

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU PADA RUAS
JALAN TOL BINJAI -LANGSA (STA 0+500 – STA 1+000)
DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017
(Studi Kasus)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Falkutas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

NURIANDA AULIA
1707210017



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FALKUTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Nurianda Aulia
Npm : 1707210030
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Perencanaan tebal perkerasan kaku pada ruas jalan tol binjai
– langsa (STA 0+000 – 0+500) dengan metode manual
desain perkerasan 2017
Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 2021

Dosen Pembimbing



Andri, S.T, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Nurianda Aulia

Npm : 1707210030

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perencanaan tebal perkerasan kaku pada ruas jalan tol binjai
– langsa (STA 0+000 – 0+500) dengan metode manuali
desain perkerasan 2017

Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 24 September 2021

Mengetahui dan Menyetujui:
Dosen Pembimbing/Penguji.



Andri, S.T., M.T

Dosen Pembanding I/Penguji



Hj. Irma Dewi, ST., M.Si

Dosen Pembanding II/Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain

Program Studi Teknik Sipil

Ketua:



Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Nurianda Aulia
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 25 -Agustus -1999
Npm : 1707210016
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Perencanaan tebal perkerasan kaku pada ruas jalan tol binjai – langsa (STA 0+000 – 0+500) dengan metode manuali desain perkerasan 2017 ”

Bukan merupakan plagiarism, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hunungan material dan non material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga ada ketidaksesuaian antara fakta dan kenyataannya saya bersedia di proses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 24 September 2021

Yang menyatakan,


Nurianda Aulia

ABSTRAK

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU PADA RUAS JALAN TOL BINJAI -LANGSA (STA 0+500 – STA 1+000) DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017 (Studi Kasus)

Nurianda aulia
1707210016
Andri. ST, MT

Dari latar belakang tersebut, didapat suatu rumusan masalah yaitu tebal perkerasan kaku perencanaan jalan baru dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 UR 40 tahun yang diperlukan pada pembangunan ruas jalan tol Binjai-Langsa zona 1, Tujuan tugas akhir ini adalah merencanakan tebal perkerasan kaku dengan kekuatan dan keawetan umur rencana 40 tahun di jalan tol Binjai-Langsa zona 1. Penelitian ini merupakan hasil dari survei dan masukan dari teori yang ada dalam konstruksi dan bermanfaat untuk memberikan arahan-arahan yang sesuai dalam penelitian ini. Hasil dari penelitian ini diharapkan juga bisa menjadi referensi untuk penelitianitas serta menjadi referensi untuk pembelajaran kedepannya kepada teman-teman mahasiswa teknik tentang perkembangan teknologi dunia kontruksi saat ini.

Kata Kunci : manual desain perkerasan 2017, Beton semen, Pd T-14-2003

BSTRAK

***PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU PADA RUAS JALAN TOL
BINJAI -LANGSA (STA 0+500 – STA 1+000) DENGAN METODE MANUAL
DESAIN PERKERASAN 2017
(Studi Kasus)***

Nurianda aulia
1707210016
Andri. ST, MT

From this background, the problem formulation is obtained, namely the thickness of rigid pavement for new road planning using the 40 Year UR Pavement Design Manual Method which is needed for the construction of the Binjai-Langsa zone 1 toll road. and the durability of the design life of 40 years on the Binjai-Langsa zone 1 toll road. This research is the result of a survey and input from the existing theory in its construction and use to provide the right direction in this research. The results of this study are also expected to be a research reference as well as a reference for future learning to engineering student friends about current technological developments in the construction world.

Keywords : Pavement design manual, Cement concrete, Pd T-14-2003

KATA PENGANTAR

Assalamua'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA kepada kita semua sehingga kita dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan tebal perkerasan kaku pada ruas jalan tol binjai – langsa (STA 0+000 – 0+500) dengan metode manuali desain perkerasan 2017”.

Dimana Tugas Akhir ini adalah suatu silabus mata kuliah yang harus dilaksanakan oleh Mahasiswa/i Teknik Sipil dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Selama penulisan laporan dan penyelesaian tugas akhir ini, dengan segenap hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu terutama kepada:

Rasa syukur penulis kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

1. Bapak Andri, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Hj. Irma Dewi, ST, Msi, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Assoc Prof Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku dosen pembimbing II dan Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas bimbingan, saran serta motivasi yang diberikan.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
7. Orang tua tercinta Bapak Nanda sudedi st, dan ibu Nurafnida hasibuan, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Keluarga besar Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, khususnya teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Sipil angkatan 2017 yang selalu memberikan motivasi, dukungan, semangat serta canda dan tawa.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini tidak luput dari berbagai kesalahan dan kekurangan, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penelitian yang akan dilakukan.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Dan akhirnya kepada Allah SWT, penulis serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, 2021
penulis

Nurianda aulia

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRAK</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat penelitian	3
1.5.1 Manfaat Teoritis	3
1.5.2 Manfaat praktis	3
1.6 Sistematika penulisan	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	
2.1 Perkerasan Kaku	5
2.2 Pengertian Perkerasan	6
2.2.1 Lapisan Perkerasan Kaku	6
2.2.2 Sifat Umum Perkerasan Kaku	7
2.3 Materi Yang di Gunakan Pada Perkerasan Kaku	10
2.3.1 Porland Cement	10
2.3.2 Agregat Kasar	11
2.3.3 Agregat Halus Pasir (<i>Sand</i>)	11
2.3.4 Air	11
2.3.5 Baja Tulangan (<i>Reinforcing Steel</i>)	11

2.4	Beton Semen	12
2.5	Tabel Perkerasan Kaku	12
2.6	Umur Rencana	13
2.7	Lalu Lintas	14
2.7.1	Volume Lalu Lintas	14
2.7.2	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	15
2.7.3	Lalu Lintas Pada Lajur Rencana	15
2.7.4	Data Lau Lintas	16
2.7.5	Jenis Kendaraan	16
2.7.6	Faktor Ekvivalen Beban (<i>Veicle Damage Factor</i>)	17
2.7.7	Beban Sumbu Standar Kumulatif	18
2.7.8	Faktor Keamanan Beban	18
2.8	Tanah Dasar	19
2.8.1	CBR Desain Tanah Dasar	19
2.9	Tebal Pondasi Bawah	22
2.9.1	Pondasi Bawah Dengan Bahan Pengikat (Bound Sub-Base)	24
2.9.2	Pondasi Bawah Dengan (lean-Mix Concrete)	24
2.10	Sambungan Memanjang Denagan Batang Pengikat (Tie Bars)	24
2.11	Sambungan Pelaksanaan Memanjang	25
2.12	Sambungan Susut Melintang	26
2.13	Sambungan Pelaksanaan Melintang	27
2.14	Alternatif Perkerasan Kaku	27
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Bagan Alir Penelitian	29
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	30
3.2.1	Lokasi Penelitian	30
3.2.2	Waktu Penelitian	30
3.3	Identifikasi Masalah	31
3.4	Penarikan Sampel	31
3.5	Pengumpulan Data	31
3.5.1	Data primer	31
3.5.2	Data Sekunder	32

3.6	Analisa Data	32
3.7	Kesimpulan Dan Saran	32
3.8	Data Survei LHR	32
3.9	Data Cbr	33
3.10	Gambar Potongan Melintang	33
BAB 4 ANALISA DATA		
4.1	Jumlah Golongan Kendaraan	34
4.2	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	34
4.3	Jumlah Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga	34
4.4	Beban Kumulatif Kelompok Sumbu	35
4.5	Nilai CBR	37
4.6	Perencanaan Struktur Perkerasan	37
4.7	Sambungan Dengan Dowel	38
4.8	Perencanaan Tulangan	39
4.9	Tulangan Memanjang	39
4.10	Tulangan Melintang	39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Prosedur Dasain Perkerasan Kaku (MDPJ 2017)	13
Tabel 2.2	Umur Rencana Perkerasan Baru (MDPJ 2017	14
Tabel 2.3	Faktor Lajur Pertumbuhan Lalu Lintas	15
Tabel 2.4	Faktor Distribusi Lajur (DL) (MDPJ 2017)	16
Tabel 2.5	Pengumpulan Data Beban Gandar	17
Tabel 2.6	Faktor Kemanan Beban (FKB) (PDT-T-2003)	18
Tabel 2.7	Contoh Data CBR Yang Telah Di Urut Mulai Yang Terkecil	21
Tabel 2.8	Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Lalu Lintas Berat	24
Tabel 2.9	Ukuran Panjang Dan Jarak Ruji (Kementrian PU no SPI.KS21.224.00)	26
Tabel 2.10	Tebal jumlah Kelompok Sumbu 40 Tahun	28
Tabel 3.1	Data Surve LHR	33
Tabel 4.1	Tabel Kendaraan Niaga	34
Tabel 4.2	Tabel Perhitungan Jumlah Sumbu	35
Tabel 4.3	Jumlah Kelompok Sumbu 40 Tahun	35
Tabel 4.4	Data Hitungan Kumulatif Beban ESA5	36
Tabel 4.5	Data CBR Lapangan	37
Tabel 4.6	Data Ketentuan Tabel Binamarga 2017	37
Tabel 4.7	Data Ukuran Panjang Dan Jarak Dowel MDP 2017	38
Tabel 4.8	Data Dengan Menggunakan Tabel CUR Beton	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Perkerasan Kaku Pada Timbunan	6
Gambar 2.2	Perkerasan Kaku Pada Permukaan Tanah Asli	7
Gambar 2.3	Perkerasan Kaku Pada Galian	7
Gambar 2.4	Ilustrasi Distribusi Beban Pada Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur	8
Gambar 2.5	Ilustrasi Ekuivalensi Struktur Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur	10
Gambar 2.6	Pondasi Bawah Minimum	23
Gambar 2.7	Tipikal Sambungan Memanjang (Pd T-14-2003)	25
Gambar 2.8	Ukuran Standar Penguncian Sambungan Memanjang	26
Gambar 2.9	Sambungan Pelaksanaan Yang Direncanakan Dan Yang Tidak Direncanakan Untuk Pengecoran Per lajur (Pd T-14-2003)	27
Gambar3.1	Lokasi STA 0+000 Kearah STA 0+500	30
Gambar 3.2	Tampak Atas Lokasi Perencanaan	30
Gambar 3.3	Ilustrasi Yang Direncanakan	31
Gambar3.4	potongan melintang 1 jalur	34
Gambar1	Lokasi Surve LHR	
Gambar 2	Lokasi Surve di jl. Medan Banda Aceh	
Gambar 3	Lokasi Surve LHR di Jl. Medan Banda Aceh Dendang	
Gambar 4	Lokasi Surve LHR di Jl. Medan Banda Aceh Tandem	
Gambar 5	Lokasi Surve LHR Jl. Medan Banda Aceh Tandem	
Gambar 6	Lokasi Perencanaan Jalan	

