

**ANALISIS TEBAL LAPIS TAMBAH (*OVERLAY*)
PERKERASAN LENTUR DENGAN MENGGUNAKAN
METODE BINA MARGA T-05-2005 B DAN METODE
MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh

**Yeni Yuspita
188110160**



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

ANALISIS TEBAL LAPIS TAMBAH (*OVERLAY*) PERKERASAN LENTUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA T-05-2005 B DAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017

SKRIPSI

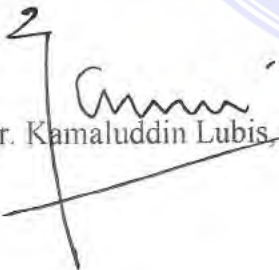
Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh

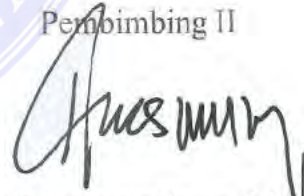
Yeni Yuspita
188100160

Disetujui,

Pembimbing I


Ir. Kamaluddin Lubis, MT

Pembimbing II


Ir. Amsuardiman, MT

Mengetahui,

Dekan

Ir. Dina Maizana, MT

Fakultas Teknik
Program Studi
Teknik Sipil

Susilawati, S.Kom, M.Kom

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 16/12/21

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

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

LEMBAR 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, 05 Oktober 2021

Penulis



Yeni Yuspita

188110160

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 : Yeni Yuspita

NPM : 188110160

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 Dengan Menggunakan Metode Bina Marga T-05-2005 B dan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017” 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: 05 Oktober 2021

Yang menyatakan



(Yeni Yuspita)

ABSTRAK

Transportasi memegang peranan yang sangat penting dalam segala bidang kehidupan masyarakat. Hal ini membuat kebutuhan masyarakat akan transportasi sangat tinggi, sehingga kepemilikan kendaraan akan meningkat. Meningkatnya volume lalu lintas bisa menimbulkan kemacetan dan kerusakan struktur perkerasan terutama pada permukaan jalan yang disebabkan oleh kendaraan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan *overlay*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan tebal lapis tambah (*overlay*) dengan menggunakan metode Bina Marga T-05-2005 B dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. Metode perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur pada penelitian ini menggunakan metode Bina Marga T-05-2005 B dan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. Dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan metode Bina Marga 2005 diperoleh nilai CESA sebesar 1.744.095,98 ESAL dan d_{wakil} sebesar 1,540 serta menghasilkan tebal lapis tambah (*overlay*) sebesar 10 cm dimana AC-WC sebesar 4 cm dan AC-BC sebesar 6 cm. Berdasarkan metode Manual desain Perkerasan Jalan 2017 diperoleh nilai CESA₄ sebesar 1.046.413,025 ESAL, CESA₅ sebesar 1.314.532,170 ESAL dan d_{wakil} sebesar 1,780 serta menghasilkan tebal lapis tambah (*overlay*) sebesar 12 cm dimana AC-WC sebesar 4 cm dan AC-BC sebesar 8 cm. Perbedaan ini dikarenakan adanya perbedaan parameter dan prosedur perhitungan dari kedua metode tersebut. Dengan memperhatikan faktor koreksi terhadap MAPT, maka tebal lapis tambah menurut Bina Marga 2005 yaitu setebal 10 cm dengan AC-WC 4 cm dan AC-BC 6 cm yang dipilih sebagai lapis tambah desain ruas jalan Silangit – Sp.3 Muara – Muara – Bakkara (Bts. Humbahas) Kab. Tapanuli Utara.

Kata Kunci : Jalan, Perkerasan Lentur, *Overlay*

ABSTRACT

Transportation plays a very important role in all areas of people's lives. This makes the community's need for transportation very high, so that vehicle ownership will increase. Increased traffic volume can cause congestion and damage to the pavement structure, especially on the road surface caused by vehicles. One of the efforts that can be done is by overlaying. The purpose of this study was to determine the difference in overlay thickness using the Bina Marga T-05-2005 B method and the 2017 Road Pavement Design Manual. The method of calculating the thickness of the flexible pavement overlay in this study uses the Bina Marga T-05-2005 B method and the 2017 Road Pavement Design Manual method. From the results of the analysis that has been carried out using the 2005 Bina Marga method, the CESA value is 1,744,095.98 ESAL and 1.540 for the representative and produces an overlay thickness of 10 cm where AC-WC is 4 cm and AC-BC is 6 cm. Based on the 2017 Road Pavement Design Manual method, the CESA₄ value is 1,046,413,025 ESAL, CESA₅ is 1,314,532.170 ESAL and the representative is 1,780 and produces an overlay thickness of 12 cm where AC-WC is 4 cm and AC-BC is 8 cm. This difference is due to differences in the parameters and calculation procedures of the two methods. By taking into account the correction factor for MAPT, the added layer thickness according to Bina Marga 2005 is 10 cm thick with AC-WC 4 cm and AC-BC 6 cm which was chosen as the added layer for the design of the Silangit – Sp.3 Muara – Muara – Bakkara road section (Bts. Humbahas) Kab. North Tapanuli.

Keywords: Road, Flexible Pavement, Overlay

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi yang berjudul **“ANALISIS TEBAL LAPIS TAMBAH (OVERLAY) PERKERASAN LENTUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA T-05-2005 B DAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017”** ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan pendidikan Program Studi Srata I (S-1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Dalam penyusunan Skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Skripsi ini dapat diselesaikan. Berkait dengan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Dina Maizana, MT , selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom, selaku Ka. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT, selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Ir. Amsuardiman, MT, selaku Dosen Pembimbing II.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Staff Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

7. Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis kepada orang tua, abang dan kakak-kakak yang telah memberikan semangat dan dukungan baik secara moral maupun material serta do'a yang tidak pernah putus untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.
8. Serta teman-teman seperjuangan stambuk 2018 ekstensi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area, serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menulis dan menyelesaikan Skripsi ini, akan tetapi tidak menutup kemungkinan masih terdapat kesalahan dalam penyusunan Skripsi ini. Untuk itu penulis sangat mengharapkan masukan, kritik, saran dan pendapat yang bersifat membangun.

Akhir kata penulis berharap Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan semua pihak yang membutuhkannya.

Medan, 05 Oktober 2021

Penulis

Yeni Yuspita

188110160

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PUBLIKASI AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum	4
2.2 Klasifikasi Jalan	4
2.2.1 Pengelompokan Jalan Menurut Sistem Jaringan	4
2.2.2 Pengelompokan Jalan Menurut Fungsinya	5
2.2.3 Pengelompokan Jalan Menurut Statusnya	6
2.2.4 Pengelompokan Jalan Menurut Kelas Jalan	6
2.3 Konstruksi Perkerasan Jalan	7
2.3.1 Konstruksi Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	7
2.3.2 Konstruksi Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	7
2.3.3 Konstruksi Perkerasan Komposit (<i>Composite Pavement</i>)	7
2.4 Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	8
2.5 Tebal Lapis Tambah (<i>Overlay</i>)	10
2.6 <i>Benkelman Beam</i> (BB)	11
2.7 Metode Bina Marga T-05-2005 B	12

2.7.1	Analisa Lalu Lintas.....	13
2.7.2	Analisa Lendutan.....	16
2.7.3	Tebal Lapis Tambah (<i>Overlay</i>).....	20
2.8	Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017	27
2.8.1	Prosedur Desain <i>Overlay</i>	29
2.8.2	Analisa Volume Lalu Lintas	29
2.8.3	Tebal <i>Overlay</i> Non-Struktural.....	36
2.8.4	Tebal <i>Overlay</i> Berdasarkan Lendutan Maksimum	37
2.8.5	Tebal <i>Overlay</i> Berdasarkan Lengkungan Lendutan.....	38
2.8.6	Penyesuaian Nilai Pengukuran Lendutan Terhadap Musim	41
2.8.7	Penyesuaian Nilai Pengukuran Lendutan Terhadap Temperatur Pengujian.....	41
2.8.8	Penyesuaian Nilai Lendutan dan Lengkungan Lendutan.....	45
2.8.9	Lengkung Lendutan Karakteristik (<i>Characteristic Curvature</i>).....	46
2.8.10	<i>Overlay</i> Menggunakan Aspal Modifikasi	47
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		48
3.1	Lokasi Penelitian.....	48
3.2	Tinjauan Pustaka.....	49
3.3	Pengumpulan Data	49
3.4	Jenis-Jenis Data.....	50
3.4.1	Data Primer	50
3.4.2	Data Sekunder	50
3.5	Analisa dan Pengolahan Data	51
3.6	Kerangka Berpikir.....	51
3.6.1	Bina Marga T-05-2005 B	52
3.6.2	Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.....	53
BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN.....		54
4.1	Analisa Perhitungan Tebal Lapis Tambah (<i>Overlay</i>)	54
4.1.1	Data Lalu Lintas	54
4.1.2	Umur Rencana.....	54

4.1.3	Lebar Perkerasan	55
4.1.4	Klasifikasi Jalan	55
4.1.5	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	55
4.2	Analisa Perhitungan Tebal Lapis Tambah (<i>Overlay</i>) Metode Bina MargaT-05-200 B	55
4.2.1	Jumlah Lajur dan Koefisien Kendaraan (C).....	55
4.2.2	Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E).....	56
4.2.3	Faktor Umur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas (N)....	65
4.2.4	Akumulasi Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (CESA)	65
4.2.5	Lendutan.....	67
4.2.6	Lendutan Terkoreksi	68
4.2.7	Keseragaman Lendutan (FK)	70
4.2.8	Lendutan Wakil (Dwakil atau Dsblov)	70
4.2.9	Lendutan Rencana/Ijin (Drencana atau Dstlov).....	71
4.2.10	Menghitung Tebal Lapis Tambah (Ho).....	71
4.2.11	Menentukan Koreksi Tebal Lapis Tambah (Fo)	72
4.2.12	Menghitung Tebal Lapis Tambah Terkoreksi (Ht)	73
4.2.13	Hasil Analisis	73
4.3	Analisa Perhitungan Tebal Lapis Tambah (<i>Overlay</i>) Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017	74
4.3.1	Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata	74
4.3.2	Nilai Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas (R)	75
4.3.3	Nilai Faktor Distribusi Arah (DD) dan Lajur (DL).....	75
4.3.4	Nilai ESA_4 dan ESA_5	76
4.3.5	Faktor Koreksi Temperatur (Ft).....	76
4.3.6	Perhitungan Nilai Lendutan	77
4.3.7	Lendutan Wakil (Dwakil/Dsblov).....	79
4.3.8	Tebal Lapis Tambah (<i>Overlay</i>) Berdasarkan Lendutan Maksimum.....	79
4.3.9	Lengkung Lendutan	80
4.3.10	Tebal Lapis Tambah (<i>Overlay</i>) Berdasarkan Lengkung Lendutan.....	81

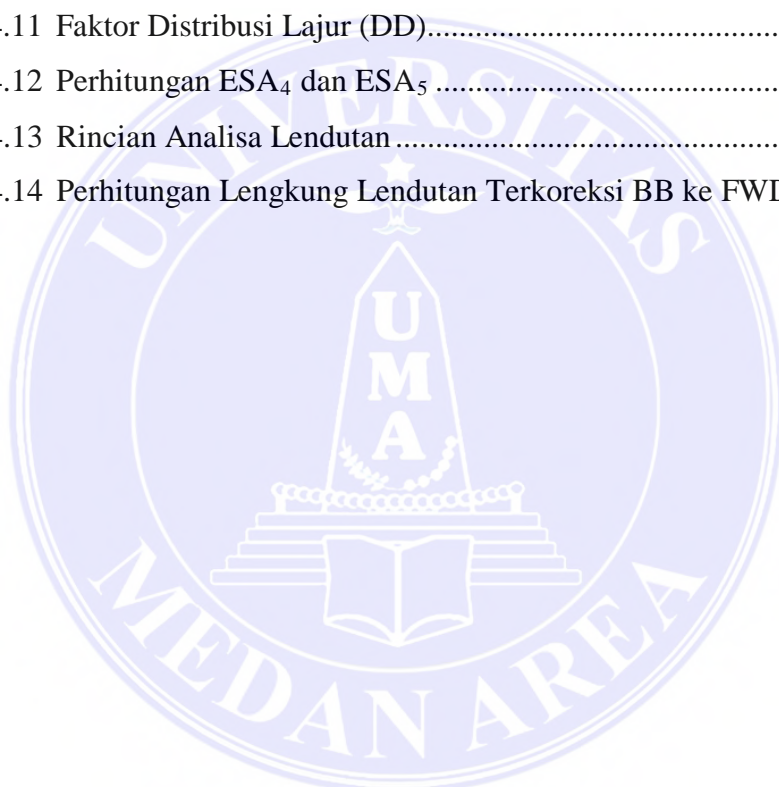
4.3.11 Hasil Analisis	83
4.4 Pembahasan.....	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
5.1 Kesimpulan	85
5.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	87



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Jalan Menurut MST	7
Tabel 2.2	Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku	8
Tabel 2.3	Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan.....	14
Tabel 2.4	Koefisien Distribusi Kendaraan	14
Tabel 2.5	Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E).....	15
Tabel 2.6	Faktor Hubungan Antara Umur Rencana dengan PerkembanganLalu Lintas (N)	16
Tabel 2.7	Faktor Penyesuaian Lendutan Terhadap Temperatur Standar (Ft).....	18
Tabel 2.8	Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah Penyesuaian (FK_{TBL})	23
Tabel 2.9	Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	31
Tabel 2.10	Faktor Distribusi Lajur (DL)	32
Tabel 2.11	Pengumpulan Data Beban Gandar	33
Tabel 2.12	Nilai VDF Masing-Masing Kendaraan Niaga.....	34
Tabel 2.13	Nilai VDF Masing-Masing Kendaraan Niaga.....	35
Tabel 2.14	Tebal <i>Overlay</i> untuk Menurunkan IRI (Non-Struktural)	37
Tabel 2.15	Faktor Koreksi Temperatur Lendutan (D_0) untuk FWD.....	43
Tabel 2.16	Faktor Koreksi Temperatur Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200}) FWD	44
Tabel 2.17	Faktor Koreksi Temperatur Lengkung Lendutan (D_0) Untuk BB.....	44
Tabel 2.18	Faktor Koreksi Temperatur Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200}) BB.....	45
Tabel 2.19	Faktor Penyesuaian Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200}) BB ke FWD	46
Tabel 2.20	Faktor Penyesuaian Lendutan (D_0) FWD ke BB	46
Tabel 2.21	Umur Lelah (<i>Fatigue</i>) Aspal Modifikasi	47
Tabel 4.1	LHR 2019 Ruas Jalan Silangit-Simp. 3 Muara –Muara-Bakkara (Bts. Humbahas).....	54

Tabel 4.2	Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan.....	55
Tabel 4.3	Koefisien Distribusi Kendaraan (C).....	56
Tabel 4.4	Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan.....	56
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan	64
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (CESA)	67
Tabel 4.7	Data Lendutan dengan Hasil Pengujian Alat BB	67
Tabel 4.8	Nilai Lendutan BB Terkoreksi	69
Tabel 4.9	Lalu Lintas Harian Rata-Rata.....	74
Tabel 4.10	Lalu Lintas Harian Rata-Rata.....	75
Tabel 4.11	Faktor Distribusi Lajur (DD).....	76
Tabel 4.12	Perhitungan ESA_4 dan ESA_5	76
Tabel 4.13	Rincian Analisa Lendutan	78
Tabel 4.14	Perhitungan Lengkung Lendutan Terkoreksi BB ke FWD.....	81



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Perkerasan Lentur.....	10
Gambar 2.2	Spesifikasi Truk Standar.....	12
Gambar 2.3	Ban Roda Belakang Truk Standar	12
Gambar 2.4	Skema Benkelman Beam.....	12
Gambar 2.5	Faktor Penyesuaian Lendutan Terhadap Temperatur Standar... 19	
Gambar 2.6	Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah (F_o)	21
Gambar 2.7	Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah Penyesuaian (FK_{TBL})	22
Gambar 2.8	Hubungan Antara Lendutan Rencana dan Lalu Lintas.....	25
Gambar 2.9	Tebal Lapis Tambah/ <i>Overlay</i> (H_o)	26
Gambar 2.10	Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah/ <i>Overlay</i> (F_o)	27
Gambar 2.11	Solusi <i>Overlay</i> Berdasarkan Lendutan Balik BB untuk WMAPT 41 ⁰ C	38
Gambar 2.12	Fungsi Lengkung Lendutan.....	39
Gambar 2.13	Tebal <i>Overlay</i> Aspal Konvensional untuk Mencegah Retak Lelah Akibat pada MAPT > 35 ⁰ C (a) <i>Overlay</i> Tipis dan (b) <i>Overlay</i> Tebal	40
Gambar 3.1	Peta Lokasi	48
Gambar 3.2	Diagram Alir Perhitungan Metode Bina Marga T-05-2005 B	52
Gambar 3.3	Diagram Alir Perhitungan Metode Manual Desain Perkerasan 2017.....	53
Gambar 4.1	Grafik Lendutan BB Terkoreksi, D_b	70
Gambar 4.2	Hubungan Antara Lendutan Rencana dan Lalu Lintas.....	71
Gambar 4.3	Tebal Lapis Tambah/ <i>Overlay</i> (H_o).....	72
Gambar 4.4	Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah/ <i>Overlay</i> (F_o)	73
Gambar 4.5	Grafik Penentuan Tebal <i>Overlay</i> Berdasarkan Lendutan Maksimum.....	80
Gambar 4.6	Grafik Penentuan Tebal <i>Overlay</i> (Tipis)	82
Gambar 4.7	Grafik Penentuan Tebal <i>Overlay</i> (Tebal)	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi memegang peranan yang sangat penting dalam segala bidang kehidupan masyarakat. Hal ini membuat kebutuhan masyarakat akan transportasi sangat tinggi, sehingga kepemilikan kendaraan akan meningkat. Meningkatnya volume lalu lintas bisa menimbulkan kemacetan dan kerusakan struktur perkerasan terutama pada permukaan jalan yang disebabkan oleh kendaraan.

