendutan sebelum lapis tambah/ $D_{wakil}$ , dalam satuan millimeter
- $D_{stl\ ov}$  : Lendutan setelah lapis tambah atau lendutan rencana, dalam satuan millimeter
- $H_t$  : Tebal lapis tambah/overlay, dalam satuan centimeter
- $F_o$  : Faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay
- $\bar{x}$  : Nilai tes rata-rata
- SDRG : Sumbu dual roda ganda
- STRG : Sumbu tunggal roda ganda
- STRT : Sumbu tunggal roda tunggal
- STrRG : Sumbu triple roda ganda
- F : Faktor suhu yang telah ditentukan
- c : Faktor periode kritis yang telah ditentukan
- x : Nilai tes individu, koreksi untuk temperature
- n : Jumlah nilai tes individu

# BAB 1

## PENDAHULUAN

Permukaan tanah pada umumnya tidak mampu menahan beban kendaraan di atasnya sehingga diperlukan suatu konstruksi yang dapat menahan dan mendistribusikan beban lalu lintas yang diterimanya. Jenis konstruksi ini dikenal sebagai perkerasan (*pavement*), yang dapat didefinisikan sebagai lapisan yang relatif stabil yang dibangun di atas tanah asli atau tanah dasar yang berfungsi untuk menahan dan mendistribusikan beban kendaraan serta sebagai lapisan penutup permukaan.

Perkembangan perkerasan sejalan dengan perkembangan pengangkutan manusia ataupun barang. Pada saat moda transportasi hanya pejalan kaki atau menaiki hewan, perkerasan belum diperlukan, dan orang hanya mencari tanah yang cukup keras dan datar untuk dapat dilalui. Tetapi dengan perkembangan jenis angkutan maka perkerasan jalan pun mulai dikembangkan. Perkembangan perkerasan diikuti juga dengan perkembangan bahan perkerasan jalan dan metoda perencanaannya.

### **1.1. Latar Belakang**

Peningkatan pelayanan jalan raya merupakan masalah yang sangat penting bagi suatu sistem transportasi darat. Peningkatan pelayanan jalan raya dapat mengubah kelas suatu jalan menjadi lebih baik ataupun dapat menambah volume lalu lintas jalan tersebut.

Adapun cara untuk meningkatkan pelayanan terhadap jalan raya salah satunya adalah penambahan tebal perkerasan untuk menghindari kerusakan yang lebih serius pada jalan tersebut. Maka dari itu diperlukan Penambahan tebal lapis tambah perkerasan (*overlay*). Penambahan ini dapat dilakukan pada jalan jalan yang sudah berlubang karena tidak memungkinkan lagi untuk di tambal, maka diambillah suatu kebijakan dengan cara menambah tebal perkerasan dari jalan tersebut, dan tebal lapis tambahan dapat dilakukan dengan menggunakan alat *Benkelman Beam*.

Menurut sejarahnya struktur perkerasan dapat dikelompokkan atas dua golongan yaitu:

1. Struktur Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*); terdiri dari lapisan tipis permukaan (*surface coarse*) yang dibangun diatas lapis pondasi atas (*base coarse*) dan lapis pondasi bawah (*subbase coarse*), dan semuanya diletakkan diatas tanah dasar yang dipadatkan.
2. Struktur perkerasan kaku (*Rigid Pavement*); terdiri dari beton PC (*Portland Cement Concrete*), dan bisa juga terdapat base coarse diantara pelat beton PC dan *subbase coarse*.

Pengelempokkan struktur perkerasan tersebut pada umumnya lebih didasarkan pada bahan dasar yang digunakan. Umumnya struktur perkerasan lentur menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapisan permukaan, sedangkan struktur perkerasan kaku menggunakan pelat beton semen sebagai komponen struktur utamanya.

Karena kekakuan dan modulus elastisitas yang tinggi, perkerasan kaku mendistribusikan beban lalu lintas dalam daerah yang luas diatas tanah, sehingga sebagian besar beban dipikul oleh kekuatan struktural beton, dan daya dukung subgrade hanya sedikit mempengaruhi kemampuan struktural perkerasan. Perkerasan lentur tersusun oleh material yang memiliki kualitas yang semakin tinggi ke arah permukaan perkerasan. Ketebalan masing-masing lapisan menentukan kekuatan perkerasan dan dipengaruhi pula oleh kekuatan *subgrade*.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang dapat ditetapkan berdasarkan uraian latar belakang penanganan jalan nasional adalah sebagai berikut:

1. Sejauhmana ketepatan penentuan kondisi perkerasan jalan berdasarkan kerusakan jalan dan tingkat keparahannya?
2. Sejauhmana ketepatan penanganan jalan berdasarkan jenis kerusakan dan tingkat keparahannya?
3. Bagaimana desain struktur perkerasan dilakukan berdasarkan hasil evaluasi kondisi perkerasan jalan



### 1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Pada tugas akhir ini akan dibahas mengenai perhitungan tebal lapisan perkerasan tambahan (*overlay*) yang dilakukan oleh perencana pada proyek Peningkatan Jalan di Batas Prov. NAD – Simpang Pangkalan Susu dengan menggunakan alat Benkelman Beam.

Dalam hal ini seksi jalan yang akan dibahas adalah *stasioning* (sta) pada jalan Batas Prov. NAD – Simpang Pangkalan Susu pada *stasioning* (97+000 – 101+000) dan (102+000 - 107+000), karena pada *stasioning* tersebut memiliki beban puncak maksimum / kritis.

Batasan ruang lingkup penelitian dibutuhkan untuk memperoleh hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan. Batasan penelitian perbandingan metode evaluasi kondisi jalan dalam kaitannya dengan biaya pemeliharaan adalah sebagai berikut:

1. Faktor pertumbuhan lalu-lintas yang digunakan adalah faktor pertumbuhan lalu-lintas minimum berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 Direktorat Jenderal Bina Marga. Faktor pertumbuhan lalu-lintas yang seharusnya diperoleh dari perhitungan data lalu-lintas harian rata-rata (LHR) pada beberapa tahun sebelumnya tidak dapat dilakukan karena keterbatasan peneliti dalam memperoleh data.
2. Peneliti tidak melakukan pengujian dengan alat BB secara langsung sehingga nilai data lendutan yang digunakan dalam perhitungan angka struktural perkerasan rencana diperoleh dari analisis data yang diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian perbandingan metode evaluasi kondisi jalan dalam kaitannya dengan biaya pemeliharaan adalah:

1. Mengetahui penentuan kondisi perkerasan jalan berdasarkan kerusakan jalan dan tingkat keparahannya
2. Mengetahui jenis pemeliharaan jalan yang tepat berdasarkan kondisi perkerasan jalan.
3. Mengetahui desain struktur perkerasan berdasarkan hasil evaluasi kondisi jalan.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat teoritis yang diperoleh dari penelitian perbandingan metode evaluasi kondisi jalan dalam kaitannya dengan biaya pemeliharaan adalah:

1. Pemahaman metode evaluasi kondisi perkerasan jalan.
2. Pemahaman perencanaan pemeliharaan jalan yang tepat berdasarkan hasil evaluasi kondisi perkerasan jalan.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Untuk mencapai penulisan ini dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu. Metode dan prosedur pelaksanaannya secara garis besar adalah sebagai berikut.

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan. Dalam bab ini diuraikan secara jelas latar belakang penulisan dalam melakukan penelitian, serta maksud dan tujuan penelitian tersebut untuk dijadikan landasan dalam penulisan tugas akhir ini.

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini meliputi pengambilan teori-teori serta rumus-rumus dari beberapa sumber bacaan yang mendukung analisa permasalahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Bab ini juga berisi teori-teori yang didapat dari sumber lainnya seperti internet yang berkaitan dengan permasalahan yang akan diteliti.

## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

BAB ini kan membahas tentang langkah-langkah kerja yang akan dilakukan dan cara memperoleh data yang relevan dengan penelitian ini. Dalam bab ini juga diterangkan secara jelas pengambilan data, dan analisa data.

Data yang dibutuhkan sebagai berikut

1. Data primer, yaitu data yang berhubungan langsung dari penelitian yang dilakukan.

2. Data sekunder, yaitu data yang bersumber dari instansi yang terkait, dari teori-teori yang diperoleh dari buku-buku literatur, internet dan sumber lainnya

#### BAB 4 ANALISA DATA

Bab ini merupakan sajian data penerapan teknis analisa yang sesuai dengan objek studi. Kemudian data-data tersebut dibahas dan dianalisa guna mencapai tujuan dan sarana studi yang dimaksud.

#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

BAB ini berisikan kesimpulan logis berdasarkan analisa data dan bukti yang disajikan sebelumnya, yang menjadi dasar untuk menyusun suatu saran sebagai suatu usulan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perkerasan Jalan**

Perancangan konstruksi perkerasan jalan mutlak diperhitungkan dalam perencanaan sistem jaringan jalan. Tingginya biaya yang dikeluarkan untuk membangun jalan sangat mempengaruhi keputusan dalam merencanakan sistem jaringan jalan. Hal ini pula turut mempengaruhi pemilihan jenis konstruksi perkerasan jalan yang akan digunakan.

Salah satu jenis konstruksi perkerasan jalan adalah 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. Berbeda dengan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

Jika diperhitungkan dari segi biaya pembangunannya, jalan yang dibangun dengan konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) membutuhkan dana jauh lebih sedikit dibandingkan dengan jalan yang dibangun dengan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*). Namun program pemeliharaannya relatif lebih minim dibandingkan bila jalan dibangun dengan konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*).

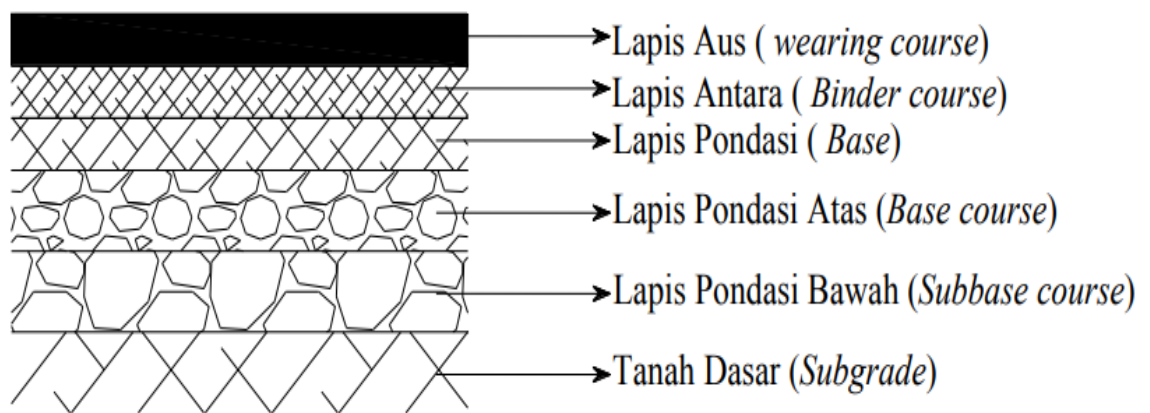
Dalam merencanakan struktur perkerasan jalan, beban dan volume lalu lintas yang akan menggunakan jalan tersebut selama umur rencana menjadi acuan utama dalam perhitungan struktur perkerasannya. Struktur perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan tersebut.

#### **2.2 Jenis Konstruksi Perkerasan dan Komponennya**

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan yang berfungsi memberikan pelayanan

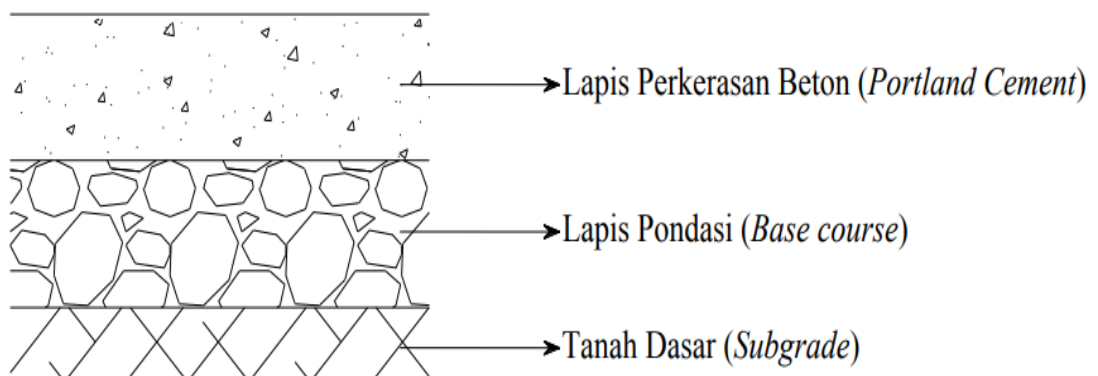
kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan. (Silvia Sukirman, 2003) Konstruksi perkerasan terdiri dari beberapa jenis sesuai dengan bahan ikat yang digunakan serta komposisi dari komponen konstruksi perkerasan itu sendiri antara lain:

1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)



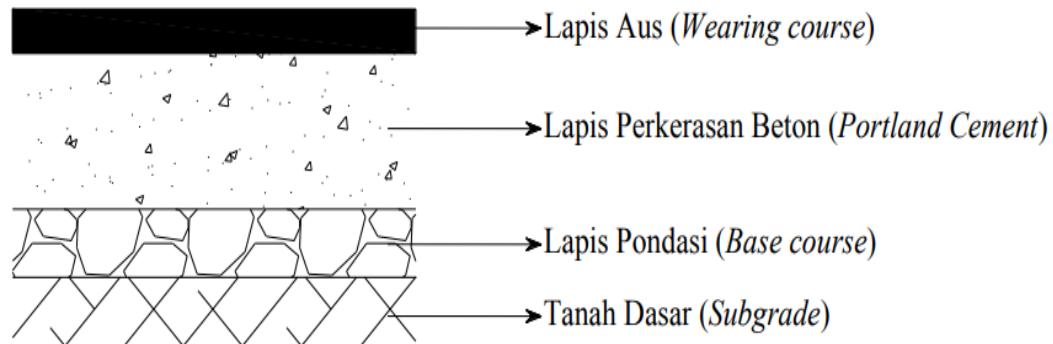
Gambar 2.1: Komponen Perkerasan Lentur (Silvia Sukirman, 2003).

2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)



Gambar 2.2: Komponen Perkerasan Kaku (Silvia Sukirman, 2003).

### 3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)



Gambar 2.3: Komponen Perkerasan Komposit (Silvia Sukirman, 2003).

### 2.3. Klasifikasi Jalan

Berdasarkan Undang – Undang No. 38 tahun 2004 mengenai jalan, maka jalan dapat diklasifikasikan menjadi 3 klasifikasi jalan, yaitu :

1. Klasifikasi jalan menurut peran dan fungsi,
2. Klasifikasi jalan menurut wewenang, dan
3. Klasifikasi jalan berdasarkan muatan sumbu.

#### 2.3.1. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi

Klasifikasi jalan umum menurut peran dan fungsinya, terdiri atas :

##### a. Jalan Arteri

Jalan arteri, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk (akses) dibatasi secara berdaya guna.

Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan arteri adalah :

- Kecepatan rencana > 60 km/jam.
- Lebar badan jalan > 8,0 meter.
- Kapasitas jalan lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
- Jalan masuk dibatasi secara efisien sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan dapat tercapai.
- Tidak boleh terganggu oleh kegiatan local, lalu lintas local

- Jalan arteri tidak terputus walaupun memasuki kota.

#### b. Jalan Kolektor

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

Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan kolektor adalah :

- Kecepatan rencana  $> 40$  km/jam.
- Lebar badan jalan  $> 7,0$  meter.
- Kapasitas jalan lebih besar atau sama dengan volume lalu lintas rata-rata.
- Jalan masuk dibatasi secara efisien sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan tidak terganggu.
- Tidak boleh terganggu oleh kegiatan lokal, lalu lintas lokal.
- Jalan kolektor tidak terputus walaupun memasuki daerah kota.

#### c. Jalan Lokal

Jalan lokal, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi. Jika ditinjau dari peranan jalan maka persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan lokal adalah :

- Jalan lokal tidak terputus walaupun memasuki desa.
- Lebar badan jalan  $> 6,0$  meter.
- Kecepatan rencana  $> 20$  km/jam.

#### d. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

### 2.3.2. Klasifikasi Jalan Menurut Wewenang

Tujuan pengelompokan jalan dimaksudkan untuk mewujudkan kepastian hukum penyelenggaraan jalan sesuai dengan kewenangan pemerintah pusat dan pemerintah daerah.

Klasifikasi jalan umum menurut wewenang, terdiri atas :

#### a. Jalan Nasional

Jalan nasional, merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

b. Jalan Provinsi

Jalan provinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

c. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

d. Jalan Kota

Jalankota, merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.

e. Jalan Desa

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

### **2.3.3. Klasifikasi Jalan Menurut Muatan Sumbu**

a. Jalan Kelas I

Jalan Kelas I, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 18 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton, yang saat ini masih belum digunakan di Indonesia, namun sudah mulai dikembangkan diberbagai negara maju seperti di Prancis telah mencapai muatan sumbu terberat sebesar 13 ton.

b. Jalan Kelas II



Jalan Kelas II, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 18 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton, jalan kelas ini merupakan jalan yang sesuai untuk angkutan peti kemas.

c. Jalan Kelas IIIA

Jalan Kelas III A, yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 18 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

d. Jalan Kelas IIIB

Jalan Kelas III B, yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 12 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

e. Jalan Kelas IIIC

Jalan Kelas III C, yaitu jalan lokal dan jalan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,1 meter, ukuran panjang tidak melebihi 9 meter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

## 2.4 Kriteria Berlalu Lintas

Dipandang dari segi kenyamanan dan keamanan pengguna jalan, konstruksi perkerasan perlu memenuhi syarat-syarat berikut ini :

- Permukaan yang rata, tidak berlubang, tidak melendut, dan tidak bergelombang.
- Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya.
- Permukaan cukup kesat, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah selip.
- Permukaan tidak mengkilap, tidak silau jika kena sinar matahari

## 2.5 Kriteria Kekuatan atau Struktural Perkerasan Jalan

Dipandang dari kemampuan memikul dan menyebarkan beban, jalan harus memenuhi syarat-syarat berikut ini :

- Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban atau muatan lalu lintas ke tanah dasar.
- Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya.
- Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan
- Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

Penanganan konstruksi perkerasan yang berupa pemeliharaan, penunjang, peningkatan, ataupun rehabilitas dapat dilakukan dengan baik setelah kerusakan-kerusakan yang timbul pada perkerasan tersebut dievaluasi penyebab dan akibatnya.

Kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh :

- Lalu lintas diperhitungkan berdasarkan peningkatan beban dan repetisi beban
- Air, yang dapat berasal dari air hujan dan sistem drainase jalan yang tidak baik
- Material konstruksi perkerasan, sifat material dan sistem pengolahan bahan yang tidak baik
- Iklim, Indonesia beriklim tropis dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi
- Kondisi tanah dasar yang tidak stabil, akibat sistem pelaksanaan yang kurang baik, atau sifat tanah dasarnya yang memang kurang baik
- Proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar yang kurang baik

Umumnya kerusakan-kerusakan yang timbul tidak disebabkan oleh satu faktor saja, tetapi merupakan gabungan penyebab yang saling kait mengait. Sebagai contoh, retak pinggir, pada awalnya dapat diakibatkan oleh tidak baiknya sokongan dari samping. Dengan terjadinya retak pinggir, memungkinkan air meresap masuk ke lapis bawahnya yang melemahkan ikatan antara aspal dan

agregat, hal ini dapat menimbulkan lubang-lubang disamping melemahkan daya dukung lapisan di bawahnya.

Dalam mengevaluasi kerusakan jalan perlu ditentukan :

- Jenis kerusakan (*distress type*) dan penyebabnya
- Tingkat kerusakan (*distress severity*)
- Jumlah kerusakan (*distress amount*)

Sehingga dapat ditentukan jenis penanganan yang paling sesuai.

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan Nomor 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas :

- a. Retak (*cracking*)
  - b. Distorsi (*distortion*)
  - c. Cacat permukaan (*disintegration*)
  - d. Pengausan (*polished aggregate*)
  - e. Kegemukan (*bleeding atau flushing*)
  - f. Penurunan pada bekas penanaman utilitas
- a. Retak (*Cracking*) dan Penanganannya

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas:

- Retak halus atau retak garis (*hair cracking*), lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm, penyebabnya adalah bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus dapat meresapkan air ke dalam lapis permukaan. Retak halus dapat berkembang menjadi retak kulit buaya jika tidak ditangani sebagaimana mestinya.
- Retak kulit buaya (*alligator crack*), memiliki lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. saling berangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Penyebabnya adalah bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air (air tanah naik). Retak kulit buaya jika tidak diperbaiki dapat diresapi air sehingga lama kelamaan terlpas butir-butirnya sehingga menyebabkan lubang.

- Retak pinggir (*edge crack*) yaitu retak memanjang jalan, dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu jalan. Penyebabnya adalah tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainase kurang baik, terjadi penyusutan tanah, atau terjadinya *settlement* di bawah daerah tersebut. Akar tanaman tumbuh di tepi perkerasan dapat pula menjadi sebab terjadinya retak pinggir. Di lokasi retak, air meresap yang dapat semakin merusak lapisan permukaan.
- Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*) yaitu retak memanjang yang umumnya terjadi pada sambungan bahu jalan dengan perkerasan. Retak dapat disebabkan oleh kondisi drainase di bawah bahu jalan lebih buruk dari pada di bawah perkerasan, terjadinya *settlement* di bahu jalan, penyusutan material bahu atau perkerasan jalan, atau akibat lintasan truk atau kendaraan berat di bahu jalan
- Retak sambungan jalan (*lane joint crack*) yaitu retak memanjang yang terjadi pada sambungan 2 jalur lalu lintas. Penyebabnya yaitu tidak baiknya ikatan sambungan kedua jalur.
- Retak sambungan pelebaran jalan (*widening crack*), adalah retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan perkerasan pelebaran. Penyebabnya ialah perbedaan daya dukung di bawah bagian pelebaran dan bagian jalan lama atau dapat juga disebabkan oleh ikatan sambungan tidak baik
- Retak refleksi (*reflection crack*) yaitu retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak. Terjadi pada lapis tambahan (*overlay*) yang menggambarkan pola retakan di bawahnya. Retak refleksi dapat terjadi jika retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum perkerasan *overlay* dilakukan
- Retak susut (*shrinkage cracks*) yaitu retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dengan sudut tajam. Penyebabnya ialah perubahan volume pada lapisan permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar

- Retak selip (*slippage cracks*) yaitu retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit. Penyebabnya ialah kurang baiknya ikatan antara lapisan permukaan dan lapis di bawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak, air, atau benda nonadhesif lainnya, atau akibat tidak diberinya *tack coat* sebagai bahan pengikat di antara kedua lapisan.

