

**EVALUASI TEBAL PERKERASAN KAKUPADA PROYEK
JALAN TOL TEBING TINGGI – INDERAPURA**

SKRIPSI

Disusun oleh:

**HIDAYAH RYISKI
168110066**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 26/7/22

Access From (repository.uma.ac.id)26/7/22

**EVALUASI TEBAL PERKERASAN KAKU PADA PROYEK
JALAN TOL TEBING TINGGI – INDERAPURA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
Universitas Medan Area

Disusun oleh:

**HIDAYAH RYISKI
168110066**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN
EVALUASI TEBAL PERKERASAN KAKU PADA PROYEK
JALAN TOL TEBING TINGGI – INDERAPURA

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
Universitas Medan Area

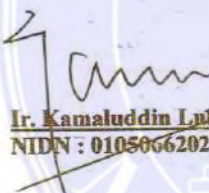
HIDAYAH RYISKI

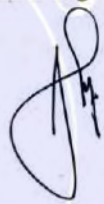
168110066

Disetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Kamaluddin Lubis, MT
NIDN : 0105066202


Hermansyah, ST, MT
NIDN : 0106088004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi


Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom
NIDN : 0105058804


Hermansyah, ST, MT
NIDN : 0106088004

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

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

Nama : Hidayah Ryiski

NPM : 168110066

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-exlusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi - Inderapura, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) . Dengan hak bebas royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan , merawat dan mempublikasikan tugas akhir skripsi 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, Maret 2022



Hidayah Ryiski

NPM.16.8110066

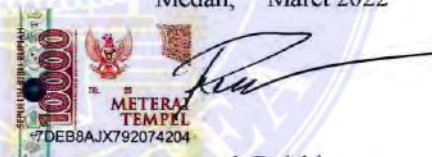
SURAT PERNYATAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hidayah Ryiski
NPM : 168110066
Program studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Pada Proyek Jalan Tol
Tebing Tinggi - Inderapura

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi dan disebut dalam referensi Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman sanksi apapun sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, Maret 2022



Hidayah Ryiski
NPM.16.8110066

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunianya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi serta penulis mengucapkan syukur telah diberikan pengetahuan, kesehatan, pengalaman, dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga proposal skripsi ini dapat memberikan wawasan yang lebih luas dan menjadi sumbangan pemikiran kepada pembaca khususnya para mahasiswa Universitas Medan Area.

Penulisan skripsi ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc, Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom, Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah, S.T, M.T., Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area, dan sebagai Dosen Pembimbing II tugas akhir saya.
4. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, M.T., Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Seluruh staff dan pekerja Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura PT.Hutama Karya.
6. Orang tua, kakak dan abang saya yang memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Sarah Rizki Hafizha yang selalu bersedia menemani dan mendukung penulis dalam proses pengerjaan skripsi dan bimbingan skripsi.

8. Jefrindolin Hutasoit yang membantu dalam proses pengerjaan skripsi saya.
9. Rekan-rekan mahasiswa Universitas Medan Area, khususnya Program Studi Teknik Sipil yang mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi.
10. Seluruh pihak yang membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya.
11. Terimakasih untuk diri saya sendiri karena telah keluar dari zona nyaman dan berhasil menyelesaikan skripsi ini, semoga skripsi ini bisa menjadi pengingat untuk tidak menyerah dan menjadikan semangat buat saya.

Penulis sudah menyajikan skripsi ini dengan baik, namun penulis merasa masih banyak kekurangan, sehingga penulis meminta masukannya demi perbaikan di masa yang akan datang dan mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca.

Medan, 31 Maret 2022



Hidayah Ryiski

ABSTRAK

Perencanaan Perkerasan Kaku adalah suatu struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Perencanaan perkerasan kaku ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan berapa tebal lapis perkerasan kaku yang dibutuhkan untuk dapat menahan beban lalu lintas dengan Metode Bina Marga 2017 dan Metode AASHTO 1993, apakah dengan Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 tersebut aman untuk menahan beban lalu lintasnya. Tujuannya adalah untuk mengetahui perbandingan tebal lapis perkerasan kaku Jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura. Perencanaan perkerasan kaku ini meliputi perhitungan tebal lapis dan perencanaan sambungan. Perencanaannya menggunakan metode Bina Marga meliputi penentuan umur rencana, volume kelompok sumbu kendaraan niaga, struktur pondasi, daya dukung tanah efektif, struktur lapisan perkerasan dan menentukan jenis sambungan. Sedangkan perencanaan dengan metode AASHTO meliputi analisa lalu lintas, *serviceability*, *reability*, standar normal deviasi, CBR dan modulus reaksi tanah dasar. Dari hasil perencanaan dihasilkan variasi tebal lapis untuk perkerasan kaku yang dalam perencanaan tersebut telah memenuhi syarat kekuatan dan keamanan struktur. Pada metode Bina Marga 2017 digunakan tebal lapis perkerasan kaku dengan tebal 30,5 cm. Pada metode AASHTO 1993 digunakan tebal lapis perkerasan kaku dengan tebal 20 cm.

Kata Kunci : Jalan tol, perkerasan kaku metode bina marga, metode aastho

ABSTRACT

Design of Rigid Pavement is a structure consisting of cement-concrete slabs that are connected without or with reinforcement, or continuously with reinforcement, located above the sub-base layer or subgrade, without or with an asphalt surface layer. This rigid pavement design is carried out to find out the comparison of how thick the rigid pavement layer is needed to be able to withstand traffic loads with the 2017 Bina Marga Method and 1993 AASHTO Method, whether the 2017 Bina Marga Method and 1993 AASHTO Method are safe to withstand the traffic load. The aim is to determine the ratio of the thickness of the rigid pavement layers of the Tebing Tinggi – Inderapura Toll Road. This rigid pavement design includes the calculation of layer thickness and connection planning. The planning using the Bina Marga method includes determining the design life, volume of commercial vehicle axle groups, foundation structure, effective soil carrying capacity, pavement layer structure and determining the type of connection. Meanwhile, the planning using the AASHTO method includes traffic analysis, serviceability, reliability, normal standard deviation, CBR and subgrade reaction modulus. From the results of the planning resulted in variations in layer thickness for rigid pavements which in the planning have met the requirements for strength and structural safety. In the 2017 Bina Marga method, a rigid pavement layer thickness of 30.5 cm is used. In the 1993 AASHTO method, a rigid pavement layer thickness of 20 cm was used.

Keywords : Toll road, rigid pavement method of bina marga, method aashto

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACK	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Lelakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.4 Lingkup Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.1.1 Klasifikasi Jalan	10
2.1.2 Bagian – Bagian Jalan Tol.....	12
2.2 Defenisi Jalan Bebas Hambatan (Jalan Tol).....	15
2.2.1 Jenis – Jenis Struktur Perkerasan	16
2.2.2 <i>Flexible Pavement</i> (Perkerasan Lentur)	16
2.2.3 <i>Rigid Pavement</i> (Perkerasan Kaku).....	17
2.2.4 <i>Composite Pavement</i>	19
2.3 Persyaratan Bina Marga 2017.....	20
2.3.1 Volume Lalu Lintas	20
2.3.2 Kuat Tekan Beton.....	22
2.3.3 Kuat Lentur Beton	22
2.3.4 Umur Rencana	23
2.3.5 Beban Desain Lajur	23
2.3.6 Pertumbuhan Lalu Lintas	24

2.3.7	Beban Lalu Lintas	25
2.3.8	Lalu Lintas Rencana	26
2.3.9	Perhitungan Perencanaan Perkerasan Kaku	27
2.3.10	Penentuan Daya Dukung Efektif Tanah Dasar	31
2.4	Sambungan Perkerasan	32
2.4.1	Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat (<i>tie bars</i>)	32
2.4.2	<i>Dowel Bina Magra 2017</i>	33
2.5	Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan	34
2.6	Persyaratan Teknis AASHTO 1993.....	35
2.6.1	<i>Vehicle Damage Factor (VDF)</i>	35
2.6.2	<i>Traffic Design</i>	36
2.6.3	Lalu Lintas.....	37
2.6.4	Daya dukung efektif tanah dasar dan modulus reaksi tanah dasar	38
2.6.5	Reliabilitas.....	39
2.6.6	<i>Serviceability</i>	40
2.6.7	Modulus Elastisitas Beton dan <i>Flexural Strength</i>	41
2.6.8	<i>Koefisien Drainase</i>	41
2.6.9	<i>Load Transfer</i>	42
2.6.10	Persamaan Penentuan Tabel Pelat.....	43
2.7	Perencanaan Sambungan AASHTO 1993	44
2.7.1	Kebutuhan penulangan pada perkerasan bersambung tanpa tulangan	44
2.7.2	<i>Tie Bars AASHTO 1993</i>	45
2.7.3	<i>Dowel AASHTO 1993</i>	45
2.8	Penentuan Lebar Jalan	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		48
3.1	Lingkup Penelitian	48
3.2	Lokasi Penelitian.....	48
3.3	Pengolahan Data Lapangan	49
3.4	Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan	49

3.4.1 Perencanaan perkerasan kaku berdasarkan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017	49
3.4.2 Parameter – parameter perencanaan perkerasan kaku dengan Metode AASHTO 1993	50
3.5 Kerangka Berpikir.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Hasil	52
4.1.1 Volume Lalu Lintas	52
4.1.2 Menentukan Kuat Lentur Beton	52
4.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Metode Bina Marga 201..	53
4.2.1 Data yang direncanakan	53
4.2.2 Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	54
4.2.3 Analisis Lalu Lintas.....	54
4.2.4 Menentukan Nilai CBR Tanah Dasar Efektif.....	57
4.2.5 Menentukan Struktur Lapisan Perkerasan.....	57
4.3 Perhitungan Tulangan Pada Pelat Beton.....	58
4.3.1 Sambungan memanjang dengan batang pengikat	59
4.4 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993 ..	59
4.4.1 Data yang diperlukan.....	59
4.4.2 <i>Traffic Desain (ESAL)</i>	60
4.4.3 Modulus Reaksi Tanah Dasar.....	61
4.4.4 Modulus Elastisitas Beton	61
4.4.5 Penentuan Tebal Pelat Perkerasan	61
4.5 Perhitungan Tulangan Pada Pelat Beton.....	63
4.6 Pembahasan	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi jalan menurut kelas, fungsi, dimensi kendaraan.....	11
Tabel 2.2 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan	11
Tabel 2.3 Volume Lalu lintas.....	21
Tabel 2.4 Umur Rencana.....	23
Tabel 2.5 Beban Desain Lajur.....	24
Tabel 2.6 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	25
Tabel 2.7 Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga.....	27
Tabel 2.8 Desain perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lajur lalu lintas	29
Tabel 2.9 Desain Fondasi Jalan Minimum.....	30
Tabel 2.10 <i>Vehicle damage Faktor (VDF)</i> Desain.....	36
Tabel 2.11 Faktor Distribusi Lajur (D_L).....	37
Tabel 2.12 Reliabilitas (R)	39
Tabel 2.13 Nilai penyimpangan Normal Standar Deviasi (Z_R)	40
Tabel 2.14 <i>Terminal Serviceability Index (Pt)</i>	40
Tabel 2.15 Mutu Drainase.....	41
Tabel 2.16 Koefisien Pengaliran	42
Tabel 2.17 Koefisien Drainase	42
Tabel 2.18 <i>Load transfer Coefficient</i>	42
Tabel 2.19 <i>Tie Bars</i>	45
Tabel 2.20 Rekomendasi <i>Dowel</i>	46
Tabel 2.21 Lebar Lajur Jalan Ideal	46
Tabel 2.22 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan	47
Tabel 4.1 Volume Lalu Lintas (kend/hari).....	52
Tabel 4.2 Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN)	56
Tabel 4.3 Perhitungan ESAL	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Kaku.....	18
Gambar 2.2 Sambungan <i>Dowel</i> pada Lajur Lalu Lintas	34
Gambar 2.3 Modulus Reaksi Tanah Dasar Efektif	38
Gambar 3.1 Peta Jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura.....	48
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	51
Gambar 4.1 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah.....	57
Gambar 4.2 Sambungan Dowel Pada Perkerasan Kaku Metode Bina Marga.....	58
Gambar 4.3 Detail Struktur Perkerasan Kaku Metode Bina Marga.....	59
Gambar 4.4 Sambungan Dowel Pada Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993	64
Gambar 4.5 Detail Struktur Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993	64

DAFTAR NOTASI

<i>AASHTO</i>	= <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
At	= Luas Penampang Tulangan per Meter Panjang Sambungan
b	= Lebar Rata-Rata Benda Uji
BS	= Beban Sumbu
C	= Koefisien Distribusi Kendaraan
CBK	= Campuran Beton Kurus
<i>CBR</i>	= <i>California Bearing Ratio</i>
Cd	= Koefisien Drainase
<i>CRCP</i>	= <i>Continuous Reinforced Concrete Pavement</i>
d	= Diameter Benda Uji
D	= Tebal Pelat Beton Bertulang
<i>DCP</i>	= <i>Dynamic Cone Penetrometer</i>
DD	= Faktor Distribusi Arah
DL	= Faktor Distribusi Lajur
Ec	= Modulus Elastisitas Beton
fc'	= Kuat Tekan Beton 28 hari
fcf	= Kuat lentur beton 28 hari
i	= Laju Pertumbuhan Lalu Lintas per Tahun
I	= Panjang Batang Pengikat
J	= Koefisien Transfer Beban
<i>JPCP</i>	= <i>Jointed Plain Concrete Pavement</i>
JR	= Jumlah Roda
<i>JRCP</i>	= <i>Jointed Reinforced Concrete Pavement</i>
JS	= Jumlah Sumbu
JSKNH	= Jumlah Total Sumbu Kendaraan per Hari pada Saat Jalan Dibuka
JSKN	= Jumlah Total Sumbu Kendaraan Niaga Selama Umur Rencana
k	= <i>Modulus of Subgrade Reaction</i>
LHR	= Lalu Lintas Harian Rata-Rata
LHRj	= Jumlah Lalu Lintas Harian Rata-Rata 2 Arah untuk Kendaraan j
MST	= Muatan Sumbu Terberat
P	= Beban Maksimum
Po	= <i>Initial Serviceability</i>
<i>PSI</i>	= <i>Present Serviceability Index</i>
Pt	= <i>Terminal Serviceability</i>
R	= Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas
RB	= Roda Belakang
RD	= Roda Depan
RGB	= Roda Gandeng Belakang
RGD	= Roda Gandeng Depan
S	= Jarak Sambungan Atau Panjang Pelat
Sc'	= Kuat Lentur Beton
So	= Standar Deviasi Keseluruhan
STRT	= Sumbu Tunggal Roda Tunggal
STRG	= Sumbu Tunggal Roda Ganda
STdRG	= Sumbu Tandem Roda Ganda

STrRG	= Sumbu Tridem Roda Ganda
UR	= Umur Rencana
VDF	= <i>Vehicle Damage Factor</i>
VDF _j	= <i>Vehicle Damage Factor</i> untuk Jenis Kendaraan j
WL	= Faktor Air Hujan Yang Masuk Pondasi Jalan
W _t	= Jumlah Beban Gandar Tunggal Standar Kumulatif Selama Umur Rancangan
W18	= Lalu Lintas Rancangan
ZR	= <i>Standard Normal Deviate</i>
ΔPSI	= Kehilangan Kemampuan Pelayanan
Ø	= Diameter Tulangan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan tol Tebing Tinggi – Inderapura merupakan salah satu bagian jalan tol Trans Sumatera yang saat ini masih dalam tahap pembangunan. Yang mana diketahui jalan tol ini mengalami keterlambatan dalam pembangunannya. Keterlambatan pembangunan sebuah konstruksi dapat berpengaruh pada umur rencana maupun penggunaannya, tentu hal ini berbahaya jika konstruksi tersebut tidak sesuai. Untuk itu diperlukan sebuah evaluasi untuk mengetahui kelayakan sebuah konstruksi tersebut masih aman digunakan untuk jangka panjang atau tidak. Seiring dengan bertambahnya kepemilikan kendaraan, serta kemajuan dibidang industri dan perdagangan, serta distribusi barang dan jasa sehingga menyebabkan peningkatan volume lalu lintas. Terkadang peningkatan volume lalu lintas ini tidak diikuti dengan peningkatan jalan yang ada terutama jalan tol. Pembangunan jalan tol ini menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan struktur yang terdiri dari plat beton semen yang bersambung (tidak menerus), atau menerus, tanpa atau dengan tulangan terletak diatas lapis pondasi bawah, tanpa atau dengan lapisan aspal sebagai lapisan permukaan.

