

**ANALISIS TEBAL LAPIS TAMBAH (*OVERLAY*)  
PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODE  
MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017  
(STUDI KASUS: RUAS JLN. SETIA BUDI)**

**SKRIPSI**

**OLEH :**

**ADVEN P. SIMATUPANG**

**188110174**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2021**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 16/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)16/12/21

## LEMBAR PENGESAHAN


Judul Skripsi : Analisis Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Perkerasan Lentur  
Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 (Studi  
Kasus: Ruas Jln. Setia Budi)

Nama : Adven P. Simatupang


NPM : 188110174

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing:



Ir. Melloukey Ardan, M.T.  
Pembimbing I



Suranto, S.T., M.T.  
Pembimbing II

Mengetahui:



Dina Maizana, M.T.  
Dekan



Ir. Nurma dah, M.T.  
Kepala Program Studi

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

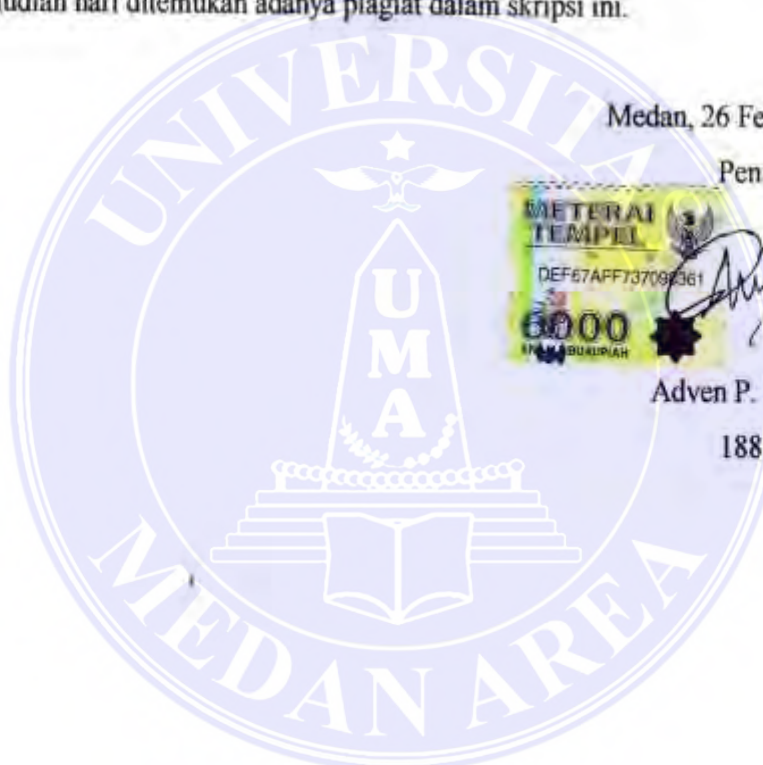
Medan, 26 Februari 2021

Penulis



Adven P. Simatupang

188110174



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**  
**TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

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

Nama : Adven P. Simatupang

NPM : 188110174

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 (Studi Kasus: Ruas Jln. Setia Budi), beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada Tanggal: 26 Februari 2021

Yang menyatakan



Adven P. Simatupang

188110174

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya memberikan pengetahuan, pengalaman, kesehatan, dan kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi yang berjudul “**ANALISIS TEBAL LAPIS TAMBAH (OVERLAY) PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017 (STUDI KASUS: RUAS JLN. SETIA BUDI)**”, ini disusun sebagai salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan Program Studi Srata I (S-1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Sesuai dengan judulnya, dalam skripsi ini akan membahas mengenai analisis tebal lapis tambah perkerasan lentur pada proyek perbaikan jalan Setiabudi Medan Sumatera Utara.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa materi, moral dan spiritual. Selayaknya Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir. Nurmaidah, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Melloukey Ardan, M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Suranto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II.

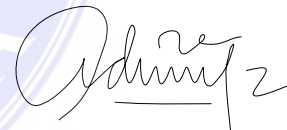


6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Staff Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
7. Ucapan terima kasih saya yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya, yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta Do'a yang tiada henti untuk penulis.
8. Serta teman-teman angkatan 2018 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area, serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembang ilmu pengetahuan serta masyarakat luas, khususnya di Indonesia, senantiasa dilindungi dan diberikan rahmat kasih sayang oleh Tuhan Yang Maha Esa kepada kita semua. Amin.

Medan, 26 Februari 2021

Penulis



Adven P. Simatupang

188110174

## ABSTRAK

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi penting untuk menghubungkan berbagai tempat seperti pusat industri, lahan pertanian, permukiman dan sebagai sarana distribusi barang dan jasa untuk menunjang perekonomian. Dengan bertambahnya pertumbuhan kendaraan baik dari segi jumlah maupun kapasitas muat yang diangkut mengakibatkan rusaknya permukaan jalan dan struktur perkerasan jalan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari kerusakan jalan yang parah adalah dengan menambahkan lapisan perkerasan. Tujuan dari perencanaan penambahan tebal lapisan adalah untuk mengembalikan kekuatan perkerasan tersebut sehingga dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada pengguna jalan. Sehubungan dengan permasalahan diatas tentunya diperlukan metode yang efektif dan efisien untuk merencanakan ketebalan overlay agar diperoleh hasil yang baik. Berdasarkan uraian diatas maka penulis tertarik untuk membahas perhitungan tebal *overlay* perkerasan lentur ruas Jln. Setia Budi kota Medan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa ketebalan lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017.

Metode perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur pada penelitian ini hanya menggunakan metode manual desain perkerasan jalan No. 04/SE/Db/2017.

Dari hasil perhitungan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 diperoleh tebal lapis tambah sebesar 9,5 cm ( $AC-WC = 4$  cm,  $AC-BC = 5,5$  cm).

**Kata kunci :** Jalan, Perkerasan Lentur, *Overlay*

## ABSTRACT

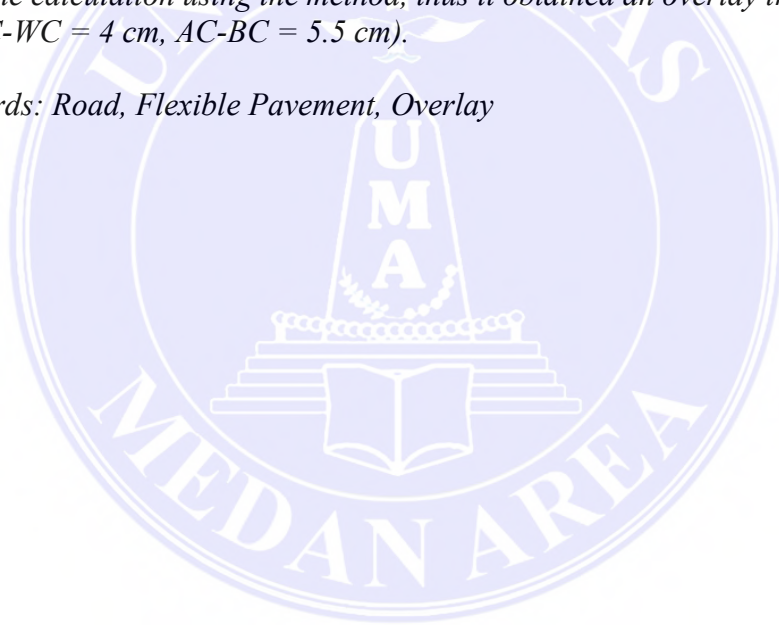
*The road is one of the important transportation infrastructures to connect various places such as industrial centers, agricultural land, settlements, and as goods and services distribution means to support the economy. The increase of vehicles, both in terms of the number and load capacity being transported, has resulted in damage to the road surface and the pavement structure. One of the efforts to avoid serious road damage was by adding a layer of pavement. The purpose of planning for the additional layer thickness is to restore the strength of the pavement so that it can provide optimal service to road users. Therefore, an effective and efficient method is needed to plan the thickness of the overlay to obtain good results. Based on the description above, the writer was interested in discussing the thickness calculation of the flexible pavement overlay for roads of Jalan Setia Budi, Medan.*

*This study aimed to determine how many the thickness of the flexible pavement overlay using the Manual Road Pavement Design Method No. 04/SE/Db/2017.*

*The method of calculating the overlay thickness of flexible pavement in this study only used the manual method of road pavement design No. 04/SE/Db/2017.*

*From the calculation using the method, thus it obtained an overlay thickness of 9.5 cm (AC-WC = 4 cm, AC-BC = 5.5 cm).*

*Keywords: Road, Flexible Pavement, Overlay*





## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	2
1.2.1 Maksud .....	2
1.2.2 Tujuan .....	2
1.3 Perumusan Masalah .....	2
1.4 Pembatasan Masalah .....	3
1.5 Penelitian Yang Sudah Dilakukan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Umum .....	5
2.2 Pengertian Jalan Raya .....	5
2.3 Pengertian Perkerasan Jalan .....	6
2.4 Sejarah Perkerasan Jalan .....	7
2.5 Klasifikasi Jalan .....	9
2.5.1 Pengelompokan Jalan Menurut Sistem .....	9
2.5.2 Pengelompokan Jalan Menurut Fungsi .....	9
2.5.3 Pengelompokan Jalan Menurut Statusnya .....	10
2.5.4 Pengelompokan Jalan Menurut Kelas Jalan .....	11
2.6 Konstruksi Perkerasan Jalan .....	12
2.6.1 Konstruksi Perkerasan Lentur ( <i>Flexible Pavemant</i> ) .....	12
2.6.2 Konstruksi Perkerasan Kaku ( <i>Rigid Pavemant</i> ) .....	12
2.6.3 Konstruksi Perkerasan Komposit ( <i>Composite Pavemant</i> ) ....	12
2.7 Perkerasan Lentur ( <i>Flexible Pavemant</i> ) .....	13
2.8 Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> ) .....	15
2.9 Benkelman Beam .....	17
2.9.1 Peralatan dan Personil .....	18
2.9.2 Cara Pelaksanaan .....	20
2.9.3 Penentuan Titik Pengujian .....	23
2.9.4 Pengukuran Lendutan.....	24
2.9.5 Pengukuran Temperatur.....	29
2.10 Beban Lalulintas .....	33
2.10.1 Konfigurasi Sumbu dan Roda Kendaraan .....	33
2.11 Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 .....	35
2.11.1 Pendahuluan .....	35
2.11.2 Prosedur Desain <i>Overlay</i> .....	37
2.11.3 Ananlisis Volume Lalu Lintas .....	38
2.11.4 Tebal <i>Overlay</i> Non-Struktural .....	47

2.11.5	Tebal <i>Overlay</i> Berdsarkan Lendutan Maksimum .....	48
2.11.6	Tebal <i>Overlay</i> Berdasakan Lengkung Lendutan .....	49
2.11.7	Penyesuaian Nilai Pengukuran Berdasarkan Lendutan terhadap Musim .....	52
2.11.8	Penyesuaian Nilai Pengukuran Berdasarkan Lendutan terhadap Pengujian .....	52
2.11.9	Penyesuaian Nilai Lendutan dan Lengkung Lendutan .....	55
2.11.10	Lengkung Lendutan Karakteristik ( <i>Characteristic Curvature</i> ) .....	57
2.11.11	<i>Overlay</i> Menggunakan Aspal Modifikasi .....	57
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>58</b>
3.1	Lokasi Penelitain .....	58
3.2	Tahapan Penelitian .....	58
3.3	Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	58
3.3.1	Metode Pengumpulan Data .....	58
3.3.2	Metode Pengolahan Data .....	59
3.4	Data Penelitian .....	59
3.5	Pengolahan dan Analisa Data .....	60
3.5.1	Lalu Lintas Harian Rata-Rata .....	60
3.5.2	Faktor Pertumbuhan Lalu Linta .....	60
3.5.3	Lalu Lintas Pada Lajur Rencana .....	61
3.5.4	Faktor Ekuivalen Beban ( <i>Vehicle Damage Factor</i> ) .....	61
3.5.5	Beban Sumbu Standar Kumulatif .....	61
3.5.6	Lendutan <i>Benkleman Beam</i> (BB) .....	61
3.6	Tahapan Penelitian .....	62
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>63</b>
4.1	Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata .....	63
4.2	Nilai Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas .....	64
4.3	Nilai Faktor Distribusi Arah (DD) dan Lajur (DL) .....	64
4.4	Nilai ESA <sub>4</sub> dan ESA <sub>5</sub> .....	64
4.5	Faktor Koreksi Temperatur (Ft) .....	65
4.6	Perhitungan Nilai Lendutan .....	65
4.7	Lendutan Wakil (Dwakil atau Dsblov) .....	67
4.8	Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> ) .....	67
4.9	Lengkung Lendutan .....	68
4.10	Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> ) Berdasarkan Lengkung Lendutan ...	69
4.11	Hasil Analisis Tebal Lapis Tambah ( <i>Overlay</i> ) .....	71
4.12	Foto Kondisi Lapangan .....	71
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>72</b>
5.1	Kesimpulan .....	72
5.2	Saran .....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>74</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Penelitian yang sudah dilakukan.....	3
Tabel 2.1 Klasifikasi menurut MST.....	11
Tabel 2.2 Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku .....	12
Tabel 2.3 Distribusi Beban Sumbu Untuk Berbagai Jenis Kendaraan .....	35
Tabel 2.4 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (%) .....	40
Tabel 2.5 Faktor Distribusi Lajur (DL).....	42
Tabel 2.6 Pengumpulan Data Beban Gandar .....	43
Tabel 2.7 Nilai VDF masing-masing kendaraan niaga .....	45
Tabel 2.8 Nilai VDF masing-masing kendaraan niaga .....	45
Tabel 2.9 Tebal overlay untuk menurunkan IRI (non-struktural).....	48
Tabel 2.10 Faktor koreksi temperatur lendutan (D0) untuk FWD.....	53
Tabel 2.11 Faktor koreksi temperatur Lengkung lendutan (D0-D200) untuk FWD .....	54
Tabel 2.12 Faktor koreksi temperatur Lengkung lendutan (D0) untuk BB ....	54
Tabel 2.13 Faktor koreksi temperatur Lengkung lendutan (D0-D200) untuk BB .....	55
Tabel 2.14 Faktor Penyesuaian Lengkung Lendutan (D0 – D200) BB ke FWD .....	56
Tabel 2.15 Faktor Penyesuaian Lendutan (D0) FWD ke BB.....	56
Tabel 2.16 Umur Lelah (fatigure) Aspal Modifikasi .....	57
Tabel 4.1 LHR Pada Tahun 2018.....	63
Tabel 4.2 LHR Pada Tahun 2019.....	63
Tabel 4.3 Perhitungan ESA <sub>4</sub> dan ESA <sub>5</sub> .....	64
Tabel 4.4 Rincisn Analisis Lendutan .....	66
Tabel 4.5 Perhitungan Lengkung Lendutan Terkoreksi BB ke FWD.....	69

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Perkerasan Macadam.....	8
Gambar 2.2 Struktur Perkerasan Telford .....	8
Gambar 2.3 Susunan Konstruksi Perkerasan Lentur.....	13
Gambar 2.4 Spesifikasi Truk Standar .....	31
Gambar 2.5 Ban Roda Belakang Truk Standar .....	31
Gambar 2.6 Skema <i>Benkelman Beam</i> .....	32
Gambar 2.7 Tampak Atas <i>Benkelman Beam</i> .....	32
Gambar 2.8 Tampak Samping <i>Benkelman Beam</i> .....	32
Gambar 2.9 Berbagai Konfigurasi Sumbu Kendaraan .....	33
Gambar 2.10 Berbagai Konfigurasi sumbu dan kodenya .....	34
Gambar 2.11 Solusi <i>Overlay</i> Berdasarkan Lendutan Balik BB untuk WMAPT 41 <sup>0</sup> C.....	49
Gambar 2.12 Fungsi Lengkung Lendutan.....	50
Gambar 2.13 Tebal <i>Overlay</i> aspal konvensional untuk mencegah retak lelah akibat pada MAPT > 35 <sup>0</sup> C .....	51
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	62
Gambar 4.1 Grafik Penentuan Tebal <i>Overlay</i> Berdasarkan Lendutan Maksimum .....	68
Gambar 4.2 Grafik Penentuan <i>Overlay</i> (Tipis) .....	70
Gambar 4.3 Grafik Penentuan <i>Overlay</i> (Tebal) .....	70

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Transportasi memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan kelancaran proses pelaksanaan pembangunan pada suatu negara. Oleh karena itu, kebutuhan akan infrastruktur transportasi merupakan hal mutlak yang harus dipenuhi dalam upaya mendukung proses pelaksanaan pembangunan.

