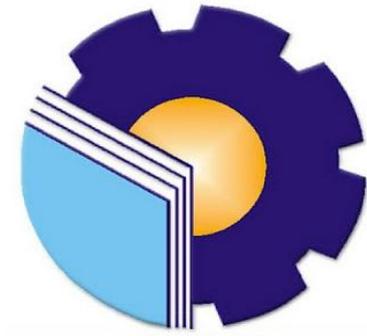


## **SKRIPSI**

# **ANALISA TEBAL PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA (Studi Kasus pada Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Bengkalis )**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan  
Program Sarjana Terapan Teknik Perancangan jalan dan Jembatan  
Politeknik Negeri Bengkalis*



Disusun Oleh :

**AMIR MAHMUD**  
**NIM : 4204151089**

**PROGRAM STUDI D4 TPJJ JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
2017**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA TEBAL PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU  
MENGUNAKAN METODE BINA MARGA  
(Studi Kasus : Pada Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Bengkalis)**

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Studi Diploma IV Jurusan Teknik Sipil*

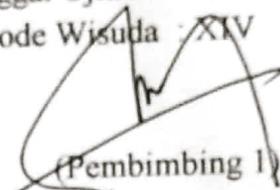
Oleh :

**AMIR MAHMUD**

**4204151089**

Disetujui oleh Tim Penguji Skripsi : Tanggal Ujian : 19 Mei 2017  
Periode Wisuda : XIV

1. MARHADI SASTRA, ST., M.Sc

  
(Pembimbing 1)

2. DEDI ENDA, ST., MT

(Pembimbing 2)

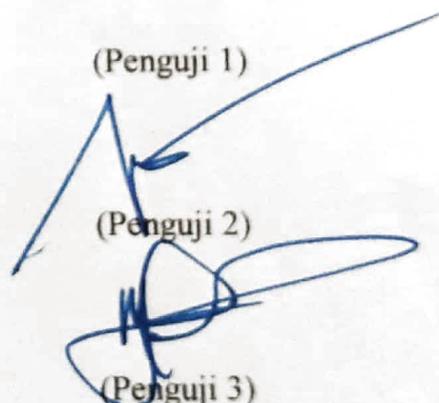
3. JUNAIDI, ST., MT

(Penguji 1)

4. ARMADA, ST., MT

(Penguji 2)

5. HENDRA SAPUTRA, ST., M.Sc

  
(Penguji 3)

Bengkalis, 19 Mei 2017  
Ketua Jurusan Teknik Sipil

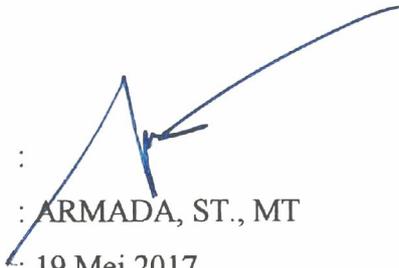
**ALAMSYAH, ST., M.Eng**

**NIP : 198401122014041001**

## LEMBAR PENGESAHAN

Kami dengan sebenarnya menyatakan bahwa, kami telah membaca keseluruhan dari Skripsi ini, dan kami berpendapat bahwa Skripsi ini layak dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana.

Tanda tangan :  
Nama Penguji 1 : Junaidi, ST.,MT  
Tanggal Pengujian : 19 Mei 2017

Tanda tangan :   
Nama Penguji 2 : ARMADA, ST., MT  
Tanggal Pengujian : 19 Mei 2017

Tanda tangan :   
Nama Penguji 3 : HENDRA SAPUTRA, ST., M.Sc  
Tanggal Pengujian : 19 Mei 2017

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA TEBAL PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU MENGUNAKAN METODE BINA MARGA (Studi Kasus : Pada Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Bengkalis)

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Studi Diploma IV Jurusan Teknik Sipil*

Oleh :

**AMIR MAHMUD**

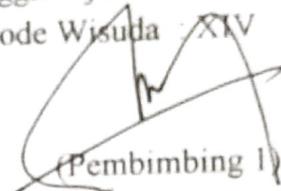
**4204151089**

Disetujui oleh Tim Penguji Skripsi :

Tanggal Ujian : 19 Mei 2017

Periode Wisuda : XIV

1. MARHADI SASTRA, ST., M.Sc

  
(Pembimbing 1)

2. DEDI ENDA, ST., MT

(Pembimbing 2)

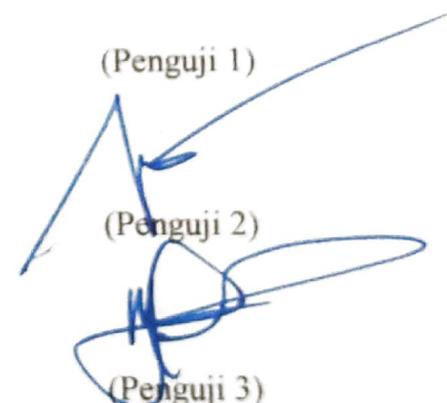
3. JUNAIDI, ST., MT

(Penguji 1)

4. ARMADA, ST., MT

(Penguji 2)

5. HENDRA SAPUTRA, ST., M.Sc

  
(Penguji 3)

Bengkalis, 19 Mei 2017  
Ketua Jurusan Teknik Sipil

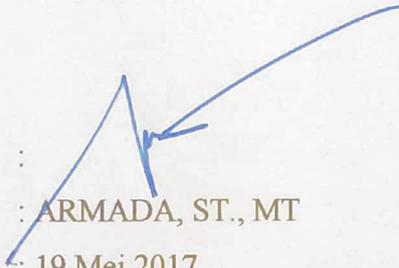
**ALAMSYAH, ST., M.Eng**

**NIP : 198401122014041001**

## LEMBAR PENGESAHAN

Kami dengan sebenarnya menyatakan bahwa, kami telah membaca keseluruhan dari Skripsi ini, dan kami berpendapat bahwa Skripsi ini layak dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana.

Tanda tangan :  
Nama Penguji 1 : Junaidi, ST.,MT  
Tanggal Pengujian : 19 Mei 2017

Tanda tangan :   
Nama Penguji 2 : ARMADA, ST., MT  
Tanggal Pengujian : 19 Mei 2017

Tanda tangan :   
Nama Penguji 3 : HENDRA SAPUTRA, ST., M.Sc  
Tanggal Pengujian : 19 Mei 2017

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah dilakukan untuk memperoleh gelar keserjanaan di perguruan tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam nasakah dan dalam daftar pustaka.

Bengkalis, 19 Mei 2017

Penulis,



Amir Mahmud

**ANALISA TEBAL PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU  
MENGUNAKAN METODE BINA MARGA  
( Studi Kasus Jalan Lingkar Utara Kota Bengkalis**

**Nama Mahasiswa** : Amir Mahmud  
**NIM** : 4204151089  
**Dosen Pembimbing I** : Marhadi Sastra., ST. M.Sc  
**Dosen Pembimbing I** : Dedi Enda., ST. MT

**ABSTRACT**

Planning of flexible pavement thickness and rigid pavement using the Bina Marga Method is a reference in pavement thickness planning in Indonesia. The purpose of this research is to know how thick the flexible pavement and the rigid pavement then compare the cost to the two constructions. Bending flexible using Method of Bina Marga 2002 and rigid pavement using Bina Marga Method 2003. Based on actual daily average crossover and 10.07% effective CBR value and 7.58% traffic growth data. The thickness of the flexible pavement obtained from the Bina Marga 2002 method is the thickness of the bottom layer of 20 cm, the thickness of the base layer between 16 cm, and the thickness of the surface layer of 14 cm. For rigid pavement obtained 14 cm thick with quality of K-350 concrete, based on plate thickness obtained by repeating ruji (dowel) diameter 20 mm, length 45 cm with distance 30 cm. Tie bars used in diameter 16 length 70 cm with distance 75 cm. Wiremesh diameter 8 with distance 200 mm.

**Keywords:** Average Daily Cross, CBR, Flexible Pavement, Rigid Pavement

**ANALISA TEBAL PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU  
MENGUNAKAN METODE BINA MARGA  
( Studi Kasus Jalan Lingkar Utara Kota Bengkulu**

**Nama Mahasiswa** : Amir Mahmud  
**NIM** : 4204151089  
**Dosen Pembimbing I** : Marhadi Sastra., ST. M.Sc  
**Dosen Pembimbing I** : Dedi Enda., ST. MT

**ABSTRAK**

Perencanaan tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan menggunakan Metode Bina Marga merupakan acuan dalam perencanaan tebal perkerasan di Indonesia. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku selanjutnya membandingkan biaya terhadap kedua konstruksi tersebut. Perkerasan lentur menggunakan Metode Bina Marga 2002 dan perkerasan kaku menggunakan Metode Bina Marga 2003. Berdasarkan lintas harian rata-rata aktual lapangan dan nilai CBR efektif 10.07 % dan data pertumbuhan lalu lintas 7.58 %. Tebal perkerasan lentur yang diperoleh dari metode Bina Marga 2002 adalah tebal lapis pondasi bawah 20 cm, tebal lapis pondasi antara 16 cm, dan tebal lapis permukaan 14 cm. Untuk perkerasan kaku diperoleh tebal 14 cm dengan mutu beton K-350, berdasarkan tebal plat yang diperoleh penulangan ruji (*dowel*) diameter 20 mm, panjang 45 cm dengan jarak 30 cm. tulangan *tie bars* yang digunakan diameter 16 panjang 70 cm dengan jarak 75 cm. tulangan *wiremesh* diameter 8 dengan jarak 200 mm.

Kata Kunci : Lintas Harian Rata-rata, CBR, Perkerasan Lentur, Perkerasan Kaku

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah *Subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan kami berbagai macam nikmat, sehingga aktivitas hidup ini banyak diberikan keberkahan. Dengan kemurahan yang telah diberikan oleh Tuhan Yang Maha Esa sehingga kami bisa menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.

Laporan ini dibuat guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan jenjang pendidikan DIPLOMA IV program studi Teknik Perencanaan Jalan dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis. Laporan ini dibuat berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan judul “ Analisa Tebal Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku Menggunakan Metode Bina Marga Studi kasus : Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Bengkalis.

Ucapan terima kasih tidak lupa kami haturkan kepada dosen dan teman-teman yang banyak membantu dalam penyusunan laporan Skripsi ini. Kami menyadari di dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Masih banyak kekurangan yang harus diperbaiki, baik dari segi tata bahasa maupun dalam hal penyusunan laporan.

Oleh karena itu kami meminta maaf atas ketidak sempurnaanya dan juga memohon kritik dan saran untuk kami agar bisa lebih baik lagi dalam membuat karya tulis ini. Harapan kami mudah-mudahan apa yang kami susun ini bisa memberikan manfaat untuk diri kami sendiri,teman-teman, serta orang lain.

Bengkalis, 25.Juli 2017

Ttd

Amir Mahmud  
Nim : 4201151089

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.5 Keaslian Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengertian umum .....	5
2.1.1 Fungsi Jalan.....	6
2.1.2. Stabilisasi Tanah Dasar .....	6
2.2. Perkerasan Lentur ( <i>Flexible Pavement</i> ).....	9
2.2.1 Struktur Perkerasan Lentur .....	9
2.2.2 Kriteria Perencanaan Metode Bina Marga (2002). .....	12
2.3 Perkerasan Beton Semen.....	20
2.3.1 Struktur Dan Jenis Perkerasan Beton Semen. ....	20
2.3.2 Persyaratan Teknis.....	21

2.3.3 Beton Semen.....	24
2.3.4 Lalu-Lintas.....	25
2.3.4.1 Lajur rencana dan koefisien distribusi .....	25
2.3.4.2 Umur rencana .....	26
2.3.4.3 Pertumbuhan lalu-lintas .....	26
2.3.4.4 Lalu-lintas rencana .....	27
2.3.4.5 Faktor keamanan beban.....	27
2.3.5 Bahu .....	28
2.3.6 Sambungan.....	28
2.3.6.1 Sambungan memanjang dengan batang pengikat ( <i>tie bars</i> ) .....	29
2.3.6.2 Sambungan pelaksanaan memanjang.....	29
2.3.6.3 Sambungan susut memanjang.....	30
2.3.6.4 Sambungan susut dan sambungan pelaksanaan melintang .....	30
2.3.6.5 Sambungan susut melintang.....	30
2.3.6.6 Sambungan pelaksanaan melintang .....	31
2.3.7 Rencana Anggaran Biaya.....	31

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

3.1 Umum.....	33
3.2 Lokasi Penelitian .....	33
3.3 Pengumpulan Data .....	33
3.4 Analisis Data .....	34
3.5 Tahapan Perencanaan .....	34
3.6 Prosedur Perencanaan .....	34
3.7 Bagan Alir Pelaksanaan Tugas Akhir .....	37

3.8 Bagan Alir Perencanaan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga 2002 .....	38
---	----

3.8 Bagan Alir Perencanaan Perkerasan Beton Semen Menggunakan Metode Bina Marga 2003 .....	39
--	----

## **BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1 DATA PERENCANAAN .....	40
----------------------------	----

4.1.1 Analisa Lalu Lintas .....	41
---------------------------------	----

4.1.2 Pembebanan .....	41
------------------------	----

4.1.3 Daya Dukung Tanah Dasar. ....	42
-------------------------------------	----

4.1.4 Stabilisasi Tanah Dasar Menggunakan Galar Kayu.....	42
---	----

### 4.2. PEMBAHASAN

4.2.1. Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga 2002 .....	43
--	----

4.2.2. Perencanaa Tebal Perkerasan Lentur .....	46
---	----

4.3. Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga 2003 .....	48
--	----