Perencanaan jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura dilakukan untuk mengetahui perbandingan berapa tebal lapis perkerasan kaku yang dibutuhkan untuk dapat menahan beban lalu lintas dengan Metode Bina Marga (Manual Desain Perkerasan Jalan 2017), Metode AASHTO 1993 dan tebal lapisan perkerasan yang dipakai oleh Instansi Terkait. Apakah dengan Metode Bina Marga (Manual Desain Perkerasan Jalan 2017) dan AASHTO 1993 tersebut aman

untuk menahan beban lalu lintasnya.

Metode Bina Marga (Manual Desain Perkerasan Jalan 2017) merupakan metode yang lebih menekankan kepada prosedur dan klasifikasi desain menggunakan metode desain mekanistik empiris, sehingga didapatkan ketebalan struktur rencana dalam bentuk katalog. Sedangkan Metode AASHTO 1993 merupakan metode yang menggunakan parameter – parameter yang dikorelasikan dengan suatu formulasi untuk mendapatkan ketebalan struktur rencana.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merencanakan tebal lapisan perkerasan kaku menggunakan metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 pada jalan tol Tebing Tinggi – Inderapura ?
2. Apakah perencanaan tebal lapis perkerasan kaku menggunakan metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 lebih efektif digunakan pada Jalan Tol Tebing Tinggi - Inderapura?
3. Bagaimana merencanakan sambungan menggunakan metode Bina Marga 2017 dan AASHTO1993 pada perkerasan kaku jalan tol Tebing Tinggi – Inderapura ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari penelitian ini adalah mengetahui perbandingan perencanaan tebal lapis perkerasan kaku dengan menggunakan Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 dan merencanakan tulangan serta

membandingkan hasil perhitungan yang diperoleh di lapangan pada proyek pembangunan jalan tol Tebing Tinggi – Indrapura. Sedangkan tujuan penelitian ini adalah mendapatkan hasil perbandingan tebal lapis perkerasan kaku (*rigid pavement*) pada proyek pembangunan jalan tol Tebing Tinggi - Indrapura sesuai dengan peraturan Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993.

1.4 Lingkup Penelitian

Untuk mengarahkan pembahasan ini agar tidak menyimpang dari sasaran yang dituju, maka perlu membuat lingkup penelitian. Sebagai pembatasan lingkup penelitian ini adalah :

1. Perencanaan yang dilakukan meliputi perencanaan tebal perkerasan dan perencanaan tulangan.
2. Perencanaan tebal perkerasan menggunakan petunjuk perencanaan tebal perkerasan kaku jalan dengan menggunakan Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993
3. Tidak menghitung stabilitas tanah (*CBR*) secara rinci.

1.5 Manfaat Penelitian

- Bagi pribadi agar dapat mengetahui tahapan pelaksanaan dan perhitungan struktur perkerasan kaku sehingga ilmu tersebut dapat saya gunakan pada dunia kerja
- Bagi akademik skripsi ini diharapkan dapat bermanfaat untuk Universitas Medan Area sebagai salah satu media pembelajaran untuk mahasiswanya.

- Bagi instansi pemerintah diharapkan penelitian ini berguna untuk pemerintah sebagai salah satu hal yang dapat menciptakan inovasi-inovasi baru dalam pembangunan Jalan Tol.

1.6 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif kolerasi, yaitu penelitian yang melibatkan hubungan satu atau lebih variabel dengan satu atau lebih variabel lain. Bentuk hubungan dalam penelitian ini adalah Bivaret, yaitu dilakukan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel. Sejalan dengan ini, penelitian ini memiliki beberapa karakteristik, diantaranya :

1. Menghubungkan dua variabel atau lebih
2. Besarnya hubungan didasarkan pada koefisien korelasi
3. Dalam melihat hubungan tidak dilakukan manipulasi sebagaimana dalam penelitian eksperimental
4. Datanya bersifat kuantitatif

Penelitian kolerasi melibatkan pengumpulan data untuk menentukan apakah terdapat hubungan antara dua atau lebih variabel serta seberapa besar tingkatan hubungan tersebut. Tingkatan hubungan diungkapkan sebagai suatu koefisien korelasi.

Sumber data menurut Suharsimi Arikunto adalah subjek dari mana data itu diperoleh. Sumber data meliputi dua jenis, yaitu sumber data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari objek penelitian yang berasal dari observasi. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari buku-buku atau situs internet yang berhubungan dengan objek penelitian.

Berikut adalah sumber data primer dan sekunder :

1. Data Primer

Data primer merupakan yang diperoleh langsung dilapangan untuk dijadikan data dasar, namun data juga dijadikan pengontrol data yang sudah tersedia pada data sekunder. Data-data yang berhubungan dengan data primer meliputi data hasil survei wawancara dengan pihak pelaksana, kontraktor dan konsultan. Data primer dalam penelitian ini adalah Data LHR, Data kondisi perkerasan dan Data *CBR* perencanaan.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh penyusun berupa informasi tertulis seperti buku atau bentuk dokumen lainnya yang berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berhubungan dengan rencana proyek. Data primer dalam penelitian ini adalah Data gambar rencana dan Data volume lalu lintas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dalam suatu penelitian adalah adanya suatu relevansi antara suatu penelitian yang sedang berlangsung dengan penelitian yang sudah terjadi (terdahulu). Penelitian yang berhubungan dengan perkerasan jalan telah banyak dilakukan. Berikut perbandingan penelitian ini dengan penelitian terdahulu :

- 1) Purnama (2011) melakukan Penelitian “ Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Kaku Pada Underpass Cibubur ” Perkerasan jalan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan struktur yang terdiri dari plat beton semen yang bersambung (tidak menerus), atau menerus, tanpa atau dengan tulangan terletak diatas lapis pondasi bawah, tanpa atau dengan lapisan aspal sebagai lapis permukaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tebal lapis perkerasan kaku yang dibutuhkan, mengetahui perbedaan hasil perhitungan tebal lapis perkerasan kaku dengan metode Bina Marga Pd T-14-2003 dan metode *National Associations of AustralianState Road Authorities (NAASRA)* 1987 dan mengetahui biaya pembangunan perkerasan kaku pada *Underpass* Cibubur.

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilaksanakan ini adalah :

- a. Lokasi penelitian yang berbeda dengan penelitian yang saat ini dilakukan di wilayah Sampang – Pamekasan (Madura)
 - b. Penelitian yang terdahulu membandingkan Rumus Bina Marga dan AASHTO sedang penelitian saat ini di kerjakan adalah membandingkan tebal lapis Perkerasan yang akan digunakan
 - c. Mengetahui perbandingan anggaran biaya yang akan digunakan pembangunan perkerasan kaku dan perkerasan lentur
- 2) Risman (2017) Melakukan penelitian “ Analisa Perbandingan Biaya Kontruksi Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur Pada Jalan Kawasan Industri Di Bandung ” Penelitian ini melakukan topik permasalahan yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku jalan di kawasan industri di Bandung yang awalnya didesain menggunakan perkerasan lentur, akan tetapi karena kondisi muka air normal sungai di kawasan industri tersebut lebih tinggi dari elevasi jalan rencana dan kondisi cuaca yang tidak menentu sehingga sering terjadi genangan air, maka diajukan penelitian atau perencanaan perubahan kontruksi jalan dari lentur menjadi perkerasan kaku. Untuk itu dilakukan sebuah analisa dan peninjauan sebuah perkerasan jalan tersebut dengan cara melakukan sebuah study kepustakaan, observasi lapangan, dan menganalisa biaya kontruksinya dengan tujuan agar didapat jenis perkerasan yang lebih tepat dan efisien dari hasil penelitian didapatkan perkerasan kaku dengan susunan lapis permukaan dari pelat beton K- 300 dengan tebal 21 C, lapis pondasi bawah dari campuran beton kurus (CBK) 15 cm tebal perkerasan lentur dengan

susunan lapis permukaan dari AC –WC 10 cm, lapis pondasidari batu pecah kelas A 25 cm, dan lapis pondasi bawah dari sirtu kelas A50 cm dari perhitungan biaya kontruksi diperoleh perbedaan anggaranbiaya yang diperlukan.

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akandilaksanakan ini adalah :

- a. Lokasi penelitian yang berbeda dengan penelitian yang saat inidilakukan di wilayah Sampang – Pamekasan (Madura)
 - b. Penelitian terdahulu memperhitungkan efisiensi anggaran biaya yangakan digunakan untuk pekerjaan tersebut antara menggunakanperkerasan kaku dan lentur sedangkan penelitian sekarangmembandingkan tebal perkerasan yang akan digunakan perkerasanlentur (Lapis Pondasi Agregat Kelas A dan Lapis Pondasi AgregatKelas B)
 - c. Mengetahui perbandingan anggaran biaya yang akan digunakan pembangunanperkerasan kaku dan perkerasan lentur
- 3) Risdika Agung (2017) Melakukan Penelitian “ Analisa PerbandinganPerkerasan Lentur dengan Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan AjungKabupaten JemberPenelitian ini melakukan penelitian perbandingan perhitungan antarakontruksi perkerasan lentur dan perkerasan kaku dari segi kekuatan danekonomis serta yang cocok digunakan dijalan Ajung. Sedangkanperhitungan yang dilakukan yaitu tebal perkerasan lentur dan kaku, mencaritotal biaya yang akan diperlukan untuk biaya pembangunan

proyek tersebut berdasarkan konstruksi perkerasan lentur dan perkerasan kaku dan menganalisa kelayakan secara kekuatan serta nilai ekonomis yang didapat dari hasil penelitian tersebut

Berdasarkan hasil akhir perhitungan didapatkan tebal perkerasan lentur *surface* dengan tebal 10,125 cm, *base course* tebal 25 cm dan *subbasecourse* tebal 25 cm sedangkan untuk perkerasan kaku didapat bagian beton semen tebal 23,5 cm dan *base course* tebal 10 cm. Setelah melakukan perhitungan dengan hasil perhitungan analisa kekuatan dan ekonomis serta perkerasan yang cocok digunakan di jalan Ajung didapat konstruksi perkerasan kaku lebih aman dan lebih menguntungkan dibandingkan dengan konstruksi perkerasan lentur.

Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilaksanakan ini adalah :

- a. Lokasi penelitian yang berbeda dengan penelitian yang saat ini dilakukan di wilayah Sampang – Pamekasan (Madura)
- b. Penelitian terdahulu memperhitungkan perbandingan tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku serta nilai ekonomis biaya untuk perkerasan lentur dan perkerasan kaku yang akan digunakan sedangkan penelitian sekarang melakukan pembahasan pemakaian alternatif tebal perkerasan lentur (Lapis Pondasi Agregat Kelas A dan Lapis Pondasi Agregat Kelas B) Mengetahui Tebal Perkerasan Lapis Pondasi Agregat Kelas A dan Lapis Pondasi Agregat Kelas B yang akan digunakan serta anggaran biaya yang akan digunakan pembangunan dan perkerasan lentur.

2.1.1 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan menurut fungsi jalan terbagi atas :

1. Jalan Arter

Jalan arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien,

2. Jalan Kolektor

Jalan Kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi,

3. Jalan Lokal

Jalan Lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

4. Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer adalah jalan yang menghubungkan secara efisien antar pusat kegiatan nasional atau antar pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.

5. Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer adalah jalan yang menghubungkan secara efisien antar pusat kegiatan wilayah atau menghubungkan antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal.

Klasifikasi jalan menurut kelas jalan :

Klasifikasi jalan menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan

dalam menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton, dan kemampuan jalan tersebut dalam melayani lalu lintas kendaraan dengan dimensi tertentu. Klasifikasi kelas jalan, fungsi jalan, dan dimensi kendaraan maksimum kendaraan yang diijinkan melalui jalan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas, Fungsi, Dimensi Kendaraan dan Muatan Sumbu Terberat

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan Maksimum			Muatan sumbu terberat (Ton)
		Lebar (m)	Panjang (m)	Tinggi (m)	
I	Arteri, Kolektor	2,5	18	4,2	10
II	Arteri, Kolektor, local, lingkungan	2,5	12	4,2	8
III	Arteri, Kolektor, local, lingkungan	2,1	9	3,5	8
Khusus	Arteri	>2,5	>18	4,2	>10

Sumber: Undang-undang No.22 Tahun 2009

Klasifikasi jalan menurut medan jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan

No.	Jenis Median	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	<3
2.	Perbukitan	B	3 – 25
3.	Pegunungan	G	>25

Sumber : Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006

Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

2.1.2 Bagian – Bagian Jalan Tol

Setidaknya ada 11 bagian penting dari jalan tol yang harus kamu ketahui.

Adapun bagian – bagian yang dimaksud adalah :

1. Jalan Penghubung

Bagian yang pertama dikenal dengan sebutan jalan penghubung. Yang artinya jalan ini menghubungkan antara jalan tol dengan jalan raya biasa.

2. Gerbang Tol

Dimana di tempat ini pemakaian jalan diharuskan membayar tiket agar bisa melanjutkan perjalanan. Gerbang tol umumnya ada yang menjaga, namun kini zaman sudah semakin modern. Jadi ketika anda akan membayarkan biaya tersebut, bisa dilakukan secara elektronik dan otomatis.

3. Simpang Susun

Simpang susun merupakan jalan layang yang berada di atas jalan tol atau jalan lainnya. Pada jalan layang ini, kendaraan dapat melakukan peralihan dari satu jalan ke jalan lainnya tanpa harus berhenti terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan tidak adanya lampu lalu lintas di jalan tersebut. Ada 4 bentuk simpang susun, yaitu :

- Bertumpuk, adalah simpang susun yang berbentuk kompleks dimana tidak ada konflik silang pada bagian jalannya.

- Jembatan Semanggi, yang menjadi salah satu simpang susun pertama yang ada dan dikembangkan di Indonesia.
- Simpang Ketupat, adalah simpang susun dimana sebagian konflik masih terjadi secara sebidang.
- Separuh Semanggi atau yang juga dikenal sebagai seperempat semanggi. Disamping itu simpang susun yang satu ini juga sering disebut simpang terompet.

4. Rambu Lalu Lintas

Rambu – rambu lalu lintas juga dapat kamu temukan di jalan tol dengan fungsi dan kegunaan yang sama seperti di jalan raya. Yakni untuk memberikan peringatan, larangan, perintah dan petunjuk bagi pemakai jalan. Mengenai rambu lalu lintas sendiri telah diatur di dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomer 13 tahun 2014.