Menurut kelaikan jalan, kondisi jalan yang baik seharusnya berdampak baik bagi pengguna jalan. Akan tetapi ada kalanya kondisi jalan rusak karena jalan telah melampaui batas umur yang direncanakan, serta terjadi persoalan yang tidak diharapkan misalnya bencana alam yang dapat menyebabkan jalan tidak tahan lama, atau karena hal-hal lain. Masalah kerusakan tersebut dapat berupa penurunan permukaan tanah, retakan, lepasnya di pada bagian badan jalan.

Jalan yang rusak bisa menyebabkan ketidaknyamanan serta dapat menimbulkan kecelakaan lalu lintas untuk pengendara jalan. Jika perkerasan jalan tidak bisa menopang beban yang diterimanya ataupun umur yang direncanakan telah melampaui batas, mesti dilakukan *overlay* pada perkerasan lama yang ada. Dengan penambahan beban yang ada, diperlukan lapisan tambahan untuk peningkatan struktur yang lama agar sesuai dengan yang direncanakan. (Sukirman, 2010).

Didalam perencanaan tebal lapisan tambah, metode yang dipilih harus diperhatikan, agar jalan tidak mudah rusak sehingga konstruksi ekonomis. Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017 adalah metode yang terakhir

dikeluarkan oleh Bina Marga didalam perencanaan tebal lapisan tambah (*overlay*). Metode Bina Marga 2017 ini merupakan perbaikan dan mempunyai kesamaan dengan metode T-05-2005 B (Bina Marga 2005) akan tetapi, terdapat beberapa koreksi tambahan di Bina Marga 2017. Sehingga timbul rasa ketertarikan penulis untuk mengetahui perbedaan apa saja yang ada untuk tujuan yang sama-sama mencari ketebalan lapis tambah yang belum tentu menghasilkan tebal lapis tambah yang sama pula.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. Berapakah tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga T-05-2005 B?
2. Berapakah tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017?

1.3 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian dari perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur menggunakan Bina Marga T-05-2005 B dan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017 diantaranya adalah:

1. Hanya menghitung tebal (*overlay*) perkerasan lentur saja.
2. Perhitungan tebal (*overlay*) perkerasan lentur hanya menggunakan metode Bina Marga T-05-2005 B dan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017.

3. Perhitungan tebal lapisan tambah (*overlay*) didasarkan pada data LHR dan data lendutan.
4. Tidak menganalisa harga satuan dan merencanakan anggaran biaya (RAB) pembangunan.
5. Tidak meninjau metode pelaksanaan proyek secara keseluruhan (realisasi jalan).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perbedaan tebal lapis tambah (*overlay*) menggunakan metode Bina Marga T-05-2005 B dan Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan penulis yaitu:

1. Bagi Instansi

Sebagai dokumentasi dan referensi bagi pihak instansi, yakni Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi.

2. Bagi Universitas Medan Area

Sebagai bagian dari pengembangan ilmiah untuk studi lebih lanjut, hasil penelitian ini akan menjadi standar untuk perhitungan ketebalan lapisan (*overlay*).

3. Bagi Penulis

Dapat menambah wawasan pengetahuan yang lebih luas dalam perhitungan tebal lapisan tambah (*overlay*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Perkerasan jalan adalah susunan perkerasan yang berada di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan. Selama masa layanan, perkerasan ini diharapkan tidak menimbulkan kerusakan yang fatal. Agar perkerasan jalan memiliki kualitas yang diinginkan, maka perlu diketahui perkerasan yang lebih (Sukirman, 2003). Untuk itu, perlu diperhatikan campuran yang dipakai dalam perkerasan suatu jalan.

Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyalurkan beban lalu lintas tanpa merusak struktur itu sendiri. Sehingga, lapisan perkerasan ini memberikan kenyamanan bagi pengguna jalan selama masa pelayanan jalan. Didalam perencanaan perlulah diperhatikan faktor yang bisa mempengaruhi fungsi pelayanan konstruksi perkerasan jalan, antara lain fungsi jalan, kinerja perkerasan, umur rencana, lalu lintas yang menjadi beban perkerasan, sifat tanah, kondisi lingkungan, sifat dan bahan yang tersedia pada lokasi yang digunakan untuk perkerasan jalan, dan bentuk geometris lapisan perkerasan.

2.2 Klasifikasi Jalan

2.2.1 Pengelompokan Menurut Sistem Jaringan

1. Jalan Primer

Kesinambungan antara pusat operasi nasional dan regional, pusat operasi lokal dengan pusat aksi lingkungan, dan hubungan antara pusat operasi nasional.

2. Jalan Sekunder

Jalan Sekunder yaitu jalan raya yang melayani lalu lintas antar kabupaten antara pusat perkotaan dan pedesaan.

2.2.2 Pengelompokan Jalan Menurut Fungsinya

1. Jalan Arteri

Jalan arteri merupakan jalan yang melayani transportasi utama. Karakteristik jalan arteri adalah perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan pembatasan efektif jumlah pintu masuk tergantung pada aksesibilitas jalan akses..

2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan yang dirancang untuk melayani angkutan pengumpulan. Karakteristik jalan kolektor adalah perjalanan sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah yang masuk dibatasi.

3. Jalan Lokal

Jalan lokal adalah jalan yang melayani transportasi lokal. Karakteristik jalan lokal adalah perjalanan jarak pendek, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah pintu yang masuk tidak terbatas.

4. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang melayani angkutan lingkungan. Karakteristik jalan lingkungan adalah jarak tempuh pendek dan kecepatan rata-rata rendah.

2.2.3 Pengelompokan Jalan menurut Statusnya

1. Jalan Nasional

Jalan nasional yaitu jalan umum dengan fungsi arteri, menghubungkan antar Provinsi, bersifat strategi Nasional dan juga jalan tol.

2. Jalan Provinsi

Jalan provinsi adalah jalan umum dengan fungsi kolektor primer, penghubung Ibukota Provinsi dengan Ibukota Kabupaten/Kota dan bersifat strategi regional.

3. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten merupakan jalan umum dan fungsi pengumpulan utamanya menghubungkan ibu kota kabupaten dengan jaringan ibu kota kabupaten, kawasan strategis di dalam jalan kabupaten dan pinggiran kota.

4. Jalan Kota

Jalan sekunder di dalam kota, terhubung dengan pusat bisnis lokal di kota dan terletak di pusat kota, seperti jalan umum pada sistem sekunder.

5. Jalan Desa/Nagari

Jalan desa adalah jalan umum dari sistem tersier dan menghubungkan daerah-daerah di dalam desa dan antar pemukiman.

2.2.4 Pengelompokan Jalan Menurut Kelas Jalan

Berhubungan kemampuan jalan dalam menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam beban gandar terberat (MST) dalam ton. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan 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

2.3 Konstruksi Perkerasan Jalan

2.3.1 Konstruksi Perkerasan Lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya, yang bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tiap lapisan dibawahnya.

2.3.2 Konstruksi Perkerasan Kaku (*rigid pavement*)

Struktur perkerasan yang mendistribusikan beban ke tanah dasar yang memiliki pelat beton semen Portland dengan ketahanan lentur yang relatif tinggi sebagai jalur permukaannya.

2.3.3 Konstruksi Perkerasan Komposit (*composite pavement*)

Perkerasan komposit adalah jenis perkerasan yang menggunakan aspal dan beton. Biasanya, lapisan dasar beton memberikan kapasitas struktural sementara lapisan permukaan aspal menyediakan lapisan permukaan yang aus.

Adapun perbedaan utama antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku di atas dapat kita lihat pada Tabel 2.2

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: Sukirman, 2010

2.4 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Susunan perkerasan lentur terdiri atas:

1. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan ini adalah lapisan tanah paling bawah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Tanah dasar (*subgrade*) dapat berupa tanah asli yang dipadatkan, tanah yang dibawa dari tempat lain atau tanah yang distabilisasi dengan bahan kimia lain. Jika dilihat dari muka tanah asli, lapisan tanah dasar dibedakan atas tanah galian, tanah timbunan dan tanah asli

Sebelum menempatkan lapisan lain, *subgrade* dipadatkan sehingga mencapai stabilitas yang baik. Hal ini disebabkan oleh kekuatan konstruksi perkerasan jalan

2. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase*)

Lapis pondasi bawah adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi. Biasanya terdiri atas lapisan dari material berbutir (*granular material*) yang dipadatkan, distabilisasi ataupun tidak.

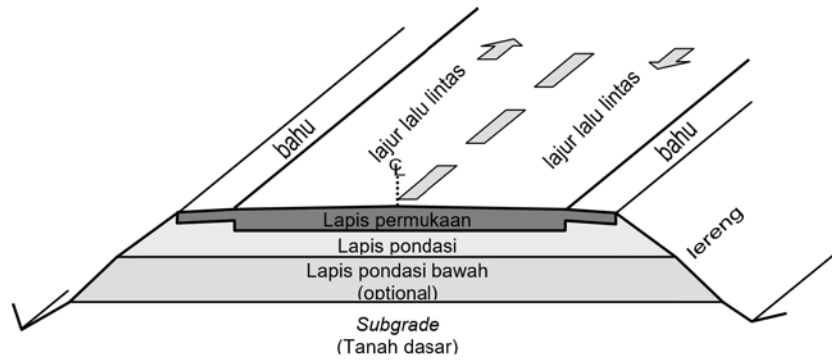
Fungsi lapisan *subbase* yaitu untuk mendistribusikan beban roda ke tanah dasar, efisiensi penggunaan material, mengurangi ketebalan lapisan yang lebih mahal di atasnya, sebagai lapisan resapan (agar air tanah tidak terkumpul di pondasi) dan sebagai lapisan untuk mencegah partikel halus dari tanahdasar untuk naik ke atas.

3. Lapis Pondasi Atas (*Base*)

Lapis pondasi dibuat di atas lapis pondasi bawah. Jika tidak ada lapisan pondasi yang digunakan, itu akan dibuat langsung di atas tanah dasar, berfungsi menahan gaya lintang dan mendistribusikannya ke lapisan bawah, sebagai lapisan peresapan (lapisan pondasi bawah) dan sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan.

4. Lapis Permukaan (*Surface*)

Lapisan permukaan yang berada paling atas, berfungsi menahan beban roda, lapisan kedap air, lapisan aus dan sebagai lapisan yang mendistribusikan beban ke lapisan bawah, agar bisa ditahan lapisan lain dibawahnya. Susunan perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Lentur

Sumber: Sukirman, 2010

2.5 Lapis Tambah (*Overlay*)

Lapis tambah (*overlay*) adalah lapisan perkerasan yang dipasang di atas konstruksi perkerasan eksisting dengan untuk meningkatkan kekuatan struktur perkerasan eksisting sehingga mampu melayani lalu lintas yang direncanakan pada periode yang akan datang (Bina Marga, 2005). Faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan adalah: suhu, kelembaban, pergerakan tanah dasar dan beban lalu lintas yang berkepanjangan. Sehingga perbaikan kerusakan harus dilakukan sedini mungkin untuk mencegah kerusakan kecil yang dapat menjadi kegagalan struktur

Lapis tambah (*overlay*) dilakukan apabila terjadi kerusakan fungsional yang bisa berdampak untuk kualitas perkerasan jalan. Sehingga ketebalan lapisan tambah sangat diperlukan agar mampu menerima beban yang lebih berat melebihi perencanaan diawal.

Laston merupakan lapis tambah yang sering digunakan di 10actor10ra. Laston merupakan campuran aspal dengan gradasi agregat yang padat, dimana aspal sebagai pengikatnya. (Bina Marga, 2005).

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

Lapisan ini adalah lapisan atas lantai dan bertindak sebagai lapisan keausan. Meskipun lapisan ini dapat mempengaruhi kekuatan dan mengurangi kualitas non-struktural, AC-WC dapat meningkatkan ketahanan kerusakan lantai dan memperpanjang umur keseluruhan struktur lantai.

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

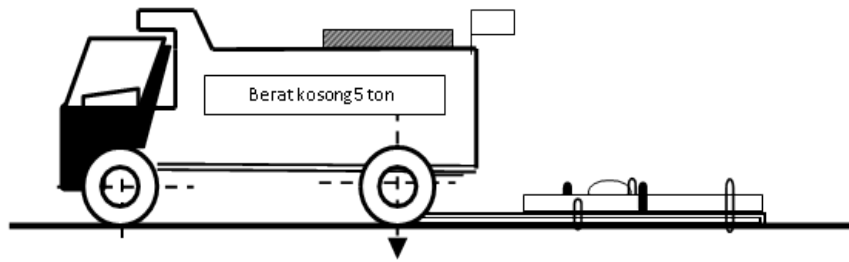
Dibawah lapisan aus dan di atas lapisan pondasi (*base course*), tidak berhubungan langsung dengan kondisi atmosfer, tetapi cukup tebal untuk mengurangi tegangan/regangan akibat beban yang diteruskan ke lapisan di bawahnya.

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

Lapisan ini memiliki fungsi untuk mengurangi regangan dan tegangan, mendistribusikan dan meneruskan beban konstruksi jalan di bawahnya (*subgrade*).

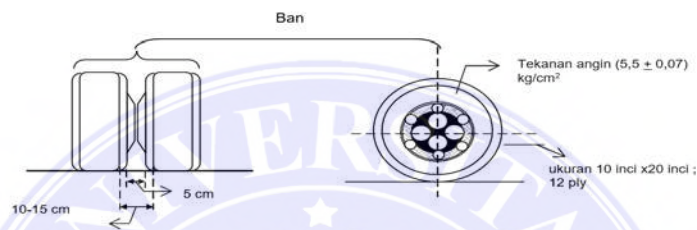
2.6 *Benkelman Beam* (BB)

Benkelman Beam adalah alat untuk mengukur lendutan balik perkerasan lentur. Alat ini sangat efektif dalam menentukan kekuatan struktur dengan tidak menimbulkan kerusakan. Setelah pengujian selesai dilakukan, maka diperoleh nilai lendutan balik maksimum, lendutan balik titik balik dan lendutan cekung. Skema *Benkelman Beam* (BB) dapat dilihat pada Gambar 2.2 sampai Gambar 2.4.



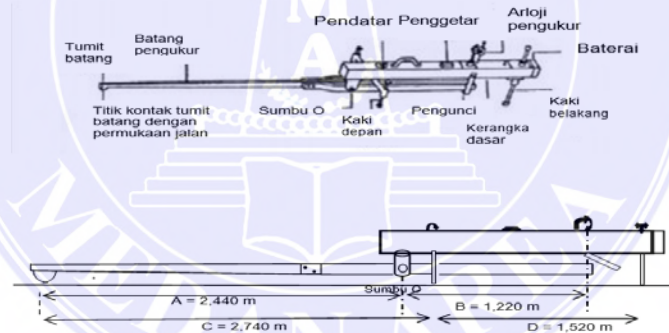
Gambar 2.2 Spesifikasi Truk Standar

Sumber: SNI 2416:2011



Gambar 2.3 Ban Roda Belakang Truk Standar

Sumber: SNI 2416:2011



Gambar 2.4 Skema Benkelman Beam

Sumber: SNI 2416:2011

2.7 Metode Bina Marga T-05-2005 B

Metode Bina Marga T-05-2005 B menetapkan aturan dan prosedur untuk menghitung ketebalan lapisan tambahan perkerasan lentur berdasarkan kekuatan struktur perkerasan yang digambarkan dengan nilai lendutan. Perhitungan ketebalan tambahan yang dijelaskan dalam panduan ini hanya berlaku untuk

struktur perkerasan lentur atau struktur perkerasan dengan lapisan pondasi agregat dan pengikat aspal. Adapun data yang digunakan pada metode Bina Marga T-05-2005 B ini dapat berupa data lendutan yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian *Benkelman Beam* (BB) atau *Falling Weight Deflectometer* (FWD).

Dalam studi ini, penilaian kekuatan struktur perkerasan eksisting didasarkan pada lendutan yang dihasilkan dari pengujian lendutan langsung dengan menggunakan alat *Benkelman Beam* (BB). *Benkelman Beam* (BB) adalah alat untuk mengukur lendutan belakang dan lendutan langsung perkerasan yang menggambarkan kekuatan struktur perkerasan jalan. Data hasil pengujian tersebut digunakan untuk perencanaan pelapisan perkerasan jalan dengan tetap menyesuaikan ketinggian muka air tanah, temperatur dan jenis material perkerasan jalan.