Pada umumnya perbaikan kerusakan jenis retak dilakukan dengan mengisi celah retak dengan campuran pasir dan aspal. Bila retak telah meluas dan kondisinya cukup parah maka dilakukan pembongkaran lapisan yang retak tersebut untuk kemudian diganti dengan lapisan yang lebih baik.

b. Distorsi (*Distortion*) dan Penanganannya

Distorsi adalah perubahan bentuk yang dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadinya tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas.

Distorsi (*distortion*) dapat dibedakan atas :

- Alur (*ruts*), yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Penyebabnya ialah lapis perkerasan yang kurang pada, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan dari lapis permukaan yang sesuai.
- Keriting (*corrugation*), alur yang terjadi melintang jalan. Penyebabnya ialah rendahnya stabilitas campuran yang dapat berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyaknya mempergunakan agregat halus, agregat berbentuk bulat dan berpermukaan licin, atau aspal yang dipergunakan mempunyai penetrasi yang tinggi. Keriting dapat juga terjadi jika lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang menggunakan aspal cair).
- Sungkur (*shoving*), deformasi plastis yang terjadi setempat, di tempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikangan tajam.
- Amblas (*grade depressions*), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebab amblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang

direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami *settlement*.

- Jembul (*upheavel*) terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Hal ini terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar pada tanah dasar ekspansif

Pada umumnya perbaikan kerusakan jenis distorsi dilakukan dengan cara membongkar bagian yang rusak dan melapisnya kembali.

c. Cacat permukaan (*Disintegration*)

Yang termasuk dalam cacat permukaan ini adalah :

- Lubang (*potholes*) berbentuk serupa mangkuk, memiliki ukuran bervariasi dari kecil sampai besar yang mampu menampung dan meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan.
- Pelepasan butir (*raveling*), memiliki akibat yang sama dengan yang terjadi pada jalan berlubang. Perbaikan dilakukan dengan memberikan lapisan tambahan di atas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan dan dikeringkan.
- Pengelupasan lapisan permukaan (*stripping*), dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya, atau terlalu tipisnya permukaan. Perbaikan dilakukan dengan cara diratakan kemudian dipadatkan dengan lapisan baru.

d. Pangausan (*Polished Aggregate*)

Pangausan menyebabkan permukaan jalan licin yang membahayakan kendaraan. Penyebabnya adalah karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang dipergunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk cubical.

e. Kegemukan (*Bleeding or Flushing*)

Penyebab kegemukan (*bleeding*) ialah pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal yang mengakibatkan permukaan jalan menjadi licin, khususnya pada temperatur tinggi aspal menjadi lunak dan menimbulkan jejak roda. Perbaikan dilakukan dengan mengangkat lapis aspal dan kemudian memberi lapisan penutup atau menaburkan agregat panas yang kemudian dipadatkan.

f. Penurunan Pada Bekas Penanaman Utilitas (*Utility Cut Depression*)

Penurunan lapisan perkerasan ini terjadi akibat pemadatan yang tidak memenuhi syarat setelah dilakukannya penanaman utilitas. Perbaikan dilakukan dengan membongkar kembali dan mengganti dengan lapisan yang sesuai.

## 2.6 Metoda Pengukuran Kerusakan Jalan

Kualitas jalan yang ada maupun yang akan dibangun harus sesuai dengan standard dan ketentuan yang berlaku. Untuk mengetahui tingkat kerataan permukaan jalan dapat dilakukan pengukuran dengan menggunakan berbagai cara atau metoda yang telah direkomendasikan oleh Bina Marga maupun AASHTO.

Sebelum merencanakan metoda pemeliharaan yang akan dilakukan, perlu dilakukan terlebih dahulu survey kondisi permukaan. Survey ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja (*pavement evaluation*) perkerasan jalan yang diamati. Terdapat dua jenis survey untuk mengetahui kondisi permukaan, yaitu :

1. Survey secara visual

Survey secara visual atau *visual inspection* dilakukan dengan pengamatan mata surveyor untuk mengukur kondisi permukaan jalan yang karenanya data yang dikumpulkan menjadi sangat subjektif sehingga tingkat keakurasiannya rendah. Survey secara visual meliputi :

- Penilaian kondisi dari lapisan permukaan, apakah masih baik, kritis, atau rusak.
- Penilaian kenyamanan kendaraan dengan menggunakan jenis kendaraan tertentu. Penilaian dikelompokkan menjadi nyaman, kurang nyaman, tidak nyaman.
- Penilaian bobot kerusakan yang terjadi, baik kualitas maupun kuantitas. Penilaian dilakukan terhadap retak (*crack*), lubang (*pothole*), alur (*rutting*), pelepasan butir (*raveling*), pengelupasan lapis permukaan (*stripping*), keriting (*corrugation*), amblas (*depression*), *bleeding*, sungkur (*shoving*), dan jembul (*upheaval*).

2. Survey dengan bantuan alat

Metode pengukuran kerataan permukaan jalan yang dikenal pada umumnya antara lain metoda *NAASRRA* (SNI 03-34260-1994). Metoda lain yang dapat digunakan untuk pengukuran dan analisis kerataan perkerasan *Rolling Straight Edge*, *Slope Profilometer* (*AASHO Road Test*), *CHLOE Profilometer*, dan *Roughometer*. Alat ini dipasangkan pada sumbu belakang roda kendaraan penguji. Prinsip dasar alat ini ialah mengukur jumlah gerakan vertikal sumbu belakang pada kecepatan tertentu. Ukuran jumlah gerakan vertikal pada jarak tertentu tersebut dinyatakan dalam indek kerataan permukaan (*International Roughness Index*) dalam satuan meter per kilometer. Survey dengan bantuan alat lainnya juga dapat dilakukan dengan teknologi *laser beam* yang secara otomatis dapat memonitor jenis kerusakan jalan seperti retak (*crack*), alur (*rutting*), lubang (*pothole*).

## **2.7. Prosedur Dalam Menentukan Lendutan dengan Alat *Benkelman Beam*.**

Didalam buku *Manual Pemeriksaan Jalan Dengan Alat Benkelman Beam* dikatakan bahwa cara pemeriksaan karakteristik lendutan akibat beban pada sistem perkerasan dengan alat *Benkelman Beam* meliputi prosedur penekanan dengan beban tertentu yang diketahui nilainya, dengan perantara roda atau seperangkat roda ban pneumatic, terhadap lapisan suatu sistem perkerasan. Selama melakukan pembebanan, gerakan vertical permukaan diamati dan dicatat. Umumnya pemeriksaan ini dilakukan pada permukaan sistem perkerasan yang sudah jadi.

Cara ini dimaksudkan untuk mendapatkan data lendutan akibat beban yang dipergunakan untuk menilai sistem perkerasan, baik untuk tujuan penelitian, perencanaan teknik, pelaksanaan maupun pemeriksaan.

Karakteristik perilaku dalam sistem perkerasan bisa bervariasi cukup banyak karena perbedaan-perbedaan komposisi, temperatur, ataupun faktor-faktor lainnya. Maka dalam hal ini dikemukakan lima cara pemeriksaan lendutan yang dapat dipilih, diantaranya:

- a. Lendutan balik (*rebound deflection*) statis perkerasan lentur (*flexible*).
- b. Lendutan dan lendutan balik perkerasan lentur.



- c. Lentutan maksimum dan lentutan balik perkerasan lentur atau perkerasan kaku (*rigid*).
- d. Lentutan parsial dan lentutan balik perkerasan lentur.
- e. Lentutan balik statis perkerasan kaku atau gabungan (*composite type*).

Dari kelima cara pemeriksaan lentutan diatas, yang umum dilakukan oleh direktorat jendral bina marga adalah cara (a) dan (c).

- Cara (a).

Digunakan dalam bentuk:

- Pengukuran lentutan balik.
- Pengukuran lentutan balik titik belok.

Umumnya cara pemeriksaan jalan dengan alat Benkelman Beam di Indonesia dilakukan dengan cara pengukuran lentutan balik. Sebagai perbandingan atau pelengkap pemeriksaan lentutan dapat dilakukan dengan cara Pengukuran lentutan balik titik belok. Didalam pengambilan data dilapangan, kedua cara diatas dapat dilakukan bersamaan.

- Cara (c)

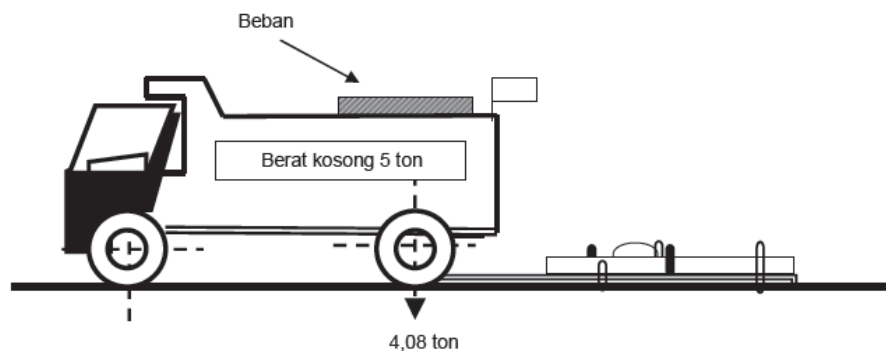
Digunakan dalam bentuk:

- Pengukuran lentutan maksimum dan cekung lentutan.

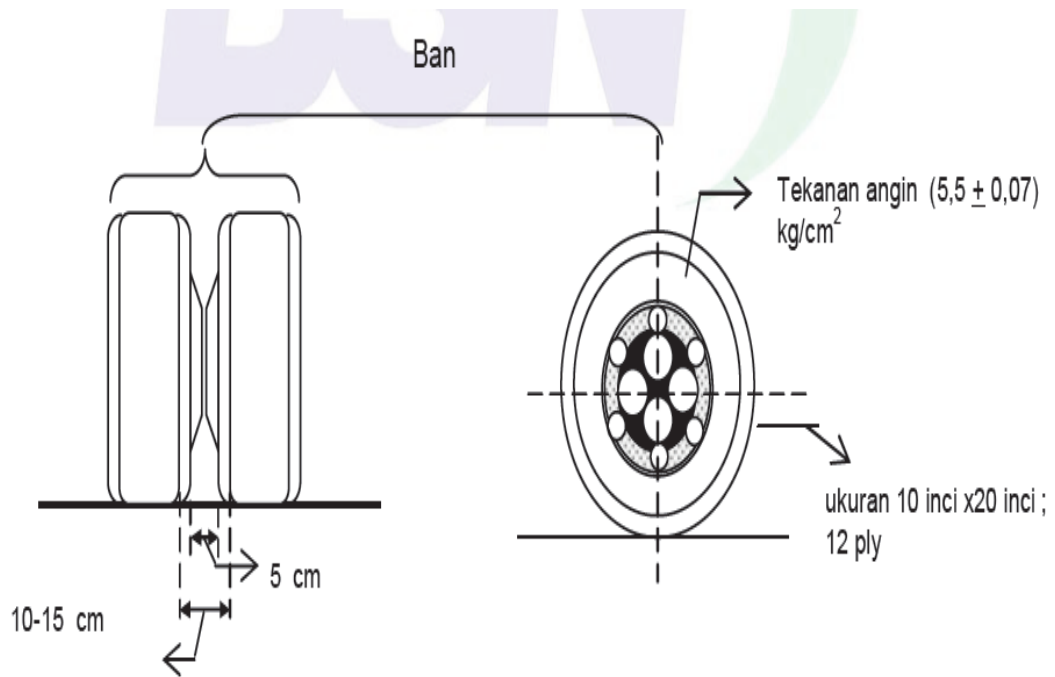
Maksud pengukuran ini dilakukan untuk mendapatkan tambahan data pemeriksaan lentutan pada cara (a) dan data untuk penelitian.

SNI 2416:2011

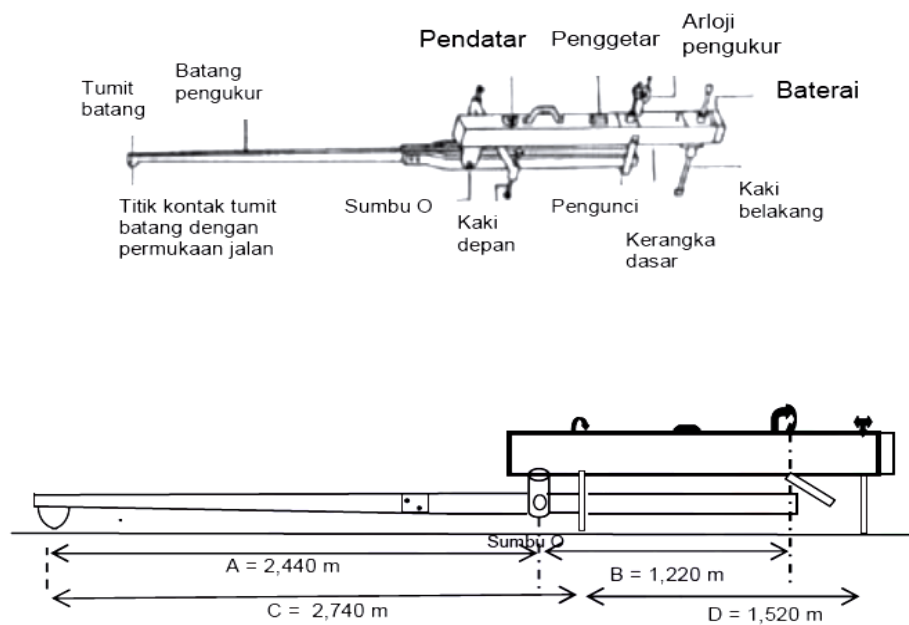
**Lampiran A  
(normatif)  
Gambar-gambar**



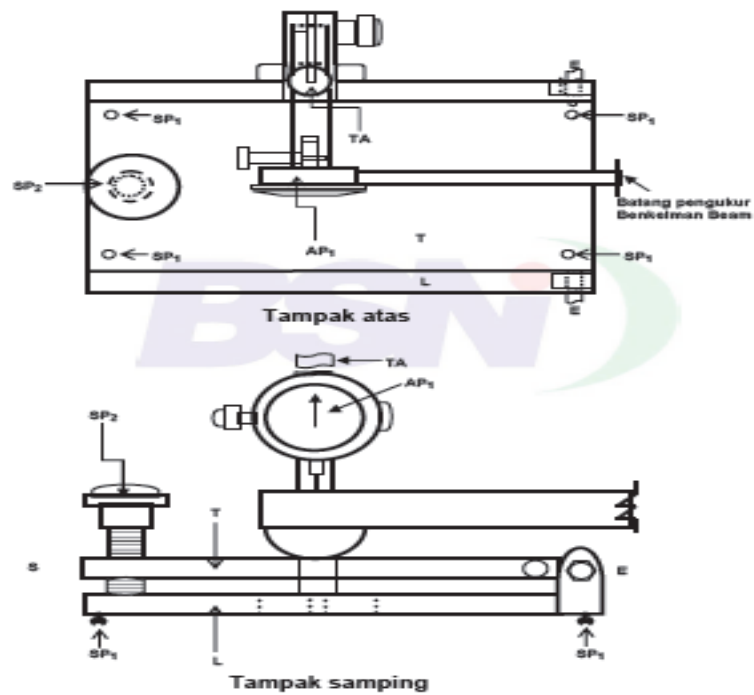
Gambar 2.5: Spesifikasi Truk Standar (Perkerasan Lentur Jalan Raya).



Gambar 2.6: Ban Roda Belakang Truk Standar (Perkerasan Lentur Jalan Raya).

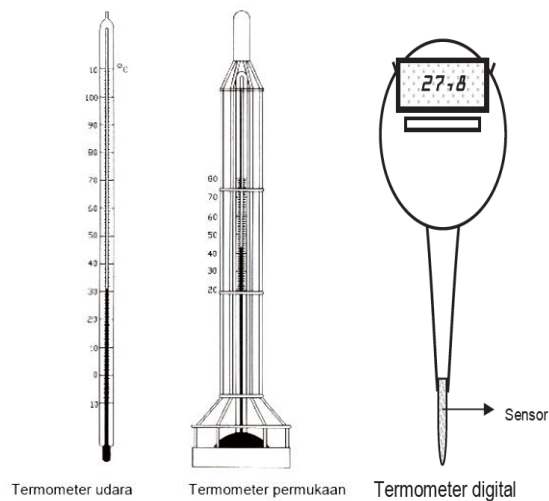


Gambar 2.7. Skema *Benkelman Beam* (Perkerasan Lentur Jalan Raya).

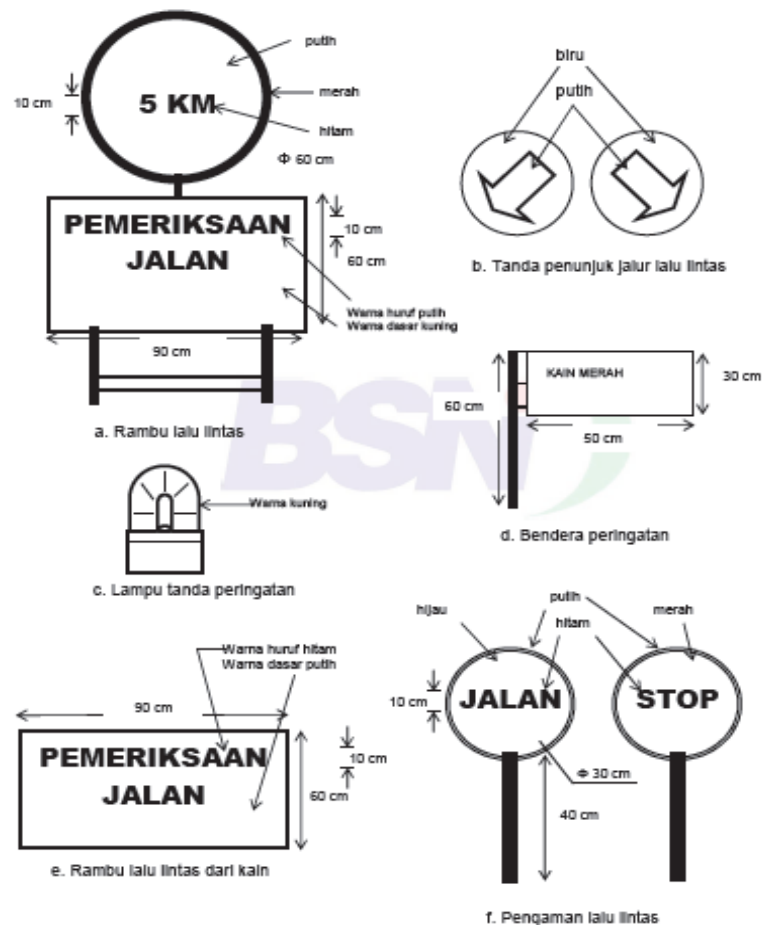


- Keterangan gambar:
- L : Pelat landasan
  - T : Pelat penyetel
  - SP<sub>1</sub> : Sekrup pengatur pelat landasan L
  - SP<sub>2</sub> : Sekrup pengatur pelat penyetel T
  - TA : Tiang dudukan arloji pengukur alat penyetel
  - AP<sub>1</sub> : Arloji Pengukur
  - E : Engsel
  - S : Bagian sisi pelat penyetel yang dapat turun naik

Gambar 2.8: Alat Penyetel *Benkelman Beam* (Perkerasan Lentur Jalan Raya).



Gambar 2.9: Temperatur (Perkerasan Lentur Jalan Raya).



Gambar 2.10: Perlengkapan Keamanan (Perkerasan Lentur Jalan Raya).

- Peralatan yang digunakan dengan alat *Benkelman Beam* untuk pemeriksaan lendutan.
- a. Truk dengan spesifikasi standar sebagai berikut (gambar 2.5. dan 2.6.)
  - Berat kosong truk ( $5 \pm 0,1$ ) ton.
  - Jumlah gandar 2 buah, dengan roda belakang ban ganda.
  - Beban masing – masing roda belakang ban ganda ( $4,08 \pm 0,045$ ) ton atau ( $9.000 \pm 100$ ) lbs.
  - Ban, dalam kondisi baik dan dari jenis kembang halus (zig –zag) dengan ukuran: 25,4 x 50,8 cm atau 10 x 20 inch.
  - Tekanan angin ban ( $5,5 \pm 0,07$ ) kg/cm<sup>2</sup> atau ( $80 \pm 1$ ) psi.
  - Jarak sisi kedua bidang kontak ban deengan permukaan jalan 10 – 15 cm atau 4 -6 inch.

- b. Alat *Benkelman Beam* terdiri dari dua batang mempunyai panjang total pada umumnya  $(366 \pm 0,16)$  cm atau  $(144 \pm 0,06)$  inch, yang terbagi menjadi dua bagian dengan perbandingan 1:2 oleh sumbu O, dengan perlengkapan sebagai berikut (gambar 2.7.):
    - Arloji pengukur (*dial gauge*), berskala mm dengan ketelitian 0,01 mm.
    - Alat penggetar (*busser*).
    - Alat pendatar (*water pass*).
  - c. Pengukuran tekanan yang dapat mengukur tekanan angin ban minimum 80 psi.
  - d. Thermometer :  $5^{\circ} - 70^{\circ}$  C dengan pembagian skala  $1^{\circ}$  C atau  $40^{\circ}$  F– $140^{\circ}$  F dengan pembagian skala  $1^{\circ}$  F (gambar no. 4).
  - e. Rolmeter 30 m dan 3 m (100 ft dan 10 ft).
  - f. Formulir-formulir lapangan dan *hardboard*.
  - g. Minyak arloji alkohol murni untuk membersihkan batang arloji pengukur.
  - h. Perlengkapan keamanan bagi petugas dan tempat pemeriksaan.
    - Tanda batas kecepatan lalu lintas pada saat melewati tempat pemeriksaan, ditempatkan  $\pm 50$  m didepan dan dibelakang truk.
    - Tanda petunjuk jalur lalu lintas yang dapat dilewati.
    - Tanda lampu peringatan bila pemeriksaan dilakukan pada malam hari.
    - Bendera merah kuning yang selalu dipasang pada truk bagian depan dan belakang.
    - Tanda pengaman lalu lintas yang dipegang oleh petugas (tanda “STOP/JALAN”).
    - Pakaian khusus petugas biasanya warnanya dapat dengan mudah dilihat oleh pengendara lalu lintas (misalnya pakaian berwarna oranye).
2. Cara mengukur lendutan balik titik belok.
- a. Menentukan titik-titik pemeriksaan.
 