5. Alat Panggil Darurat

Alat ini sangat penting untuk kamu miliki. Pasalnya, bisa menjadi alat komunikasi bagi kamu agar bisa menginformasikan jika terjadi gangguan di jalan tol kepada petugas.

6. Penahan Silau

Penahan silau merupakan sebuah alat yang dimanfaatkan untuk menahan pantulan lampu dari arah berlawanan. Hal ini membuat pandanganmu menjadi lebih jelas dan tidak terganggu lagi.

7. Guardrail

Guardrail merupakan pagar pengaman yang menjadi pembatas antara jalan tol yang berlawanan arah. Adanya guardrail membuat pengendara dapat

menghindari tabrakan dari arah yang berlawanan, apabila terjadi potensi kecelakaan. Guardrail terbuat dari rail besi atau baja panjang. Selain untuk menghindarkan diri dari tabrakan, adanya pengaman jalan juga membuat pengendara bisa terhindar dari kejatuhan ke sungai/jurang dll.

8. Rest Area

Rest Area atau tempat peristirahatan merupakan sebuah tempat yang bisa kamu manfaatkan untuk melepas penat setelah sekian lama melakukan perjalanan menuju suatu tempat. Rest area, tidak hanya bisa kamu temukan di jalan tol saja, tetapi juga di jalan nasional. Menurut peraturan perundangan mengenai Lalu Lintas dan Angkutan Jalan ada aturan yang menyebutkan bahwa setiap orang mengemudikan kendaraan selama 4 jam diwajibkan untuk beristirahat.

9. Bahu Jalan

Bahu jalan merupakan tempat berhentinya kendaraan dalam keadaan yang darurat saat terjadi gangguan pada kendaraan. Di jalur ini, kamu juga tidak diperkenankan untuk mendahului kendaraan yang lainnya. Secara dimensi, minimum bahu jalan bisa digunakan oleh hilir mudik kendaraan dalam kondisi darurat setidaknya 2,5 meter hingga 3,5 meter.

10. Median Jalan

Median jalan merupakan jarak pemisah antara jalan tol yang berlawanan arah. Tujuannya adalah untuk keselamatan pengendara agar tidak terjadi kecelakaan. Ada 3 bentuk median jalan yang selama ini ada di jalan tol ataupun jalan lainnya yaitu, jalur hijau yang memiliki lebar antara 2

sampai 20 meter, pulau jalan lengkap dengan kerb, dan juga ada yang berbentuk beton pemisah.

11. Jalur 1-2-3

Merupakan masing – masing jalur yang diperuntukkan untuk kendaraan berbeda – beda. Jalur 1 untuk kendaraan truk dan bus, jalur 2 untuk kendaraan dengan laju yang lebih cepat, sementara itu jalur 3 dipakai khusus untuk mendahului kendaraan yang ada di depannya.

2.2 Defenisi Jalan Bebas Hambatan (Jalan Tol)

Pengertian jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar. Jalan tol sebagai bagian dari sistem jaringan jalan umum merupakan lintas alternatif, namun dalam keadaan tertentu jalan tol dapat tidak merupakan lintas alternatif.

Penyelenggaraan jalan tol memiliki tujuan untuk meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi yang pada akhirnya mampu menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi di suatu daerah. Penyelenggaraan jalan tol berada pada pemerintah yang meliputi pengaturan, pembinaan, perusahaan, dan pengawasan. Jalan tol memiliki peran yang sangat signifikan bagi perkembangan suatu daerah. Disamping itu, jalan tol merupakan jalan bebas hambatan dan jalan nasional yang dapat menunjang peningkatan pertumbuhan perekonomian. Untuk pembangunan jalan tol bagi kepentingan umum dengan menggunakan dana yang berasal dari pemerintah dan/atau badan usaha.

Dalam konstruksi jalan tol terdapat dua jenis perkerasan, yaitu perkerasan

kaku dan lentur. Umumnya untuk pembangunan jalan tol di Indonesia sekarang ini menggunakan perkerasan kaku dikarenakan perkerasan kaku dianggap lebih efisien dari segala segi.

2.2.1 Jenis – Jenis Struktur Perkerasan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang biasanya dipakai dalam perkerasan jalan adalah batu pecah, batu belah, batu kali dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain semen, aspal dan tanah liat. Pada umumnya, perkerasan jalan terdiri dari beberapa jenis lapisan perkerasan yang tersusun dari bawah ke atas, sebagai berikut: Lapisan tanah dasar (sub grade), lapisan pondasi bawah (subbase course), lapisan pondasi atas (base course) dan lapisan permukaan / penutup (surface course). Terdapat beberapa jenis / tipe perkerasan yaitu: Flexible pavement (perkerasan lentur), rigid pavement (perkerasan kaku), composite pavement (gabungan rigid dan flexible pavement).

2.2.2 Flexible Pavement (Perkerasan Lentur)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Struktur perkerasan lentur terdiri atas lapisan – lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan.

Lapisan – lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Struktur perkerasan lentur dipandang dari keamanan dan kenyamanan berlalu lintas harus memenuhi syarat :

1. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang
2. Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya
3. Permukaan cukup kasar, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah selip
4. Permukaan tidak mengkilap, tidak silau ketika terkena sinar matahari.

2.2.3 Rigid Pavement (Perkerasan Kaku)

Perkerasan kaku adalah suatu susunan struktur perkerasan jalan yang pada lapisan atasnya menggunakan pelat beton, terletak diatas lapis pondasi atau langsung diatas tanah dasar.

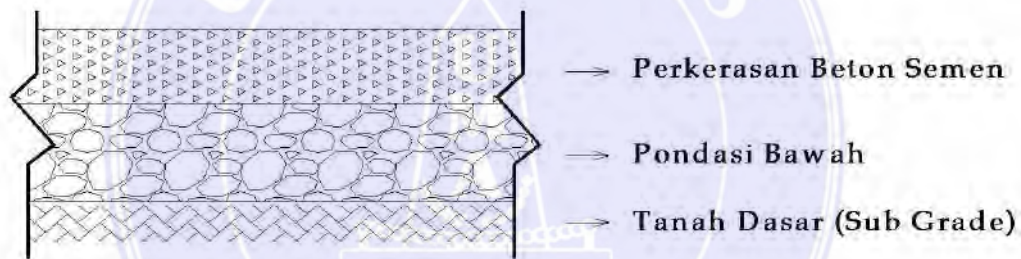
Beberapa jenis perkerasan kaku beton semen adalah sebagai berikut :

- a. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan (BBTT)
- b. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan (BBDT)
- c. Perkerasan kaku beton semen menerus tanpa tulangan (BMTT)
- d. Perkerasan kaku beton semen menerus dengan tulangan (BMDT)
- e. Perkerasan beton pra-tegang

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat daya dukung dan keseragaman tanah dasar berpengaruh pada keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor – faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pemadatan, kepadatan, dan perubahan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton semen bukan merupakan bagian utama yang memikul beban, tetapi merupakan bagian yang

berfungsi sebagai Pengendalian pengaruh kembang susut tanah dasar, Pencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi pelat, Memberi dukungan yang mantap dan seragam pada pelat, dan Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan.

Pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan – lapisan di bawahnya. Bila diperlukan tingkat kenyamanan yang tinggi, permukaan perkerasan beton semen dapat dilapisi dengan lapis campuran beraspal setebal 5 cm. Dapat di lihat di gambar 2.1



Gambar 2.1 Struktur perkerasan kaku

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd-T-14-2003)

Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas lebih dari 30 juta ESA4 umumnya memiliki *discounted lifecycle cost* lebih rendah. Pada kondisi tertentu perkerasan kaku juga dapat dipertimbangkan untuk jalan perkotaan dan pedesaan. Biasanya perkerasan kaku kurang nyaman untuk digunakan berkendara, namun bisa diatasi dengan diberi lapisan aspal di permukaannya untuk kenyamanan berkendara.

Keuntungan dan Kerugian Perkerasan Kaku :

Keuntungan perkerasan kaku antara lain adalah struktur perkerasan lebih tipis kecuali untuk area tanah lunak, Pelaksanaan konstruksi dan pengendalian mutu lebih mudah, Biaya pemeliharaan lebih rendah jika mutu pelaksanaan baik, dan Pembuatan campuran lebih mudah.

Kerugiannya antara lain Biaya konstruksi lebih mahal untuk jalan dengan lalu lintas rendah, Rentan terhadap retak jika dilaksanakan di atas tanah lunak, atau tanpa daya dukung yang memadai, atau tidak dilaksanakan dengan baik (mutu pelaksanaan rendah), dan Umumnya kurang nyaman berkendara. (Manual Desain Perkerasan Jalan 2017).

2.2.4 Composite pavement (gabungan rigid dan flexible pavement)

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement) dan lapisan perkerasan lentur (flexible pavement) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya.

Konstruksi ini umumnya mempunyai tingkat kenyamanan yang lebih baik bagi pengendara dibandingkan dengan konstruksi perkerasan beton semen sebagai lapis permukaan tanpa aspal.

2.3 Persyaratan Teknis Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017

Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2017 yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga dan lebih dikenal dengan Bina Marga 2017 berisi ketentuan teknis untuk pelaksanaan pekerjaan desain perkerasan jalan untuk perencanaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan kaku. Ditetapkan oleh Dirjen Bina Marga pada tanggal 22 Juni 2017 melalui SE No 04/SE/Db/2017. Dengan diberlakukannya SE ini, maka SE No 08/SE/Db/2013 tentang MDP 2013 dicabut.

2.3.1 Volume Lalu Lintas



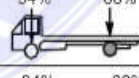
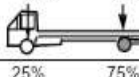
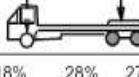
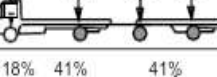
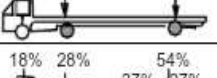

Parameter yang penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei yang selanjutnya diproyeksikan ke depan sepanjang umur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

Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas sepanjang tahun pertama setelah perkerasan diperkirakan selesai dibangun atau direhabilitasi. Elemen utama beban lalu lintas dalam desain adalah Beban gandar kendaraan komersial, dan Volume lalu lintas yang dinyatakan dalam beban sumbu standar.

Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survei yang diperoleh dari Survei lalu lintas, dengan durasi minimal 1 x 24 jam. Survei dapat dilakukan secara manual mengacu pada Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B) atau menggunakan peralatan dengan pendekatan yang sama, Hasil – hasil survei lalu lintas sebelumnya, dan Nilai perkiraan untuk jalan dengan lalu lintas rendah.

Dalam analisis lalu lintas, penentuan volume lalu lintas pada jam sibuk dan lalu lintas harianrata – rata tahunan (LHRT) mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Penentuan nilai LHRT didasarkan pada data survei volume lalu lintas dengan mempertimbangkan faktor k. Perkiraan volume lalu lintas harus dilaksanakan secara realistis. Rekayasa data lalu lintas untuk meningkatkan *justifikasi* ekonomi tidak boleh dilakukan untuk kepentingan apapun. Jika terdapat keraguan terhadap data lalu lintas maka perencana harus membuat survei cepat secara independen untuk memverifikasi data tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2.3 Volume Lalu lintas

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAI KOSONG	UE 18 KSAI MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	 ○ RODA TUNGGAL PADA UJUNG SUMBU ● RODA GANDA PADA UJUNG SUMBU
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Sumber: Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement), 2016

2.3.2 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menahan besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Secara tipikal, kuat tekan beton umur 7 hari bisa mencapai 70% dan pada umur 14 hari mencapai 85-90% dari kuat tekan beton 28 hari. Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar 10-65 Mpa. Kebanyakan struktur beton bertulang menggunakan kuat tekan (antara 17-30 Mpa). Uji tekan beton umumnya mempunyai kekuatan tekan beton maksimum pada regangan sekitar 0,002.

2.3.3 Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu yang diberikan pada balok beton tersebut sampai balok beton patah. Kuat lentur (*flexural strength*) beton umur 28 hari disyaratkan tidak boleh lebih rendah dari 4 MPa (40 kg/cm²) sesuai PD.T-05-2004-B. Kuat lentur beton dengan agregat batu pecah menurut Pd.T-14-2003 dapat ditentukan dengan Persamaan

$$f_{cf} = 0,75 \sqrt{f_c'} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.1)}$$

Keterangan :

f_{cf} = Nilai kuat lentur beton (Mpa)

f_c' = Nilai kuat tekan beton 28 hari (Mpa)

2.3.4 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan pada pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu – lintas serta nilai ekonomi jalan, lihat (Tabel 2.4). Umur rencana harus dapat memberikan *discounted lifecycle cost* terendah, bisa diambil dari nilai bunga rata – rata Bank Indonesia dari alamat website <http://www.bi.go.id/web/en/Moneter/BI+Rate/Data+BI+Rate/>

Tabel 2.4 Umur Rencana

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) ⁽¹⁾
Perkerasan lentur	Lapis aspal dan lapis berbutir ⁽²⁾	20
	Fondasi jalan	
Perkerasan kaku	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti : terowongan <i>Cement Treated Based (CTB)</i>	40
	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Sumber: Bina Marga 2017

2.3.5 Beban Desain Lajur

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalulintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencanadinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan faktordistribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL).

Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu.

Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalandengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Pada jalan yang demikian, walaupun sebagian besar kendaraan niaga akan menggunakan lajur luar, sebagian lainnya akan menggunakan lajur-lajur dalam.

Beban desain pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur selama umur rencana. Kapasitas lajur mengacu Permen PU No.19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan berkaitan rasio antara volume dan kapasitas jalan yang harus dipenuhi. Dapat di lihat dari tabel 2.5.

Tabel 2.5 Beban Desain Lajur

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

Sumber: Bina Marga 2017

2.3.6 Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas dilihat berdasarkan data – data pertumbuhan (*historical growth data*) dari tabel 2.6 dapat digunakan untuk perencanaan jalan tahun 2015 – 2035.

Tabel 2.6 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,8	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,5	3,5	3,5	3,5
Jalan desa	1	1	1	1

Sumber: Bina Marga 2017

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*) :

$$R \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.2)}$$

Dengan:

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

I = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

(Bina Marga 2017)

2.3.7 Beban Lalu Lintas

Dimensi, berat kendaraan dan beban yang dimuat akan menimbulkan gaya tekan pada sumbu kendaraan. Gaya tekan sumbu selanjutnya akan disalurkan ke permukaan perkerasan dan akan memberikan kontribusi pada kerusakan jalan. Beban yang terjadi akibat lalu lintas dapat dikonversikan ke dalam konfigurasi beban sumbu seperti Tabel 2.1 (halaman 7).

Data yang didapat pada tabel 2.1 tersebut dapat digunakan untuk menghitung beban sumbu kendaraan dengan rumus :

RD= roda ujung sumbu depan x berat total maksimum..... (Persamaan 2.3)

RB = roda ujung sumbu belakang x berat total maksimum..... (Persamaan 2.4)

Keterangan :

RD : Beban sumbu kendaraan pada roda depan.(kN)

RB : Beban sumbu kendaraan pada roda belakang.(kN)

2.3.8 Lalu Lintas Rencana

Lalu – lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu – lintas dan konfigurasi sumbu, beban sumbu standar kumulatif, dan nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*) menggunakan data terakhir yang dikalikan dengan faktor pengali pertumbuhan laju lalu – lintas tahunan. Dalam menghitung lalu lintas harian dapat dihitung dengan rumus :

$$JSKNH = LHR \times \text{jumlah sumbu per kendaraan} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.5)}$$

Keterangan :

JSKNH : Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalandibuka.