DAFTAR NOTASI

R	: Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
UR	: umur rencana (tahun)
LHR	: lalu lintas harian rata-rata
LHRJK	: Lalu lintas harian rata-rata setiap jenis kendaraan niaga (kendaraan/hari)
VDFJK	: Faktor ekuivalen beban setiap jenis kendaraan niaga
i	: Pertumbuhan lalu lintas
DD	: Faktor distribusi arah
DL	: Faktor distribusi lajur
KN	: kilonewton
mm	: Mili meter
μ	: koefisien gesek
L	: Panjang pelat
H	: Tebal pelat
h	: Lebar pelat
fs	: Tegangan tarik baja
M	: Berat jenis beton
g	: Gravitasi

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di negara kepulauan yang memiliki 17.508 pulau, sistem jaringan jalan merupakan kebutuhan mendasar untuk menghubungkan masyarakat dan perniagaan dengan pekerjaan, layanan, pasar, mengurangi biaya logistik, dan merangsang pertumbuhan industri di Indonesia. Menjawab kebutuhan tersebut, pemerintah menempatkan konektivitas tinggi sebagai salah satu prioritas utama. Melalui Peraturan Presiden No. 100 Tahun 2014 yang kemudian diubah dengan Peraturan Presiden No. 117 Tahun 2015, Pemerintah memberi amanat kepada Hutama Karya untuk membangun dan mengembangkan Jalan Tol Trans-Sumatera. Jalan tol ini akan menghubungkan Lampung dan Aceh melalui 24 ruas jalan berbeda yang panjang keseluruhannya mencapai 2.704 km. Perencanaan tebal perkerasan kaku jalan tol binjai – langsa STA (0+000)-(0+500) dengan metode manual desain perkerasan 2017.

Perkerasan dan struktur perkerasan adalah struktur yang terdiri dari satu atau beberapa lapis perkerasan dari bahan – bahan yang diproses, dimana fungsinya untuk menahan beban lalu lintas sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada konstruksi jalan. Struktur perkerasan terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung yang berbeda – beda, tiap lapis perkerasan harus terjamin kekuatan dan ketebalannya sehingga tidak mengalami distress yaitu perubahan karena tidak mampu menahan beban dan tidak cepat kritis atau failure. (Firman, A, dkk. 2016).

Metode yang digunakan adalah Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dengan umur rencana 40 tahun. Kemudian dari kedua metode tersebut diperoleh tebal perkerasan kaku. Metode 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. Tanah merupakan komponen utama lapis pondasi bawah dari struktur perkerasan jalan raya yang memiliki karakteristik dan

perilaku yang berbeda – beda. Pengujian test CBR (California Bearing Ratio) adalah metode yang digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah dalam satuan % (persen), data CBR yang digunakan adalah data dari penelitian terdahulu yang sudah diolah. (Kartikasari, 2015) Selanjutnya data CBR digunakan sebagai salah satu masukan dalam proses perencanaan jalan untuk menentukan tebal perkerasan jalan baru.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, didapat suatu rumusan masalah yaitu tebal perkerasan kaku perencanaan jalan baru dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 UR 40 tahun yang diperlukan pada pembangunan ruas jalan tol Binjai-Langsa zona 1.

1.3. Batasan Masalah

Agar tugas akhir ini lebih terarah dan sesuai dengan tujuan, maka diperlukan suatu batasan masalah sebagai berikut :

1. Perencanaan perkerasan jalan dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.
2. Umur rencana untuk perkerasan kaku adalah 40 tahun menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.
3. Data CBR didapat dari hasil uji DCPT (Dynamic Cone Penetrometer) pada penelitian terdahulu yang sudah diolah.
4. Perencanaan saluran drainase tepi tidak dilakukan.
5. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) tidak dilakukan.

1.4. Tujuan penelitian

Tujuan tugas akhir ini adalah merencanakan tebal perkerasan kaku dengan kekuatan dan keawetan umur rencana 40 tahun di jalan tol Binjai-Langsa zona1.

1.5 Manfaat penelitian

1.5.1 Manfaat teoritis

Penelitian ini merupakan hasil dari survei dan masukan- masukan dari teori yang ada dalam dunia konstruksi dan bermanfaat memberikan arahan-arahan yang sesuai dalam penelitian ini. Hasil dari penelitian ini diharapkan juga bisa menjadi referensi untuk penelitian efektifitas serta menjadi referensi untuk pembelajaran kedepannya kepada teman-teman mahasiswa teknik tentang perkembangan teknologi didunia kontruksi saat ini.

1.5.2 Manfaat praktis

Dapat menjadi bahan rujukan bagi instansi yang berwenang.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk penulisan Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Jalan Tol Binjai-Langsa Zona 1 Dengan Metode Manual Desain Perkerasan 2017”. ini tersusun dari 5 bab, dan tiap-tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup, manfaat penulisan dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2 : LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan mengenai dasar-dasar teori tentang *Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Jalan Tol Binjai-Langsa Zona 1 Dengan Metode Manual Desain Perkerasan 2017*

BAB 3 : METODOLOGI

Bab ini menjelaskan mengenai alur kerja penelitian pada skripsi ini dari tahap pengumpulan data hingga *output* berupa kesimpulan.

BAB 4 : PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Jalan Tol Binjai-Langsa Zona 1 Dengan Metode Manual Desain Perkerasan 2017.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan mengenai hasil akhir dari isi materi ini.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku (beton semen) merupakan konstruksi perkerasan dengan bahan baku agregat dan menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya, sehingga mempunyai tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi khususnya bila dibandingkan dengan perkerasan aspal (perkerasan lentur), sehingga dikenal dan disebut sebagai perkerasan kaku atau rigid pavement. Pada perkerasan kaku ini, satu lapis beton semen mutu tinggi (sesuai dengan kelasnya) pada konstruksi *perkerasan tersebut merupakan konstruksi utama*.

Manual Desain Perkerasan (2013) terdiri atas dua bagian yaitu, Bagian I yang membahas desain perkerasan jalan baru dan Bagian II yang membahas desain rehabilitasi dan rekonstruksi perkerasan. Setelah digunakan sejak pertama kali diterbitkan pada 2013 berbagai masukan telah diperoleh dari pengguna manual baik yang secara langsung maupun yang diperoleh dari pengamatan terhadap praktek implementasi manual dalam perencanaan. Berdasarkan masukan tersebut dipandang perlu untuk melakukan beberapa revisi, baik dari segi kandungan maupun struktur penyajian untuk memperjelas, mengoreksi dan menambahkan informasi yang diperlukan. Garis besar dari revisi tersebut dijelaskan pada uraian berikut. (Cakupan Revisi Manual Desain Perkerasan Jalan (2017)).

Discounted lifecycle cost perkerasan kaku umumnya lebih rendah untuk jalan dengan beban lalu lintas lebih dari 30 juta ESA4. Pada kondisi tertentu perkerasan kaku dapat dipertimbangkan untuk jalan perkotaan dan pedesaan. Dibutuhkan kecermatan pada desain perkerasan kaku di atas tanah lunak atau kawasan lainnya yang berpotensi menghasilkan pergerakan struktur yang tidak seragam. Untuk daerah tersebut, perkerasan lentur akan lebih murah karena perkerasan kaku membutuhkan fondasi jalan yang lebih tebal dan penulangan.

2.2. Pengertian Perkerasan

Tanah yang masih bersifat natural (belum mendapat sentuhan tangan manusia) atau dalam kondisi alam jarang sekali mampu mendukung beban berulang dari kendaraan tanpa mengalami deformasi yang besar. Karena itu, dibutuhkan suatu struktur yang dapat melindungi tanah dari beban roda kendaraan. Struktur ini disebut dengan perkerasan atau *pavement*. (Hardiyatmo, 2007, Taufik, Bina, Hr, Km, & Pos, 2017).

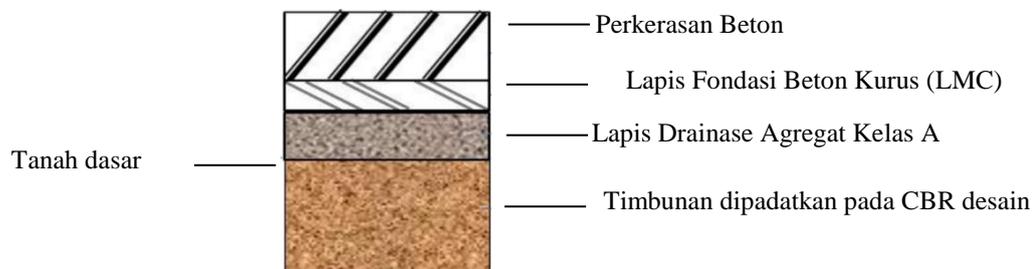
Tiga jenis perkerasan yaitu:

1. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton.
3. Perkerasan komposit (*Composite Pavement*) adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

2.2.1. Perkerasan Kaku

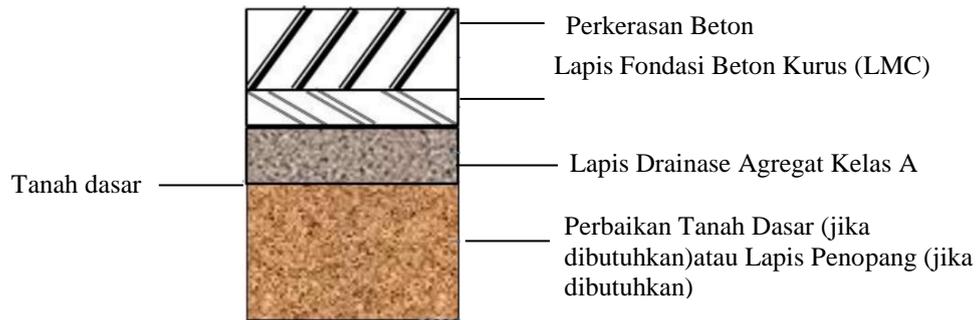
Berikut lapisan/tipikal struktur perkerasan kaku, dapat dilihat pada Gambar 2.1, 2.2, dan 2.3.