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi penting untuk menghubungkan berbagai tempat seperti pusat industri, lahan pertanian, permukiman dan sebagai sarana distribusi barang dan jasa untuk menunjang perekonomian. Dengan bertambahnya pertumbuhan kendaraan baik dari segi jumlah maupun kapasitas muat yang diangkut mengakibatkan rusaknya permukaan jalan dan struktur perkerasan jalan.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari kerusakan jalan yang parah adalah dengan menambahkan lapisan perkerasan. Tujuan dari perencanaan penambahan tebal lapisan adalah untuk mengembalikan kekuatan perkerasan tersebut sehingga dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada pengguna jalan. Sehubungan dengan permasalahan diatas tentunya diperlukan metode yang efektif dan efisien untuk merencanakan ketebalan *overlay* agar diperoleh hasil yang baik..

Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan ketebalan *overlay* adalah pemilihan metode perencanaan. Hal ini karena perencanaan yang tidak tepat dapat menyebabkan jalan cepat rusak (*under design*) atau menyebabkan konstruksi



tidak ekonomis (*over design*). Dimana situasi ini akan berdampak pada jumlah pembiayaan atau berkurangnya umur layanan jalan yang sudah direncanakan.

Penulis tertarik untuk membahas perhitungan tebal *overlay* perkerasan lentur ruas Jln. Setia Budi kota Medan. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 untuk menghitung tebal *overlay* yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.

## 1.2 Maksud dan Tujuan

### 1.2.1 Maksud

Maksud penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur dan menganalisis tata cara perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017.

### 1.2.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa ketebalan lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017.

## 1.3 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah berapa ketebalan lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017?

## 1.4 Pembatasan Masalah

Diperlukan suatu batasan masalah agar penulis tugas akhir ini lebih terarah. Sesuai judul skripsi ini maka pembatasan masalah ditekankan pada hal-hal sebagai berikut:

1. Hanya menghitung tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur.
2. Perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur hanya dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017.

## 1.5 Penelitian Yang Sudah Dilakukan

Penelitian sebelumnya merupakan salah satu rujukan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam menilai penelitian yang dilakukan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama dengan judul penelitian penulis. Namun beberapa penelitian yang penulis angkat sebagai acuan dalam memperkaya bahan kajian dalam penelitian penulis.

Penelitian sebelumnya berupa penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan penulis, seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1.1 Penelitian yang sudah dilakukan

No	Judul	Tahun	Hasil
1	Analisis perhitungan tebal lapis tambahan ( <i>overlay</i> ) pada perkerasan lentur dengan menggunakan manual desain perkerasan jalan 2013 (studi kasus : ruas jalan kairagi – mapanget)	2016	Manual Desain Perkerasan Jalan 2013: 12,5 cm.
2	Studi perbandingan perencanaan tebal lapis tambah ( <i>overlay</i> ) perkerasan lentur menurut metode pd t-052005-b dan manual desain perkerasan jalan 2013 (studi kasus: ruas jalan bts.kota manado - tomohon)	2018	Pd T-05-2005-B: 4 cm. Manual Desain Perkerasan Jalan 2013:4,5 cm.

---

3	Perencanaan tebal lapis tambah ( <i>overlay</i> ) dengan perbandingan metode pd t-05-2005-b dan manual perkerasan jalan nomor 02/M/Bm/2013	2017	Pd T-05-2005-B: 13 cm. Manual Desain Perkerasan Jalan 2013: 8,6 cm.
---	--	------	--

---



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Perkerasan jalan merupakan campuran agregat dan material pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang digunakan antara lain batu pecah, batu belah, batu kali. Sedangkan bahan pengikat yang digunakan antara lain: aspal, semen dan tanah liat. Perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu, perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), dan perkerasan komposit (*Composite Pavement*).

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang ditempatkan di atas tanah yang dipadatkan. Lapisan ini berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Sementara untuk tebal lapis pada perkerasan jalan tergantung pada besar beban lalu lintas yang diterima jalan tersebut, karena itu dibutuhkan perhitungan yang cermat dan didukung dengan pelaksanaan yang baik pula. (Silvia Sukiraman, 1999).

#### **2.2 Pengertian Jalan Raya**

Jalan merupakan suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun, meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan pelengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas. Jalan raya adalah suatu lintasan yang bermanfaat untuk melewati lalu lintas dari suatu tempat ke tempat yang lain (Hendra Suryadharma dan Beniktus Susanto, 1999).

Perkembangan kapasitas dan kuantitas kendaraan yang menghubungkan antar daerah dan keterbatasan sumber dana untuk pembangunan jalan serta belum

beroperasinya infrastruktur lalu lintas yang ada menjadi hal utama di Indonesia dan di banyak negara terutama negara berkembang.

Sejalan dengan hal tersebut di atas, untuk menghubungkan jalan-jalan baru serta perbaikan-perbaikan yang diperlukan sehubungan dengan peningkatan kapasitas jalan raya. Tentunya diperlukan metode yang efektif dalam perancangan dan perencanaan agar dapat memperoleh hasil yang terbaik dan ekonomis, namun memenuhi unsur keselamatan pengguna jalan dan tidak mengganggu ekosistem (Shirley L. Hendarsin, 2000).

### 2.3 Pengertian Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan bagian dari jalur lalu lintas yang jika dilihat secara struktural pada penampang jalan merupakan penampang struktural yang posisinya paling sentral dalam suatu badan jalan (Ir. Hamirhan Saodang, 2004). Perkerasan jalan merupakan campuran agregat dan material pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas (Silvia Sukirman, 2010). Agregat yang digunakan antara lain: batu pecah, batu belah, batu kali. Sedangkan bahan pengikat yang digunakan antara lain: aspal, semen dan tanah liat. Perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), dan perkerasan komposit (*Composite Pavement*).

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan di atas tanah yang dipadatkan. Lapisan ini berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan meneruskannya ke lapisan bawah. Sedangkan ketebalan lapisan perkerasan bergantung pada besar beban lalu lintas yang diterima jalan, oleh karena itu



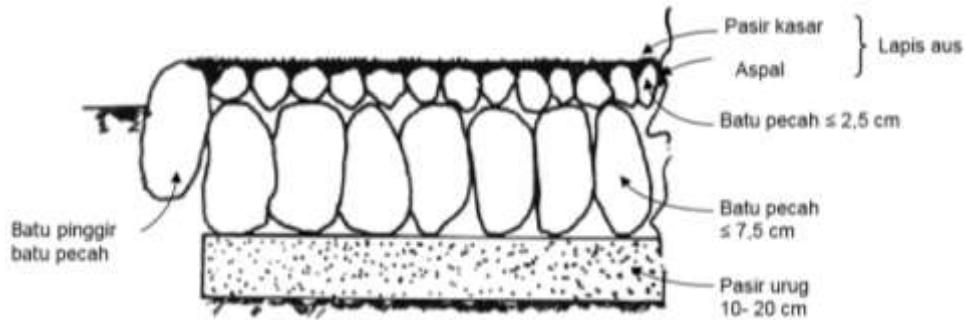
diperlukan perhitungan ketebalan perkerasan yang cermat dan didukung dengan implementasi yang baik.

## 2.4 Sejarah Perkerasan Jalan

Perkerasan dimulai pada saat yang sama dengan sejarah manusia itu sendiri. Pada awalnya jalan tersebut hanyalah jejak manusia mencari kebutuhan hidup atau sumber air. Setelah manusia mulai hidup berkelompok, jejak tersebut berubah menjadi jalan setapak. Dengan pemanfaatan hewan sebagai alat transportasi, jalan mulai diratakan. Diperkerasnya jalan pertama kali ditemukan di Mesopotamia sehubungan dengan penemuan roda sekitar 3500 SM.

Pada zaman Romawi perkembangan konstruksi perkerasan sangat. Pada saat itulah pembangunan jalan yang terdiri dari beberapa jenis lapisan perkerasan jalan telah dimulai. Perkembangan konstruksi perkerasan jalan tampaknya telah terhenti dengan kemunduran pemerintahan Romawi hingga awal abad ke-18. Dan saat itu beberapa ahli dari Perancis dan Skotlandia menemukan sistem konstruksi perkerasan jalan yang masih umum digunakan di Indonesia maupun di negara lain di dunia..

John Louden Macadam (1756-1836), orang Skotlandia yang memperkenalkan konstruksi perkerasan terdiri dari batu pecah atau batu sungai, dengan pori-pori atas ditutup dengan batu yang lebih halus yang disebut perkerasan makadam. Untuk lapisan kedap air, lapisan makadam diberi lapisan keausan menggunakan aspal sebagai pengikat dan ditaburi pasir kasar.



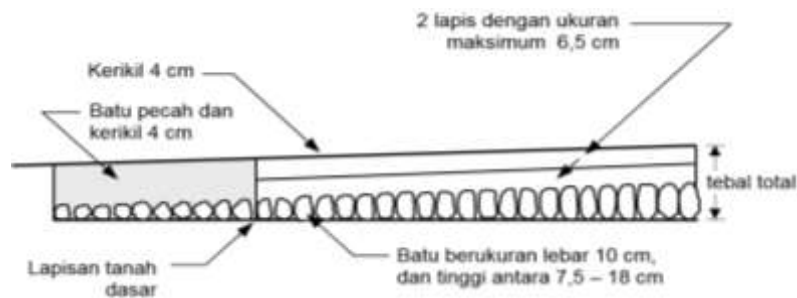
Gambar 2.1 Perkerasan Macadam

Sumber: Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya

Pierre Marie Jerome Tresagurt (1716-1796) dari Prancis mengembangkan sistem lapisan batu yang dihancurkan yang dilengkapi dengan drainase, kemiringan dan mulai menggunakan pondasi batu.

Thomas Telford (1757-1834) dari Skotlandia membangun jalan yang mirip dengan yang diterapkan Tresaguet. Konstruksi perkerasan jalan terdiri dari pecahan batu berukuran 15/20 sampai dengan 25/30 yang disusun tegak lurus. Batu-batu kecil ditempatkan di atasnya untuk menutup pori-pori yang ada dan memberikan permukaan yang rata. Dikenal sebagai sistem Telford.

Secara umum jalan yang ada di Indonesia yang dibuat pada zaman dahulu kebanyakan menggunakan sistem jalan telford, meskipun di atasnya dibuat lapisan aus dengan pengikat aspal (Sukirman Sukirman, 2010).



Gambar 2.2 Struktur Perkerasan Telford

Sumber: Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya

## 2.5 Klasifikasi Jalan

### 2.5.1 Pengelompokan Jalan Menurut Sistem

#### 1. Jaringan Jalan Primer

Secara terus menerus menghubungkan pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan regional, pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan dan menghubungkan antarpusat kegiatan nasional.

#### 2. Jaringan Jalan Sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang kabupaten / kota dan distribusi barang dan jasa bagi masyarakat di perkotaan yang menghubungkan wilayah yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai persil.

### 2.5.2 Pengelompokan Jalan Menurut Fungsi

#### 1. Jalan Arteri

Jalan arteri merupakan jalan yang melayani transportasi utama, dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Perjalanan jarak jauh.
- b. Kecepatan rata-rata tinggi.
- c. Jumlah pintu masuk dibatasi secara efisien dengan mempertimbangkan kapasitas pintu masuk.

#### 2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpulan / distribusi, dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Perjalanan sedang.

- b. Kecepatan rata-rata sedang.
- c. Jumlah jalan masuk dibatasi.

### 3. Jalan Lokal

Jalan lokal merupakan jalan yang melayani angkutan daerah/lokal, dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Perjalanan jarak dekat.
- b. Kecepatan rata-rata rendah.
- c. Tidak dibatasi jumlah yang masuk.

### 4. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan merupakan jalan yang melayani angkutan lingkungan dengan ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Perjalan jarak pendek.
- b. Kecepatan rendah.

### 2.5.3 Menurut Status Jalannya

#### 1. Jalan Nasional

- a. Jalan umum dengan fungsi Arteri Primer.
- b. Menghubungkan antar Provinsi.
- c. Jalan yang bersifat strategi Nasional.

#### 2. Jalan Provinsi

- a. Jalan umum dengan fungsi kolektor primer.
- b. Penghubung ibukota provinsi dan ibukota Kabupaten/Kota.
- c. Jalan yang bersifat strategi Regional.

#### 3. Jalan Kabupaten

- a. Jalan umum dengan fungsi kolektor primer.

- b. Penghubung ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan.
- c. Jalan strategis local di daerah kabupaten.
- d. Jaringan jalan sekunder diluar daerah perkotaan.

4. Jalan Kota

- a. Jalan umum dalam sistem sekunder.
- b. Menghubungkan antar pusat kegiatan lokal dalam kota.
- c. Berada di pusat perkotaan.

5. Jalan Desa

- a. Jalan umum dalam sistem tersier.
- b. Menghubungkan kawasan di dalam desa dan antar pemukiman.

2.5.4 Pengelompokan Jalan Menurut Kelas Jalan

1. Fungsi jalan.

Mampu menerima muatan rencana sumbu terberat, baik dalam konfigurasi rencana sumbu kendaraan atau sesuai dengan persyaratan teknologi peralatan transportasi.

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam beban sumbu terberat (MST). Klasifikasi menurut kelas jalan dan kondisinya serta kaitannya dengan klasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Klasifikasi menurut MST

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat (MST)
Arteri	I	> 10 T
	IIA	10 T
	IIIA	8 T
Kolektor	IIIA	8 T
	IIIB	-

Sumber : Pasal 11, Peraturan Pemerintah No. 43/1993



## 2.6 Konstruksi Perkerasan Jalan

### 2.6.1 Konstruksi jalan perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan jalan menggunakan aspal sebagai pengikat. Lapisan perkerasannya yang memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke setiap lapisan dibawahnya.

### 2.6.2 Konstruksi jalan perkerasan kaku (*rigid pavement*)

Perkerasan jalan menggunakan semen sebagai pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan ditempatkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan dasar.

### 2.6.3 Konstruksi jalan perkerasan komposit (*composite pavement*)

Perkerasan komposit merupakan perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur pada perkerasan kaku, atau sebaliknya.

Perkerasan lentur dan perkerasan kaku memiliki perbedaan pada tabel berikut:

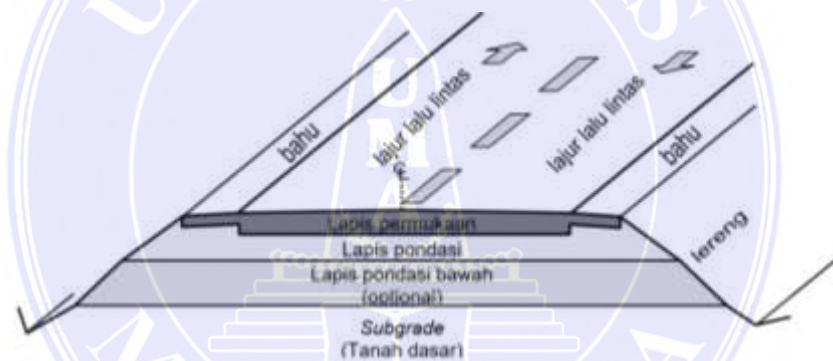
Tabel 2.2 Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

No.	Pembandingan	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi beban	Timbun lendutan pada jalan roda	Timbul retak-retak pada permukaan
3	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok di atas perletakan
4	Perubahan temperatur	Modulus kekakuan berubah. Timbul tegangan dalam yang kecil.	Modulus kekakuan tidak berubah. Timbul tegangan dalam yang besar.

Sumber: Silvia Sukirman, Perkerasan lentur Jalan Raya

## 2.7 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai pengikatnya. Lapisan perkerasannya memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Struktur perkerasan lentur biasanya terdiri dari beberapa lapisan, setiap lapisan tersebut akan menerima beban. Jadi semakin rendah lapisan struktur, semakin sedikit beban yang ditahan. Untuk mendapatkan manfaat yang maksimal dari ciri-ciri di atas, maka lapisan-lapisan biasanya disusun secara berurutan berdasarkan daya dukung beban. Lapisan atas merupakan material dengan daya dukung beban terbesar dan lapisan bawah merupakan lapisan dengan daya dukung beban yang lebih kecil dan harga yang lebih murah.



Gambar 2.3 Susunan Konstruksi Perkerasan Lentur

Sumber: Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya

Menurut Sukirman jalan perkerasan lentur memiliki beberapa lapis lapisan, yaitu lapisan permukaan (*surface*), lapisan pondasi atas (*base*), lapisan pondasi bawah (*subbase*) dan lapisan tanah dasar (*subgrade*).

### 1. Lapis Permukaan (*surface*)

Lapis permukaan merupakan lapisan yang terletak paling atas. Fungsi dari lapisan permukaan adalah sebagai berikut:

- a. Lapisan perkerasan menahan beban roda, lapisan ini memiliki kestabilan yang tinggi untuk menahan beban roda selama umur rencana.