LHR : Lalu lintas harian rata-rata

Lalu – lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survei beban.

Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus persamaan 2.6 berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.6)}$$

Keterangan :

JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana.

R :Faktor pertumbuhan komulatif yang besarnya tergantung daripertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.

C : Koefisien distribusi kendaraan (Pd T-14-2003)

2.3.9 Perhitungan Perencanaan Perkerasan Kaku

Perencanaan perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat didasarkan pada penentuan kelompok sumbu kendaraan niaga yang kemudian beban dari kelompok sumbu kendaraan niaga dikaitkan dengan tabel 2.7 mengenai perencanaan perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat. Perencanaan perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas rendah melihat di tabel 2.7 setelah diketahui nilai Ekuivalen Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (HVAG).

a. Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (HVAG)

Tabel 2.7 Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga untuk Jalan Lalu Lintas Berat (untuk desain perkerasan kaku)

Beban Kelompok Sumbu (kN)	Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga				
	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG
	Kelompok sumbu sebagai persen dari kendaraan niaga				
10 – 20	7,6	-	-	-	-
20 – 30	16,5	0,2	-	-	-
30 – 40	18,4	0,5	-	-	-
40 – 50	11,8	1,1	-	-	-
50 – 60	19	2,2	-	-	-
60 – 70	7,6	4,9	-	-	-
70 – 80	10,2	7,4	-	-	-
80 – 90	0,7	6,9	-	-	-
90 – 100	1,1	2,6	-	-	-
100 – 110	-	1,8	1,8	-	-
110 – 120	-	1,6	-	0,3	-
120 – 130	-	3	-	0,1	-
130 – 140	-	3,3	1,8	0,4	-
140 – 150	-	1,5	1,8	0,7	-
150 – 160	-	0,3	1,8	1	-
160 – 170	-	3,6	-	1,1	-
170 – 180	-	0,1	-	1,1	-
180 – 190	-	-	-	0,5	-
Beban	Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga				

Kelompok Sumbu (kN)	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG
Kelompok sumbu persen dari kendaraan niaga					
190 – 200	-	-	-	1,6	-
200 – 210	-	0,4	-	2,7	0,13
210 – 220	-	2,4	-	0,8	-
220 – 230	-	0,1	-	1	-
230 – 240	-	0,1	-	0,9	-
240 – 250	-	-	-	0,7	-
250 – 260	-	-	-	0,3	-
260 – 270	-	-	-	1,9	-
270 – 280	-	-	-	1	-
280 – 290	-	-	-	1,2	-
290 – 300	-	-	-	0,1	-
300 – 310	-	-	-	-	-
310 – 320	-	-	-	0,7	0,13
320 – 330	-	-	-	0,4	0,13
330 – 340	-	-	-	-	-
340 – 350	-	-	-	-	-
350 – 360	-	-	-	0,4	-
360 – 370	-	-	-	-	-
370 – 380	-	-	-	0,9	0,13
380 – 390	-	-	-	0,4	-
390 – 400	-	-	-	-	0,26
400 – 410	-	-	-	-	0,26
410 – 420	-	-	-	-	0,13
420 – 430	-	-	-	-	-
430 – 440	-	-	-	-	-
440 – 450	-	-	-	-	0,4
450 – 460	-	-	-	-	0,13
460 – 470	-	-	-	-	-
470 – 480	-	-	-	-	0,13
480 – 490	-	-	-	-	-
490 – 500	-	-	-	-	-
500 – 510	-	-	-	-	-
510 – 520	-	-	-	-	0,13
520 – 530	-	-	-	-	-
530 – 540	-	-	-	-	-
540 – 550	-	-	-	-	-
550 – 560	-	-	-	-	0,13
Proporsi Sumbu	55,80%	26,40%	4,30%	12,20%	1,30%

Catatan:

Berlaku untuk perhitungan desain ketebalan pelat perkerasan kaku
 Sumber data RSDP3 Activity #201 studi sumbu kendaraan niaga di Demak, Jawa
 Tengah Tahun 2011 (PANTURA).

Catatan :

STRT : Sumbu tunggal roda tunggal

STRG : Sumbu tunggal roda ganda

STdRT : Sumbu tandem roda tunggal

STdRG: Sumbu tandem roda ganda

SRrRG : Sumbu tridem roda ganda

1kN = 9,81 Ton (biasanya untuk memudahkan perhitungan diambil 10)

Sumber : Bina Marga 2017

b. Desain Perkerasan Kaku

Persyaratan desain perkerasan kaku dengan sambungan dan ruji (*dowel*) serta bahu beton (*tied shoulder*), dengan atau tanpa tulangan distribusi retak. Dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8 Desain Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat (Bagan Desain 4)

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (<i>overloaded</i>) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	< 86
Dowel dan bahu beton	YA				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis Fondasi LCM	100				
Lapis Drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

Sumber: Bina Marga 2017

c. Penentuan Struktur Pondasi Jalan

Penentuan Struktur pondasi jalan dilihat dari nilai CBR tanah dasar yang kemudian disesuaikan dengan spesifikasi yang sudah disediakan pada Tabel 2.9 Desain Fondasi Jalan Minimum.

Tabel 2.9 Desain Fondasi Jalan Minimum

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan Umur rencana 40 Tahun (juta ESA 5)			
			< 2	2 – 4	> 4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			Stabilisasi Semen ⁽⁶⁾
			Tidak diperlukan perbaikan			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material	-	-	100	300
5	SG5	timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah)	100	150	200	
4	SG4		150	200	300	
3	SG3		175	250	350	
2,5	SG2,5		400	500	600	
Tanah ekspansi (potensi pemuaian > 5%)		Lapis penopang ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	1000	1100	1200	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas Tanah lunak ⁽²⁾		-atau- lapis penopang dan geogrid ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	1000	1250	1500	

Sumber: Bina Marga 2017

Catatan :

- (1) Desain harus mempertimbangkan semua hal yang kritikal
- (2) Ditandai dengan kepadatan dan CBR lapangan yang rendah
- (3) Menggunakan nilai CBR insitu, karena nilai CBR rendaman tidak relevan
- (4) Pemukaan lapis penopang di atas tanah SG1 dan gambut diasumsikan mempunyai daya dukung setara nilai CBR 2.5%, dengan demikian ketentuan perbaikan tanah SG2.5 berlaku. Contoh: untuk lalu lintas rencana > 4jt ESA, tanah SGI memerlukan lapis penopang setebal 1200 mm untuk mencapai daya dukung setara SG2.5 dan selanjutnya perlu ditambah lagi setebal 350 mm untuk meningkatkan menjadi setara SG6.
- (5) Tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asal dipadatkan pada kondisi kering.
- (6) Untuk perkerasan kaku, material perbaikan tanah dasar berbutir halus (klasifikasi A4 sampai dengan A6) harus berupa stabilitas semen.

2.3.10 Penentuan Daya Dukung Efektif Tanah Dasar

Daya dukung efektif tanah dasar dapat ditentukan menggunakan metode CBR, biasanya menggunakan solusi tanah normal atau tanah lunak. Pada tanah dasar lunak dapat dibangun perkerasan kaku dengan dipotong oleh pondasi *micro pile*, atau penggalian dan penggantian seluruh tanah lunak.

a. Tanah Dasar Normal

Apabila pondasi perkerasan terdiri dari beberapa lapis atau tanah dasar asli terdiri dari beberapa lapis dengan kekuatan tertinggi terletak pada lapis paling atas. Semakin dalam posisi tanah dasar dan kekuatan tanah dasar semakin meningkat, maka formula tersebut tidak berlaku. Dalam kasus ini nilai CBR karakteristik adalah nilai CBR lapis teratas tanah dasar.

b. Tanah Lunak

Perkerasan kaku sebaiknya tidak digunakan di atas tanah lunak, kecuali jika dibangun dengan pondasi *micro pile*. Apabila perkerasan kaku dibangun di atas tanah lunak maka pondasi perkerasan tanah lunak harus terdiri atas : Penggalian dan penggantian seluruh tanah lunak

atau, lapis penopang dengan nilai CBR tidak lebih dari 6% dan timbunan dengan tinggi tidak kurang dari 1,5 meter. Lapis penopang harus diberikan waktu untuk mengalami konsolidasi (pra-pembebanan).

2.4 Sambungan Perkerasan

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk :

- Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu-lintas.
- Memudahkan pelaksanaan.
- Mengakomodasi gerakan pelat.

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain:

- Sambungan memanjang
- Sambungan melintang
- Sambungan isolasi

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (*joint sealer*), kecuali pada sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi (*joint filler*).

2.4.1 Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*)

Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3 - 4 m.

Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU- 24 dan berdiameter 16 mm.

Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times b \times h \text{ dan } \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.7)}$$

$$l = (38,3 \times \varphi) + 75$$

Dengan pengertian :

A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm²).

b = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m).

h = Tebal pelat (m).

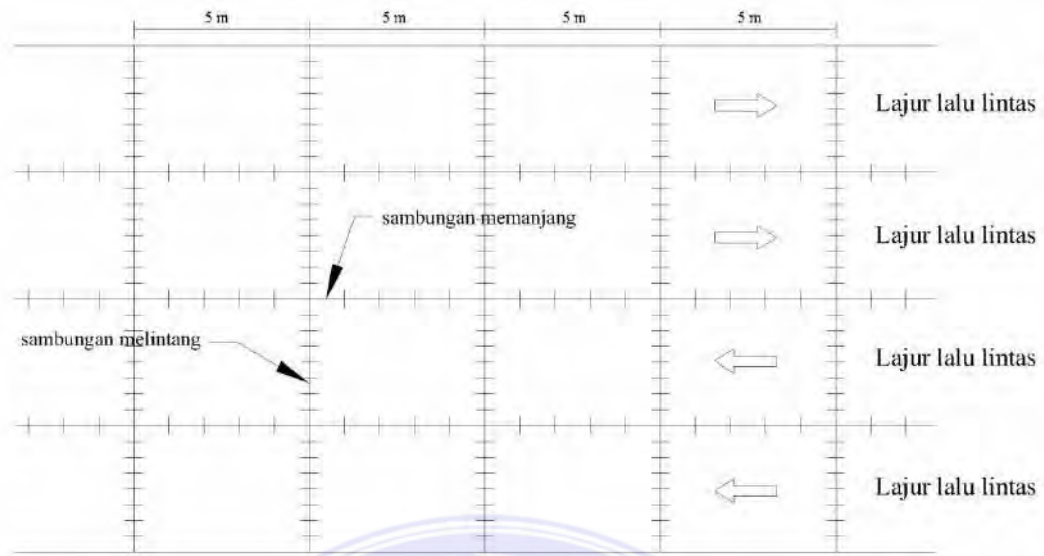
l = Panjang batang pengikat (mm).

φ = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

2.4.2 *Dowel* Bina Marga 2017

Ruji (*dowel*) merupakan sepotong baja polos lurus yang dipasang pada setiap sambungan melintang dengan maksud sebagai sistem penyalur beban, sehingga pelat yang berdampingan dapat bekerja sama tanpa terjadinya perbedaan penurunan yang berarti. *Dowel* pada sambungan melintang harus dipasang lurus dan sejajar sumbu jalan. Batang *dowel* harus terbuat dari batang baja polos dan memenuhi spesifikasi.



Gambar 2.2 Sambungan *Dowel* pada Lajur Lalu Lintas
 Sumber: Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd-T-14-2003).

2.5 Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT)

Pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan, ada kemungkinan penulangan perlu dipasang guna mengendalikan retak. Bagian-bagian pelat yang diperkirakan akan mengalami retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka pelat harus diberi tulangan.

Penerapan tulangan umumnya dilaksanakan pada :

- a. Pelat dengan bentuk tak lazim (*odd-shaped slabs*),

Pelat disebut tidak lazim bila perbandingan antara panjang dengan lebar lebih besar dari 1,25, atau bila pola sambungan pada pelat tidak benar-benar berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang.

- b. Pelat dengan sambungan tidak sejalur (*mismatched joints*).
- c. Pelat berlubang (*pits or structures*).

2.6 Persyaratan Teknis AASHTO 1993

AASHTO (*American Associal of State Highway Transportation Officials*) *Guide For Design of Pavement Structures 1993* atau yang lebih dikenal dengan istilah AASHTO 1993. AASHTO 1993 merupakan salah satu metode perencanaan perkerasan kaku yang umum digunakan.

Parameter perencanaan perkerasan kaku Metode AASHTO 1993 terdiri :

1. Analisa Lalu lintas; mencakup umur rencana, lalu lintas rata – rata, pertumbuhan lalu lintas tahunan, vehicle damage factor, equivalent single axle load.
2. *Serviceability*
3. *Reability*
4. Standar normal deviasi
5. CBR dan modulus reaksi tanah dasar

2.6.1 *Vehicle Damage Factor (VDF)*

Vehicle Damage Factor atau daya rusak jalan merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan tebal perkerasan cukup signifikan, dan jika makin berat kendaraan (khususnya kendaraan jenis Truk) apalagi dengan beban overload , nilai VDF akan secara nyata membesar. Data sekunder nilai VDF sesuai penggolongan jenis kendaraan yang diambil dari beberapa sumber dapat dilihat pada tabel 2.10

Tabel 2.10 *Vechile Damage Factor (VDF) Desain*

No.	Tipe Kendaraan	<i>Vechile Damage Factor (VDF)</i>							
		A	B	C	D	E	F	G	H
1.	Sedan, Jeep, st.Wagon	0,0005	0,0024	0,0001	0,0001	0,0005	0,002	0,002	0,0012
2.	Pick-up, combi	0,2174	0,2738	0,158	0,0001	0,3106	0,196	0,359	0,2165
3.	Truk 2 as (L), micro truk, mobil hantaran	0,2174	0,2738	0,158	0,206	0,3106	0,196	0,359	0,2458
4.	Bus kecil	0,2174	0,2738	0,158	0,206	0,3106	0,196	0,359	0,2458
5.	Bus besar	0,3006	0,3785	0,6984	4,4526	0,1592	0,9229	0,371	1,0413
6.	Truk 2 as (H)	2,4159	3,0421	2,6883	4,4526	2,3286	1,569	4,446	2,9918
7.	Truk3 as	2,7416	5,4074	5,3847	3,4214	2,6209	8,029	9,805	5,3443
8.	Truk 4 as, truk gandengan	3,9083	4,8071	5,7962	8,9003	7,0588	8,195	6,4443	6,4443
9.	Truk S, Trailer	4,1718	7,2881	4,2155	3,6923	4,3648	1,029	4,1269	4,1269

Keterangan :

- A : Bina Marga MST 10 Ton
- B : NAASRA MST 10 Ton
- C : PUSTRAN 2002 (*overloaded*)
- D : CIPULARANG 2002
- E : PANTURA 2003 MST 10 Ton
- F : PUSTRANS 2004 Semarang – Demak
- G : PUSTRANS 2004 Yogyakarta – Sleman/Tempel
- H : VDF rata – rata

Sumber : AASHTO 1993

2.6.2 Traffic Design

Umur rencana rigid pavement umumnya diambil 20 dan 40 tahun untuk konstruksi baru. Lalu – lintas rencana pada AASHTO 1993 dapat diketahui melalui nilai ESAL atau *Equivalent Single Axle Load*. Berikut rumus umum lalu lintas rencan(ESAL) :

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHRj \times VDFj \times DD \times DL \times 365 \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.8)}$$

Dimana :

W_{18} = *Traffic design* pada lajur lalu lintas, *Equivalen Single Axle Load*.

