

TUGAS AKHIR

**EVALUASI TEBAL PERKERASAN KAKU
PADA RUAS JALAN PEKANBARU–SIAK KM 12-14
DI RIAU DENGAN METODE BINA MARGA 2013
(*EVALUATION OF RIGID PAVEMENT THICKNESS
AT PEKANBARU-SIAK HIGHWAY IN RIAU
USING BINA MARGA 2013 METHOD*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Khaizi Hafizhan
11511074**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2018**

TUGAS AKHIR

EVALUASI TEBAL PERKERASAN KAKU PADA RUAS JALAN PEKANBARU – SIAK DI RIAU DENGAN METODE BINAMARGA 2013 (*EVALUATION OF RIGID PAVEMENT THICKNESS AT PEKANBARU-SIAK HIGHWAY IN RIAU USING BINA MARGA 2013 METHOD*)

disusun oleh



Pembimbing

Faizul Chasanah, S.T., M.Sc.
NIK : 145110101

Penguji I

Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.d.
NIK : 955110103

Penguji II

Ir. Corry Ya'cub, M.T.
NIK : 815110102

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. Sri Amini Yuni astuti, M. T.
NIK : 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 7 November 2018

Yang membuat pernyataan,



(11511074)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Pada Ruas Jalan Pekanbaru – Siak Km 12-14 di Riau dengan Metode Bina Marga 2013*

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dicapai penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Faizul Chasanah, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir sekaligus memberi banyak ilmu kepada peneliti. Ucapan terimakasih tidaklah pernah cukup untuk membalas seluruh ilmu yang telah beliau berikan. Semoga suatu saat peneliti mampu menjadi guru besar dan orang hebat seperti beliau,
2. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph. d. selaku Dosen Penguji I,
3. Bapak Ir. Corry Ya'cub, M. T. selaku Dosen Penguji II, dan
4. Bapak Ir. Khaizami, M.T. dan Ibu Nur Aziah, S.Pd. sebagai orang tua penulis yang telah berkorban banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 7 Oktober 2018
Penulis,

Khaizi Hafizhan
(11511074)

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Peneltian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Perkerasan Jalan	4
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.3 Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang	6
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 Macam-Macam Perkerasan Kaku	8
3.2 Jenis Kerusakan Perkerasan Kaku dan Faktor Penyebabnya	10
3.2.1 Deformasi	10
3.2.2 Retak (<i>Crack</i>)	12
3.2.3 Kerusakan Pengisi Sambungan	14

3.2.4	Gompal (<i>Spaling</i>)	14
3.2.5	Penurunan bagian tepi perkerasan (<i>Edge drop-off</i>)	15
3.2.6	Lubang	15
3.3	Program Pemeliharaan Jalan dengan Metode Bina Marga 2013	16
3.3.1	Penilaian Kondisi Perkerasan	17
3.4	Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Berdasarkan Bina Marga 2013	19
3.4.1	Faktor Lingkungan	20
3.4.2	Penilaian Tanah Dasar	20
3.4.3	Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi	23
3.4.4	Umur Rencana dan Pertumbuhan Lalu Lintas	24
3.4.5	Perencanaan Struktur	26
3.4.6	Prosedur Perancangan Tebal Perkerasan	27
BAB IV	METODE PENELITIAN	34
4.1	Jenis Penelitian	34
4.2	Lokasi Penelitian	34
4.3	Pengumpulan Data	34
4.4	Waktu dan Pelaksanaan Penelitian	35
4.4.1	Waktu Penelitian	35
4.4.2	Pelaksanaan Penelitian	35
4.4.3	Alat yang Digunakan	36
4.5	Analisis Data	36
4.6	Bagan Alir Penelitian	37
BAB V	DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN	38
5.1	Hasil Pengumpulan Data	38
5.1.1	Data Primer	38
5.1.2	Data Sekunder	42
5.2	Analisis Kondisi Kerusakan	43
5.3	Evaluasi Tebal Perkerasan	46
5.3.1	Desain Tebal Perkerasan Eksisting	46
5.3.2	Tebal Perkerasan Kaku dengan Metode Pd T-14-2003	47
5.3.3	Tebal Perkerasan Kaku dengan Metode Bina Marga 2013	53