Jalan tanpa median atau dengan median, sama dengan cara mengukur lendutan balik atau disesuaikan dengan kebutuhan.
  - b. Tentukan titik pada permukaan yang telah ditentukan tersebut. Apabila yang diperiksa adalah sebelah kiri sebuah jalur maka yang dipusatkan ialah ban ganda kiri. Apabila yang akan diperiksa adalah kiri dan kanan pada suatu jalur

maka yang dipusatkan pada titik titik yang telah ditetapkan tersebut ialah ban ganda kiri dan ban ganda kanan.

- c. Tumit batang (*Beam Toe*) *Benkelman Beam* diselipkan ditengah-tengah ban ganda tersebut, sehingga tepat dibawah pusat muatan sumbu gandar dan batang *Benkelman Beam* sejajar dengan arah truk. *Benkelman Beam* masih pada keadaan terkunci.
- d. Atur ketiga kaki sehingga *Benkelman Beam* dalam keadaan mendatar (*water pass*).
- e. Lepaskan kunci *Benkelman Beam*, sehingga batang *Benkelman Beam* dapat digerakkan turun naik.
- f. Aturilah batang arloji pengukur sehingga bersinggungan dengan bagian atas dari bagian belakang.
- g. Hidupkan penggetar (*buzzer*) untuk memeriksa kestabilan jarum arloji pengukur.
- h. Setelah jarum arloji pengukur stabil, atur jarum pada angka nol, sehingga kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,01 mm/menit atau setelah 3 menit. Catat pembacaan ini sebagai pembacaan awal.
- i. Jalankan truk perlahan-lahan maju kedepan dedngan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 0,30 m untuk penetrasi, butas dan laburan atau sejauh 0,40 m untuk aspal beton. Setelah truk berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,01 mm/menit atau setelah 3 menit. Catat pembacaan ini sebagai pembacaan antara.
- j. Jalankan truk perlahan-lahan maju kedepan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 6 meter. Setelah truk berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,01 mm/menit atau setelah 3 menit. Catat pembacaan ini sebagai pembacaan antara.
- k. Jalankan truk perlahan-lahan maju kedepan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 6 meter. Setelah truk berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,01 mm/menit atau setelah 3 menit. Catat pembacaan ini sebagai pembacaan akhir.

- l. Catat suhu permukaan jalan (tp) dan suhu udara (tu) tiap titik pemeriksaan. Suhu tengah (tt) dan suhu bawah (tb) bila perlu dicatat setiap 2 jam.
  - m. Tekanan angin pada ban selalu diperiksa bila dianggap perlu setiap 4 jam dan dibuat selalu  $(5,5 \pm 0,07)$  kg/cm<sup>2</sup> atau  $(80 \pm 1)$  psi.
  - n. Apabila diragukan adanya perubahan letak muatan, maka beban gandar belakang truk selalu diperiksa dengan timbangan muatan.
  - o. Periksa dan catat tebal lapis aspal.
  - p. Hindari penempatan tumit batang dan kaki-kaki *Benkelman Beam* pada tempat yang diperkirakan terjadi pelelehan aspal (*bleeding*)
  - q. Pelaporan:  
Laporkan hasil-hasil pengukuran dalam formulir 1a, pemeriksaan perkerasan jalan dengan alat *Benkelman Beam*., formulir 1b, pemeriksaan perkerasan jalan.
3. Cara mengukur lendutan maksimum dan cekung lendutan.
    - 2.1 Menentukan titik pemeriksaan. Pemeriksaan umumnya dilakukan pada titik lendutan balik yang memerlukan data-data tambahan, atau disesuaikan dengan kebutuhan.
    - 2.2 Tentukan titik pada permukaan jalan yang akan diperiksa dan diberi tanda (+) dengan kapur tulis.
    - 2.3 Tempatkan truk arah kemuka sejauh 6 meter dari titik yang akan diperiksa.
    - 2.4 Letakkan tumit batang (*beam toe*) *Benkelman Beam* pada titik yang akan diperiksa, kemudian:
      - Periksa kedudukan batang sehingga sejajar as jalan dan kaki batang terletak pada landasan yang stabil/mantap.
      - Atur jarum arloji pengukur pada angka nol.
    - 2.5 Beri tanda pada permukaan jalan mulai dari titik kontak batang, dengan jarak-jarak 10, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 150, 200, dan 600 cm kearah muka.
    - 2.6 Truk dijalankan mundur perlahan – lahan hingga tumit batang terselip diantara salah satu ban ganda belakang dan truk berhenti pada saat pusat muatan ban ganda belakang berada diatas titik kontak batang.
    - 2.7 Pada kedudukan ban ganda belakang tersebut pada (f) dilakukan pembacaan. Pembacaan arloji pengukur dilakukaan setiap menit, sampai

kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,01 mm/menit atau setelah 3 menit.

- 2.8 Truk dijalankan lagi perlahan-lahan sejauh 10 cm dari titik kontak batang, pembacaan dilakukan lagi setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,01 mm/menit atau setelah 3 menit.
- 2.9 Truk dijalankan lagi secara perlahan-lahan pada jarak –jarak 20cm, 30, 40, 50, 70, 100, 150, 200, dan 600 cm dari titik kontak batang dan pembacaan dilakukan pada tiap-tiap jarak tersebut diatas sesuai cara (h). Catat pembacaan (h) dan (i) ini sebagai pembacaan cekung lendutan.
- 2.10 Catat dan gambar penampang lapisan perkerasan, serta data-data lain yang diperlukan.
- 2.11 Pada waktu truk berjalan mundur dan ban ganda belakang sudah berada +2 meter didepan titik kontak batang, dan diperkirakan batang tidak akan tepat masuk diantara ban ganda yang bersangkutan, maka truk harus maju lagi untuk menempatkan arah.
- 2.12 Untuk mendapatkan data-data yang baik, disarankan selalu bekerja pada cuaca yang dingin suhu permukaan jalan lebih rendah atau sama dengan 40°C) guna menghindari pengaruh suhu terhadap alat dan struktur jalan.
- 2.13 Pelaporan: Laporkan hasil-hasil pengukuran dan cekung lendutan, dan formulir 1d, pemeriksaan struktur perkerasan jalan.

## **2.8. Parameter Perencanaan Tebal Lapis Tambah (*Overlay*)**

### **2.8.1. Lalu Lintas**

a. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C).

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan, yang menampung lalu-lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan sesuai Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan (AASTHO 1993).

<b>Lebar Perkerasan</b>	<b>Jumlah Lajur (n)</b>
$L < 4,50 \text{ m}$	1 lajur
$4,50 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$	2 lajur



Tabel 2.1: Lanjutan.

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

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana ditentukan sesuai Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Koefisien Distribusi Kendaraan (SNI 1732-1989-F).

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
<b>1 Jalur</b>	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>2 Jalur</b>	0,60	0,50	0,70	0,50
<b>3 Jalur</b>	0,40	0,40	0,50	0,475
<b>4 Jalur</b>	-	0,30	-	0,45
<b>5 Jalur</b>	-	0,25	-	0,425
<b>6 Jalur</b>	-	0,20	-	0,40

b. Ekuivalen beban sumbu kendaraan (E).

Angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut Pers. 2.1, 2.2, 2.3 dan 2.4 atau pada Tabel 2.4.

$$\text{Angka Ekuivalen STRT} = \left[ \frac{\text{Beban Sumbu (ton)}}{5.40} \right]^4 \quad (2.1)$$

$$\text{Angka Ekuivalen STRG} = \left[ \frac{\text{Beban Sumbu (ton)}}{8.16} \right]^4 \quad (2.2)$$

$$\text{Angka Ekuivalen SDRG} = \left[ \frac{\text{Beban Sumbu (ton)}}{13.76} \right]^4 \quad (2.3)$$

$$\text{Angka Ekuivalen STrRG} = \left[ \frac{\text{Beban Sumbu (ton)}}{18.45} \right]^4 \quad (2.4)$$

Tabel 2.3: Ekvivalen beban sumbu kendaraan (E) (Departemen Pekerjaan Umum).

Beban sumbu (ton)	Ekvivalen beban sumbu kendaraan (E)			
	STRT	STRG	SDRG	STrRG
1	0,00118	0,00023	0,00003	0,00001
2	0,01882	0,00361	0,00045	0,00014
3	0,09526	0,01827	0,00226	0,00070
4	0,30107	0,05774	0,00714	0,00221
5	0,73503	0,14097	0,01743	0,00539
6	1,52416	0,29231	0,03615	0,01118
7	2,82369	0,54154	0,06698	0,02072
8	4,81709	0,92385	0,11426	0,03535
9	7,71605	1,47982	0,18302	0,05662
10	11,76048	2,25548	0,27895	0,08630
11	17,21852	3,30225	0,40841	0,12635
12	24,38653	4,67697	0,57843	0,17895
13	33,58910	6,44188	0,79671	0,24648
14	45,17905	8,66466	1,07161	0,33153
15	59,53742	11,41838	1,41218	0,43690
16	77,07347	14,78153	1,82813	0,56558
17	98,22469	18,83801	2,32982	0,72079
18	123,45679	23,67715	2,92830	0,90595
19	153,26372	29,39367	3,63530	1,12468
20	188,16764	36,08771	4,46320	1,38081

c. Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas

Faktor hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas ditentukan menurut Pers. 2.5 atau Tabel 2.4 dibawah ini.

$$N = \frac{1}{2} \left[ 1 + (1 + r)^n + 2(1 + r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r} \right] \quad 2.5$$

Tabel 2.4: Faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas (N). (Departemen Pekerjaan Umum)

r (%) \ n (tahun)	2	4	5	6	8	10
1	1.01	1.02	1.03	1.03	1.04	1.05
2	2.04	2.08	2.10	2.12	2.16	2.21
3	3.09	3.18	3.23	3.28	3.38	3.48
4	4.16	4.33	4.42	4.51	4.69	4.87
5	5.26	5.52	5.66	5.81	6.10	6.41
6	6.37	6.77	6.97	7.18	7.63	8.10
7	7.51	8.06	8.35	8.65	9.28	9.96
8	8.67	9.40	9.79	10.19	11.06	12.01
9	9.85	10.79	11.30	11.84	12.99	14.26

Tabel 2.4: Lanjutan.

r (%) n (tahun)	2	4	5	6	8	10
10	11.06	12.25	12.89	13.58	15.07	16.73
11	12.29	13.76	14.56	15.42	17.31	19.46
12	13.55	15.33	16.32	17.38	19.74	22.45
13	14.83	16.96	18.16	19.45	22.36	25.75
14	16.13	18.66	20.09	21.65	25.18	29.37
15	17.47	20.42	22.12	23.97	28.24	33.36
20	24.54	30.37	33.89	37.89	47.59	60.14
25	32.35	42.48	48.92	56.51	76.03	103.26
30	40.97	57.21	68.10	81.43	117.81	172.72

d. Akumulasi ekivalen beban sumbu standar (CESA)

Dalam menentukan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selama umur rencana ditentukan dengan Pers. 2.6.

$$CESA = \sum_{\text{traktor-trailer}}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \quad (2.6)$$

Dimana :

CESA = akumulasi ekivalen beban sumbu standar

m = jumlah masing-masing jenis kendaraan

365 = jumlah hari dalam satu tahun

E = ekivalen beban sumbu (Tabel 2.4)

C = koefisien distribusi kendaraan (Tabel 2.3)

N = Faktor hubungan umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas (Tabel 2.5)

## 2.9. Lendutan

Lendutan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah lendutan hasil pengujian dengan alat *Falling Weight Deflectometer (FWD)* atau *Benkelman Beam (BB)*. Apabila pada waktu pengujian lendutan ditemukan data yang meragukan maka pada lokasi atau titik tersebut dianjurkan untuk dilakukan pengujian ulang atau titik pengujian dipindah pada lokasi atau titik disekitarnya.

### 2.9.1. Lendutan dengan *Falling Weight Deflectometer (FWD)*

Lendutan yang digunakan adalah lendutan pada pusat beban ( $d_{fl}$ ). Nilai lendutan ini harus dikoreksi dengan faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperatur serta faktor koreksi beban uji (bila beban uji tidak tepat sebesar 4,08 ton). Besarnya lendutan langsung adalah sesuai Pers. 2.7.

$$d_L = d_{fl} \times F_t \times C_a \times FK_{B-FWD} \quad (2.7)$$

dengan pengertian :

$d_L$  = lendutan langsung (mm)

$d_{fl}$  = lendutan langsung pada pusat beban (mm)

$F_t$  = faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar  $35^{\circ}C$ , yaitu sesuai Rumus 2.8, untuk tebal lapis beraspal ( $H_L$ ) lebih kecil 10 cm atau Rumus 2.9, untuk tebal lapis beraspal ( $H_L$ ) lebih besar atau sama dengan 10 cm atau menggunakan Tabel 2.5 atau pada Gambar 2.11 (Kurva A untuk  $H_L < 10$  cm dan Kurva B untuk  $H_L > 10$  cm).

$T_L$  = temperatur lapis beraspal, diperoleh dari hasil pengukuran langsung dilapangan atau dapat diprediksi dari temperatur udara, yaitu:

$$T_L = 1/3 (T_p + T_t + T_b) \quad (2.8)$$

$T_p$  = temperatur permukaan lapis beraspal

$T_t$  = temperatur tengah lapis beraspal atau dari Tabel 2.7

$T_b$  = temperatur bawah lapis beraspal atau dari Tabel 2.7

$C_a$  = faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)

= 1,2 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim kemarau atau muka air tanah rendah

= 0,9 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim hujan atau muka air tanah tinggi

$FK_{B-FWD}$  = faktor koreksi beban uji *Falling Weight Deflectometer (FWD)*

$$= 4,08 \times (\text{Beban Uji dalam ton})^{(-1)} \quad (2.9)$$

Cara pengukuran lendutan dengan alat FWD mengacu pada Petunjuk Pengujian Lendutan Perkerasan Lentur Dengan Alat *Falling Weight Deflectometer* (Dadang AS-Pustran, 2003) dan gambar alat *Falling Weight Deflectometer (FWD)*

### 2.9.2. Lendutan dengan *Benkelman Beam (BB)*

Lendutan yang digunakan untuk perencanaan adalah lendutan balik. Nilai lendutan tersebut harus dikoreksi dengan, faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperatur serta faktor koreksi beban uji (bila beban uji tidak tepat sebesar 8,16 ton). Besarnya lendutan balik adalah sesuai Pers. 2.10.

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times F_t \times C_a \times FK_{B-BB} \quad (2.10)$$

Dimana :

$d_B$  = lendutan balik (mm)

$d_1$  = lendutan pada saat beban tepat pada titik pengukuran

$d_3$  = lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran

$T_L$  = temperatur lapis beraspal, diperoleh dari hasil pengukuran langsung dilapangan atau dapat diprediksi dari temperatur udara, yaitu:

$$T_L = 1/3 (T_p + T_t + T_b) \quad (2.11)$$

$T_p$  = temperatur permukaan lapis beraspal

$T_t$  = temperatur tengah lapis beraspal atau dari Tabel 2.5

$T_b$  = temperatur bawah lapis beraspal atau dari Tabel 2.5

$C_a$  = faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)

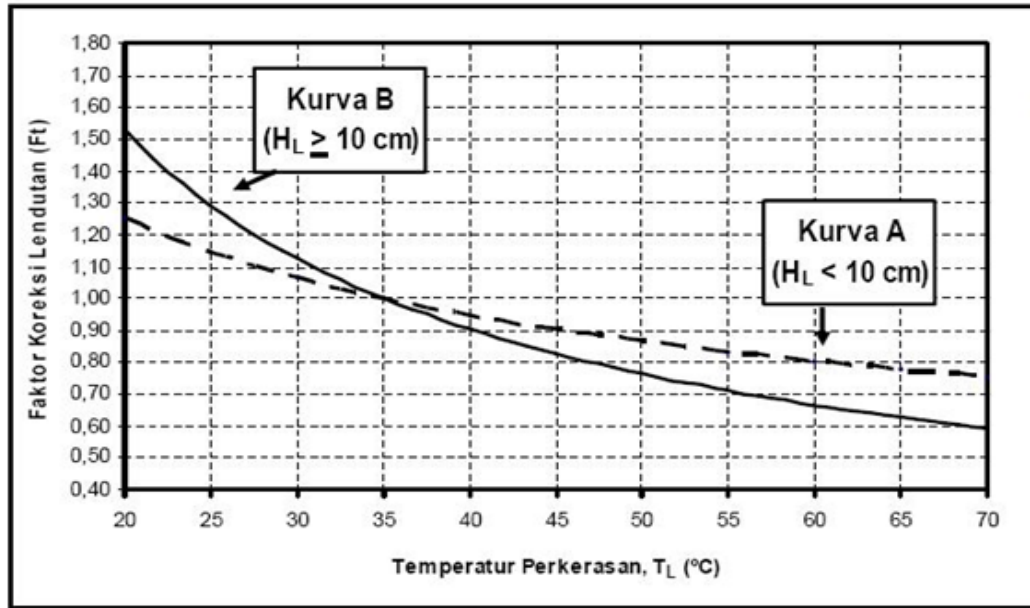
= 1,2 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim kemarau atau muka air tanah rendah

= 0,9 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim hujan atau muka air tanah tinggi

$FK_{B-BB}$  = faktor koreksi beban uji *Benkelman Beam (BB)*

$$= 77,343 \times (\text{Beban Uji dalam ton})^{(-2,0715)} \quad (2.12)$$

Cara pengukuran lendutan balik mengacu pada SNI 03-2416-1991 (Metoda Pengujian Lendutan Perkerasan Lentur Dengan Alat Benkelman Beam)



Gambar 2.11: Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar (SNI 03-2416-1991).

Catatan :

- Kurva A adalah faktor koreksi ( $F_i$ ) untuk tebal lapis beraspal ( $H_L$ ) kurang dari 10 cm.
- Kurva B adalah faktor koreksi ( $F_i$ ) untuk tebal lapis beraspal ( $H_L$ ) minimum 10 cm

Tabel 2.5: Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar ( $F_i$ ) (Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan Pd. T-05- 2005-B).

$T_L$ (°C)	Faktor Koreksi ( $F_i$ )		$T_L$ (°C)	Faktor Koreksi ( $F_i$ )	
	Kurva A ( $H_L < 10$ cm)	Kurva B ( $H_L \geq 10$ cm)		Kurva A ( $H_L < 10$ cm)	Kurva B ( $H_L \geq 10$ cm)
20	1.25	1.53	46	0.90	0.81
22	1.21	1.42	48	0.88	0.79
24	1.16	1.33	50	0.87	0.76
26	1.13	1.25	52	0.85	0.74
28	1.09	1.19	54	0.84	0.72
30	1.06	1.13	56	0.83	0.70
32	1.04	1.07	58	0.82	0.68
34	1.01	1.02	60	0.81	0.67
36	0.99	0.98	62	0.79	0.65
38	0.97	0.94	64	0.78	0.63
40	0.95	0.90	66	0.77	0.62
42	0.93	0.87	68	0.77	0.61
44	0.91	0.84	70	0.76	0.59

Tabel 2.6: Temperatur tengah (Tt) dan bawah (Tb) lapis beraspal berdasarkan data temperatur udara (Tu) dan temperatur permukaan (Tp) (Pedoman Perencanaan ebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan Pd. T-05-2005-B).

Tu + Tp (°C)	Temperatur lapisberaspal (°C) pada kedalaman					
	2.5 cm	5.0 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
45	26.8	25.6	22.8	21.9	20.8	20.1
46	27.4	26.2	23.3	22.4	21.3	20.6
47	28.0	26.7	23.8	22.9	21.7	21.0
48	28.6	27.3	24.3	23.4	22.2	21.5
49	29.2	27.8	24.7	23.8	22.7	21.9
50	29.8	28.4	25.2	24.3	23.1	22.4
51	30.4	28.9	25.7	24.8	23.6	22.8
52	30.9	29.5	26.2	25.3	24.0	23.3
53	31.5	30.0	26.7	25.7	24.5	23.7
54	32.1	30.6	27.1	26.2	25.0	24.2
55	32.7	31.2	27.6	26.7	25.4	24.6
56	33.3	31.7	28.1	27.2	25.9	25.1
57	33.9	32.3	28.6	27.6	26.3	25.5
58	34.5	32.8	29.1	28.1	26.8	26.0
59	35.1	33.4	29.6	28.6	27.2	26.4
60	35.7	33.9	30.0	29.1	27.7	26.9
61	36.3	34.5	30.5	29.5	28.2	27.3
62	36.9	35.1	31.0	30.0	28.6	27.8
63	37.5	35.6	31.5	30.5	29.1	28.2
64	38.1	36.2	32.0	31.0	29.5	28.7
65	38.7	36.7	32.5	31.4	30.0	29.1
66	39.3	37.3	32.9	31.9	30.5	29.6
67	39.9	37.8	33.4	32.4	30.9	30.0
68	40.5	38.4	33.9	32.9	31.4	30.5
69	41.1	39.0	34.4	33.3	31.8	30.9
70	41.7	39.5	34.9	33.8	32.3	31.4
71	42.2	40.1	35.4	34.3	32.8	31.8
72	42.8	40.6	35.8	34.8	33.2	32.3
73	43.4	41.2	36.3	35.2	33.7	32.8
74	44.0	41.7	36.8	35.7	34.1	33.2
75	44.6	42.3	37.3	36.2	34.6	33.7
76	45.2	42.9	37.8	36.7	35.0	34.1
77	45.8	43.4	38.3	37.1	35.5	34.6
78	46.4	44.0	38.7	37.6	36.0	35.0
79	47.0	44.5	39.2	38.1	36.4	35.5
80	47.6	45.1	39.7	38.6	36.9	35.9
81	48.2	45.6	40.2	39.0	37.3	36.4
82	48.8	46.2	40.7	39.5	37.8	36.8
83	49.4	46.8	41.2	40.0	38.3	37.3
84	50.0	47.3	41.6	40.5	38.7	37.7
85	50.6	47.9	42.1	40.9	39.2	38.2

### 2.9.3. Keseragaman Lendutan

Perhitungan tebal lapis tambah dapat dilakukan pada setiap titik pengujian atau berdasarkan panjang segmen (seksi). Apabila berdasarkan panjang seksi maka cara menentukan panjang seksi jalan harus dipertimbangkan terhadap keseragaman lendutan. Keseragaman yang dipandang sangat baik mempunyai rentang faktor keseragaman antara 0 sampai dengan 10, antara 11 sampai dengan 20 keseragaman baik dan antara 21 sampai dengan 30 keseragaman cukup baik. Untuk menentukan faktor keseragaman lendutan adalah dengan menggunakan Pers. 2.13 sebagai berikut:

$$FK = \frac{s}{d_R} \times 100\% < FK_{ijin} \quad (2.13)$$

Dimana :

FK = faktor keseragaman

FK<sub>ijin</sub> = faktor keseragaman yang diijinkan

= 0 % - 10%; keseragaman sangat baik

= 11% - 20%; keseragaman baik

= 21% - 30%; keseragaman cukup baik

d<sub>R</sub> = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

$$= \sum_{\frac{1}{n_s}}^{n_s} d \quad (2.14)$$

s = deviasi standar = simpangan baku

$$\sqrt{\frac{n_s [\sum_1^{n_s} d^2] - [\sum_1^{n_s} d]^2}{n_s - [n_s - 1]}} \quad (2.15)$$

d = nilai lendutan balik (d<sub>B</sub>) atau lendutan langsung (d<sub>L</sub>) tiap titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

n<sub>s</sub> = jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan.