4.3.3 Perancangan .....	49
-------------------------	----

4.3.3.1 Data Parameter Desain Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga 2003 .....	49
---	----

4.3.3.2. Perhitungan Pertumbuhan Lalu Lintas .....	49
--	----

4.2.3 Hasil Perhitungan Lalu Lintas .....	50
---	----

4.3. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya .....	53
---	----

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1. KESIMPULAN .....	54
-----------------------	----

5.2. SARAN .....	54
------------------	----

DAFTAR PUSTAKA.....	57
---------------------	----

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Galar kayu satu lapis dengan lebar dibawah timbunan $\leq 7.5$ m .....	8
Gambar 2.2 Pemasangan separator ( pemisah ) .....	8
Gambar 2.3 Kontruksi galar satu lapis.....	9
Gambar 2.4 Kontruksi galar satu lapis.....	9
Gambar 2.5 Susunan lapis perkerasan jalan .....	21
Gambar 2.6 Tipikal struktur perkerasan beton semen.....	37
Gambar 2.7 Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen .....	22
Gambar 2.8 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah .....	22
Gambar 2.9 Tipikal sambungan memanjang.....	29
Gambar 2.10 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran per lajur.....	31
Gambar 2.10 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan .....	31
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	33
Gambar 3.2 Bagan alir pelaksanaan Tugas akhir.....	37
Gambar 3.3 Bagan alir pelaksanaan Pelaksanaan perkerasan Lentur.....	38
Gambar 3.4 Sistem perencanaan perkerasan beton semen .....	39
Gambar 3.4 Sistem perencanaan perkerasan beton semen .....	39
Gambar 4.1 Galar kayu satu lapis dengan lebar dibawah timbunan $\leq 7.5$ m .....	43
Gambar 4.2 Potongan Gambar Rencana Perkerasan Lentur .....	48
Gambar 4.3 Potongan Gambar Rencana Perkerasan Kaku.....	54

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran I	: Gambar Rencana
Lampiran III	: Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi
Lampiran IV	: Pertumbuhan Lalu Lintas
Lampiran V	: Nomogram Analisa Fatik Dan Analisa Erosi
Lampiran VI	: DCP ( <i>Dynamic Cone Penetrometer</i> )
Lampiran VII	: Dokumentasi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Jalan merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang mempunyai peranan penting bagi pertumbuhan perekonomian, sosial budaya, pengembangan wilayah pariwisata, dan pertahanan keamanan untuk menunjang pembangunan nasional sebagaimana tercantum dalam undang - undang no. 13 tahun 1980 dan didalam peraturan pemerintah no. 26 tahun 1985.

Transportasi sebagai salah satu sarana penunjang dalam pembangunan suatu negara khususnya daerah Bengkalis yang sedang berkembang dan sangat potensial dengan kekayaan sumber daya alam, industri, pertanian dan perkebunan. Dalam hal ini sarana dan prasarana transportasi adalah salah satu faktor yang utama. Untuk itu diperlukan pembangunan jaringan jalan yang memadai agar mampu memberikan pelayanan yang optimal sesuai dengan kapasitas yang diperlukan.

Selain perencanaan geometrik jalan, perkerasan jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang harus direncanakan secara efektif dan efisien. Konstruksi perkerasan lentur adalah perkerasan yang pada umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapisan permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya. Konstruksi lapisan perkerasan ini akan melindungi jalan dari kerusakan akibat air dan beban lalu lintas. perkerasan kaku adalah jenis perkerasan jalan yang menggunakan beton sebagai bahan utama perkerasan tersebut, merupakan salah satu jenis perkerasan jalan yang digunakan selain dari perkerasan lentur (asphalt). Perkerasan ini umumnya dipakai pada jalan yang memiliki kondisi lalu lintas yang cukup padat dan memiliki distribusi beban yang besar, seperti pada jalan-jalan lintas antar provinsi, jembatan layang (fly over), jalan tol, maupun pada persimpangan bersinyal.

Guna dapat memberi rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu yang dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok :

- a. Syarat-syarat berlalu lintas

#### b. Syarat-syarat kekuatan / Struktural

Perencanaan tebal perkerasan jalan baru umumnya dapat dibedakan atas dua metode, yaitu:

1. Metode Empiris, adalah perencanaan perkerasan jalan berdasarkan pengalaman dan penelitian atas ruas-ruas jalan yang memang khusus dibuat sebagai sampel dan direncanakan semirip-miripnya dengan keadaan sebenarnya atau diambil contoh dari hasil pelaksanaan yang sudah ada.

2. Metode teoritis, adalah perencanaan perkerasan jalan menggunakan perhitungan matematis berdasarkan sifat tegangan dan regangan pada lapisan perkerasan sebagai akibat dari beban lalu lintas yang berulang-ulang. Adapun metode empiris yang digunakan dalam perhitungan perencanaan tebal perkerasan lentur yang digunakan dewasa ini banyak ragamnya, diantaranya adalah:

1. Metode *AASHTO* (*American Association of State Highway Transportation Official*) dari Amerika Serikat.
2. Metode analisa komponen dari Bina Marga (Indonesia).
3. Metode *AUSTROADS* Australia.
4. Metode *ROAD NOTE* dari Inggris.
5. Metode *ASPHALT INSTITUTE* dari Amerika Serikat.

Berdasarkan hal tersebut maka penulis mencoba untuk melakukan suatu perbandingan untuk menghitung tebal perkerasan jalan baru. Bertolak dari banyaknya metode maka tugas akhir ini mengambil judul **“ANALISA TEBAL PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA (Studi Kasus pada Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Bengkulu).”**

#### 1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan dalam beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Berapakah tebal perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan menggunakan metode Bina Marga pada ruas Jalan Lingkar Utara Kota Bengkulu ?

2. Berapakah perbandingan biaya pelaksanaan antara konstruksi tersebut.?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Ada pun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui tebal perkerasan lentur ( *Flexible Pavement* ) dan perkerasan kaku ( *Rigid Pavement* ) dengan menggunakan metode Bina Marga 2002 pada ruas Jalan Lingkar Utara Kota Bengkalis ?
2. Menentukan perbandingan biaya pelaksanaan antara konstruksi tersebut.?

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Dapat dijadikan bahan referensi dalam analisa perhitungan tebal perkerasan pada proyek sipil umumnya dan proyek jalan khususnya.
2. Bagi peneliti sebagai ilmu pengetahuan, pengalaman dan menambah wawasan mengenai pengaruh pemilihan metode perkerasan jalan.
3. Bagi rekan-rekan mahasiswa dapat dijadikan sebagai referensi tambahan dalam menyusun tugas akhir dan bahan kuliah yang berhubungan dengan manajemen konstruksi dan perencanaan tebal perkerasan.

### **1.5. Batasan Masalah**

Untuk mencapai tujuan dan manfaat penulisan ini, penulis membatasi permasalahan pada perencanaan tebal lapisan perkerasan lentur jalan sebagai berikut :

1. Digunakan metode Bina Marga untuk perkerasan Lentur Pt-T-01-2002
2. Digunakan metode Bina Marga untuk perkerasan Kaku Pd-T-14-2003
3. Studi kasus pada jalan Lingkar Bengkalis Utara Kecamatan Bengkalis.
4. Tidak menghitung drainase jalan
5. Tidak membahas alinyemen jalan.
6. Lapis pondasi menggunakan Base B

## 1.6 Keaslian Penelitian

Beberapa penelitian yang sebelumnya telah dilakukan dan juga merencanakan perkerasan lentur (*flexibel pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah sebagai berikut :

- a) Sazi, M (2014), dengan judul “ Perencanaan tebal perkerasan kaku menggunakan metode bina marga 1992 Studi kasus Jalan Muntai” dengan hasil penelitian, untuk tebal perkerasan kaku pada jalan Muntai tebalnya 15 cm,
- b) Khairunissa, R. K (2014) dengan judul “ Perencanaan tebal perkerasan lentur (*flexibel pavement* ) Jalan Muntai”.
- c) Sarwo, E (2015) dengan judul “ Perencanaan perkerasan lentur pada Jalan Pangkalan batang – Sebauk.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Umum**

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang di peruntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah.

Pembangunan jalan adalah proses pembukaan ruangan lalu lintas yang mengatasi berbagai rintangan geografi. Proses ini melibatkan pengalihan muka bumi, pembangunan jembatan dan trowongan, bahkan juga pengalihan tumbuh – tumbuhan. Berbagai jenis mesin pembangunan jalan akan digunakan untuk proses ini. Dalam proses pembuatan jalan itu sendiri disebut dengan perkerasan jalan.

Sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial, dan budaya serta lingkungan dan dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah membentuk dan memperkuat kesatuan nasional untuk memantapkan pertahanan dan keamanan nasional, serta membentuk struktur ruang dalam rangka mewujudkan sasaran pembangunan nasional.

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.

Muka bumi harus diuji untuk melihat kemampuannya untuk menampung beban kendaraan. Berikutnya jika perlu, tanah yang lembut akan diganti dengan tanah yang lebih keras. Lapisan tanah ini akan menjadi lapisan dasar. Seterusnya diatas lapisan dasar ini akan dilapisi dengan satu lapisan lagi yang disebut dengan lapisan permukaan.

Berdasarkan bahan ikat, lapisan perkerasan jalan ada dua kategori :

1. Lapisan perkerasan lentur.
2. Lapisan perkerasan kaku.

### **2.1.1. Fungsi Jalan**

Berdasarkan fungsinya jalan di Indonesia dapat dibedakan menjadi beberapa macam diantaranya:

- a. Jalan Lokal, adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri : perjalanan dekat, jumlah jalan masuk tidak dibatasi, dan kendaraan yang lewat mempunyai kecepatan yang rendah.
- b. Jalan Kolektor, adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri : jumlah jalan masuk dibatasi, perjalanan sedang dan kendaraan yang melewati jalan tersebut mempunyai kecepatan sedang.
- c. Jalan Arteri, adalah jalan yang melayani angkutan umum dengan ciri-ciri : perjalanan jarak jauh, jumlah jalan masuk dibatasi, dan kendaraan yang lewat mempunyai kecepatan tinggi.
- d. d. Jalan Tol, adalah jalan yang melayani angkutan atau lalulintas sbebas hambatan dengan ciri-ciri : perjalanan jarak jauh, jumlah jalan masuk sangat dibatasi, dan kendaraan yang lewat mempunyai kecepatan sangat tinggi. Biasanya para pemakai jalan tol akan dikenakan biaya tol sesuai dengan jenis kendaraannya.

### **2.1.2. Stabilisasi Tanah Dasar.**

Tanah merupakan salah satu bahan konstruksi yang langsung tersedia di lapangan. Apabila suatu tanah yang akan digunakan tidak memiliki sifat-sifat yang disyaratkan untuk suatu tujuan tertentu maka tanah tersebut harus diperbaiki sifat-sifatnya. karena sifat – sifat tanah dilapangan tidak selalu memenuhi kriteria dalam merencanakan suatu konstruksi, maka apabila dijumpai tanah yang sifat - sifatnya sangat jelek, maka tanah tersebut harus distabilkan sehingga dapat memenuhi syarat – syarat teknis yang diperlukan.

Stabilisasi tanah merupakan salah satu cara memperbaiki kondisi tanah. Sifat tanah yang paling sering diubah dengan stabilisasi adalah kekuatan, volume

stabilitas, daya tahan, dan permeabilitas. Salah satu cara menstabilkan tanah dasar yaitu dengan cara menggunakan galar kayu sebagai bahan yang digunakan untuk pondasi.

### 1. Galar Kayu

Teknik galar kayu ini merupakan upaya perkuatan tanah dasar yang memiliki daya dukung yang sangat rendah, dengan cara memasang galar kayu disepanjang badan jalan yang akan ditimbun. Adapun klasifikasi galar kayu yang disyaratkan untuk perkerasan jalan terlihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Spesifikasi Galar Kayu

Uraian	Persyaratan	Keterangan
Diameter	>8 cm	Termasuk kayu hasil olahan
Panjang	≥400 cm	
Kelurusan	Cukup Lurus	
Kekuatan	Min kelas III PKKI 1973	
Umur	Cukup Tua	

( Sumber : Pedoman Teknik No.009/T/BM/1999)

Bahan-bahan yang digunakan dalam pelaksanaan pembuatan jalan dengan pondasi galar kayu adalah :

#### a. Untuk perataan

Dapat berupa bahan lokal setempat ; tanah lempung, organik, pasir, dan bahan PLTB ( Penyiapan Lahan Tanpa Bakar )

#### b. Untuk bahan timbunan

Disesuaikan dengan spesifikasi Bina Marga.

#### c. Bahan lapis pemisah/ *separator Geotekstile non woven.*

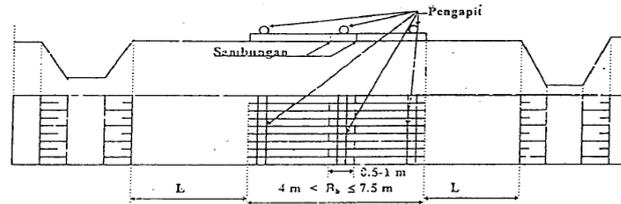
#### 1. Teknik Pemasangan Galar kayu.

Pasang galar kayu satu lapis untuk lebar timbunan bawah badan jalan ≤ 7.5 m, sesuai dengan gambar 2.1 dengan cara sebagai berikut.

#### a. Langsung pasang galar kayu dengan penyambungan rapat

b. Agar galar kayu menjadi satu ke satuan yang saling silang, maka minimal dibutuhkan tiga pengapit dari kayu dengan ukuran yang sama dengan galar utama masing-masing satu pengapit ditengah, satu pengapit di pinggir kiri dan satu pengapit dipinggir kanan.