- b. Lapisan tahan air, sehingga air hujan tidak meresap ke lapisan-lapisan di bawahnya.
- c. Lapisan aus adalah lapisan yang mengalami gesekan akibat kendaraan sehingga mudah aus.
- d. Lapisan yang menerima langsung beban dan menyebarkannya ke lapisan bawah.

## 2. Lapisan Pondasi Atas (*base*)

Fungsi dari lapisan ini adalah sebagai berikut:

- a. Merupakan bagian perkerasan yang menahan gaya-gaya tlintang dari beban roda.
- b. Lapisan infiltrasi untuk lapisan bawah dasar
- c. Bantalan yang menempel pada lapisan permukaan

## 3. Lapis Pondasi Bawah (*subbase*)

Merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan pondasi atas dan tanah dasar. Lapisan *sub-base* berfungsi sebagai:

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan jalan untuk menyebarkan beban sampai ke tanah dasar.
- b. Penggunaan material yang efisien, material *sub-base* relatif lebih murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan di atasnya.
- c. Mengurangi ketebalan lapisan diatas yang jauh lebih mahal.
- d. Lapisan resapan, agar air tanah tidak terkumpul di atas pondasi.
- e. Agar pekerjaan lapis pertama dapat berjalan dengan lancar, hal ini dikarenakan kondisi lapangan yang memaksa tanah dasar harus segera

menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar untuk menahan roda alat besar.

f. Lapisan untuk mencegah partikel halus dari tanah dasar naik ke atas.

#### 4. Lapisan Tanah Dasar (*subgrade*)

Ini adalah lapisan tempat *subbase* akan diletakkan. Tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan, tanah yang dibawa dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang telah distabilkan dengan bahan kimia atau bahan lain. Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air yang optimal dan kadar air dijaga konstan selama umur desain. Ini dapat dicapai dengan peralatan drainase yang berkualitas. Dilihat dari permukaan tanah aslinya, tanah dasar dibedakan menjadi:

- a. Lapisan tanah galian.
- b. Lapisan tanah timbunan.
- c. Lapisan tanah asli.

Sebelum meletakkan lapisan lainnya, tanah dasar dipadatkan terlebih dahulu agar tercapai stabilitas yang tinggi terhadap perubahan volume. Hal ini dikarenakan kekuatan konstruksi perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar.

## 2.8 Lapis Tambah (*overlay*)

Menurut Pd.T-05-2005-B *overlay* merupakan lapisan tambah perkerasan yang dibuat di atas konstruksi perkerasan jalan eksisting dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan struktur perkerasan jalan eksisting agar dapat melayani lalu lintas yang direncanakan pada periode yang akan datang. Ketebalan *overlay*

diperlukan jika konstruksi perkerasan jalan eksisting tidak dapat lagi menahan beban lalu lintas yang sedang beroperasi baik karena penurunan kapasitas struktur maupun karena kualitas lapisan perkerasan tersebut sudah buruk. Ketebalan lapis tambah juga diperlukan jika perkerasan harus diperkuat untuk membawa beban yang lebih berat atau pengulangan beban yang melebihi perhitungan pada perencanaan awal.

Salah satu jenis overlay yang sering digunakan di Indonesia adalah laston (lapisan aspal beton). Menurut Bina Marga (2005) laston adalah campuran aspal dengan gradasi agregat padat dengan menggunakan pengikat aspal tanpa modifikasi.

Laston terdiri dari tiga macam campuran yaitu lapis aus AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Coarse*), lapis AC-BC (*Asphalt Concrete Binder Coarse*) dan lapis base AC-Base (*Asphalt Concrete Base*).

1. Laston Lapis Aus AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*)

Lapisan ini merupakan lapisan perkerasan paling atas dan berfungsi sebagai lapisan keausan. Meskipun bersifat non struktural, AC-WC dapat meningkatkan ketahanan perkerasan terhadap penurunan kualitas sehingga secara keseluruhan dapat meningkatkan umur layanan konstruksi perkerasan tersebut.

2. Laston Lapis Pengikat AC-BC (*Asphalt Concrete Binder Coarse*)

Lapisan ini merupakan lapisan perkerasan tepat di bawah lapisan keausan (*Wearing Course*) dan di atas lapisan pondasi (*Base Course*). Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi harus memiliki ketebalan dan kekuatan yang cukup untuk mengurangi tegangan/regangan akibat



beban lalu lintas yang akan disalurkan ke lapisan di bawahnya yaitu base dan sub grade.

### 3. Laston Lapis Pondasi AC-Base (*Asphalt Concrete Base*)

Lapisan ini merupakan perkerasan yang berada di bawah lapis pengikat (AC-BC), perkerasan tersebut tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk menahan beban lalu lintas yang tersebar melalui roda kendaraan. Perbedaannya terletak pada jenis gradasi agregat dan kandungan aspal yang digunakan.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1983) *AC-Base* merupakan pondasi perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu, bercampur dan dipadatkan dalam kondisi panas. *AC-Base* berfungsi sebagai penopang lapisan permukaan berupa pengurangan regangan dan tegangan, penyebaran dan meneruskan beban konstruksi jalan dibawahnya (*Sub Grade*).

## 2.9 *Benkelman Beam*

*Benkelman Beam* merupakan suatu alat yang mengukur lendutan balik, lendutan langsung dan titik lendutan perkerasan jalan raya yang menggambarkan kekuatan struktur perkerasan jalan raya tersebut (Bina Marga, 2005). Alat ini sangat efektif digunakan untuk menentukan kekuatan struktur tanpa mengakibatkan kerusakan pada permukaan jalan raya. Nilai lendutan maksimum, lendutan balik dan lengkung lendutan merupakan hasil pengujian menggunakan alat benkelman beam (SNI 2416: 2011).

## 2.9.1 Peralatan dan Personil

### a. Peralatan

Metode pengujian ini menggunakan peralatan sebagai berikut:

#### 1. Truk

Spesifikasi standar truk yang digunakan:

- a) Berat kosong truk  $5 \pm 0,1$  ton.
- b) As 2 buah dan roda belakang ganda.
- c) Masing-masing beban untuk roda belakang ganda  $4,08 \pm 0,045$  ton atau beban gandar  $8,16$  ton.
- d) Kondisi ban harus baik. Ukuran ban sebagai berikut:  $25,4$  cm x  $50,8$  cm atau 10 inci x 20 inci, 12 ply.
- e) Tekanan angin ban  $5,5 \pm 0,07$  kg/cm<sup>2</sup> atau  $80 \pm 1$  psi.
- f) Kedua bidang kontak ban pada permukaan jalan raya harus memiliki jarak sisi antara 10 cm sampai dengan 15 cm.

2. Timbang muatan dengan kapasitas 10 ton dengan ketelitian 0,001 ton.

3. Dua batang alat *Benkelman Beam* dengan panjang total  $366 \pm 0,16$  cm, dibagi menjadi dua bagian dengan perbandingan 1:2, perlengkapan alatnya adalah sebagai berikut:

- a) Arloji skala mm ketelitian 0,025 mm.
- b) Alat penggetar.
- c) Alat pendatar.

4. Peralatan yang diperlukan untuk menyetel *Benkelman Beam* yang terdiri dari:

- a) Plat untuk landasan plat penyetel dan tiang arloji.
  - b) Plat penyetel yang salah satu sisi dapat naik turun.
  - c) Engsel penghubung plat landasan dan plat penyetel.
  - d) Sekrup pengatur plat landasan supaya kedudukan plat landasan stabil.
  - e) Sekrup pengatur penggerak plat penyetel naik turun pada bagian sisi yang dihubungkan engsel.
  - f) Tiang arloji pengukur alat penyetel.
  - g) Arloji pengukur alat penyetel.
5. Alat pengukur tekanan angin yang dapat mengukur tekanan 5,5 kg/cm<sup>2</sup> dengan keakurasian sebesar 0,01 kg/cm<sup>2</sup> atau 80 psi dengan keakurasian 1 psi.
  6. Perlatan untuk mengukur temperature terdiri dari:
    - a) Thermometer udara dan tempetaratur dengan kapasitas 80<sup>0</sup>C dan keakuratan 1<sup>0</sup>C.
    - b) Pahat dan palu sebagai alat penggali.
    - c) Payung atau sejenis untuk melindungi alat dari sinar matahari.
  7. Rolmeter 3 m dan 30 m.
  8. Formulir-formulir lapangan dan handboard.
  9. Minyak untuk arloji pengukur dan alkohol murni untuk batang arloji pengukurun.
  10. Perlengkapan untuk keamanan/kenyamanan petugas dan tempat pengujian adalah sebagai berikut:

- a) Rambu batas kecepatan lalu lintas saat melewati lokasi uji coba dipasang sekitar 50 m di depan dan belakang truk.
- b) Lampu peringatan.
- c) Bendera pada truk selalu dipasangkan selama pengujian.
- d) Kain tanda pengenal pada truk dipasang di bagian depan dan belakang.
- e) Tanda pengaman lalu lintas stop/jalan dipegang petugas.
- f) Pakaian petugas dengan warna yang dapat dilihat oleh pengandara lalu lintas dengan mudah.

#### 11. Kamera.

#### b. Personil

Personil untuk proses pengujian yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. 1 orang untuk pengaman lalu lintas.
2. 1 orang pengemudi truk.
3. 2 orang operator alat *Benkelman Beam*.
4. 1 orang yang bertugas mencatat temperatur dan tebal lapis aspal.

#### 2.9.2 Cara Pelaksanaan

##### a. Penyiapan truk

Truk dipersiapkan dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Beban masing-masing roda belakang ban ganda truk dimuat hingga  $4,08 \pm 0,045$  ton, masing-masing roda belakang ban ganda dan beban gandar dilakukan penimbangan yang merupakan hasil penjumlahan dari beban roda belakang.

2. Tekanan angin ban belakang harus sebesar  $5,5 \pm 0,07 \text{ kg/cm}^2$  atau  $80 \pm 1$  psi yang diukur sekali dalam kurun waktu 4 jam.
3. Apabila pengetesan belum dilakukan dan truk sudah berhenti lebih dari 40 (empat puluh) jam, selama beban masih dimuat, sebaiknya truk ditahan dengan balok kayu untuk menghindari kerusakan per truk karena bebannya.

b. Penyiapan Alat *Benkelman Beam*

Alat *benkelman beam* yang digunakan untuk mengukur lendutan perkerasan jalan perlu memiliki ketelitian yang cukup tinggi, oleh karena itu perlu dilakukan penyesuaian alat tersebut sebelum digunakan. Akurasi *benkelman beam* yang masih dalam batas toleransi yang ada dapat langsung digunakan, sedangkan akurasi *benkelman beam* yang menunjukkan kelainan di luar batas toleransi perlu diperbaiki hingga batas toleransi terpenuhi. Penyetelan alat *benkelman beam* dengan alat penyetel dimaksudkan untuk menentukan batas toleransi akurasi alat.

Tahapa penyiapan *benkelman beam* sebelum penyetelan alat adalah sebagai berikut:

1. Batang benkelman beam dipasangkan supaya sambunga kaku.
2. Arloji pengukur diperiksa.
3. Arloji pengukur dipasang pada tangkai sehingga batang arloji pengukur vertical pada tangkai *benkelman beam*.

a) Cara mengukur ketelitian

Cara mengukur ketelitian adalah sebagai berikut:



- Kunci batang pengukur, *benkelman beam* ditempatkan pada bidang yang datar, kokoh dan rata.
- Kaki-kaki *benkelman beam* diatur supaya alat *benkelman beam* datar.
- Alat penyetel ditempatkan pada bidang yang sama kemudian alat penyetel diatur sehingga berada dibawah tumit batang dari batang pengukur, kemudian landasan diatur samapi datar.
- Batang pengukur atau pengunci dilepaskan dan ujung batang perlahan diturunkan hingga tumit batang terletak pada plat penyetel.
- Arloji pengukur *benkelman beam* diatur padaudukannya hingga batang ujung arloji bersinggungan dengan bagian belakang batang pengukur kemudian dikunci dengan erat.
- Batang arloji pengukur batang arloji alat penyetel *benkelman beam* diatur kedudukannya sehingga batang arloji dapat bergerak  $\pm 5$  mm.
- Dengan kedudukan seperti point diatas, kedua jarum arloji pengukur diatur pada angka nol.
- Alat penggetar dihidupkan, selanjutnya plat penyetel diturunkan dengan memuter sekrup pengatur sehingga jarum arloji alat penyetel menunjukkan penurunan batang arloji 0,25 mm, hasil pembacaan kedua arloji pengukur kemudian dicatat.
- Point diatas dilakukan berturut-turut pada setiap penurunan batang arloji pengukur 0,25 mm sampai mencapai penurunan 2,10 mm, hasil pembacaan kedua arloji pengukur kemudian dicatat.

- Seperti keadaan kedudukan terakhir point diatas, plat penyatel dinaikkan berturut-turut pada setiap kenaikan batang arloji pengukur sebesar 0,25 mm sampai mencapai kenakan 2,50 mm (tumit batang kembali pada kedudukan semula).
- Jika hasil dari pada pembacaan arloji pengukur *benkelman beam* berbeda dengan hasil pembacaan pada arloji pengukur alat penyatel kemungkinan ada kesalahan pada alat, seperti gesekan pada sumbu yang terlalu besar atau peluru-peluru sumbu yang terlalu longgar.
- Jika selisih pada point diatas  $\leq 0,05$  mm maka alat masih dianggap baik, tetapi jika  $> 0,05$  mm maka alat tersebut perlu diperiksa dan diperbaiki.

b) Pengukuran dimensi alat

Hasil perhitungan sangat dipengaruhi oleh perbandingan panjang batang alat *benkelman beam*, sebab itu pengukuran dimensi alat perlu dilakukan sebagai berikut:

- Panjang batang dari tumit batang ke sumbu O ( = A )
- Panjang batang dari sumbu O ke arloji pengukur ( = B )
- Panjang batang dari tumit batang ke kaki depan ( = C )
- Panjang batang dari kaki depan ke kaki belakang ( = D )

Jika A : B tidak sama dengan 2 : 1 maka alat tersebut perlu diperiksa dan diperbaiki.

### 2.9.3 Penentuan Titik-Titik Pengujian

Titik pengujian lendutan *benkelman beam* ditentukan sebagai berikut:

- a. Jalan tanpa median dengan tipe jalan 1 lajur, 2 lajur, 3 lajur, 4 lajur dan 6 lajur.
- b. Jalan dengan median tipe jalan 2 x 1 lajur, 2 x 2 lajur dan 2 x 3 lajur, maka jalan tersebut masing-masing dianggap sebagai jalan 1 arah dan letak titik pengujian seperti tipe jalan 1 lajur, 2 lajur, dan 3 lajur untuk masing-masing arah.

#### 2.9.4 Pengukuran Lendutan

Pengukuran lendutan yang dilakukan terdapat 3 jenis pengukuran yaitu pengukuran lendutan balik maksimum, lendutan balik atau titik belok dan cekung lendutan.

Dalam penempatan tumit batang dan kaki-kaki alat *benkelman beam*, titik yang mengalami kerusakan permukaan jalan seperti pelelehan aspal atau retak harus dihindari dalam melaksanakan proses pengukuran lendutan, temperatur permukaan juga harus  $\leq 40^{\circ}\text{C}$ .

- a. Pengukuran lendutan balik maksimum
  1. Jalan tanpa median/dengan median ditentukan titik pengujiannya.
  2. Permukaan jalan diberi tanda + dengan kapur tulis sebagai tanda titik pengujian.
  3. Pusatkan salah satu ban ganda pada titik yang ditentukan; jika yang diujikan adalah disebelah kiri sebuah lajur maka yang di tengah adalah ban ganda kiri, jika yang akan diuji adalah kiri dan kanan pada sebuah lajur maka yang difokuskan pada titik-titik yang telah ditentukan adalah ban ganda kiri dan ban ganda kanan.