### 2.9.4. Lendutan Wakil

Untuk menentukan besarnya lendutan yang mewakili suatu sub ruas/seksi jalan, yang disesuaikan dengan fungsi/kelas jalan, yaitu:

$$- D_{wakil} = d_R + 2 s ; \text{ untuk jalan arteri / tol (tingkat kepercayaan 98\%)} \quad (2.16)$$

$$- D_{wakil} = d_R + 1,64 s ; \text{ untuk jalan kolektor (tingkat kepercayaan 95\%)} \quad (2.17)$$



-  $D_{\text{wakil}} = d_R + 1,28 s$  ; untuk jalan lokal (tingkat kepercayaan 90%) (2.18)

Dimana :

$D_{\text{wakil}}$  = lendutan yang mewakili suatu seksi jalan

$d_R$  = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan (Pers. 2.14)

$s$  = deviasi standar (Pers. 2.15)

## 2.10. Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah Perkerasan

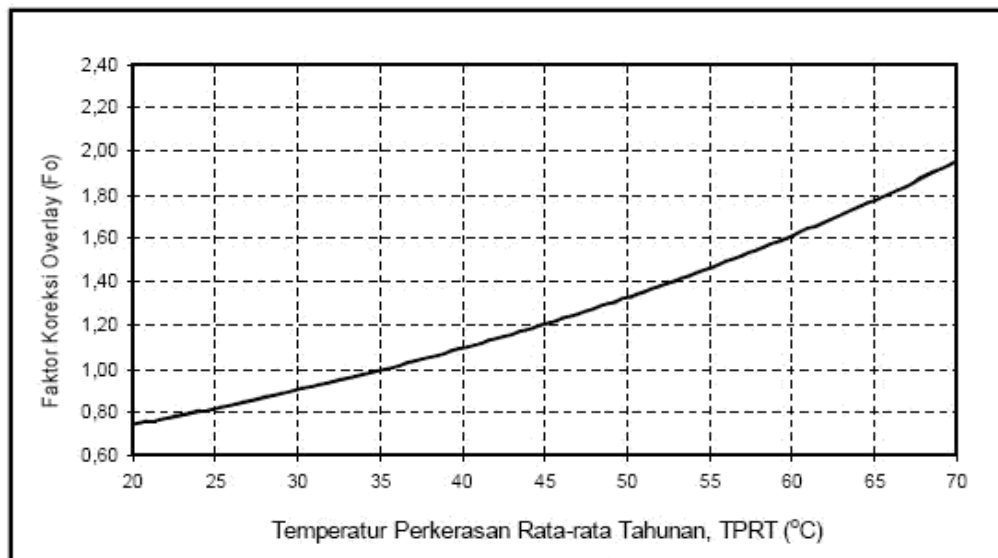
Tebal lapis tambah/overlay yang diperoleh adalah berdasarkan temperatur standar 35°C, maka faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay ( $F_o$ ) dapat diperoleh dengan Rumus 2.19 atau menggunakan Gambar 2.12

$$F_o = 0.5032 \times EXP^{(0.0194 \times TPRT)} \quad (2.19)$$

Dimana :

$F_o$  = faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay

$TPRT$  = temperatur perkerasan rata-rata tahunan untuk daerah/kota



Gambar 2.12: Faktor koreksi tebal lapis tambah/overlay ( $F_o$ ) (Pd T-05-2005-B).

## 2.11. Jenis Tebal Lapis Tambah

Pedoman ini berlaku untuk lapis tambah dengan Laston, yaitu modulus resilien (MR) sebesar 2000 MPa dan Stabilitas Marshall minimum 800 kg. Nilai modulus resilien (MR) diperoleh berdasarkan pengujian UMATTA atau alat lain dengan temperatur pengujian 25°C. Apabila jenis campuran beraspal untuk lapis

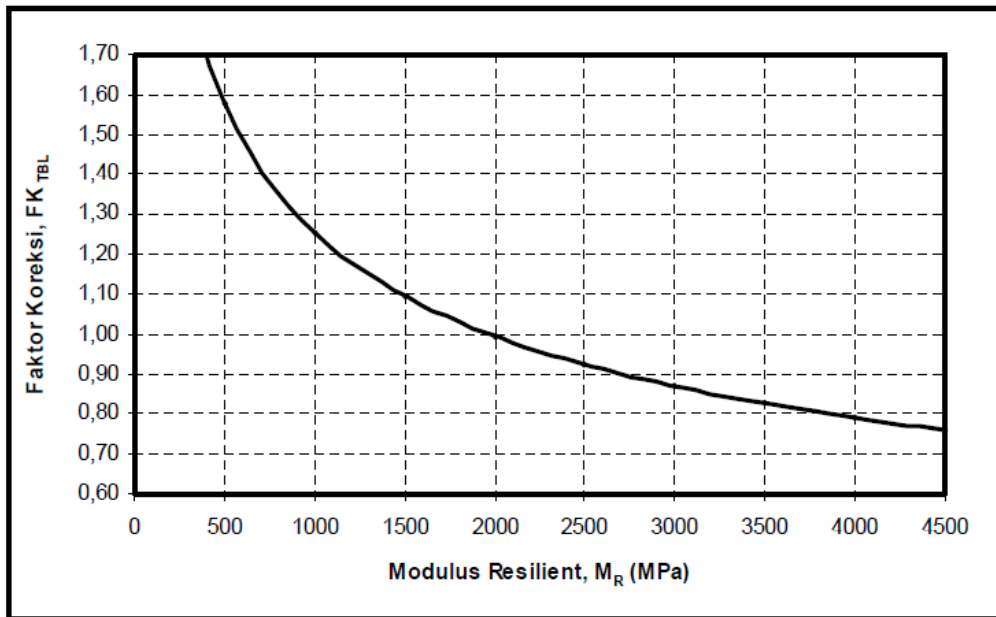
tambah menggunakan Laston Modifikasi dan Laston atau campuran beraspal yang mempunyai sifat berbeda (termasuk untuk Laston) dapat menggunakan factor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian ( $FK_{TBL}$ ).

$$FK_{TBL} = 12.51 \times M_R^{-0.333} \quad (2.20)$$

Dimana :

$FK_{TBL}$  = faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian

$M_R$  = Modulus Resilien (MPa)



Gambar 2.13: Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian ( $FK_{TBL}$ ) (Pd T-05-2005-B).

Tabel 2.7: Faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian ( $FK_{TBL}$ ) (Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lentutan Pd. T-05-2005-B).

Jenis lapisan	Modulus resilien, (MPa)	Stabilitas Marshal (kg)	$FK_{TBL}$
Laston Modifikasi	3000	Min. 1000	0.85
Laston	2000	Min. 800	1.00
Laston	1000	Min. 800	1.23

## 2.12. Prosedur Perhitungan Lendutan dengan Metoda Bina Marga

Perhitungan tebal lapis tambah yang disarankan pada pedoman ini adalah berdasarkan data lendutan yang diukur dengan alat *BB*. Pengukuran lendutan dengan alat *BB* pada kedua jejak roda (jejak roda kiri dan jejak roda kanan). Pengukuran lendutan pada perkerasan yang mengalami kerusakan berat dan deformasi plastis disarankan dihindari. Perhitungan tebal lapis tambah perkerasan lentur dapat menggunakan rumus-rumus atau gambar-gambar yang terdapat pada pedoman ini. Tahapan perhitungan tebal lapis tambah adalah sebagai berikut:

- Hitung repetisi beban lalu-lintas rencana (*CESA*) dalam *ESA*.
- Hitung lendutan hasil pengujian dengan alat *BB* dan koreksi dengan factor muka air tanah (faktor musim, *Ca*) dan faktor temperatur standar (*Ft*) serta faktor beban uji untuk pengujian dengan *BB*
- Tentukan panjang seksi yang memiliki keseragaman (*FK*)
- Hitung Lendutan wakil ( $D_{\text{wakil}}$ ) untuk masing-masing seksi jalan yang tergantung dari kelas jalan.
- Hitung lendutan rencana/ijin ( $D_{\text{rencana}}$ ) dengan menggunakan Pers. 2.21 untuk lendutan dengan alat *BB*.

$$D_{\text{rencana}} = 22,208 \times \text{CESA}^{(-0,2307)} \quad (2.21)$$

Dimana :

$D_{\text{rencana}}$  = lendutan rencana, dalam satuan milimeter.

*CESA* = akumulasi ekivalen beban sumbu standar, dalam satuan *ESA*.

- Hitung tebal lapis tambah/*overlay* ( $H_o$ ) dengan menggunakan Pers. 2.22 atau dengan memplot pada Gambar 2.15.

$$H_o = \frac{[\ln(1,0364) + \ln(D_{\text{sbl ov}})] - \ln(D_{\text{stl ov}})}{0.0597} \quad (2.22)$$

Dimana:

$H_o$  = tebal lapis tambah sebelum dikoreksi temperatur rata-rata tahunan daerah tertentu, dalam satuan centimeter.

$D_{\text{sbl ov}}$  = lendutan sebelum lapis tambah/ $D_{\text{wakil}}$ , dalam satuan milimeter.

$D_{\text{stl ov}}$  = lendutan setelah lapis tambah atau lendutan rencana, dalam satuan milimeter.

- hitung tebal lapis tambah/*overlay* terkoreksi ( $H_t$ ) dengan mengkalikan  $H_o$ .

dengan factor koreksi *overlay* ( $F_o$ ), yaitu sesuai dengan Pers. 2.23:

$$H_t = H_o \times F_o \quad (2.23)$$

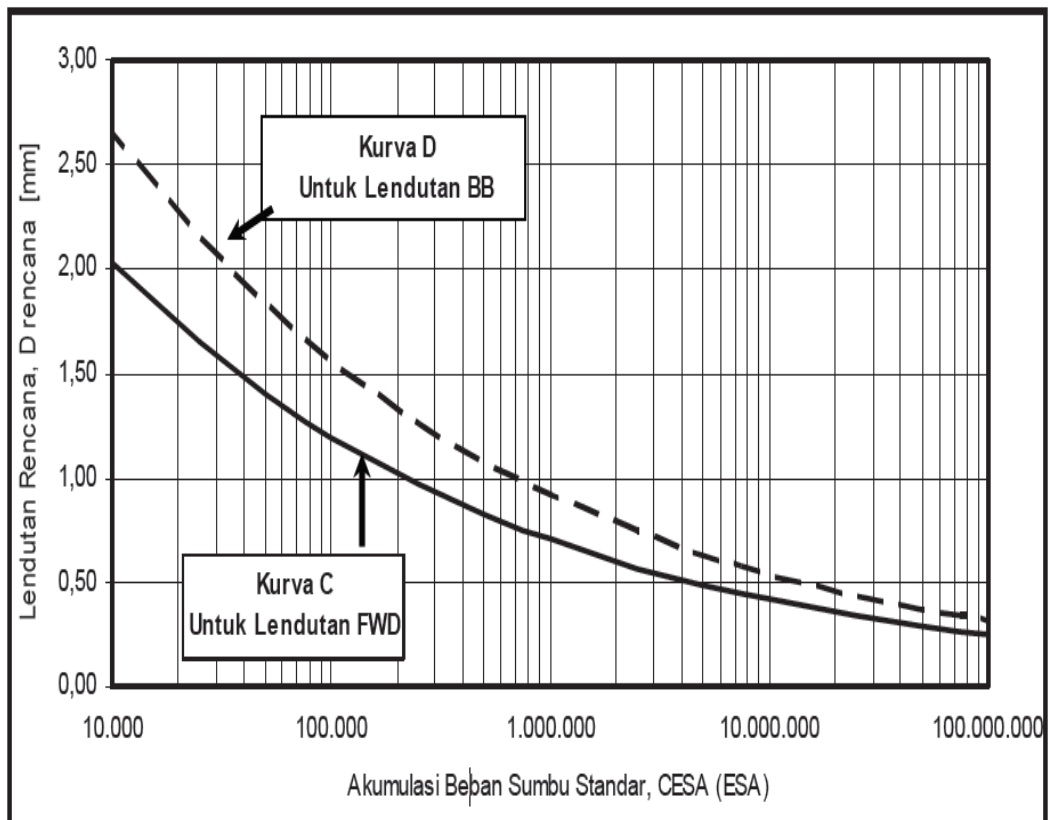
Dimana :

$H_t$  = tebal lapis tambah/*overlay* laston setelah dikoreksi dengan temperatur rata-rata tahunan daerah tertentu, dalam satuan centimeter.

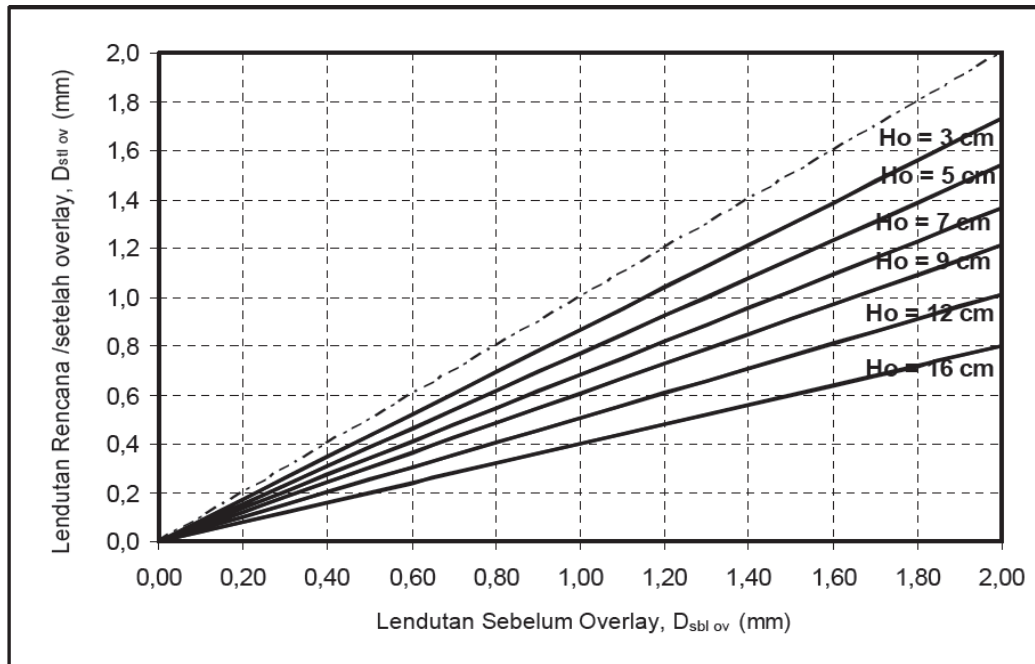
$H_o$  = tebal lapis tambah laston sebelum dikoreksi temperatur rata-rata tahunan daerah tertentu, dalam satuan sentimeter.

$F_o$  = faktor koreksi tebal lapis tambah/*overlay* (Pers. 2.23 atau Gambar 2.15)

- h. Bila jenis atau sifat campuran beraspal yang akan digunakan tidak sesuai dengan ketentuan di atas maka tebal lapis tambah harus dikoreksi dengan faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian ( $FK_{TBL}$ ) sesuai Pers. 2.23 atau Tabel 2.13.



Gambar 2.14: Hubungan antara lendutan rencana dan lalu-lintas (Pd. T-05-2005-B).



Gambar 2.15: Tebal lapis tambah/*overlay* ( $H_o$ ) (Pd. T-05-2005-B).

### 2.13. Metode Asphalt Institute

Bab ini memberikan prosedur menentukan pengaruh lalu lintas, ditunjukkan sebagai beban ekuivalen 80 KN (18.000lb) *single-axle load applications* (EAL), sebagai masukan dalam metode desain tebal lapis tambah yang ditunjukkan pada bab ini, yang berpedoman pada standard prosedur yang mengacu pada Asphalt Institute Manual, desain ketebalan – Perkerasan aspal untuk jalan dan lalu lintas, seri manual No.1 (MS-1), menunjukkan prosedur sederhana yang mengacu pada Asphalt Institute Desain Ketebalan Perkerasan Aspal, seri informasi No.181 (IS-181). Prosedur standar seharusnya digunakan jika informasinya detail mengenai karakteristik lalu lintas tidak berlaku, dalam hal ini prosedur yang sederhana dapat dipakai.

#### 2.13.1. Volume Lalu Lintas

Dari gabungan utama yakni sejumlah beban sumbu dipakai selama perkerasan dalam periode waktu tertentu. Ilmu pengetahuan dipakai dalam menentukan jumlah dan tipe kendaraan pada fasilitas lalu lintas. Kebanyakan Negara-negara di Amerika bekerjasama dengan *U.S. Federal Highway Administration* (FHWA), mengumpulkan data jumlah dan berat truk setiap 1 atau 2 tahun. Data berat truk

dan jumlah kendaraan didapat dari departemen lalu lintas. Banyak Negara Negara lain juga mengumpulkan tipe informasi ini.

Ketika data jumlah dan klasifikasi lalu lintas tidak dipakai, perkiraan dapat memakai dari data yang diberikan dalam tabel 2.8, distribusi truk pada kelas lalu lintas yang berbeda.

Tabel 2.8: Distribusi Beban Pada Kelas Jalan (*asphalt institute manual series no.17 (MS-17)*; edisi 1983).

Faktor beban					
Kelas beban	Jalan antar desa	Desa desa lain	Semua desa	Semua kota	Semua sistem
2 sumbu, 4 roda	39	58	47	61	49
2 sumbu, 6 roda	10	11	10	13	11
3 sumbu atau lebih	2	4	2	3	3
Semua sumbu tunggal	51	73	59	77	63

- Disusun dari data *highway statistics division, U.S. federal highway administration*
- Masukkan kombinasi trailer dalam beberapa Negara bagian.

Tabel ini disusun dari data jumlah truk di amerika bekerja sama dengan FHWA. Jarak presentase pada tabel 2.8. mengindikasikan selisih yang mungkin untuk Negara amerika.

Data statistic USA menunjukkan bahwa volume truk berat pada semua kelas lalu lintas amerika rata-rata sekitar 11% dari total volume lalu lintas. Secara regional selisih 2-25% truk berat dapat diharapkan. 10% truk berat tidak umum pada lalu lintas perkotaan dan variasi jumlah lebih sedikit 5-15%. Selama periode puncak lalu lintas persentase truk biasanya lebih sedikit dari harian rata rata. Lalu lintas truk besar selama jam puncak sekitar 1,5 dari rata rata harian persentase truk pada jalan arteri kota, dan 1,5-2/3 pada lalu lintas desa.

Kegunaan data lalu lintas lokal direkomendasikan, namun lalu lintas lokal tersubjek pada variasi dan harus dipakai dalam mengumpulkan dan menggunakan

data data ini.

Perkembangan lalu lintas dalam beberapa hal tidak berkembang atau menurun dan harus diantisipasi ketika menentukan kebutuhan struktural dari *overlay*. Perkembangan di Amerika kira-kira 3-5% pertahun. Namun fasilitas-fasilitas baru atau perkembangan-perkembangan baru dapat menghasilkan perkembangan besar. Rata rata perkembangan dari 4–9% dan disarankan untuk lalu lintas pedesaan, dan antara 8-10% untuk lalu lintas antar Negara.

Perkembangan biasa dihitung dengan menggunakan desain faktor perkembangan yang diberikan berbagai factor ini selama lalu lintas satu tahun akan memberikan total volume lalu lintas yang diharapkan selama periode desain.

a. *Single-Axle Load Application(EAL)*

Prosedur analisis lalu lintas yang direkomendasikan mengacu pada ekivalen 80 KN (18000lb) single-axle digunakan dalam menentukan ketebalan *overlay*.

➤ Cara-cara perhitungan EAL.

- Faktor pembebanan

Sejumlah beban sumbu tunggal 80KN (18000lb) didistribusikan oleh satu jalan lintasan dari sebuah kendaraan.

- Jumlah kendaraan

Total dari kendaraan yang tercakup. EAL dihitung dengan menjumlahkan kendaraan pada setiap kelas berat dengan menyesuaikan factor pembebanan dan diperoleh hasilnya.

Rumus EAL:

$EAL = \text{jumlah kendaraan} \times 365 \times \text{factor pembebanan} \times \text{factor pertumbuhan}$ .

Faktor pembebanan dapat ditentukan untuk setiap truk tunggal dari beberapa tipe atau kombinasi tipe tipe truk. Itu direkomendasikan bahwa faktor pembebanan dapat ditentukan untuk tie truk tunggal (contoh 2 unit pembebanan sumbu tunggal, 3 unit pembebanan sumbu tunggal, 5 unit pembebanan traktor-trailer).

Tipe faktor pembebanan diberikan sebagai variasi dari klasifikasi lalu lintas dan truk *USA*. Dalam wilayah-wilayah tertentu, lalu lintas truk berat bisa lebih besar dari tipe persyaratan yang ada karena adanya lalu lintas industri lokal (pertambangan). Dalam beberapa hal, faktor pembebanan bisa beberapa kali dari

nilai tipe yang ditunjukkan Tabel 2.9 dan itu sangat penting dalam perhitungan.

Tabel 2.9: Persentase Total Pembebanan Lalu Lintas Dalam Mendesain Jalur (asphalt institute manual series no.17 (MS-17); edisi 1983).

Jumlah jalur lalu lintas (dua arah)	Persentase beban dalam mendesain jalan
2	50
4	45
6 atau lebih	40

Tabel 2.10: Faktor pertumbuhan (asphalt institute manual series no.17 (MS-17); edisi 1983).

Rata rata pertumbuhan tahunan, dalam persen								
Periode desain, tahun (n)	No. pertumbuhan	2	4	5	6	7	8	10
1	1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13	14.65	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02



Tabel 2.11: Distribusi faktor pembebanan untuk kelas kelas yang berbeda dari jalan raya dan kendaraan (asphalt institute manual series no.17 (MS-17); edisi 1983).