2.7.1 Analisa Lalu Lintas

Didalam metode Bina Marga T-05-2005 B ini, Austroad tahun 1992 dijadikan sebagai acuan dalam melakukan analisis lalu lintas. Perhitungan beban lalu lintas didasarkan pada beban aksial standar kendaraan 80 Kilo Newton dengan satuan CESA (*Cumulative Equivalent Standard Axle*) (Miswandi, 2009). Untuk menentukan beban aksial standar kumulatif selama umur rencana (CESA), gunakan Rumus:

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

Dimana:

CESA = akumulasi ekivalen beban sumbu standar

m = jumlah masing-masing jenis kendaraan

- 365 = jumlah hari dalam satu tahun
- E = ekivalen beban sumbu
- C = koefisien distribusi kendaraan
- N = hubungan umur rencana dengan perkembangan lalu lintas (N)

Parameter yang mempengaruhi perhitungan nilai CESA antara lain:

1. Jumlah Lajur Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Untuk lokasi tanpa pembatasan lajur, pembatasan lajur ditentukan oleh lebar kendaraan sesuai Tabel 2.3. Sedangkan nilai koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat ditentukan dengan menggunakan Tabel 2.4. (Bina Marga T-05-2005 B).

Tabel 2.3 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan	Jumlah Lajur
$L < 4,50$	1
$4,50 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$	2
$8,00 \text{ m} \leq L < 11,250 \text{ m}$	3
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,750 \text{ m}$	5
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6

Sumber: Bina Marga, 2005

Tabel 2.4 Koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *		Kendaraan Berat **	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,60	0,50	0,70	0,50
3	0,40	0,40	0,50	0,48
4	-	0,30	-	0,45
5	-	0,25	-	0,45
6	-	0,20	-	0,40

Sumber: Bina Marga, 2005

2. Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

Nilai ekuivalen beban kendaraan (E) adalah perbandingan tingkatan kerusakan akibat dari jalur beban gandar standar. Miswandi (2009). Didalam pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur metode (Pd T-05-2005 B) ini,

$$\text{Angka Ekuivalen (E)} = \left[\frac{\text{Beban Sumbu}}{\text{Es (ton)}} \right]^4$$

Dimana:

Es = standar ekuivalen

Tabel 2.5 Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu (ton)	Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)			
	STRT	STRG	SDRG	STrRG
1	0,00118	0,00023	0,00003	0,00001
2	0,01882	0,00361	0,00045	0,00014
3	0,09526	0,01827	0,00226	0,00070
4	0,30107	0,05774	0,00714	0,00221
5	0,73503	0,14097	0,01743	0,00539
6	1,52416	0,29231	0,03651	0,01118
7	2,82369	0,54154	0,06698	0,02027
8	4,81709	0,92385	0,11426	0,03535
9	7,71605	1,47982	0,18302	0,05662
10	11,76048	2,25548	0,27859	0,08630
11	17,21852	3,30225	0,40841	0,12635
12	24,38653	4,67697	0,57843	0,17895
13	33,58910	6,44188	0,79671	0,24648
14	45,17905	8,66466	1,07161	0,33153
15	59,53742	11,41838	1,41218	0,43695
16	77,07347	14,78153	1,82813	0,56558
17	98,22469	18,83801	2,32982	0,72079
18	123,4568	23,67715	2,9283	0,90595
19	153,2637	29,39367	3,6353	1,12468
20	188,1676	36,08771	4,4632	1,38081

Sumber: Bina Marga, 2005

3. Faktor Umur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas (N)

Hubungan umur rencana dan perkembangan lalu lintas ditentukan menggunakan Tabel 2.6 atau dengan Rumus:

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

Tabel 2.6 Faktor Hubungan Antara Umur Rencana dengan Perkembangan Lalu Lintas (N)

i/Tahun	2%	4%	5%	6%	8%	10%
1	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05
2	2,04	2,08	2,10	2,12	2,16	2,21
3	3,09	3,18	3,23	3,28	3,38	3,48
4	4,16	4,33	4,42	4,51	4,69	4,87
6	6,37	6,77	6,97	7,18	7,63	8,1
7	7,51	8,06	8,35	8,65	9,28	9,96
8	8,68	9,40	9,79	10,19	11,06	12,01
9	9,85	10,97	11,30	11,84	12,99	14,26
10	11,06	12,25	12,89	13,58	15,07	16,73
11	12,29	13,76	14,56	15,42	17,31	19,46
12	13,55	15,33	16,32	17,38	19,74	22,45
13	14,83	16,96	18,16	19,45	22,36	25,75
14	16,13	18,66	20,09	21,65	25,18	29,37
15	17,47	20,42	22,12	23,97	28,24	33,36
20	24,54	30,37	33,89	37,89	47,59	60,14
25	32,35	42,48	48,92	56,51	76,03	103,26
30	40,97	57,21	68,10	81,43	117,81	172,72

Sumber: Bina Marga, 2005

2.7.2 Analisa Lendutan

Analisa lendutan yang digunakan yaitu *Benkelman Beam*. Pada saat dilakukan pengukuran lendutan hendaknya menghindari kerusakan berat dan deformasi. Seandainya saat pengujian menemukan data yang ragu, sebaiknya pindahkan ke lokasi terdekat.

1. Lendutan dengan Alat *Benkelman Beam* (BB)

Data lendutan balik yang diperoleh/dikoreksi dengan faktor muka air tanah (faktor musim), temperatur dan beban uji (8,16 ton jika beban uji salah) adalah data yang dipakai dalam perencanaan. Besarnya nilai lendutan balik dihitung dengan Rumus:

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB}$$

Dimana:

D_b = lendutan balik (mm)

d_1 = lendutan pada saat beban berada pada titik pengukuran (mm)

d_3 = lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran (mm)

F_t = faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar 35°C didapat dari Tabel 2.7 atau Gambar 2.5 (kurva A $H_L < 10$ cm dan kurva B untuk $H_L \geq 10$ cm) atau dengan Rumus:

$$= 4,184 \times T_L^{-0,4025} \text{ untuk } H_L < 10 \text{ cm}$$

$$= 14,785 \times T_L^{-0,7573} \text{ untuk } H_L \geq 10 \text{ cm}$$

Dimana:

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

$$T_L = \frac{1}{3} (T_p + T_t + T_b)$$

Dimana:

T_p = temperatur permukaan lapis beraspal

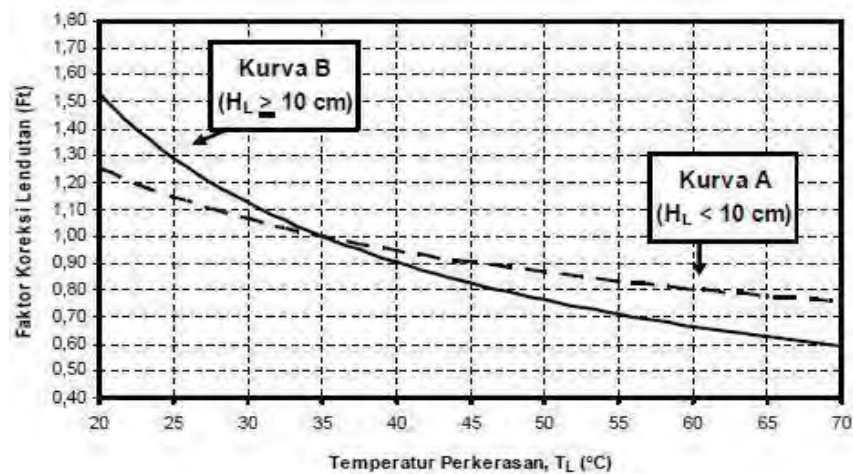
T_t = temperatur tengah lapis beraspal (Lampiran 1)

- T_b = temperatur bawah lapis beraspal (Lampiran 1)
- C_a = faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)
- = 1,2 ; jika pemeriksaan dilakukan pada musim kemarau atau muka air tanah rendah
- = 0,9 ; jika pemeriksaan dilakukan pada musim hujan atau muka air tanah tinggi
- FK_{B-BB} = faktor koreksi beban uji *Benkelman Beam* (BB)
- = $77,343 \times (\text{Beban Uji dalam ton})^{(-2,-715)}$

Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Lendutan Terhadap Temperatur Standar (Ft)

TL (°C)	Faktor Koreksi (Ft)		TL (°C)	Faktor Koreksi (Ft)	
	Kurva A (HL < 10 cm)	Kurva B (HL > 10 cm)		Kurva A (HL < 10 cm)	Kurva B (HL > 10 cm)
20	1,25	1,53	46	0,90	0,81
22	1,21	1,42	48	0,88	0,79
26	1,13	1,25	52	0,85	0,74
28	1,09	1,19	54	0,84	0,72
30	1,06	1,13	56	0,83	0,70
32	1,04	1,07	58	0,82	0,68
34	1,01	1,02	60	0,81	0,67
36	0,99	0,98	62	0,79	0,65
38	0,97	0,94	64	0,78	0,63
40	0,95	0,90	66	0,77	0,62
42	0,93	0,87	68	0,77	0,61
44	0,91	0,84	70	0,76	0,59

Sumber: Bina Marga, 2005



Gambar 2.5 Faktor Penyesuaian Lendutan Terhadap Temperatur Standar

Sumber: Bina Marga, 2005

2. Keseragaman Lendutan

Perhitungan penambahan tebal di setiap titik uji menghasilkan desain yang lebih akurat, yaitu dengan membagi ruas berdasarkan pertimbangan keseragaman lendutan. Penilaian keseragaman lendutan ditentukan dengan rentang faktor keseragaman, yaitu 0-10 sangat baik 11-20 baik dan 21-30 cukup baik. Sehingga menentukan faktor keseragaman digunakan Rumus:

$$FK = \frac{s}{D_r} \times 100\% < FK_{ijin}$$

Dimana:

FK = faktor keseragaman (%)

Fk_{ijin} = faktor keseragaman yang diijinkan

= 0% - 10% sangat baik

= 11% - 20% baik

= 21% - 30% cukup baik

D_r = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

$$= \frac{\sum_{\frac{1}{2}}^{ns} d}{2}$$

s = standar deviasi

$$= \sqrt{\frac{ns(\sum_1^{ns} d^2) - (\sum_1^{ns} d)^2}{ns(ns-1)}}$$

Dimana:

d = nilai lendutan balik (Db) atau lendutan langsung (DI) tiap titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

ns = jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

3. Lendutan Wakil

Sesuai fungsi atau kelas jalan untuk besarnya nilai lendutan ditentukan dengan Rumus:

a. Jalan arteri atau jalan tol

$$D_{wakil} = d_R + 2s$$

b. Jalan kolektor

$$D_{wakil} = d_R + 1,64s$$

c. Jalan lokal

$$D_{wakil} = d_R + 1,28s$$

Dimana:

D_{wakil} = lendutan yang mewakili suatu seksi jalan

D_r = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

s = standar deviasi

2.7.3 Tebal Lapis Tambah (*Overlay*)

1. Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah (*Overlay*)

Menghitung desain tebal lapis tambah (*overlay*) berdasarkan temperatur standar yaitu 35°C. Dikarenakan temperatur perkerasan rata-rata

tahunan (TPRT) disetiap lokasi di Indonesia berbeda, oleh karena itu perlu dilakukan koreksi terhadap temperatur standar.

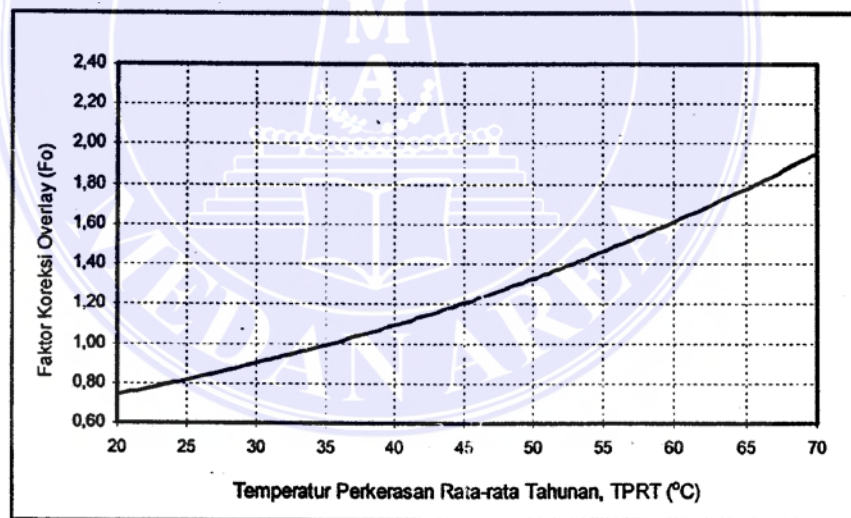
Didalam Bina Marga T-05-2005 B, telah dilampirkan data temperatur perkerasan rata-rata tahunan untuk setiap wilayah/kota di Indonesia. Namun, faktor koreksi ketebalan lapisan tambahan (Fo) dapat dihitung menggunakan Gambar 2.6 atau dengan Rumus:

$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})}$$

Dimana:

Fo = faktor koreksi tebal lapis tambah (*overlay*)

TPRT = temperatur perkerasan rata-rata tahunan untuk daerah atau kota tertentu (Lampiran 2)



Gambar 2.6 Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah (Fo)

Sumber: Bina Marga, 2005

2. Jenis Lapis Tambah (*Overlay*)

Metode Bina Marga T-05-2005 B ini hanya berlaku untuk lapisan tambahan yang memakai Laston dengan modulus resilien (MR) 2000 Mpa,

dan Stabilitas Marshall minimum 800 kg. Nilai modulus resilien mengacu pada hasil pengujian UMATTA atau alat lain dengan 25°C.

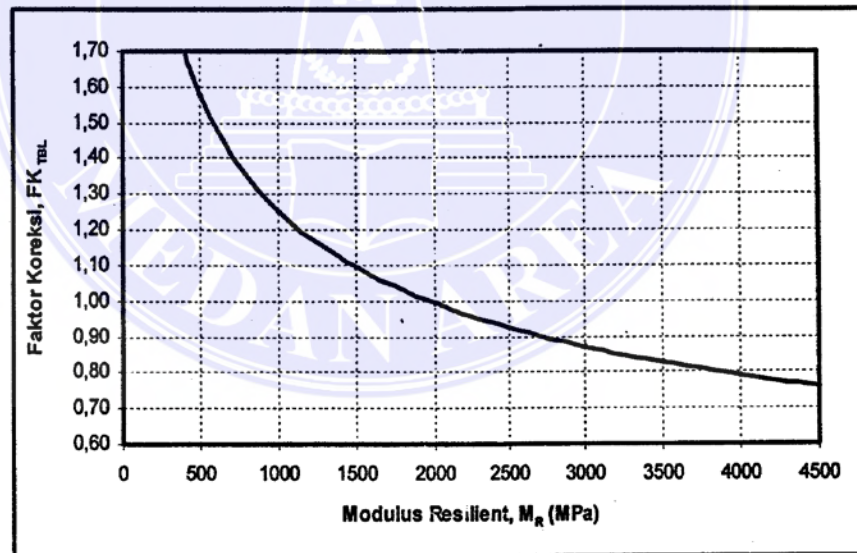
Jika campuran aspal yang dipakai untuk lapis tambah adalah Laston Modifikasi dan Lataston atau campuran beraspal yang mempunyai perbedaan sifat, maka bisa digunakan faktor koreksi untuk ketebalan lapisan tambahan penyesuaian (FK_{TBL}) pada Gambar 2.7 atau dengan Tabel 2.8 dan Rumus:

$$FK_{TBL} = 12,51 \times M_R^{-0,333}$$

Dimana:

FK_{TBL} = faktor koreksi tebal lapis tambah penyesuaian

M_R = modulus resilien (Mpa)



Gambar 2.7 Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah Penyesuaian (FK_{TBL})

Sumber: Bina Marga, 2005

Tabel 2.8 Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah Penyesuaian (FK_{TBL})

Jenis Lapisan	Modulus Resilien, MR (Mpa)	Stabilitas Marshall (kg)	FK_{TBL}
Laston Modifikasi	3000	Min. 1000	0,85
Laston Modifikasi	2000	Min. 800	1,00
Lataston	1000	Min. 800	1,23

Sumber: Bina Marga, 2005

3. Prosedur Pengerjaan

Adapun langkah-langkah perhitungan *overlay* berdasarkan alat *Benkelman Beam* (BB) adalah sebagai berikut:

a. Menghitung repitisi beban lalu lintas (CESA)

$$CESA = ESA \times 365 \times R \times C \quad (1)$$

Dimana:

ESA = lintas sumbu standar ekivalen untuk 1 hari

C = koefisien distribusi kendaraan

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

b. Menghitung lendutan hasil uji *Benkelman Beam*, dan koreksi dengan faktor muka air tanah, temperatur, dan benda uji

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB} \quad (2)$$

Dimana:

d_B = lendutan balik (mm)

d_1 = lendutan pada saat beban berada pada titik pengukuran (mm)

d_3 = lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran (mm)