4. Ditengah-tengah ban ganda tersebut diselipkan tumit batang Benkelman beam, sehingga tepat di bawah pusat muatan sumbu gandar dan pada batang *Benkelman beam* dalam keadaan terkunci.
5. Ketiga kaki diatur sehingga *Benkelman beam* dalam keadaan datar.
6. Kunci Benkelman beam dilepaskan sehingga batang *Benkelman beam* dapat digerakkan naik turun.
7. Batang arloji pengukur diatur sehingga menyinggung dengan bagian atas dari betanag belakang.
8. Periksa kestabilan jarum arloji pengukur dengan menghidupkan penggetar.
9. Setelah jarum arloji pengukur stabil, setel jarum ke nol, sehingga kecepatan pergantian jarum  $\leq 0,025$  mm / menit atau setelah 3 menit catat pembacaan ini sebagai pembacaan awal.
10. Truk dijalankan perlahan ke depan dengan kecepatan maksimum 5 km / jam sejauh 6 m, setelah truk berhenti arloji pengukur dibaca setiap menit sampai kecepatan perubahan jarum  $\leq 0,025$  mm / menit atau setelah 3 menit catat pembacaan ini sebagai pembacaan akhir.
11. Tempertur permukaan jalan (tp) dan temperatur udara(tu) dicatat setiap titik pengujian, tempertur tengah (tt) dan tempratur bawah (tb) bila perlu setiap 2 jam dicatat .
12. Periksa tekanan angin ban bila dianggap perlu setiap 4 jam dan dibuat selalu  $5,5 \pm 0,07$  kg/cm<sup>2</sup> atau  $80 \pm 1$  psi.
13. Bila diragukan adanya perubahan letak muatan, maka selalu periksa beban gandar belakang truk dengan timbangan muatan.

14. Tebal lapis permukaan diperiksa dan dicatat serta data lainnya yang diperlukan.
- b. Pengukuran lendutan balik titik belok
  1. Jalan tanpa median/dengan median ditentukan titik pengujiannya.
  2. Permukaan jalan diberi tanda + dengan kapur tulis sebagai tanda titik pengujian.
  3. Pusatkan salah satu ban ganda pada titik yang ditentukan; jika yang diujikan adalah disebelah kiri sebuah lajur maka yang di tengah adalah ban ganda kiri, jika yang akan diuji adalah kiri dan kanan pada sebuah lajur maka yang difokuskan pada titik-titik yang telah ditentukan adalah ban ganda kiri dan ban ganda kanan.
  4. Ditengah-tengah ban ganda tersebut diselipkan tumit batang *Benkelman beam*, sehingga tepat di bawah pusat muatan sumbu gandar dan pada batang *Benkelman beam* dalam keadaan terkunci.
  5. Ketiga kaki diatur sehingga *Benkelman beam* dalam keadaan datar.
  6. Kunci *Benkelman beam* dilepaskan sehingga batang *Benkelman beam* dapat digerakkan naik turun.
  7. Batang arloji pengukur diatur sehingga menyinggung dengan bagian atas dari betanag belakang .
  8. Periksa kestabilan jarum arloji pengukur dengan menghidupkan penggetar.
  9. Setelah jarum arloji pengukur stabil, setel jarum ke nol, sehingga kecepatan pergantian jarum  $\leq 0,025$  mm / menit atau setelah 3 menit catat pembacaan ini sebagai pembacaan awal.



10. truk dialankan perlahan-lahan maju ke depan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 0,30 m untuk penetrasi, asbuton dan laburan atau sejauh 0,40 m untuk beton aspal, setelah truk berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum  $\leq 0,025$  mm/menit atau setelah 3 menit, catat pembacaan ini sebagai pembacaan antara.
  11. Jalankan truk perlahan-lahan maju ke depan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 6 m dari titik awal pengujian; setelah truk berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 (tiga) menit; catat pembacaan ini sebagai pembacaan akhir.
  12. Tempertur permukaan jalan (tp) dan temperatur udara(tu) dicatat setiap titik pengujian, tempertur tengah (tt) dan tempratur bawah (tb) bila perlu setiap 2 jam dicatat.
  13. Periksa tekanan angin ban bila dianggap perlu setiap 4 jam dan dibuat selalu  $5,5 \pm 0,07$  kg/cm<sup>2</sup> atau  $80 \pm 1$  psi.
  14. Bila diragukan adanya perubahan letak muatan, maka selalu periksa beban gandar belakang truk dengan timbangan muatan.
  15. Tebal lapis permukaan diperiksa dan dicatat serta data lainnya yang diperlukan.
- c. Pengukuran cekung lendutan
1. Jalan tanpa median/dengan median ditentukan titik pengujiannya.

2. Permukaan jalan diberi tanda + dengan kapur tulis sebagai tanda titik pengujian.
3. Truk ditempatkan arah kemuka sejauh 6 m dari titik yang akan diuji.
4. Tumit batang benkelman beam diletakkan pada titik yang akan diuji kemudian kedudukan batang diperiksa sehingga as jalan dan kaki batang terletak pada landasan yang stabil/mantap, atur jarum arloji pengukur pada angka nol.
5. Beri tanda pada permukaan jalan mulai dari titik kontak batang, dengan jarak 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 70 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm, dan 600 cm arah ke muka.
6. Dijalankan truck mundur secara perlahan-lahan sehingga tumit batang terselip di antara salah satu ban ganda belakang dan truck berhenti ketika bagian tengah beban ban ganda belakang berada di atas titik kontak belakang.
7. Ketika truck berjalan mundur dan ban ganda belakang berada 2 m di depan titik kontak batang, dan diperkirakan batang tidak akan pas di antara ban ganda yang bersangkutan, truck harus bergerak maju lagi untuk memperbaiki arah.
8. Pada posisi ban ganda belakang dilakukan pembacaan. Pembacaan arloji pengukur dilakukan setiap menit, sampai kecepatan penggantian jarum  $\leq 0,025$  mm / menit atau setelah 3 menit. Catat pembacaan ini sebagai pembacaan lednutan maksimum.
9. Kemudian truck dijalankan ke depan secara perlahan sejauh 10 cm dari titik kontak batang, pembacaan dilakukan kembali setiap menit

hingga kecepatan perubahan jarum  $\leq 0,025$  mm / menit atau setelah 3 menit.

10. Jalankan lagi truk perlahan ke depan dengan jarak 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 70 cm, 100 cm, 150 cm, 200 cm dan 600 cm, dari titik kontak batang dan dilakukan pembacaan. pada masing-masing jarak, catat hasil pembacaan sebagai pembacaan defleksi cekung.

11. Tebal lapis permukaan diperiksa dan dicatat serta data lainnya yang diperlukan.

#### 2.9.5 Pengukuran Temperatur

Nilai temperatur lapis permukaan ( $T_L$ ) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$T_L = 1/3(t_p + t_t + t_b)$$

Keterangan:

$T_L$  = temperatur lapis permukaan ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_p$  = temperatur permukaan ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_t$  = temperatur tengah ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_b$  = temperatur bawah ( $^{\circ}\text{C}$ )

a. Cara mengukur temperatur udara ( $t_u$ )

Pengukuran ini dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan termometer udara.
2. Pada siang hari pengukuran dilakukan di tempat teduh dan terbuka, sedangkan pada malam hari pengukuran bisa dilakukan langsung di tempat pekerjaan dan terbuka, pengukuran tidak boleh terpengaruh sumber panas lainnya, seperti mobil/truk, mesin, dan api.

3. Pembacaan dilakukan setelah pengukuran berjalan sekitar 5 menit. Sebagai pembanding, informasi mengenai temperatur udara dapat diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika.

b. Cara mengukur temperatur permukaan ( $t_p$ )

Pengukuran ini dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan termometer permukaan.
2. Kotoran atau debu dibersihkan dari permukaan yang akan diukur.
3. Thermometer dilindungi dari sinar matahari langsung dengan payung atau alat pelindung lainnya.
4. Dilakukan pembacaan setelah pengukuran berlangsung selama 5 menit.
5. Jika thermometer yang digunakan adalah digital maka dibuat lobang yang tidak terlalu dalam  $\pm 0,3$  cm agar batang / kabel sensor dapat masuk dan pada lubang tersebut diberi oli secukupnya.

c. Cara mengukur temperatur tengah ( $t_i$ )

Pengukuran temperatur tengah dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Pengukuran temperature langsung dilakukan pada kedalaman  $1/2$  dari ketebalan lapisan permukaan. Pengukuran yang biasa digunakan secara tidak langsung dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Jumlahkan hasil pembacaan temperatur udara dan hasil pembacaan temperatur permukaan.
2. Catat tebal lapis permukaan.
3. Hitung  $1/2$  tebal lapis permukaan.

4. Dari point 1 dan dua diatas diperoleh  $t_r$ .

d. Cara mengukur temperatur bawah ( $t_b$ )

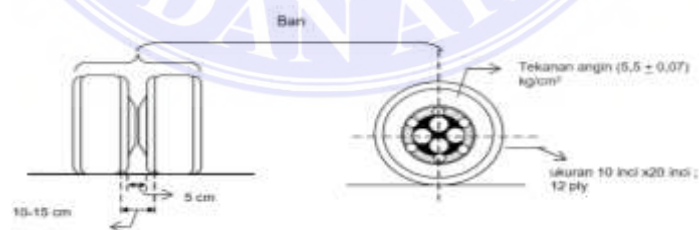
Pengukuran temperatur yang lebih rendah dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Pengukuran temperature langsung dilakukan pada kedalaman dasar ketebalan lapisan permukaan. Pengukuran yang biasa digunakan secara tidak langsung dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Jumlahkan hasil pembacaan temperatur udara dan hasil pembacaan temperatur permukaan.
2. Catat tebal lapis permukaan.
3. Dari point 1 dan 2 diatas diperoleh  $t_b$ .



Gambar 2.4 Spesifikasi Truk Standar

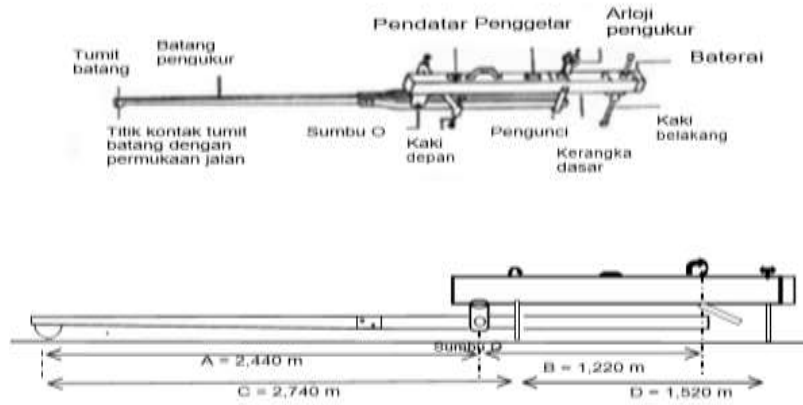
Sumber: SNI 2416:2011



Gambar 2.5 Ban Roda Belakang Truk Standar

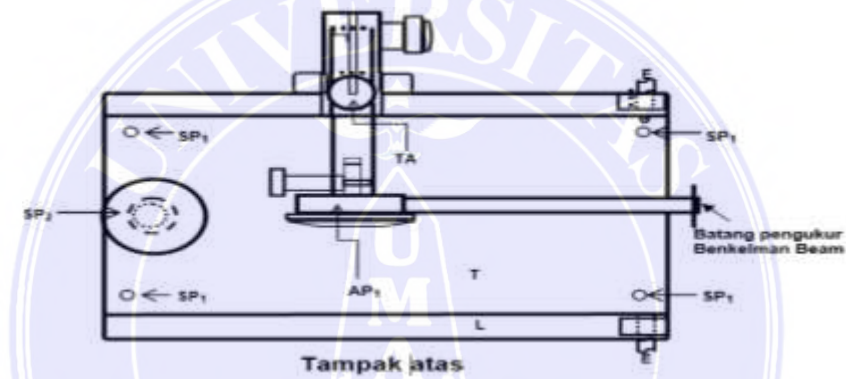
Sumber: SNI 2416:2011





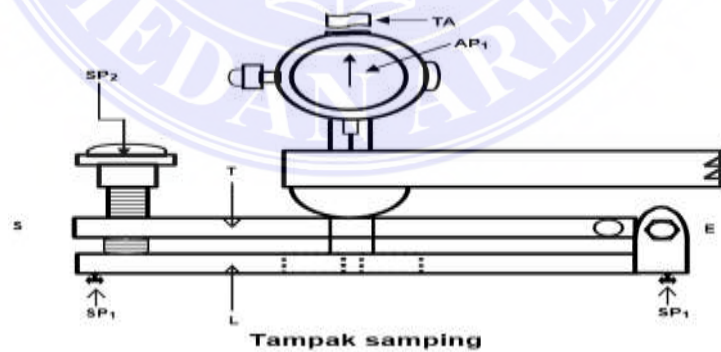
Gambar 2.6 Skema Benkelman Beam

Sumber: SNI 2416:2011



Gambar 2.7 Tampak Atas Benkelman Beam

Sumber: SNI 2416:2011



Gambar 2.8 Tampang Samping Benkelman Beam

Sumber: SNI 2416:2011

## 2.10 Beban Lalulintas

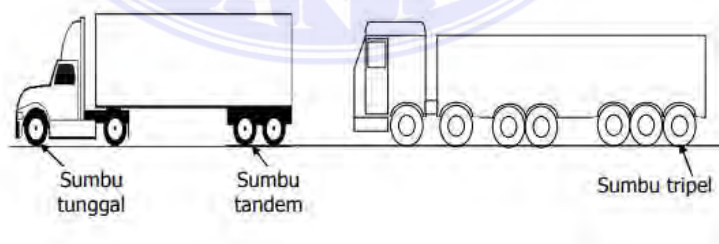
Beban lalulintas adalah beban kendaraan yang dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui kontak antara ban dan muka jalan. Beban lalulintas merupakan beban dinamis yang terjadi secara berulang selama masa pelayanan jalan.

### 2.10.1 Konfigurasi Sumbu Dan Roda Kendaraan

Setiap kendaraan minimal memiliki dua sumbu, yaitu sumbu depan (sumbu kendali) dan sumbu belakang (sumbu penahan beban). Setiap ujung sumbu dilengkapi dengan satu atau dua roda.



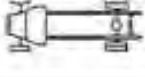

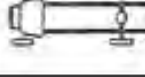

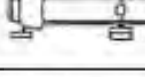
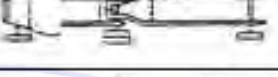





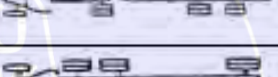
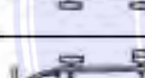
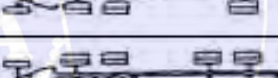




Beberapa jenis kendaraan berat memiliki jumlah sumbu lebih dari dua. Pembagian sumbu dan jumlah roda yang dimiliki di ujung-ujung sumbu dibedakan atas:

1. Sumbu tunggal roda tunggal.
2. Sumbu tunggal roda ganda.
3. Sumbu ganda atau sumbu tandem roda tunggal.
4. Sumbu ganda atau sumbu tandem roda ganda.
5. Sumbu tripel roda ganda.



Gambar 2.9 Berbagai konfigurasi sumbu kendaraan

Sumber: Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya





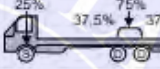

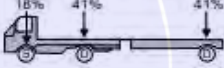

Kendaraan komersial bersumbu kaku	Kendaraan komersial gandengan/trailer
 1.1	 1.1-1
 1.2	 1.1-11
 1.11	 1.1-22
 1.22	 1.2-1
 11.11	 1.2-11
 11.2	 1.2-2
 11.22	 1.2-22
 +1.1	 1.22-2
 +1.2	 1.22-22
 +2.2	 1.22-111

Gambar 2.10 Berbagai konfigurasi sumbu dan kodenya  
 Sumber: Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya

Kode angka dengan pengertian sebagai berikut:

- 1 : menunjukkan sumbu tunggal dengan roda tunggal
- 2 : menunjukkan sumbu tunggal dengan roda ganda
- 11 : menunjukkan sumbu ganda atau tandem dengan roda tunggal
- 111 : menunjukkan sumbu tripel dengan roda tunggal
- 22 : menunjukkan sumbu ganda atau tandem dengan roda ganda
- 222 : menunjukkan sumbu tripel dengan roda ganda

Tabel 2.3 Distribusi Beban Sumbu Untuk Berbagai Jenis Kendaraan

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan Maksimum (ton)	Berat Total Maksimum (ton)	
1.1 Mobil Penumpang	1,5	0,5	2,0	
1.2 Bus	3	6	9	 <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 2px; margin-left: 10px;">                 (S) Roda Tunggal Pada Ujung Sumbu                  (D) Roda Ganda Pada Ujung Sumbu             </div>
1.2L Truk	2,3	6	8,3	 <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 2px; margin-left: 10px;">                 L = truk ringan                  H = truk berat             </div>
1.2H Truk	4,2	14	18,2	
1.22 Truk	5	20	25	
1.2 + 2.2 Trailer	6,4	25	31,4	
1.2+ 2 Trailer	6,2	20	26,2	
1.2+ 22 Trailer	10	32	42	

Sumber: Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya

## 2.11 Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

### 2.11.1 Pendahuluan

Penanganan *overlay* seringkali ditujukan untuk meningkatkan fungsi jalan, misalnya menangani bentuk permukaan, kenyamanan dan perbaikan lain pada permukaan jalan non-struktural.