1. Perkerasan kaku pada timbunan



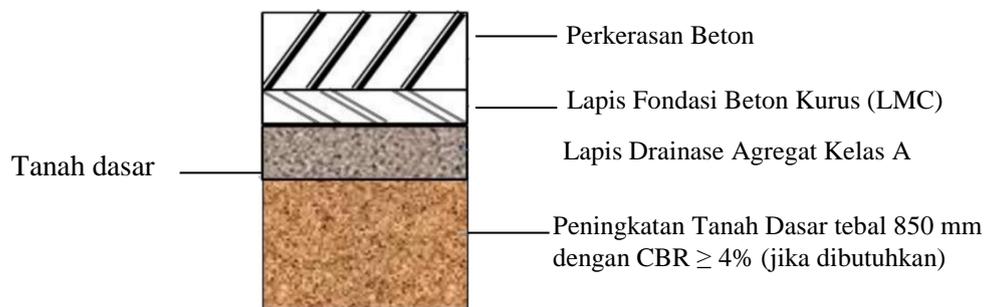
Gambar 2. 1 Perkerasan kaku pada timbunan

2. Perkerasan kaku pada permukaan tanah asli (*At grade*)



Gambar 2.2 Perkerasan kaku pada permukaan tanah asli

3. Perkerasan kaku pada galian



Gambar 2. 3 Perkerasan kaku pada galian

2.2.2 Sifat Umum Perkerasan Kaku

A. Kemampuan Penyebaran Beban Ke Lapisan Tanah Dasar

Seperti yang sudah disampaikan di depan, perkerasan kaku mempunyai kekakuan (modulus elastisitas) yang jauh lebih tinggi dari perkerasan aspal (sekitar 10 kali nya). Setiap konstruksi yang menerima beban dari atas, akan menyalurkan atau menyebarkan beban tersebut ke bawah. Dalam hal konstruksi perkerasan jalan, salah satu fungsinya adalah untuk menyalurkan dan menyebarkan beban lalu-lintas yang diterima kelapisan di bawahnya sampai ke lapisan tanah dasar (subgrade). Beban yang disalurkan ke lapisan di bawahnya, menghasilkan tekanan yang lebih kecil, disebabkan makin luasnya area yang menampung beban tersebut, sehingga mampu dipikul oleh lapisan tanah dasar.

Dengan kekakuan atau modulus elastisitas beton semen yang lebih besar, konstruksi perkerasan kaku mempunyai kemampuan penyebaran beban yang lebih tinggi dari perkerasan lentur. Sebagai akibatnya, lendutan menjadi lebih kecil serta tegangan yang bekerja pada tanah dasar juga rendah, karena itu perkerasan kaku tidak memerlukan daya dukung pondasi yang kuat. Keseragaman daya dukung tanah dasar sangat penting diperhatikan, dimana tidak boleh ada perubahan yang mencolok dari daya dukung tersebut. Hal ini sangat bertolak belakang dengan prinsip perencanaan perkerasan lentur dimana lapisan pondasi (*base*) dan lapis pondasi bawah (*subbase*) memerlukan kekuatan yang tinggi untuk mendistribusikan tegangan dari beban roda yang bekerja pada lapisan aspal. Ilustrasi distribusi beban pada perkerasan kaku dan perkerasan lentur, ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2. 4 Ilustrasi distribusi beban pada perkerasan kaku dan perkerasan lentur

B. Struktur Perkerasan Kaku

Pada awal perkembangan perkerasan kaku, perkerasan tersebut dibangun langsung di atas tanah dasar tanpa memperhatikan jenis tanah dasar atau kondisi drainase. Sejalan dengan peningkatan lalu lintas setelah perang dunia ke II, masalah pumping menjadi hal yang penting walaupun hal itu telah dikemukakan diawal tahun 1932.

Penebalan bagian tepi umum dilakukan pada sekitar tahun 1930-an dan 1940-an. Sebagai contoh, perkerasan kaku yang dibangun dengan tebal 15,2 cm (6 in) di bagian tengah, dan tebal lapisan tepinya 20,3 cm (8 in) sepanjang tepi pelat tersebut, yang disebut perencanaan 8-6-8. Perkerasannya sendiri umumnya hanya mempunyai lebar antara 5,5 – 6,1 m. Ketika perancangan mengalami

perkembangan, untuk mencegah pumping perkerasan dibangun diatas lapis pondasi bawah dengan material berbutir. Pembangunan pada saat ini, menggunakan perancangan yang lebih tebal dan sering digunakan untuk jalan raya dengan beban lalu lintas berat.

Pada konstruksi perkerasan kaku, sebagai konstruksi utama adalah satu lapis beton semen mutu tinggi, dan lapis pondasi bawah hanya berfungsi sebagai konstruksi pendukung. Sedangkan pada konstruksi perkerasan lentur umumnya terdiri dari beberapa lapis (3 atau lebih) yaitu lapis permukaan (surface), lapis pondasi dan lapis pondasi bawah, yang semuanya merupakan konstruksi utama. Dari penjelasan diatas, dapat ditarik pengertian bahwa perkerasan kaku merupakan konstruksi perkerasan satu lapis (single layer), sedangkan perkerasan lentur merupakan konstruksi berlapis banyak (multi layer). Skema lapisan konstruksi perkerasan kaku dan perkerasan lentur ditunjukkan pada gambar 2.4

C. Lapisan pondasi (*Sub Base*)

Maksud dari penggunaan lapisan pondasi perkerasan kaku ialah untuk meningkatkan daya dukung terhadap pelat beton dan memberikan ketahanan terhadap pencegahan erosi pada lapisan pondasi akibat beban lalu lintas dan lingkungan.

Untuk perkerasan kaku, lapisan pondasi dengan bahan pengikat, bisa bermacam-macam, salah satu dari ketiga jenis ini

- batu pecah yang distabilisasi semen dengan kondisi tidak lebih kecil dari 5% (perbandingan berat) untuk mencegah erosi. Bahan cementitious bisa mengandung semen, kapur, abu terbang dan atau *granulated blast furnace slag*
- campuran beraspal bergradasi rapat
- *lean concrete* yang mempunyai kekuatan tekan pada umur 28 hari, antara 80 dan 110 kg/cm².

Pemecah ikatan antara lapisan subbase dengan lapisan pelat beton, ialah dengan menggunakan lapisan pemecah ikatan di atas lapisan pondasi untuk memberikan permukaan yang halus dan friksi yang seragam. Campuran beton kurus (*lean concrete*) dibuat seperti beton biasa tanpa sambungan melintang dan

karena itu akan timbul retak. Ini dimaksudkan untuk mencapai pola retak yang dekat dan lebar retak yang sempit, sehingga memberikan tingkat penyaluran beban, yang berkaitan dengan lapis pemecah ikatan dan tidak akan menjalar ke pelat beton di atasnya.

D. Kapasitas Konstruksi Perkerasan Kaku

Konstruksi perkerasan kaku pada umumnya mempunyai ketebalan pelat beton sekitar 25 cm, dengan mutu kuat tekan beton yang setara dengan kuat tarik lentur 45 kg/cm². Perkerasan kaku tersebut mempunyai kapasitas atau daya layan sebesar 8 juta repetisi standard axle load, yang setara dengan konstruksi perkerasan lentur setebal 55 cm. Dengan demikian untuk beban dan tanah dasar yang sama, konstruksi perkerasan kaku memerlukan ketebalan konstruksi yang lebih tipis. Ilustrasi dari ekivalensi struktur perkerasan kaku dan perkerasan lentur ditunjukkan pada gambar 2.5



Gambar 2. 5 ilustrasi ekivalensi struktur perkerasan kaku dan perkerasan lentur

2.3. Material yang di gunakan pada perkerasan kaku

2.3.1. Portland cement

Hasil pabrik dengan memecahkan dan menghaluskan secara tepat campuran awal dari batu kapur (*limestone*), *napal (marl)*, lempung (*clay*). Campuran dibakar pada temperature tinggi (sekitar 2800 F) membentuk terak tanur tinggi (*clinker*).

Kemudian *clinker* dibiarkan mendingin, ditambah gypsum sedikit, dan selanjutnya campuran dan digiling sampai 90% lebih dari material lolos saringan no.200. (Lulie 2004).

2.3.2. Agregat Kasar

Penggunaan agregat kasar pada (*Portland cement*) adalah inert materials yang tidak bereaksi dengan semen dan biasanya terdiri dari batu pecah (*crushed gravel*), batu (*stone*), atau terak tanurtingg (*blast furnace slag*), agregat kasar dapat berupa satu jenis atau gabungan dari ketiga material tersebut.

2.3.3. Agregat halus Pasir (*sand*)

Digunakan sebagian besar sebagai agregat halus pada beton (*semen Portland*). Spesifikasi untuk material ini biasanya mencakup syarat komposisi takaran (*grading*), *soundness*, kebersihan (*cleanliness*).

2.3.4. Air

Keperluan air pokok yang disyaratkan air yang digunakan yang pantas untuk diminum. Persyaratan ini berkaitan dengan keadaan jumlah zat organik, minyak masak, dan alkali seharusnya tidak lebih besar dari jumlah yang disyaratkan untuk air minum.

2.4.5. Baja-Tulangan (*reinforcing steel*)

Baja tulangan dapat digunakan dalam perkerasan beton untuk mengurangi retak yang terjadi karena mekanisme transfer beban pada sambungan atau sebagai suatu alat ikat dua pelat bersamaan. Penggunaan baja-tulangan di gunakan untuk mengontrol retak yang biasa digunakan berdasarkan pada perilaku Baja tulangan. Terdapat dua jenis tulangan yang dipasang pada jalan dengan perkerasan kaku, yaitu:

1. Batang pasak (*Dowel Bars*) Batang-batang pasak di gunakan sebagai mekanisme penyebaran beban melintang sambungan (*joints*).
2. Batang pengikat (*Tie Bars*)

2.4. Beton semen

Perkerasan jalan beton semen atau perkerasan kaku, terdiri dari plat beton semen, dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah, di atas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton semen sering juga dianggap sebagai lapis pondasi, jika di atasnya terdapat lapisan aspal.

Plat beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar yang melingkupi daerah yang cukup luas. Dengan demikian, bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton itu sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan; dimana masing-masing lapisan memberikan kontribusinya.