Ft = faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar

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

Ca = faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)

c. Menentukan panjang seksi yang mempunyai keseragaman (FK) sesuai tingkat keseragaman yang diinginkan

$$FK = \frac{s}{d_R} \times 100\% < FK_{ijin} \quad (3)$$

Dimana:

FK = faktor keseragaman (%)

Fk_{ijin} = faktor keseragaman yang diijinkan

d_R = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

= 0% - 10% sangat baik

= 11% - 20% baik

= 21% - 30% cukup baik

d. Menghitung lendutan wakil (D_{wakil}) untuk masing-masing seksi jalan yang tergantung dari kelas jalan.

$$D_{wakil} = d_R + 1,64s \quad (4)$$

Dimana:

D_{wakil} = lendutan yang mewakili suatu seksi jalan

d_R = lendutan rata-rata suatu seksi jalan

s = standar deviasi

e. Menghitung lendutan rencana/ijin ($D_{rencana}$) dengan Rumus:

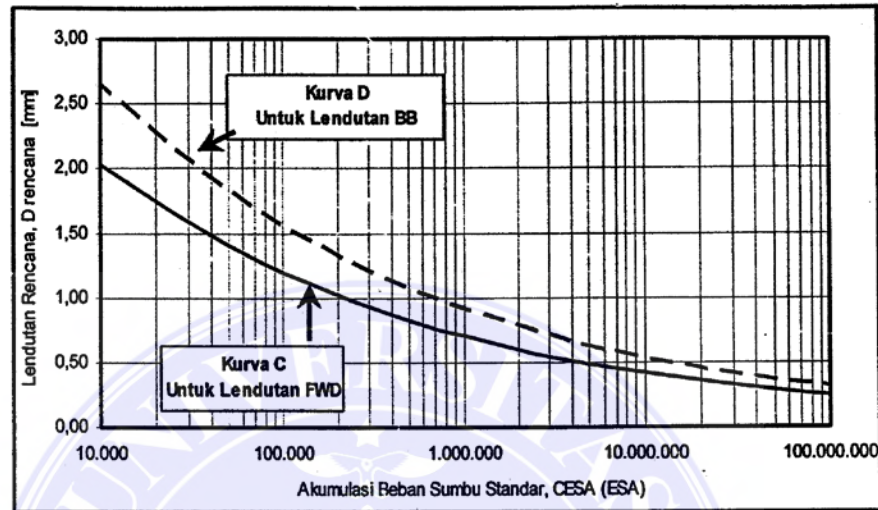
$$D_{rencana} = 22,208 \times CESA^{(-0,2307)} \quad (5)$$

Dimana:

$D_{rencana}$ = lendutan rencana (mm)

CESA = akumulasi ekivalen beban sumbu standar ESA

Untuk menentukan lendutan rencana ($D_{rencana}$) bisa dengan memplotkan data lalu lintas rencana (CESA) ke dalam Gambar 2.8



Gambar 2.8 Hubungan Antara Lendutan Rencana dan Lalu Lintas

Sumber: Bina Marga, 2005

f. Menghitung (H_o) dengan memploting nilai $D_{wakil}/D_{rencana}$ kedalam Gambar 2.9 atau dengan Rumus:

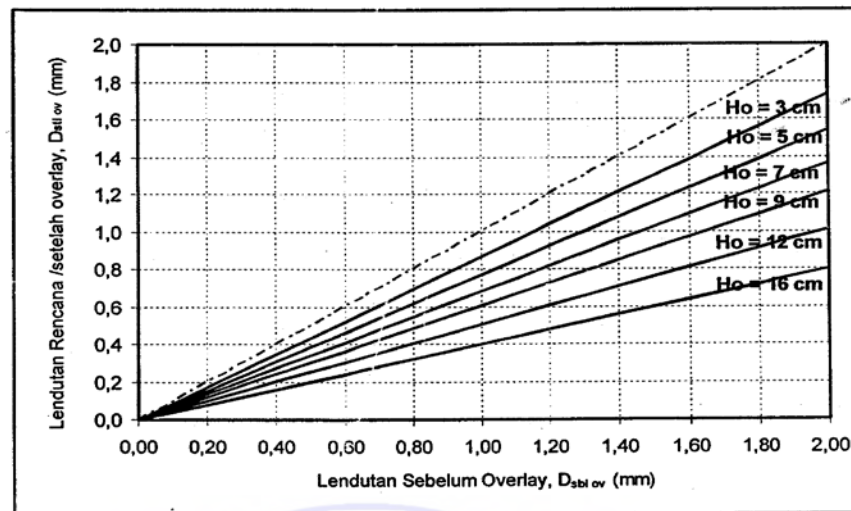
$$H_o = \frac{[\ln(1,0364) + \ln(D_{sblov}) - \ln(D_{stlov})]}{0,0597} \quad (6)$$

Dimana:

H_o = tebal lapis tambah sebelum dikoreksi temperatur rata-rata tahunan daerah tertentu (cm)

D_{sblov} = lendutan sebelum lapis tambah (D_{wakil})

D_{stlov} = lendutan setelah lapis tambah ($D_{rencana}$)



Gambar 2.9 Tebal Lapis Tambah/Overlay (Ho)

Sumber: Bina Marga, 2005

g. Menghitung (Ht), yaitu mengalikan Ho dengan (*overlay*) (Fo). Agar diperoleh nilai Ht, plottinglah ke dalam Gambar 2.10 atau dengan Rumus:

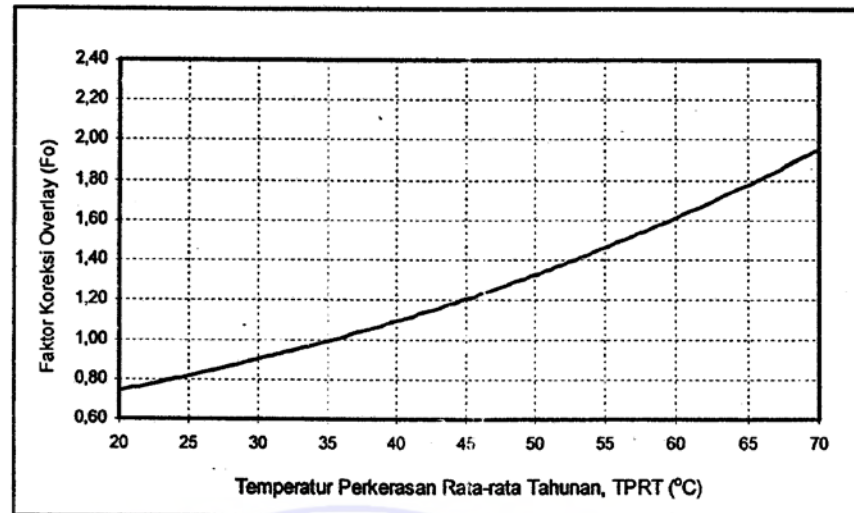
$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}(0,0194 \times \text{TPRT}) \quad (7)$$

$$H_t = H_o \times F_o \quad (8)$$

Dimana:

Ht = tebal (*overlay*) laston setelah dikoreksi dengan TPRT daerah tertentu (cm)

Ho = tebal (*overlay*) laston sebelum dikoreksi dengan TPRT daerah tertentu (cm) tambah (*overlay*)



Gambar 2.10 Faktor Koreksi Tebal Lapis Tambah/Overlay (Fo)

Sumber: Bina Marga, 2005

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

Penanganan *overlay* dimaksudkan untuk meningkatkan fungsionalitas jalan, termasuk mengelola permukaan, kenyamanan, dan peningkatan lainnya di permukaan jalan yang tidak bertekstur. Ada tiga cara yang bisa digunakan, yaitu:

1. Pedoman Perencanaan Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan (Pd. T-05-2005).
2. AASHTO 1993 yang diuraikan pada Pedoman Perencanaan Lentur (Pt T-01-2002-B).
3. Berdasarkan lendutan (modifikasi dari Pd. T-05-2005) didalam Pedoman Desain Perkerasan Lentur (Interim) No.002/P/BM/2011.

Metode ini menggunakan analisis kurva defleksi, sehingga menekankan pada direktif interim N.002/P/BM/2011 dan pendekatan perangkat lunaknya. Untuk analisis kurva, Anda perlu mengimpor data defleksi FWD atau BB yang dimodifikasi.

Pendekatan didalam menentukan *overlay* secara umum mencakup dua (2) kriteria, yakni:

1. Deformasi permanen memakai lendutan maksimum
2. Retak leleh memakai lengkungan lendutan.

Apabila dibutuhkan suatu lapis tambahan, untuk perkerasan dengan beban lalu lintas rencana ≥ 100.000 ESA4 dibutuhkan pemeriksaan kinerja kelelahan pada lapisan *overlay*. Jika jalan dengan lalu lintas rendah (<100.00 ESA4) dan perkerasan dengan HRS, retak leleh aspal bukanlah model kerusakan yang umum. Maka dari itu, agar perkerasan lalu lintas rendah dan pekerasan HRS, pemeriksaan kinerja *fatigure* tidaklah perlu.

Pendekatan defleksi maksimum (D_0) untuk menentukan ketebalan lapisan digunakan dalam Panduan Interim No. 002 / P / BM / 2011 dan metode desain lapisan *overlay Austroads*. Lendutan maksimum (D_0) digunakan untuk menentukan ketebalan lapisan dan menghindari lekukan permanen pada *subbase* dan tanah dasar. Grafik desain berdasarkan defleksi maksimum ditunjukkan pada Gambar 2.11.

Kemungkinan retak leleh pada lapisan tambahan tidak dapat dinilai dengan menggunakan desain yang didasarkan pada defleksi maksimum (D_0). Aturan tambahan diterapkan berupa nilai defleksi mangkuk lendutan (*deflection bowl*) atau batas defleksi D_0 - D_{200} untuk mengakomodasi retak leleh. Hal ini harus diperhitungkan agar lapisan atap dapat menahan retak leleh.

Nilai lengkung lendutan karakteristik ($D_0 - D_{200}$) dihitung berdasarkan retak leleh ditunjukkan pada Gambar 2.13.

2.8.1 Tahapan Desain Overlay

Dalam menentukan tebal *overlay* Berdasarkan beban lalu lintas dalam menentukan tebal *overlay*, ada tiga (3) tahapan.

- a. Lalu lintas ≤ 100.000 ESA4

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan, jika diperoleh lalu lintas ≤ 100.000 ESA4, perencanaan desain *overlay* hanya perlu dilakukan dengan lendutan maksimum (D_0) sesuai Gambar 2.11.

- b. Lalu lintas > 100.000 ESA4

Jalan dengan lalu lintas > 100.000 ESA4 berpotensi retak di lapisan aspal. Sehingga, kriteria deformasi permanen (lendutan maksimum D_0) dan kriteria retak leleh (engkung lendutan, $D_0 - D_{200}$) haruslah dihitung. Gunakanlah gambar desain grafik pada Gambar 2.11 dan Gambar 2.13

- c. Lalu Lintas lebih besar 10×10^6 ESA4 atau 20×10^6 ESA5

Untuk pekerjaan rehabilitasi dengan beban lalu lintas lebih besar daripada 10×10^6 ESA4 atau lebih besar daripada 20×10^6 ESA5 haruslah menggunakan prosedur mekanistik empiris atau Pt T-01-2002-B atau AASHTO 1993.

Untuk menghitung nilai modulus lapisan perkerasan dipakai data lendutan permukaan dan tebal perkerasan eksisting, yang mana nantinya digunakan untuk program analisi perkerasan *multi-layer*.

2.8.2 Analisa Volume Lalu Lintas

Data lalu lintas sangatlah penting dalam menentukan beban lalu lintas rencana yang didukung oleh perkerasan selama tahap desain. Perhitungan beban dari volume lalu lintas selama pada tahun survei dan diperkirakan

selama periode perencanaan. Lalu lintas tahun pertama adalah volume lalu lintas tahun pertama setelah penyelesaian atau perbaikan perkerasan direncanakan.

Dua elemen penting dalam desain, yaitu:

- Beban gandar kendaraan komersial
- Volume lalu lintas yang dinyatakan dalam beban sumbu 30actor30r

Menentukan nilai LHRT sesuai MKJI, yaitu:

1. Data Lalu Lintas

Keberhasilan suatu desain perkerasan dipengaruhi oleh keakuratan data lalu lintas. Untuk menghindari terjadinya kesalahan data, maka perlu dilakukan perhitungan secara detail yang mencakup keseluruhan kendaraan niaga sebelum perencanaan akhir.

2. Jenis Kendaraan

Sistem klasifikasi kendaraan tertuang dalam Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B). Beban pada as mobil dan mobil kecil dan menengah cukup rendah untuk menjamin sedikit kemungkinan kerusakan 30actor30ral pada perkerasan. Analisis harus mempertimbangkan hanya kendaraan komersial dengan enam roda atau lebih..

3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada formula yang berkorelasi dengan data rantai pertumbuhan atau faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Bila ada data tidak tersedia, gunakan Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan	4,80	2,83	5,14	2,75
Kolektor Rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan Desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber: Bina Marga, 2017

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif dengan menggunakan Rumus:

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

Dimana:

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

I = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

Jika diprediksi akan terjadi perbedaan laju pertumbuhan tahunan selama total umur rencana (UR), dimana $i_1\%$ selama awal (UR1 tahun) dan $i_2\%$ selama sisa periode berikutnya (UR – UR1), sehingga pertumbuhan lalu lintas kumulatif dihitung dengan Rumus:

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

Dimana:

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i_1 = laju pertumbuhan tahunan lalu lintas periode 1 (%)

i_2 = laju pertumbuhan tahunan lalu lintas periode 2 (%)

UR = total umur rencana (tahun)

UR1 = umur rencana periode 1 (tahun)

Sebagaimana yang telah dijelaskan, periode yang rasio volume kapasitasnya (RVK), belum sampai ditingkat kejenuhan ($RVK \leq 0.85$).

Namun, bila kapasitas lalu lintas bisa tercapai pada tahun ke (Q) dari umur yang direncanakan (UR), faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dihitung dengan Rumus:

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

Analisis lalu lintas haruslah mempertimbangkan faktor pengalihan lalu lintas yang berdasarkan jaringan jalan perencanaan peningkatan kapasitas jalan yang ada dan pembangunan jalan baru.

4. Lalu Lintas pada Umur Rencana

Laju rencana merupakan salah satu bagian lintasan dengan lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) terbesar. Beban lalu dinyatakan sebagai beban standar kumulatif per sumbu (ESA), dengan mempertimbangkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL).

Sehingga jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) biasanya diambil 0,50 kecuali pada lokasi dimana jumlah kendaraan niaganya cenderung lebih tinggi pada suatu arah tertentu. Faktor distribusi jalan yang ditunjukkan pada Tabel 2.10

Tabel 2.10 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: Bina Marga, 2017

Berdasarkan Permen PU No.19/PRT/M/2011, bahwa beban rencana disetiap lajur tidak boleh melebihi kapasitas lajur umur rencana.

5. Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas diubah menjadi beban standar (ESA) dengan menggunakan faktor kerusakan kendaraan (*Vehicle Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan ESA yang terakumulasi dalam jejak desain selama periode perencanaan. Tabel 2.11 menyajikan kondisi pengumpulan data beban poros.

Tabel 2.11 Pengumpulan Data Beban Gandar

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

Sumber: Bina Marga, 2017

Beban gandar yang menggunakan sistem tetap membutuhkan beban roda minimal 18 ton (tunggal atau ganda) atau beban gandar tunggal minimal 35 ton.

Jika data hasil sensor beban sumbu tidak tersedia, nilai VDF pada Tabel 2.12 dan Tabel 2.13 dapat digunakan untuk menghitung ESA.

Tabel 2.12 adalah VDF regional untuk setiap jenis kendaraan niaga yang diproduksi oleh Office des Routes dari tahun 2012 hingga 2013.

Tabel 2.12 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: Bina Marga, 2017

Tabel 2.13 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: Bina Marga, 2017

6. Sebaran Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

Beban lalu lintas desain didasarkan pada distribusi (*heavy vehicle axle group*, HVAG) dan bukan nilai ESA. Karakteristik proporsi sumbu dan proporsi beban setiap kelompok gandar dapat diperoleh dengan menggunakan data hasil survei jembatan timbang.

7. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas selama periode desain dan dihitung dengan Rumus 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

2.8.3 Tebal Overlay Non-Struktural

Lapisan haruslah setidaknya memiliki ketebalan minimum. Permukaan yang tidak seragam membutuhkan lapisan aspal yang lebih tebal agar mencapai tingkat kerataan yang diinginkan. Pada dasarnya, permukaan yang sangat kasar diperbaiki dengan menerapkan dalam dua lapisan, dan tidak bergantung pada satu lapisan agar mencapai IRI yang diinginkan.

Pengupasan (*milling*) harus dipertimbangkan agar memperbaiki ketidakteraturan dipermukaan.

Jika *overlay* didesain hanya untuk memperbaiki kerataannya saja (non-struktural), maka gunakanlah tebal *overlay* dari Tabel 2.14.