Faktor Beban					
Tipe Kendaraan	Jalan antar Desa	Desa-desa lain	Semua Desa	Semua Kota	Semua Sistem
2 sumbu, 4 roda	39	58	47	61	49
2 sumbu, 6 roda	10	11	10	13	11
3 sumbu atau lebih	2	4	2	3	3
Semua sumbu tunggal	51	73	59	77	63

tabel di atas digunakan untuk standar di Amerika.

Tabel 2.12: Klasifikasi Lalu Lintas (*asphalt institute manual series no.17 (MS-17)*; edisi 1983).

Kelas lalu lintas	EAL	Tipe jalan atau jalan raya	Perkiraan selisih jumlah beban berat yang diperbolehkan selama periode desain
I	$5 \times 10^3$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lahan parkir, jalan mobil di halaman rumah</li> <li>Jalan perumahan lalu lintas ringan</li> <li>Jalan kebun lalu lintas ringan</li> </ul>	$\leq 7,000$
II	$10^4$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jalan perumahan</li> <li>Jalan tempat tinggal dan kebun desa</li> </ul>	7,000 – 15,000
III	$10^5$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jalan kolektor minor kota</li> <li>Jaan kolektor minor desa</li> </ul>	700,000 – 150,000
IV <sup>(1)</sup>	$10^6$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jalan industri ringan dan arteri minor kota</li> <li>Lalu lintas arteri minor dan lalu lintas kolektor mayor desa</li> </ul>	700,000 – 1,500,000
V <sup>(1)</sup>	$3 \times 10^6$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jalan bebas hambatan, jalan ekspres dan jalan arteri utama lain</li> <li>Jalan arteri utama lain dan jalan antar desa</li> </ul>	2,000,000 – 4,500,000
VI <sup>(1)</sup>	$10^7$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jalan antar kota</li> <li>Jalan industri</li> </ul>	7,000,000 – 15,000,000

b. Menentukan Desain EAL

Langkah langkah dalam menentukan desain EAL :

- Menentukan rata rata jumlah tiap tipe dari kendaraan desain jalan selama tahun pertama lalu lintas
- Pilih dari tabel 2.11, faktor pembebanan pada tiap tipe kendaraan seperti yang telah ditentukan pada langkah satu.
- Pilih dari tabel 2.10, faktor perkembangan tunggal untuk semua kendaraan atau sebagian dari setiap tipe kendaraan, sebagai penyesuaian.
- Hitung jumlah kendaraan pada setiap tipe waktu, faktor pembebanan dan faktor perkembangan sesuai dengan langkah 2 dan 3. Totalkan nilai nilai tersebut untuk menentukan desain EAL.

Tabel 2.13: Diagram Analisa Lalu Lintas (*asphalt institute manual series no.17 (MS-17)*; edisi 1983).

Perhitungan Lalu Lintas				
jenis kendaraan	jumlah kendaraan	faktor beban	faktor pertumbuhan	EAL
2 sumbu 4 roda	87600	0.02	29.8	52209.6
2 sumbu 6 roda	23800	0.19	29.8	134755.6
3 sumbu atau lebih	4400	0.56	29.8	73427.2
			Total EAL	260392.4

Umur rencana = 20 tahun, factor pertumbuhan 4%.

Tabel 2.9. adalah contoh diagram yang menunjukkan perhitungan desain EAL untuk 4 jalur lalu lintas.

d. Prosedur Sederhana Menentukan Desain EAL.

Prosedur analisa lalu lintas sederhana mengisahkan lalu lintas kedalam 6 kelas, seperti yan ditunjukkan pada table 2.11. setiap kelas yang dihubungkan dengan sejumlah ekivalen beban sumbu tunggal 80 KN (18000lb), tipe lalu lintas atau jaln dan rata rata harian truk besr yang menggunakan fasilitas lalu lintas selama periode desain. Truk besar yakni dua sumbu, 6 sumbu atau lebih. *Pickup*, dan truk kecil roda 4 tidak termasuk. Truk dengan beban besar, ban ban besar

termasuk. Nilai yang sesuai dengan EAL digunakan dengan prosedur ini.

a. Prosedur Menghitung Lendutan dengan Metoda *Asphalt Institute*.

1. Evaluasi Desain *Overlay* Struktur Perkerasan Aspal.

Dalam beberapa hal pengevaluasian desain *overlay* yang akan dikerjakan karena perkerasan dalam hal ini adalah sebagai permukaan yang keras. Dalam hal lain penambahan volume lalu lintas atau perubahan pembebanan sumbu harus diantisipasi dan dibuat evaluasi untuk menentukan apakah struktur *overlay* diperlukan. Prosedur lendutan perkerasan dijelaskan dalam bab ini dapat dipergunakan untuk kasus kasus lain.

Prosedur umum dalam penggunaan lendutan perkerasan. Untuk mengevaluasi struktur adalah sebagai berikut:

1. Tentukan panjang perkerasan termasuk dalam mengevaluasi struktur.
2. Lakukan survey lendutan.
3. Hitung RRD.
4. Perkirakan desain EAL (EALd)
5. Hitung tebal *overlay*.

2. Evaluasi Panjang Struktur Perkerasan

Kondisi perkerasan, kekuatan tanah dasar dan kondisi drainase biasanya akan mempengaruhi panjang perkerasan untuk *overlay*. Sebagai konsekwensinya mungkin mengurangi biaya dalam kontrak yang sama dengan mendesain ketebalan yang berbeda dari *overlay* untuk seksi perkerasan yang berbeda. Dimana pemeriksaan visual atau tes data dengan jelas mengindikasikan perbedaan perbedaan, itu menjelaskan bahwa perkerasan terbagi dalam pemisahan bagian desain, dan bahwa ketebalan *overlay* didesain terpisah untuk setiap bagian dalam beberapa hal data lendutan cukup untuk memisahkan bagian dsain dengan mengalokasikan area yang memiliki karakteristik lendutan yang sama. Pada dasarnya prosedur itu mencakup memplot data lendutan dari *stasioning stasioning*, memilih wilayah *adjacent* yang memiliki kesamaan rata rata yang tetap, dan tes statistic yang signifikan.

3. Survei Lendutan

Besaran dari lendutan perkerasan adalah sebuah indikasi dari kekuatan

perkerasan untuk muatan lalu lintas. Penelitian di beberapa tempat yang berbeda di Amerika Utara telah menetapkan korelasi antara muatan roda, pantulan lendutan perkerasan dan pengulangan beban. Korelasi ini, dibawah pengukuran standar pembebanan, berguna untuk evaluasi kecukupan struktur dari perkerasan. Hal ini dapat juga digunakan untuk menentukan luas dari perbaikan masalah, jika dibutuhkan. Untuk membuat evaluasi, lendutan wakil haruslah diukur dan lalu lintas haruslah dianalisa.

Untuk menetapkan lendutan perkerasan tersedia beberapa buah nomor dari ketidak hancuran alat yang mana diukur dari simulasi hasil respon pembebanan dari sebuah pergerakan beban roda. Beberapa titik tersedia, termasuk kelengkapan lendutan statis dengan menggunakan beban skala penuh, dan penetapan lendutan dinamis menggunakan pembebanan persediaan dinamis tata kota atau *single dynamic impact load*.

Sejak *Benkelman beam* telah digunakan di kebanyakan pengembangan data base dari penggunaan penetapan lendutan dalam perkerasan jalan raya, dasar prosedur dalam buku pegangan ini berdasarkan dari sebuah uji prosedur dengan menggunakan alat *Benkelman beam*.

Penggunaan *Benkelman beam* diperoleh dari studi dengan menguji bagian roda luar minimal 10 lokasi yang dipilih setiap bagian yang sama, atau hampir sama, berdasarkan dari hasil survey, atau minimal 12/kilometer (20/mil). Teknik sampel acak digunakan dengan memilih lokasi pengujian. Nilai pantulan lendutan wakil diartikan dari pengukuran pantulan lendutan, yang mana telah disesuaikan pada suhu dan periode kritis dalam setahun ditambah dua standar deviasi. Nilai yang tidak terkompres ini kira kira 97% dari penetapan lendutan.

Pengujian lokasi telah disesuaikan pada lendutan lebih besar dari hasil pantulan lendutan yang diijinkan ditambah dua standar deviasi akan ditetapkan untuk perawatan lokal. Penambahan lendutan akan diukur untuk membuat penentuan luas wilayah yang lemah. Lokasi ini mungkin membutuhkan bagian atau peningkatan lokal dalam ketebalan untuk membuat keseragaman dukungan untuk segala panjang dari satu bagian. Pengukuran lendutan mewakili lokasi khusus perawatan yang dihilangkan

dari kalkulasi untuk memperoleh lendutan wakil.

*Benkelman beam* memiliki jarak 3,66 meter (12 kaki) pukulan hal ini berlokasi antara kedua ban dari roda depan dari muatan pembebanan truk. Kaki, atau alat pemeriksaan terletak diujung *Beam*, berdiri pada perkerasan aspal dengan sumbu depan dan diantara ban. *Beam* adalah poros pada titik 2,44 meter (8 kaki) dari ujung alat pemeriksian. Laju truk pada kecepatan rendah dan total lendutan pantulan perkerasan kemudian dibaca dalam sebuah dial.

#### 4. Lendutan Yang Mewakili

Ketika pengujian pantulan dalam bagian perkerasan telah selesai, hasil pencatatan pantulan lendutan wakil bermanfaat untuk menentukan sebuah lendutan wakil untuk mendesain sebuah bagian jalan. Nilai ini dimaksudkan untuk pantulan lendutan yang memiliki factor suhu ganda untuk keterangan pada 21° C (70° F) dan, jika perlu factor periode kritis yang telah ditentukan ditambah dua standard deviasi. Pantulan lendutan wakil kemudian dihasilkan persamaan:

$$(\bar{x} + 2s)fc \tag{2.22}$$

Dimana:

$\bar{x}$  = nilai aritmatika individuyang sesuai terhadap suhu.

s = standard deviasi.

f = faktor suhu yang telah ditentukan.

c = factor periode kritis yang telah ditentukan.

#### 5. standard deviasi

Standard deviasi, s, mungkin dihitung berdasarkan persamaan. Persamaan ini ditetapkan untuk maksimumkan ketika menggunakan kalkulator tangan atau computer.

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \bar{x} \sum x}{n-1}} \tag{2.23}$$

Dimana:

s = Standar deviasi

x = nilai tes individu, koreksi untuk temperatur

$\bar{x}$  = nilai tes rata-rata  $\sum x/n$

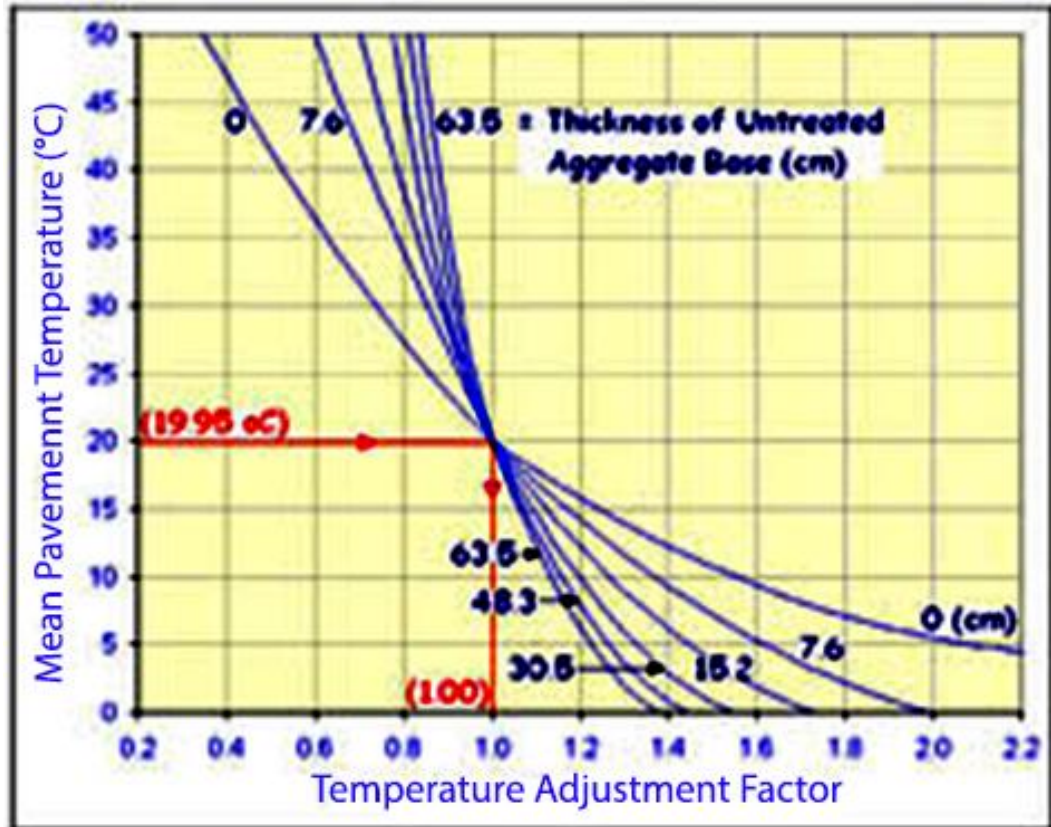
$n$  = jumlah nilai tes individu

Hal ini dapat ditentukan karena perubahan dalam suhu dan kelembaban lendutan terhadap perkerasan biasanya berbeda beda tiap jam, dari hari kehari dan dari satu musim setahun keselanjutnya, dan juga mungkin berbeda beda dari satu tahun ketahun berikutnya berdasarkan alasan alasannya. Untuk perkerasan fleksibel yang sesuai dengan tingkat beku, mungkin ada kehilangan tegangan yang signifikan dalam agregat dasar perkerasan atau subgrade selama periode cairan dingin sampai lapisan menjadi jenuh. Kehilangan tegangan ini akan mempengaruhi total tegangan atau ketebalan perkerasan. Namun, kehilangan tegangan adalah fungsi dari ketebalan perkerasan. Hal itu akan mengurangi terhadap perkerasan yang memiliki ketebalan lapisan butiran butiran kecil. Juga, lokasi perkerasan dalam suatu wilayah dengan iklim yang dingin memiliki curah hujan yang signifikan akan berpengaruh terhadap perubahan kekuatan melalui pengaruh suhu yang rendah dan penetrasi yang dingin. Puncak lendutan terhadap lokasi yang terjadi pada musim panas atau hujan sebagai pengganti musim semi.

Karena pengaruh ini koreksi terhadap lendutan yang diizinkan harus mempertimbangkan variasi terhadap suhu dan kelembaban, sebagai desain dan lokasi geografis perkerasan.

#### 6. Factor suhu

Prosedur menentukan suhu lapisan aspal dapat dilihat pada gambar 2.16 memberikan kelengkungan factor temperature untuk berbagai jenis ketebalan berat jenis gradasi agregat dasar. (tebalnya 0 mm) mewakili terhadap ketebalan perkerasan beton aspal).



Gambar 2.16: Faktor pengaruh suhu dalam °C atau °F (*asphalt institute manual series*).

Jika semua lendutan yang ditentukan dibuat pada suhu yang sama kemudian penentuannya dapat disesuaikan pada nilai lendutan yang dimaksudkan. Namun, nilai lendutan dapat diperoleh selama periode beberapa jam, selama perubahan waktu yang penting dapat diperoleh dalam temperature perkerasan. Dalam hal ini penentuan suhu dapat dibuat sebelum menghitung lendutan yang dimaksudkan dan standard deviasi.

Periode kritis adalah interval selama perkerasan memiliki beban yang besar itu sangat penting bahwa lendutan pantulan wakil terhadap periode kritis.

Metode metode yang diizinkan dalam menentukan periode kritis terhadap faktor :

- a. Diperoleh nilai pantulan yang ditentukan yang sama terhadap perkerasan sesuai lingkungan dan kesamaan subgrade, dan menentukan periode kritis:
  1. Buat pantulan yang diinginkan selama periode kritis dalam hal ini

faktor yang ditentukan, c sama dengan satu. Atau

2. Buat pantulan yang diinginkan pada waktu dan mengacu pada lendutan periode kritis dengan menyesuaikan factor yang ditentukan, c, sama dengan rasio lendutan periode kritis terhadap lendutan tes.
- b. Jika tidak ada catatan data lendutan, buat pantulan yang diinginkan pada beberapa waktu dan buat beberapahal hal yang diinginkan dengan menggunakan pendapat teknis.

Menghitung lendutan pantulan wakil (RRD) sebagai berikut:

1. data lendutan balik :

Lendutan Balik	
x	x <sup>2</sup>
0.762	0.581
0.711	0.506
0.762	0.581
1.016	1.032
0.813	0.661
0.813	0.661
1.016	1.032
0.762	0.581
0.711	0.506
0.762	0.581
8.128	6.720

2. Nilai sampel rata rata dapat dihitung dengan

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{8,1280}{10} = 0.8128 \text{ mm (0.0320)}$$

3. Standar diviasi, s dihitung dari

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \bar{x} \sum x}{n-1}} = \sqrt{\frac{6.7198 - 0.8128 (8.1280)}{10-1}} = \sqrt{\frac{0.1134}{9}} = 0.112 \text{ mm}$$

4. Pengaruh Suhu dan Musim.

Tes dilakukan selama waktu yang paling kritis dalam setahun. Perkerasan terdiri dari 75mm (3in) permukaan aspal dan 356mm (14in) lapisan base agregat. Gunakan prosedur perhitungan pada bab 2, temperature perkerasan diperkirakan 17 °C (62,2 °F). dari gambar 2.16 faktor suhu yang ditentukan, f = 1,04. Karena tes dilakukan pada musim semi, factor suhu ditetapkan, c = 1.



- 1 Menghitung lendutan pantulan wakil (RRD).

Semua lendutan dibuat pada suhu yang sama, berikut formula yang dipakai:

$$RRD = (\bar{x} + 2s)fc = [0.8128 + (2)(0.112) \times 1.04 \times 1.0 = 1.08 \text{ mm}]$$

- 2 Perkiraan desain EAL

Prosedur analisis lalu lintas standard untuk menghitung desain EAL diperlukan setelah overlay (EALd) dipakai, perkiraan menghitung sejumlah kendaraan pada tipe yang berbeda terhadap pemakaian fasilitas lalu lintas.

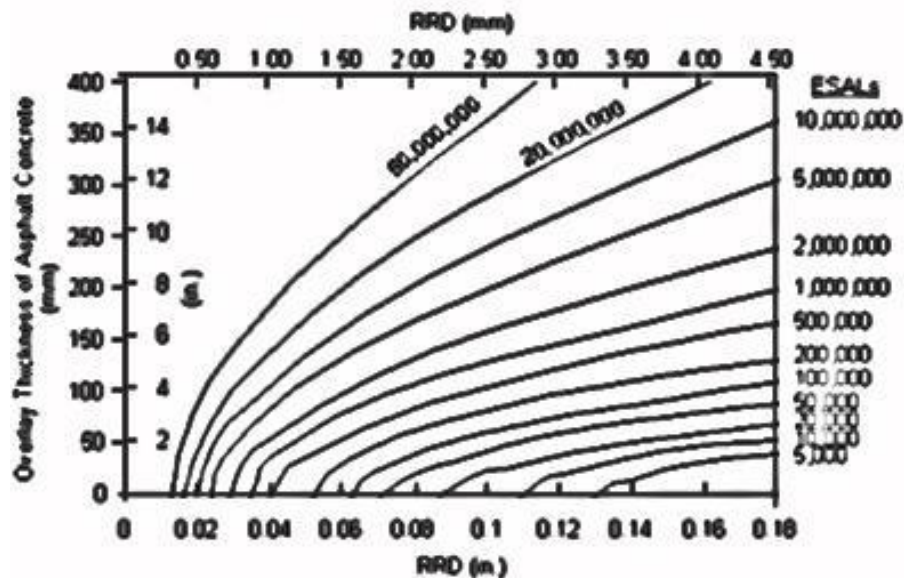
- 3 Desain overlay dengan analisa lendutan.

Untuk menentukan ketebalan overlay yang diperlukan:

Tentukan lendutan pantulan wakil.

Desain estimasi EAL, EALd perkerasan itu akan menjadi persamaan untuk mendukung overlay.

Masukkan diagram ketebalan overlay, ke gambar 2.17, di lendutan pantulan mewakili di langkah I dan pindahkan keatas secara vertical kekurva perwakilan di desain EAL, EALd determinasi ke langkah II (interpolasi jika diperlukan). Pindahkan secara horizontal ke skala ketebalan overlay dan baca ketebalan dari overlay yang dibutuhkan.



Gambar 2.17: Perwakilan Ketebalan Overlay (*asphalt institute manual series*).

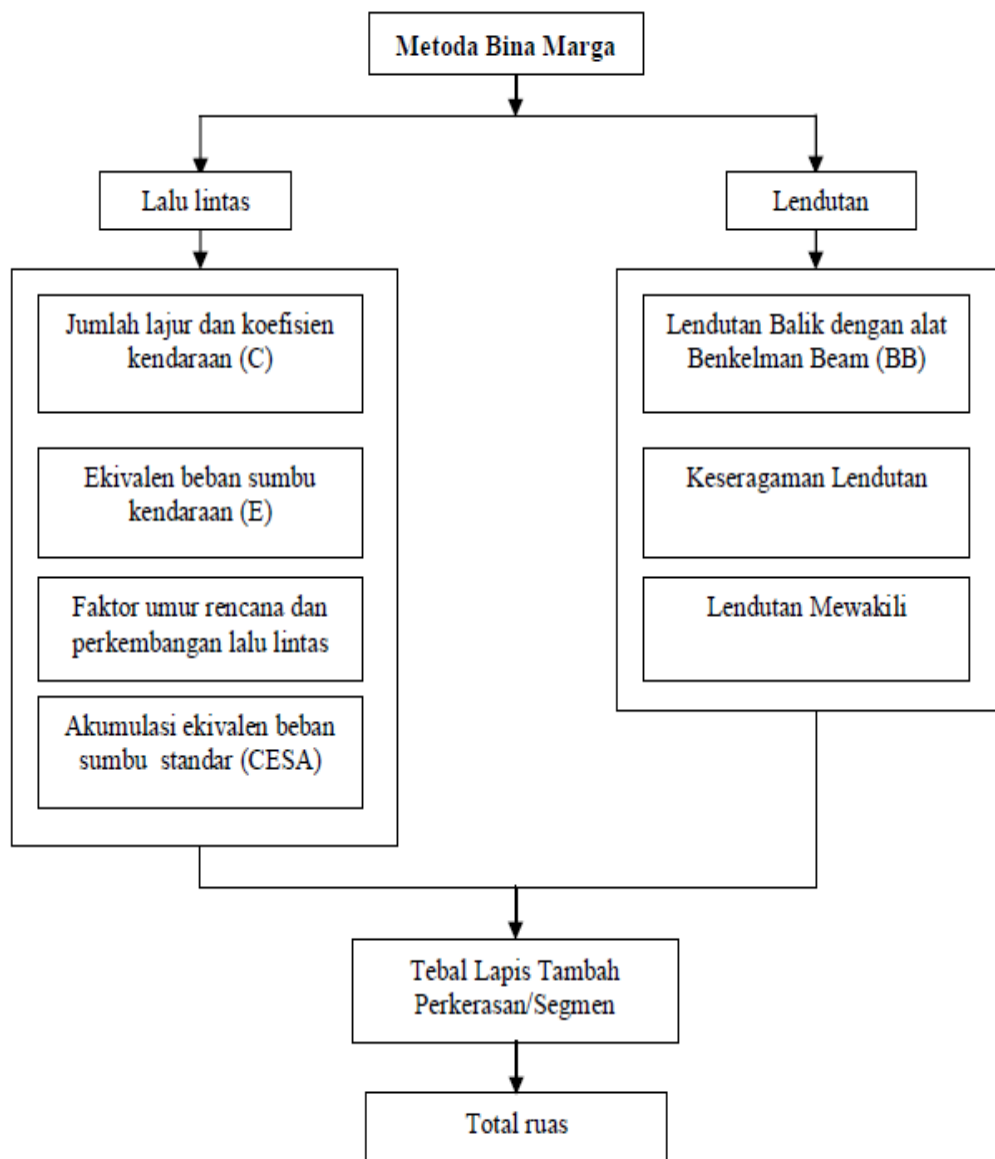
Gambar diatas merupakan perwakilan ketebalan aspal beton *overlay* untuk mengecilkan lendutan perkerasan dari sebuah pengukuran untuk sebuah nilai desain lendutan (uji penentuan).