#### c. Hubungkan pengapit dengan galar kayu dapat dipaku.

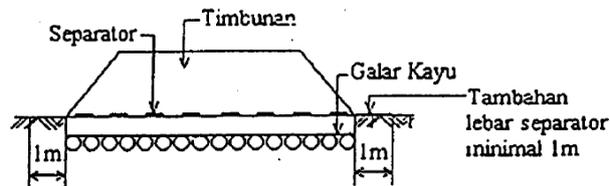


Gambar 2.1 Galar kayu satu lapis dengan lebar dibawah timbunan  $\leq 7.5$  m.

## 2. Timbunan

### a. Pemasangan Separator ( pemisah )

Pasang bahan lapis pemisah selebar permukaan galar kayu yang telah dipasang dengan diberi tambahan lebar 1 meter pada bagian kiri dan kanannya. Terlihat pada gambar 2.1



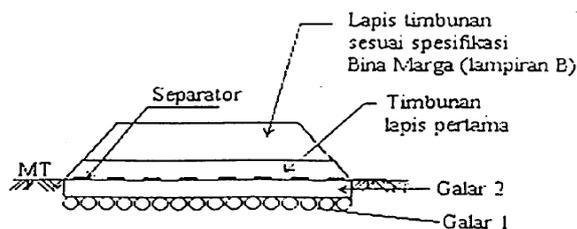
Gambar 2.2 Pemasangan separator ( pemisah )

### b. Penimbunan material.

Tebal timbunan bahan jalan minimal 1 meter.

1. Bila separator merupakan bahan hasil pabrikasi timbunan lapisan pertama setebal  $\frac{1}{2}$  m padat harus berupa tanah berbutir
2. Bila digunakan separator anyaman bambu (bilik) timbunan lapisan pertama  $\frac{1}{2}$  m padat tidak perlu tanah berbutir dan bukan gambut.
3. Lapis timbunan berikutnya menggunakan bahan timbunan sesuai dengan buku 3 spesifikasi Bina Marga
4. Lapis timbunan selanjutnya disesuaikan berdasarkan perencanaan.

### c. Gambar kontruksi diatas tanah gambut



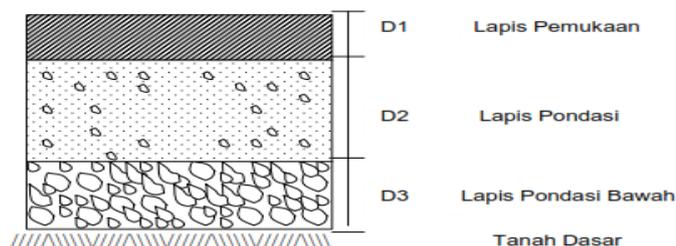
Gambar . 2.4 Kontruksi galar satu lapis

## 2.2. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement* )

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat serta sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya. Sehingga lapisan perkerasan tersebut mempunyai flexibilitas/ kelenturan yang dapat menciptakan kenyamanan kendaraan dalam melintas di atasnya. Perlu dilakukan kajian yang lebih intensif dalam penerapannya dan harus juga memperhitungkan secara ekonomis, sesuai dengan kondisi setempat, tingkat keperluan, kemampuan pelaksanaan dan syarat teknis lainnya, sehingga konstruksi jalan yang direncanakan itu adalah yang optimal.

### 2.2.1. Struktur Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan lentur, umumnya terdiri atas: lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapis pondasi (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*). Sedangkan susunan lapis perkerasan adalah seperti diperlihatkan pada gambar 2.5



Gambar 2.5 susunan lapis perkerasan jalan

#### 1. Tanah dasar (*sub grade* )

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat- sifat dan daya dukung tanah dasar. Dalam pedoman ini diperkenalkan modulus resilien ( $M_R$ ) sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan.

Modulus resilien ( $M_R$ ) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai *tes soil index*. Korelasi modulus resilien dengan nilai CBR (*Heulkelom & Klomp*) berikut ini dapat digunakan untuk tanah dasar berbutir halus (*fine – grained soil* ) dengan nilai CBR terendam 10 atau lebih kecil.

$$M_R (\text{psi}) = 1.500 \times \text{CBR}$$

Kekuatan Bahan :

- Kekuatan bahan dinyatakan dalam Modulus Resilien ( $M_R$ )
- Modulus Resilien adalah perbandingan tegangan dan regangan pada penerapan bebancepat dana berulang Modulus Resilien Tanah Dasar
- Pendekatan Berdasarkan Penelitian Heukelom dan Klomp, (1962)  $M_R = 1500 \times \text{CBR (psi)}$
- Rumus tersebut tidak berlaku untuk agregat halus dengan nilai CBR soaked kurang dari 10%
- Untuk agregat halus dengan CBR kurang dari 10% dapat menggunakan persamaan  $M_R = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$
- AASHTO 1993 juga mengusulkan persamaan Modulus Resilien agregat hakis berkaitan dengan R-values  
 $M_R = 1000 + (555 \times \text{R-value})$

Nilai R-value (*Resisten value* / Nilai ketahanan Material) maksimum 20 Persoalan tanah dasar yang sering ditemui antara lain :

- a. perubahan bentuk tetap (deformasi permanen ) dari jenis tanah tertentu sebagai akibat beban lalu lintas .
- b. sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat dari perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dan jenis tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan konstruksi.
- d. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya yaitu pada tanah berbutir (*granuler soil* ) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan konstruksi.

## **2. Lapisan pondasi bawah ( *sub base course* )**

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar. Fungsi lapis pondasi bawah antara lain :

Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda. Mencapai efesiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan – lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya. Harus segera

menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca. Berbagai – macam tipe tanah setempat ( CBR > 20 %, P1 < 10 % ) yang relatif lebih baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran – campuran tanah setempat dengan kapur atau sement portland dalam beberapa hal yang sangat dianjurkan, agar dapat bantuan yang efektif terhadap kestabilan konstruksi perkerasan.

### **3. Lapis pondasi (*base course* )**

Lapis pondasi adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah ( atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah ). Fungsi lapis pondasi antara lain : sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda, sebagai perletakan terhadap lapis permukaan. Bahan – bahan untuk lapis pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban – beban roda.

Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik- baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik. Berbagai-macam bahan alam bahan setempat (CBR > 50 %, p1 < 4 % ) dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain : batu pecah, kerikil pecah dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

### **4. Lapis Permukaan**

Lapis permukaan struktur perkerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapis pondasi. Fungsi lapis permukaan antara lain :

- a. Sebagai bagian perkerasan untuk menahan beban roda
- b. Sebagai lapisan tidak tembus air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
- c. Sebagai lapisan aus (*wearing course*)

Bahan untuk lapis permukaan umumnya sama dengan bahan untuk lapis pondasi dengan persyaratan yang lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal

diperlukan agar lapisan dapat bersifat kedap air, disamping itu bahan aspal sendiri memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda. Pemilihan bahan untuk lapis permukaan perlu mempertimbangkan kegunaan, umur rencana serta pentahapan konstruksi agar dicapai manfaat sebesar-besarnya dari biaya yang dikeluarkan.

### **2.2.2. Kriteria Perencanaan Metode Bina Marga (2002)**

Metode ini yang merupakan modifikasi dari metode *AASTHO 1972* revisi 1981. Modifikasi ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan kondisi alam, lingkungan, sifat tanah dasar dan jenis lapisan perkerasan yang umum digunakan di Indonesia. Edisi terakhir dari metode ini dikeluarkan tahun 1987, yaitu dapat dibaca pada buku “Tata cara perencanaan perkerasan lentur jalan raya, dengan metode analisa komponen, Pt T-01-2002-B

Perkerasan lentur (*flexibel pavement*) merupakan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat yang terdiri dari lapisan – lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang dipadatkan.(bina marga 2002).

Parameter – parameter yang digunakan dalam perhitungan perkerasan lentur jalan adalah :

#### **1. Angka ekuivalen beban gandar sumbu kendaraan (E)**

Angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh lintasan beban gandar sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb). Angka eivalen (E) masing – masing golongan beban gandar sumbu (setiap kendaraan) di tentukan menurut tabel. Tabel yang berlaku untuk roda ganda untuk roda tunggal karekteristik beban yang berlaku agak berbeda dengan roda ganda.

$$\text{Angka ekuivalen roda tunggal} = \left( \frac{\text{beban gandar satu sumbu tunggal dalam kN}}{53 \text{ kN}} \right)^4$$

#### **2. Realibitas**

Konsep realibitas merupakan upaya untuk menyertakan derajat kepastian (degree of certainty ) ke dalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternatif perencanaan akan bertahan selama selang waktu yang

direncanakan (umur rencana) faktor perencanaan realibitas memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu – lintas ( $w_{18}$ ) dan perkiraan kinerja ( $W_{18}$ ), dan karenanya memberikan tingkat reliabilitas ( $R$ ) dimana seksi perkerasan akan bertahan selama waktu yang direncanakan. Pada umumnya, dengan meningkatkannya volume lalu lintas dan kesukaran untuk mengalihkan lalu – lintas, resiko tidak memperlihatkan kinerja yang di hrapkan harus ditekan. Hal ini dapat direkomendasikan tingkat realibitas untuk bermacam- macam klafikasi jalan. Perlu dicatat bahwa tingkat realibitas yang lebih tinggi menunjukkan jalan yang melayani lalu lintas paling banyak, sedangkan tingkat yang paling rendah, 50% menunjukkan jalan lokal.

Tabel 2.2 Rekomendasi tingkat realibitas

Klafikasi jalan	Rekomendasi tingkat realibitas	
	Perkotaan	Antar kota
Bebas hambatan	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 90	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber : pedoman perencanaan perkerasan lentur – pt T – 01-2002-B

Pada umumnya, dengan peningkatan volume lalu lintas dan kesulitan untuk mengalihkan lalu lintas, maka resiko yang tidak menunjukkan kinerja yang di harapkan haruslah di tekan . Hal ini dapat diatasi dengan memilih tingkat reliabilitas yang lebih tinggi. Tingkat realibitas tertinggi yang mewakili semua klfikasi jalan kecuali jalan lokal baik perkotaan maupun antar kota adalah sebesar 95 %. Untuk jalan lokal mungkin tingkat realibilitas ini sedikit agak tinggi namun penyerdahanaan dengan menetapkan terlebih dahulu parameter-parameter yang digunakan sehingga diambillah angka 95 % realibilitas.

Realibitas kinerja perencanaan dikontrol dengan faktor realibitas ( $F_R$ ) yang dikalikan dengan perkiraan lalu lintas ( $w_{18}$ ) selama umur rencana untuk memperoleh prediksi kinerja ( $W_{18}$ ). Untuk tingkat realibitas ( $R$ ) yang diberikan, realibility factor merupakan fungsi dari deviasi standar keseluruhan (*overall standard deviation*,  $S_0$ ) yang memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu – lintas dan perkiraan kinerja untuk  $W_{18}$  yang diberikan. Dalam persamaan

desain perkerasan lentur, level of realibity (R) diakomodasikan dengan parameter penyimpangan normal standard (*standard normal deviate* ,  $Z_R$ ).

Penerapan konsep realibity harus memperhatikan langkah – langkah berikut ini :

1. Definisikan klafikasi fungsional jalan dan tentukan apakah merupakan jalan perkotaan atau jalan antar kota.
2. Pilih tingkat realibitas dari rentang yang diberikan.
3. Deviasi stndard ( $S_0$ ) harus dipili yang mewakili kondisi setempat. Rentang nilai  $S_0$  adalah 0,40 – 0,50.

Tabel 2.3 nilai penyimpangan normal standar ( *standard normal deviate* ) untuk tingkat realibitas tertentu.

Reabilitas R (%)	Standar normal deviate, $Z_R$
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.481
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
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 : pedoman perencanaan perkerasan lentur – pt T – 01-2002-B*

Dari tabel diatas diperoleh  $Z_R = -1,645$  untuk  $R = 95 \%$ . Dalam buku pedoman 2002, deviasi standar ( $S_0$ ) untuk perkerasan lentur rentang nilai  $S_0$  ini adalah 0,4 – 0,5. Dalam hal ini diambil tengah – tengah rentang yaitu 0,45.

#### 4. Lalu lintas pada lajur rencana

Lalu lintas pada lajur rencana ( $W_{18}$ ) diberikan dalam kumulatif beban gandar standar, untuk mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana dengan perumusan.

$$W_{18} = D_D \times D_L \times w_{18}$$

Dimana :

DD = faktor distribusi arah.

DL = faktor distribusi lajur.

$W_{18}$  = beban gandar standar kumulatif untuk dua arah.

Pada umumnya  $D_D$  diambil 0,5. Pada beberapa kasus khusus terdapat pengecualian dimana kendaraan berat cenderung menuju satu arah tertentu. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa  $D_D$  dari 0,3 – 0,7 tergantung arah mana yang berat dan kosong.

Tabel 2.4 Faktor distribusi lajur ( $D_D$ )

Jumlah Lajur Per arah	% beban gandar standar Dalam lajur rencana
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Sumber : *Pedoman perencanaan perkerasan lentur – pt T – 01-2002-B*

Lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan lentur dalam pedoman ini adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar standar kumulatif pada lajur rencana selama setahun ( $w_{18}$ ) dengan besaran kenaikan lalu lintas (*traffic growth*). Secara numerik rumusan lalu – lintas kumulatif ini adalah sebagai berikut :

$$W_t = w_{18} \times N \times \frac{(1+g)^n - 1}{g}$$

Dimana :

$W_t$  = Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

$W_{18}$  = Beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun

N = Umur pelayanan(tahun)

G = Perkembangan lalu lintas (%)

## 5. Koefisien drainase

Koefisien drainase pada perkerasan lentur diperhitungkan dalam perencanaan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif yang dimodifikasi. Faktor untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif adalah koefisien drainase

(m) dan disertakan ke dalam persamaan indeks tebal (ITP) bersama – sama dengan koefisien kekuatan relatif (a) dan ketebalan (D).