LHR_j = Jumlah lalu lintas harian rata – rata 2 arah untuk jenis kendaraan j.

VDF_j = *Vehicle Damage Faktor* untuk jenis kendaraan j.

D_D = Faktor distribusi arah.

D_L = Faktor distribusi lajur.

N₁ = Lalu lintas pada tahun pertama jalan dibuka.

N_n = Lalu lintas pada akhir umur rencana.

Terdapat faktor distribusi arah (D_D) yang nilainya 0,3 – 0,7, umumnya diambil 0,5 dan faktor distribusi lajur (D_L) mengacu pada tabel 2.11

Tabel 2.11 Faktor Distribusi Lajur (D_L)

Jumlah lajur setiap arah	D _L (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Sumber : AASHTO 1993

2.6.3 Lalu Lintas

Data lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan kaku adalah data lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif didapatkan dari perkalian beban gandar standar kumulatif pada jalur rencana selama 1 tahun (W₁₈) dengan besaran faktor laju pertumbuhan lalu lintas (*traffic growth*). Rumusan lalu lintas kumulatif menurut metode AASHTO 1993 sebagai berikut :

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.9)}$$

Dimana :

W_t = Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

W₁₈ = Beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun (ESAL)

- n = Umur pelayanan, atau umur rencana UR (tahun)
- g = perkembangan lalu lintas (%)

2.6.4 Daya Dukung Efektif Tanah Dasar dan Modulus Reaksi Tanah Dasar

CBR dalam perencanaan perkerasan kaku digunakan untuk penentuan nilai parameter modulus reaksi tanah dasar (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasarkan ketentuan CBR tanah dasar. Nilai CBR yang umum digunakan di Indonesia berdasarkan besaran 6% untuk lapis tanah dasar.

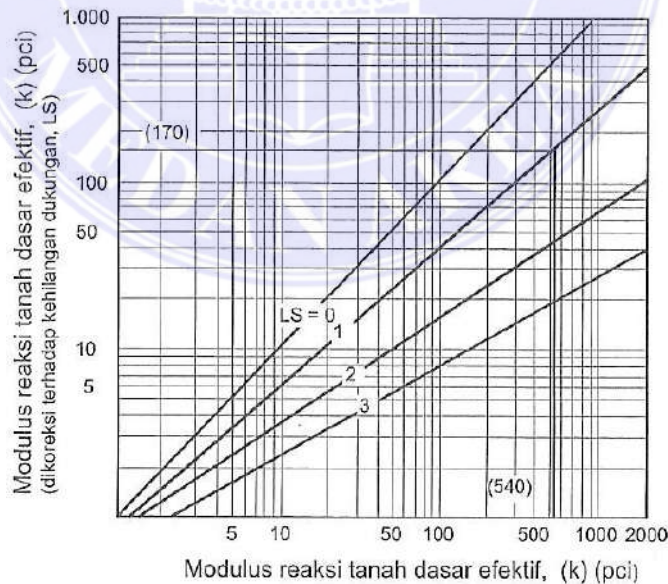
$$M_R = 1.500 \times CBR \dots\dots\dots \text{Persamaan (2.10)}$$

$$k = \frac{M_R}{19,4}$$

Dimana :

M_R = Resilient modulus

k = modulus reaksi tanah dasar



Gambar 2.3 Modulus Reaksi Tanah Dasar Efektif

Sumber : AASHTO 1993

2.6.5 Reliabilitas

Angka reliabilitas adalah kemungkinan (*probabilitas*) bahwa perkerasan yang direncanakan akan tetap memuaskan selama umur rencana. Angka reliabilitas ditetapkan antara 50% hingga 99,99%, angka tersebut merupakan tingkat kehandalan desain untuk mengatasi dan mengakomodasi kemungkinan melestinya besaran – besaran desain yang dipakai. Semakin tinggi reliabilitas yang dipakai semakin tinggi pula kemungkinan terjadinya selisih (deviasi) desain. Dapat dilihat pada tabel 2.12

Tabel 2.12 Reliabilitas (R) yang disarankan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas (%)	
	Perkotaan	Antar Kota
Jalan Tol	85 - 99,99	80 - 99,99
Arteri	80 - 99	75 - 95
Kolektor	80 - 95	75 - 95
Lokal	50 - 80	50 - 80

Sumber : AASHTO 1993

a. Peramalan kinerja perkerasan

Kinerja perkerasan dapat diramalkan pada *Terminal Serviceability* $p_t = 2,5$ (untuk jalan raya utama), $p_t = 2,0$ (untuk jalan lalu lintas rendah), dan *Initial Serviceability* $p_i = 4,5$ (rentang yang digunakan antara 0 – 5)

b. Peramalan lalu lintas

Peramalan lalu lintas juga dilakukan berdasarkan studi tersendiri dengan cara survei pribadi, bukan hanya berdasarkan rumus empirik. Tingkat kehandalan dan keakuratan berdasarkan studi tersendiri lebih baik dibandingkan secara empiris, linear atau data sekunder.

c. Pelaksanaan konstruksi

Dalam pelaksanaan konstruksi perkerasan kaku, spesifikasi sudah

mengkategorikan tingkat atau syarat agar perkerasan sesuai standar desain. Desain yang digunakan adalah syarat minimum dalam spesifikasi. Dapat dilihat pada tabel 2.13

Tabel 2.13 Nilai Penyimpangan Normal Standar Deviasi untuk Tingkat Reliabilitas Tertentu (Z_R)

Reliabilitas, R (%)	Standart Normal Deviation, Z_R
50	0,000
60	-253
70	-524
75	-674
80	-841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,475
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Sumber : AASHTO 1993

Selain *Standart Normal Deviation* terdapat parameter lain yang berpengaruh pada penentuan tebal palat rencana, parameter tersebut adalah *Standart Deviation*. *Standart Deviation* untuk perkerasan kaku adalah $S_o = 0,30 - 0,40$

2.6.6 Serviceability

Penentuan *serviceability* berdasarkan tabel 2.14 untuk penentuan terminal *serviceability index* (Pt).

Tabel 2.14 Terminal Serviceability Index (Pt)

Persentase orang yang menyatakan tidak dapat diterima (%)	Pt (Terminal Serviceability Level)
12	3
55	2,5
85	2

Sumber : AASHTO 1993

Parameter *serviceability* :

- a. *Initial serviceability* : $p_o = 4,5$
- b. *Terminal serviceability index* jalur utama (*major highways*) : $p_t = 2,5$
- c. *Terminal serviceability index* jalan lalu lintas rendah : $p_t = 2,0$
- d. *Total loss of serviceability* : $\Delta PSI = p_o - p_t$

2.6.7 Modulus Elastisitas Beton dan *Flexural Strength*

$$E_c = 57.000 \sqrt{f'c} \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.11)}$$

Dimana :

E_c = Modulus elastisitas beton (psi)

$f'c$ = Kuat tekan beton, silinder (psi)

Kuat tekan beton ditetapkan sesuai spesifikasi pekerjaan. Di Indonesia umumnya digunakan $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$. *Flexural Strength* sesuai spesifikasi di Indonesia umumnya digunakan $S_c' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$

2.6.8 Koefisien Drainase

Menurut AASHTO 1993 terdapat 2 variabel yang digunakan dalam menentukan nilai koefisien drainase.

- a. Variabel pertama yaitu mutu drainase sesuai tabel 2.15 dan koefisien pengaliran (C) tabel 2.16

Tabel 2.15 Mutu Drainase

Mutu Drainase	Air dapat dibebaskan
Excellent	2 jam
Good	1 hari
Fair	1 minggu
Poor	1 bulan
Very poor	Air tidak terbebaskan

Sumber : AASHTO 1993

Tabel 2.16 Koefisien Pengaliran (C)

Tipe daerah pengaliran		C
Jalan	Beraspal	0,7 - 0,95
	Beton	0,8 - 0,95
	Batu	0,7 - 0,95

Sumber : AASHTO 1993

- b. Variabel kedua merupakan persentase kualitas drainase struktur perkerasan dalam satu tahun terkena air sampai mendekati jenuh air (*saturated*), dari tabel 2.17 dapat diketahui Koefisien drainase (C_d) yang dihubungkan dengan kualitas drainase.

Tabel 2.17 Koefisien Drainase (C_d)

Quality of drainase	Persentase struktur perkerasan dalam satu tahun terkena air sampai mendekati jenuh air (<i>saturated</i>)			
	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
Excellent	1,25 - 1,20	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10
Good	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00
Fair	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90
Poor	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80
Very poor	1,00 - 0,90	1,90 - 0,80	0,80 - 0,70	0,7

Sumber : AASHTO 1993

2.6.9 Load Transfer

Penentuan Nilai *load transfer* (J) dapat dilihat pada tabel 2.18

Tabel 2.18 *Load Transfer Coefficient*

Alat transfer beban (Dowel)	Aspal		Beton semen	
	Yes	No	Yes	No
Tipe Perkerasan Nilai <i>Load Transfer</i> (J)				
1. Plain jointed (JPCP) dan jointed reinforced (JRCP)	3,2	3,8 - 4,4	2,5 - 3,1	3,6 - 4,2
2. Continuously reinforced CRCP	2,9 - 3,2	N/A	2,3 - 2,9	N/A

Sumber : AASHTO 1993

Perkerasan kaku menerus dengan tulangan menggunakan nilai *Load transfer coefficient* (J) antara 2,3 – 2,9, dengan rekomendasi menggunakan 2,6. Nilai ini merupakan nilai J terendah untuk desain perkerasan kaku menerus dengan tulangan yang sudah sangat baik dalam menahan kenaikan distribusi kapasitas pembebanan perkerasan jalan.

Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan, dowel, dan bahu beton, menggunakan *load transfer coefficient* antara 2,5 – 3,1. Tidak disarankan menggunakan nilai J terendah dari rentang tersebut untuk perkerasan kaku bersambung dengan tulangan. (AASHTO, 1993 : hal II – 26).

2.6.10 Persamaan Penentuan Tebal Pelat

Parameter – parameter tersebut yang sudah diketahui nilainya kemudian diaplikasikan dalam persamaan menggunakan asumsi tebal plat beton (D), berikut persamaan penentuan tebal pelat beton :

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_o + 7,35 \log_{10}(D+1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 p_t) \times \log_{10} \frac{S'_c C d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c \cdot k)^{0,25}} \right]} \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.12)}$$

Dimana :

W_{18} = *Traffic design, Equivalent Single Axle Load* (ESAL)

Z_R = Standar normal deviasi

S_o = Standar deviasi

D = Tebal pelat beton (inches)

ΔPSI = *Serviceability loss* = $p_o - p_t$

p_o = *Initial serviceability*

- p_t = Terminal serviceability index
- S_c' = Flexural strength sesuai spesifikasi pekerjaan (psi)
- C_d = Drainage coefficient
- J = Load transfer coefficient
- E_c = Modulus elastisitas (psi)
- k = modulus reaksi tanah dasar (pci)

2.7 Perencanaan Sambungan AASHTO 1993

Tujuan dasar distribusi penulangan baja adalah bukan untuk mencegah terjadinya retak pada pelat beton tetapi untuk membatasi lebar retakan yang timbul pada daerah dimana beban terkonsentrasi agar tidak terjadi pembelahan pelat beton pada daerah retak tersebut, sehingga kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan.

Banyaknya tulangan baja yang didistribusikan sesuai dengan kebutuhan untuk keperluan ini yang ditentukan oleh jarak sambungan susut, dalam hal ini dimungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan.

2.7.1 Kebutuhan penulangan pada perkerasan bersambung tanpa tulanagan

Pada perkerasan bersambung tanpa tulanagan, penulangan tetap dibutuhkan untuk mengantisipasi atau meminimalkan retak pada tempat – tempat dimana dimungkinkan terjadi konsentrasi tegananyang tidak dapat dihindari.

Tipikal penggunaan penulangan khusus ini antara lain :

- Tambahan pelat tipis
- Sambungan yang tidak tepat

2.7.2 Tie Bars AASHTO 1993

Tie Bars dirancang untuk memegang pelat sehingga teguh, dan dirancang untuk menahan gaya – gaya tarik maksimum. *Tie bars* tidak dirancang untuk memindah beban. Jarak *tie bars* dapat mengacu pada Tabel 2.19

Tabel 2.19 Tie Bars

Jenis dan mutu baja	Tegangan kerja {psi}	Tebal perkerasan {in}	Diameter batang 1/2 in						Diameter batang 5/8 in		
			Panjang {in}	Jarak maximum {in}			Panjang {in}	Jarak maximum {in}			
				Lebar lajur 10 ft	Lebar lajur 11 ft	Lebar lajur 12 ft		Lebar lajur 10 ft	Lebar lajur 11 ft	Lebar lajur 12 ft	
Grade 40	30.000	6	25	48	48	48	30	48	48	48	
		7	25	48	48	48	30	48	48	48	
		8	25	48	44	40	30	48	48	48	
		9	25	48	40	38	30	48	48	48	
		10	25	48	38	32	30	48	48	48	
		11	25	35	32	29	30	48	48	48	
		12	25	32	29	26	30	48	48	48	

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement), 2016

2.7.3 Dowel AASHTO 1993

Alat pemindah beban yang biasa dipakai adalah dowel baja bulat polos. Syarat perancangan minimum dapat mengacu pada Tabel 2.20, atau penentuan diameter dowel dapat menggunakan pendekatan formula :

$$d = \frac{D}{8} \dots \dots \dots \text{Persamaan (2.13)}$$

dimana :

d = Diameter dowel (inchi)

D = Tebal pelat beton (inchi)

Tabel 2.20 Rekomendasi *Dowel*

Tebal perkerasan (in)	Dowel diameter (in)	Panjang dowel (in)	Jarak dowel (in)
6	$\frac{3}{4}$	18	12
7	1	18	12
8	1	18	12
9	1 $\frac{1}{4}$	18	12
10	1 $\frac{1}{4}$	18	12
11	1 $\frac{1}{4}$	18	12
12	1 $\frac{1}{4}$	18	12

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement), 2016

2.8 Penentuan Lebar Jalan

1. Lajur

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang dibatasi oleh marka lajur jalan dan memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana. Lebar lajur tergantung pada kecepatan kendaraan rencana, yang dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan seperti ditetapkan dalam tabel 2.21

Tabel 2.21 Lebar Lajur Jalan Ideal

Fungsi	Kelas	Lebar lajur ideal (m)
Arteri	I	3,75
	II, III A	3,5
Kolektor	III A, III B	3
	III C	3

Sumber : Geometrik jalan bebas hambatan, 2009

2. Jalur

Lebar Jalur sangat ditentukan oleh jumlah dan lebar peruntukannya dapat dilihat pada tabel 2.22 yang menunjukkan lebar jalur dan bahu jalan sesuai VLHR-nya. Lebar jalur minimum adalah 4,5 meter, memungkinkan 2 kendaraan kecil saling berpapasan.