Tabel 2.14 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: Bina Marga, 2017

2.8.4 Tebal *Overlay* Berdasarkan Lendutan Maksimum

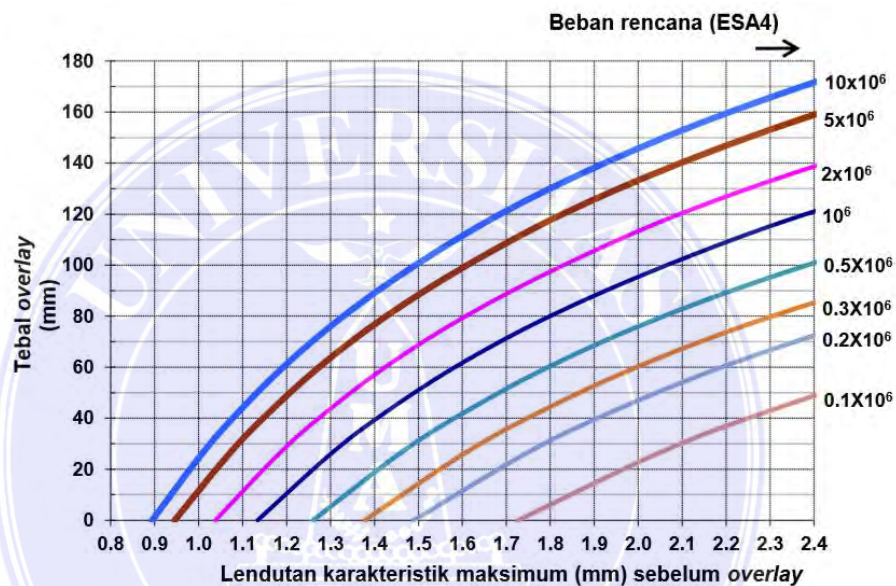
Menggunakan rencana pada Gambar 2.11, menentukan kebutuhan akan lapisan untuk mencegah deformasi permanen. Berdasarkan Gambar 2.11, akan dihasilkan desain dengan biaya lebih rendah dibanding menggunakan Pd T-05-2005 yang sudah dimodifikasi menjadi pedoman interim No.002/P/BM/2011 dan perangkat-lunaknya SDPJL.

Oleh karena itu, untuk lalu lintas dengan beban >100.000 ESA4, desain yang dicetak tebal harus menggunakan Gambar 2.11 dan menggabungkannya dengan Gambar 2.13.a. dan Gambar 2.13.b untuk menghindari kerusakan kelelahan. Permintaan tersebut membutuhkan justifikasi teknis. Jika tidak ada risiko merusak, solusi berdasarkan kurva defleksi sudah cukup.

Dan menentukan tebal *overlay* berdasarkan lendutan balik maksimum (*Benkelman Beam*), menghitung dan memasukkan nilai karakteristik

lendutan dan beban lalu lintas rencana (ESA_4) pada Gambar 2.11, lalu diperoleh tebal *overlay* pada sumbu vertikal. Jika lendutan diukur dengan alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD), gunakanlah faktor koreksi defleksi pada Tabel 2.20.

Bagan desain Gambar 2.11 berlaku untuk beban desain hingga 10 x 106 ESA_4 .



Gambar 2.11 Solusi *Overlay* Berdasarkan Lendutan Balik BB untuk WMAPT 41°C

Sumber: Bina Marga, 2017

2.8.5 Tebal *Overlay* Berdasarkan Lengkungan Lendutan

Apabila beban lalu lintas rencana > dari 100.000 ESA_4 , maka digunakan lengkung lendutan. Jika hasil uji lendutan hanya membutuhkan lapisan tipis HRS, maka lapisan HRSWC tersebut sangat tahan lelah sehingga tidak perlu dilakukan pengujian persyaratan lendutan.

Tahapan dalam penentuan desain *overlay* berdasarkan lengkung lendutan adalah:

1. Menggunakan alat FWD/BB.

2. Menentukan nilai rata-rata lengkung lendutan sebelum *overlay* sebagai nilai lengkung lendutan.
3. Apabila digunakan data BB, koreksilah nilai lengkung lendutan yang didapat dengan faktor penyesuaian lengkung lendutan BB ke FWD yaitu mengalikan nilai lengkung lendutan yang didapat dari langkah 2 dengan faktor penyesuaian (Tabel 2.19 Faktor koreksi lengkung lendutan BB ke FWD). (Catatan: koreksi temperatur tidak diperlukan).
4. Menentukan ketebalan lapisan yang dibutuhkan seperti yang ditentukan didalam prosedur desain *overlay*.

Lengkung lendutan dinyatakan pada titik belok lengkung atau CF (*curvature function*) berdasarkan bentuk lengkung lendutan, dimana:

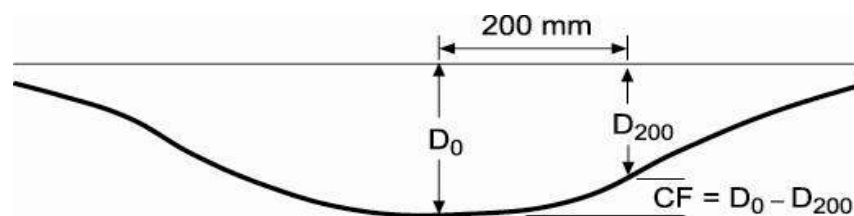
$$CF = D_0 - D_{200}$$

Dimana:

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 menjelaskan skema dimensi fungsi lengkung lendutan (*curvature function* atau titik belok).

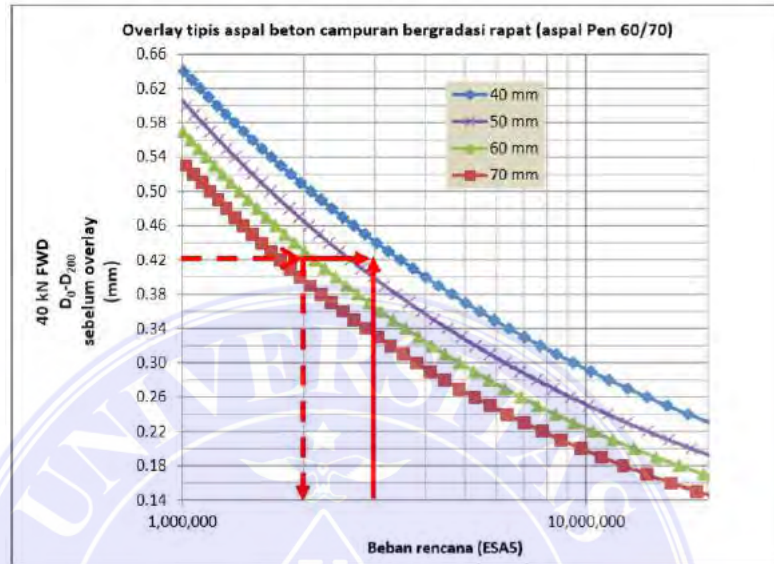


Gambar 2.12 Fungsi Lengkung Lendutan

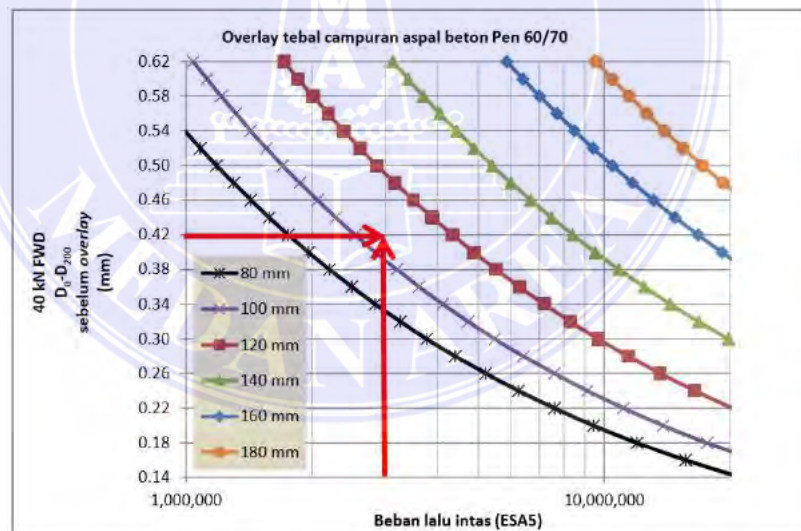
Sumber: Bina Marga, 2017

a. Grafik desain lengkung lendutan pada WMAPT 41°C

Tebal *overlay* ditentukan berdasarkan *overlay* tipis atau *overlay* tebal seperti 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°C

Sumber: Bina Marga, 2017

2.8.6 Penyesuaian Nilai Pengukuran Lendutan Terhadap Musim

Besar lendutan permukaan perkerasan aspal dipengaruhi oleh jenis tanah dan kadar air substrat. Selain ketinggian muka air tanah, kelembaban tanah dasar juga dipengaruhi oleh iklim. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka pengukuran harus dilakukan disaat kondisi perkerasan paling lemah, di musim hujan.

Jika survei lendutan dilakukan selama musim kemarau, perlu mengoreksi nilai defleksi. Faktor koreksi musiman adalah nilai perbandingan antara lendutan maksimum di musim hujan dan di musim kemarau:

Faktor koreksi musim kemarau = 1,2

Faktor koreksi musim penghujan = 1,0*

*Berlaku bila melakukan uji lendutan di musim hujan, atau bila muka air tanah minimal 3 m lebih rendah dari posisi pondasi.

2.8.7 Penyesuaian Nilai Pengukuran Lendutan terhadap Temperatur Pengujian

Selama *overlay* diatas perkerasan berbutir, hasil pengukuran lendutan harus dikoreksi. Ini disebabkan karena temperatur perkerasan mempengaruhi kekakuan dan kinerja perkerasan beraspal dalam merespon beban. Jika temperatur perkerasan saat pengukuran dan pada kondisi pelayanan berbeda secara signifikan, lengkung lendutan yang diukur tidak mewakili respon perkerasan terhadap pembebanan lalu lintas. Sehingga, faktor koreksi suhu diperlukan.

Temperatur perkerasan harian di suatu lokasi dipengaruhi oleh temperatur perkerasan tahunan rata-rata (*Weighted Mean Annual Pavement Temperatur* = WMAPT). Temperatur perkerasan rata-rata tahunan dapat diperkirakan berdasarkan temperatur rata-rata tahunan (*Weighted Mean Annual Air Temperatur*, WMAAT). Secara umum, temperatur perkerasan tahunan rata-rata di Indonesia yaitu 42⁰C di daerah pesisir dan 38⁰C di daerah pegunungan. Temperatur perkerasan rata-rata 41⁰C dipakai sebagai acuan dalam manual ini.

Faktor koreksi temperatur untuk pengukuran lendutan dihitung berdasarkan langkah-langkah berikut:

Langkah 1: Menentukan faktor koreksi temperatur, f_T , dengan Rumus:

$$f_T = \frac{\text{WMAPT}}{\text{Temperatur Perkerasan Saat Pengukuran Lendutan}}$$

Langkah 2: Menentukan faktor koreksi temperatur menggunakan Tabel 2.15 dan Tabel 2.16.

Untuk Tabel 2.15 dan 2.16 apabila pengujian lendutan FWD. Jika ketebalan permukaan aspal kurang dari 25 mm, tidak diperlukan faktor koreksi temperatur.

Tabel 2.15 Faktor Koreksi Temperatur Lentutan (D_0) untuk FWD

<i>AMPT</i>	Tebal Aspal Eksisting (mm)						
	<i>TEMLapangan</i>	25	50	100	150	200	300
0,50		0,93	0,87	0,81	0,75	0,96	0,59
0,60		0,95	0,91	0,86	0,81	0,76	0,68
0,70		0,96	0,94	0,9	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: Bina Marga, 2017

Untuk Tabel 2.17 dan 2.18 apabila pengujian lendutan menggunakan Benkelman Beam. Jika tebal permukaan beraspal kurang dari 25 mm, tidak memerlukan faktor koreksi temperatur.

Tabel 2.16 Faktor Koreksi Temperatur Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200})

FWD						
<i>AMPT</i>	Tebal Aspal Eksisting (mm)					
<i>TEMLapangan</i>	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: Bina Marga, 2017

Tabel 2.17 Faktor Koreksi Temperatur Lengkung Lendutan (D_0) untuk BB

<i>AMPT</i>	Tebal Aspal Eksisting (mm)					
<i>TEMLapangan</i>	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: Bina Marga, 2017

Tabel 2.18 Faktor Koreksi Temperatur Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200})
untuk BB

<i>AMPT</i> <i>TEMLapangan</i>	Tebal Aspal Eksisting (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: Bina Marga, 2017

2.8.8 Penyesuaian Nilai Lendutan dan Lengkung Lendutan

Lendutan dan lengkung lendutan yang diuji dengan *Benkelman Beam* dan FWD menghasilkan nilai yang berbeda dan memerlukan penyesuaian atau standarisasi pengukuran

Bagan desain *overlay*, yang mencakup kriteria kelelahan perkerasan aspal, didasarkan pada lengkung lendutan FWD. Oleh karena itu, ketika melakukan pengukuran menggunakan BB, nilai yang dihasilkan harus dikalikan dengan faktor normalisasi untuk mengubahnya menjadi nilai yang setara dengan FWD. Faktor-faktor ini tergantung pada komposisi penutup lantai dan kekuatan lantai. Koefisien yang paling tepat berasal dari pengukuran medan paralel. Namun, untuk kenyamanan, asumsi awal untuk faktor penyesuaian ditunjukkan pada Tabel 2.19.

Tabel 2.19 Faktor Penyesuaian Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200}) BB ke FWD

Tebal Aspal	Faktor	Tebal Aspal	Faktor
0	1,00	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	0,60
120	0,75	280	0,59
140	0,72	300	0,59

Sumber: Bina Marga, 2017

Bagan desain *overlay* kriteria lendutan maksimum didasarkan pada lendutan yang diukur dengan *Benkelman Beam*. Jika ingin mendapatkan data defleksi dari FWD, perlu mengalikan nilai yang diperoleh dengan faktor koreksi dan mengubah data yang diperoleh menjadi data defleksi *Benkelman Beam*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.20.

Tabel 2.20 Faktor Penyesuaian Lendutan (D_0) FWD ke BB

Tebal Aspal Eksisiting (mm)	Faktor	Tebal Aspal Eksisiting (mm)	Faktor
0	1	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	1,2	260	1,34
120	1,22	280	1,35
140	1,24	300	1,36

Sumber: Bina Marga, 2017

2.8.9 Lengkung Lendutan Karakteristik (*Characteristic Curvature*)

Apabila beban lalu $> 1 \times 10^5$ ESA5, maka perlu digunakan Lengkung Lendutan Karakteristik agar desain *overlay* bisa mencapai tujuan yang

diinginkan. Hasil ini ditetapkan setelah dilakukannya koreksi terhadap masing-masing pengukuran.

2.8.10 Overlay Menggunakan Aspal Modifikasi

Aspal termodifikasi, khususnya aspal termodifikasi SBS, bisa memperpanjang umur *fatigue* dari *overlay* aspal tipis hingga 3 kali (lihat Tabel 2.21).