Ada 3 (tiga) pedoman yang dapat digunakan untuk desain *overlay*, yaitu:

- a. Pendekatan berdasarkan lendutan terdapat pada pedoman perencanaan lapisan untuk penambahan perkerasan lentur dengan metode lendutan (Pd. T-05-2005).



- b. Pendekatan berdasarkan AASHTO 1993 yang dijelaskan dalam pedoman perencanaan perkerasan lentur (Pt T-01-2002-B).
- c. Pendekatan berdasarkan lendutan (dimodifikasi dari Pd. T-05-2005) dalam pedoman desain perkerasan lentur (Interim) No. 002 / P / BM / 2011.

Panduan ini menyempurnakan pendekatan dalam pedoman Interim NO.002/P/BM/2011 dan software-nya karena selain lendutan maksimum, pedoman ini juga menggunakan analisis kurva atau kurva lendutan. Input data lendutan FWD atau *Benkelman Beam* yang dimodifikasi diperlukan untuk analisis kurva.

Pendekatan dalam penentuan overlay secara umum mencakup dua kriteria yaitu:

- a. Deformasi permanen menggunakan lendutan maksimum.
- b. Retak leleh menggunakan lengkungan lendutan.

Jika diperlukan pelapisan, untuk perkerasan dengan beban lalu lintas yang direncanakan  $\geq 100.000$  ESA4, perlu dilakukan pemeriksaan kinerja kelelahan lapisan pelapis tersebut. Pada jalan dengan lalu lintas rendah ( $<100.00$  ESA4) dan perkerasan HRS, retak fatigue pada lapisan aspal bukanlah model kerusakan yang umum. Oleh karena itu, untuk perkerasan dengan lalu lintas rendah dan pengerasan jalan HRS, tidak ada pemeriksaan kinerja fatigue.

Pendekatan berdasarkan lendutan maksimum ( $D_0$ ) untuk menentukan ketebalan lapisan penutup digunakan dalam Pedoman Interim No. 002/P/BM/2011 dan metode desain lapisan luar. Lendutan maksimum ( $D_0$ ) digunakan untuk menentukan ketebalan *overlay* untuk mencegah alur dan lendutan permanen pada



*subbase* dan *subgrade*. Grafik desain berdasarkan lendutan maksimum ditunjukkan pada gambar 2.11.

Desain yang didasarkan pada lendutan maksimum ( $D_0$ ) tidak dapat digunakan untuk menilai apakah lapisan atas memiliki potensi retak leleh. Untuk mengakomodasi retak leleh, ketentuan tambahan berupa mangkuk lednutan atau lengkungan lendutan ( $D_0 - D_{200}$ ) harus diperiksa untuk memastikan bahwa lapisan atas dapat menahan retakan akibat kelelahan.

Perkiraan kinerja berdasarkan retak leleh dihitung dengan menggunakan Lengkung Lendutan Karakteristik ( $D_0 - D_{200}$ ). Bagian desain untuk menghitung ketebalan overlay berdasarkan nilai lengkung lendutan dan kisaran beban lalu lintas untuk kondisi iklim tropis ditunjukkan pada Gambar 2.13.

#### 2.11.2 Prosedur Desain *Overlay*

Ada tiga prosedur tebal overlay berdasarkan beban lalu lintas.

a. Lalu Lintas  $\leq 100.000$  ESA4

Retak leleh bukanlah kerusakan umum pada jalan dengan lalu lintas ringan dan perkerasan dengan HRS. Berdasarkan pertimbangan ini, desain jalan dengan beban lalu lintas yang direncanakan  $\leq 100.000$  ESA4 dan perkerasan dengan overlay kelelahan kinerja HRS tidak diperlukan. Desain ketebalan overlay sudah cukup dengan pendekatan lendutan maksimum ( $D_0$ ) sesuai solusi berdasarkan Gambar 2.11.

a. Lalu Lintas  $> 100.000$  ESA4

Pada jalan raya dengan lalu lintas  $> 100.000$  ESA4 terdapat potensi retak leleh pada lapisan aspal. Dengan demikian, kriteria deformasi

permanen (pendekatan lendutan maksimum  $D_0$ ) dan kriteria retak lelah (pendekatan lengkung lendutan,  $D_0 - D_{200}$ ) harus diperhitungkan. Gunakan gambar grafik desain gambar 2.13 a dan gambar 2.13 b.

b. Lalu Lintas  $> 10 \times 10^6$  ESA4 atau  $20 \times 10^6$  ESA5

Untuk pekerjaan rehabilitasi dengan beban lalu lintas lebih besar dari  $10 \times 10^6$  ESA4 atau lebih besar dari  $20 \times 10^6$  ESA5, prosedur mekanistik empiris atau metode Pt T-01-2002-B atau metode AASHTO 1993 harus digunakan..

Dalam prosedur mekanistik empiris, data lendutan permukaan dan tebal perkerasan eksisting digunakan untuk perhitungan kembali nilai modulus lapisan perkerasan. Selanjutnya nilai modulus ini digunakan untuk menentukan solusi rekonstruksi atau desain overlay dengan program analisis perkerasan berlapis banyak.

Pada prosedur pelapisan tambahan perkerasan fleksibel berdasarkan lendutan permukaan AASHTO 1993 atau Pt T-01-2002-B suhu standar untuk lendutan maksimum ( $D_0$ ) yang digunakan adalah  $68^{\circ}\text{F}$  atau  $20^{\circ}\text{C}$ .

### 2.11.3 Analisis Volume Lalu Lintas

Parameter penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas yang direncanakan yang ditanggung oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei yang kemudian diproyeksikan ke depan selama

umur rencana. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas selama tahun pertama setelah perkerasan diharapkan selesai atau direhabilitasi.

Elemen yang utama beban lalu lintas dalam desain adalah:

- Beban poros kendaraan komersial
- Volume lalu lintas dinyatakan dalam beban poros standar

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) adalah acuan untuk penentuan volume lalu lintas pada jam sibuk dan lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT). Nilai LHRT harus berdasarkan survey langsung volume lalu lintas.

Perkiraan volume lalu lintas harus dilakukan secara realistis. Rekayasa lalu lintas data untuk meningkatkan justifikasi ekonomi tidak boleh dilakukan untuk tujuan apa pun. Jika ada keraguan tentang data lalu lintas maka perencana harus melakukan survei cepat secara independen untuk memverifikasi data.

a. Data Lalu Lintas

Keakuratan data lalu lintas penting untuk menghasilkan desain perkerasan yang efektif. Data harus mencakup semua jenis kendaraan komersial. Jika kesalahan data diketahui atau dicurigai, penghitungan lalu lintas khusus harus dilakukan sebelum perencanaan akhir dilakukan.

b. Jenis Kendaraan

Sistem klasifikasi kendaraan tertuang dalam Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B). Beban poros kendaraan penumpang dan kendaraan ringan hingga sedang cukup kecil sehingga tidak berpotensi menimbulkan kerusakan struktural pada

perkerasan jalan. Hanya kendaraan komersial dengan enam roda atau lebih yang perlu diperhitungkan dalam analisis.

c. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data pertumbuhan rangkaian atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak ada data yang tersedia maka tabel 2.4 dapat digunakan.

Tabel 2.4 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (%)

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

Sumber: Manual Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

Rumus perhitungan pertumbuhan lalu lintas adalah sebagai berikut:

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

Dimana : R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

I = Pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = Umur rencana (tahun)

Jika diperkirakan akan ada perbedaan laju pertumbuhan tahunan selama total umur desain (UR), dengan  $i_1\%$  selama periode awal (UR1 tahun) dan  $i_2\%$  selama sisa periode berikutnya (UR - UR1), penganda pertumbuhan lalu lintas kumulatif dapat dihitung dari rumus berikut:

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

Dimana: R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

$i_1$  = Pertumbuhan tahunan lalu lintas periode 1(%)

$i_2$  =Pertumbuhan tahunan lalu lintas periode 2(%)

UR = Total umur rencana (tahun)

UR1= Umur rencana periode 1 (tahun)

Rumus di atas digunakan untuk periode rasio volume terhadap kapasitas (RVK) yang belum mencapai tingkat kejenuhan ( $RVK \leq 0.85$ ).

Jika kapasitas lalu lintas diperkirakan dapat dicapai dalam tahun (Q) dari umur rencana (UR), pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dihitung sebagai berikut:

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

Analisis lalu lintas harus memperhatikan faktor pengalihan lalu lintas berdasarkan jaringan jalan dan harus memperhitungkan proyeksi peningkatan kapasitas jalan eksisting dan pembangunan jalan baru.

d. Lalu lintas pada umur rencana

Laju rencana adalah salah satu jalur lalu lintas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan komersial terbesar (truk dan bus). Beban lalu lintas pada jalur yang direncanakan dinyatakan dalam beban gandar standar kumulatif (ESA) dengan memperhatikan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi jalur untuk kendaraan niaga (DL).



Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali di lokasi di mana jumlah kendaraan niaga cenderung lebih banyak pada arah tertentu..

Faktor distribusi lajur digunakan untuk mengatur beban kumulatif (ESA) jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Di jalan seperti itu, meskipun sebagian besar kendaraan komersial akan menggunakan jalur luar, beberapa akan menggunakan jalur dalam.

Faktor distribusi jalan ditunjukkan pada tabel 2.5.

Beban rancangan pada setiap lajur tidak boleh melebihi kapasitas lajur selama umur rancangan. Kapasitas lajur mengacu pada Permen PU No. 19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan mengenai rasio antara volume dan kapasitas jalan yang harus dipenuhi..

Faktor disitribusi jalan yang ditunjukkan pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Faktor Distribusi Lajur (DL)

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

Sumber: Manual Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

e. Faktor ekivalen beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam desain perkerasan jalan, beban lalu lintas diubah menjadi beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Kerusakan Kendaraan. Analisis struktur perkerasan jalan dilakukan

berdasarkan jumlah kumulatif ESA di jalur desain selama umur rencana.

Desain yang akurat membutuhkan perhitungan beban lalu lintas yang akurat. Studi atau survei beban gandar yang dirancang dan dilaksanakan dengan baik membentuk dasar penghitungan ESA yang andal. Oleh karena itu, survei beban poros harus dilakukan jika memungkinkan.

Kondisi pengumpulan data beban poros ditunjukkan pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Pengumpulan Data Beban Gandar

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

*Sumber: Manual Pekerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017*

Timbangan survei beban gandar menggunakan sistem statis harus memiliki kapasitas beban roda (tunggal atau ganda) minimal 18 ton atau kapasitas beban gandar tunggal minimal 35 ton.

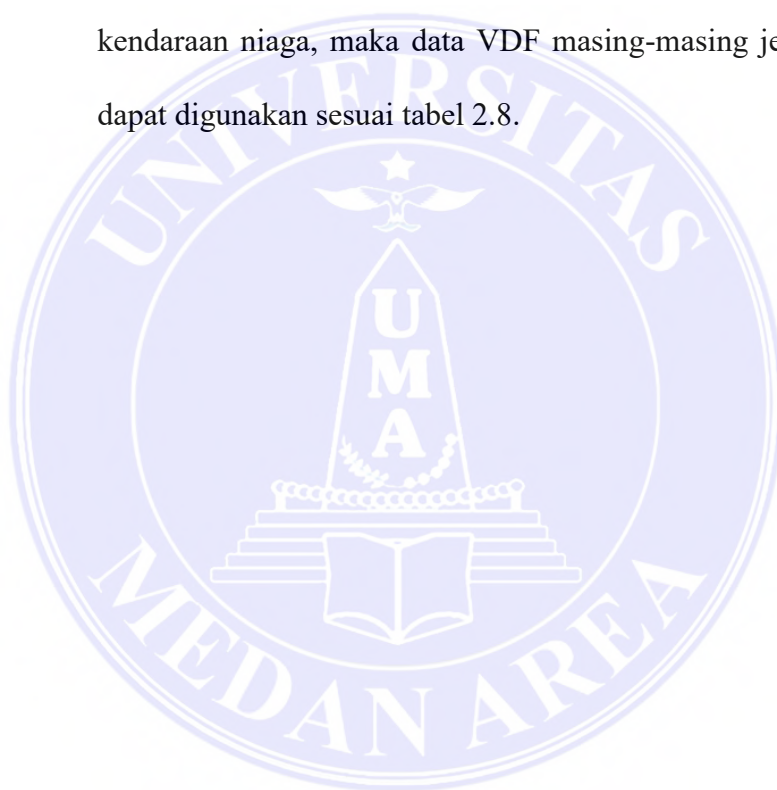
Tingkat kelebihan muatan faktual diasumsikan berlangsung hingga tahun 2020. Setelah tahun 2020, diasumsikan beban kendaraan telah dikendalikan dengan beban gandar nominal (MST) terberat sebesar 12 ton. Namun, untuk tujuan desain, Direktorat Jenderal Bina Marga dapat menentukan waktu penerapan yang efektif untuk beban yang dikendalikan kapan saja.

Jika survei beban gandar tidak memungkinkan untuk perencanaan dan data survei beban gandar sebelumnya tidak tersedia, maka nilai VDF

pada tabel 2.7 dan tabel 2.8 dapat digunakan untuk menghitung ESA.

Tabel 2.7 menunjukkan nilai VDF regional masing-masing jenis kendaraan niaga yang diolah dari data kajian WIM yang dilakukan oleh Ditjen Bina Marga tahun 2012-2013. Data ini perlu diperbarui secara rutin minimal setiap 5 tahun.

Jika survei lalu lintas dapat mengidentifikasi jenis dan muatan kendaraan niaga, maka data VDF masing-masing jenis kendaraan dapat digunakan sesuai tabel 2.8.



Tabel 2.7 Nilai VDF masing-masing kendaraan niaga

Jenis Kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku, dan Papua			
	Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6A	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50	0.55	0.50
6B	4.50	7.40	3.40	4.60	5.30	9.20	4.00	5.10	4.80	8.50	3.40	4.70	4.90	9.00	2.90	4.00	3.00	4.00	2.50	3.00
7A1	10.10	18.40	5.40	7.40	8.20	14.40	4.70	6.40	9.90	18.30	4.10	5.30	7.20	11.40	4.90	6.70	-	-	-	-
7A2	10.50	20.00	4.30	5.60	10.20	19.00	4.30	5.60	9.60	17.70	4.20	5.40	9.40	19.10	3.80	4.80	4.90	9.70	3.90	6.00
7B1	-	-	-	-	11.80	18.20	9.40	13.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13.70	21.80	12.60	17.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15.90	29.50	7.00	9.60	11.00	19.80	7.40	9.70	11.70	20.40	7.00	10.20	13.20	25.50	6.50	8.80	14.00	11.90	10.20	8.00
7C2A	19.80	39.00	6.10	8.10	17.70	33.00	7.60	10.20	8.20	14.70	4.00	5.20	20.20	42.00	6.60	8.50	-	-	-	-
7C2B	20.70	42.80	6.10	8.00	13.40	24.20	6.50	8.50	-	-	-	-	17.00	28.80	9.30	13.50	-	-	-	-
7C3	24.50	51.70	6.40	8.00	18.10	34.40	6.10	7.70	13.50	22.90	9.80	15.00	38.70	59.60	6.90	8.80	-	-	-	-

Sumber: Manual Pekerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

Tabel 2.8 Nilai VDF masing-masing kendaraan niaga

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi Sumbu	Muatan Yang Diangkut	Kelompok Sumbu	Distribusi Tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA/Kendaraan)	
Klasifikasi Lama	Alternatif					Semua Kendaraan Bermotor	Semua Kendaraan Bermotor kecuali Sepeda Motor	VDF4 Pangkat 4	VDF4 Pangkat 5
1	1	Sepeda Motor	1.1		2	30.40			
2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan/Angkot/Pickup/Station Wagon	1.1		2	51.70	74.30		
5a	5a	Bus Kecil	1.2		2	3.50	5.00	0.30	0.20
5b	5b	Bus Besar	1.2		2	0.10	0.20	1.00	1.00
6a.1	6.1	Truk 2 Sumbu - Cargo Ringan	1.1	Muatan Umu	2	4.60	6.60	0.30	0.20
6a.2	6.2	Truk 2 Sumbu - Ringan	1.2	Tanah, Pasir, Besi, Semen	2			0.80	0.80
6b1.1	7.1	Truk 2 Sumbu - Cargo Sedang	1.2	Muatan Umu	2			0.70	0.70
6b1.2	7.2	Truk 2 Sumbu - Sedang	1.2	Tanah, Pasir, Besi, Semen	2			1.60	1.70
6b2.1	8.1	Truk 2 Sumbu - Berat	1.2	Muatan Umu	2			0.90	0.80
6b2.2	8.2	Truk 2 Sumbu - Berat	1.2	Tanah, Pasir, Besi, Semen	2	3.80	5.50	7.30	11.20
7a1	9.1	Truk 3 Sumbu - Ringan	1.2.2	Muatan Umu	3			7.60	11.20
7a2	9.2	Truk 3 Sumbu - Sedang	1.2.2	Tanah, Pasir, Besi, Semen	3	3.90	5.60	28.10	64.40
7a3	9.3	Truk 3 Sumbu - Berat	1.1.2		3	0.10	0.10	28.90	62.20
7b	10	Truk 2 Sumbu dan Trailer Penarik 2 Sumbu	1.2-2.2		4	0.50	0.70	36.90	90.40
7c1	11	Truk 4 Sumbu - Trailer	1.2-2.2		4	0.30	0.50	13.60	24.00
7c2.1	12	Truk 5 Sumbu - Trailer	1.2-2.2		5	0.70	1.00	19.00	33.20
7c2.2	13	Truk 5 Sumbu - Trailer	1.2-2.2.2		5			30.30	69.70
7c3	14	Truk 6 Sumbu - Trailer	1.2.2-2.2.2		6	0.30	0.50	41.60	93.70

Sumber: Manual Pekerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017



f. Sebaran Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

Beban lalu lintas desain didasarkan pada distribusi kelompok poros kendaraan berat dan bukan nilai ESA. Karakteristik proporsi sumbu dan proporsi beban tiap kelompok sumbu dapat menggunakan data dari survey jembatan timbang.

g. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban gandar standar kumulatif atau beban gandar tunggal setara kumulatif adalah beban gandar total kumulatif dari lalu lintas rancangan pada jalur rancangan selama umur rancangan, yang ditentukan sebagai berikut:

$$ESA = \sum LHR \times VDF \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Dimana :

ESA = kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen

LHR = lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga

VDF = Faktor ekivalen beban

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas kumulatif

#### 2.11.4 Tebal *Overlay* Non-Struktural

Lapisan *overlay* harus lebih besar dari atau sama dengan ketebalan minimum. Permukaan yang tidak rata membutuhkan lapisan aspal yang lebih tebal untuk mencapai tingkat kemiringan yang diinginkan. Idealnya, permukaan yang sangat kasar dikoreksi dengan mengeksekusi dalam dua lapisan, dan tidak bergantung pada satu lapisan untuk mencapai IRI yang

diharapkan. Penggilingan harus dipertimbangkan untuk meningkatkan ketidakrataan permukaan.