Tabel 2.22 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	Arteri				Kolektor				Lokal			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
< 3.000	6	1,5	4,5	1	6	1,5	4,5	1	6	1	4,5	1
3.000 - 10.000	7	2	6	1,5	7	1,5	6	1,5	7	1,5	6	1
10.000 - 25.000	7	2	7	2	7	2	**)	**))	-	-	-	-
25.000	2nx3,5^*)	2,5	2x7,0*	2	2nx3,5*	2	**))	**))	-	-	-	-

Catatan :

**) = Mengacu pada persyaratan ideal

*) = 2 jalur terbagi, masing – masing n x 3,5m

n = Jumlah lajur per jalur

- = Tidak ditentukan.

Sumber : Geometrik jalan bebas hambatan, 2009

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lingkup Penelitian

Penelitian ini menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (Bina Marga) 2017 dan Metode AASHTO 1993 untuk merencanakan tebal perkerasan kaku. Sebagai data pendukung untuk mengetahui sifat daya dukung tanah digunakan data nilai CBR.

Landasan penelitian ini berdasarkan kajian pustaka (*literature review*) dari beberapa jurnal dan buku referensi serta buku pedoman perencanaan perkerasan jalan yang tercantum pada daftar pustaka. Data yang di gunakan adalah data primer dan sekunder yang sudah diolah dan kemudian bisa langsung digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan jalan tol.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini di Jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura, Kota Tebing Tinggi, Kabupaten Serdang Badagai, Sumatera Utara.



Gambar 3.1 Peta Jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura

Sumber: Google Earth.

3.3 Pengolahan Data Lapangan

Data primer menentukan lokasi perencanaan pada peta melalui *googlemaps* serta survey data lalu lintas harian rata – rata (LHR) di ruas jalan TolTebing – Tinggi Inderapura.

Data sekunder berupa :

1. Gambar rencana perkerasan kaku
2. Beban as kendaraan
3. Distribusi kendaraan
4. Penggolongan jenis kendaraan
5. Volume lalu lintas harian perencanaan
6. Prediksi pertumbuhan lalu lintas
7. Nilai *CBR* tanah dasar perencanaan
8. Nilai uji dari beton (kuat tekan, kuat lentur, dan modulus elastisitas)

3.4 Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

3.4.1 Perencanaan perkerasan kaku berdasarkan Metode Bina Marga 2017 :

1. Pemilihan struktur perkerasan jalan (Tabel 2.1 Pemilihan Struktur Perkerasan jalan)
2. Penentuan umur rencana (Tabel 2.8 Umur Rencana Perkerasan)
3. Penentuan volume kelompok sumbu kendaraan niaga. (Tabel 2.5 Distribusi beban kelompok sumbu kendaraan niaga (HVAG))
4. Penentuan daya dukung efektif tanah dasar menggunakan solusi tanah normal atau tanah lunak.
5. Penentuan struktur lapisan perkerasan (Tabel 2.6)

6. Penentuan jenis sambungan (umumnya berupa sambungan dengan *dowel*)
7. Penentuan detail desain yang meliputi dimensi plat beton, penulangan plat, posisi *dowel* & *tie bar*, ketentuan sambungan dan sebagainya. (Pd-T-14-2003)

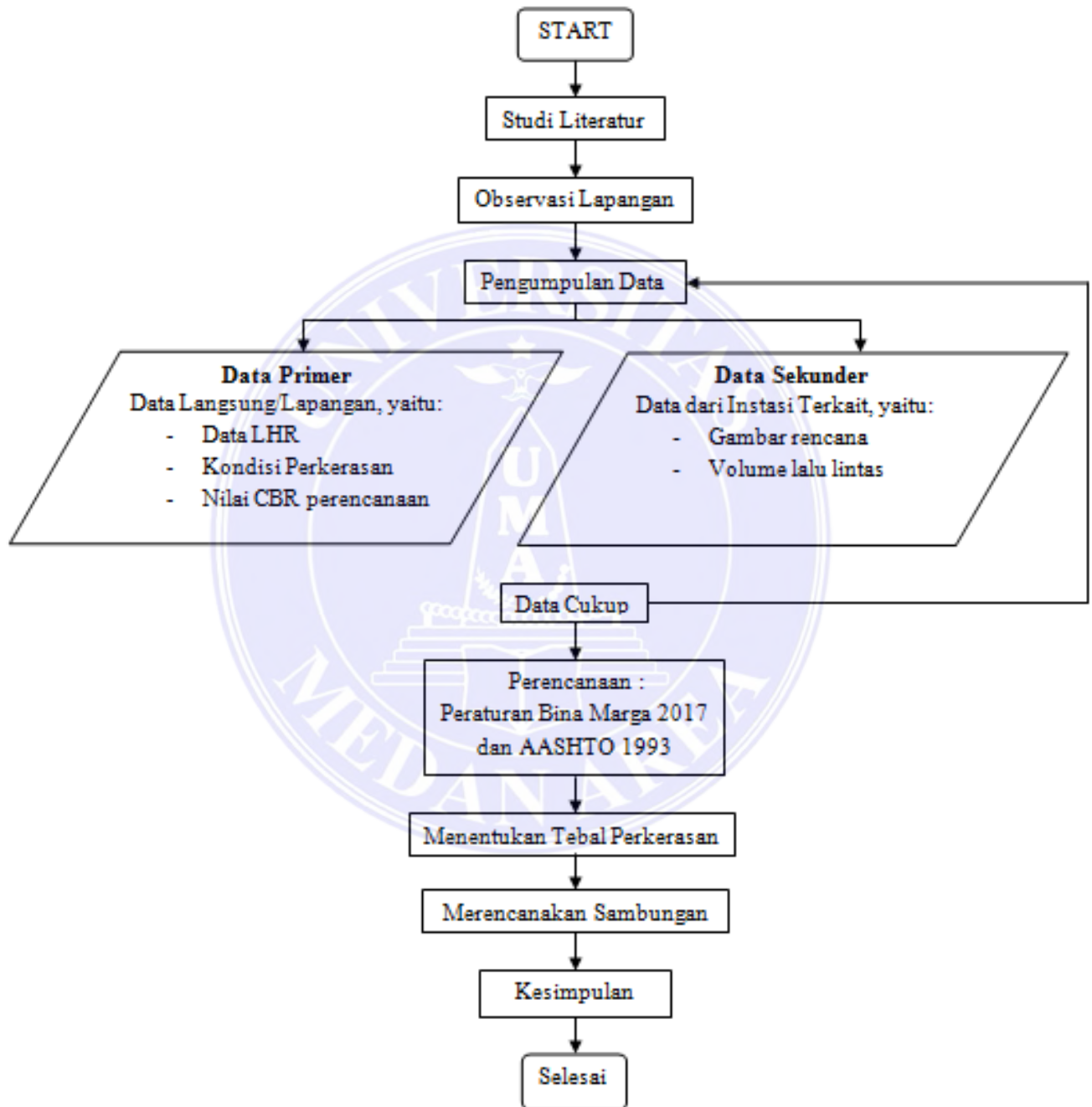
3.4.2 Parameter – parameter perencanaan perkerasan kaku dengan Metode

AASHTO 1993 :

1. Data lalu lintas
2. Lalu lintas rencana
3. CBR
4. Modulus reaksi tanah dasar (k)
5. *Flexural Strength* (S_c')
6. *Reliability*
7. *Serviceability*
8. Koefisien Drainase (C_d)
9. *Load transfer coefficient* (J)
10. Perhitungan Penulangan

3.5 Kerangka Berpikir

Adapun langkah – langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian dibawah ini :



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

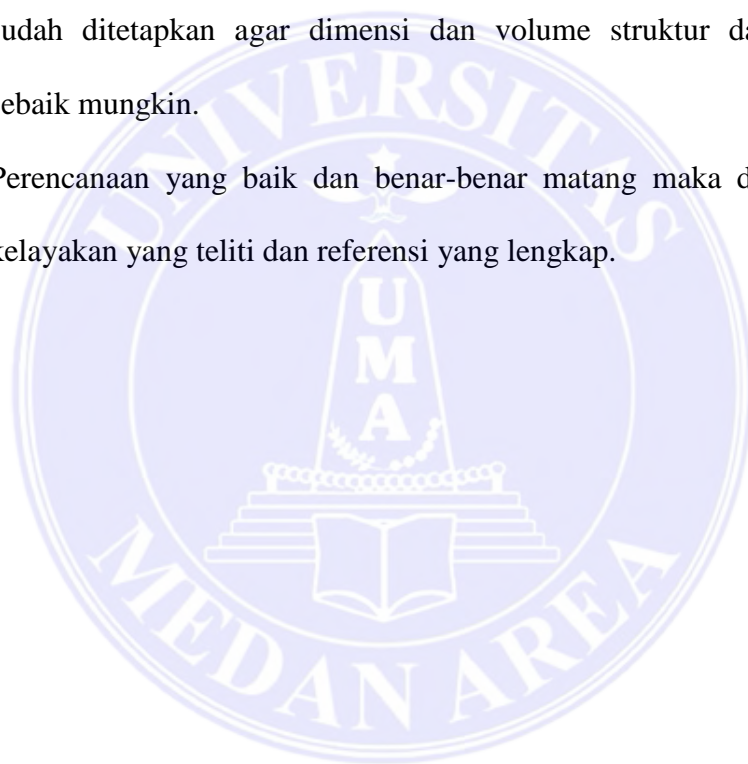
Dari hasil perencanaan dan perhitungan pada tebal perkerasan kaku proyek Jalan Tol Tebing Tinggi - Inderapura dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai CBR yang didapat dilapangan adalah 3%, sehingga perlu menggunakan lapisan CBK/LMC 100 mm agar sesuai dengan CBR efektif yang diizinkan yaitu 6%.
2. Stabilisasi semen digunakan 30 cm diatas lapisan subgrade.
3. Nilai JKSN yang didapat adalah 50000000.
4. Tebal perkerasan kaku yang didapat dengan metode MDPJ Bina Marga 2017 adalah 30,5 cm.
5. Tulangan yang digunakan adalah jenis Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT), Ruji digunakan baja polos Ø 38 mm, panjang 48 cm, jarak 30 cm, Batang pengikat (*tie bars*) digunakan baja ulir D 16, panjang 70 cm dan jarak 75 cm.
6. Nilai ESAL yang digunakan adalah 8334054,476
7. Tebal perkerasan yang digunakan pada metode AASHTO 1993 adalah 8 inchi atau 20 cm.
8. Tulangan yang digunakan adalah jenis Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT), Ruji digunakan baja polos Ø 1 inchi (25 mm), panjang 18 inchi, jarak 12 inchi, Batang pengikat (*tie bars*) digunakan baja ulir D ½ inchi, panjang 25 inchi dan jarak 40 inchi.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disimpulkan dalam pengerjaan analisis pelat lantai jembatan ini adalah :

1. Melakukan perhitungan sebaiknya data-data yang diperlukan disiapkan terlebih dahulu agar perhitungan sesuai dengan data-data lapangan atau data yang telah diuji coba laboratorium.
2. Proses perhitungan sebaiknya mengacu pada peraturan-peraturan yang sudah ditetapkan agar dimensi dan volume struktur dapat ditetapkan sebaik mungkin.
3. Perencanaan yang baik dan benar-benar matang maka diperlukan studi kelayakan yang teliti dan referensi yang lengkap.



DAFTAR PUSTAKA

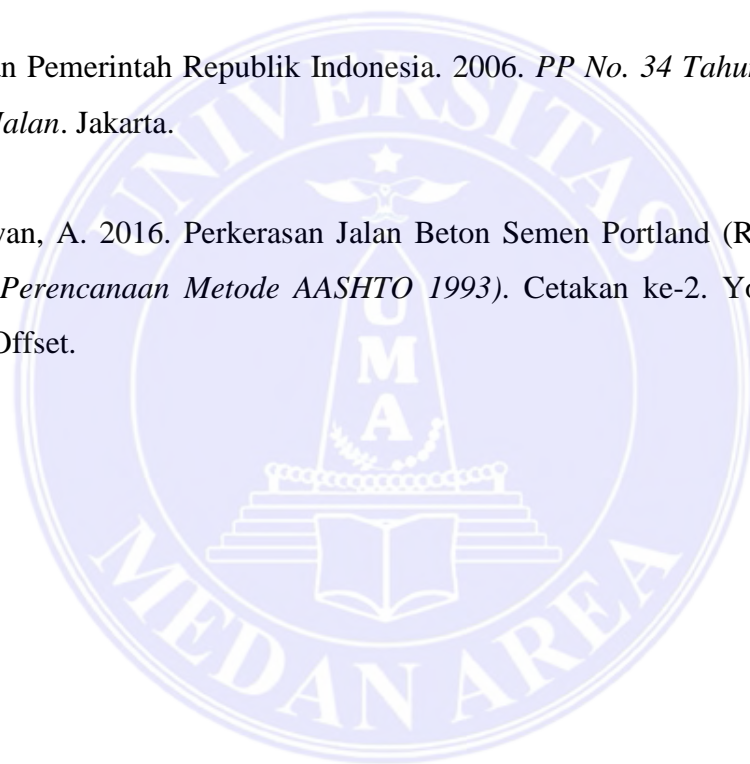
- American Association of State Highway and Transportation Officials. 1993. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, D. C. : American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Apriyanto, A.2015. Uji Komparasi Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dan Kaku Metode AASHTO (Studi Kasus Proyek KBK Peningkatan Jalan Nasional Banyumanik – Bawen). *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*.1(17) : 51 – 62.
- Dapertemen Dinas Perhubungan. 2009. *Undang – undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*.Jakarta.
- Dapertemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. *Geometrik Jalan Bebas Hambatan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Dapertemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 2014. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)* . Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Dapertemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd-T-14-2003*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Hardiati, K., Marhadi, S. 2020. Perancangan Tebal Perkerasan Kaku Manual Desain 2017 dan AASHTO 1993. *Politeknik Negeri Bengkalis*. 23-4.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Lukman, A. F., D. Triana, dan M. M. Sari. 2016. Rancangan Tebal Perkerasan Kaku Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon. *Jurnal CIVTECH*: 1-4.

Maulana, D. A. 2019. Perencanaan Perkerasan Kaku Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan AASHTO 1993 di Jalan Alternatif Ajung – Rambipuji. *Skripsi*. Jember: Program Sarjana Fakultas Teknik Universitas Jember.

Nisak, K. 2019. Perencanaan Perkerasan Kaku dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Revisi September 2017 Akses Jalan Pangkalan Nyirih – Kandur. *Skripsi*. Bengkalis: Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2006. *PP No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan*. Jakarta.

Surayawan, A. 2016. Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement) (*Perencanaan Metode AASHTO 1993*). Cetakan ke-2. Yogyakarta: Beta Offset.