Tabel 2.21 Umur Lelah (*Fatigue*) Aspal Modifikasi

Deskripsi Bahan Pengikat Aspal Modifikasi	Penyesuaian Modulus Relatif Terhadap Aspal Pen. 60/70	Faktor Penyesuaian <i>Fatigue</i> (Pendekatan Toleransi <i>Fatigue</i> 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: Bina Marga, 2017

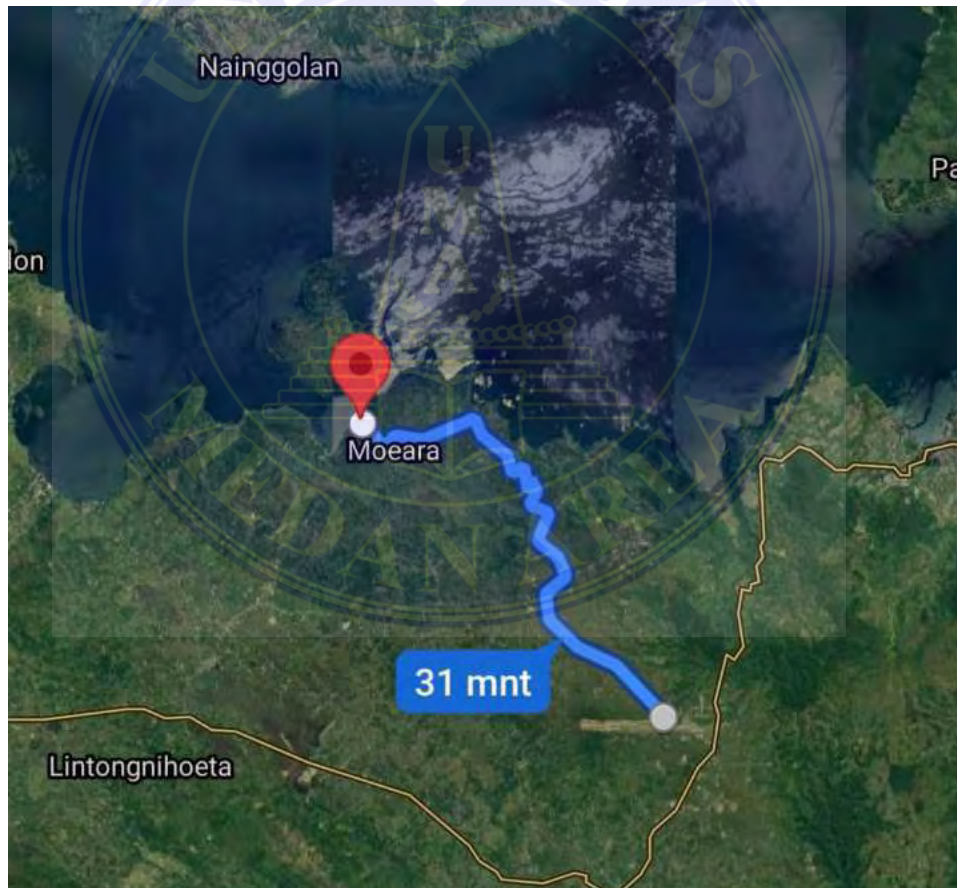
Bila menggunakan aspal yang dimodifikasi, masa layanan dikalikan dengan koefisien yang tercantum pada Tabel 2.21. Apabila masa layanan lebih lama dari yang diharapkan, dapat menggunakan *overlay* tipis.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian Analisis Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Perkerasan Lentur dengan menggunakan metode Bina Marga T-05-2005 B dan metode Manual Desain Perkerasan 2017 berada di Ruas Jalan Silangit – Sp.3 Muara –Muara – Bakkara (Bts. Humbahas) Kab. Tapanuli Utara sepanjang 2.3 km, seperti terlihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Peta Lokasi

Sumber: Google Map

3.2 Tinjauan Umum

Metodologi pada tugas akhir ini berisi kajian analisis tebal lapisan tambah (*overlay*) perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga T-05-2005 B dan metode Manual Desain Perkerasan 2017. Didalam penulisan tugas akhir metodologi analisis yang digunakan adalah:

- a. Menentukan kebutuhan data yang akan diolah menggunakan metode yang telah ditetapkan.
- b. Survei pada instansi – instansi yang dapat dijadikan narasumber data.
- c. Survei lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi proyek.
- d. Perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur dengan menggunakan metode Bina Marga T-05-2005 B dan metode Manual Desain Perkerasan 2017.
- e. Membandingkan tebal lapis tambah (*overlay*) yang dihasilkan Bina Marga T-05-2005 B dan metode Manual Desain Perkerasan 2017.
- f. Pengambilan hasil akhir dan kritik untuk studi lebih lanjut.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data penting untuk mendapatkan solusi masalah secara ilmiah. Didalam pengumpulan data, peranan instansi sangatlah diperlukan sebagai pendukung untuk memperoleh data yang dibutuhkan. Berikut adalah hal-hal yang harus diperhatikan didalam pengumpulan data yaitu:

1. Jenis data dan tempat diperolehnya data
2. Banyak data yang mesti dikumpulkan agar diperoleh data yang cukup akurat.

Adapun metode pengumpulan data yang dilakukan didalam penyusun Tugas Akhir ini yaitu:

1. Metode Literatur

Metode ini dilaksanakan dengan mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data untuk didokumentasikan dan metode kerja yang digunakan.

2. Metode Observasi

Metode ini dilakukan melalui survei lapangan secara langsung untuk memperoleh gambaran yang lengkap untuk dipertimbangkan dalam perancangan struktur dan untuk mengetahui keadaan sebenarnya di lapangan.

3.4 Jenis-jenis Data

Dalam pelaksanaan dan penyusunannya digunakan dua jenis data sebagai bahan acuan:

- Data Primer
- Data Sekunder

3.4.1 Data Primer

Data primer adalah data yang hanya dapat diperoleh dari sumber atau asalnya saja. Data primer harus menghasilkan responden survei langsung dari sumber aslinya dan melalui sumber yang sesuai.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh langsung dari instansi yang terkait. Data tersebut meliputi:

a. Data (LHR)

Data ini bisa didapat dari instansi terkait.

b. Data Lendutan dengan *Benkelman Beam* (BB)

Didapat dari instansi terkait.

c. Umur rencana

Umur rencana didapat dari instansi terkait.

3.5 Analisis dan Pengolahan Data

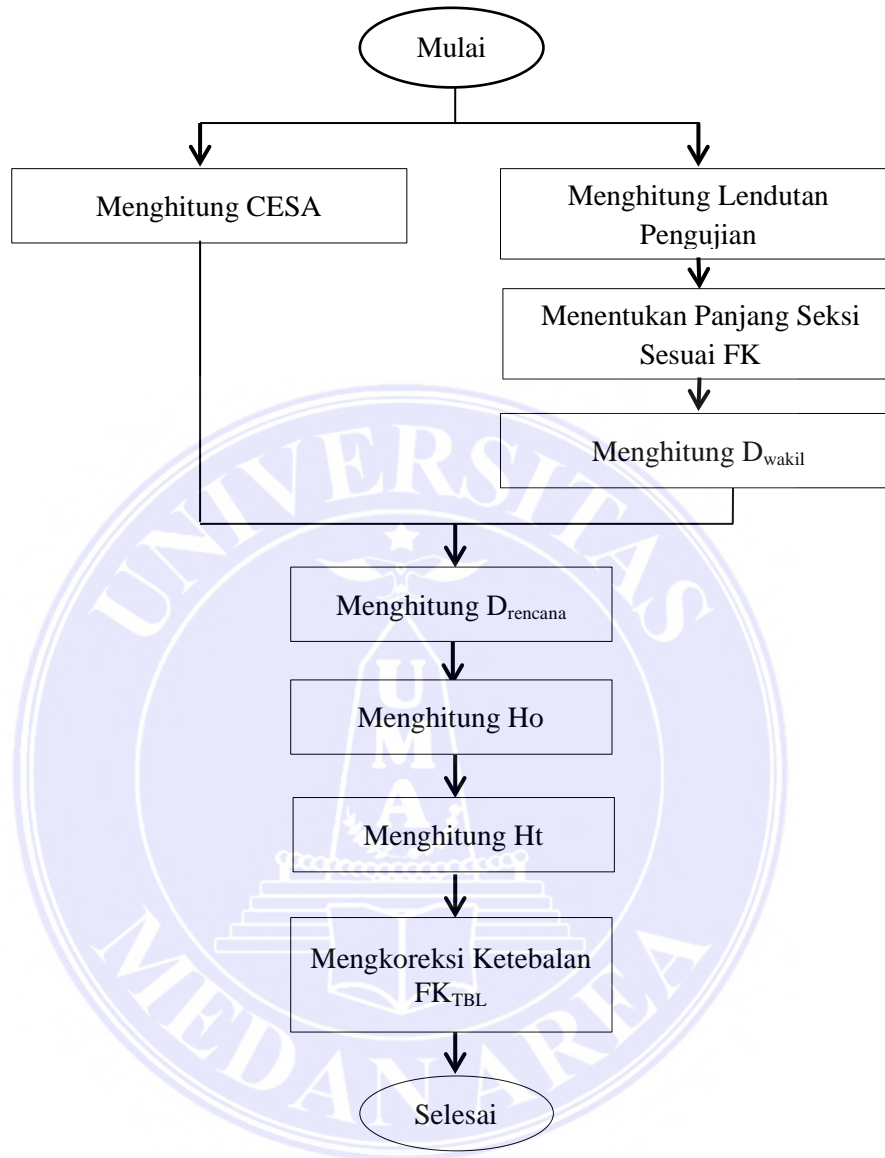
Analisis dan pengolahan data dilakukan dari data yang diperlukan dan dikelompokkan sesuai dengan tujuan khusus dari masalah untuk memberikan analisis solusi yang tepat sasaran. Analisis dilakukan sebagai berikut:

- Data lalu lintas
- Data lendutan

3.6 Kerangka Berpikir

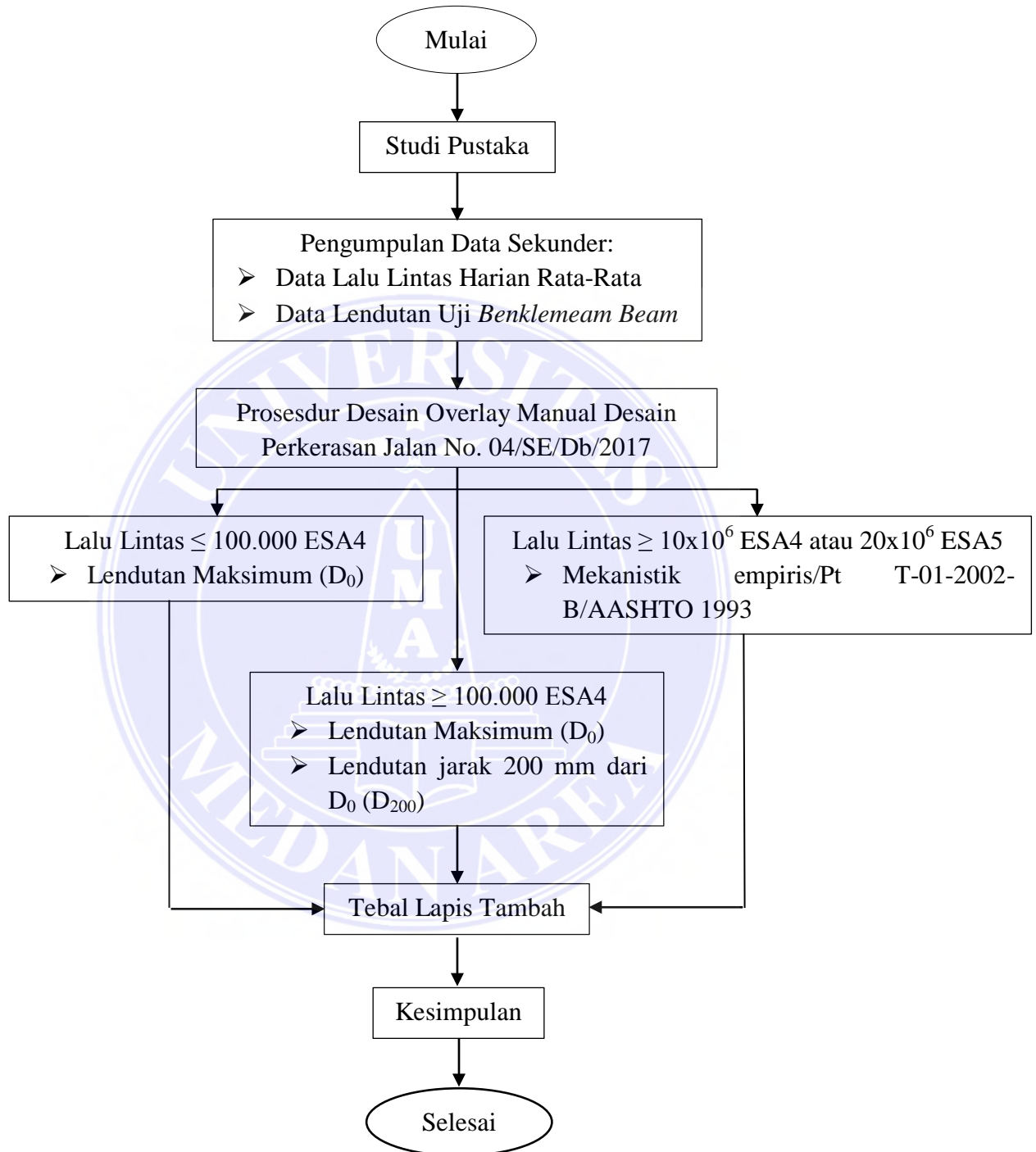
Tahap ini memberikan gambaran dari langkah awal hingga akhir penyusunan laporan tugas akhir. Penjabaran penjelasan tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk flowchart yang disusun sebagai berikut:

3.6.1 Bina Marga T-05-2005 B



Gambar 3.2 Diagram Alir Perhitungan Metode Bina Marga T-05-2005 B

3.6.2 Manual Desain Perkerasan Jalan 2017



Gambar 3.3 Diagram Alir Perhitungan Metode Manual Desain Perkerasan 2017

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Analisis tebal lapis tambah (*overlay*) pada ruas Silangit – Sp.3 Muara – Muara – Bakkara (Bts. Humbahas) Kab. Tapanuli Utara, berdasarkan data lalu lintas dan data lendutan balik diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan metode Bina Marga T-05-2005 B

Dari hasil analisis yang telah dilakukan diperoleh nilai CESA sebesar 1.744.095,98 ESAL dan d_{wakil} sebesar 1,540 serta menghasilkan tebal lapis tambah (*overlay*) sebesar 10 cm dimana AC-WC sebesar 4 cm dan AC-BC sebesar 6 cm.

2. Berdasarkan metode Manual desain Perkerasan Jalan 2017

Dari hasil analisis yang telah dilakukan diperoleh nilai $CESA_4$ sebesar 1.046.413,025 ESAL, $CESA_5$ sebesar 1.314.532,170 ESAL dan d_{wakil} sebesar 1,780 serta menghasilkan tebal lapis tambah (*overlay*) sebesar 12 cm dimana AC-WC sebesar 4 cm dan AC-BC sebesar 8 cm.

3. Perbedaan ini dikarenakan adanya perbedaan parameter dan prosedur perhitungan dari kedua metode tersebut.

4. Dengan memperhatikan faktor koreksi terhadap MAPT, maka tebal lapis tambah menurut Bina Marga 2005 yaitu setebal 10 cm dengan AC-WC 4 cm dan AC-BC 6 cm yang dipilih sebagai lapis tambah desain ruas jalan Silangit – Sp.3 Muara – Muara – Bakkara (Bts. Humbahas) Kab. Tapanuli Utara.

5.2 Saran

Adapun saran yang akan saya berikan untuk penelitian ini adalah:

1. Dikarenakan pemilihan metode perhitungan sangat mempengaruhi hasil dari perencanaan, maka hendaklah mempertimbangkan dengan sebaik-baiknya metode yang akan digunakan dalam perencanaan.
2. Pada penelitian ini perhitungan lapis tambahan berdasarkan metode Bina Marga T052005 B dan manual desain perkerasan jalan tahun 2017. Disarankan untuk menggunakan metode lain seperti *Austroads* dan *The Asphalt* untuk penelitian agar lebih efektif dan efisien.
3. Agar konstruksi perkerasan lentur dapat bertahan/mencapai umur rencana yang diinginkan, sebaiknya pemeliharaan harus dilakukan , agar kerusakan pada konstruksi sedikit sehingga ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. (2005). *Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan.*: Pd T-05-2005 B. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- 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.
- Miswandi, Rustam. 2009. *Kajian Metoda Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentr*. Bidang Studi Transportasi Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan.
- 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.
- SNI 2014:2011, *Cara uji lendutan perkerasan lentur dengan alat Benkelman Beam*. Jakarta: Badan Satandarisasi Nasional (BSN).
- Sukirman, Silvia. 2003. *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.
- 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 Pemadatan 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) 7366878, 7360168, 7364348, 7366781, Fax.(061) 7366998 Medan 20223
Kampus II : Jalan Setiabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A, ☎ (061) 8225602, Fax. (061) 8226331 Medan 20122
Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nomor : 012/FT.1/01.10/II/2021
Lamp : -
Hal : **Perubahan Judul Tugas Akhir & Perpanjang SK Pembimbing Tugas Akhir**

2 Februari 2021

Yth, Pembimbing Tugas Akhir
Ir. Kamaluddin Lubis, MT
Ir. Amsuardiman, MT
di
Tempat

Dengan hormat,
Sehubungan dengan adanya perubahan judul tugas akhir dan telah berakhirnya waktu masa berlaku SK pembimbing nomor 106/FT.1/01.10/VII/2020 pada tanggal 16 Juli 2020 maka perlu diterbitkan kembali SK Pembimbing Skripsi baru atas nama mahasiswa tersebut :

N a m a : Yeni Yuspita
N P M : 188110160
Jurusan : Teknik Sipil

Maka dengan hormat kami mengharapkan kesediaan saudara :

- 1. Ir. Kamaluddin Lubis, MT** (Sebagai Pembimbing I)
- 2. Ir. Amsuardiman, MT** (Sebagai Pembimbing II)

Adapun Tugas Akhir Skripsi berjudul :

“Analisis Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga T-05-2005 B dan Metode Manual Desain Perkerasan 2017”.

SK Pembimbing ini berlaku selama enam bulan terhitung sejak SK ini diterbitkan. Jika proses pembimbing melebihi batas waktu yang telah ditetapkan, SK ini dapat ditinjau ulang.

Demikian kami sampaikan, atas kesediaan saudara diucapkan terima kasih.

Dekan,

2/2/21
Dr. Dina Maizana, MT



UNIVERSITAS MEDAN AREA

FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate/Jalan PBSI Nomor 1 ☎(061) 7366878, 7360168, 7364348, 7366781, Fax.(061) 7366998 Medan 20223
 Kampus II : Jalan Setiabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A, ☎(061) 8225602, Fax. (061) 8226331 Medan 20122
 Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: univ_medanarea@uma.ac.id

Nomor : 019/FT.1/01.10/II/2021

9 Februari 2021

Lamp : -

H a l : **Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir**

Yth. Kepala Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Utara
 Jln. Sakti Lubis
 Di
 Medan

Dengan hormat,

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

NO	N A M A	N P M	PRODI
1	Yeni Yuspita	188110160	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 yang merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa tersebut untuk mengikuti ujian sarjana lengkap pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan tidak untuk dipublikasikan, dengan judul penelitian :

Analisis Tebal Lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga T-05-2005 B dan Metode Manual Desain Perkerasan 2017

Atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.