Tabel 2.5 Koefisien drainase (m) untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif material *untreated* base dan *subbase* pada perkerasan lentur.

Kualitas drainase	Persen waktu struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air yang mendekati jenuh			
	< 1 %	1 – 5 %	5 – 25 %	> 25 %
Baik sekali	1,40 – 1,30	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Sedang	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Jelek	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Jelek sekali	1,05 – 0,95	0,08 – 0,75	0,60 – 0,40	0,40

Sumber : Pedoman perencanaan perkerasan lentur – pt T – 01-2002-B

Untuk kualitas drainase “ sedang “ diperoleh % waktu struktur perkerasan terekspos oleh tingkat kadar air yang mendekati jenuh (selama setahun) sebesar <1 % adalah 1,25 – 1,15 ; yan sebesar 1- 5 % adalah 1,15 – 1,05 dan yang sebesar 5 – 25 % adalah 1,00 – 0,80. Sehubungan dengan kurangnya pemeliharaan drainase untuk jalan – jalan di indonesia dan tingginya curah hujan di daerah tropis maka koefisien drainase sebesar 5 – 25 % dari rentang angka koefisien drainase 1,00 – 0,80 ini di tetapkan sebagai berikut :

- Untuk daerah bukan datar atau drainasenya cukup baik  $M_i$  di ambil 1
- Untuk daerah yang sangat datar atau drainase nya kurang baik,  $M_i$  diambil 0,8.

Secara simplified, desain tebal lapisan pondasi berbutir tanpa pengikat yang diperoleh harus dibagi dengan 0,8 atau dikalikan dengan 1,25 bila mana lokasi jalan terletak pada daerah datar atau drainase nya kurang baik.

Kualitas drainase pada perkerasan lentur diperhitungkan dalam perencanaan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif yang dimodifikasi. Faktor untuk memodifikasi koefisien kekuatan relatif ini adalah koefisien drainase (m) dan disertakan ke dalam persamaan indeks tebal perkerasan (ITP) bersama sama dengan koefisien kekuatan relatif (a) dan ketebalan (D).

Tabel 2.6 Definisi kualitas drainase

Kualitas drainase	Air hilang dalam
Baik sekali	2 jam
Baik	1 hari
Sedang	1 minggu
Jelek	1 bulan
Jelek sekali	Air tidak akan mengalir

Sumber : pedoman perencanaan perkerasan lentur – pt T – 01-2002-B

## 6. Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Adapun bebarapa ini IP beserta artinya adalah seperti yang di bawah ini :

IP = 2,5 : menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

IP = 2,0 : menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 1,5 : menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin ( jalan tidak terputus).

IP = 1,0 : menyatakan permukaan jalan dalam kaadan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor- faktor klafikasi fungsional jalan.

Tabel 2.7 Indeks permukaan pada akhir umur rencana (Ipt)

Klasifikasi Jalan			
Lokal	Kolektor	Arteri	Bebas Hambatan
1.0-1.5	1.5	1.5-2.0	-
1.5	2.0	2.5	-
1.5 – 2.0	2.0	2.0 – 2.5	-
-	2.0 – 2.5	2.5	2.5

Sumber : pedoman perencanaan perkerasan lentur – pt T – 01-2002-B

Dalam menentukan indeks pada awal umur rencana (Ipo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan pada awal umur rencana sesuai dengan tabel berikut ini :

Tabel 2.8 Indeks permukaan pada umur rencana (Ipo)

Jenis lapis Perkerasan	IP <sub>0</sub>	Ketidak rataan *) (IRI, M/km
Laston	≥ 4	≤ 1.0
	3.9 – 3,5	> 1.0
Lasbutag	3.9 – 3,5	≤ 2.0
	3.4 – 3,0	> 2
Lapen	3.4 – 3,0	≤ 3.0
	2.9 – 2.5	> 3

Sumber : pedoman perencanaan perkerasan lentur – pt T – 01-2002-B

### 7. Koefisien kekuatan relatif

Pedoman ini memperkenalkan korelasi antara koefisien kekuatan relatif dengan nilai mekanistik, yaitu modulus resilen. Berdasarkan jenis dan fungsi material lapis perkerasan, estimasi koefisien kekuatan relatif dikelompokkan ke dalam 5 katagori yaitu

1. Beton aspal (*aspal concrete*)
2. Lapis pondasi granular (*granular base*)
3. Lapis pondasi bawah granular (*granular subbase*)
4. *Cement tread base* (CTB)
5. *Asphalt treated base* (ATB)

### 8. Batas- batas minimum tebal lapisan perkerasan

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi, dan batsan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perencanaan yang tidak praktis. Dari segi kefektian biaya, jika perbandingan antara biaya untuk lapisan pertama dan lapisan kedua lebih kecil dari pada perbandingan tersebut dikalikan dengan koefisien drainase, maka perencanaan yang secara ekonomis optimum adalah apabila digunakan tebal lapis pondasi minimum.

Tabel 2.9 Tebal minimum lapis permukaan berbeton dan beraspal dan lapis pondasi agregat (inci)

Lalu lintas (ESAL)	Beton aspal		LAPEN		LASBUTAG		Lapis pondasi agregat	
	inci	Cm	inci	Cm	inci	cm	inci	Cm
<50.000*)	1,0*)	2,5	2	5	2	5	4	10
50.001-150.000	2,0	5,0	-	-	-	-	4	10
150.001-500.000	2,5	6,25	-	-	-	-	4	10
500.001-2.000.000	3,0	7,5	-	-	-	-	6	15
2.000.001-7.000.000	3,5	8,75	-	-	-	-	6	15
>7.000.000	4,0	10,0	-	-	-	-	6	15

Sumber : pedoman perencanaan perkerasan lentur – pt T – 01-2002-B

### 9. Konstruksi Bertahap

Konstruksi bertahap dilakukan pada keadaan tertentu, antara lain :

1. Keterbatasan biaya untuk pembuatan tebal perkerasan sesuai rencana (misalnya 20 tahun). Perkerasan dapat direncanakan dalam dua tahap, misalnya tahap pertama untuk 5 tahun dan tahap berikutnya untuk 15 tahun.
2. Kesulitan dalam memperkirakan perkembangan lalu-lintas untuk jangka panjang (misalnya : 20 sampai 25 tahun). Dengan adanya pentahapan, perkiraan lalu-lintas diharapkan tidak jauh meleset.
3. Kerusakan setempat (*weak spots*) selama tahap pertama dapat diperbaiki dan direncanakan kembali sesuai data lalu-lintas yang ada

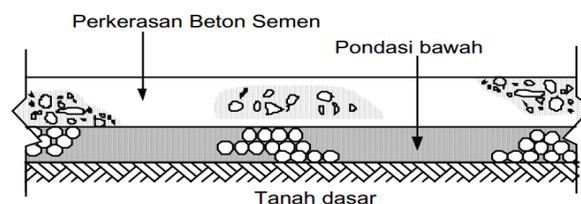
### 2.3. Perkerasan Beton Semen

#### 2.3.1 Struktur Dan Jenis Perkerasan Beton Semen

Perkerasan beton semen dibedakan ke dalam 4 jenis :

1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan
2. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan
3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan
4. Perkerasan beton semen pra-tegang

Jenis perkerasan beton semen pra-tegang tidak dibahas dalam pedoman ini. Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Struktur perkerasan beton semen secara tipikal sebagaimana terlihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6. Tipikal struktur perkerasan beton semen

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi 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 adalah bukan merupakan bagian utama yang memikul beban, tetapi merupakan bagian yang berfungsi sebagai berikut :

1. Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar.
2. Mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi pelat.
3. Memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.

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.

### **2.3.2. Persyaratan Teknis**

#### **1. 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 %.

#### **2 Pondasi Bawah**

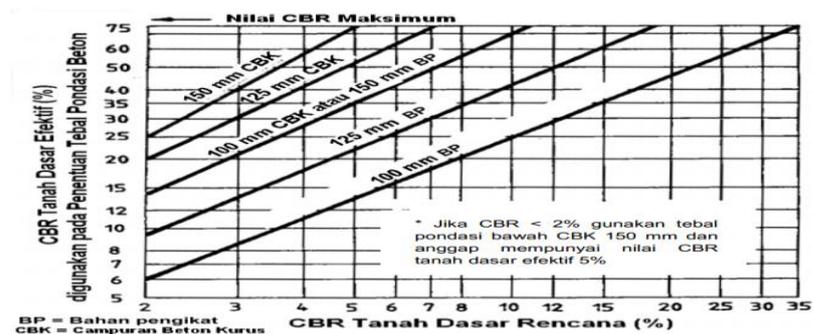
Bahan pondasi bawah dapat berupa :

1. Bahan berbutir.
2. Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (*Lean Rolled Concrete*)
3. 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. 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 dan CBR tanah dasar efektif didapat dari Gambar 2.7 dan gambar 2.8

Gambar 2.7 Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen



Gambar 2.8 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

a. Pondasi bawah material berbutir

Material berbutir tanpa pengikat harus memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI-03-6388- 2000. Persyaratan dan gradasi pondasi bawah harus sesuai dengan kelas B. Sebelum pekerjaan dimulai, bahan pondasi bawah harus diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi bawah, dengan penyimpangan ijin 3% - 5%. Ketebalan minimum lapis pondasi bawah untuk tanah dasar dengan CBR minimum 5% adalah 15 cm. Derajat kepadatan lapis pondasi bawah minimum 100 %, sesuai dengan SNI 03-1743-1989.

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

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

1. 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.
2. Campuran beraspal bergradasi rapat (*dense-graded asphalt*).

3. Campuran beton kurus giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 MPa (55 kg/cm<sup>2</sup> ).
- c. 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/cm<sup>2</sup>) tanpa menggunakan abu terbang, atau 7 MPa (70 kg/cm<sup>2</sup>) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm.
- d. Lapis pemecah ikatan pondasi bawah dan pelat

Perencanaan ini didasarkan bahwa antara pelat dengan pondasi bawah tidak ada ikatan. Jenis pemecah ikatan dan koefisien geseknya dapat dilihat pada Tabel 2.10

Tabel 2.10 Nilai koefisien gesekan ( $\mu$ )

No.	Lapis pemecah ikatan	Koefisien gesekan ( $\mu$ )
1	Lapis resap ikat aspal di atas permukaan pondasi bawah	1,0
2	Laburan parafin tipis pemecah ikat	1,5
3	Karet kompon ( <i>A chlorinated rubber curing compound</i> )	2,0

Sumber : pedoman perencanaan perkerasan lentur – Pd T-14-2003

### 2.3.3. Beton Semen.

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3–5 MPa (30-50 kg/cm<sup>2</sup>). Kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serat karbon, harus mencapai kuat tarik lentur 5–5,5 MPa (50-55 kg/cm<sup>2</sup>). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm<sup>2</sup>) terdekat. Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat tarik-lentur beton dapat didekati dengan rumus berikut :

$$f_{cf} = K (f_c')^{0,50} \text{ dalam MPa atau} \dots\dots\dots (1)$$

$$f_{cf} = 3,13 K (f_c')^{0,50} \text{ dalam kg/cm}^2 \dots\dots\dots (2)$$

Dengan pengertian :

$f_{cf}$  : kuat tarik lentur beton 28 hari (kg/cm<sup>2</sup>)

K : konstanta, 0,7 untuk agregat tidak dipecah dan 0,75 untuk agregat pecah.

Kuat tarik lentur dapat juga ditentukan dari hasil uji kuat tarik belah beton yang dilakukan menurut SNI 03-2491-1991 sebagai berikut :

$$f_{cf} = 1,37.f_{cs}, \text{ dalam MPa atau} \dots\dots\dots(3)$$

$$f_{cf} = 13,44.f_{cs}, \text{ dalam kg/cm}^2 \dots\dots\dots (4)$$

Dengan pengertian :

$f_{cs}$  : kuat tarik belah beton 28 hari.

Beton dapat diperkuat dengan serat baja (*steel-fibre*) untuk meningkatkan kuat tarik lenturnya dan mengendalikan retak pada pelat khususnya untuk bentuk tidak lazim. Serat baja dapat digunakan pada campuran beton, untuk jalan plaza tol, putaran dan perhentian bus. Panjang serat baja antara 15 mm dan 50 mm yang bagian ujungnya melebar sebagai angker dan/atau sekrup penguat untuk meningkatkan ikatan. Secara tipikal serat dengan panjang antara 15 dan 50 mm dapat ditambahkan ke dalam adukan beton, masing-masing sebanyak 75 dan 45 kg/m<sup>3</sup>. Semen yang akan digunakan untuk pekerjaan beton harus dipilih dan sesuai dengan lingkungan dimana perkerasan akan dilaksanakan.

#### **2.3.4. Lalu-Lintas**

Penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu-lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

1. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
2. Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
3. Sumbu tandem roda ganda (STdRG).
4. Sumbu tridem roda ganda (STrRG).

##### **2.3.4.1 Lajur rencana dan koefisien distribusi**

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu-lintas kendaraan niaga terbesar. Jika jalan tidak

memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan sesuai Tabel 2.11

Tabel 2.11 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana

Lebar perkerasan (Lp)	Jumlah lajur (nl)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
Lp < 5,50 m	1 lajur	1	1
5,50 m ≤ Lp < 8,25 m	2 lajur	0,70	0,50
8,25 m ≤ Lp < 11,25 m	3 lajur	0,50	0,475
11,23 m ≤ Lp < 15,00 m	4 lajur	-	0,45
15,00 m ≤ Lp < 18,75 m	5 lajur	-	0,425
18,75 m ≤ Lp < 22,00 m	6 lajur	-	0,40

Sumber : pedoman perencanaan perkerasan lentur – Pd T-14-2003

#### 2.3.4.2 Umur rencana

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.