LAMPIRAN

**Lampiran 1. Tabel Hasil Survey traffict count jalan lintas Tebing Tinggi –
Inderapura**

HASIL SURVEY TRAFFICT COUNT JALAN LINTAS TEBING TINGGI – INDERAPURA									
Hari	:	Senin							
Tanggal	:	13 September 2021							
Lokasi	:	Lintas Tebing Tinggi - Inderapura (2 arah)							
Waktu	:	07:00 - SELESAI							
Periode	Senin								
	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c
07.00-07,15	20	15	4	7			2		
07.15-07,30	20	10	6		5	1	2		
07.30-07,45	18	1	1	3	1			1	
07.45-08,00	30		2	2	3	1	3	1	1
08.00-08,15	47	1	12	2	1		4		
08.15-08,30	64		1	6	2		1		
08.30-08,45	90	1	7	1					
08.45-09,00	60		1	1	8		1		
09.00-09,15	23		8	5		2		1	1
09.15-09,30	36	10		3	3				
09.30-09,45	13		21	7	1		3		
09.45-10,00	70				1	5	5		
10.00-10,15	10			9	1		3	1	
10.15-10,30	15		13	4	1		3		1
10.30-10,45	59	2	1	11		3			

Lampiran 2. Lanjutan tabel Hasil Survey traffict count jalan lintas Tebing Tinggi – Inderapura

HASIL SURVEY TRAFFICT COUNT JALAN LINTAS TEBING TINGGI - INDERAPURA									
Hari	:	Senin							
Tanggal	:	13 September 2021							
Lokasi	:	Lintas Tebing Tinggi - Inderapura (2 arah)							
Waktu	:	07:00 - SELESAI							
Periode	Senin								
	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c
10.45-11,00	40		1	1	7	1	1		
11.00-11,15	38		1	1		1	3	1	
11.15-11,30	41		11	1	5	1	1		1
11.30-11,45	69				1				
11.45-12,00	74	6	3	4	3		2		
12.00-12,15	152			6	12		2		
12.15-12,30	248		7		1				2
12.30-12,45	197			1	6			2	
12.45-13,00	27	1	1				3		
13.00-13,15	31					1	4		
13.15-13,30	47		2	13			1		1
13.30-13,45	30	1							
13.45-14,00	21		5	2			3	1	
14.00-14,15	49	5			1	6			
14.15-14,30	12			3	1				

Lampiran 3. Lanjutan tabel Hasil Survey traffict count jalan lintas Tebing Tinggi – Inderapura

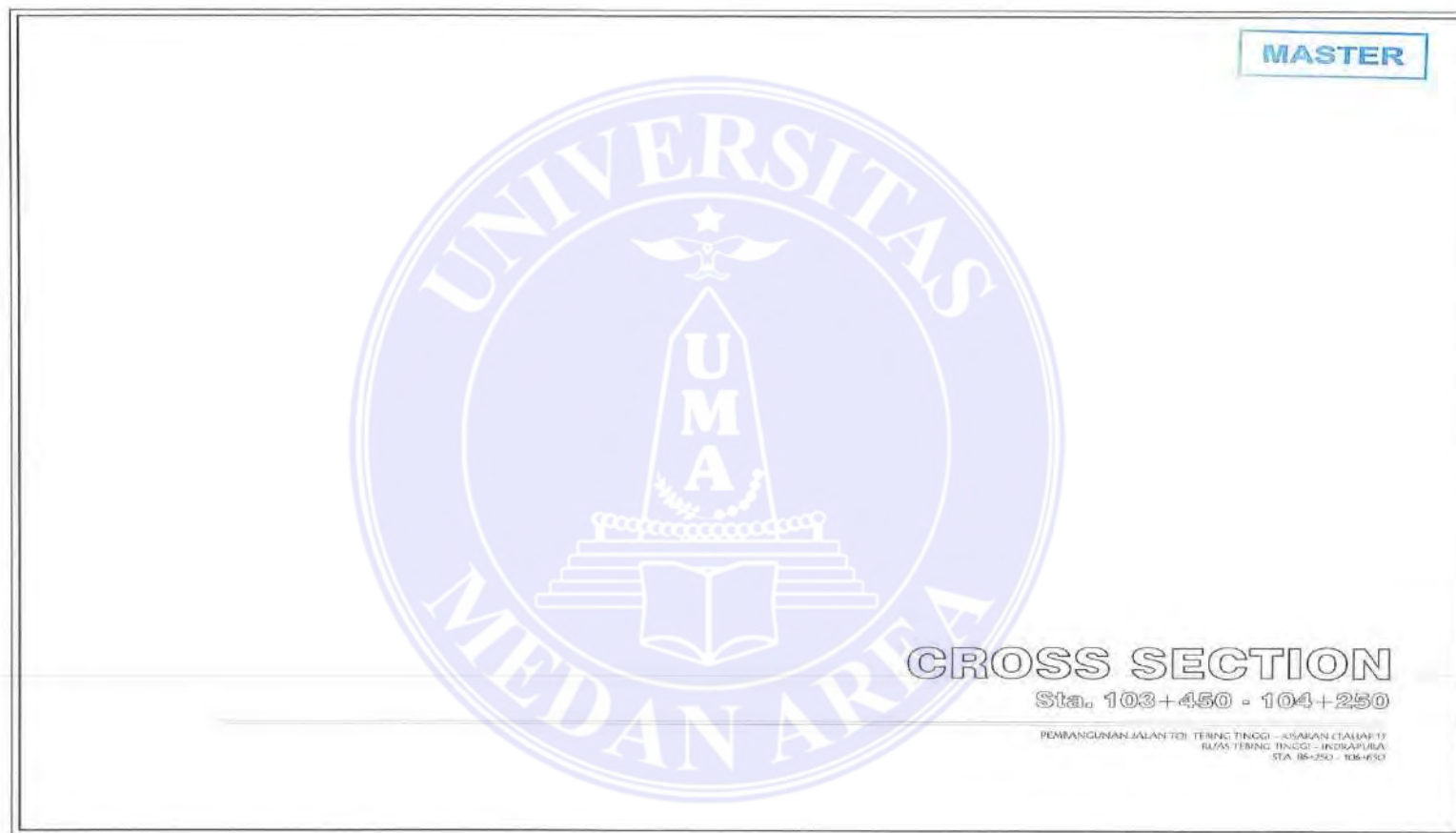
HASIL SURVEY TRAFFICT COUNT JALAN LINTAS TEBING TINGGI - INDERAPURA									
Hari	:	Senin							
Tanggal	:	13 September 2021							
Lokasi	:	Lintas Tebing Tinggi - Inderapura (2 arah)							
Waktu	:	07:00 - SELESAI							
Periode	Senin								
	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c
14.30-14,45	36		9		1		7		
14.45-15,00	41	1		2		10	2	3	
15.00-15,15	29						1		1
15.15-15,30	24		10	2		1	1		
15.30-15,45	48		1				1		
15.45-16,00	91	15	1			21	1	1	1
16.00-16,15	83		1	2	5		1		
16.15-16,30	65		1		10				
16.30-16,45	112		2	9	16	6	5		
16.45-17,00	97	5		1	21	8	5		1
17.00-17,15	138	3	6		2	12			
17.15-17,30	252		3	5	1	13	1	1	
17.30-17,45	396	9	9		1	1	4		
17.45-18,00	231	10	1	1	10		9	1	
18.00-18,15	179	1	2		8	1	1	2	

Lampiran 4. Lanjutan tabel Hasil Survey traffict count jalan lintas Tebing Tinggi – Inderapura

HASIL SURVEY TRAFFICT COUNT JALAN LINTAS TEBING TINGGI - INDERAPURA									
Hari	:	Senin							
Tanggal	:	13 September 2021							
Lokasi	:	Lintas Tebing Tinggi - Inderapura (2 arah)							
Waktu	:	07:00 - SELESAI							
Senin									
Periode	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c
18.15-18,30	94		1	1	13	4	1	1	
18.30-18,45	81	1	1	1	4				
18.45-19,00	77	3		1	1	1	4	1	1
Total	252	4	2	3	18	5	5	2	1

Sumber : Data Survei Lapangan 2021

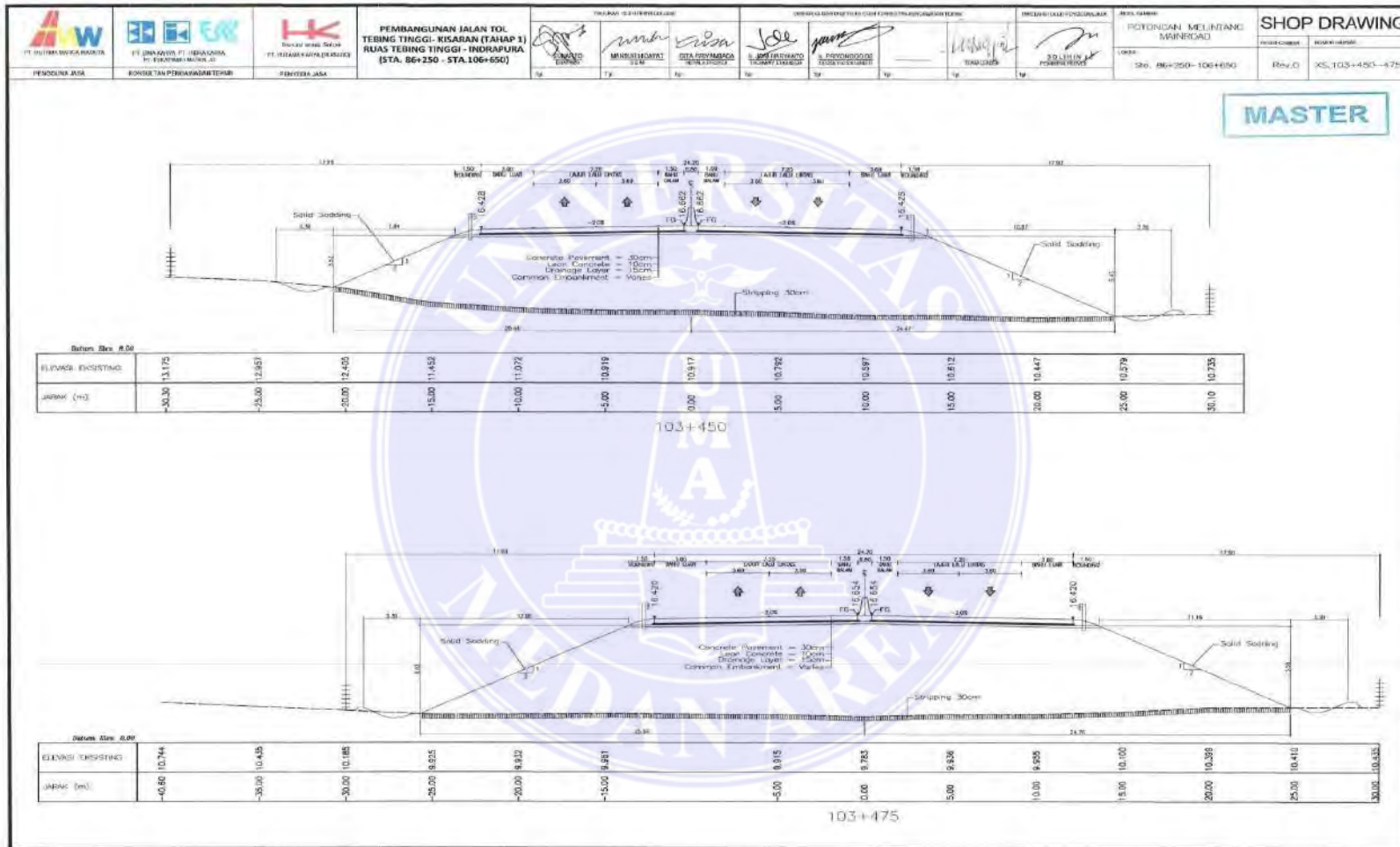
Lampiran 5. Shop Drawing *Cross Section* jalan lintas Tebing Tinggi – Inderapura