2.5. Tebal Perkerasan Kaku

Tebal perkerasan kaku yaitu dimensi ukuran plat beton dalam suatu perkerasan jalan. Dalam pelaksanaannya, tebal *rigid* tidaklah boleh sembarangan menentukan dimensinya karena akan berpengaruh kekuatan plat itu sendiri dan efisiensi penggunaan biaya & material. Dalam Perencanaan tebal perkerasan kaku dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017, dalam prosedur desain 9-1 sub bab 9.2 poin ke-8 di nyatakan bahwa tebal plat beton diarahkan dalam perencanaannya menggunakan metode Pd T-14-2003. Yang dimana meliputi penentuan dimensi pelat beton, penulangan pelat, posisi *dowel & tie bar*, ketentuan sambungan dan sebagainya. Prosedur desain perkerasan kaku dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Prosedur desain perkerasan kaku (MDPJ 2017)

No	Langkah-langkah	Acuan
1	Tentukan umur rencana	Bab 2
2	Tentukan volume kelompok sumbu kendaraan niaga	Bab 4 dan lampiran D
3	Tentukan struktur fondasi jalan dari bagan desain	Bab 6
4	Tentukan daya dukung efektif tanah dasar menggunakan solusi tanah normal atau tanah lunak	Bab 6
5	Tentukan struktur lapisan perkerasan sesuai bagan desain	Bab 7
6	Tentukan jenis sambungan	Bab 7
7	Tentukan jenis bahu jalan	Lampiran F
8	Tentukan detail desain yang meliputi dimensi pelat beton, penulangan pelat, posisi <i>dowel & tie bar</i> , ketentuan sambungan dan sebagainya.	Pd T-14-2003
9	Tetapkan kebutuhan daya dukungan tepi perkerasan	Bab 8

Sumber manual desain perkerasan jalan 2017

2.6. Umur Rencana

Umur rencana (UR) suatu jalan adalah jumlah waktu dalam satuan tahun yang dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau rekonstruksi. Dalam melakukan analisis lalu lintas terdapat beberapa parameter, yaitu volume lalu lintas, faktor pertumbuhan lalu lintas, lalu lintas pada lajur rencana, faktor ekuivalen beban, sebaran kelompok sumbu kendaraan niaga, dan beban sumbu standar kumulatif. Data lalu lintas ini diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dilayani oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei yang selanjutnya diproyeksikan sepanjang umur rencana dengan menggunakan suatu faktor pertumbuhan lalu lintas.

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode Benefit Cost Ratio, Internal Rate of Return, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun. Dalam ketentuan manual desain perkerasan jalan revisi 2017 disebutkan bahwa menentukan umur rencana perkerasan baru harus berdasarkan ketentuan yang berlaku. Umur rencana perkerasan baru dinyatakan pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2. 2 Umur rencana perkerasan baru (MDPJ 2017)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Per kerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (overlay), seperti: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan.	
	Cement Treated Based (CTB)	
Perkerasan Kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Sumber manual desain perkerasan jalan 2017

2.7 Lalu Lintas

2.7.1 Volume Lalu lintas

Sebagai pengukur jumlah dari arus lalu lintas digunakan "Volume". Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih lebar, sehingga terdapat kenyamanan dan keamanan. Sebaliknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas rendah cenderung membahayakan, karena pengemudi cenderung mengemudi kendaraan pada kecepatan yang lebih tinggi sedangkan kondisi jalan belum tentu memungkinkan. Dan disamping itu mengakibatkan peningkatan biaya pembangunan jalan yang jelas tidak pada tempatnya.

Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur adalah:

1. Lalu lintas harian rata – rata.
2. Volume jam perencanaan.
3. Kapasitas.

Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Untuk memperoleh data tersebut dikenal 2 jenis Lalu lintas harian rata-rata, yaitu:

1. Lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT).
2. Lalu lintas harian.

LHRT adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh. LHRT= Jumlah lalu lintas dalam 1 tahun.

2.7.2. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Menurut Sukirman, faktor pertumbuhan lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang memakai jalan dari tahun ke tahun yang dipengaruhi oleh perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dinyatakan dalam persen / tahun. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (MDPJ 2017)

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

Sumber manual desain perkerasan jalan 2017

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

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \quad (2.1)$$

Dengan pengertian

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

2.7.3. Lalu lintas pada lajur rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA)

dengan memperhitungkan faktor distribusi 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. 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 jalan dengan 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. Faktor distribusi jalan yang ditunjukkan pada Tabel 2.4

Tabel 2. 4 Faktor Distribusi Lajur (DL) (MDPJ 2017)

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan Niaga Pada Lajur Desain (% Terhadap Populasi Kendaraan Niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber manual desain perkerasan jalan 2017

2.7.4. Data lalu lintas

Akurasi data lalu lintas penting untuk menghasilkan desain perkerasan yang efektif. Data harus harus meliputi semua jenis kendaraan komersial. Apabila diketahui atau diduga terdapat kesalahan data, harus dilakukan penghitungan lalu lintas khusus sebelum perencanaan akhir dilakukan.

2.7.5. Jenis Kendaraan

Sistem klasifikasi kendaraan dinyatakan dalam Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (PdT-19-2004-B). Beban gandar kendaraan penumpang dan kendaraan ringan sampai sedang cukup kecil sehingga tidak berpotensi

menimbulkan kerusakan struktural pada perkerasan. Hanya kendaraan niaga dengan jumlah roda enam atau lebih yang perlu diperhitungkan dalam analisis.

2.7.6. Faktor Ekivalen Beban (Vehicle Damage Factor)

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana.

Desain yang akurat memerlukan perhitungan beban lalu lintas yang akurat pula. Studi atau survei beban gandar yang dirancang dan dilaksanakan dengan baik merupakan dasar perhitungan ESA yang andal. Oleh sebab itu, survei beban gandar harus dilakukan apabila dimungkinkan.

Ketentuan pengumpulan data beban gandar ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 2. 5 Pengumpulan Data Beban Gandar

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

Sumber manual desain perkerasan jalan 2017

*Data beban gandar dapat diperoleh dari:

1. Jembatan timbang, timbangan statis atau WIM (survey langsung).
2. Survei beban gandar pada jembatan timbang atau WIM yang pernah dilakukan dan dianggap cukup representatif.
3. Data WIM Regional yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga.

Timbangan survei beban gandar yang menggunakan sistem statis harus mempunyai kapasitas beban roda (tunggal atau ganda) minimum 18 ton atau kapasitas beban sumbu tunggal minimum 35 ton.

Tingkat pembebanan faktual berlebih diasumsikan berlangsung sampai tahun 2020. Setelah tahun 2020, diasumsikan beban kendaraan sudah terkendali dengan beban sumbu nominal terberat (MST) 12 ton. Namun demikian, untuk keperluan

desain, Direktorat Jenderal Bina Marga dapat menentukan waktu penerapan efektif beban terkendali tersebut setiap waktu.

2.7.7. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut:

Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga

$$ESATH-1 = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2.2)$$

Dengan:

ESATH-1 = Kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen tahun pertama;

LHRJK = Lalu lintas harian rata-rata setiap jenis kendaraan niaga (kendaraan/hari);

VDFJK = Faktor ekuivalen beban setiap jenis kendaraan niaga;

DD = Faktor distribusi arah;

DL = Faktor distribusi lajur; dan

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

2.7.8. Faktor keamanan beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada Tabel 2.6

Tabel 2. 6 Faktor keamanan beban (FKB) (Pd T-14-2003).

NO	Penggunaan	Nilai FKB
1	Jalan bebas hambatan utama (major freeway) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasannya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survai beban (weight-in-motion) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15	1,2
2	Jalan bebas hambatan (freeway) dan jalan alteri dengan volume kendaraan niaga menengah	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

Sumber manual desain perkerasan jalan 2017

2.8. Tanah dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR insitu sesuai dengan SNI 03- 1731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2 %, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (Lean-Mix Concrete) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5 %.

Persyaratan umum persiapan tanah dasar Tanah dasar perkerasan harus memenuhi kriteria berikut:

1. harus mempunyai nilai CBR rendaman rencana minimum.
2. dibentuk dengan benar, sesuai dengan bentuk geometrik jalan.
3. dipadatkan dengan baik pada ketebalan lapisan sesuai dengan persyaratan.
4. tidak peka terhadap perubahan kadar air.
5. mampu mendukung beban lalu lintas pelaksanaan konstruksi.

2.8.1. CBR Desain tanah dasar

Ruas jalan yang didesain harus dikelompokkan berdasarkan kesamaan segmen yang mewakili kondisi tanah dasar yang dapat dianggap seragam (tanpa perbedaan yang signifikan). Pengelompokan awal dapat dilakukan berdasarkan hasil kajian meja dan penyelidikan lapangan atas dasar kesamaan geologi, pedologi, kondisi drainase dan topografi, serta karakteristik geoteknik (seperti gradasi dan plastisitas).

Secara umum disarankan untuk menghindari pemilihan segmen seragam yang terlalu pendek. Jika nilai CBR yang diperoleh sangat bervariasi, perancang harus membandingkan manfaat dan biaya antara pilihan membuat segmen seragam yang pendek berdasarkan variasi nilai CBR tersebut, atau membuat segmen yang lebih panjang berdasarkan nilai CBR yang lebih konservatif.

Hal penting lainnya yang harus diperhatikan adalah perlunya membedakan daya dukung rendah yang bersifat lokal (setempat) dengan daya dukung tanah dasar yang lebih umum (mewakili suatu lokasi). Tanah dasar lokal dengan daya dukung rendah biasanya dibuang dan diganti dengan material yang lebih baik atau

ditangani secara khusus. Dua metode perhitungan CBR karakteristik diuraikan sebagai berikut.

a. Metode distribusi normal standar

Jika tersedia cukup data yang valid (minimum 10 titik data uji per segmen yang seragam) rumus berikut ini dapat digunakan:

CBR karakteristik = CBR rata-rata – f x deviasi standar

- $f = 1,645$ (probabilitas 95%), untuk jalan tol atau jalan bebas hambatan
- $f = 1,282$ (probabilitas 90%) untuk jalan kolektor dan arteri.
- $f = 0.842$ (probabilitas 80%), untuk jalan lokal dan jalan kecil.
- Koefisien variasi (CV) maksimum dari data CBR untuk suatu segmen tidak lebih besar dari 25%. Koefisien variasi sampai dengan 30% masih boleh digunakan.

Apabila jumlah data per segmen kurang dari 10 maka nilai CBR terkecil dapat mewakili sebagai CBR segmen.

b. Metode persentil

Metode persentil menggunakan distribusi data nilai CBR pada segmen seragam yang dianggap terdistribusi secara normal. Nilai persentil ke “x” dari suatu kumpulan data membagi kumpulan data tersebut dalam duabagian, yaitu bagian yang mengandung “x” persen data dan bagian yang mengandung $(100 - x)$ persen data.

Nilai CBR yang dipilih adalah adalah nilai persentil ke 10 (10thpercentile) yang berarti 10% data segmen yang bersangkutan lebih kecil atau sama dengan nilai CBR pada persentil tersebut. Atau: 90% dari data CBR pada segmen seragam tersebut lebih besar atau sama dengan nilai CBR pada persentil tersebut.

Prosedur perhitungan untuk presentil ke – 10 adalah sebagai berikut:

1. Susun data CBR secara berurutan dari nilai terkecil hingga terbesar.
2. Hitung jumlah total data nilai CBR (n).
3. Hitung 10% dari (n), nilai yang diperoleh disebut sebagai indeks.