5.3.4	Perbandingan Evaluasi Perkerasan Kaku	57
5.4	Analisis Penyebab Kerusakan	58
5.5	Pembahasan	58
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	59
6.1	Kesimpulan	59
6.2	Saran	59
	DAFTAR PUSTAKA	61
	LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan penelitian terdahulu dan sekarang	7
Tabel 3.1	Nilai LHR dan nilai kelas lalu lintas	17
Tabel 3.2	Nilai persentase kerusakan jalan	17
Tabel 3.3	Nilai jenis kerusakan jalan	19
Tabel 3.4	Kategori nilai jumlah kerusakan	19
Tabel 3.5	Lebar lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi kendaraan niaga pada lajur rencana	23
Tabel 3.6	Faktor pertumbuhan lalu lintas	24
Tabel 3.7	Faktor keamanan beban	26
Tabel 3.8	Kelompok sumbu kendaraan niaga	30
Tabel 3.9	Solusi desain pondasi jalan minimum	31
Tabel 3.10	Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat	33
Tabel 3.11	Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas ringan	33
Tabel 5.1	Kerusakan jalan dari Pekanbaru menuju Siak	38
Tabel 5.2	Kerusakan jalan dari Siak menuju Pekanbaru	40
Tabel 5.3	Nilai lalu lintas harian rata-rata tahun 2018	41
Tabel 5.4	Nilai lalu lintas rata - rata tahun 2013	42
Tabel 5.5	CBR rata - rata	43
Tabel 5.6	Nilai kerusakan jalan arah Pekanbaru menuju Siak	44
Tabel 5.7	Nilai kerusakan jalan arah Siak menuju Pekanbaru	45
Tabel 5.8	Perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan beban	47
Tabel 5.9	Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana	48
Tabel 5.10	Perhitungan repitisi sumbu rencana	48
Tabel 5.11	Tegangan ekuivalen dan faktor erosi	50
Tabel 5.12	Analisis fatik dan analisis erosi	52
Tabel 5.13	Hasil perhitungan ESA dan CESA	53
Tabel 5.14	Faktor distribusi lajur	54

Tabel 5.15	Klasifikasi kendaraan dan nilai VDF standar	54
Tabel 5.16	Perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya	55
Tabel 5.17	Perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas berat	56
Tabel 5.18	Perhitungan repetisi sumbu rencana	56
Tabel 5.19	Analisa fatik dan analisa erosi	57
Tabel 5.20	Perbandingan tebal perkerasan kaku	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kerusakan pada ruas jalan Pekanbaru - Siak	2
Gambar 2.1	Struktur perkerasan kaku	4
Gambar 2.2	Struktur perkerasan komposit	5
Gambar 2.3	Struktur perkerasan lentur	5
Gambar 3.1	Perkerasan kaku tanpa tulangan dengan sambungan	8
Gambar 3.2	Perkerasan kaku bertulang dengan sambungan	8
Gambar 3.3	Perkerasan kaku tanpa sambungan	9
Gambar 3.4	Perkerasan kaku <i>prestressed</i>	9
Gambar 3.5	Perkerasan kaku bertulang fiber	10
Gambar 3.6	Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan kaku	21
Gambar 3.7	CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah	22
Gambar 3.8	Sistem perencanaan perkerasan kaku	29
Gambar 4.1	Peta lokasi penelitian	34
Gambar 4.2	Bagan alir penelitian	37
Gambar 5.1	Struktur perkerasan eksisting	46
Gambar 5.2	Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan kaku	49
Gambar 5.3	CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah	49
Gambar 5.4	Analisa fatik dan beban repitisi ijin berdasarkan rasio tegangan dengan / tanpa bahu beton	50
Gambar 5.5	Analisa erosi dan jumlah repitisi beban ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton	52
Gambar 5.6	Struktur perkerasan setelah dievaluasi dengan PdT-14-2003	53
Gambar 5.7	Struktur perkerasan setelah dievaluasi dengan Bina Marga 2013	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Denah Kerusakan Jalan Pekanbaru - Siak Arah dari Pekanbaru ke Siak	64
Lampiran 2.	Denah Kerusakan Jalan Pekanbaru - Siak Arah dari Siak ke Pekanbaru	65
Lampiran 3.	Kerusakan Jalan Pekanbaru - Siak	66