Apabila *overlay* didesain hanya untuk memperbaiki kerataan saja (non-struktural), gunakan tebal *overlay* dari tabel 2.9.

Tabel 2.9 Tebal *overlay* untuk menurunkan IRI (non-struktural)

IRI rata-rata perkerasan	Tebal <i>overlay</i> minimum non-struktural
4	40
5	45
6	50
7	55
8	60

Sumber: Manual Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

#### 2.11.5 Tebal *Overlay* berdasarkan Lendutan Maksimum

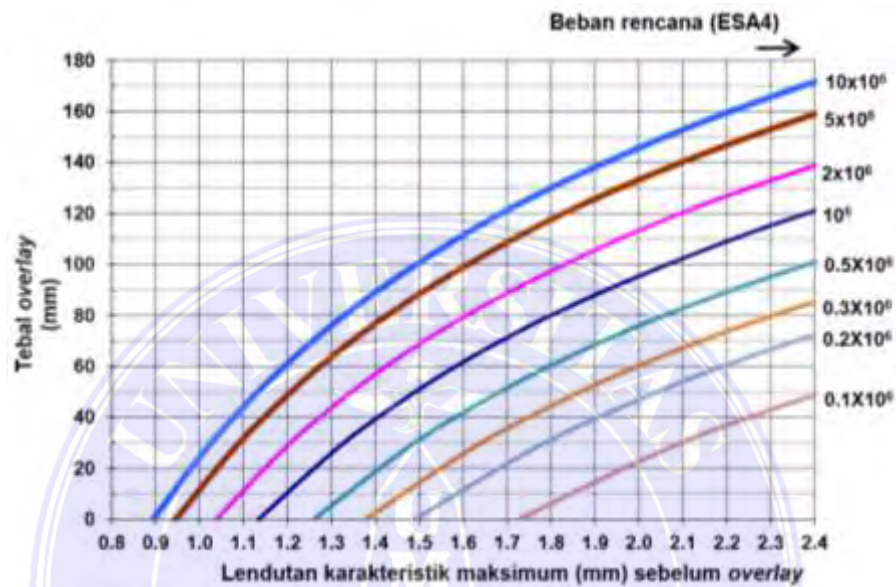
Bagan desain Gambar 2.11 digunakan untuk menentukan persyaratan hamparan untuk mengantisipasi deformasi permanen. Desain berdasarkan Gambar 2.11 menghasilkan desain dengan biaya lebih rendah daripada desain menggunakan Pd T-05-2005 yang telah dimodifikasi dengan pedoman sementara No.002/P/BM/2011 dan perangkat lunaknya SDPJL.

Untuk lalu lintas dengan beban  $> 100.000$  ESA4, desain tebal menggunakan Gambar 2.11 harus digunakan bersama dengan Gambar 2.13 a dan Gambar 2.13 b untuk mengantisipasi retakan lelah. Diperlukan justifikasi teknis dalam penggunaannya, jika tidak ada indikasi potensi kerusakan tanah dasar, solusi yang didasarkan pada kurva lendutan sudah cukup.

Untuk menentukan ketebalan *overlay* berdasarkan lendutan maksimum (yang diukur dengan alat *Benkelman Beam*). Hitung dan masukkan nilai lendutan karakteristik dan beban lalu lintas desain (ESA4) pada Gambar 2.11, dan dapatkan ketebalan *overlay* pada sumbu vertikal. Jika pengukuran lendutan

dilakukan dengan menggunakan alat Falling Weight Deflectometer (FWD), gunakan faktor penyesuaian lendutan. Tabel 2.14.

Bagan desain Gambar 2.11 berlaku untuk beban rencana sampai dengan  $10 \times 10^6$  ESA4.



Gambar 2.11 Solusi *Overlay* Berdasarkan Lendutan Balik BB untuk WMAPT 41<sup>o</sup>C

Sumber Manual Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

### 2.11.6 Tebal *Overlay* berdasarkan Lengkung Lendutan

Lengkungan lendutan digunakan untuk perkerasan dengan beban lalu lintas desain lebih dari 100.000 ESA4. Jika hasil uji lendutan menunjukkan bahwa yang dibutuhkan hanya lapisan HRS yang tipis, maka pemeriksaan persyaratan kurva lengkung tidak diperlukan karena ketahanan terhadap kelelahan lapisan HRS-WC cukup tinggi..

Langkah-langkah penentuan overlay berdasarkan lengkung lendutan adalah sebagai berikut:

- a. Gunakan alat FWD, atau jika menggunakan alat BB (*Benkelman Beam*), lakukan pengukuran mengikuti prosedur yang disetujui untuk mengukur busur lendutan.
- b. Tentukan nilai rata-rata lengkung lendutan sebelum *overlay* sebagai lengkung lendutan mewakili atau nilai karakteristik.
- c. Jika menggunakan data BB, perbaiki nilai lengkung lendutan yang diperoleh dengan faktor penyesuaian lengkung lendutan BB ke FWD dengan mengalikan nilai lengkung lendutan yang diperoleh dari langkah-b di atas dengan faktor penyesuaian (Tabel 2.13 Faktor koreksi lengkung lendutan BB ke FWD).
- d. Tentukan ketebalan *overlay* yang dibutuhkan sesuai dengan ketentuan dalam prosedur desain *overlay*.

Lengkung lendutan dinyatakan pada titik belok lengkungan atau CF (*curvature function*) berdasarkan bentuk lengkung lendutan sebagai berikut:

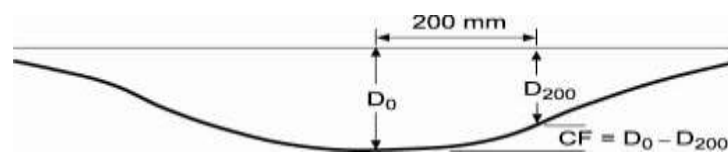
$$CF = D_0 - D_{200}$$

dengan:

$D_0$  = Lendutan maksimum pada suatu titik uji (mm)

$D_{200}$  = Lendutan yang terjadi pada titik yang berjarak 200 mm dari titik tersebut (mm)

Gambar 2.12 menunjukkan skema dimensi fungsi lengkung lendutan (*curvature function* atau titik belok)



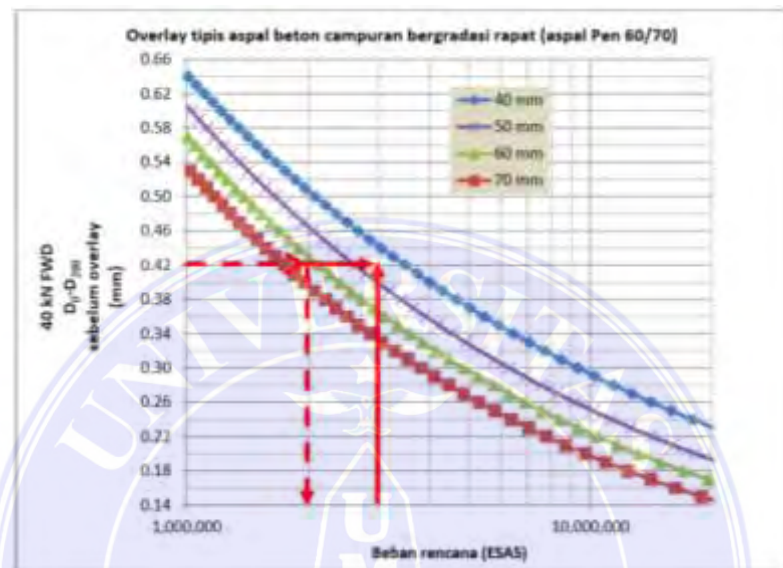
Gambar 2.12 Fungsi Lengkung Lendutan

Sumber: Manual Pekerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

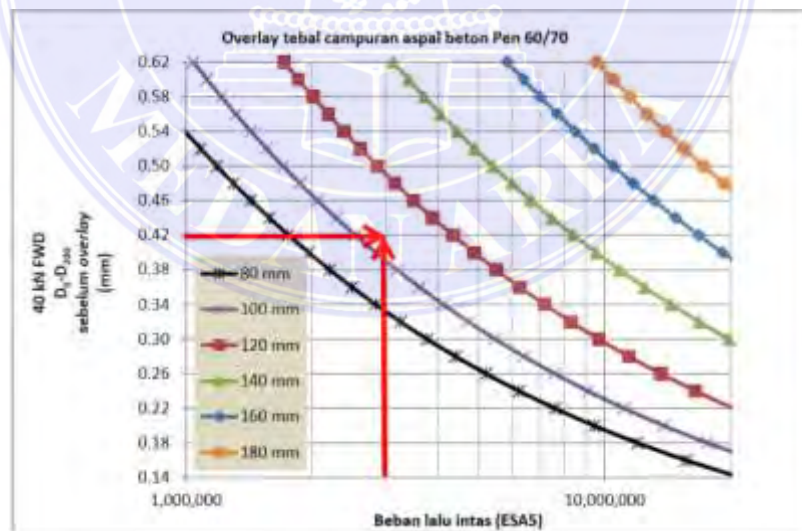


a. Grafik desain lengkung lendutan pada WMAPT 41<sup>0</sup> C

Ketebalan *overlay* berdasarkan lengkung lendutan dapat ditentukan berdasarkan *overlay* atau tebal *overlay* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.13.



(a) *overlay* tipis



(b) *overlay* tebal

Gambar 2.13 Tebal *overlay* aspal konvensional untuk mencegah retak lelah akibat pada MAPT > 35<sup>0</sup>C

Sumber: Manual Pekerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017



### 2.11.7 Penyesuaian Nilai Pengukuran Lendutan terhadap Musim

Besarnya lendutan permukaan perkerasan aspal dipengaruhi oleh jenis tanah dan kelembaban tanah dasar. Selain dari permukaan air tanah, kelembaban tanah dasar dipengaruhi oleh iklim. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka sebaiknya dilakukan pengukuran pada saat perkerasan berada pada kondisi terlemah yaitu pada saat musim hujan.

Jika survei lendutan dilakukan pada musim kemarau maka nilai lendutan harus dikoreksi. Faktor koreksi musiman adalah perbandingan antara lendutan maksimum di musim hujan dan lendutan di musim kemarau:

Faktor koreksi musim kemarau = 1,2

Faktor koreksi musim penghujan = 1,0\*

\* Dapat diterapkan untuk pengujian lendutan pada musim hujan atau jika muka air tanah lebih dalam dari 3 m di bawah permukaan tanah dasar.

### 2.11.8 Penyesuaian Nilai Pengukuran Lendutan untuk Temperatur Pengujian

Untuk overlay diatas perkerasan berbutir, hasil pengukuran lendutan perlu dikoreksi. Hal ini dikarenakan temperatur perkerasan mempengaruhi kekakuan dan kinerja perkerasan aspal dalam merespon beban. Jika temperatur perkerasan pada saat pengukuran dan pada kondisi pelayanan berbeda secara signifikan, lengkung lendutan yang diukur tidak merepresentasikan respon perkerasan terhadap pembebanan lalu lintas. Untuk itu diperlukan faktor koreksi suhu.

Suhu perkerasan harian di suatu lokasi dipengaruhi oleh suhu perkerasan tahunan rata-rata (*Weighted Mean Annual Pavement Temperature* = WMAPT). Suhu perkerasan tahunan rata-rata dapat diperkirakan berdasarkan

Suhu Udara Tahunan Rata-Rata Tertimbang (WMAAT). Secara umum suhu perkerasan jalan tahunan rata-rata di Indonesia adalah 42<sup>0</sup>C di daerah pantai dan 38<sup>0</sup>C di daerah pegunungan. Suhu perkerasan rata-rata 41<sup>0</sup>C digunakan sebagai acuan dalam manual ini.

Faktor koreksi temperatur untuk pengukuran lendutan dihitung mengikuti prosedur berikut:

Langkah 1: Tentukan faktor koreksi temperatur,  $f_T$ , sebagai berikut:

$$f_T = \frac{MAPT}{\text{Temperatur perkerasan saat pengukuran lendutan}}$$

Langkah 2:

Tentukan faktor koreksi temperatur menggunakan Tabel 2.10 dan Tabel 2.11 untuk pengujian menggunakan FWD atau Tabel 2.12 dan 2.13 apabila pengujian lendutan menggunakan Benkelman Beam. Pengujian lendutan perkerasan dengan tebal permukaan beraspal kurang dari 25 mm tidak memerlukan faktor koreksi temperatur.