Dekan,

Dr. Dina Maizana, MT

Tembusan :

1. Ka. BAMAI
2. Mahasiswa
3. File



**PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA UTARA
DINAS BINA MARGA DAN BINA KONSTRUKSI**

Jalan Sakti Lubis No. 7 R Tel. (061) 7867465 – 7860466
Fax. (061) 7867338
Medan

Nomor :
Sifat : 423 / DBMBK - UM / 2021 / 2021
Lampiran :
Perihal : Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir

Medan, 15 Juni 2021

Kepada Yth :
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Medan Area
di-
Tempat

Sehubungan dengan surat Saudara Nomor : 019/FT.1/01.10/II/2021 Tanggal 09 Februari 2021 perihal Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir,

Berdasarkan hal tersebut di atas, dapat dijelaskan bahwa kami memberikan kesempatan kepada Mahasiswa/i tersebut untuk melakukan penelitian dan pengambilan data Tugas Akhir serta telah selesai melaksanakan Penelitian tersebut di Dinas Bina Marga dan Bina Konstruksi Provsu dengan Judul "Analisis Tebal Lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga T-05-2005 B dan Metode Manual Desain Perkerasan 2017", An. :

	Nama	NPM	Prodi	Ditempatkan
1.	Yeni Yuspita	188110160	Teknik Sipil	Bidang Perencanaan Dan Evaluasi DBMBK Provsu

Demikian kami sampaikan untul dapat dipergunakan seperlunya.

An. KEPALA DINAS BINA MARGA
BINA KONSTRUKSI

SEKRETARIS,



H. MUHAMMAD RIDUAN, S.Sos, M.AP
PEMBINA TK.I
NIP. 19650628 198909 1 001

Tembusan :

1. Kepala Bidang Perencanaan dan Evaluasi DBMBK Provsu;
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Peringgal



DINAS BINA MARGA PROVINSI SUMATERA UTARA
 PERENCANAAN TEKNIK JALAN DAN JEMBATAN
 PAKET : DETAIL ENGINEERING DESIGN (DED) Ruas Silangit - Sp 3 Muara - Muara - Bakkara (Bts.Humbahas)
 KONSULTAN : CV. PEMETA INTERNATIONAL

PERHITUNGAN LALU LINTAS

1

TANGGAL, BULAN, TAHUN

7

RUAS :
 NAMA RUAS :

3

NOMOR POS
 DARI NODE

16

KE NODE 13
 19

Silangit - Sp3 Muara - Muara - Bakkara (Bts.Humbahas)

WAKTU	KENDERAAN BERMOTOR										
	KENDERAAN RINGAN				KENDERAAN BERAT						
	1 SEPEDA MOTOR, SEKUTER, SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	2 SEDAN, JEEP, ST. WAGON	3 OPELET (PICK UP COMBI, SUBUR BAN), OPELET	4 PICK UP, MICRO TRUK, MOBIL HANTARAN, PICK UP BOX	5a BUS KECIL	5b BUS BESAR	6a TRUK RINGAN 2 SUMBU	6b TRUK SEDANG 2 SUMBU	7a TRUCK AS 3	7b TRUK GANDENG	7c TRUK SEMI TRAILER
06.00 - 07.00	91	13	8	6	1	0	3	2	0	0	0
07.00 - 08.00	111	3	5	5	2	0	2	2	0	0	0
08.00 - 09.00	73	9	6	6	1	0	6	1	1	0	0
09.00 - 10.00	70	13	5	5	2	0	4	2	1	0	0
10.00 - 11.00	50	23	6	8	3	0	6	3	1	0	1
11.00 - 12.00	82	11	8	10	0	0	4	1	0	0	0
12.00 - 13.00	98	11	4	6	1	0	4	4	0	0	0
13.00 - 14.00	91	21	4	8	0	0	8	4	1	0	0
14.00 - 15.00	74	23	6	6	1	0	6	2	1	0	1
15.00 - 16.00	75	14	7	6	0	0	5	2	0	0	0
16.00 - 17.00	88	11	4	8	1	0	4	1	2	0	0
17.00 - 18.00	54	7	4	12	1	0	2	2	0	0	0
18.00 - 19.00	85	0	2	2	0	0	1	1	0	0	0
19.00 - 20.00	84	1	2	1	2	0	1	1	1	0	0
20.00 - 21.00	80	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0
21.00 - 22.00	74	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0
22.00 - 23.00	55	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
23.00 - 24.00	38	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
00.00 - 01.00	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.00 - 02.00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.00 - 03.00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.00 - 04.00	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.00 - 05.00	18	7	1	5	0	0	0	0	0	0	0
05.00 - 06.00	22	0	6	8	0	0	0	0	0	0	0
JUMLAH	1431	173	79	109	19	0	57	28	8	0	2

**PERHITUNGAN TEBAL LAPIS TAMBAH (OVERLAY)
METODE LENDUTAN DENGAN BENKELMAN BEAM 2005**

RUAS JALAN SILANGIT - SP.3 MUARA - MUARA - BAKKARA (BTS. HUMBAHAS)

STA	BEBAN UJI TON	LENDUTAN BALIK			TEMPERATURE (°C)		t Tebal Lapisan
		d1	d2	d4	Tu	Tp	
0+000	8,2	0	1,113	0,413	31,20	37,80	12
0+300	8,2	0	1,122	0,502	32,60	38,00	12
0+500	8,2	0	1,202	0,562	32,40	38,20	12
1+300	8,2	0	1,137	0,570	29,80	36,80	12
1+500	8,2	0	1,526	0,466	33,00	42,60	12
1+700	8,2	0	1,512	0,502	31,00	43,52	12
1+900	8,2	0	1,572	0,532	29,80	46,80	12
2+100	8,2	0	1,031	0,423	29,10	46,20	12
2+300	8,2	0	1,303	0,233	29,10	46,20	12

LAMPIRAN 1

Tabel Temperatur tengah (Tt) dan bawah (Tb) lapis beraspal berdasarkan data temperatur udara (Tu) dan temperatur permukaan (Tp)

T _u + T _p (°C)	Temperatur lapis beraspal (°C) pada kedalaman					
	2,5 cm	5,0 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
45	26,8	25,6	22,8	21,9	20,8	20,1
46	27,4	26,2	23,3	22,4	21,3	20,6
47	28,0	26,7	23,8	22,9	21,7	21,0
48	28,6	27,3	24,3	23,4	22,2	21,5
49	29,2	27,8	24,7	23,8	22,7	21,9
50	29,8	28,4	25,2	24,3	23,1	22,4
51	30,4	28,9	25,7	24,8	23,6	22,8
52	30,9	29,5	26,2	25,3	24,0	23,3
53	31,5	30,0	26,7	25,7	24,5	23,7
54	32,1	30,6	27,1	26,2	25,0	24,2
55	32,7	31,2	27,6	26,7	25,4	24,6
56	33,3	31,7	28,1	27,2	25,9	25,1
57	33,9	32,3	28,6	27,6	26,3	25,5
58	34,5	32,8	29,1	28,1	26,8	26,0
59	35,1	33,4	29,6	28,6	27,2	26,4
60	35,7	33,9	30,0	29,1	27,7	26,9
61	36,3	34,5	30,5	29,5	28,2	27,3
62	36,9	35,1	31,0	30,0	28,6	27,8
63	37,5	35,6	31,5	30,5	29,1	28,2
64	38,1	36,2	32,0	31,0	29,5	28,7
65	38,7	36,7	32,5	31,4	30,0	29,1
66	39,3	37,3	32,9	31,9	30,5	29,6
67	39,9	37,8	33,4	32,4	30,9	30,0
68	40,5	38,4	33,9	32,9	31,4	30,5
69	41,1	39,0	34,4	33,3	31,8	30,9
70	41,7	39,5	34,9	33,8	32,3	31,4
71	42,2	40,1	35,4	34,3	32,8	31,8
72	42,8	40,6	35,8	34,8	33,2	32,3
73	43,4	41,2	36,3	35,2	33,7	32,8
74	44,0	41,7	36,8	35,7	34,1	33,2
75	44,6	42,3	37,3	36,2	34,6	33,7
76	45,2	42,9	37,8	36,7	35,0	34,1
77	45,8	43,4	38,3	37,1	35,5	34,6
78	46,4	44,0	38,7	37,6	36,0	35,0
79	47,0	44,5	39,2	38,1	36,4	35,5
80	47,6	45,1	39,7	38,6	36,9	35,9
81	48,2	45,6	40,2	39,0	37,3	36,4
82	48,8	46,2	40,7	39,5	37,8	36,8
83	49,4	46,8	41,2	40,0	38,3	37,3
84	50,0	47,3	41,6	40,5	38,7	37,7
85	50,6	47,9	42,1	40,9	39,2	38,2

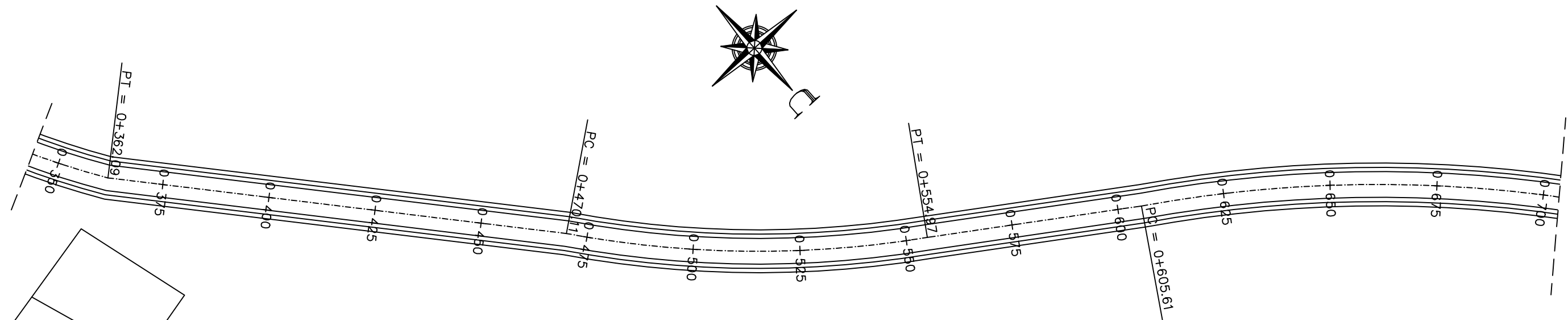
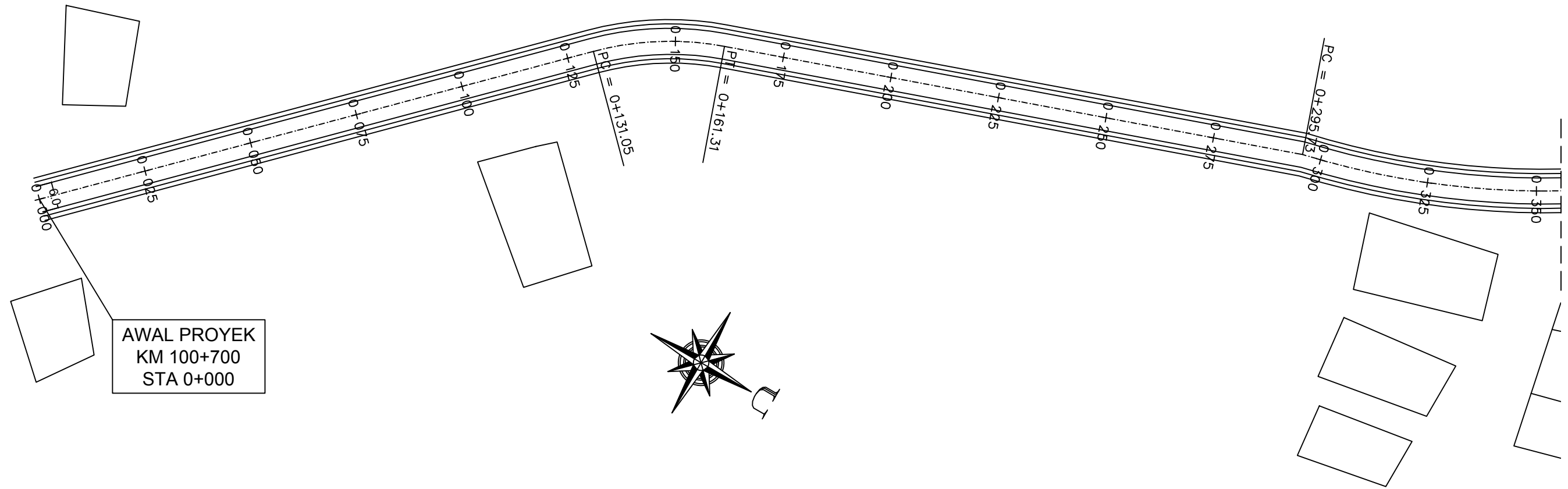
LAMPIRAN 2

Tabel A1 Temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) untuk beberapa daerah/kota di Indonesia

NO.	KOTA	TP rata ² (°C)
Propinsi Di Aceh		
1	BAND. CUT NYAK DIEN (MEULABOH)	34,6
2	MET. LHOKSEUMAWE (LHOKSEUMAWE)	34,9
3	PBRK.GULA COK GIREK (COK GIREK)	35,4
4	BANDARA BILANG BINTANG (BANDA ACEH)	35,5
5	KODAM I. SABANG (SABANG)	35,9
Propinsi Sumatra Utara		
1	BRASTAGI-KOTA GADUNG	24,6
2	KEB.PERCOP. BALIJO-OURGUR →	24,9
3	MARIHAT ST.P.SIANTAR (PEMATANG SIANTAR)	32,7
4	ARON GLP. TIGA	32,9
5	MET.GUNUNG SITOLI (BINAKA)	34,4
6	BANDAR. PINANG SORI (SIBOLGA)	34,8
7	BANDARA POLONIA (MEDAN)	35,8
8	KLIMATOLOGI SAMPALI (SAMPALI)	35,7
9	JL.GEROPAH BELAWAN (BELAWAN-MEDAN)	36,2
Propinsi Sumatra Barat		
1	SUKARAME KEBUN PERCOB.	27,8
2	PADANG PANJANG	28,0
3	RAMBATAN, BATUSANGKAR	31,5
4	SUMANI, KOTO SINGKARAK (SOLOK)	32,6
5	B. BENIH PADANG GELUGUR	33,7
6	KLIM. SICINCIN (SICINCIN PARIAMAN)	33,8
7	BANDARA TABING (PADANG)	35,0
Propinsi Riau		
1	BANDARA KIJANG (TANJUNG PINANG)	34,8
2	BANDARA SIMP. TIGA (PEKANBARU)	35,2
3	BANDARA JAYAPURA (JAPURA-RENGAT)	35,4
4	BANDARA DABO (DABO-SINGKEP)	35,8
5	BANDARA NATUNA (RANAI)	36,0
6	METEO TAREMPA (TAREMPA)	36,8
Propinsi Jambi		
1	BAND. DEPATI PARBO (DEPATI PARBO)	28,9
2	BANDARA PALMERAH (PALMERAH JAMBI)	35,7
3	BL. BENIH PADI S.KARYA (LUBUK RUSO)	35,8
4	SEBAPO. DIPERTA KM 21(SEBAPO)	35,9
Propinsi Bengkulu		
1	BANDARA PADANG KEMILING (BENGKULU)	35
2	KLIMAT. PULAI BAI (PULAU BAI)	35
3	GEOF. KEPAHANG (KAPAHANG)	32,2
Propinsi Sumatra Selatan		
1	BALAI BENIH TANJUNG TEBAT LAHAT (LAHAT)	33,1
2	BANDARA TANJUNG PANDAN (TANJUNG PANDAN)	34,8
3	BALAI BENIH TUG.MULYO (LUBUK LINGGAU)	35,1
4	PANGKAL PINANG	35,4
5	BANDARA PANGKAL PINANG	35,3
6	MET. PANGKAL PINANG	35,6
7	BALAI BENIH RIAS TOBOALI	35,9
8	DIPERTA KAB.LEMATANG ILIR OT. (MUARA ENIM)	35,9
9	METEO PERTANIAN KENTEN (KENTEN)	35,9
10	PERC. KAYU AGUNG, OKI (KAYU AGUNG)	35,9
11	PALEMBANG	36,2
12	BAND.TALANG BETUTU	36,2
13	BALAI BENIH SENTRAL BLT. (BELITANG)	36,2
14	BALAI BENIH SEI PINANG OGAN. KOMERING ILIR (SEI PINANG-DEWI SRI)	36,3
15	BANDAR. TALANG BETUTU	36,4
16	SEKAYU, DIPERTA KAB.MUSI BANYUASIN	36,7
Propinsi Lampung		
1	LANUD ASTRA KSETRA	31,5
2	TANJUNG KARANG	34,8
3	BANDARA BRANTI	35,2