4. Jika indeks yang diperoleh dari langkah (iii) merupakan bilangan pecahan, lakukan pembulatan ke bilangan terdekat dan lanjutkan ke langkah v(a). Jika indeks yang dihasilkan berupa bilangan bulat, lanjutkan ke langkah
5. Dari kumpulan data yang sudah diurutkan (langkah 1), hitung mulai dari data terkecil hingga mencapai data diurutan yang diperoleh dari langkah 3. Nilai CBR pada urutan tersebut adalah nilai CBR persentil ke – 10. v
6. Dari kumpulan data yang sudah diurutkan (langkah 1), hitung mulai dari data terkecil hingga mencapai data diurutan yang diperoleh dari langkah 3. Nilai CBR persentil ke – 10 adalah nilai rata-rata dari dua nilai CBR yaitu CBR pada urutan tersebut dan urutan berikutnya.

Sebagai contoh, data CBR dari satu segmen yang seragam yang telah diurut mulai dari nilai terkecil terdapat pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 Contoh data CBR dari satu segmen yang seragam yang telah diurut mulai dari nilai terkecil

No Urut	CBR (%)	No Urut	CBR (%)
1	3	11	5,5
2	3	12	5,5
3	4	13	5,5
4	4	14	6
5	4	15	6
6	5	16	6
7	5	17	6,5
8	5	18	6,5
9	5	19	7
10	5,5	20	7

Sumber manual desain perkeran jalan 2017

- Daftar tersebut di atas menunjukkan CBR dari satu segmen tanah dasar yang seragam dengan 20 data CBR ($n = 20$). Data disusun dari nilai terendah hingga tertinggi.
- Untuk persentil ke – 10, indeks persentil adalah $10\% \times 20 = 2$ (langkah iii).
- Karena 2 adalah bilangan bulat maka berlaku langkah v.(b): CBR pada persentil tersebut adalah rata-rata CBR pada nomor urut 2 dan 3 yaitu $(3+4)/2 = 3,5$.
- Dengan demikian, nilai CBR karakteristik segemen seragam tersebut adalah 3,5%. Secara statistik ini berarti bahwa pada segmen tersebut terdapat 10% data CBR yang nilainya sama atau lebih kecil dari 3,5%. Atau, 90% data CBR segmen seragam tersebut nilainya lebih besar atau sama dengan 3,5%.

Cara yang diuraikan di atas adalah salah satu cara untuk menetapkan nilai karakteristik berdasarkan metode persentil.

Prosedur metode persentil lainnya yang juga sering digunakan adalah cara grafik. Selain itu, dapat juga menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel, yaitu dengan memanfaatkan fungsi =PERCENTILE(array, k) dengan “array” menunjukkan kumpulan data dan k adalah persentil (dalam persepuluhan). Sebagai contoh, =PERCENTILE(A1:A20, 0.1) akan menghitung persentil ke 10 dari kumpulan data yang terletak pada sel A1 sampai dengan A20. Penggunaan cara ini terhadap contoh data tersebut di atas menghasilkan CBR karakteristik = 3.90%.

Apabila dihitung menggunakan formula (6.1) contoh data yang sama akan menghasilkan nilai CBR karakteristik 3,74%.

Masing-masing cara tersebut tidak memberikan jawaban yang identik, tetapi perbedaan di antaranya tidak signifikan.

2.9. Tebal Pondasi bawah

Bahan pondasi bawah dapat berupa :

- a. Bahan berbutir.
- b. Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (*Lean Rolled Concrete*).
- c. Campuran beton kurus (*Lean-Mix Concrete*).

Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang mungkin timbul. Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai ke tepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi perilaku tanah ekspansif.

Dalam manual desain perkerasan jalan (MDPJ) 2017 dijelaskan bahwa CBR efektif tanah dasar hendaknya tidak kurang dari 6%. Gunakan stabilisasi apabila diperlukan. Pedoman perencanaan Pd T-14-2003 mensyaratkan nilai CBR ekuivalen tanah dasar normal ditentukan sebagai berikut.

Apabila fondasi perkerasan terdiri dari beberapa lapis atau apabila tanah dasar asli terdiri dari beberapa lapis dengan kekuatan tertinggi terletak pada lapis paling atas maka CBR tanah dasar ditentukan sesuai formula berikut:

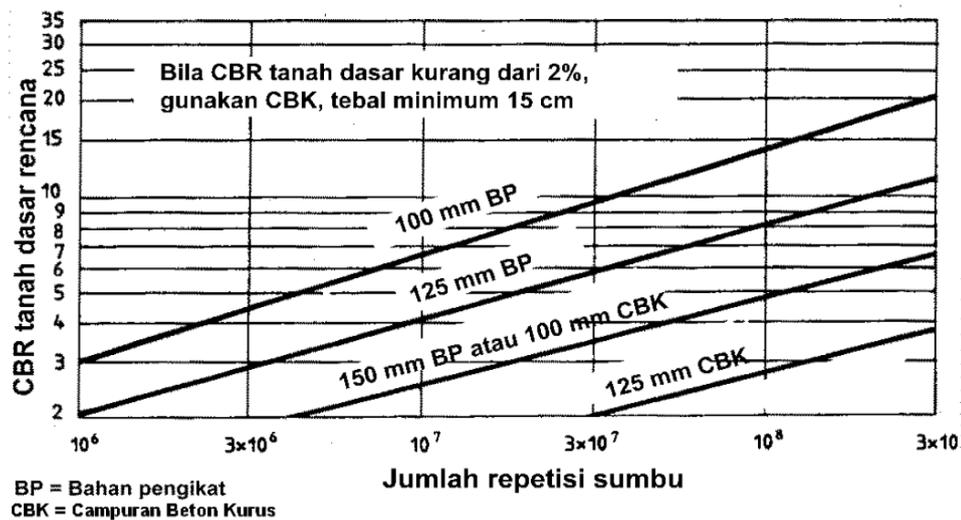
$$\text{CBR Ekivalen} = \left(\frac{\sum h_i \text{CBR}_i^{0.33}}{\sum h} \right)^3 \quad (2.3)$$

Dengan ketentuan :

h_i = tebal lapis

i dan $\sum h_i = 1$ meter

Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan SNI No. 03-6388-2000 dan AASHTO M-155 serta SNI 03-1743-1989. Bila direncanakan perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji, pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2. 6 pondasi bawah minimum

Jika perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat, maka penerapan kelompok sumbu kendaraan niaga di dalam Pd T-14-2003 tidak boleh digunakan untuk desain perkerasan karena didasarkan pada ketentuan berat kelompok kendaraan yang tidak realistis dengan kondisi Indonesia. Dengan syarat desain perkerasan kaku dengan sambungan dan ruji (*dowel*) serta bahu beton (*tied shoulder*), dengan atau tanpa tulangan distribusi retak. Maka ketentuan tebal pelat beton ditentukan pada Tabel 2.8

Tabel 2. 8 Perkerasan Kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat (MDPJ 2017)

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (<i>overload</i>) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	< 86

Tabel 2.8 Lanjutan

<i>Dowel</i> dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis fondasi LMC	100				
Lapis drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

Sumber manual desain perkerasan jalan 2017

2.9.1 . Pondasi bawah dengan bahan pengikat (*Bound Sub-base*)

Pondasi bawah dengan bahan pengikat (BP) digunakan salah satu dari:

- a. Stabilisasi material berbutir dengan kadar bahan pengikat yang sesuai dengan hasil perencanaan, untuk menjamin kekuatan campuran dan ketahanan terhadap erosi. Jenis bahan pengikat dapat meliputi semen, kapur, serta abu terbang dan/atau slag yang dihaluskan.
- b. Campuran beraspal bergradasi rapat (*dense-graded asphalt*).
- c. Campuran beton kurus giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 MPa (55 kg/cm²).

2.9.2. Pondasi bawah dengan campuran beton kurus (*Lean-Mix Concrete*)

Campuran Beton Kurus (CBK) harus mempunyai kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari minimum 5 MPa (50 kg/cm²) tanpa menggunakan abu terbang, atau 7 MPa (70 kg/cm²) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm.

2.10. Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*)

Tie bar menggunakan batang tulangan baja ulir untuk menjaga agar tepi/ujung-ujung pelat beton yang berdampingan tetap dalam kontak yang baik antara satu dengan yang lain dan membantu terjadinya ikatan sempurna antar sambungan. 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 BJTU24 dan berdiameter 16 mm. Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times b \times h \quad (2.4)$$

$$l = (38,3 \times \varphi) + 75 \quad (2.5)$$

Dengan pengertian :

A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm^2)

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

h = Tebal pelat (m).

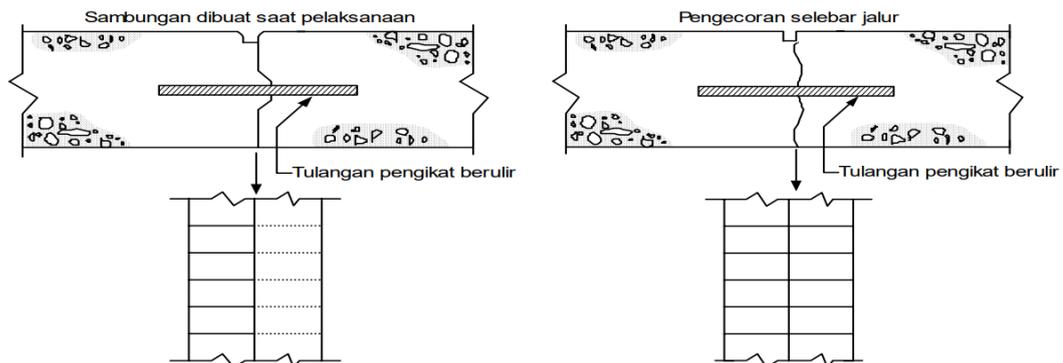
l = Panjang batang pengikat (mm).