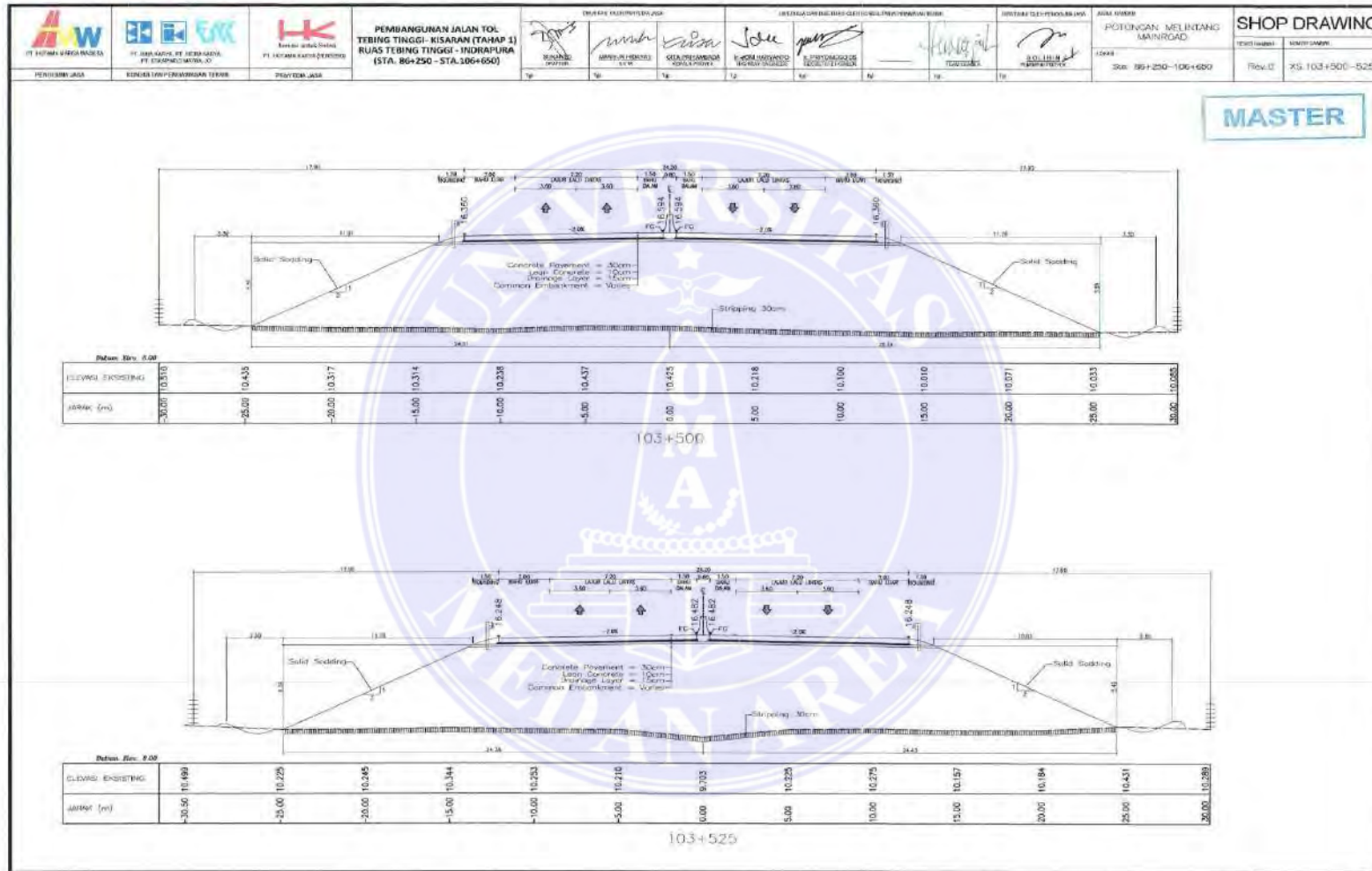


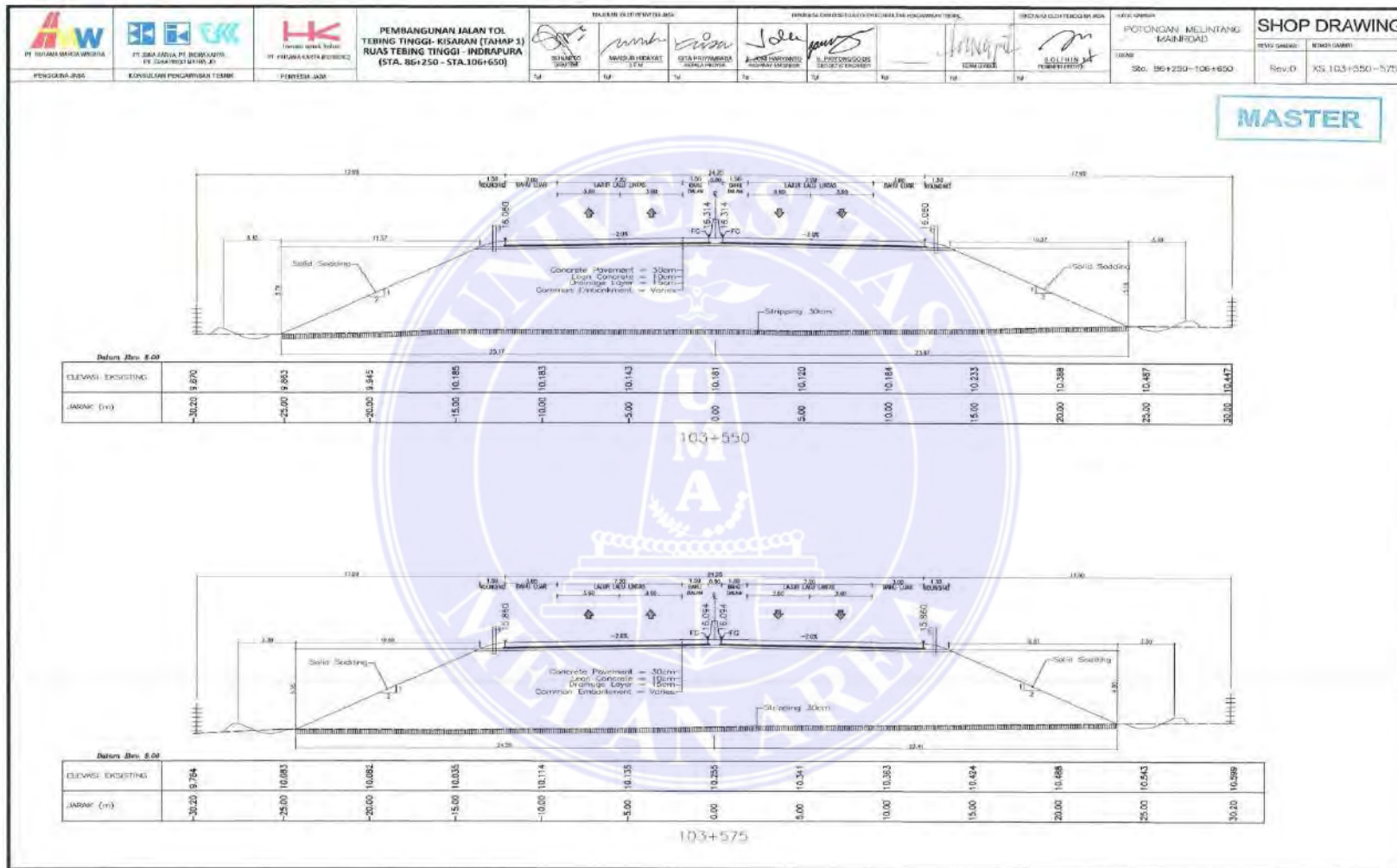
UNIVERSITAS MEDAN AREA

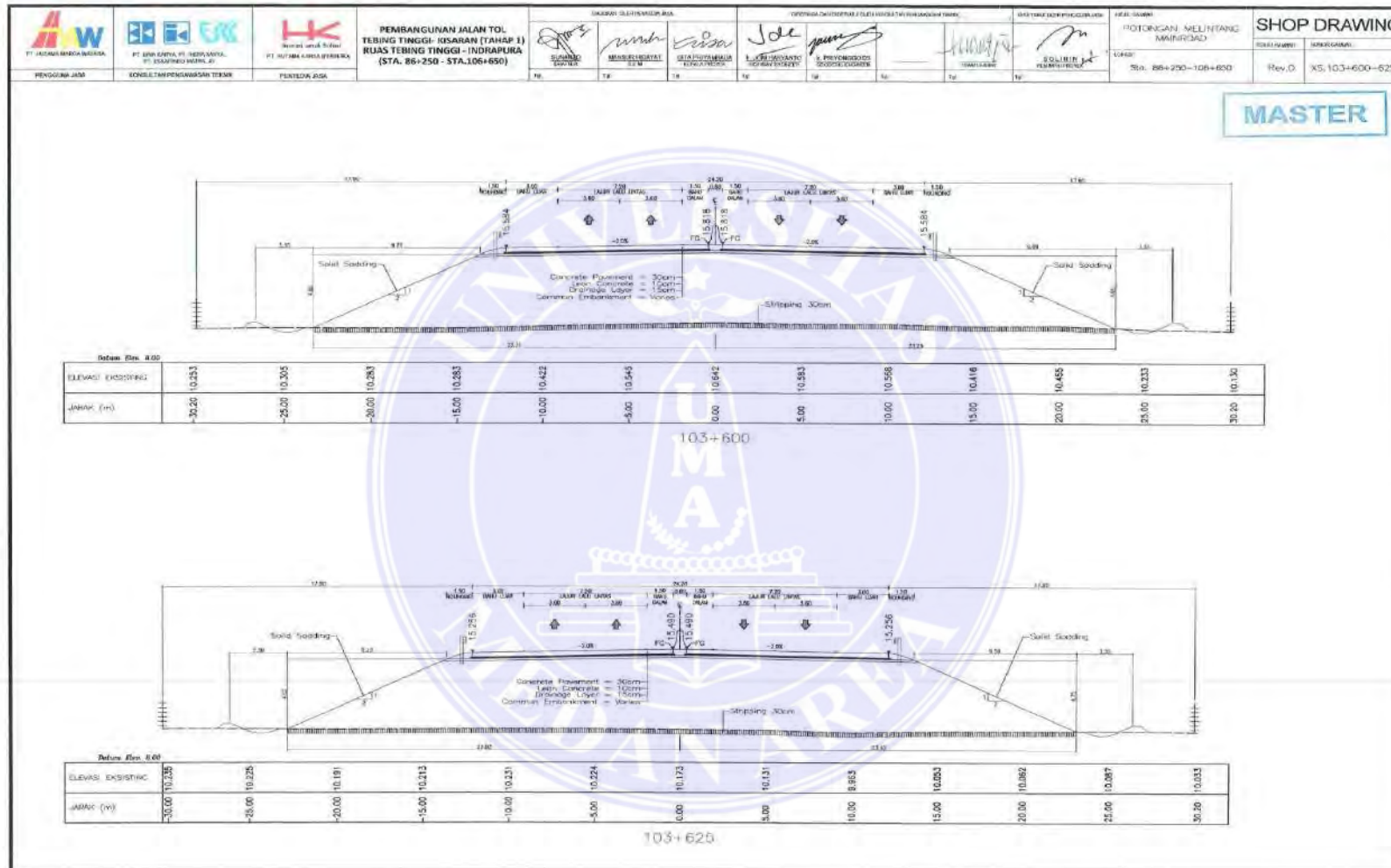
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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





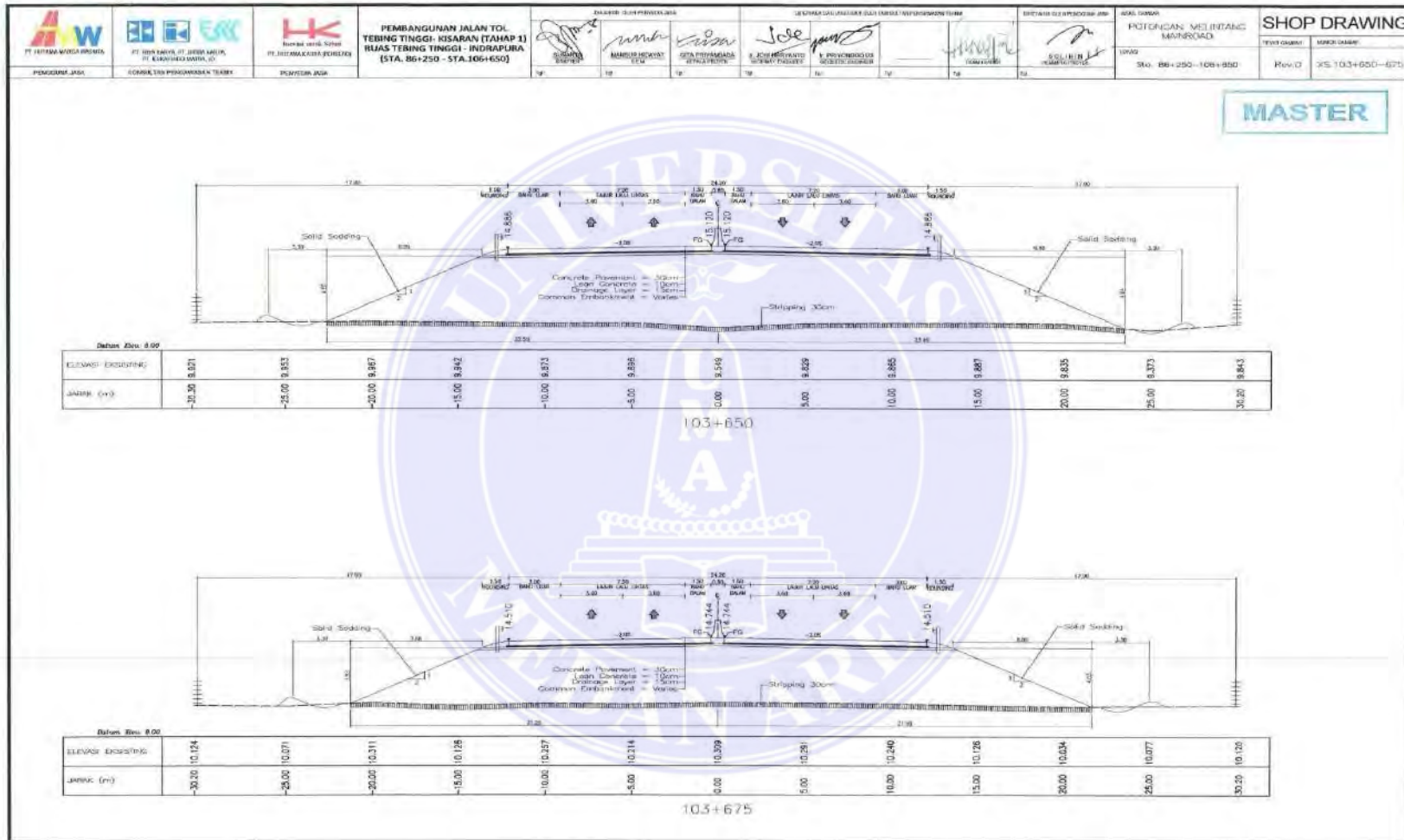




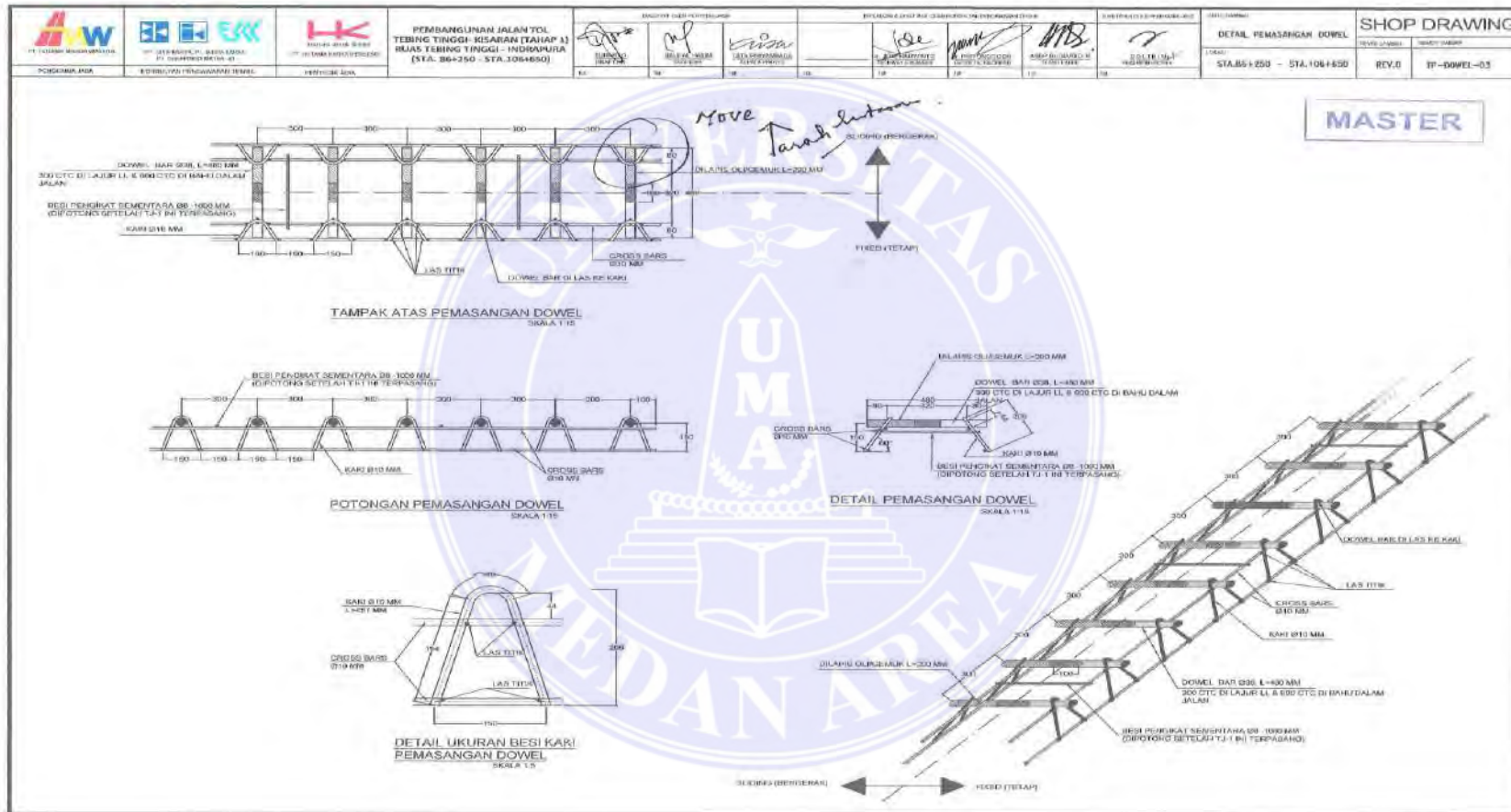
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© 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



Lampiran 6. Shop Drawing *Dowel* Perkerasan kaku jalan lintas Tebing Tinggi – Inderapura





Penempatan Dowel



Proses pengecoran *lean concrete* (lantai kerja)



Proses meratakan campuran semen untuk perkerasan kaku



Alat pencetak perkerasan kaku digital (*wirtgen*)



Alat untuk meratakan perkerasan kaku manual (*Gomaco*)



Proses meratakan perkerasan kaku secara manual



Proses pencetakan perkerasan kaku secara digital



Proses penuangan campuran semen



Rigid Pavement jalan tol Tebing Tinggi - Inderapura



Bentuk struktur rigid pavement dengan sambungan