#### 2.3.4.3 Pertumbuhan lalu-lintas

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di mana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan pengertian :

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.

UR : Umur rencana (tahun)

Faktor pertumbuhan lalu-lintas ( R ) dapat juga ditentukan berdasarkan Tabel 2.12

Tabel 2.12 Faktor pertumbuhan lalu-lintas ( R )

Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan (i) per tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10

5	5	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

Sumber : pedoman perencanaan perkerasan lentur – Pd T-14-2003

Apabila setelah waktu tertentu (URm tahun) pertumbuhan lalu-lintas tidak terjadi lagi, maka R dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)UR}{i} + (UR - URm) \{ (1+i)^{URm} - 1 \} \dots\dots\dots (6)$$

Dengan pengertian :

- R : Faktor pertumbuhan lalu lintas
- i : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.
- URm : Waktu tertentu dalam tahun, sebelum UR selesai.

**2.3.4.4 Lalu-lintas rencana**

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 survai beban. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots (7)$$

Dengan pengertian :

- JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana
- JSKNH : Jumlah total sumbu kendaraan niaga perhari pada saat jalan dibuka
- R : Faktor pertumbuhan komulatif dari Rumus
- C : Koefisien distribusi kendaraan

### 2.3.4.5 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 2.13

Tabel 2.13 Faktor keamanan beban (FKB)

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

Sumber : PD T-14-2003

### 2.3.5 Bahu

Bahu dapat terbuat dari bahan lapisan pondasi bawah dengan atau tanpa lapisan penutup beraspal atau lapisan beton semen. Perbedaan kekuatan antara bahu dengan jalur lalu lintas akan memberikan pengaruh pada kinerja perkerasan. Hal tersebut dapat diatasi dengan bahu beton semen, sehingga akan meningkatkan kinerja perkerasan dan mengurangi tebal pelat yang dimaksud dengan bahu beton semen dalam pedoman ini adalah bahu yang dikunci dan diikatkan dengan lajur lalu-lintas dengan lebar minimum 1,50 m, atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu-lintas selebar 0,60 m, yang juga dapat mencakup saluran dan kereb.

### 2.3.6 Sambungan.

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk :

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

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain :

1. Sambungan memanjang
2. Sambungan melintang

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

### 2.3.6.1 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 :

$$A_t = 204 \times b \times h \text{ dan}$$

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

Dengan pengertian :

$A_t$  = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm<sup>2</sup>).

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

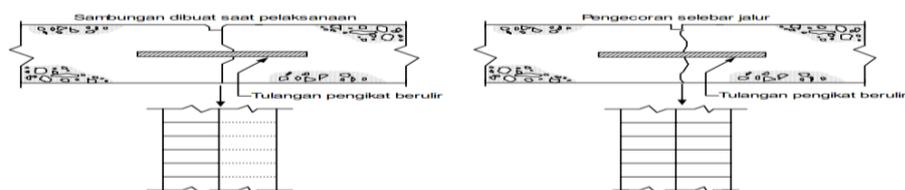
$h$  = Tebal pelat (m).

$l$  = Panjang batang pengikat (mm).

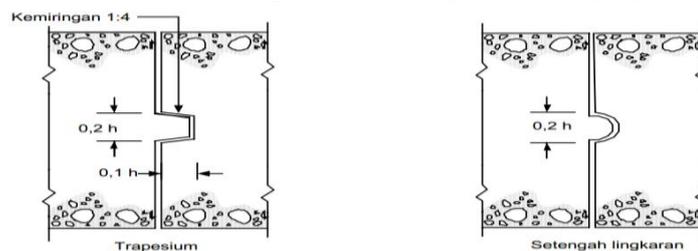
$\phi$  = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

### 2.3.6.2 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 2,9 dan gambar 2.10 berikut :



Gambar 2.9 Tipikal sambungan memanjang



Gambar 2.10 Ukuran standar penguncian sambungan memanjang

Sebelum penghamparan pelat beton di sebelahnya, permukaan sambungan pelaksanaan harus dicat dengan aspal atau kapur tembok untuk mencegah terjadinya ikatan beton lama dengan yang baru.

### 2.3.6.3 Sambungan susut memanjang.

Sambungan susut memanjang dapat dilakukan dengan salah satu dari dua cara ini, yaitu menggergaji atau membentuk pada saat beton masih plastis dengan kedalaman sepertiga dari tebal pelat.

### 2.3.6.4 Sambungan susut dan sambungan pelaksanaan melintang

Ujung sambungan ini harus tegak lurus terhadap sumbu memanjang jalan dan tepi perkerasan. Untuk mengurangi beban dinamis, sambungan melintang harus dipasang dengan kemiringan 1 : 10 searah perputaran jarum jam

### 2.3.6.5 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 6 dan 7. 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. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada Tabel 5

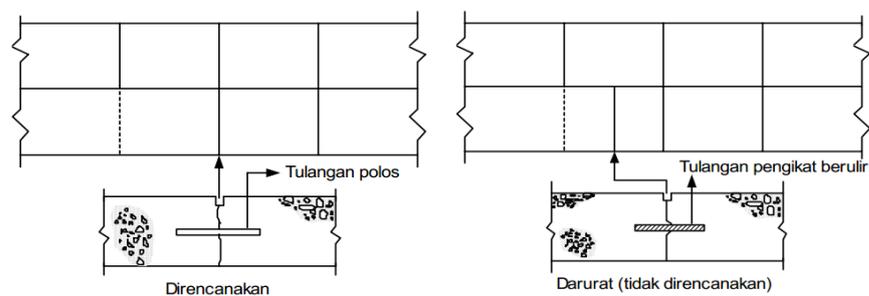
Tabel 2.14 Diameter ruji

No	Tebal pelat beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	125 < h < 140	20
2	140 < h < 160	24
3	160 < h < 190	28
4	190 < h < 220	33
5	220 < h < 250	36

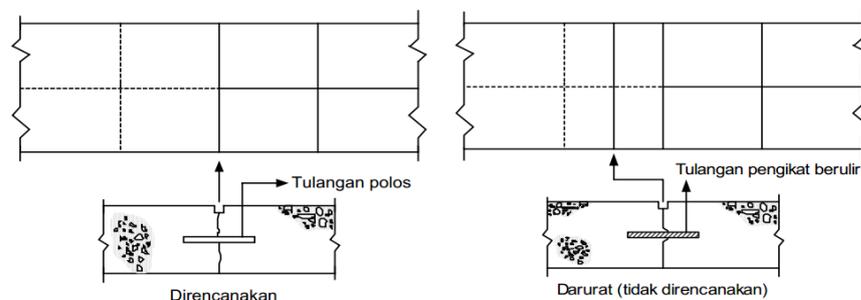
Sumber : pedoman perencanaan perkerasan lentur – Pd T-14-2003

### 2.3.6.6 Sambungan pelaksanaan melintang

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. Tipikal sambungan pelaksanaan melintang diperlihatkan pada Gambar 28 dan Gambar 2.9. 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.



Gambar 2.10 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran per lajur



Gambar 2.11 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan

### 2.3.7 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya (RAB) suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek.

Penyusunan anggaran biaya yang dihitung dengan teliti, didasarkan atau didukung oleh gambar bestek dan harga satuan pekerjaan. Perhitungan Rencana

atau anggaran biaya jalan aspal dan beton, terdiri dari rekapitulasi biaya, perhitungan rencana anggaran biaya masing-masing jenis pekerjaan serta kuantitasnya, dan analisa satuan harga bahan, upah dan peralatan.

## BAB III METODELOGI PENELITIAN

### 3.1. Umum

Dalam perencanaan ini, hal utama yang diperlukan antara lain penentuan lokasi dan pengumpulan data. Setelah lokasi dan data – data yang diperlukan lengkap, maka dilanjutkan dengan menganalisa data- data tersebut dengan perhitungan sesuai dengan yang direncanakan.

### 3.2. Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian tugas akhir ini pada ruas jalan Lingkar Utara Kota Bengkalis Desa Senggoro Kecamatan Bengkalis



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

### 3.3. Pengumpulan Data

Untuk membantu pelaksanaan dalam perencanaan ini, maa diperlukan data- data mengenai lokasi dan objek penelitian ini, data – data yang diperlukan antara lain adalah :

#### a. Data Primer

Data primer ialah data – data yang didapat dari sumber pertama, yaitu dengan melakukan survey langsung dilapangan. Data – data ini diantaranya adalah data panjang dan lebar jalan, beban kendaraan, CBR, dan data lainnya yang diambil dengan survei langsung dilapangan.

## **b. Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data- data yang diperoleh dan dikumpulkan dari instansi – instansi yang terkait dengan lokasi dan proyek pembnagunan jalan pada ruas jalan ini. Data – data ini diantaranya adalah data pertumbuhan kendaraan, curah hujan, dan data lainnya yang diambil dari instansi – instansi terkait.

### **3.4. Analisis Data**

Apabila semua data – data yang diperlukan telah lengkap, maka dapat dilakukan analisis data untuk perbandingan tebal perkerasan lentur dan tebal perkerasan kaku dengan metode Bina Marga.

Dalam penelitian ini akan mendapatkan hasil dari perbandingan tebal perkerasan lentur dan tebal perkerasan kaku dengan metode Bina Marga. studi kasus yang berada di jalan Lingkar Utara Kota Bengkalis Desa Senggoro Kecamatan Bengkalis

### **3.5. Tahapan Perencanaan**

1. Pekerjaan di lapangan
  - a. Survey LHR
  - b. Survey CBR
  - c. Survey pertumbuhan penduduk
  - d. Data curah hujan

### **3.6. Prosedur Perencanaan**

Pada perencanaan ini, lokasi rencana di Jalan Lingkar Kota bengkalis. Langkah – langkah perencanaan yaitu :

1. Menentukan daya dukung tanah dasar (DDT) dengan cara menggunakan CBR. Nilai DDT diperoleh dari konversi nilai CBR tanah dasar dengan menggunakan grafik korelasi nilai CBR dilakukan dengan alat DCP. DCP adalah alat sama – sama mencari nilai CBR dari suatu lapisan tanah langsung dilapangan melalui ukuran (satuan) dengan menggunakan mistar.
2. Menentukan umur rencana (UR) dari jalan yang hendak di rencanakan pada perencanaan jalan baru umumnya umur rencana 10 tahun.

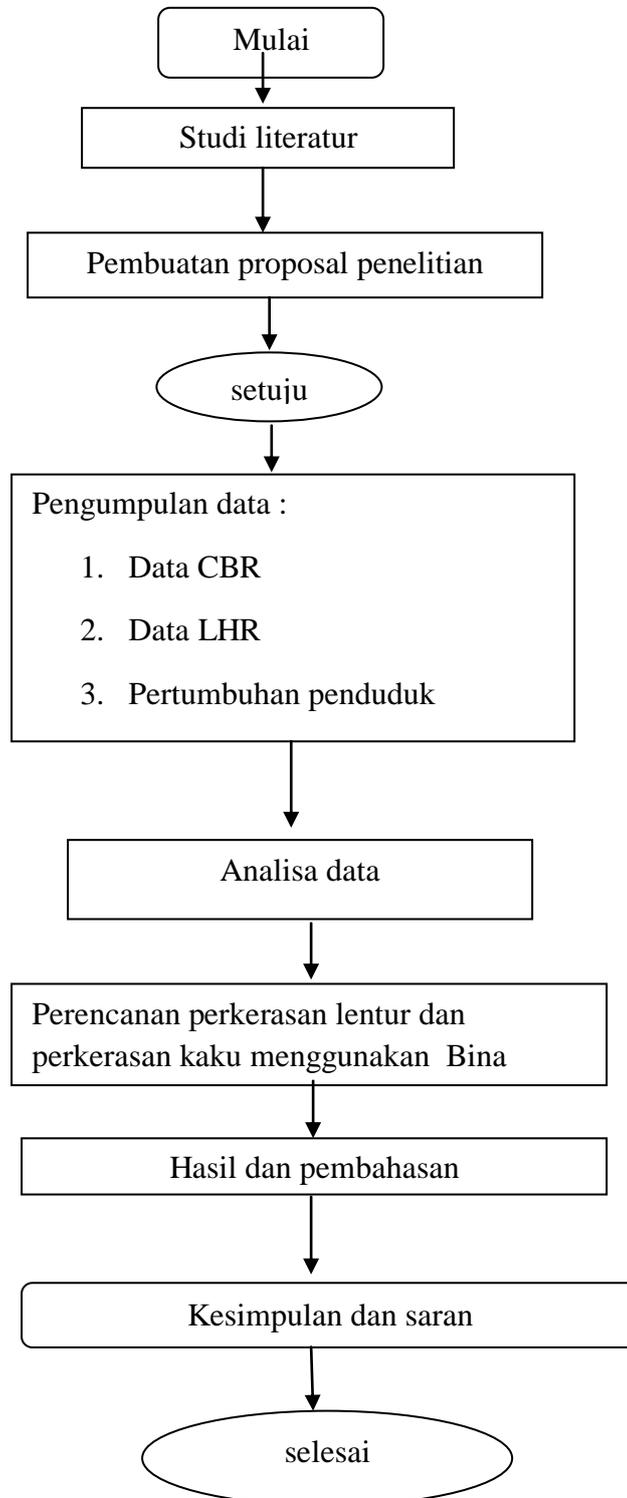
3. Menentukan faktor regional anatara lain : prosentase kendaraan berat, kondisi iklim dan curah hujan setempat.
4. Menentukan lintas ekuevalen sumbu kendaraan.
5. Menentukan koefisien kekuatan relatif (a) dan tebal minimum (D).