DOKUMENTASI FOTO LAPANGAN







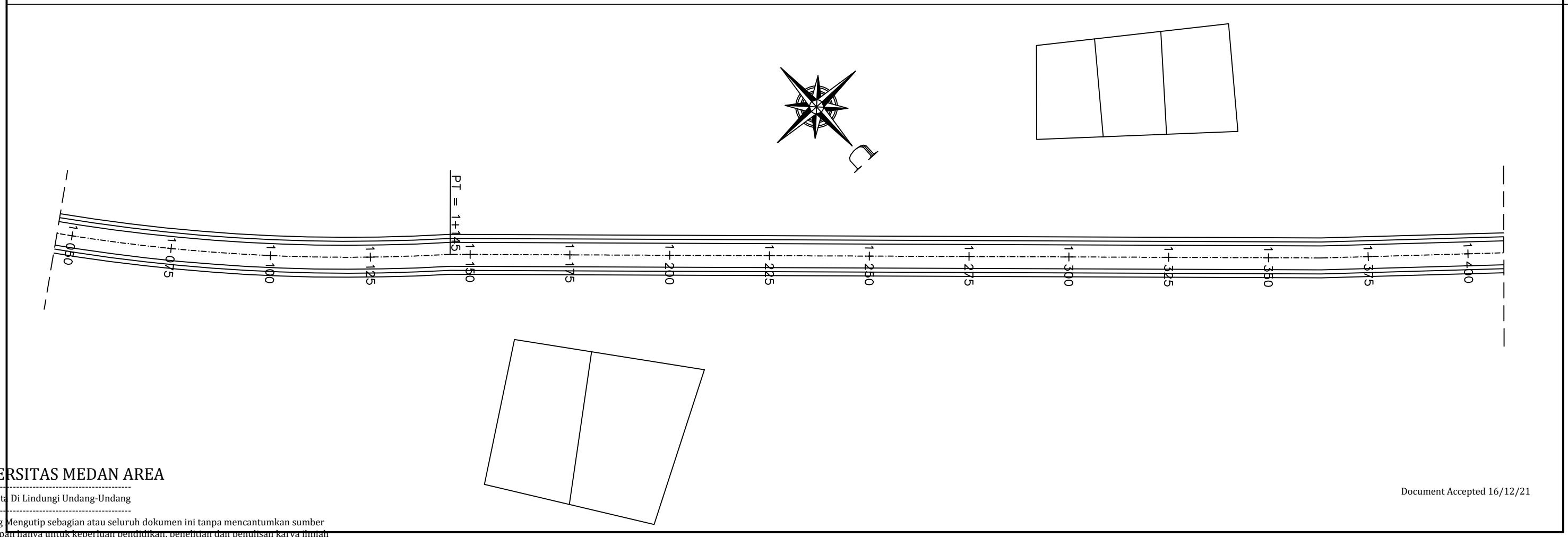
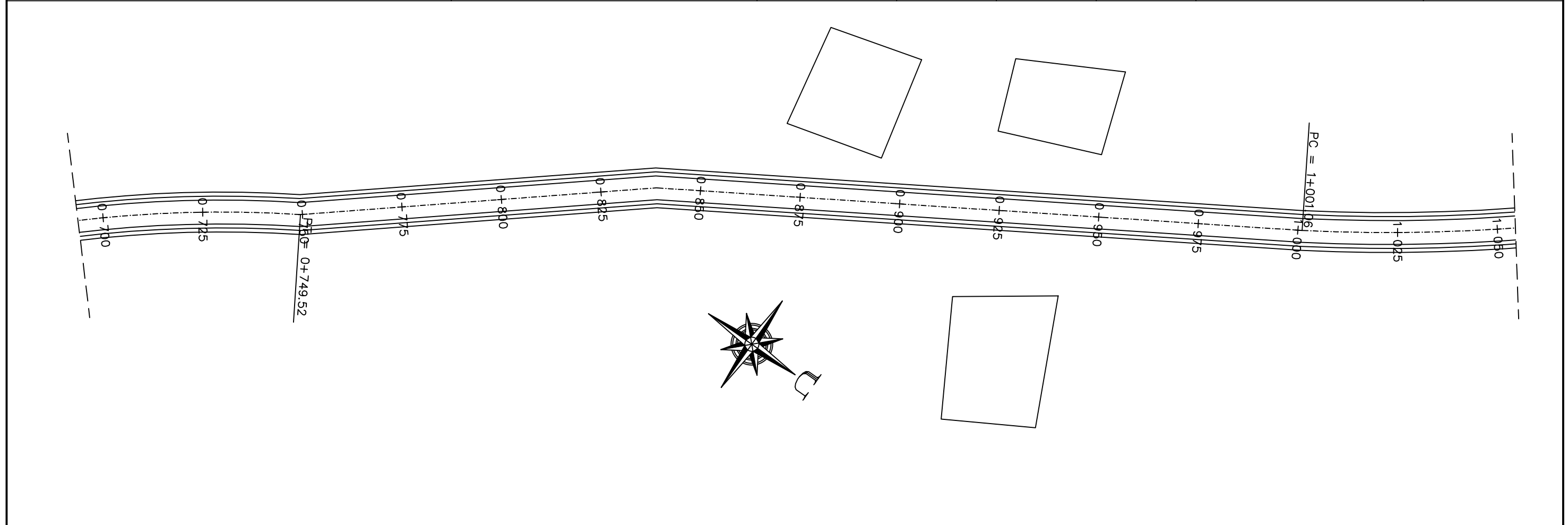
No. Link :	
Nama Proyek :	Peningkatan Struktur Jalan Provinsi Ruas Simp. Silangit - Simp. 3 Muara - Muara - Bakara
Provinsi :	SUMATERA UTARA

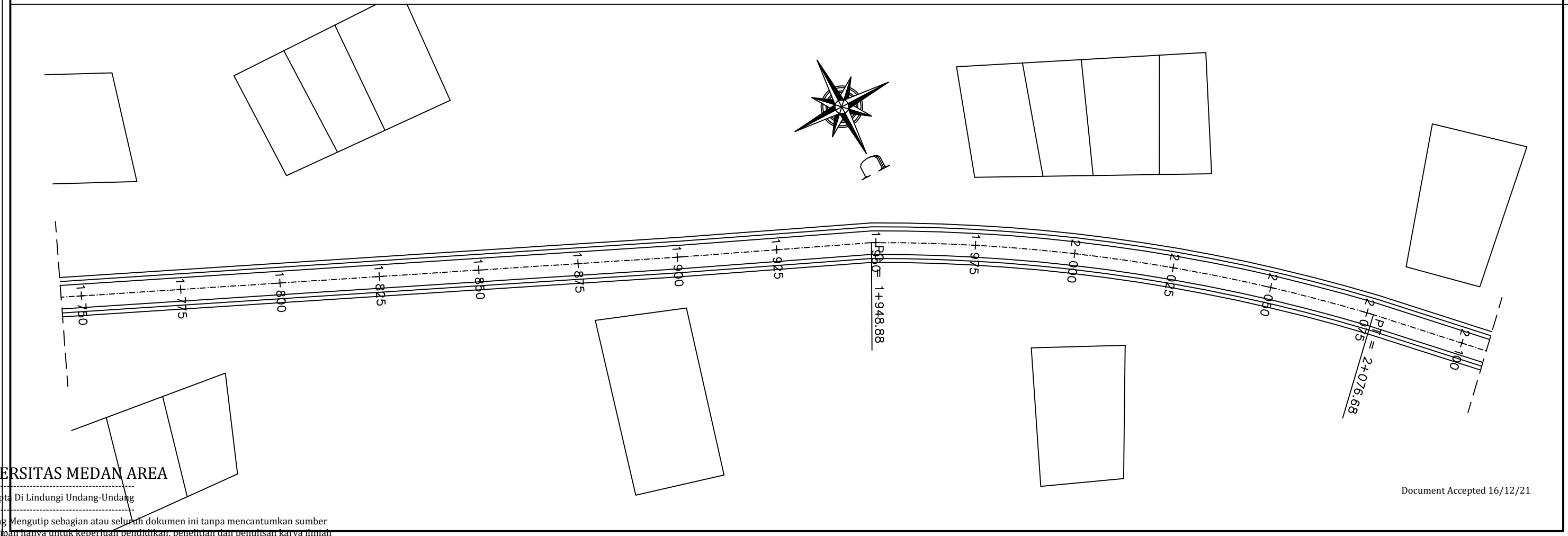
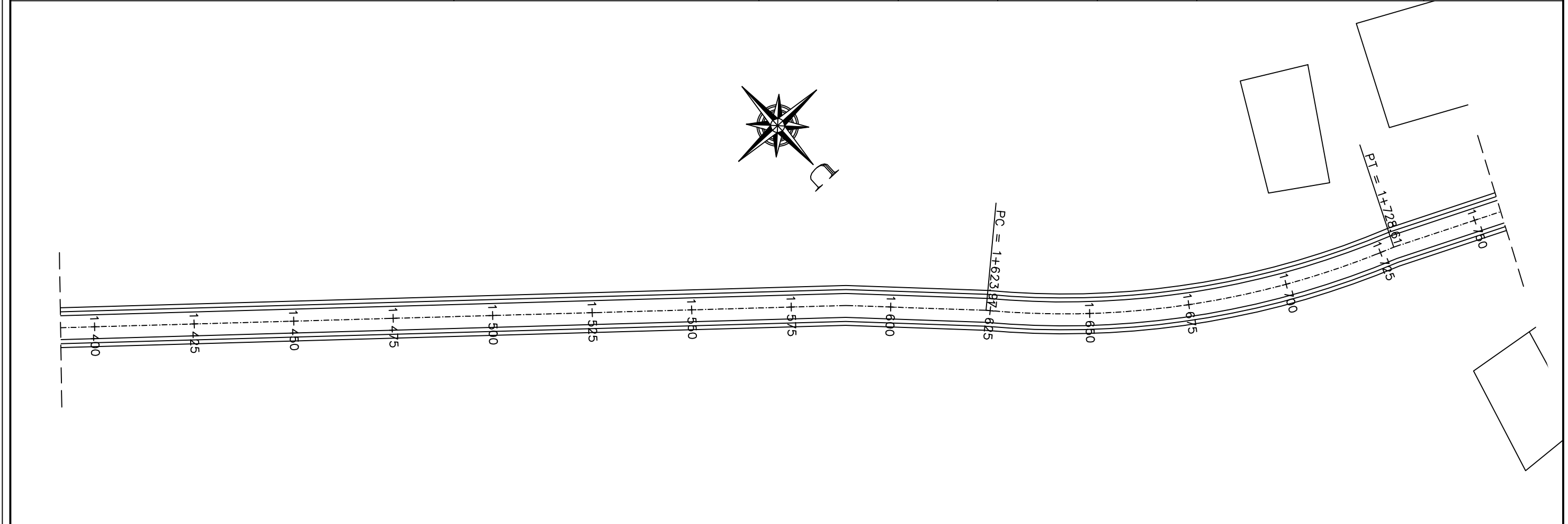


Konsultan Perencana		
Drafman	Team Leader	Direktur
Mahyudin	Roberto Tarigan, ST	Yudi Yusefimo, ST

Judul Gambar:	Long Section
No Lembar :	2
Skala :	H = 1:1000 V = 1:100
Tanggal :	

No Lembar :	2
Skala :	H = 1:1000 V = 1:100
Tanggal :	







DINAS BINA MARGA DAN BINA KONSTRUKSI
Jln. Sakti Lubis No. 7 R Medan

Provinsi :
No. Link :
Nama Proyek : Peningkatan Struktur Jalan Provinsi Ruas
Simp. Silangit - Simp. 3 Muara - Muara - Bakara
Provinsi : SUMATERA UTARA



CV. PEMETA INTERNATIONAL
PENGUKURAN, PERENCANAAN DAN PENYELEKSIAN TANAH

Konsultan Perencana

Drafman
Mahyudin

Team Leader
Roberto Tarigan, ST

Direktur
Yudi Yussanto, ST

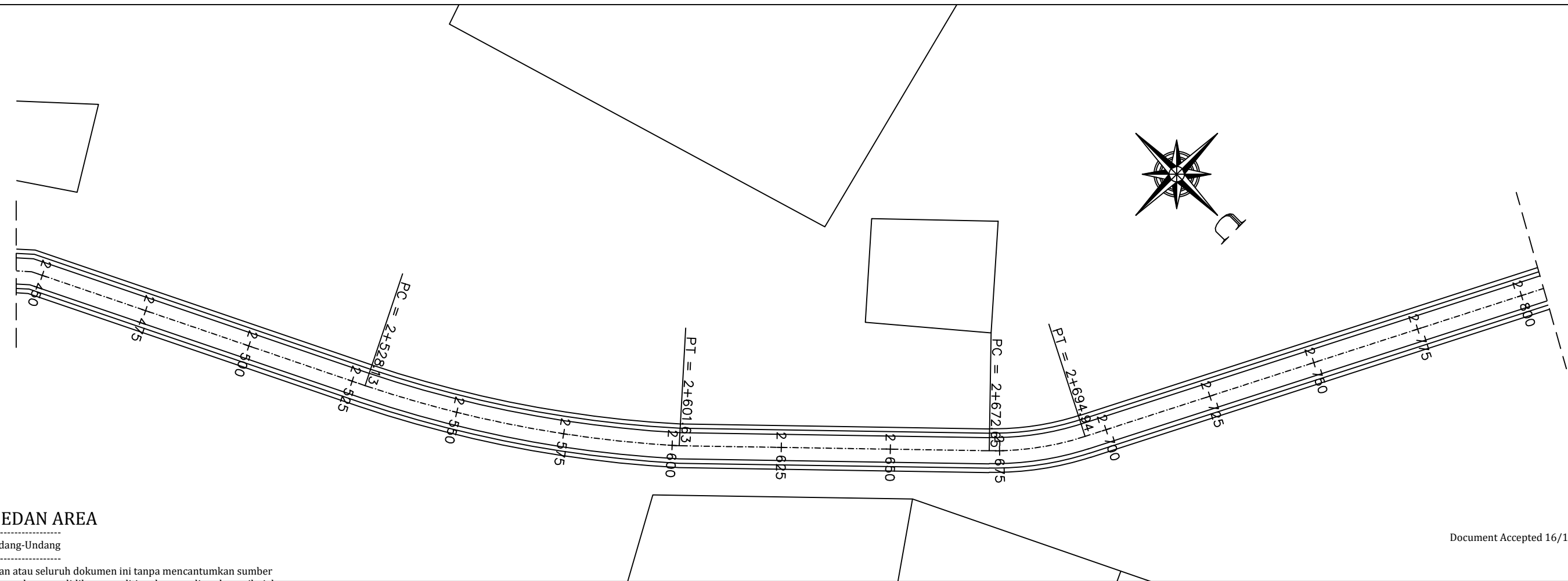
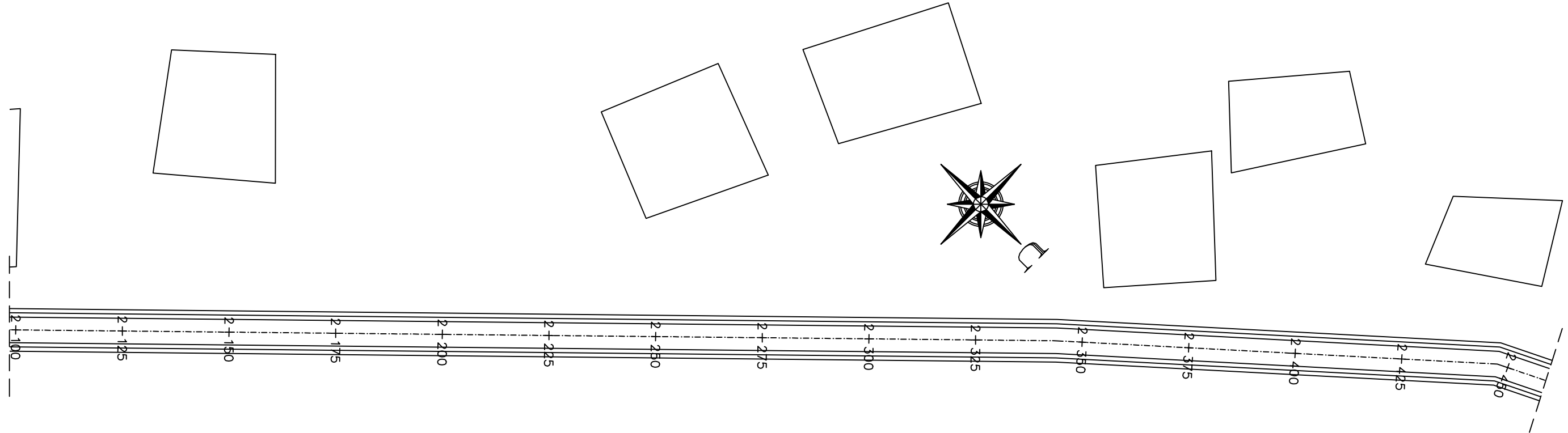
Judul Gambar:

Long Section

No Lembar : 4

Skala : H = 1:1000
V = 1:100

Tanggal :



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