## BAB 3

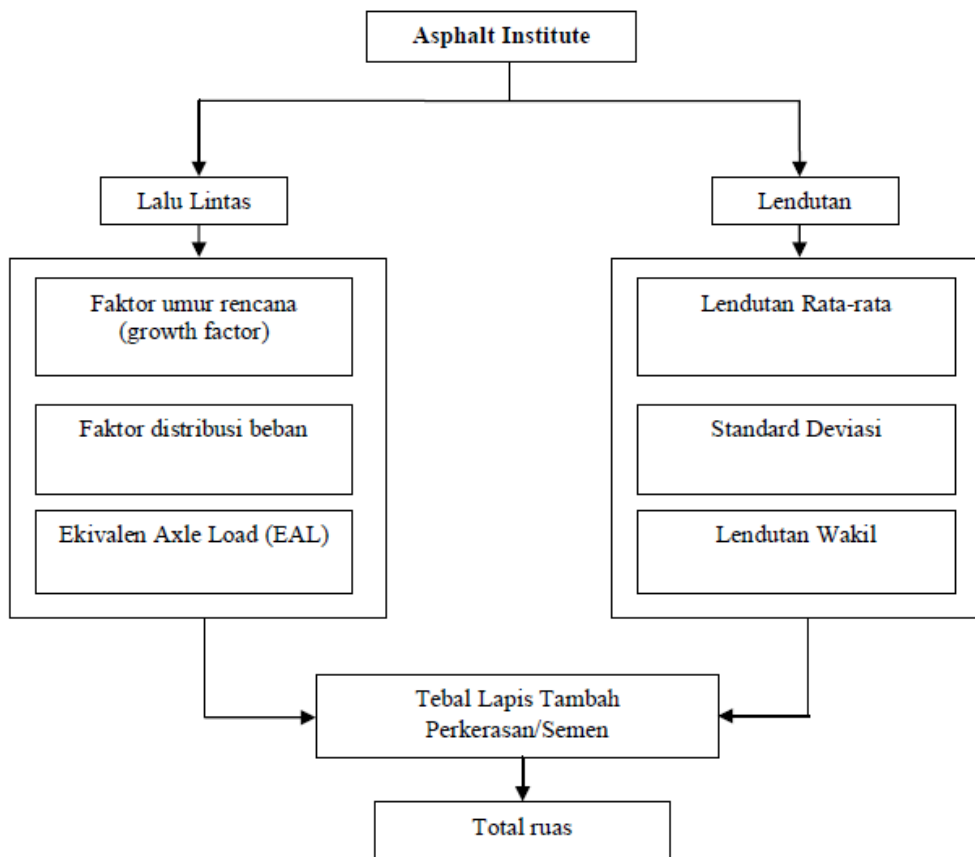
### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Bagan Alir

Rencana kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagaimana pada Gambar 3.1 dan 3.2.



Gambar 3.1: Bagan alir Pelaksanaan Metode Bima Marga.



Gambar 3.2: Bagan alir pelaksanaan metode Asphalt Institute.

### 3.2. Gambaran Wilayah

Dalam hal ini seksi jalan yang akan dibahas adalah *stasioning* (sta) pada jalan Batas Prov. NAD – Simpang Pangkalan Susu pada *stasioning* (97+000–101+000) dan (102+000-107+000), karena pada *stasioning* tersebut memiliki beban puncak maksimum/kritis.

Penelitian perbandingan metode evaluasi kondisi jalan dalam kaitannya dengan biaya pemeliharaan jalan dilakukan pada ruas Batas Provinsi NAD-Simpang Pangkalan Susu pada Sta. 97+000-101+000 dan 102+000-107+000. Batasan ruang lingkup penelitian dibutuhkan untuk memperoleh hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan. Batasan penelitian perbandingan metode evaluasi kondisi jalan dalam kaitannya dengan biaya pemeliharaan adalah sebagai berikut:

(1) Faktor pertumbuhan lalu-lintas yang digunakan adalah faktor pertumbuhan lalu-lintas minimum berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 Direktorat Jenderal Bina Marga. Faktor pertumbuhan lalulintas

yang seharusnya diperoleh dari perhitungan data lalu-lintas harian rata-rata (LHR) pada beberapa tahun sebelumnya tidak dapat dilakukan karena keterbatasan peneliti dalam memperoleh data.

(2) Peneliti tidak melakukan pengukuran secara langsung nilai CBR tanah dasar pada lokasi penelitian sehingga nilai daya dukung tanah dasar yang digunakan dalam perhitungan angka struktural perkerasan rencana (SNf) diperoleh dari analisis data lendutan saja.

### **3.3. Metode Pengambilan Data**

Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah menentukan data-data apa saja yang akan digunakan untuk bahan analisa, sehingga proses analisa dapat berjalan lancar, terarah dan sistematis. Adapun metode yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengambil data sekunder, yaitu dengan menggunakan data yang telah ada pada wilayah maupun instansi sebagai pengelola tempat penelitian yang ingin diteliti.
2. Mengambil data primer, yaitu dengan pengamatan lapangan yang merupakan teknik untuk memperoleh data secara langsung.

#### **3.3.1. Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang telah ada, diperoleh dari instansi-instansi yang bersangkutan. Data sekunder yang dibutuhkan :

Data perencanaan tebal lapisan tambahan yang dimana data ini akan didapat dari Kementerian Pekerjaan Umum PPK 04

#### **3.3.2. Data Primer**

Data primer adalah data yang diambil secara langsung melalui survei pada lokasi penelitian. Data yang dibutuhkan antara lain :

1. Data yang akan di tinjau langsung adalah jalan pada *stasioning* (sta) pada jalan Batas Prov. NAD – Simpang Pangkalan Susu pada *stasioning* (97+000–101+000) dan (102+000-107+000)

### **3.4. Metode Analisa Data**

Pada tahap ini hal yang perlu dilakukan adalah menganalisa dan membahas permasalahan-permasalahan yang diangkat untuk dipecahkan berdasarkan data-data primer maupun sekunder yang sudah diolah sesuai kebutuhan.

Analisa data Perencanaan Tebal lapis tambah ini menggunakan data primer dari hasil survei lapangan dan data sekunder yang diperoleh dari Kementerian Pekerjaan Umum.

**BAB 4**  
**ANALISA DATA**

**4.1 Perhitungan Tebal Lapis Tambah (*overlay*) dengan alat *Benkelman Beam***

**4.1.1 Menggunakan Metode Bina Marga**

Diketahui:

- a) Lokasi Jalan : Batas Prov. NAD-Simpang Pangkalan Susu (Jalan Arteri)
- b) Lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 10 tahun
- c) Tebal lapis beraspal (AC) = 20 cm
- d) Pelaksanaan pengujian pada musim kemarau
- e) Data – data rencana lalu lintas sebagai berikut:

Tabel 4.1: Data lalu lintas hasil peninjauan lapangan.

Jenis Kendaraan	Volume (Banyak Kendaraan)
Mobil Penumpang 2 T	8572
Bus 8 T	539
Truk 2 as 13 T	654
Truk 3 as 20 T	337

Angka pertumbuhan lalu lintas 6% per tahun.

- f) Lendutan hasil pengujian dengan *BB* terdapat pada data dibawah ini yaitu pada *stasioning* (KM 97+000 – 101+000) dan (KM. 102+000 – 107+000)  
Berapa tebal lapis tambah yang diperlukan untuk umur rencana 10 tahun dengan menggunakan data lendutan *Benkelman Beam*?

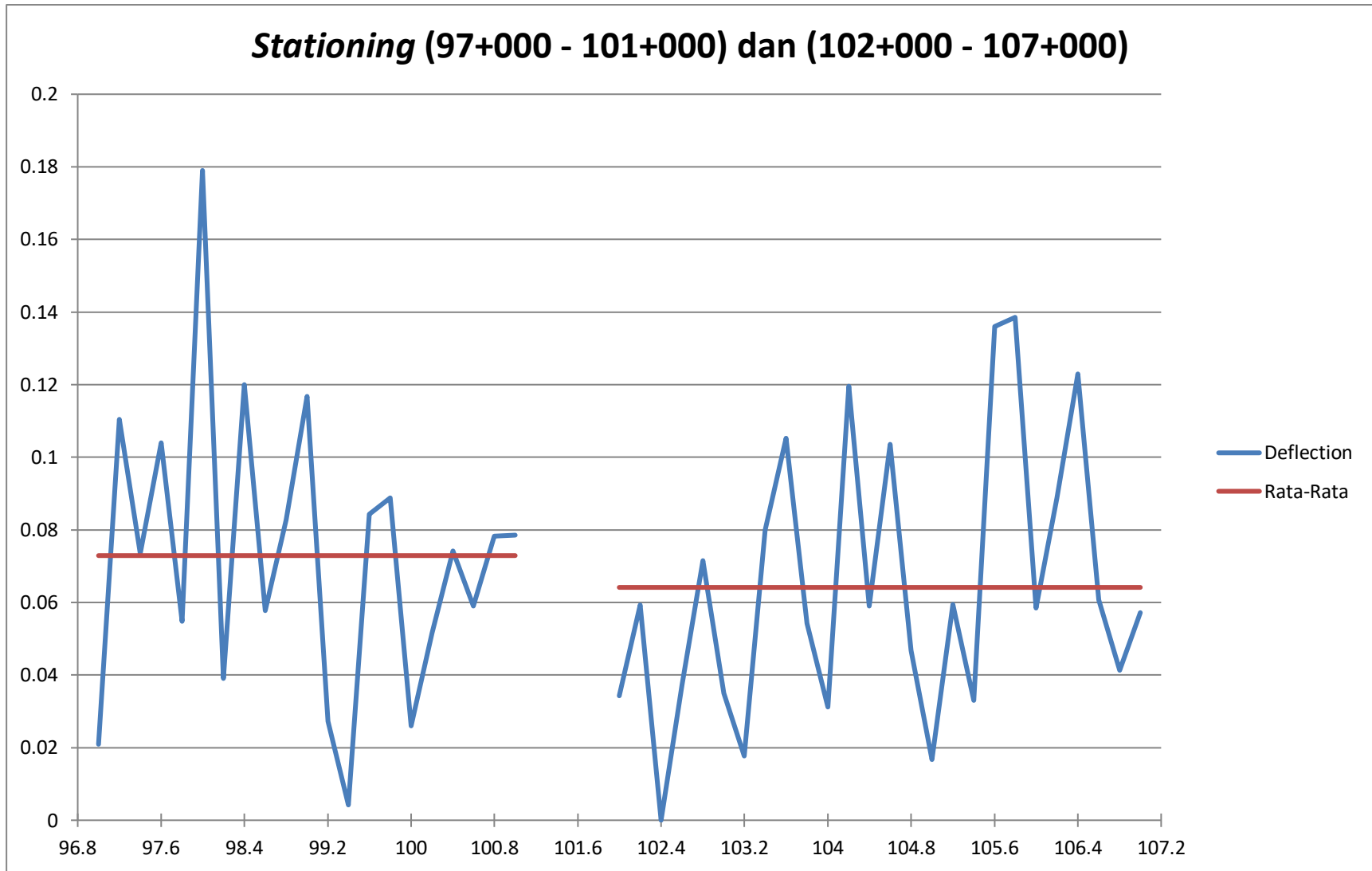
Tabel 4.2: Data lendutan hasil pengujian dengan alat *Benkelman Beam* pada *stationing* (KM 97+000–101+000).

KM	Beban Uji (ton)	Lendutan balik /BB (mm)				Temperatur (°C)	
		D1	D2	D3	D4	Tu	Tp
97.000	8.20	0.00	1.60	1.95	2.01	40	41.1
97.200	8.20	0.00	4.91	5.10	5.21	40	41.0
97.400	8.20	0.00	4.12	4.63	4.79	40	41.1
97.600	8.20	0.00	4.39	4.46	4.55	43	44.6
97.800	8.20	0.00	2.85	3.16	3.20	42	43.3
98.000	8.20	0.00	7.71	7.91	8.06	41	42.7
98.200	8.20	0.00	2.01	2.17	2.30	39	40.9
98.400	8.20	0.00	5.69	5.91	6.36	39	40.2
98.600	8.20	0.00	3.27	3.60	3.90	39	40.6
98.800	8.20	0.00	4.35	4.83	4.91	41	42.5
99.000	8.20	0.00	5.32	5.60	5.69	42	43.7
99.200	8.20	0.00	2.03	2.41	2.59	41	42.8
99.400	8.20	0.00	1.30	1.83	1.90	41	42.5
99.600	8.20	0.00	4.30	4.71	4.82	42	43.6
99.800	8.20	0.00	4.31	4.39	4.99	42	43.3
100.000	8.20	0.00	2.10	2.57	2.69	42	43.2
100.200	8.20	0.00	2.90	3.28	3.36	42	43.5
100.400	8.20	0.00	4.01	4.47	4.59	43	44.0
100.600	8.20	0.00	2.84	2.96	3.20	43	44.4
100.800	8.20	0.00	3.91	4.12	4.48	42	43.5
101.000	8.20	0.00	4.81	5.99	5.30	41	42.4



Tabel 4.3: Data lendutan hasil pengujian dengan alat *Benkelman Beam* Pada *Stasioning* (Km 102+000 – 107+000).

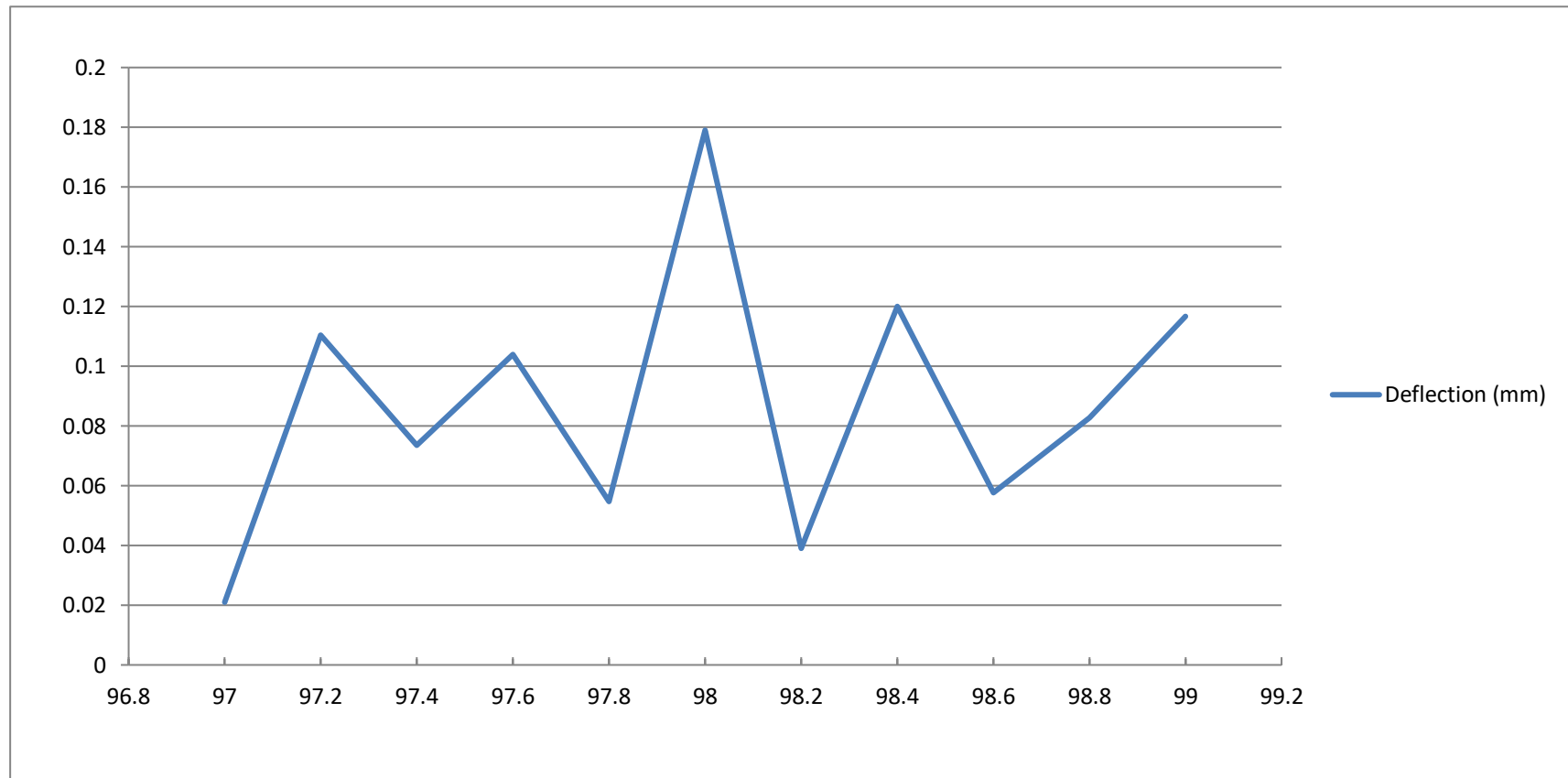
KM	Beban Uji (ton)	Lendutan balik /BB (mm)				Temperatur (°C)	
		D1	D2	D3	D4	Tu	Tp
102.000	8.20	0.00	1.82	1.96	2.13	39	40.1
102.200	8.20	0.00	3.11	3.32	3.64	39	40.0
102.400	8.20	0.00	1.21	1.72	1.91	39	40.1
102.600	8.20	0.00	2.32	2.63	2.84	40	41.6
102.800	8.20	0.00	3.41	3.64	3.73	40	41.3
103.000	8.20	0.00	1.85	1.93	2.22	40	41.7
103.200	8.20	0.00	2.01	2.61	2.71	40	40.9
103.400	8.20	0.00	4.20	4.61	4.79	40	40.2
103.600	8.20	0.00	4.71	4.91	5.01	39	40.6
103.800	8.20	0.00	2.86	3.10	3.31	39	41.5
104.000	8.20	0.00	2.05	2.21	2.69	39	41.7
104.200	8.20	0.00	5.31	5.51	5.64	40	41.8
104.400	8.20	0.00	2.86	3.01	3.21	40	41.5
104.600	8.20	0.00	4.35	4.40	4.51	41	42.6
104.800	8.20	0.00	2.40	2.61	2.72	40	41.3
105.000	8.20	0.00	1.11	1.27	1.39	41	41.2
105.200	8.20	0.00	2.86	3.01	3.19	42	42.5
105.400	8.20	0.00	1.83	1.90	2.27	42	43.0
105.600	8.20	0.00	5.93	6.01	6.34	43	43.4
105.800	8.20	0.00	5.75	5.80	5.91	42	42.5
106.000	8.20	0.00	2.57	2.65	2.72	42	42.4
106.200	8.20	0.00	4.02	4.21	4.30	43	43.1
106.400	8.20	0.00	5.27	5.40	5.49	42	43.0
106.600	8.20	0.00	2.88	3.01	3.20	40	41.1
106.800	8.20	0.00	2.21	2.47	2.51	40	42.6
107.000	8.20	0.00	2.53	2.61	2.69	40	42.3



Gambar 4.1: Data deflection rata-rata pada *stationing* 97+000 – 101+00 dan 102+000 – 107+000.