Table 3.1 Langkah langkah perencanaan tebal perkerasan beton semen

Langkah	Uraian Kegiatan
1	Pilih jenis perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji, atau menerus dengan tulangan
2	Tentukan apakah menggunakan bahu beton atau bukan
3	Tentukan jenis tebal pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana sesuai gambar lampiran 7
4	Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang dipilih sesuai gambar lampiran 7
5	Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton umur 28 hari ( $F_{cf}$ )
6	Pilih faktor keamanan beban lalu-lintas ( $F_{KB}$ )
7	Taksir tebal pelat beton ( taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia atau dapat menggunakan gambar pada lampiran 8
8	Tentukan tegangan ekivalen (TE) dan factor erosi (FE) untuk STRT dari table 8 lampiran 9
9	Tentukan faktor rasio tegangan (FRT) dengan membagi tegangan ekivalen (TE) oleh kuat tarik-lentur ( $F_{cf}$ )
10	Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban rencana peroda dan kalikan dengan faktor keamanan beban ( $F_{KB}$ ) untuk menentukan beban rencana peroda jika beban rencana peroda $\geq 65$ kN (6.5 ton) anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi pada gambar lampiran 10
11	Dengan faktor rasio tegangan (FRT) dan beban rencana, tentukan jumlah repitisi ijin untuk fatik dari gambar yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT tersebut.
12	Hitung persentase dari repitisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repitisi ijin
13	Dengan menggunakan faktor erosi (FE) tetukan jumlah repitisi ijin untuk erosi dari gambar
14	Hitung persentase dari repitisi erosi yang direncanakan terhadap repitisi ijin
15	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban peroda pada sumbu tersebut sampai jumlah repitisi beban ijin yang terbaca pada gambar yang masing masing menapai 10 juta dan 100 juta repitisi
16	Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan persentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut, dengan cara yang sama hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17	Ulangi langkah 8 sampai langkah 16 untuk setiap jenis kelompok sumbu lainnya.
18	Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk jenis kelompok sumbu.
19	Ulangi langkah 7 sampai langkah 18 hingga diperoleh ketebaln tetipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan atau erosi $\leq 100\%$ tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.

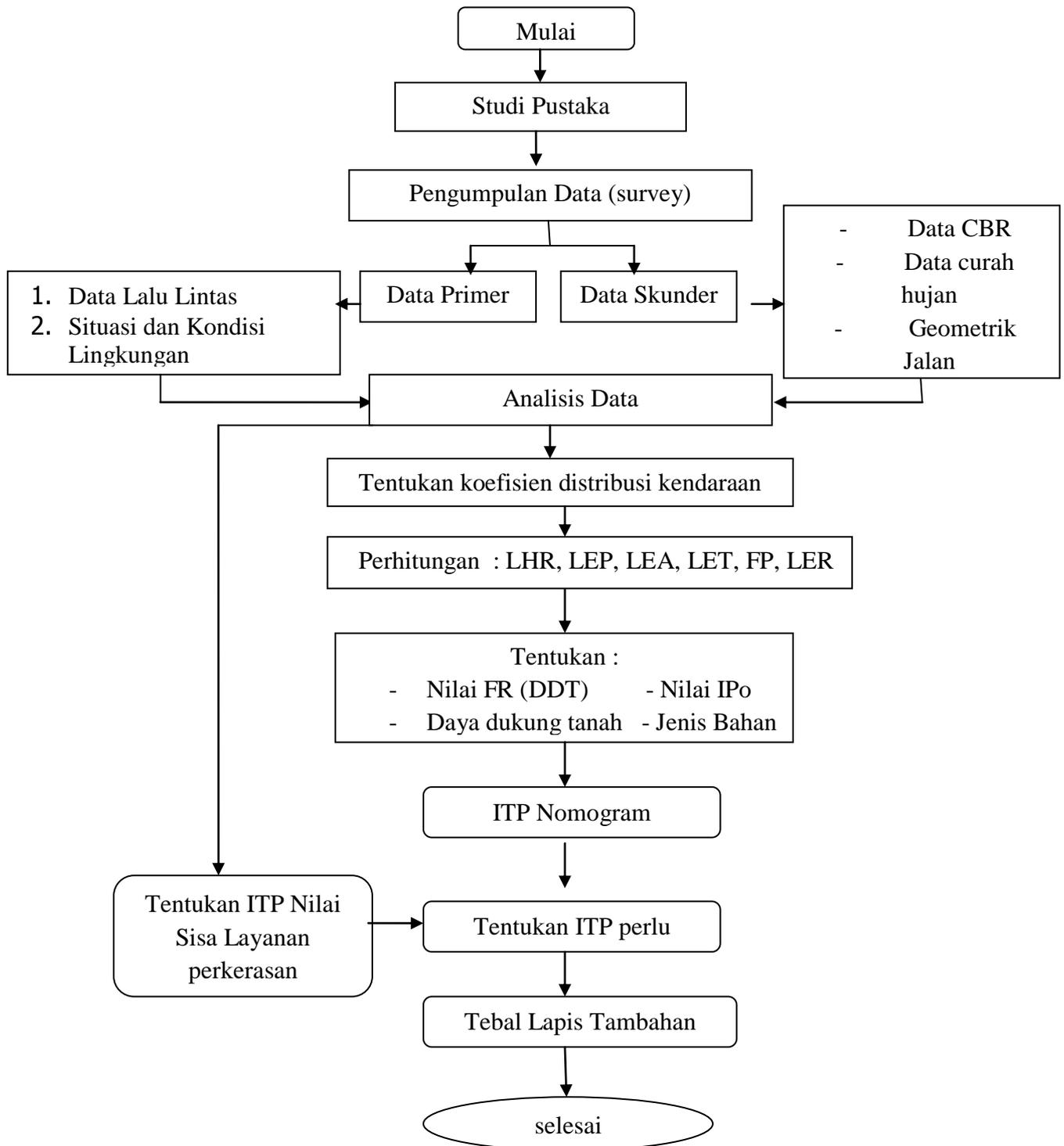
Sumber : pedoman perencanaan perkerasan kaku – Pd T-14-2003

### 3.7. BAGAN ALIR PELAKSANAAN TUGAS AKHIR



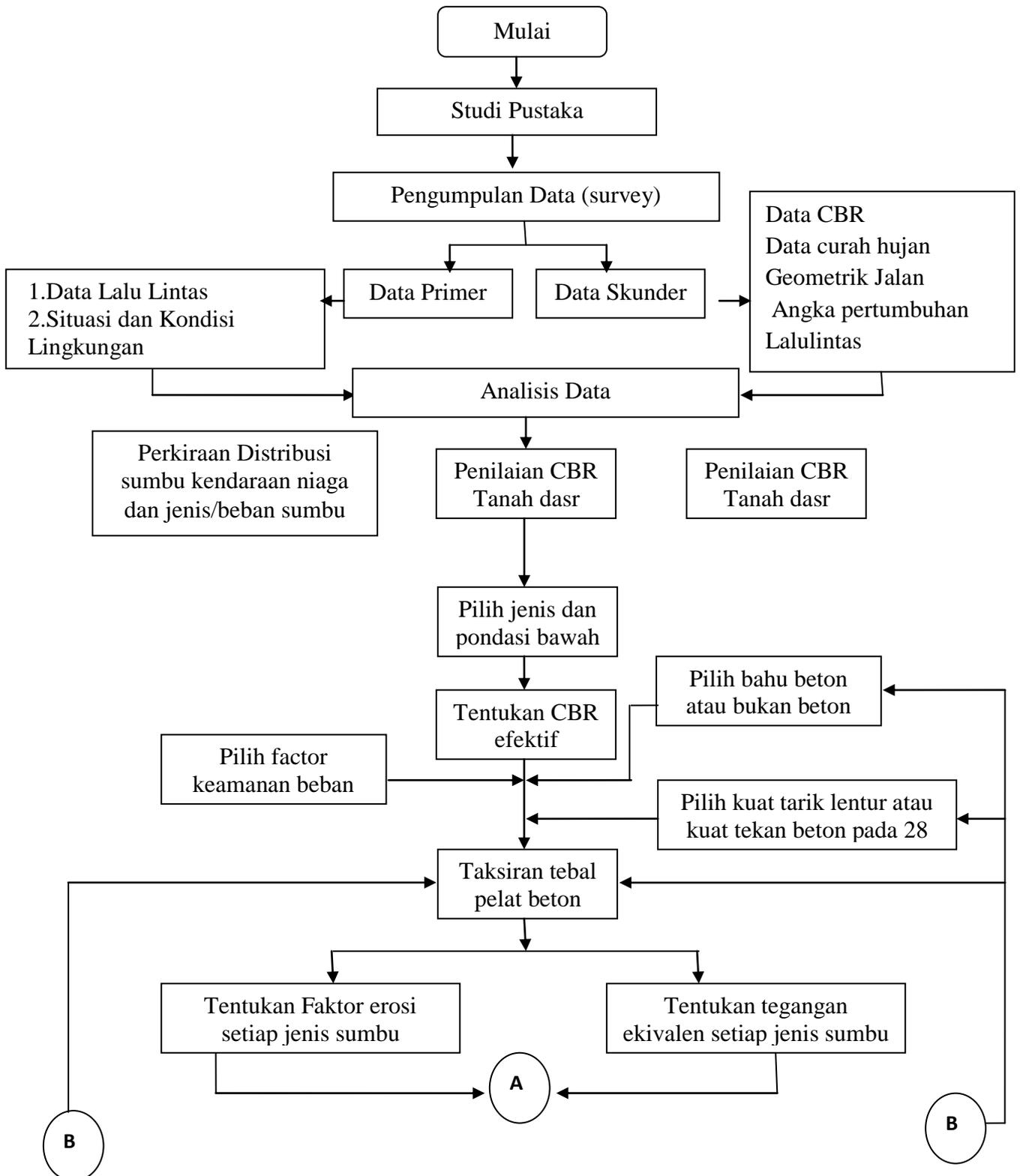
Gambar 3.2 Bagan alir pelaksanaan Tugas akhir

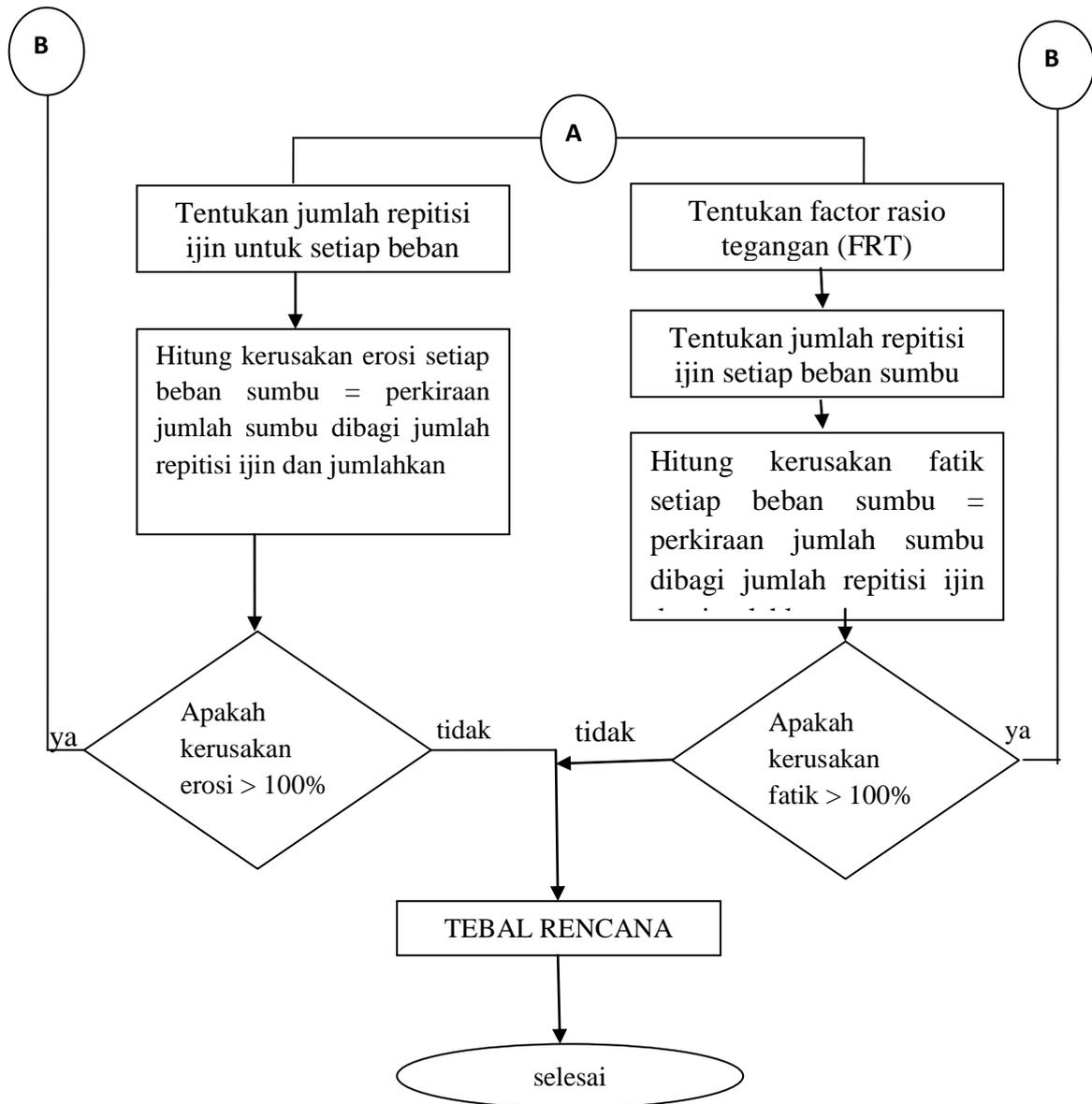
**3.8. Bagan Alir Perencanaan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga 2002**



Gambar 3.3 Bagan alir pelaksanaan Pelaksanaan perkerasan Lentur

**3.9. Bagan Alir Perencanaan Perkerasan Beton Semen Menggunakan Metode Bina Marga 2003**





Gambar 3.4 Sistem perencanaan perkerasan beton semen

**BAB IV**  
**ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

**4.1 DATA PERENCANAAN**

**4.1.1 Analisa Lalu Lintas**

Data lalu lintas ini didapatkan dari hasil survey lapangan pada ruas jalan Bantan-Senggoro dan ruas jalan Lembaga Desa Senggoro Kecamatan Bengkalis.