φ = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

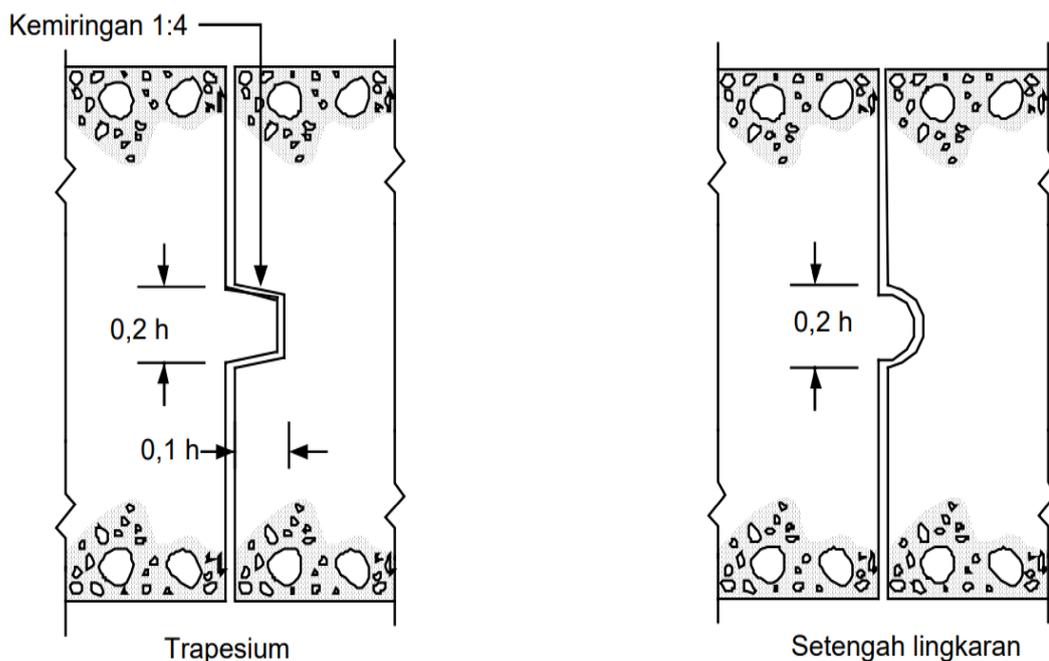
Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm. Tipikal sambungan memanjang diperlihatkan pada Gambar 2.5

2.11. Sambungan pelaksanaan memanjang

Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran sebagai mana diperlihatkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 7 Tipikal sambungan memanjang (Pd T-14-2003)



Gambar 2. 8 Ukuran standar penguncian sambungan memanjang (Pd T-14-2003)

2.12. Sambungan susut melintang

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi stabilisasi semen sebagai mana diperlihatkan pada Gambar 2.5 dan 2.6. Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4 – 5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8 – 15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan. Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut.

Tabel 2. 9 Ukuran, panjang, dan jarak ruji (Kementrian PU no SPL.KS21.224.00)

	Dowel
Diameter yang disarankan	1/8 tebal pelat
Diamter minimum	32 mm
Panjang tipikal disarankan	455 mm
Jarak	305 mm

Sumber manual desain perkerasan jalan 2017

2.13 . Sambungan pelaksanaan melintang

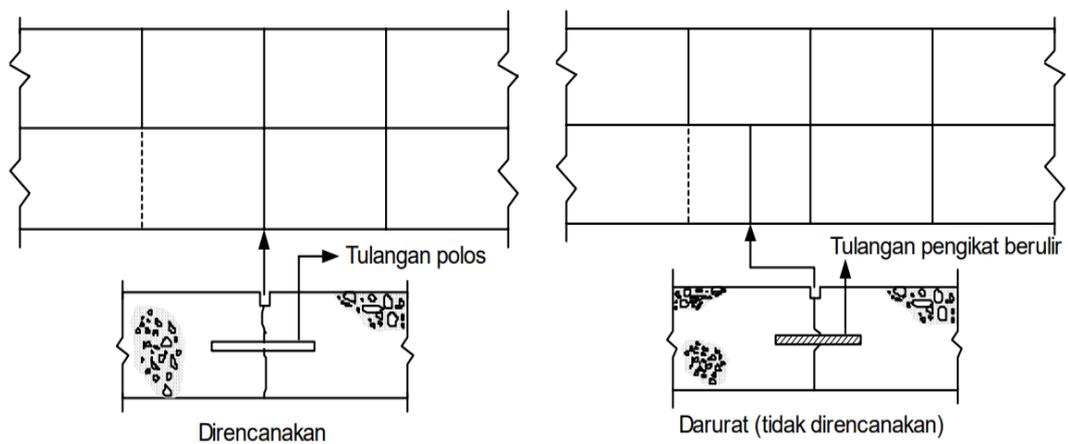
Sambungan harus dibuat / dipotong sebelum terjadi retakan karena susut. Bila perlu, pengergajian dapat dilakukan dalam kondisi cuaca apapun pada waktu siang maupun malam. Pengergajian harus ditangguhkan bila di dekat tempat sambungan ada retakan.

Pengergajian harus dihentikan bila retakan terjadi di depan gergajian. Bila retakan sulit dicegah ketika dimulai pengergajian, maka pembuatan sambungan kontraksi harus dilakukan dengan takikan / alur sebelum beton mencapai pengeringan tahap awal sebagaimana dijelaskan di atas. Secara umum, pengergajian harus dilakukan secara berurut.

Sambungan pelaksanaan melintang yang tidak direncanakan (darurat) harus menggunakan batang pengikat berulir, sedangkan pada sambungan yang direncanakan harus menggunakan batang tulangan polos yang diletakkan di tengah tebal pelat.

Sambungan pelaksanaan tersebut di atas harus dilengkapi dengan batang pengikat berdiameter 16 mm, panjang 69 cm dan jarak 60 cm, untuk ketebalan pelat sampai 17 cm. Untuk ketebalan lebih dari 17 cm, ukuran batang pengikat berdiameter 20 mm, panjang 84 cm dan jarak 60 cm.

Tipikal sambungan pelaksanaan melintang diperlihatkan pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10.



Gambar 2 9 Sambungan pelaksanaan yang d direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran per lajur (Pd T-14-2003)

2.14. Alternatif perkerasan kaku

Jumlah kelompok sumbu masing-masing jenis kendaraan diperlukan untuk keperluan desain perkerasan beton semen. Umur rencana 40 tahun dan beban lalu lintas dihitung berdasarkan jumlah kelompok sumbu kendaraan berat sebagai berikut:

Tabel 2. 10 Tabel Jumlah Kelompok Sumbu 40 tahun

Jenis Kendaraan	JUMLAH KELOMPOK SUMBU	LHR 2021	KELOMPOK SUMBU	JUMLAH KELOMPOK SUMBU 2018-2058
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2	2	9699		
3	2	3260		
4	2	2786		
5a	2	798		
5b	2	185	370	7832469
6a	3	834		
6b	3	226	679	14359527
7a	3	201	604	12773089
7c	5	46	138	2928111
Kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat 2021-2061				34965085

Sumber data survei lhr

$$(2) = (2) \times (3)$$

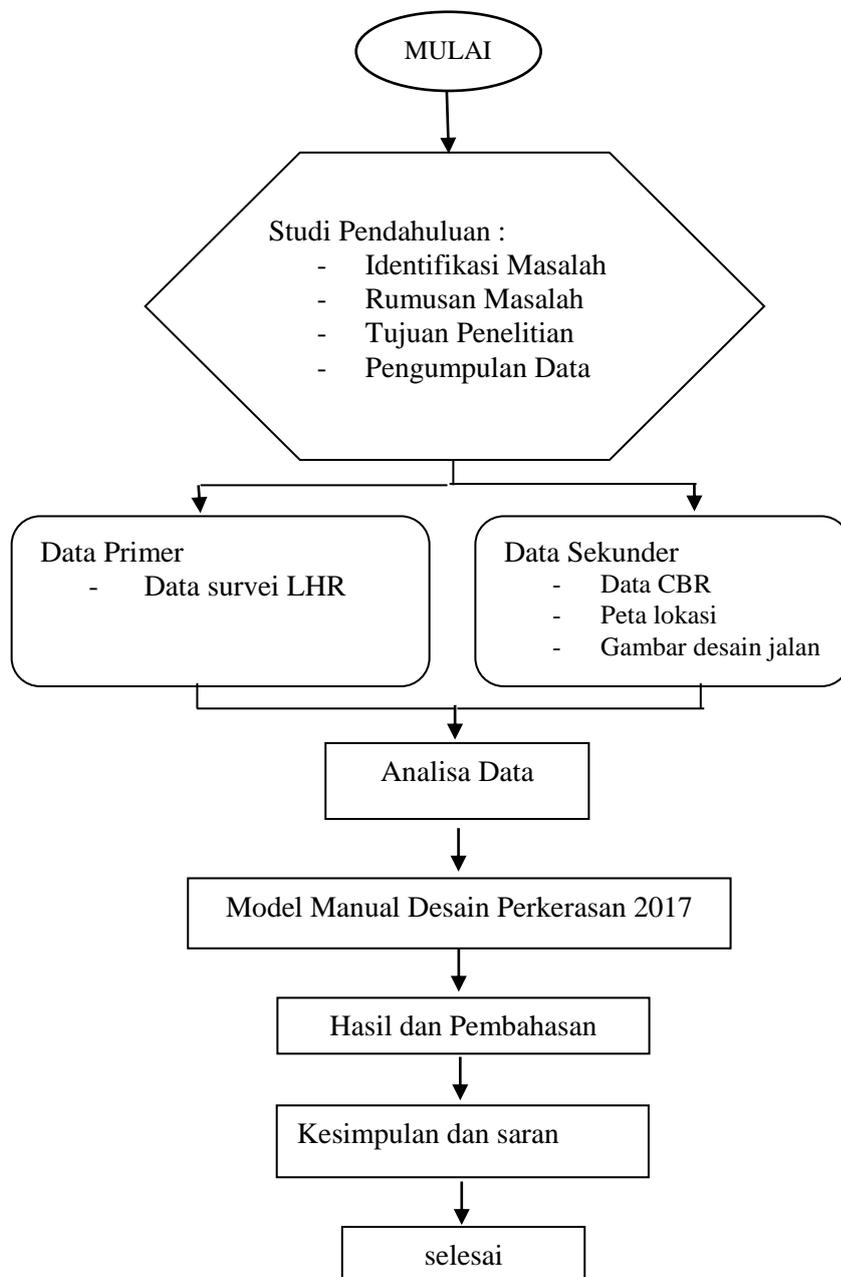
$$(5) = (4) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times R_{40}$$

$$R_{40} = \frac{(1+0,01 \times 4,83)^{40}-1}{0,01 \times 4,83}$$

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Secara umum, diagram alir penelitian pada studi kasus ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian

3.2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah pada Proyek Jalan tol Binjai – Langsa Zona 1 pada Sta 0+500.