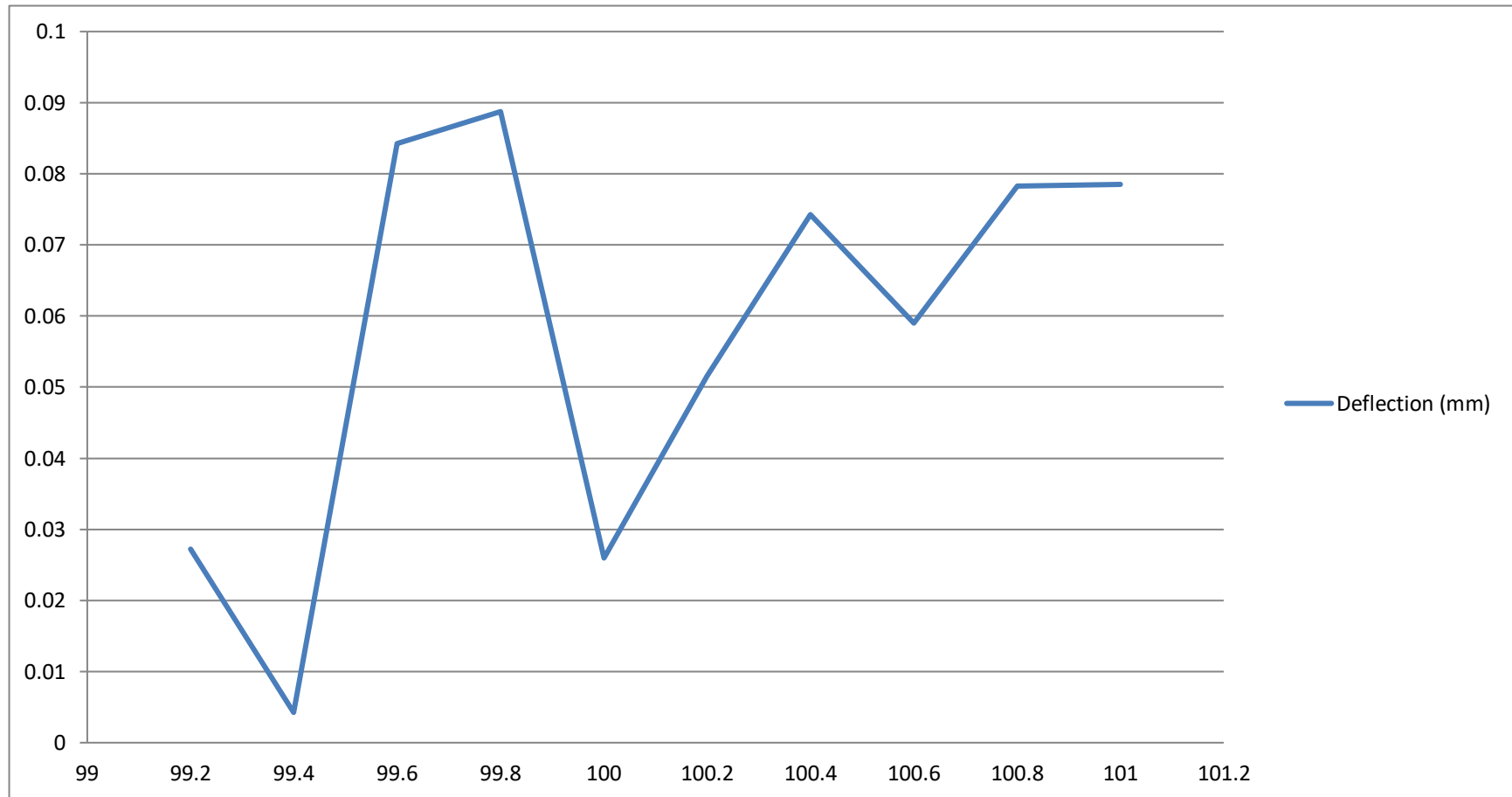
Untuk memperoleh keseragaman lendutan yang baik maka data lendutan dibagi lagi menjadi 4 segmen, seperti gambar dibawah ini :

- Untuk segmen pertama diambil dari *stationing* (97+000 – 99+000)



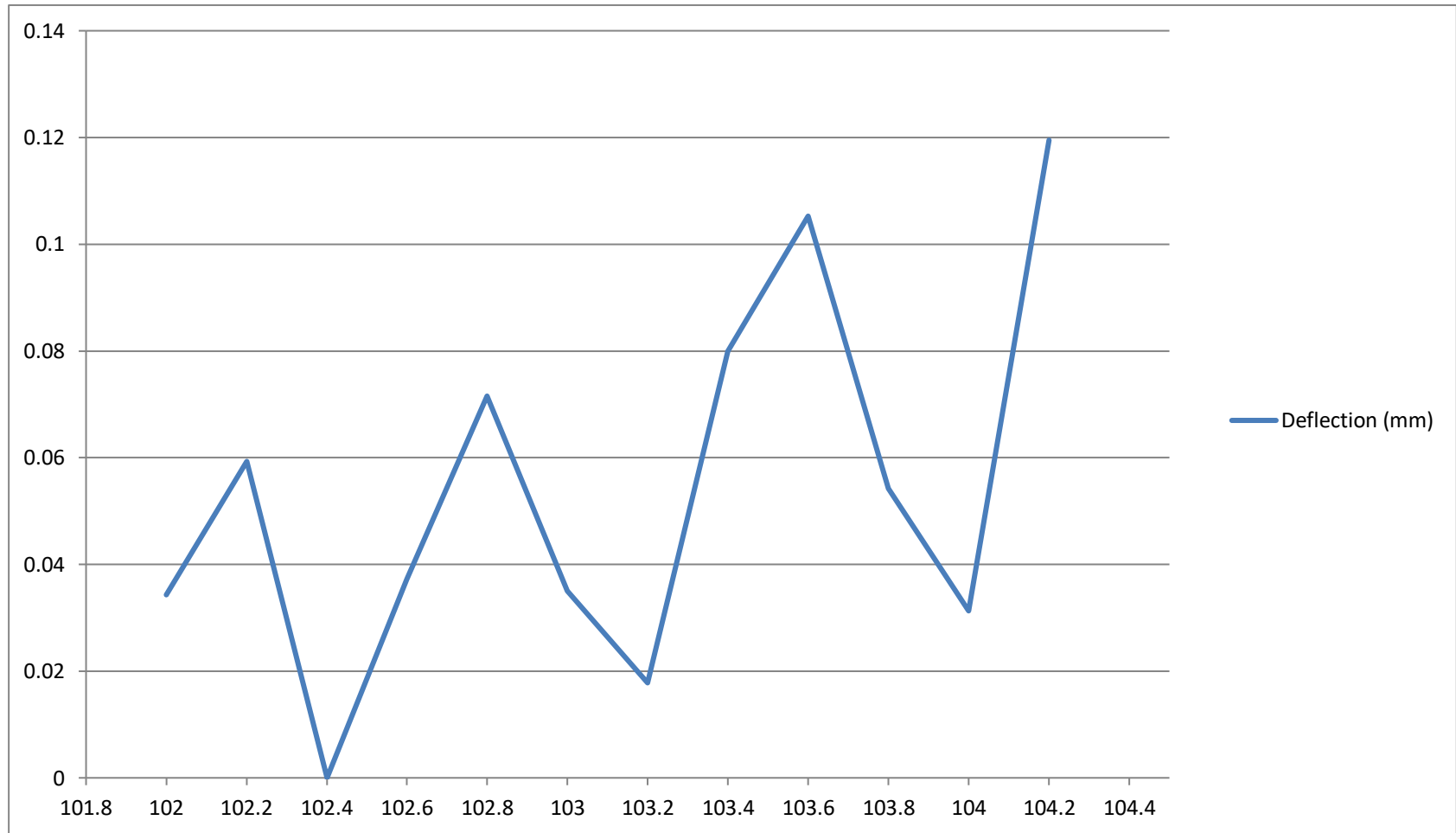
Gambar 4.2: Data deflection rata-rata pada *stationing* 97+000 – 99+000.

- Untuk segmen kedua diambil dari *stationing* (99+200 – 101+000)



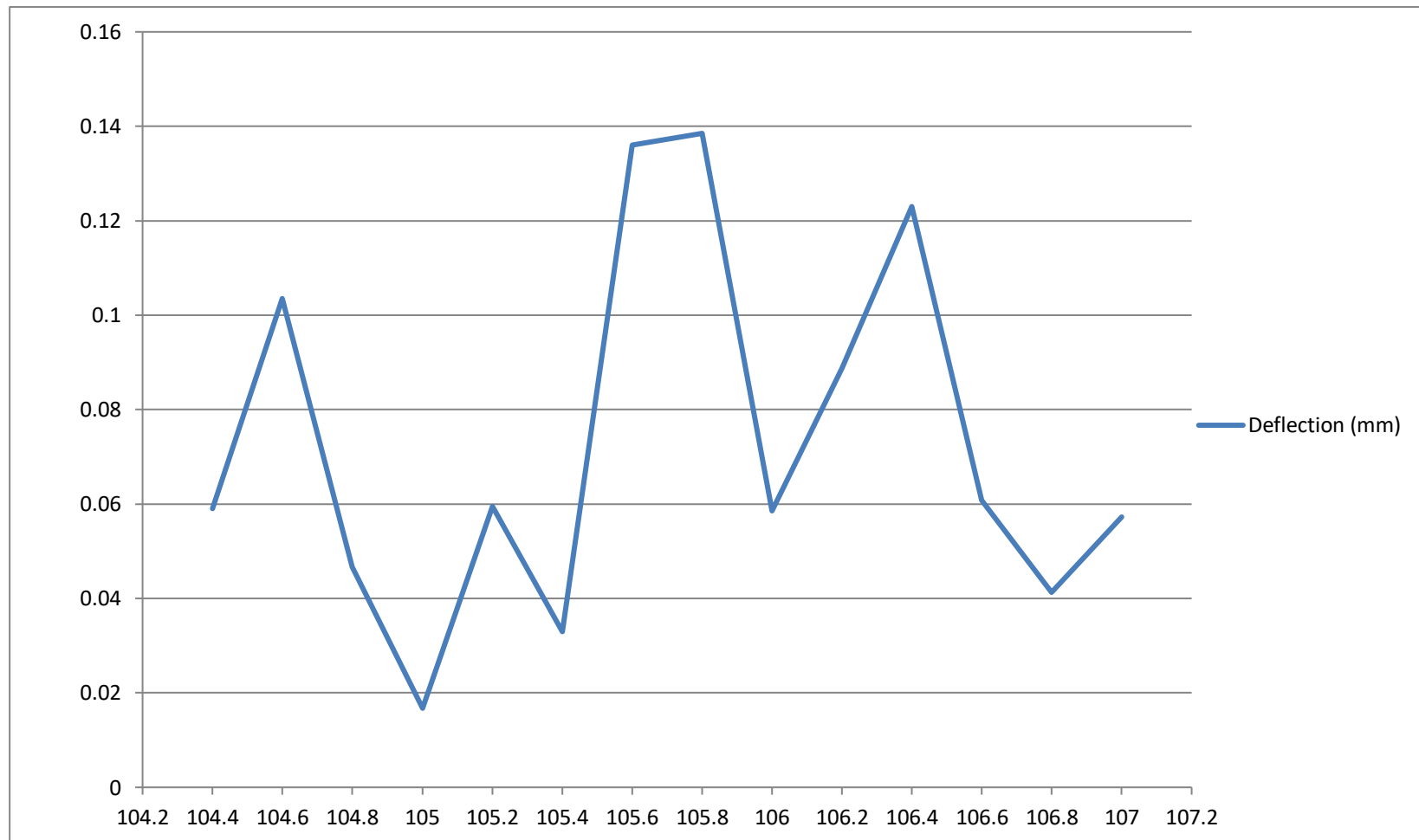
Gambar 4.3: Data deflection rata-rata pada *stationing* 99+200 – 101+000.

- Untuk segmen ketiga diambil dari *stationing* (102+000 – 104+200)



Gambar 4.4: Data deflection rata-rata pada *stationing* 102+000 – 104+200.

- Untuk segmen keempat diambil dari *stasioning* (104+400 – 107+000)



Gambar 4.5: Data deflection rata-rata pada *stasioning* 104+400 – 107+000.

Penyelesaian:

Untuk segmen pertama

Tabel 4.4: Data lendutan hasil pengujian dengan alat *BB* pada *stasioning* (KM 97+000 – 101+000).

KM	Beban Uji (ton)	Lendutan balik /BB (mm)				Temperatur (°C)	
		D1	D2	D3	D4	Tu	Tp
97.000	8.20	0.00	1.60	1.95	2.01	40	41.1
97.200	8.20	0.00	4.91	5.10	5.21	40	41.0
97.400	8.20	0.00	4.12	4.63	4.79	40	41.1
97.600	8.20	0.00	4.39	4.46	4.55	43	44.6
97.800	8.20	0.00	2.85	3.16	3.20	42	43.3
98.000	8.20	0.00	7.71	7.91	8.06	41	42.7
98.200	8.20	0.00	2.01	2.17	2.30	39	40.9
98.400	8.20	0.00	5.69	5.91	6.36	39	40.2
98.600	8.20	0.00	3.27	3.60	3.90	39	40.6
98.800	8.20	0.00	4.35	4.83	4.91	41	42.5
99.000	8.20	0.00	5.32	5.60	5.69	42	43.7
99.200	8.20	0.00	2.03	2.41	2.59	41	42.8
99.400	8.20	0.00	1.30	1.83	1.90	41	42.5
99.600	8.20	0.00	4.30	4.71	4.82	42	43.6
99.800	8.20	0.00	4.31	4.39	4.99	42	43.3
100.000	8.20	0.00	2.10	2.57	2.69	42	43.2
100.200	8.20	0.00	2.90	3.28	3.36	42	43.5
100.400	8.20	0.00	4.01	4.47	4.59	43	44.0
100.600	8.20	0.00	2.84	2.96	3.20	43	44.4
100.800	8.20	0.00	3.91	4.12	4.48	42	43.5
101.000	8.20	0.00	4.81	5.99	5.30	41	42.4

Tabel 4.5: Data lendutan hasil pengujian dengan alat *BB* Pada *Stasioning* (Km 102+000– 107+000).

KM	Beban Uji	Lendutan balik /BB (mm)				Temperatur (°C)	
		D1	D2	D3	D4	Tu	Tp
102.000	8.20	0.00	1.82	1.96	2.13	39	40.1
102.200	8.20	0.00	3.11	3.32	3.64	39	40.0
102.400	8.20	0.00	1.21	1.72	1.91	39	40.1
102.600	8.20	0.00	2.32	2.63	2.84	40	41.6
102.800	8.20	0.00	3.41	3.64	3.73	40	41.3
103.000	8.20	0.00	1.85	1.93	2.22	40	41.7
103.200	8.20	0.00	2.01	2.61	2.71	40	40.9
103.400	8.20	0.00	4.20	4.61	4.79	40	40.2
103.600	8.20	0.00	4.71	4.91	5.01	39	40.6
103.800	8.20	0.00	2.86	3.10	3.31	39	41.5
104.000	8.20	0.00	2.05	2.21	2.69	39	41.7
104.200	8.20	0.00	5.31	5.51	5.64	40	41.8
104.400	8.20	0.00	2.86	3.01	3.21	40	41.5
104.600	8.20	0.00	4.35	4.40	4.51	41	42.6
104.800	8.20	0.00	2.40	2.61	2.72	40	41.3
105.000	8.20	0.00	1.11	1.27	1.39	41	41.2
105.200	8.20	0.00	2.86	3.01	3.19	42	42.5
105.400	8.20	0.00	1.83	1.90	2.27	42	43.0
105.600	8.20	0.00	5.93	6.01	6.34	43	43.4
105.800	8.20	0.00	5.75	5.80	5.91	42	42.5
106.000	8.20	0.00	2.57	2.65	2.72	42	42.4
106.200	8.20	0.00	4.02	4.21	4.30	43	43.1
106.400	8.20	0.00	5.27	5.40	5.49	42	43.0
106.600	8.20	0.00	2.88	3.01	3.20	40	41.1
106.800	8.20	0.00	2.21	2.47	2.51	40	42.6
107.000	8.20	0.00	2.53	2.61	2.69	40	42.3



- Mencari akumulasi ekivalen beban sumbu standar (CESA)  
 Dalam menentukan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selama umur rencana dapat ditentukan dengan Persamaan sebagai berikut:

$$CESA = \sum_{Traktor-Trailer}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N$$

Untuk mobil penumpang:

Ekivalen beban sumbu

$$\triangleright \left[ \frac{2 \times 0,5}{8,16} \right]^4 + \left[ \frac{2 \times 0,5}{8,16} \right]^4 = 0,000511$$

$$CESA = \sum_{Traktor-Trailer}^{MP} 8572 \times 365 \times 0,000511 \times 0,5 \times 13,58$$

$$CESA = 10.622,21$$

Untuk Bus:

Ekivalen beban sumbu

$$\triangleright \left[ \frac{8 \times 0,34}{8,16} \right]^4 + 0,086 \left[ \frac{8 \times 0,66}{8,16} \right]^4 = 0,027$$

$$CESA = \sum_{Traktor-Trailer}^{MP} 539 \times 365 \times 0,027 \times 0,5 \times 13,58$$

$$CESA = 36.067,43$$

Untuk Truk 2 as 13 Ton:

Ekivalen beban sumbu

$$\triangleright \left[ \frac{13 \times 0,34}{8,16} \right]^4 + 0,086 \left[ \frac{13 \times 0,66}{8,16} \right]^4 = 0,191$$

$$CESA = \sum_{Traktor-Trailer}^{MP} 654 \times 365 \times 0,191 \times 0,5 \times 13,58$$

$$CESA = 309.580,61$$

Untuk Truk 3 as 12 Ton:

Ekivalen beban sumbu

$$\triangleright \left[ \frac{20 \times 0,25}{8,16} \right]^4 + 0,086 \left[ \frac{20 \times 0,375}{8,16} \right]^4 + 0,086 \left[ \frac{20 \times 0,375}{8,16} \right]^4 = 0,264$$

$$CESA = \sum_{Traktor-Trailer}^{MP} 337 \times 365 \times 0,264 \times 0,5 \times 13,58$$

$$CESA = 220.493,84$$

$$\begin{aligned} Total\ CESA &= [(5.790,15) + (36.067,43) + (309.580,61) + (220.493,84)] \\ &= 576.763,28 \end{aligned}$$

Jadi CESA yang dipakai = 576.763

Tabel 4.6: Nilai lendutan BB terkoreksi ( $d_b$ ) pada sta KM.(97+000 – 99+000).

sta	Beban uji (ton)	Lendutan balik/BB (mm)						Temperatur (°C)			Koreksi pada temperatur standar ( $F_t$ )	Koreksi musim ( $C_a$ )	Koreksi beban ( $FK_{b-bb}$ )	Lendutan terkoreksi (mm) $_1d_b = 2(d_4-d_1) \times F_t \times C_a \times FK_{b-bb}$	$d_b^2$
		d1	d2	d3	d4	$T_u$	$T_p$	$T_t$	$T_b$	$T_L$					
97.000	8.20	0.00	1.60	0.41	2.01	40	41.1	40.3	37.4	39.6	0,9	1,2	0,990	4.298	18.474
97.200	8.20	0.00	4.91	0.3	5.21	40	41.0	40.2	37.3	39.5	0,9	1,2	0,990	11.141	124.123
97.400	8.20	0.00	4.12	0.67	4.79	40	41.1	40.3	37.4	39.6	0,9	1,2	0,990	10.243	104.918
97.600	8.20	0.00	4.39	0.16	4.55	43	44.6	43.1	40.3	42.7	0.8	1,2	0,990	8.649	74.799
97.800	8.20	0.00	2.85	0.35	3.20	42	43.3	42.9	39.5	41.9	0.9	1,2	0,990	6.843	46.825
98.000	8.20	0.00	7.71	0.35	8.06	41	42.7	41.3	38.6	40.9	0,9	1,2	0,990	17.236	297.063
98.200	8.20	0.00	2.01	0.29	2.30	39	40.9	39.6	36.7	39.1	0,9	1,2	0,990	4.918	24.190
98.400	8.20	0.00	5.69	0.67	6.36	39	40.2	39.3	36.5	38.7	0,9	1,2	0,990	13.600	184.966
98.600	8.20	0.00	3.27	0.63	3.90	39	40.6	39.5	36.6	38.9	0,9	1,2	0,990	8.340	69.552
98.800	8.20	0.00	4.35	0.56	4.91	41	42.5	41.4	38.7	40.9	0.9	1,2	0,990	10.500	110.240
99.000	8.20	0.00	5.32	0.37	5.69	42	43.7	42.4	39.6	41.9	0,9	1,2	0,990	12.167	148.048
Jumlah													107.935	1203.198	
Lendutan rata-rata ( $d_R$ )													9.812		
Jumlah titik ( $r_b$ )													11		
Deviasi Standar ( $s$ )													2.060		

- Perencanaan tebal lapis tambah berdasarkan pengujian lendutan dengan alat *BB*.

- a) Untuk mengkoreksi nilai lendutan lapangan dapat menggunakan

$$\text{Pers. } d_L = d_{fl} \times F_t \times C_a \times FK_{B-BB}$$

sedangkan hasil lendutan yang telah dikoreksi ditunjukkan pada Tabel 4.6.

- b) Keseragaman lendutan

Untuk memastikan tingkat keseragaman lendutan dengan menggunakan Pers. 2.11 pada bab2,

$$\text{yaitu: } FK = (s/d_R) \times 100\%$$

$$= (2.060 / 9.812) \times 100\%$$

$$= 20.99\% \text{ Jadi; } 20 < FK < 30 \rightarrow \text{Keseragaman lendutan}$$

cukup baik

- c) Lendutan wakil (*D*<sub>wakil</sub> atau *D*<sub>sbl ov</sub>) dengan menggunakan Persamaan (untuk Jalan Arteri), yaitu:

$$D_{\text{wakil}} \text{ atau } D_{\text{sbl ov}} = d_R + (2 \times s)$$

$$= 9.812 + (2 \times 2.060)$$

$$= 13.932 \text{ mm}$$

- d) Menghitung lendutan rencana/Ijin/ (*D*<sub>rencana</sub> atau *D*<sub>stl ov</sub>) dapat menggunakan Gambar 2.15. Kurva D atau dengan Rumus sebagai berikut:

$$D_{\text{rencana}} \text{ atau } D_{\text{stl ov}} = 22,208 \times \text{CESA}^{-0,2307}$$

$$= 22,208 \times 571.932^{-0,2307} = 1,043 \text{ mm}$$

- e) Menghitung tebal lapis tambah (*H*<sub>o</sub>) sesuai Gambar dengan Pers. sebagai berikut:

$$H_o = \left[ \frac{\ln(1,0364) + \ln(D_{\text{sbl ov}}) - \ln(D_{\text{stl ov}})}{0.0597} \right]$$

$$H_o = \left[ \frac{\ln(1,0364) + \ln(13.932) - \ln(1,043)}{0.0597} \right]$$

$$= 88.143 \text{ mm}$$

- Menentukan koreksi tebal lapis tambah (*F*<sub>o</sub>)

Lokasi ruas jalan Batas Provinsi NAD-Simpang Pangkalan Susu diperoleh

temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) = 34.9 °C.