Tabel 2.10 Faktor koreksi temperatur lendutan ( $D_0$ ) untuk FWD

$AMP_T$ $TEMP_{lapangan}$	Tebal Aspal Eksisiting (mm)					
	25	50	100	150	200	300
0,50	0,93	0,87	0,81	0,75	0,69	0,59
0,60	0,95	0,91	0,86	0,81	0,76	0,68
0,70	0,96	0,94	0,90	0,87	0,83	0,77
0,80	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89	0,85
0,90	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,92
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,10	1,01	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05
1,20	1,01	1,02	1,04	1,05	1,08	1,10
1,30	1,02	1,04	1,05	1,08	1,12	1,15
1,40	1,02	1,04	1,07	1,10	1,15	1,19
1,50	1,02	1,05	1,09	1,12	1,18	1,22
1,60	1,03	1,06	1,10	1,14	1,21	1,25
1,70	1,03	1,07	1,12	1,16	1,23	1,27
1,80	1,04	1,09	1,13	1,18	1,25	1,28

Sumber: Manual Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

Tabel 2.11 Faktor koreksi temperatur Lengkung lendutan ( $D_0$ - $D_{200}$ ) untuk

FWD

$\frac{AMPT}{TEMP_{lapangan}}$	Tebal Aspal Eksisiting (mm)					
	25	50	100	150	200	300
0,50	0,91	0,76	0,63	0,54	0,41	0,31
0,60	0,93	0,81	0,71	0,64	0,53	0,46
0,70	0,95	0,86	0,78	0,73	0,65	0,60
0,80	0,97	0,91	0,86	0,82	0,77	0,73
0,90	0,98	0,95	0,92	0,91	0,88	0,86
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,10	1,01	1,06	1,10	1,14	1,18	1,23
1,20	1,02	1,06	1,10	1,10	1,14	1,23
1,30	1,03	1,10	1,15	1,20	1,27	1,35
1,40	1,04	1,13	1,20	1,26	1,36	1,46
1,50	1,05	1,15	1,24	1,32	1,44	1,57
1,60	1,05	1,15	1,24	1,32	1,44	1,57
1,70	1,06	1,15	1,28	1,37	1,52	1,67
1,80	1,06	1,18	1,32	1,41	1,59	1,77

Sumber: Manual Pekerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

Tabel 2.12 Faktor koreksi temperatur Lengkung lendutan ( $D_0$ ) untuk BB

$\frac{AMPT}{TEMP_{lapangan}}$	Tebal Aspal Eksisiting (mm)					
	25	50	100	150	200	300
0,50	0,94	0,90	0,84	0,78	0,74	0,58
0,60	0,95	0,92	0,86	0,81	0,77	0,62
0,70	0,96	0,94	0,89	0,85	0,81	0,69
0,80	0,97	0,96	0,92	0,90	0,87	0,78
0,90	0,99	0,98	0,96	0,95	0,93	0,88
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,10	1,01	1,01	1,03	1,03	1,05	1,08
1,20	1,02	1,02	1,05	1,07	1,10	1,16
1,30	1,03	1,04	1,06	1,10	1,14	1,24
1,40	1,03	1,05	1,08	1,12	1,18	1,31
1,50	1,04	1,06	1,09	1,14	1,21	1,37
1,60	1,04	1,07	1,11	1,16	1,25	1,42
1,70	1,04	1,08	1,12	1,20	1,30	1,50
1,80	1,04	1,09	1,13	1,22	1,35	1,55

Sumber: Manual Pekerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

Tabel 2.13 Faktor koreksi temperatur Lengkung lendutan ( $D_0$ - $D_{200}$ ) untuk BB

$\frac{AMPT}{TEMP_{lapangan}}$	Tebal Aspal Eksisiting (mm)					
	25	50	100	150	200	300
0,50	0,93	0,81	0,72	0,54	0,48	0,43
0,60	0,95	0,85	0,77	0,64	0,53	0,48
0,70	0,96	0,89	0,83	0,73	0,61	0,57
0,80	0,98	0,92	0,88	0,81	0,72	0,69
0,90	0,99	0,96	0,93	0,89	0,84	0,83
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,10	1,01	1,02	1,03	1,04	1,09	1,11
1,20	1,02	1,04	1,07	1,11	1,20	1,24
1,30	1,03	1,07	1,11	1,18	1,31	1,36
1,40	1,04	1,09	1,14	1,24	1,41	1,46
1,50	1,05	1,11	1,17	1,29	1,49	1,56
1,60	1,06	1,13	1,20	1,35	1,57	1,64
1,70	1,07	1,14	1,23	1,39	1,64	1,71
1,80	1,07	1,16	1,25	1,44	1,70	1,78

Sumber: Manual Pekerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

#### 2.11.9 Penyesuaian Nilai Lendutan dan Lengkung Lendutan

Lengkung lendutan yang diuji menggunakan *Benkelman Beam* dan FWD akan menghasilkan nilai yang berbeda, oleh karena itu perlu dilakukan penyesuaian atau standarisasi hasil pengukuran.

Bagan desain *overlay* dengan kriteria kelelahan perkerasan aspal didasarkan pada lengkung lendutan FWD. Oleh karena itu, jika pengukuran dilakukan dengan BB maka nilai yang diperoleh harus dikonversikan ke nilai ekuivalen FWD dengan mengalikan nilai tersebut dengan Faktor Standardisasi. Faktor-faktor ini bervariasi menurut komposisi perkerasan dan kekuatan tanah dasar. Faktor yang paling akurat adalah yang diperoleh dari pengukuran lapangan yang selaras. Namun untuk kenyamanan, asumsi awal untuk faktor penyesuaian yang disajikan pada Tabel 2.14 dapat digunakan.

Tabel 2.14 Faktor Penyesuaian Lengkung Lendutan ( $D_0 - D_{200}$ ) BB ke FWD

Tebal Aspal	Faktor	Tebal Aspal	Faktor
0	1	160	0,69
20	0,95	180	0,67
40	0,91	200	0,65
60	0,86	220	0,63
80	0,82	240	0,61
100	0,79	260	0,6
120	0,75	280	0,59
140	0,72	300	0,59

Sumber: Manual Pekerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

Bagan desain overlay untuk kriteria lendutan maksimum adalah berdasarkan lendutan yang diukur dengan *Benkelman Beam*. Apabila data lendutan diperoleh dari FWD maka data yang diperoleh harus dikonversi ke data lendutan *Benkelman Beam* dengan mengalikan nilai yang diperoleh dengan faktor penyesuaian seperti ditunjukkan pada Tabel 2.15.

Tabel 2.15 Faktor Penyesuaian Lendutan ( $D_0$ ) FWD ke BB

Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor	Tebal Aspal Eksisting (mm)	Faktor
0	1,00	160	1,26
20	1,12	180	1,28
40	1,14	200	1,29
60	1,16	220	1,31
80	1,18	240	1,33
100	1,20	260	1,34
120	1,22	280	1,35
140	1,24	300	1,36

Sumber: Manual Pekerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017



### 2.11.10 Lengkung Lendutan Karakteristik (*Characteristic Curvature*)

Untuk tujuan mengevaluasi desain lapisan atas pada perkerasan fleksibel, Lengkung Lendutan Karakteristik harus digunakan untuk lalu lintas > 1x10<sup>5</sup> ESA5. Nilai ini ditentukan setelah mengoreksi musim, suhu dan standarisasi setiap pengukuran.

### 2.11.11 *Overlay* Menggunakan Aspal Modifikasi

Aspal Modifikasi, khususnya aspal modifikasi SBS dapat memeperpanjang umur *fatigure* dari *overlay* aspal tipis sampai 3 kali lipat (lihat table 2.16)

Tabel 2.16 Umur Lelah (*fatigure*) Aspal Modofikasi

Deskripsi Bahan Pengikat Aspal Modifikasi	Penysuaian Modulus Relatif terhadap Aspal Pen. 60/70	Faktor Penyesuaian Fatigure (Pendekatan Toleransi Fatigure Untuk Campuran Beraspal vs Aspal Standar)
Modifikasi Asbuton Menjadi Pen 40	1,35	1,00
6% SBS	0,70	3,00
5% SBS	0,75	2,50
3% SBS	0,80	1,50
Multi Grade	1,00	1,00
5% EVA	1,50	1,00
6% EVA	1,50	1,00

Sumber: *Manual Pakerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017*

Jika aspal modifikasi digunakan, umur layanan dikalikan dengan faktor yang tercantum dalam Tabel 2.16 Jika umur pakai yang sama atau lebih besar dari umur desain diperoleh maka solusi lapisan tipis dapat diambil sebagai solusi desain. Jika sumber daya untuk aspal yang dimodifikasi tersedia dan biayanya lebih rendah, maka aspal yang dimodifikasi dapat digunakan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Dalam penelitian ini penulis mengambil studi kasus di Jalan Setia Budi Kota Medan Provinsi Sumatera Utara. Pengamatan lokasi penelitian dimaksudkan untuk melihat kondisi daerah dimana akan dilakukan perencanaan *overlay*..

#### **3.2 Tahapan Persiapan**

Tahapan persiapan sebelum pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan pendahuluan.
2. Kajian studi pustaka.
3. Kajian landasan teori.
4. Menentukan kebutuhan data.

#### **3.3 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Pengumpulan data adalah sarana utama untuk menemukan solusi masalah secara ilmiah. Dalam pendataan, diperlukan peran instansi terkait sebagai penunjang dalam memperoleh data yang diperlukan.

##### **3.3.1 Metode pengumpulan data:**

Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

### 1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi, serta mengolah data tertulis berupa literatur dan metode kerja yang digunakan.

### 2. Wawancara

Cara ini dilakukan dengan mengunjungi instansi terkait dan sumber yang dianggap kompeten sebagai referensi.

### 3. Observasi

Dilakukan survey langsung ke lapangan, untuk mengetahui secara langsung kondisi di lapangan, sehingga dapat diperoleh gambaran umum sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan desain struktur.

#### 3.3.2 Metode Pengolahan data:

Pedoman desain overlay pada Manual Desain Perkerasan Jalan no. 04/SE/Db/ 2017 adalah metode yang digunakan untuk mengolah data.

### 3.4 Data Penelitian

Pada penelitian ini data yang digunakan berupa data sekunder. Data sekunder adalah data yang dari instansi terkait. Data tersebut adalah:

#### 1. Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) didapat dari instansi terkait.

#### 2. Data Lendutan dengan Benkelman Beam (BB)

Data Lendutan dengan Benkelman Beam (BB) didapat dari instansi terkait.

#### 3. Umur rencana

Umur rencana didapat dari instansi terkait.

### 3.5 Pengolahan dan Analisa Data

Pengolahan data dilakukan berdasarkan data yang dibutuhkan, kemudian dikelompokkan sesuai dengan identifikasi jenis masalah sehingga diperoleh analisis pemecahan masalah yang efektif dan tepat sasaran. Pengelompokan tersebut terdiri dari identifikasi karakteristik jalan dan identifikasi data tanah. Setelah pengolahan data dilakukan analisis data sebagai berikut:

#### 3.5.1 Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

- a. Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) pada awal umur rencana

Lintas harian rata-rata pada awal umur rencana diperhitungkan terhadap jumlah pertumbuhan lalu lintas selama pelaksanaan pembuatan jalan raya, sehingga design yang diperkirakan mampu menahan beban kendaraan yang melaluinya hingga waktu yang ditentukan. LHR awal yang dihitung untuk masing-masing setiap kendaraan.

- b. Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) pada akhir umur rencana.

Lintas harian rata-rata pada akhir umur perencanaan adalah jumlah lintas kendaraan yang lewat pada akhir umur perencanaan untuk menentukan kapasitas maksimum dari perencanaan tebal perkerasan.

LHR akhir dihitung untuk masing-masing kendaraan.

#### 3.5.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada rangkaian data atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku.

### 3.5.3 Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Jalur yang direncanakan merupakan salah satu jalur lalu lintas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar (bus dan truk). Beban lalu lintas pada jalur yang direncanakan dinyatakan dalam beban gandar standar kumulatif (ESA) dengan memperhatikan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi jalur untuk kendaraan niaga (DL).

### 3.5.4 Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam desain perkerasan jalan, beban lalu lintas diubah menjadi beban standar (ESA) dengan menggunakan faktor ekuivalen beban. Analisis struktur perkerasan jalan dilakukan berdasarkan ESA kumulatif di jalur desain selama umur rencana.

### 3.5.5 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban gandar standar kumulatif adalah jumlah kumulatif beban gandar lalu lintas rencana pada jalur rencana selama umur rencana.

### 3.5.6 Lentutan *Benkelman Beam* (BB)

Lengkung lentutan dinyatakan pada titik belok lengkungan atau CF (*curvature function*) berdasarkan bentuk lengkung sebagai berikut

$$CF = D_0 - D_{200},$$

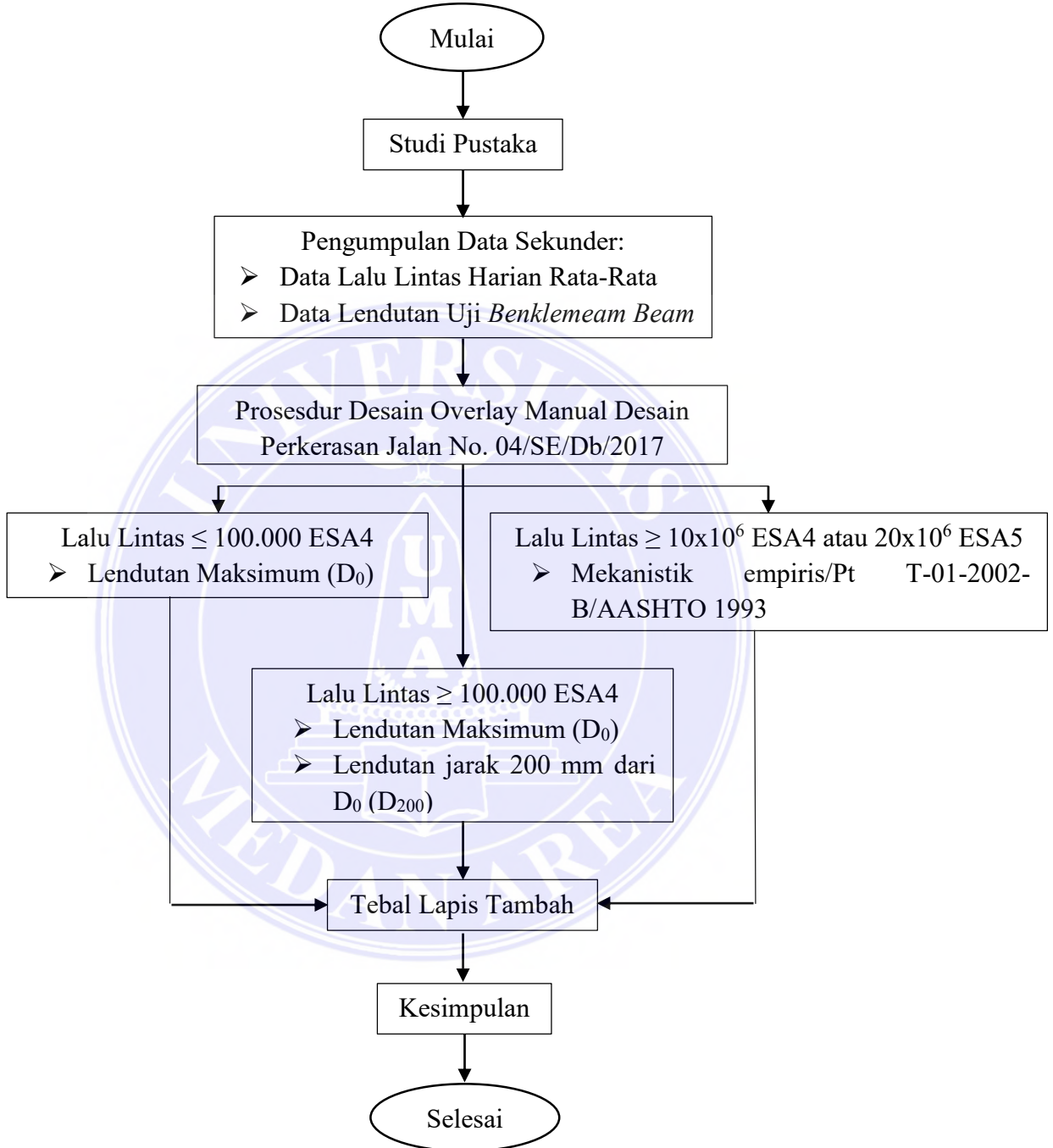
Dimana:  $D_0$  = Lentutan maksimum pada suatu titik uji (mm)

$D_{200}$  = Lentutan yang terjadi pada titik yang berjarak 200 mm dari titik uji tersebut.



### 3.6 Tahapan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa perhitungan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*):
  - a. Berdasarkan lendutan maksimum ( $D_0$ ) sebesar 6,5 Cm.
  - b. Berdasarkan lengkung lendutan ( $D_0-D_{200}$ ) sebesar 5 Cm dan 9,5 Cm.
2. Tebal lapis tambah yang digunakan adalah 9,5 Cm karena memenuhi kriteria struktural (deformasi permanen dan retak lelah).
3. Hasil perhitungan CESA adalah sebagai berikut:
  - a.  $CESA_4$  sebesar 1.021.341,321.
  - b.  $CESA_5$  sebesar 1.384.295,912.

Perbedaan ini disebabkan karena perbedaan koefisien VDF
4. Hasil perhitungan lendutan adalah sebagai berikut:
  - a. Lendutan Wakil ( $D_{0wakil}$ ) sebesar 1,572.
  - b. Lengkung Lendutan ( $D_0-D_{200}$ ) sebesar 0,518.

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan adalah:

1. Agar konstruksi perkerasan lentur dapat bertahan/mencapai umur rencana yang diharapkan hendaknya dilakukan kegiatan perawatan secara rutin, sehingga dapat meminimalkan terjadinya kerusakan pada konstruksi sehingga dapat berfungsi sesuai umur rencana.