Tabel 4.1 LHR Survei Lapangan

Jenis Kendaraan	Jumlah
Kendaraan 2 Ton	306
Kendaraan 8 Ton	73
<b>Total Kendaraan</b>	<b>379</b>

*Sumber : Survei lapangan*

**4.1.2. Pembebanan**

Beban kendaraan yang digunakan dengan menggunakan pembebanan standar dari Dirjen Perhubungan Darat ( SE.02/AJ.108/DRJD/2008) dapat dilihat pada lampiran. Muatan sumbu kendaraan menurut sumbunya dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 4.2 Muatan Sumbu terberat/ Sumbu

No	Jenis Kendaraan	MST max (kg)	MST max/sumbu (kg)	
			S.Depan	S. Belakang
1	Sepeda motor	-	-	-
2	Kendaraan 2 Ton	2000	1000	1000
3	Kendaraan 8 Ton	8000	3000	5000

*Sumber: Dirjen Perhubungan Darat ( SE.02/AJ.108/DRJD/2008)*

Perhitungan faktor Ekuivalen pada setiap jumlah sumbu kendaraan

a.  $E = \left(\frac{1000}{8160}\right)^4 = 0,0002 \text{ ESAL}$

b.  $E = \left(\frac{1000}{8160}\right)^4 + (0,086 \times \left(\frac{1000}{8160}\right)^4) = 0,030 \text{ ESAL}$

Tabel 4.3 ESAL/Sumbu

No	Jenis Kendaraan	ESAL/Sumbu		ESAL
		S.Depan	S. Belakang	SD + SB
1	Sepeda motor	-	-	-
2	Kendaraan ringan	0.0002	0.0002	0.0004
3	Kendaraan berat	0.0182	0.0121	0.0303

*Sumber : Hasil Pengolahan Data (2017)*

Dari tabel 4.... Dapat dilihat factor kerusakan yang disebabkan oleh kendaraan ringan sebesar 0.0004 dan kendaran berat sebesar 0.0303.

#### 4.1.3. Daya Dukung Tanah Dasar.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat- sifat dan daya dukung tanah dasar. Daya dukung tanah pada Jalan Lingkar Utara Kota Bengkulu dengan CBR lapangan yang diambil melalui DCP (dynamic cone penetrometer) dengan data sebagai berikut :

Tabel 4.4 CBR Lapangan

Titik/ STA	Banyaknya Tumbukan	Tumbukan Kumulatif	Penetrasi kumulatif (mm)	Penetrasi (mm)	DCPI (mm/tmbk)	CBR (%)
00+000	0	0	0	0	0	1
	1	1	1000	1000	1000	
00+050	0	0	0	0	0	1
	1	1	1000	1000	1000	
00+100	0	0	0	0	0	1
	1	1	1000	1000	1000	

(sumber : Survei Lapangan)

Daya dukung tanah berdasarkan data CBR di atas menunjukkan bahwa kondisi tanah dasar di Jalan Lingkar Utara Kota Bengkulu sangat rendah perlu adanya perbaikan tanah dasar.

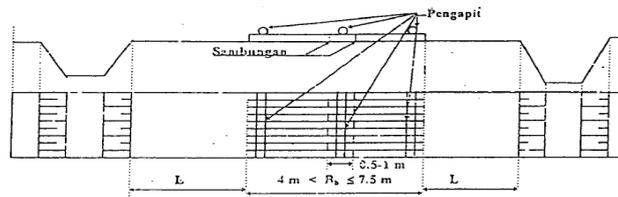
#### 4.1.4. Stabilisasi Tanah Dasar Menggunakan Galar Kayu

Stabilisasi tanah merupakan salah satu cara memperbaiki kondisi tanah. Sifat tanah yang paling sering diubah dengan stabilisasi adalah kekuatan, volume stabilitas, daya tahan, dan permeabilitas. Salah satu cara menyetabilkan tanah dasar yaitu dengan cara menggunakan galar kayu sebagai bahan yang digunakan untuk pondasi.

Tabel 4.5 Spesifikasi Galar Kayu

Uraian	Persyaratan	Keterangan
Diameter	>8 cm	Termasuk kayu hasil olahan
Panjang	≥400 cm	
Kelurusan	Cukup Lurus	
Kekuatan	Min kelas III PKKI 1973	
Umur	Cukup Tua	

( Sumber : Pedoman Teknik No.009/T/BM/1999)



Gambar 4.1 Galar kayu satu lapis dengan lebar dibawah timbunan  $\leq 7.5$  m

## 4.2. PEMBAHASAN

### 4.2.1. Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga 2002

#### 1. Data Parameter Design Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga 2002

Tabel 4.6 Parameter-parameter Perencanaan Tperkerasan lentur

No	Uraian Data	Jumlah	Sumber
1	CBR tanah dasar	1 %	Survei Lapangan
2	Jalan Dibuka Tahun	2017	Perencanaan
3	Umur Rencana	10 tahun	Perencanaan
4	Perkembangan Lalu Lintas	7.59	PDRB 2012
5	Lebar Perkerasan	7 Meter	Perencanaan
6	Koefesien distribusi Kendaraaan.		
	a. DD		Perencanaan
	b. DL		Perencanaan
7	Tipe Jalan	2 lajur 2 arah	Perencanaan
8	Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt)	1.5	Perencanaan
9	Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo)	2.4	Perencanaan
10	Koefesien Drainase	1.15	
11	Standart deviasi (SD)	0.4	Perencanaan

( Sumber : Data Perencanaan 2017 )

#### 2. Angka Ekvivalen Sumbu Kendaraan

Angka Ekvivalen adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh lintasan beban gandar sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8.16 ton berdasarkan bina marga Pt T-01-2002-B

$$\text{Kendaraan ringan 2 ton} = (10/53)^4 = 0.0013$$

$$\text{Kendaraan ringan 8 ton} = (30/53)^4 = 0.103$$

### 3. Reabilitas

Reabilitas Merupakan upaya untuk menyertakan derajat kepastian (*degree of certainty*) kedalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam alternatif penerapan konsep reabilitas sebagai berikut :

Tabel 4.6 Reabilitas

Klasifikasi Jalan	Tingkat Reabilitas	Deviasi Standar (SD)
Lokal	50	0.4

Sumber : Pt-T-01-2002

### 4. Lalu Lintas Lajur Rencana

Lalu lintas pada lajur rencana (w18) diberikan dalam komulatif beban gandar standar. Dalam menentukan beban ESAL maka yang harus didapat terlebih dahulu merupakan pertumbuhan lalu lintas, karena pengaruh persentase pertumbuhan lalu lintas sangat penting dalam perencanaan perkerasan.

a. Beban ESAL harian

$$w18 \text{ perhari} = 306 \times 0.0013 + x \ 73 \times 0.135 = 7.88 \text{ Kend/harian}$$

b. Beban ESAL Perhari

$$w18 = 50 \times 90 \times 7.88 = 35467.42$$

c. Beban ESAL Pertahun

$$w18 = 365 \times 35467.42 = 12945608.13$$

d. Beban ESAL selama umur rencana

$$\begin{aligned} w18 &= 12945608.13 \times (1+7.58)^{10}-1)/7.58 \\ &= 3,692,547.828,377,220 \text{ Beban gandar standar} \end{aligned}$$

### 5. Koefisien Drainase

Kualitas drainase pada perkerasan lentur diperhitungkan dalam perencanaan dengan mengunakan koefisien kekuatan relatif yang dimodifikasi.

Pada kondisi daerah perencanaan kualitas drainase sedang dengan koefisien angka m : 1.15

## 6. Indeks Permukaan

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana perlu dipertimbangkan factor-faktor Klasifikasi fungsional jalan, seperti local, kolektor, arteri, bebas hambatan pada jalan yang ditinjau oleh peneliti klasifikasi jalan local dan diambil nilai akhir umur rencana (IPt) 1.5

Sedangkan untuk nilai indeks awal umur rencana dengan jenis lapisan awal LASTON nilai IPO 2.4

## 7. Koefisien Kekuatan Relatif Bahan

Dalam menentukan koefisien kekuatan relatif bahan perlu diketahui jenis lapisan pada awal umur rencana. Jenis lapisan pada perencanaan ini : Lapis permukaan aspal, lapis pondasi atas granular, dan lapis pondasi bawah granular, untuk nilai masing masing perkerasan direncanakan sebagai berikut :

Lapis permukaan aspal	: 420000 psi	: 0.4
Lapis pondasi bawah Granular	: 30000 psi	: 0.14
Lapis pondasi bawah granular	: 11000 psi	: 0.08

## 8. Kompenan perkerasan

### a. Roverall

Roverall Merupakan nilai dari tingkat reabilitas pada kondisi jalan keseluruhan tahapan yang sudah siap direncanakan dengan fungsi dan klasifikasi jalan tersebut. Pada loasi perencanaan klasifikasi jalan lokal dengan tingkat nilai 50

### b. Rstage

Rstage merupakan nilai dari tingkat reabilitas masing-masing tahapan dan didapat dengan rumus :  $R_{stage} = (R_{overall})^{1/n}$

Dimana : n = jumlah tahap

$$\begin{aligned} R_{stage} &= (50)^{(1/2)} \times (10) \\ &= 71 \% \end{aligned}$$

## 9. Pertumbuhan Lalulintas

Tabel 4.7 Pertumbuhan Lalu lintas Kecamatan Bengkalis

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Rata-rata
Bengkalis	7.9	7.97	7.09	7.14	7.67	7.65	7.59

Sumber : PDRB Bengkalis

### 4.2.2. Perencanaa Tebal Perkerasan Lentur

#### 1. Perencanaan Tebal Lapis Permukaan

$$w_{18} = 3.6 \times 10^6$$

$$R = 71 \%$$

$$SD = 0.4$$

$$M_r = 30000 \text{ psi}$$

$$\Delta_{\text{psi}} = 1.5$$

Setelah parameter-parameter telah didapat, maka untuk mencari tebal lapis permukaan digunakan dengan nomogram perencanaan perkerasan lentur, setelah menggunakan nomogram tersebut maka didapatkan nilai  $SN_1 = 2.2$

$$\begin{aligned} \text{Maka } D_1 &= SNI/a_1 \\ &= 2.2/0.44 \\ &= 5 \text{ inci} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SNI &= a_1/D_1 \\ &= 0.44 \times 5 \\ &= 2.2 \end{aligned}$$

Sehingga didapat tebal lapis permukaan : 5 inci = 13 cm

#### 2. Perencanaan Tebal Lapis Pondasi Atas

Seperti lapis permukaan, lapis pondasi atas granular juga menggunakan parameter parameter yang sama, perbedaannya lapis pondasi atas granular menggunakan modulus resilent 11000 psi

Maka untuk mencari tebal lapis pondasi atas granular yaitu :

$$w_{18} = 3.6 \times 10^6$$

$$R = 71 \%$$

$$S_o = 0.4$$

$$M_r = 11000$$

$$\Delta\psi = 1.5$$

Setelah menggunakan nomogram maka didapat nilai SN 2 = 3.1

$$\begin{aligned}\text{Maka } D2 &= ((SN2-SN1)/((a2 \times m2))) \\ &= ((2.8 - 2.2)/((0.14 \times 1.15)) \\ &= 5.59 \text{ inci} = 13.98 \text{ cm dibulatkan } 14 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}SN2 &= D2 \times a2 \times m2 \\ &= 5.59 \times 0.14 \times 1.5 \\ &= 1.2\end{aligned}$$

Maka untuk lapis pondasi atas granular didapat tebal = 14 cm

### 3. Lapis pondasi bawah granular

Untuk lapis pondasi bawah granular parameter yang digunakan sama dengan pondasi atas, perbedaannya hanya pada modulus resilient rencana yaitu : 6596 psi

Parameter-parameter yang digunakan :

$$w_{18} = 3.6 \times 10^6$$

$$R = 71 \%$$

$$S_o = 0.4$$

$$M_r = 6596 \text{ psi}$$

$$\Delta\psi = 1.5$$

Setelah menggunakan nomogram maka dapat nilai SN3 = 4.1

$$\begin{aligned}\text{Maka } D3 &= (SN3-(SN1+SN2)/((a3 \times m3)) \\ &= (4.1-(2.2 + 1.2))/(0.08 \times 1.15)) \\ &= 7.89 \text{ inci dibulatkan } 8 \text{ inci} = 20 \text{ cm}\end{aligned}$$

Jadi untuk lapis keseluruhannya :

Lapis permukaan : 13 cm

Lapis pondasi atas : 14 cm

Lapis pondasi bawah : 20 cm

### 4.3. Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga 2003

#### 4.3.1. Analisa Lalu lintas

Data lalu lintas ini diperoleh dari hasil survey lapangan pada ruas Jalan Bantan – Senggoro dan ruas Jalan Lembaga Desa Senggoro Bengkalis.