Dengan menggunakan Persamaan faktor koreksi tebal lapis tambah (Fo) diperoleh:

$$\begin{aligned}F_o &= 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})} \\ &= 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times 34,9)} \\ &= 0,99\end{aligned}$$

- Menghitung tebal lapis tambah terkoreksi (Ht) yaitu:

$$\begin{aligned}H_t &= H_o \times F_o \\ &= 88.143 \times 0,99 \\ &= 87.262 \text{ mm} \\ &= 8.726 \text{ cm.}\end{aligned}$$

Untuk segmen kedua

Tabel 4.7: Nilai lendutan BB terkoreksi ( $d_b$ ) pada sta KM.(99+200 – 101+000).

sta	Beban uji (ton)	Lendutan balik/BB (mm)						Temperatur (°C)			Koreksi pada temperatur standar ( $F_t$ )	Koreksi musim ( $C_a$ )	Koreksi beban ( $FK_{b-bb}$ )	Lendutan terkoreksi (mm) $_1d_b = 2(d_4-d_1) \times F_t \times C_a \times FK_{b-bb}$	$d_b^2$
		d1	d2	d3	d4	$T_u$	$T_p$	$T_t$	$T_b$	$T_L$					
99.200	8.20	0.00	2.03	2.41	2.59	41	42.8	41.6	38.6	41.0	0,9	1,2	0,990	5.538	30.674
99.400	8.20	0.00	1.30	1.83	1.90	41	42.5	41.4	38.7	40.9	0,9	1,2	0,990	4.063	16.508
99.600	8.20	0.00	4.30	4.71	4.82	42	43.6	41.5	38.8	41.3	0,9	1,2	0,990	10.307	106.236
99.800	8.20	0.00	4.31	4.39	4.99	42	43.3	41.3	38.4	41.0	0,9	1,2	0,990	10.671	113.862
100.000	8.20	0.00	2.10	2.57	2.69	42	43.2	41.2	38.3	40.9	0,9	1,2	0,990	5.752	33.089
100.200	8.20	0.00	2.90	3.28	3.36	42	43.5	41.4	39.6	41.5	0,9	1,2	0,990	7.185	51.625
100.400	8.20	0.00	4.01	4.47	4.59	43	44.0	42.6	40.1	42.2	0,8	1,2	0,990	8.725	76.120
100.600	8.20	0.00	2.84	2.96	3.20	43	44.4	42.8	40.4	42.5	0,8	1,2	0,990	6.083	36.998
100.800	8.20	0.00	3.91	4.12	4.48	42	43.5	42.3	39.6	41.8	0,9	1,2	0,990	9.580	91.777
101.000	8.20	0.00	4.81	5.99	5.30	41	42.4	41.4	38.7	40.8	0,9	1,2	0,990	11.334	128.449
													Jumlah	79.237	685.337
													Lendutan rata-rata ( $d_R$ )	7.924	
													Jumlah titik ( $r_b$ )	10	
													Deviasi Standar ( $s$ )	2.326	

Maka, tebal lapis tambah (*overlay*) terkoreksi ( $H_t$ ) adalah = 10.479 cm.

Untuk segmen ketiga

Tabel 4.8: nilai lendutan BB terkoreksi ( $d_B$ ) pada sta KM.(102+000 – 104+200).

sta	Beban uji (ton)	Lendutan balik/BB (mm)						Temperatur (°C)			Koreksi pada temperatur standar ( $F_t$ )	Koreksi musim ( $C_a$ )	Koreksi beban ( $FK_{b-bb}$ )	Lendutan terkoreksi (mm) $_1d_b = 2(d_4-d_1) \times F_t \times C_a \times FK_{b-bb}$	$d_b^2$
		d1	d2	d3	d4	$T_u$	$T_p$	$T_t$	$T_b$	$T_L$					
102.000	8.20	0.00	1.82	1.96	2.13	39	40.1	38.8	36.5	38.5	0.9	1.2	0.990	4.555	20.746
102.200	8.20	0.00	3.11	3.32	3.64	39	40.0	38.7	36.4	38.4	0.9	1.2	0.990	7.784	60.587
102.400	8.20	0.00	1.21	1.72	1.91	39	40.1	38.8	36.5	38.5	0.9	1.2	0.990	4.084	16.682
102.600	8.20	0.00	2.32	2.63	2.84	40	41.6	40.4	37.5	39.8	0.9	1.2	0.990	6.073	36.882
102.800	8.20	0.00	3.41	3.64	3.73	40	41.3	40.3	37.4	39.7	0.9	1.2	0.990	7.976	63.620
103.000	8.20	0.00	1.85	1.93	2.22	40	41.7	40.5	37.6	39.9	0.9	1.2	0.990	4.747	22.536
103.200	8.20	0.00	2.01	2.61	2.71	40	40.9	40.1	37.2	39.4	0.9	1.2	0.990	5.795	33.583
103.400	8.20	0.00	4.20	4.61	4.79	40	40.2	39.9	37.0	39.0	0.9	1.2	0.990	10.243	104.918
103.600	8.20	0.00	4.71	4.91	5.01	39	40.6	39.4	36.7	38.9	0.9	1.2	0.990	10.713	114.777
103.800	8.20	0.00	2.86	3.10	3.31	39	41.5	39.9	37.1	39.5	0.9	1.2	0.990	7.078	50.100
104.000	8.20	0.00	2.05	2.21	2.69	39	41.7	40.0	37.2	39.6	0.9	1.2	0.990	5.752	33.089
104.200	8.20	0.00	5.31	5.51	5.64	40	41.8	40.5	37.7	40.0	0.9	1.2	0.990	12.061	145.457
Jumlah														86.862	702.977
Lendutan rata-rata ( $d_R$ )														7.238	
Jumlah titik ( $r_b$ )														12	
Deviasi Standar ( $s$ )														2.053	

Maka, tebal lapis tambah (*overlay*) terkoreksi ( $H_t$ ) adalah = 11.045 cm.

Untuk segmen keempat

Tabel 4.9: nilai lendutan BB terkoreksi ( $d_b$ ) pada sta KM.(104+400 – 107+000).

sta	Beban uji (ton)	Lendutan balik/BB (mm)						Temperatur (°C)			Koreksi pada temperatur standar ( $F_t$ )	Koreksi musim ( $C_a$ )	Koreksi beban ( $FK_{b-bb}$ )	Lendutan terkoreksi (mm) ${}_1d_b = 2(d_4-d_1) \times F_t \times C_a \times FK_{b-bb}$	$d_b^2$
		d1	d2	d3	d4	$T_u$	$T_p$	$T_t$	$T_b$	$T_L$					
104.400	8.20	0.00	2.86	3.01	3.21	40	41.5	40.4	37.5	39.8	0.9	1.2	0.990	6.864	47.118
104.600	8.20	0.00	4.35	4.40	4.51	41	42.6	41.4	38.5	40.8	0.9	1.2	0.990	9.644	93.010
104.800	8.20	0.00	2.40	2.61	2.72	40	41.3	40.3	37.4	39.7	0.9	1.2	0.990	5.816	33.831
105.000	8.20	0.00	1.11	1.27	1.39	41	41.2	40.9	37.9	40.0	0.9	1.2	0.990	2.972	8.835
105.200	8.20	0.00	2.86	3.01	3.19	42	42.5	41.9	38.8	41.1	0.9	1.2	0.990	6.821	46.533
105.400	8.20	0.00	1.83	1.90	2.27	42	43.0	41.2	38.3	40.8	0.9	1.2	0.990	4.854	23.563
105.600	8.20	0.00	5.93	6.01	6.34	43	43.4	42.9	39.8	42.0	0.9	1.2	0.990	13.557	183.805
105.800	8.20	0.00	5.75	5.80	5.91	42	42.5	41.8	38.8	41.0	0.9	1.2	0.990	12.638	159.718
106.000	8.20	0.00	2.57	2.65	2.72	42	42.4	41.7	38.7	40.9	0.9	1.2	0.990	5.816	33.831
106.200	8.20	0.00	4.02	4.21	4.30	43	43.1	42.5	39.5	41.7	0.9	1.2	0.990	9.195	84.550
106.400	8.20	0.00	5.27	5.40	5.49	42	43.0	42.1	39.2	41.4	0.9	1.2	0.990	11.740	137.823
106.600	8.20	0.00	2.88	3.01	3.20	40	41.1	40.3	37.4	39.6	0.9	1.2	0.990	6.843	46.825
106.800	8.20	0.00	2.21	2.47	2.51	40	42.6	41.0	38.1	40.6	0.9	1.2	0.990	5.367	28.809
107.000	8.20	0.00	2.53	2.61	2.69	40	42.3	40.8	38.0	40.4	0.9	1.2	0.990	5.752	33.089
													Jumlah	107.882	961.340
													Lendutan rata-rata ( $d_R$ )	7.706	
													Jumlah titik ( $r_b$ )	14	
													Deviasi Standar ( $s$ )	2.189	

Maka, tebal lapis tambah (*overlay*) terkoreksi ( $H_t$ ) adalah = 11.123 cm.



#### 4.1.2 Menggunakan Metode Asphalt Institute

Seperti data-data yang telah diketahui diatas, maka penyelesaian dengan metoda Asphalt Institute sebagai berikut:

Penyelesaian:

- Perencanaan tebal lapis tambah berdasarkan pengujian lendutan dengan alat *BB*.
  - a. Mencari nilai  $\sum x$  dan  $\sum x^2$  dari data:

Tabel 4.10: Perhitungan nilai  $\sum x$  dan  $\sum x^2$  pada Sta 97.000-99.000.

Sta.	Beban Uji (ton)	Lendutan balik /BB (mm)				dx = 2(d4-d1)	dx <sup>2</sup>
		D1	D2	D3	D4		
97.000	8.20	0.00	1.60	1.95	2.01	4.02	16.160
97.200	8.20	0.00	4.91	5.10	5.21	10.42	108.576
97.400	8.20	0.00	4.12	4.63	4.79	9.58	91.776
97.600	8.20	0.00	4.39	4.46	4.55	9.1	82.810
97.800	8.20	0.00	2.85	3.16	3.20	6.4	40.960
98.000	8.20	0.00	7.71	7.91	8.06	16.12	259.854
98.200	8.20	0.00	2.01	2.17	2.30	4.6	21.160
98.400	8.20	0.00	5.32	5.60	5.69	11.38	129.504
98.600	8.20	0.00	3.27	3.60	3.90	7.8	60.840
98.800	8.20	0.00	4.35	4.83	4.91	9.82	96.432
99.000	8.20	0.00	5.32	5.60	5.69	11.38	129.504
						$\sum x = 100.62$	$\sum x^2 = 1037.579$

- b. Hitung nilai sampel rata-rata.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{100,62}{11} = 9.147 \text{ mm}$$

- c. Hitung standard deviasi.

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \bar{x} \sum x}{n - 1}} = \sqrt{\frac{1037,579 - (9,147 \times 100,62)}{11 - 1}} = 11,72 \text{ mm}$$

- d. Pengaruh suhu dan iklim.

Dari gambar 2.16 pada Bab 2, diperoleh: 0,9

- e. Menghitung lendutan pantulan wakil.

$$RRD = (\bar{x} + 2s)fc$$

$$\begin{aligned}
&= (9,147 + (2)(0,424) \times 0,9 \times 1.2 \\
&= 39.370 \text{ mm} \\
&= 1,55 \text{ inch}
\end{aligned}$$

f. Mencari EAL

$EAL = \text{Jumlah kendaraan pada masing – masing golongan} \times \text{truck factor}$

➤ Mobil Penumpang dan Bus:

$$\text{➤ (MP + Bus)} = 5.111 \times 365 \times 0,02 \times 13,18 = 491.749,754$$

➤ Truk 2 As 13 Ton:

$$\text{➤ Truk 2 As 13 Ton} = 654 \times 365 \times 0,19 \times 13,18 = 597.777,582$$

➤ Truk 3 As 20 Ton:

$$\text{➤ Truk 3 As 20 Ton} = 337 \times 365 \times 0,56 \times 13,18 = 907.875,304$$

$$\text{Total EAL} = (491.749,754 + 597.777,582 + 907.875,304) = 1.997.402,64$$

Jadi, EAL yang dipakai = 2.000.000

Masukkan ke dalam gambar 2.17, pada Bab 2:

Diketahui EAL = 2.000.000

Maka di peroleh tebal lapis tambah (*overlay*)  $t = 11.250 \text{ cm}$ .

- Untuk segmen kedua, sta KM.(99+200 – 101+000)

Perencanaan tebal lapis tambah berdasarkan pengujian lendutan dengan alat *BB*.

Tabel 4.11: Perhitungan nilai  $\sum x$  dan  $\sum x^2$  pada Sta 99.200-101.000.

Sta.	Beban Uji (ton)	Lendutan balik /BB (mm)				$dx = 2(d4-d1)$	$dx^2$
		D1	D2	D3	D4		
99.200	8.20	0.00	2.03	2.41	2.59	5.18	26.832
99.400	8.20	0.00	1.30	1.83	1.90	3.8	14.440
99.600	8.20	0.00	4.30	4.71	4.82	9.64	92.930
99.800	8.20	0.00	4.31	4.39	4.99	9.98	99.600
100.000	8.20	0.00	2.10	2.57	2.69	5.38	28.944
100.200	8.20	0.00	2.90	3.28	3.36	6.72	45.158
100.400	8.20	0.00	4.01	4.47	4.59	9.18	84.272
100.600	8.20	0.00	2.84	2.96	3.20	6.4	40.960
100.800	8.20	0.00	3.91	4.12	4.48	8.96	80.282
101.000	8.20	0.00	4.81	5.99	5.30	10.6	112.360
						$\sum x = 75.84$	$\sum x^2 = 625.779$

Maka di peroleh tebal lapis tambah (*overlay*)  $t = 11.875 \text{ cm}$ .

- Untuk segmen ketiga, sta KM.(102+000 –104+200)  
Perencanaan tebal lapis tambah berdasarkan pengujian lendutan dengan alat *BB*.

Tabel 4.12: Perhitungan nilai  $\sum x$  dan  $\sum x^2$  pada Sta 102.000-104.200.

Sta.	Beban Uji (ton)	Lendutan balik /BB (mm)				dx = 2(d4-d1)	dx <sup>2</sup>
		D1	D2	D3	D4		
102.000	8.20	0.00	1.82	1.96	2.13	4.26	18.148
102.200	8.20	0.00	3.11	3.32	3.64	7.28	52.998
102.400	8.20	0.00	1.21	1.72	1.91	3.82	14.592
102.600	8.20	0.00	2.32	2.63	2.84	5.68	32.262
102.800	8.20	0.00	3.41	3.64	3.73	7.46	55.652
103.000	8.20	0.00	1.85	1.93	2.22	4.44	19.714
103.200	8.20	0.00	2.01	2.61	2.71	5.42	29.376
103.400	8.20	0.00	4.20	4.61	4.79	9.58	91.776
103.600	8.20	0.00	4.71	4.91	5.01	10.02	100.400
103.800	8.20	0.00	2.86	3.10	3.31	6.62	43.824
104.000	8.20	0.00	2.05	2.21	2.69	5.38	28.944
104.200	8.20	0.00	5.31	5.51	5.64	11.28	127.238
						$\sum x=81.24$	$\sum x^2= 614.9264$

Maka di peroleh tebal lapis tambah (overlay)  $t = 12.015$  cm.

- Untuk segmen keempat, sta KM.(104+400 – 107+000)  
Perencanaan tebal lapis tambah berdasarkan pengujian lendutan dengan alat *BB*.

Tabel 4.13: Perhitungan nilai  $\sum x$  dan  $\sum x^2$  pada Sta 104.400-107.000

Sta.	Beban Uji (ton)	Lendutan balik /BB (mm)				dx = 2(d4-d1)	dx <sup>2</sup>
		D1	D2	D3	D4		
104.400	8.20	0.00	2.86	3.01	3.21	6.42	41.216
104.600	8.20	0.00	4.35	4.40	4.51	9.02	81.360
104.800	8.20	0.00	2.40	2.61	2.72	5.44	29.594
105.000	8.20	0.00	1.11	1.27	1.39	2.78	7.728
105.200	8.20	0.00	2.86	3.01	3.19	6.38	40.704
105.400	8.20	0.00	1.83	1.90	2.27	4.54	20.612
105.600	8.20	0.00	5.93	6.01	6.34	12.68	160.782

Tabel 4.13: Lanjutan

Sta.	Beban Uji (ton)	Lendutan balik /BB (mm)				dx = 2(d4-d1)	dx <sup>2</sup>
		D1	D2	D3	D4		
105.800	8.20	0.00	5.75	5.80	5.91	11.82	139.712
106.000	8.20	0.00	2.57	2.65	2.72	5.44	29.594
106.200	8.20	0.00	4.02	4.21	4.30	8.6	73.960
106.400	8.20	0.00	5.27	5.40	5.49	10.98	120.560
106.600	8.20	0.00	2.88	3.01	3.20	6.4	40.960
106.800	8.20	0.00	2.21	2.47	2.51	5.02	25.200
107.000	8.20	0.00	2.53	2.61	2.69	5.38	28.944
						$\sum x=100.9$	$\sum x^2=840.9284$

Maka di peroleh tebal lapis tambah (*overlay*)  $t = 13.125$  cm.

#### 4.2 Evaluasi Tebal Lapis Tambah (*Overlay*)

Dari data –data pada sta KM (97+000 – 101+000) s/d sta KM (102+000 – 107+000) maka hasil dari penyelesaian diatas diperoleh:

Tabel 4.14: Perbandingan hasil perhitungan dengan menggunakan metode Bina Marga dan *Asphalt Institute*.

Stationing	Tebal Lapis Tambah		
	Bina Marga	<i>Asphalt Institute</i>	Design
Segmen I Sta KM. (97+000-99+000)	8,726 cm	11,250 cm	12,171 cm
Segmen II Sta KM. (99+200-101+000)	10,479 cm	11,875 cm	12,171 cm
Segmen III Sta KM. (102+000-104+200)	11,045 cm	12,015 cm	12,171 cm
Segmen I Sta KM. (104+400-107+000)	11,123 cm	13,125 cm	12,171 cm

Evaluasi tebal lapis tambah (*overlay*) dari hasil pada tabel diatas, maka dapat dilihat dari segmen I sampai dengan segmen IV antara Bina Marga dengan *Asphalt Institute* terdapat perbedaan yang tidak terlalu jauh, hal ini dikarenakan kedua metode tersebut mempunyai tujuan yang sama yaitu sama-sama mencari koefisien tebal lapis tambah (*overlay*), yang membedakannya yaitu asphalt

institute digunakan pada perencanaan perkerasan tebal lapis tambah di Amerika Serikat, sedangkan Bina Marga digunakan di Indonesia.

Dalam penyelesaian contoh perhitungan dengan metoda Bina Marga dan Asphalt Institute merupakan beberapa metoda dari penentuan tebal lapis tambah (*overlay*) dimana cara pengerjaannya berbeda, tetapi untuk mendapatkan tujuan yang sama yaitu menentukan perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*).

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari evaluasi tebal lapis tambah dengan metoda Bina Marga dan Asphalt Institute dengan menggunakan alat Benkelman Beam pada peningkatan jalan di Batas Prov. NAD – Simpang Pangkalan Susu, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat beberapa perbedaan dalam pengerjaan contoh perhitungan. Pengerjaan dengan *Asphalt Institute* lebih simple dibandingkan pengerjaan dengan metoda Bina Marga, karena pada pengerjaan dengan metoda *Asphalt Institute* banyak menggunakan grafik dari pada Bina Marga.

2. Perhitungan perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) dengan menggunakan metoda Bina Marga dan Asphalt Institute menghasilkan *overlay* yang berbeda.

Stationing	Tebal Lapis Tambah		
	Bina Marga	Asphalt Institute	Design
Segmen I Sta KM. (97+000-99+000)	8,726 cm	11,250 cm	12,171 cm
Segmen II Sta KM. (99+200-101+000)	10,479 cm	11,875 cm	12,171 cm
Segmen III Sta KM. (102+000-104+200)	11,045 cm	12,015 cm	12,171 cm
Segmen I Sta KM. (104+400-107+000)	11,123 cm	13,125 cm	12,171 cm

3. Dari pengolahan data pada metode Bina Marga dan Asphalt Institute, data dibagi kedalam empat segmen, yaitu segmen pertama sta KM.(97+000-99+000), segmen kedua Sta KM.(99+200 – 101+000), segmen ketiga Sta KM.(102+000 – 104+200), dan segmen keempat Sta KM.(104+400 – 107+000). Hal ini dilakukan untuk mendapatkan keseragaman lendutan balik.

## 5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan keseragaman lendutan maka perlu dilakukan pembagian segmen yang tidak terlalu panjang sehingga tidak terjadi pemborosan.
2. Dalam pelaksanaan tebal lapis tambah hendaknya sejalan dengan perbaikan drainase, bahu jalan, dan median jalan sehingga memberikan hasil yang baik bagi pengguna jalan, membuat jalan itu sendiri menjadi lebih awet karena tidak di genangi air terlalu lama dan dapat menghemat biaya.

Untuk perencanaan tebal lapis tambah sebaiknya dipakai perencanaan tebal yang optimum karena untuk memperoleh tebal yang kuat sehingga sanggup memikul beban lintasan hingga akhir umur rencana jalan tersebut, sehingga walaupun baru saja selesai dikerjakan, konstruksi jalan tidak mudah rusak kembali dalam waktu yang relatif cukup singkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga, 1983. *Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkelman Beam*. Jakarta: Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum. *Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan pd.T-05-2005-B*. Jakarta: Bina Marga.
- Sukirman, Silvia. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- AASHTO, 1993. *Guided Design Of Pavement Structure*. Washington DC, USA: AASHTO.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1983. , *Asphalt Overlays For Highway And Street Rehabilitation. Manual Series No. 17 (MS-17)*, Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Teknik, (1999), *Teknik Pemeliharaan Rutin, Modul I, II, III, Road Maintenance Improvement Project (II)*.
- Muench, S. T, Mahoney, J. P. and Pierce, L. M, ( 2003 ), *WSDOT Pavement Guide Interactive*, Department of Transportation, Olympia.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Teknik, (1995), *Manual Pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Propinsi, Jilid I Metode Survei*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Teknik, (1995), *Manual Pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Propinsi, Jilid II Metode Perbaikan Standar*, Jakarta.
- Oglesby, Clarkson H, & Hicks R. Gary. *Teknik Jalan Raya*. Edisi keempat-jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- Yoder, E.J. and Witczak, M.W, 1975. *Principles of Pavement Design*. Second Edition. Jhon Wiley & Sons Inc, New York-London-Sydney-Toronto.
- Sulaksono, Sony W, 2001. *Rekayasa Jalan*. ITB, Bandung.



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI PESERTA

NamaLengkap : Andi Syah Putra Hasibuan  
Tempat, TanggalLahir : Sigambal, 13 April 1990  
JenisKelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Tuntung, Kel. Perdamean-Labuhan Batu  
Nomor KTP : 12100211304900001  
Nomor HP : 085373400030  
E-mail : voetra13@yahoo.com  
NamaOrang Tua, Ayah : Marahadi Hasibuan  
Ibu : Yahro Suraiah

### RIWAYAT PENDIDIKAN

NomorIndukMahasiswa : 0807210063  
Fakultas : Teknik  
ProgrsmStudi : TeknikSipil  
PerguruanTinggi : UniversitasMuhammadiyah Sumatera Utara  
AlamatPerguruanTinggi : Jl.KaptenMughtarBasri No.3, Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	NamadanTempat	TahunKelulusan
1	SekolahDasar	SD Negeri 112149	2002
2	SMP	MTs Negeri Rantau Prapat	2005
3	SMA	SMA Negeri 1 Rantau Selatan	2008
4	MelanjutkanKuliah Di UniversitasMuhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2008 sampaiselesai.		



Gambar L1: Kondisi saat Pekerjaan 0%



Gambar L2: Pelaksanaan galian perkerasan dengan alat Cold Milling Machine





Gambar L3: Kondisi saat pelaksanaan Penambalan (*Patching*)