2. Dalam merencanakan tebal lapis tambah (*overlay*) sebaiknya menggunakan beberapa metode perhitungan. Hal ini bertujuan agar diperoleh hasil perhitungan yang efektif dan efisien, sehingga biaya yang diperoleh akan lebih ekonomis dan juga benar-benar mampu menahan beban lalu lintas yang ada.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. 2013. *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Iskandar, dkk. 2017, *Perencanaan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Dengan Perbandingan Metode Pd T-05-2005-B Dan Manual Perkerasan Jalan Nomor 02/M/Bm/2013*, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Monica, dkk. 2018, *Studi Perbandingan Perencanaan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Lentur Menurut Metode Pd T-052005-B Dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 (Studi Kasus: Ruas Jalan Bts.Kota Manado -Tomohon)*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan.
- SNI 2014:2011, *Cara uji lendutan perkerasan lentur dengan alat Benkelman Beam*. Jakarta: Badan Satandarisasi Nasional (BSN).
- Saodang, Humirhan. 2004. *Perancangan Perkerasan Jalan raya*. Bandung : Nova.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova.
- Sukirman, Silvia. 2010. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova.
- Sumarsono, Sony. 2018, *Perbandingan Analisa Perkerasan Metode Bina Marga Revisi Juni 2017 dan AASHTO 1993 (Studi Kasus pada Pekerjaan Rencana Preservasi Ruas Jalan Jatibarang-Langut TA 2017)*, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Theresia, dkk. 2016, *Analisis Perhitungan Tebal Lapis Tambahan (Overlay) Pada Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 (Studi Kasus : Ruas Jalan Kairagi – Mapanget)*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan.
- Wahyudi, Danu. 2016, *Analisis Perencanaan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Cara Lendutan Balik Dengan Metode Pd T-05-2005-B Dan Pedoman Interim No.002/P/Bm/2011*, Universitas Lampung, Lampung.

Afriansyah, A., Nurmaidah, N., & Amsuardiman, A. (2017). Analisa Kenaikan Volume dan Kuat Tekan pada Campuran Beton Non Pasir dengan Penambahan Baking Powder. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 1(1), 1-10. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i1.364>

Astuti, F., Hermanto, E., & Lubis, K. (2017). Pemanfaatan Limbah Styrofoam dan Serat Sabut Kelapa sebagai Bahan Tambah Genteng Beton. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 1(1), 11-18. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i1.365>

Purba, J., Rangkuti, N., & Ardan, M. (2017). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Perhotelan/Apartemen/Kondominium di Jalan Ring Road Medan. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 1(1), 19-26. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i1.366>

Zalukhu, P., Irwan, I., & Hutauruk, D. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa (Cocofiber) terhadap Campuran Beton sebagai Peredam Suara. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 1(1), 27-36. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i1.367>

Wahyudi, W., Irwan, I., & Nurmaidah, N. (2017). Pengaruh Pemasangan Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan K 175. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 1(1), 37-53. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i1.372>

Sanjaya, Y., Lubis, K., & Lubis, M. (2017). Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan terhadap Kinerja Ruas Jalan. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 1(1), 54-61. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i1.373>

Ridwan, M. (2018). Analisa Struktur Box Girder Jalan Layang Kereta Api Kualanamu. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 1(2), 63-69. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i2.1660>

Rizqi, R., & Hermanto, E. (2018). Analisa Dampak Lalu Lintas Rumah Hunian Distric-9 Apartemen Terhadap Kemacetan Lalu Lintas di Kota Medan. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 1(2), 70-79. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i2.1661>

Zahara, Z., & Lubis, M. (2018). Analisa Pemilihan Moda Transportasi Umum Rute Medan-Rantau Prapat dengan Metode Analytic Hierarchy Process. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 1(2), 80-86. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i2.1662>

Purba, R., Irwan, I., & Nurmaidah, N. (2018). Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Substitusi Campuran Bata Ringan Kedap Suara. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 1(2), 87-95. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i2.1679>

Simanjuntak, M., Lubis, K., & Rangkuti, N. (2018). Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Pasir Pantai terhadap Nilai CBR. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 1(2), 96-104. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i2.1680>

Rini, R., & Ardan, M. (2018). Analisa Nilai Kohesi dan Sudut Geser Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Arang Kayu. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 1(2), 105-111. doi:<https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i2.1681>





# UNIVERSITAS MEDAN AREA FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1 ☎(061) 7306878, 7360168, 7364348, 7366781, Fax (061) 7366998 Medan 30223  
Kampus II : Jalan Serialebud Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A, ☎ (061) 8225602, Fax. (061) 8226331 Medan 20122  
Website: [www.feteknik.uma.ac.id](http://www.feteknik.uma.ac.id) E-mail: [univ\\_medanarea@uma.ac.id](mailto:univ_medanarea@uma.ac.id)

Nomor : 135/FT.1/01.10/IX/2020  
Lamp : -  
Hal : **Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir**

3 September 2020

Yth. Kepala Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi Provinsi Sumut  
Jln. Sakti Lubis No. 7R  
Di  
Medan

Dengan hormat,  
Kami mohon kesediaan Bapak/Ibu berkenan untuk memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami tersebut dibawah ini :

NO	NAMA	NPM	PRODI
1	Adven P. Simatupang	188110174	Teknik Sipil

Untuk melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir pada perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu Pimpin.

Perlu kami jelaskan bahwa Pengambilan Data tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah dan Skripsi, merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa tersebut untuk mengikuti ujian sarjana lengkap pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan tidak untuk dipublikasikan, dengan judul :

**Analisis Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017.**

Atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.

A.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik,  
  
Susilawati, S.Kom, M.Kom

Tembusan :  
1. Ka. BAMAI  
2. Mahasiswa  
3. File



**PEMERINTAHAN PROVINSI SUMATERA UTARA**  
**DINAS BINA MARGA DAN BINA KONSTRUKSI**  
Jalan Sakti Lubis No. 7 R Tel. (061) 7867465 - 7860466, Fax. (061) 7867338  
Email : [dislantan@sumutprc.v.go.id](mailto:dislantan@sumutprc.v.go.id)  
**MEDAN**

**SURAT KETERANGAN**

Nomor : 423 / DBMBK-UM / 4230 / 2020

Sehubungan dengan surat Kepala Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi Provinsi Sumatera Utara Nomor : 423/DBMBK-UM/3941/2020 Tanggal 16 September 2020 perihal Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir dengan ini menerangkan bahwa :

No	Nama Mahasiswa	NPM
1	2	3
1	Adven P. Simatupang	188110174

Mahasiswa dari Fakultas Teknik Universitas Medan Area telah selesai melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir di Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi Provinsi Sumatera Utara dengan judul "Analisis Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017"

Demikian kami sampaikan untuk dapat dipergunakanseperlunya.

An. Kepala Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi  
Provinsi Sumatera Utara  
Sekretaris



Hastuti Siregar, MM  
Pembina Tk.I  
Nip. 19630801 199203 1 009

Tabel 4-16, Data lalu Lintas Jl. Setia Budi

Paket : PENYUSUNAN DED WIL. KABUPATEN LANGKAT DAN KOTA MEDAN  
Pos Pengamatan :  
Konsultasn : CV. PRIMA RANCANG

## REKAPITULASI DATA LHR PADA RUAS JALAN (DUA ARAH)

Pukul		JL. SIMPANG DR. MANSYUR - SIMPANG FLAMBOYAN										
		1	2	3	4	5a	5b	6a	7a	7b	7c	8
09.00	- 10.00	2395	1148	650	106	15	0	25	0	0	0	2
10.00	- 11.00	1980	1055	612	64	43	1	56	8	0	0	6
11.00	- 12.00	2910	1364	782	180	8	2	18	3	1	1	4
12.00	- 13.00	2937	1416	1088	27	2	0	10	1	0	0	1
13.00	- 14.00	3181	1119	706	86	9	1	18	4	1	0	5
14.00	- 15.00	3469	1275	811	184	1	1	24	2	1	0	0
15.00	- 16.00	3179	1319	621	348	4	4	9	7	0	0	5
16.00	- 17.00	2863	1598	544	222	7	1	29	3	0	0	3
17.00	- 18.00	3334	1288	541	258	1	1	13	1	0	0	2
18.00	- 19.00	3688	1932	683	162	0	0	16	0	0	0	1
19.00	- 20.00	4078	1843	377	38	0	0	3	1	1	0	0
20.00	- 21.00	4164	1914	364	108	6	3	2	0	1	0	0
Jumlah 12 Jam		38178	17271	7779	1783	96	14	223	30	5	1	29
Rata 2 / Jam		3182	1439	648	149	8	1	19	3	0	0	2

## 4.1.1. Vehicle Damaging Factor (VDF)

Berhubung pada ruas jalan yang akan didesain tidak ada data VDF, maka digunakan table Vehicle Damaging Faktor (VDF) dari Road Design Method (RDM) yang merupakan hasil rata-rata survey WIM di seluruh Indonesia, seperti table berikut.

Tabel 4-17, VDF dari RDM (default)

Kendaraan Penumpang (Golongan 2)	0,0001
Kendaraan Utilitas (Golongan 3 & 4)	0,0030
Bus Kecil (Golongan 5A)	0,1175
Bus Besar (Golongan 5B)	0,8139
Truk Ringan (Golongan 6A)	0,2746
Truk Sedang (Golongan 6B)	2,1974
Truk Berat (Golongan 7A, 7B dan 7C)	3,6221

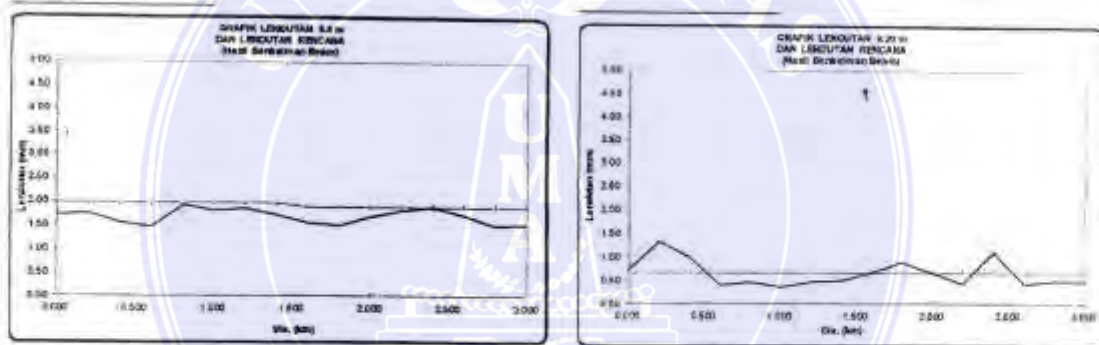
Sumber: Desain Perkerasan Lentur, No. 002/ P / BM / 2011



Tabel 4-22, Data lendutan Jl. Setiabudi

Sta	d2	d4
0+000	1,33	0,73
0+200	1,43	1,33
0+400	1,16	1
0+600	1,06	0,4
0+800	1,53	0,47
1+000	1,43	0,37
1+200	1,46	0,47
1+400	1,33	0,5

Sta	d2	d4
1+600	1,16	0,66
1+800	1,1	0,9
2+000	1,3	0,66
2+200	1,43	0,43
2+400	1,49	1,13
2+600	1,33	0,43
2+800	1,1	0,5
3+000	1,13	0,5



Gambar 4-3, Grafik lendutan desain Jalan Setiabudi

Tabel 6-6. Oup put desain Jalan Sp. Ngumban Surbakti - Flamboyen - Sp. Gatot Subroto, UR = 5 tahun

Rangkalan Stasiun dukur dan Medan

No. Rukas	Rangkalan Stasiun ke Stasiun (km)	Jarak Stasiun ke Stasiun (km)	Lebar Perkerasan (m)						Jenis dan Ketebalan Lapis Perkerasan						Jenis dan ketebalan bahu jalan (kiri/kanan) (cm)	Pelebaran Jalan							
			Jalan		Bahu Jalan		Aspal	Gravel or SC			Perbaikan tanah dasar	Gravel or SC	Aspal										
			Lebar yang ada	Lebar yang ada Disain	Lebar Rata* yang ada	Lebar Rata* yang ada Disain		Permukaan	Sub Permukaan 1	Sub Permukaan 2			Pondasi Bawah	Pondasi Atas		Urugan	Pondasi Bawah	Perbaikan tanah dasar	Pondasi bawah	Pondasi Atas	Sub Permukaan 1	Sub Permukaan 2	
3.8600	0+000 ± 1+600	1.60	7.00	7.00	1.65	1.65	1.50	4.0 AC WC	6.0 AC BC	16.0 AC Base	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	20 Agg S	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)				
3.8600	1+600 ± 3+400	1.60	7.72	7.00	1.81	1.81	1.50	4.0 AC WC	6.0 AC BC	14.0 AC Base	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	20 Agg S	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)				
(Total)			(Weighted Averages)				(Weighted Averages) ± 6)													Table Carried Forward to Summary			

LEMBAR OUTPUT DISAIN

Tabel 6-7. Oup put desain Jalan Setiabudi (Sp. Jl. Dr. Mansyur - Sp. Jl. Flamboyen), UR = 5 tahun

Rangkalan Stasiun dukur dari Medan

No. Rukas	Rangkalan Stasiun ke Stasiun (km)	Jarak Stasiun ke Stasiun (km)	Lebar Perkerasan (m)						Jenis dan Ketebalan Lapis Perkerasan						Jenis dan ketebalan bahu jalan (kiri/kanan) (cm)	Pelebaran Jalan							
			Jalan		Bahu Jalan		Aspal	Gravel or SC			Perbaikan tanah dasar	Gravel or SC	Aspal										
			Lebar yang ada	Lebar yang ada Disain	Lebar Rata* yang ada	Lebar Rata* yang ada Disain		Permukaan	Sub Permukaan 1	Sub Permukaan 2			Pondasi Bawah	Pondasi Atas		Urugan	Pondasi Bawah	Perbaikan tanah dasar	Pondasi bawah	Pondasi Atas	Sub Permukaan 1	Sub Permukaan 2	
3.8600	0+000 ± 1+500	1.50	7.00	7.00	0.00	0.00	1.75	4.0 AC WC	6.0 AC BC	8.0 AC WC	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	20 Agg S	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)				
3.8600	1+500 ± 3+000	1.50	7.56	7.00	0.00	0.00	1.75	6.0 AC WC	8.0 AC WC	8.0 AC WC	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	20 Agg S	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)				
(Total)			(Weighted Averages)				(Weighted Averages) ± 6)													Table Carried Forward to Summary			

LEMBAR OUTPUT DISAIN



Tabel 6-8. Rekapitulasi desain perkerasan jalan

DESAIN METODE SDPJL 2011										
SEGMENT	STA	STA	Panjang (M)	Lebar Existing (M)	Lendutan BB (mm)	Desain ESA (x.10 <sup>6</sup> )	Lebar Desain (M)	PENINGKATAN STRUKTUR	BAHU (CM)	KETERANGAN
Sp. Pangkalan Susu - Pangkalan Susu	0+000	-	4+000	8,00	1,37	0,91	8,00	5,00 AC-WC	15,00 Agg "S"	UR. 5 tahun (berkala)
	0+000	-	4+000	8,00	1,37	1,79	8,00	8,50 AC-WC	15,00 Agg "S"	UR. 10 tahun
Sp. Ngumban Surbakti - Flamboyan - Sp. Gatot Subroto (ALT 1)	0+000	-	1+700	7,00	2,40	11,82	7,00	4,00 AC-WC 6,00 AC-BC 16,00 AC-Base	15,00 Agg "S"	UR. 5 tahun (berkala)
	1+700	-	3+400	7,00	2,09	11,82	7,00	4,00 AC-WC 6,00 AC-BC 14,00 AC-Base	15,00 Agg "S"	UR. 5 tahun (berkala)
Sp. Ngumban Surbakti - Flamboyan - Sp. Gatot Subroto (ALT 2)	0+000	-	1+700	7,00	2,40	4,13	7,00	4,00 AC-WC 6,00 AC-BC 36,52 Agg. A	15,00 Agg "S"	UR. 5 tahun (berkala)
	1+700	-	3+400	7,00	2,09	4,13	7,00	4,00 AC-WC 6,00 AC-BC 31,96 Agg. A	15,00 Agg "S"	UR. 5 tahun (berkala)
Sp. Ngumban Surbakti - Flamboyan - Sp. Gatot Subroto (ALT 3)	0+000	-	1+700	7,00	2,40	4,13	7,00	4,00 AC-WC 6,00 AC-BC 7,50 AC-Base 20,00 Agg. A	15,00 Agg "S"	UR. 5 tahun (berkala)
	1+700	-	3+400	7,00	2,09	4,13	7,00	4,00 AC-WC 6,00 AC-BC 7,50 AC-Base 15,00 Agg. A	15,00 Agg "S"	UR. 5 tahun (berkala)
Jl. Setia Budi (Sp. Jl. DR. Mansur - Sp. Jl. Flamboyan)	0+000	-	1+500	7,00	1,97	0,44	7,00	4,00 AC-WC 6,00 AC-BC	-	UR. 5 tahun (berkala)
	1+500	-	3+000	7,50	1,89	0,44	7,50	4,00 AC-WC 6,00 AC-BC	-	UR. 5 tahun (berkala)