Tabel 4.8 Lintas Harian Rata-rata

Jenis Kendaraan	Jumlah
Kendaraan 2 Ton	306
Kendaraan 8 Ton	73
<b>Total Kendaraan</b>	<b>379</b>

Sumber : Survei Lapangan (2017)

#### 4.3.2. Pembebanan

Beban kendaraan yang digunakan dengan menggunakan pembebanan standar dari Dirjen Perhubungan Darat (SE.02/AJ.108/DRJD/2008) Dapat dilihat pada lampiran. Muatan sumbu kendaraan menurut sumbunya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.9 Muatan Sumbu Terberat Per Sumbu

No	Jenis Kendaraan	MST max (kg)	MST max / Sumbu (kg)	
			S. depan	S. Belakang
1	Kend 8 Ton	8000	3000	5000

Sumber : Dirjen Perhubungan Darat (SE.02/AJ.108/DRJD/2008)

Perhitungan Faktor Ekuivalen pada setiap jumlah sumbu kendaraan

a. Kendaraan 2 Ton

$$E = \left(\frac{1000}{8160}\right)^4 = 0.0002 \text{ ESAL}$$

b. Kendaraan 8 Ton

$$E + \left(\frac{3000}{8160}\right)^4 + (0.086 \times \left(\frac{5000}{8160}\right)^4) = 0.030 \text{ ESAL}$$

Tabel 4.10 ESAL / Sumbu

No	Jenis Kendaraan	ESAL/sumbu		ESAL SD + SB
		S. Depan	S. Belakang	
2	Kend. 2 Ton	-	-	-
3	Kend. 8 Ton	0.0182	0.0121	0.0303

Sumber: Hasil Olahan (2017)

Dari table di atas Dapat dilihat faktor kerusakan jalan yang disebabkan oleh kendaraan 8 Ton sebesar : 0.0303

### 4.3.3 Perancangan

#### 4.3.3.1 Data Parameter Desain Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga 2003

Tabel 4.11 Parameter perencanaan Perkersana kaku

No	Parameter Perencanaan	Keterangan	Sumber
1	Umur rencana (UR)	20 tahun	Rencana
2	Pertumbuhan lalu lintas ( i )	7.58	PDRB 2012
3	CBR Tanah Dasar	1 %	Uji DCP
4	Lapis Pondasi Bawah	Gambangan + Base dengan CBR 10.07 %	Rencana
5	Lebar Perkerasan	7 m	Rencana
6	Faktor Keamanan Beban (FKB)	1	Pd-t-14-2003
7	Koefesin Distribusi Kendaraan	0.5	Pd-t-14-2003
8	Kuat Tari Lentur ( fcf)	4.04 Mpa	Pd-t-14-2003
9	Data lalu lintas harian rata-rata	Jumlah kend.	Survei Lapangan
	2. Kendaraan 2 Ton	306	Survei Lapangan
	3. Kendaraan 8 Ton	73	Survei Lapangan
10	Arah jalan	Dua lajur 2/2	Pd-t-14-2003

Sumber : Perencanaan (2017)

#### 4.3.3.2. Perhitungan Pertumbuhan Lalu Lintas

Persentase pertumbuhan lalu lintas di Bengkalis mengacu pada analisa Produk Regional Bruto (PDRB) 2007-2012 sebesar 7.58 % ( Lampiran V ) yang diambil persentase rata-ratanya. Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana 20 tahun menggunakan rumus  $(1+i)^n \times \text{Jumlah Kendaraan}$  sebagai berikut :

1. Kendaraan 2 Ton :  $(1+0.0758)^{20} \times 306 = 1319$  Kendaran
2. Kendaraan 8 Ton :  $(1+0.0758)^{20} \times 73 = 315$  Kendaran

Faktor pertumbuhan lalu lintas di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R = \left( \frac{(1+0.0758)^{20}-1}{0.0758} \right) = 43.69$$

### 4.2.3 Hasil Perhitungan Lalu Lintas

#### 1. Analisa Lalu Lintas

Tabel 4.12 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan beban

Jenis Kend.	konfigurasi beban sumbu ( ton)		jumlah kend.	jumlah sumbu kend.	jumlah sumbu	STRT		STRG	
	I	II				BS	JS	BS	JS
Kend. 2 Ton	1	1	306	-	-	-			

Kend. 8 Ton	2	4	73	2	146	3	73	5	73
<b>Total</b>					146		73		73

Sumber : ( Survei Lapangan ) dan Pengolahan data ( 2017)

a. Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana 20 tahun sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{JSKN} &= 365 \times 146 \times 43.69 \\ &= 2328240 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai C} = 0.50$$

$$\begin{aligned} \text{JSKN Rencana} &= 2328240 \times 0.50 \\ &= 1164120 \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan repitisi sumbu yang terjadi

Data lalu lintas yang diperlukan dalam perencanaan perkerasan beton semen adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repitisi masing-masing jenis sumbu/ kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana. Perhitungan repitisi sumbu rencana :

Tabel 4.13 Repitisi yang terjadi tiap beban sumbu

Jenis Sumbu	Beban Sumbu	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	JSKN Rencana
STRT	3	73	1.0	0.5	$2.3 \times 10^6$
Total		73	1.0		
STRG	5	73	1.0	0.5	$2.3 \times 10^6$
Total		73	1.0		

Sumber : Pengolahan Data (2017)

Repitisi yang terjadi pada beban 8 ton adalah :

$$\begin{aligned} \text{Repitisi yang terjadi} &= \text{proporsi beban} \times \text{proporsi sumbu} \times \text{JSKN} \\ &\quad \text{Rencana} \\ &= 1.0 \times 0.5 \times 2.3 \times 10^6 \\ &= 1.16 \times 10^6 \end{aligned}$$

Nilai repitisi yang terjadi dapat dilihat pada tabel (4...) untuk nilai tegangan setara dengan tegangan erosi yang sesuai dengan tebal slab dan CBR efektif yang direncanakan dapat dilihat pada ( Lampiran)

Tabel 4.14 Tegangan Setara dan Tegangan Erosi

Tebal slab (mm)	CBR efektif (%)	Tegangan Setara		Tegangan Erosi	
		STRT	STRG	STRT	STRG
140	10.07	1.77	2.78	2.67	3.29

Sumber : Pengolahan Data (2017)

Nilai pada tabel tegangan ekuivalen dan faktor erosi yang diperoleh STRT tegangan setara adalah 2.78 pada tabel pelat 140 mm dan CBR efektif yang digunakan efektif 10.07 Faktor Rasio Tegangan (FRT) yaitu dengan membagi tegangan setara dengan kuat tarik lentur beton (fcf) umur 28 hari Faktor Rasio Tegangan (FRT) STRT = (1.77/4.04 Mpa) = 0.438 Mpa  
 Faktor Rasio Tegangan (FRT) STRT = (2.78/4.04 Mpa) = 0.688 Mpa  
 Beban rencana per roda adalah beban sumbu dikali dengan faktor keamanan beban ( Tabel ) dibagi dengan jumlah roda pada sumbu kendaraan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Beban rencana per roda 3 ton} &= \frac{(\text{Beban Sumbu (KN)} \times \text{FKB})}{\text{Jumlah roda pada sumbu}} \\ &= \frac{30 \times 1.0}{2} = 15 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban rencana per roda 5 ton} &= \frac{(\text{Beban Sumbu (KN)} \times \text{FKB})}{\text{Jumlah roda pada sumbu}} \\ &= \frac{50 \times 1.0}{2} = 12.5 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Analisa Fatik dan Analisa Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)		Beban rencana per roda (kN)	Repitisi yang terjadi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
	To n	kN			Rep. Ijin	Rusak %	Rep. Ijin	Rusak %
STRT	3	30	15	1.16x10 <sup>6</sup>	TT	0	TT	0
STRG	5	50	12.5	1.16x10 <sup>6</sup>	4x10 <sup>6</sup>	29.11	13x10 <sup>6</sup>	8.96

Sumber : Pengolahan Data (2017)

Dari tabel 4... diperoleh hasil analisa fatik dengan nilai persen kerusakan 29.11% < 100% dan analisa erosi dengan nilai kerusakan 8.96% < 100% berarti tebal pelat 140/ mm dapat digunakan karena memenuhi syarat persen kerusakan analisa fatik dan analisa erosi. (Pd-T-14-2003)

### 3. Penulangan Untuk Pelat Perkerasan Kaku

Direncanakan penulangan pelat beton untuk jenis perkerasan kaku bersambung dengan tulangan

Tebal Pelat (h)	: 140 cm	= 0.14 M
Lebar Pelat	: 7 m	
Panjang pelat (L)	: 5 m	
Berat Isi Beton (m)	: 2400 Kg/cm <sup>3</sup>	
Kuat Tarik ijin baja (Fs)	: 240 Mpa	
Koefesien gesek	: 1.2	
Gravitasi	: 240 Mpa	

#### a. Sambungan Susut Melintang ( *Dowel* )

Pada Pd T-14-2003, panjang dan jarak dowel telah ditentukan. Untuk panjang dowel digunakan 45 cm dan untuk jarak antar dowel digunakan 30 cm. Sedangkan untuk diameter dowel ditentukan oleh tabel berikut :

Tabel 4.15 Ukuran Ruji ( *Dowel* )

No	Tebal Perkerasan	Diameter (mm)
1	$125 < h \leq 140$	20
2	$140 < h \leq 160$	24
3	$160 < h \leq 190$	28
4	$190 < h \leq 220$	33
5	$220 < h \leq 250$	36

Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah 2003

Jadi, pada tebal perkerasan 14 cm, Sambungan susut melintang (*dowel*) yang digunakan adalah tulangan baja polos dengan diameter 20 mm, panjang 45 cm dengan jarak 30 cm

#### b. Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat ( *Tie Bars* )

Menurut Pd T-14-2003, sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU-24 dan berdiameter 16 mm jarak antar *tie bars* ditentukan dengan jarak 75 cm, sedangkan untuk panjang tulangan ditentukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned}
 I &= (38.3 \times \phi) + 75 \\
 I &= (38.3 \times 16) + 75 \\
 I &= 687.8 \text{ mm} = 70 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Jadi, *tie bars* yang digunakan adalah tulangan baja ulir dengan diameter 16 mm, panjang 70 cm dan jarak 75 cm.

c. Tulangan *wiremesh* arah memanjang

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ perlu}} &= \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times f_c} \\
 A_{s \text{ perlu}} &= \frac{1.2 \times 5 \times 2400 \times 9.81 \times 0.14}{2 \times 240} \\
 &= 45 \text{ mm}^2/\text{m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ min}} &= 0.1 \% \times 150 \times 1000 \\
 &= 150 \text{ mm}^2/\text{m}^2 > A_{s \text{ perlu}}
 \end{aligned}$$

Dipergunakan tulangan diameter  $\phi 8 - 200$

$A_{s \text{ pakai}} = 251 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ min}}$  maka tulangan dengan diameter 8mm dan jarak 200 mm bias digunakan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. KESIMPULAN**

Dari hasil perhitungan dan pembahasan didapatkan kesimpulan sebagai berikut

##### **A. Perkerasan Lentur (*Pleksibel pavement*)**

1. Panjang jalan yang direncanakan adalah 1000 M dan lebar 7 M dengan tebal lapisan
  - Lapis permukaan : 13 cm
  - Lapis pondasi atas : 14 cm
  - Lapis pondasi bawah : 20 cm

##### **B. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)**

1. Berdasarkan nilai CBR yang didapat 1 % maka perlu stabilisasi tanah dasar, pada perencanaan ini perkuatan tanah dasar menggunakan gembangan + base B dengan nilai CBR 10.07 % ( Uji DCP )
2. Berdasarkan perencanaan dengan menggunakan Metode Bina Marga 2003 didapatkan tebal untuk perkerasan Jalan Lingkar Utara Kota Bengkulu Desa Senggoro adalah 140 cm dan digunakan Beton Bersambung Dengan Tulangan.

#### **5.2. SARAN**

1. Perencanaan ini menggunakan Metode Bina Marga sebaiknya ada perbandingan dengan metode lain, sehingga bias mengetahui kelebihan dan kekurangannya.
2. Untuk perencanaan perkerasan kaku ini sebaiknya ada perbandingan antara Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dengan beton Bersambung Dengan Tulangan (BBDT) Untuk mengetahui bagaimana pengaruh terhadap biaya.

3. Perencanaan ini masih tahap pertama, perlu adanya perencanaan lapisan tambah, dengan metode yang sama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Pt-T-01-2002-B, Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur* , Departemen Pekerjaan Umum Badan Penelitian Dan Pengembangan.
- Pd-T-14-2003- Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen* Departemen Pekerjaan Umum Badan Penelitian Dan Pengembangan.
- Dhoni, R. (2013), perkerasan Jalan lentur Jalan Sei. Alam – Selat Baru, Tugas akhir, Program D3 Teknik sipil . Politeknik negeri bengkalis.
- Fahmi, I, (2014), Perencanaan Jalan Beton Dengan Menggunakan Metode Bina Marga 2003 Akses Jalan Sudirman Desa Pambang, *Tugas Akhir*, Program studi D3 Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkulu.
- Edi, S, (2015), Perencanaan Perkerasan Lentur Pada Jalan Pangakalan Batang – Sebauk, *Tugas Akhir*, Program studi D3 Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkulu.
- Direktorat jendral Bina marga, (1988), Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Interblock.
- Directorat Jjendral Bina marga, (1990), petunjuk Teknis perencanaan dan penyusunan program jalan Kabupaten, No. 77/KPTS/Db/1990. Bina marga jalan 1990.
- Bina marga.,(2002), pedoman perencanaan perkerasan lentur – Pt T-2002-B. Dinas pekerjaan umum.