Gambar 3. 1 lokasi sta 0+000 kearah sta 0+500



Gambar 3. 2 tampak atas lokasi perencanaan

3.2.2. Waktu Penelitian

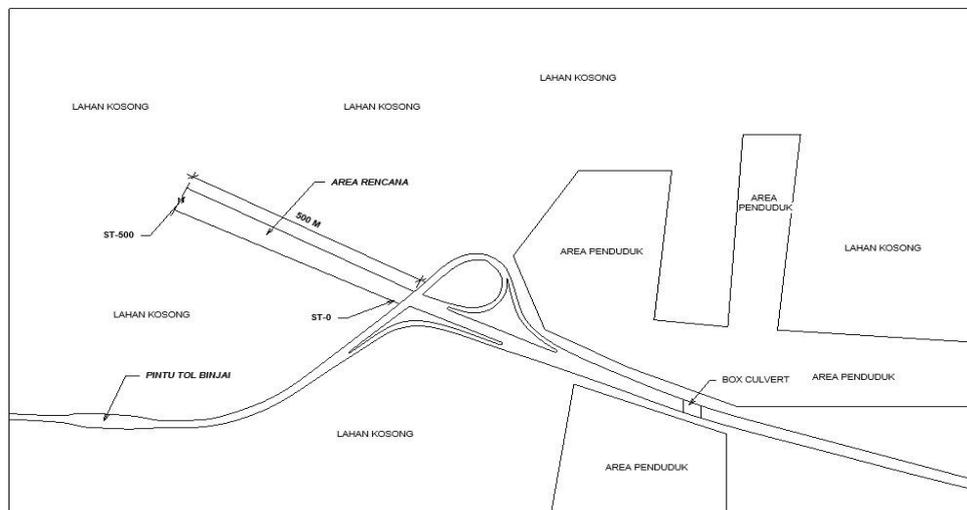
Survei dilakukan pada pukul 07.00 – 09.30 WIB untuk pagi hari, pukul 12.00 – 14.30 WIB untuk siang hari, dan pukul 16.00- 19.10 WIB untuk waktu sore hari. Pelaksanaan survei dilakukan selama 1 minggu lama nya

3.3 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, penulis melakukan analisa mengenai permasalahan yang terjadi yaitu menghitung perencanaan perkerasan kaku, meninjau sistem pada proyek, serta merencanakan kembali dengan metode manual desain perkerasan 2017. Yang didukung dari data-data yang diperoleh dari kondisi lapangan secara langsung dan data-data dari pihak PT yang terlibat dalam proyek ini.

3.4 Penarikan Sampel

Dalam penelitian ini secara keseluruhan pengambilan sampel data dilakukan dengan metode pengamatan secara langsung dengan mengacu kepada penelitian yang bersifat perbandingan. Sehingga peneliti menetapkan data-data primer dan skunder yang dibutuhkan pada penulisan tugas akhir ini dengan lokasi yang di tinjau sta 0+500 – sta 1+000



Gambar 3. 3 ilustrasi yang direncanakan

3.5. Pengumpulan Data

3.5.1. Data Primer

Data primer diperoleh dari hasil melakukan pengamatan yang terjadi

dilapangan, memantau metode pelaksanaan yang di terapkan dilapangan, dan juga mengamati progress yang berjalan.

3.5.2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari instansi atau perusahaan terkait, dalam hal ini PT. Utama Karya dan beberapa pihak yang terkait dalam proyek ini.

3.6. Analisa Data

Setelah dilakukan pengamatan dan mendapatkan data primer serta data sekunder. Pada tahapan ini dilakukan analisa dengan metode manual desain perkerasan 2017.

3.7. Kesimpulan Dan Saran.

Pada tahap ini, penulis membuat kesimpulan mengenai permasalahan yang akan dibahas dalam studi kasus ini beserta memberikan solusi atas permasalahan tersebut.

3.8 Data survei LHR

Data halis dari survei LHR yang di lakukan seminggu

Kelompok Jenis Kendaraan	Kelompok Sumbu	Volume Lalu Lintas								LHR
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Total	(Kend/hari)
Sedan, jeep, station wagon	2	9963	9410	9739	9712	9787	9925	9356	67892	9699
Angkutan penumpang sedang	2	3590	3389	2128	3587	2980	3871	3278	22823	3260
Pick Up, micro truk dan mobil	2	3032	2563	2298	3092	3098	2849	2567	19499	2786

hantaran										
Bus Kecil	2	749	771	767	871	850	732	847	5587	798
Bus Besar	2	298	196	298	124	154	124	102	1296	185
Truk ringan 2 sumbu	2	1134	886	1203	908	900	309	498	5838	834
Truk sedang 2 sumbu	2	263	263	238	212	226	285	97	1584	226
Truk 3 sumbu	3	260	213	213	207	273	189	54	1409	201
Truk semi trailer	5	78	60	58	52	34	28	13	323	46

Tabel 3.1 1 Data survei LHR

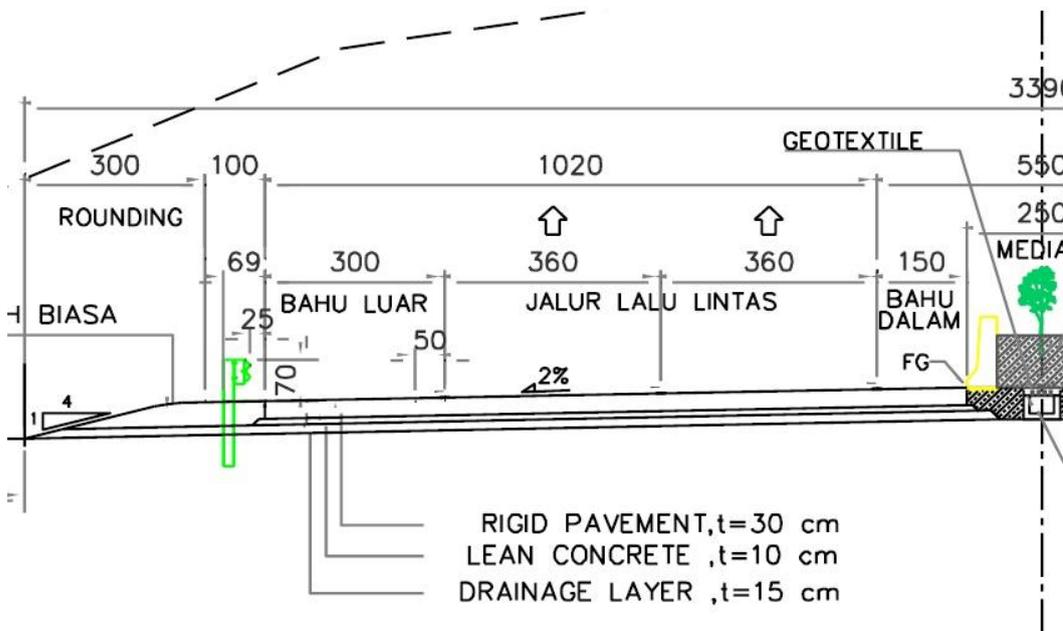
3.9. Data CBR

Data hasil nilai CBR yang di peroleh

No	Lokasi	Patok	CBR (%)
1	Binjai Langsa	STA 0 + 000	12,73
2	Binjai Langsa	STA 0 + 100	8,91
3	Binjai Langsa	STA 0 + 200	1,99
4	Binjai Langsa	STA 0 + 300	3,71
5	Binjai Langsa	STA 0 + 400	1,47

3.10 Gambar Potongan Melintang

Gambar ini di peroleh dari laporan akhir pt utama karya



Gambar 3.4 potongan melintang 1 jalur

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Jumlah kelompok sumbu

Akurasi data lalu lintas penting untuk menghasilkan desain perkerasan yang efektif. Data harus harus meliputi semua jenis kendaraan komersial.

Tabel 4. 1 tabel kendaraan niaga

Gol. Kendaraan	LHR 2021
Sedan,jeep (2)	9699
Angkutan penumpang sedang (3)	3260
Pick up,mobil hataran (4)	2786
Bus kecil (5a)	798
Bus besar (5b)	185
Truk ringan (6a)	834
Truk sedang (6b)	226
Truk 3 sumbu (7a)	201
Truk semi trailer (7c)	46

4.2. Faktor pertumbuhan lalu lintas

kelompok sumbu 40 tahun kedepan sesuai umur rencana

Umur rencana (UR) = 40 tahun

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

$$R = \frac{(1+0,01 \times 0,048)^{40}-1}{0,01 \times 0,048} = 115,904$$

Jadi faktor pengali komulatif pertumbuhan lalu lintas yaitu: 115,904 %

4.3. Jumlah kelompok sumbu

Nilai LHR rata-rata dikalikan jumlah kelompok sumbu untuk mendapatkan nilai kelompok sumbu :

Tabel 4. 2 tabel perhitungan jumlah sumbu

Jenis Kendaraan	JUMLAH KELOMPOK SUMBU	LHR 2021	KELOMPOK SUMBU
(1)	(2)	(3)	(4)
2	2	9699	
3	2	3260	
4	2	2786	
5a	2	798	
5b	2	185	370
6a	2	834	
6b	2	226	453
7a	3	201	604
7c	5	46	231

Contoh perhitungan Misal menghitung jumlah kelompok sumbu Jenis kendaraan Jumlah kelompok sumbu x Rata-Rata LHR = 2 x 185 = 370

4.4. Beban Kumulatif Kelompok Sumbu

Setelah mendapatkan nilai kelompok sumbu kemudia mencari jumlah kelompok sumbu 40 tahun kedepan sesuai umur rencana.

Tabel 4. 3 Jumlah Kelompok Sumbu 40 tahun

Jenis Kendaraan	JUMLAH KELOMPOK SUMBU	LHR 2021	KELOMPOK SUMBU	JUMLAH KELOMPOK SUMBU 2021-2061
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2	2	9699		
3	2	3260		
4	2	2786		
5a	2	798		
5b	2	185	370	7,8,E+06
6a	3	834		
6b	3	226	679	1,4,E+07
7a	3	201	604	1,3,E+07
7c	5	46	138	2,9,E+06
Kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat 2021-2061				3,8,E+07

$$(2) = (2) \times (3)$$

$$(5) = (4) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times R40$$

$$R_{40} = \frac{(1+0,01 \times 4,83)^{40}-1}{0,01 \times 4,83}$$

- Pertumbuhan lalu lintas (i) = 4,83 %
- Faktor distribusi arah (DD) = 0,5
- Faktor distribusi lajur (DL) = 1

Contoh perhitungannya (berdasarkan persamaan 3). Misalnya menghitung
 $5b = (\text{Jumlah kelompok sumbu} \times \text{LHRJK}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times r = 7832469$

Sehingga nilai jumlah kelompok sumbu perkendaraan niaga dijumlahkan menghasilkan beban kumulatif sebagai berikut =37893196 KN

Hitungan kumulatif beban (ESA5) untuk umur rencana 40 tahun (2021-2061) dengan menggunakan VDF berdasarkan tabel 4.4 dan angka pertumbuhan lalu lintas regional seperti ditunjukkan pada tabel 4.5

Tabel 4. 4 data hitungan kumulatif beban ESA5

Jenis Kendaraan	Lintas Haian Rata 2021	LHR 2024	lhr 2027	VDF5 faktual	VDF5 normal	ESA5 (24-29)	ESA5 (30-61)
1	2	3	4	5	6	7	8
2	9699	11173	12279	-	-	-	
3	3260	3756	4127		-	-	-
4	2786	3210	3527		-	-	-
5a	798	919	1010				
5b	185	213	234	1,0	1,0	2,1,E+05	2,9,E+06
6a	834	961	1056	0,5	0,5		
6b	226	260	286	7,4	4,6	1,9,E+06	1,6,E+07
7a	201	232	254	20,0	5,6	4,7,E+06	1,8,E+07
7c	46	53	58	42,8	8,0	2,3,E+06	5,8,E+06
Jumlah ESA5 CESA5 (21-61)						9,1,E+06	4,3,E+07
						5,2,E+07	