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AASHTO	= <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
BM	= Bina Marga
BP	= Bahan Pengikat
C	= Koefisien Distribusi
CBK/LMC	= Campuran Beton Kuru
CBR	= <i>California Bearing Ratio</i>
CESA	= <i>Cumulative Equivalent Single Axle Load</i>
cm	= Centi Meter
DCP	= <i>Dynamic Cone Penetrometer</i>
DL	= Distribusi Lajur
DPU	= Dinas Pekerjaan Umum
ESA	= <i>Equivalent Standard Axle</i>
Fcf	= Kuat Tarik Lentur
FE	= Faktor Erosi
Fkb	= Faktor Keamanan Beban
FRT	= Faktor Rasio Tegangan
i	= Laju Pertumbuhan Lalu Lintas per Tahun
JSKN	= Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga
JSKNH	= Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian
k	= Modulus Reaksi Tanah Dasar
Km	= Kilo Meter
LHR	= Lalu Lintas Harian Rerata
LHRT	= Lalu Lintas Harian Rerata Tahunan
m	= Meter
mm	= Milimeter
n	= Jumlah Umur
Nj	= Nilai jenis kerusakan
Np	= Nilai persentase kerusakan

Nq	= Nilai jumlah kerusakan jalan
R	= Pertumbuhan Lalu Lintas
RAB	= Rencana Anggaran Biaya
SG1	= Subgrade dengan CBR 1 %
SG2	= Subgrade dengan CBR 2,5 %
SG3	= Subgrade dengan CBR 3 %
SG4	= Subgrade dengan CBR 4 %
SG5	= Subgrade dengan CBR 5 %
SG6	= Subgrade dengan CBR 6 %
SMP	= Satuan mobil penumpang
SNI	= Standar Nasional Indonesia
STdRG	= Sumbu Tandem Roda Ganda
STrRG	= Sumbu Tridem Roda Ganda
STRG	= Sumbu Tunggal Roda Ganda
STRT	= Sumbu Tunggal Roda Tunggal
TE	= Tegangan ekivalen
UP	= Urutan Prioritas
UR	= Umur Rencana
Urm	= Waktu Tertentu dalam Tahun
VDF	= <i>Vehicle Damage Faktor</i>

ABSTRAK

Ruas Jalan Pekanbaru-Siak Km 12 - 14 merupakan salah satu akses jalan yang sering dilewati kendaraan kecil hingga besar, namun kondisi jalan sudah mengalami kerusakan meskipun masih terhitung baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis kerusakan dan menilai kondisi perkerasan jalan guna mengetahui pemeliharaan kerusakan yang tepat pada ruas Jalan Pekanbaru-Siak km 12 – 14, mengevaluasi kebutuhan tebal perkerasan eksisting yang tepat untuk jalan tersebut, dan mengetahui apakah penyimpangan tebal perkerasan sebagai faktor penyebab kerusakan pada jalan.

Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data primer berupa panjang dan lebar jalan, jenis kerusakan, dan LHR 2018. Data sekunder didapat dari instansi terkait. Selanjutnya data yang sudah terkumpul kemudian ditentukan kondisi kerusakan dan jenis pemeliharaan jalan berdasarkan metode Bina Marga 1992 dan mengevaluasi tebal perkerasan yang tepat menggunakan metode PD T-14-2003 dan metode Bina Marga 2013.

Hasil penelitian menunjukkan jenis-jenis kerusakan yang terdapat pada ruas jalan Pekanbaru-Siak km 12 - 14 adalah retak, lubang, tambalan, pelepasan permukaan. Berdasarkan analisis dengan metode Pd T-14-2003 dan metode Bina Marga 2013, tebal perkerasan yang tepat untuk ruas jalan Pekanbaru-Siak Km 12 - 14 adalah 290 mm, namun yang digunakan di lapangan adalah 270 mm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tebal perkerasan eksisting yang digunakan tidak tepat dan menjadi salah satu faktor penyebab kerusakan lebih dini.

Kata Kunci : Kerusakan Jalan, Tebal Perkerasan, *Rigid Pavement*, Bina Marga 2013, Pd T-14-2003

ABSTRACT

Pekanbaru-Siak Highway km 12-14 is one of the access roads that often passed by either light or heavy vehicles, however the road has been damaged even it still new. This study aims to identify the type of damage and asses the condition of the road to determine the proper maintenance of damage, evaluate the existing thickness, and find out whether thick pavement storage is factor causing damage to Pekanbaru-Siak Highway km 12-14.