Laju pertumbuhan lalu lintas 4,83%

- (3) = (185) x (1+ 0,0483)³ = 213
- (4) = (185) x (1+ 0,483)⁵ = 234

- (5) & (6) dari tabel 4.4
- $(7) = (213) \times (1,0) \times 365 \times 0,50 \times 1 \times R_{(2024-2026)} = 2,1,E+05$
- $(8) = (234) \times (1,0) \times 365 \times 0,50 \times 1 \times R_{(2030-2061)} = 2,9,E+06$

Perhitungan di atas menghitung jumlah ESA5 pada jenis kendaraan 5b

4.5. Perencanaan pondasi

Dari data nilai CBR yang di dapat langkah selanjutnya nilai CBR diurutkan dari yang terbesar hingga yang terkecil, lihat tabel berikut :

Tabel 4. 5 Data CBR Lapangan

No	Lokasi	Patok	CBR (%)
1	Binjai Langsa	STA 0 + 000	12,73
2	Binjai Langsa	STA 0 + 100	8,91
3	Binjai Langsa	STA 0 + 200	1,99
4	Binjai Langsa	STA 0 + 300	3,71
5	Binjai Langsa	STA 0 + 400	1,47

- CBR rata – rata = 5,762%
- CBR segmen = 26,161

4.6. Perencanaan struktur perkerasan

Sesuai dengan ketentuan binamarga 2017, hasil dari jumlah kelompok sumbu yaitu sebesar maka ditentukan tabel berikut :

Tabel 4. 6 Data ketentuan tebal binamarga 2017

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (overloaded) (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
Lapisan Fondasi LMC	100				

Lapisan Drainase (dapat mengalir dengan baik)	150
---	-----

- Tebal pelat beton = 295 mm
- Lapis fondasi (LMC) = 100 mm
- Lapis Drainage (LFA kls A) = 150 mm
- Sambungan = Dowel dan beton
- Tebal pelat beton = Ya

4.7. Sambungan Sambungan Dengan Dowel

Pemilihan batang pengikat atau dowel dapat ditentukan berdasarkan ketentuan dari kementerian pekerjaan umum no SPL.KS21.224.00 bisa dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4. 7 data Ukuran panjang dan jarak dowel MDP 2017

	Dowel
Diameter yang disarankan	1/8 tebal pelat
Diameter Minimum	32 mm
Panjang tipikal disarankan	455 mm
Jarak	305 mm

(Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum no SPL.KS21.224.00)

Jadi diameter dowel yang digunakan untuk perkerasan yaitu :

- = $1/8 \times$ Tebal Plat = 36,975 mm (dibulatkan)
- Panjang tipikal = 455 mm
- Jarak = 305 mm
- Batang pengikat (tie bars)
- Tebal plat yang didapat = 295 mm
- Dari tepi ke sambungan pelat berjarak = 3,6 m
- Dengan menggunakan batang pengikat diameter = 16 mm

- Dengan panjang dihitung = (37 x d)
- Dengan panjang dihitung = 667 mm

Maka :

- Diameter tie bar = 16 mm
- jarak tie bar = 750 mm
- panjang tie bar = 667 mm

4.8. perencanaan tulangan

Data Rencana:

1. koefisien gesek (μ) = 1,5
2. Panjang pelat (L) = 5 m
3. Tebal pelat (h) = 295 mm
4. Lebar pelat (h) = 2 x 3,60 m
5. Tegangan tarik baja (f_s) = 240 Mpa
6. Berat jenis beton (M) = 2400 kg/m³
7. Gravitasi (g) = 9,8 m/s²

4.9 Tulangan memanjang

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s}$$

$$= \frac{1,5 \times 5 \times 2400 \times 9,8 \times 0,295}{2 \times 240} = 108,4 \text{ mm}$$

$$A_s \text{ min} = 0,1\% \times 295 \times 1000 = 295 \text{ mm}^2$$

4.10. Tulangan melintang

$$A_s = \frac{F \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s}$$

$$= \frac{1,5 \times 7,2 \times 2400 \times 9,8 \times 0,295}{2 \times 240}$$

$$= 295 \text{ mm}^2$$

Tabel 4. 8 DAtaDengan menggunakan tabel CUR beton seri berikut :

jarak yang di anjurkan (mm)	Diameter Nominal (mm)						
	6	8	10	12	14	16	19
50	565	1005	1571	2262	3079	4022	5671
75	377	670	1047	1508	2053	2681	3780
100	283	503	785	1131	1539	2011	2835
125	226	402	628	905	1232	1608	2268
150	189	335	524	754	1026	1340	1890
175	162	287	449	646	880	1149	1620
200	141	251	393	565	770	1005	1418
225	126	223	349	503	684	894	1260
250	113	201	314	452	616	804	1134

Maka digunakan:

- Tulangan memanjang dan melintang besi ulir diameter 8 mm –
175mm sepanjang 1000 mm
As min tulangan memanjang maupun melintang 287 mm²
jumlah tulangan memanjang 8 mm sepanjang 1000 mm
 $As = \frac{1}{4} \times 3,14 \times d^2 = 50,24 \text{ mm}^2$
Dengan 5,71 (dipakai 6 tulangan)
Jadi digunakan 6D8 – 175 mm

- Tulangan melintang dan melintang besi ulir diameter 8 mm -
175mm
As min Tulangan memanjang maupun melintang 287 mm²
Jumlah tulangan memanjang 8 mm -175 dsepanjang 1000 mm
 $As = \frac{1}{4} \times 3,14 \times d^2 = 50,24 \text{ mm}^2$
Dengan 5,71 (dipakai 6 tulangan)
Jadi digunakan 6 D8 – 175 mm

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari perhitungan dapat disimpulkan nilai komulatif dari kelompok sumbu didapat struktur perencanaan jalan berdasarkan metode Manual desain perkerasan kaku nomor 04/SE/DB/2017 binamarga dengan nilai berikut :

- Menggunakan dowel dan bahu beton
- Tebal plat beton = 295 mm
- Lapisan pondasi LMC = 100 mm
- Lapisan drainase = 150 mm

Hasil dari survei LHR dan umur rencana sangat mempengaruhi desain tebal plat beton.

5.2 Saran

Berdasarkan dari kesimpulan yang didapat maka sebaiknya untuk perencanaan tebal perkerasan kaku dengan umur rencana 40 tahun untuk menengeting lhr nya sebaiknya survei lhr dihitung dari 1 tahun sebelum proyek dilaksanakan hingga 40 tahun kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kasus, S., Wisata, J., Nanang, L. O., Azikin, M. T., Ahmad, S. N., & Rustan, F. R. (2020). ANALISIS TINJAUAN PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT) DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN 2017 (MDP 2017), 8, 71–78.
- Mantiri, C. C., Sendow, T. K., & Manoppo, M. R. E. (2019). ANALISA TEBAL PERKERASAN LENTUR JALAN BARU DENGAN METODE BINA MARGA 2017 DIBANDINGKAN METODE AASHTO 1993, 7(10).
- Kasus, S., Jalan, R., Meninting, M., Mataram, U., Teknik, J., & Universitas, S. (2018). PENANGANAN KERUSAKAN PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017, 2017.
- Sipil, J. T., Teknik, F., & Jember, U. (2019). Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember.
- Tugas akhir evaluasi tebal perkerasan kaku dengan menggunakan manual desain perkerasan 2017 dan aashto 1993. (2018), 1993, 366765.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003*. Jakarta
- Lingkar, J., & Barat, D. (2018). *Perencanaan tebal perkerasan kaku jalan lingkar dalam barat surabaya*. 0–7.
- Suganda, I. (2018). Perencanaan Tebal Perkerasan kaku dengan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 (Studi Kasus : Wonosari Barat Kecamatan Bengkalis). *Seminar Nasional Industri Dan Teknologi (SNIT), 2017*, 435–444.
- Mayssara A. Abo Hassanin Supervised, A. (2014). 濟無No Title No Title No Title. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 13.
- Pasaribu, Ikwandi Johansen, L. (2020). Jurnal Santeksipil Jurnal Santeksipil. *Kajian Kerusakan Pada Penanganan Ruas Jalan(Studi Kasus Di Jalan Parapat Km.4,5 Pematangsiantar, Sumatera Utara, 2(1)*, 33–43.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). Modul 1 Konsep Dasar Konstruksi Perkerasan Kaku. *Modul 1 Konsep Dasar Konstruksi Perkerasan Kaku*, 51.
- Pattipeilohy, J., Sapulette, W., & Lewaherilla, N. M. Y. (2019). Perencanaan

Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Desa Waisarisa – Kaibobu.
Manumata Vol 5, No 2 (2019), 5(2), 56–64.

Pattipeilohy, J., Sapulette, W., & Lewaherilla, N. M. Y. (2019). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Desa Waisarisa – Kaibobu.
Manumata Vol 5, No 2 (2019), 5(2), 56–64.

Manual Desain Perkerasan. (2017). *Kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat direktorat jenderal sumber daya air. September, 1–235.*

Jenggawah, N., Pada, S., Berpikir, K., Dan, K., & Belajar, M. (2010). *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Jember Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember. 68–74.*

Lingkar, J., & Barat, D. (2018). *Perencanaan tebal perkerasan kaku jalan lingkaran dalam barat surabaya. 0–7.*

LAMPIRAN



Gambar1 Lokasi surve LHR



Gambar 2 lokasi surve di jl. medan banda aceh



Gambar 4 lokasi surve LHR di jl. medan banda
aceh tandem



Gambar 3 lokasi surve LHR di jl. medan banda
aceh dendang



Gambar 5 lokasi surve LHR jl. Medan banda aceh tandem



Gambar 6 lokasi perencanaan jalan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Nurianda Aulia
Panggilan : Aulia
Tempat/ Tanggal Lahir : Medan/25 Agustus 1999
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Alamat Sekarang : jl. Terusan dusun II gang sosial
No Hp : 085361314426
Nomor Pokok Mahasiswa : 1707210016
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera
UtaraAlamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten
Mughtar Basri, no. 3 Medan 20238

RIWAYAT PENDIDIKAN

Sekolah Dasar (SD) : SD ISLAM AN-NIZAM
Sekolah Menengah Pertama (SMP) : SMP MUHAMMADIYAH 01
MEDAN
Sekolah Menengah Atas (SMA) : SMA NEGERI 11 MEDAN