The study was conducted by collecting primary data in the form of road length and width, type of damage, and daily trafic in 2018. Secondary data obtained from relevant agencies. Furthermore, the data that has been collected and the determination of the type of road maintenance based on the method of Highways in 1992 and evaluate the pavement thickness by using the Pd T-14-2003 method and the Bina Marga method.

The results of the study show that the type of damage found on the Pekanbaru – Siak km 12 – 14 road segment are cracks, desintegration, holes and patch. Based on the analysis with the Pd T-14-2003 method and the Bina Marga 2013 method. The correct pavement thickness for Pekanbaru-Siak Highway km 12-14 should be 290 mm, but in the field use 270 mm. so it can be cocluded that is not correct and become one of the factors causing damage earlier.

Keywords : *Road Damaged, Pavement Thickness, Rigid Pavement, Bina Marga 2013, Pd T-14-2003*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang memegang peranan sangat penting dalam sektor perhubungan terutama untuk kesinambungan distribusi barang dan jasa. Kondisi jalan yang baik akan memudahkan mobilitas penduduk dan barang dalam mengadakan hubungan perekonomian dan kegiatan sosial lainnya. Infrastruktur jalan harus direncanakan, dikembangkan dengan baik untuk menjamin tidak adanya hambatan dalam pengangkutan barang dan orang yang pada akhirnya mengarah pada pertumbuhan ekonomi bagi masyarakat.

Pertumbuhan prasarana transportasi yang ada pada umumnya tidak dapat mengikuti laju pertumbuhan kendaraan sehingga mengakibatkan volume lalu lintas bertambah. Kenaikan beban pada kendaraan yang melintasi permukaan jalan, pembebanan kendaraan yang berulang juga menimbulkan kerusakan jalan. Oleh karena itu, semestinya dalam perencanaan jalan hendaknya direncanakan dengan benar agar jalan tersebut menghasilkan jalan yang kuat dan tahan terhadap peningkatan volume lalu lintas dan iklim selama masih dalam umur rencana dengan tetap melakukan pemeliharaan perkerasan jalan baik rutin maupun berkala.

Di Indonesia konstruksi perkerasan jalan pada umumnya menggunakan perkerasan jalan lentur dan perkerasan jalan kaku (*rigid pavement*). Ruas Jalan Raya Pekanbaru – Siak dibangun dengan konstruksi jalan kaku. Ruas jalan ini merupakan salah satu akses jalan menuju lintas timur Sumatera yang sering dilewati kendaraan kecil hingga besar seperti truk angkutan kayu sebagai bahan baku bubur kertas, truk angkutan minyak kelapa sawit, angkutan niaga, dan bus antar kota antar provinsi. Jalan ini sangat vital bagi kelancaran lalu lintas dan ekonomi bagi kota Pekanbaru dan Siak dalam meningkatkan potensi ekonomi dan perkembangan pada wilayah tersebut. Jalan Raya Pekanbaru – Siak dikategorikan sebagai jalan Provinsi kelas III A (Keputusan Menteri PU Republik Indonesia, 2012).

Kondisi jalan raya Pekanbaru – Siak saat ini telah mengalami kerusakan meskipun masih terhitung baru (4 tahun) masa pelayanan. Jalan tersebut belum pernah dilakukan *overlay* hanya dilakukan penambalan dengan aspal pada titik-titik kerusakan. Oleh karena itu, perlu untuk melakukan **Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Pada Ruas Jalan Pekanbaru – Siak Dengan metode Binamarga 2013**, sebagai pembandingan untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan karena kesalahan disain tebal perkerasan atau tidak. Kondisi jalan saat ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerusakan pada Ruas Jalan Pekanbaru - Siak

1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi kerusakan pada ruas jalan Pekanbaru – Siak?
2. Berapa tebal perkerasan yang sesuai dengan metode Pd T-14-2003 dan Bina Marga 2013?
3. Apakah terjadi penyimpangan tebal perkerasan pada jalan Pekanbaru - Siak ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi jenis kerusakan dan tingkat kerusakan pada perkerasan kaku pada jalan pekanbaru – siak dengan metode Bina Marga 1992.
2. Melakukan evaluasi tebal perkerasan yang sesuai Pd T-14-2003 dan Bina Marga 2013.

3. Mengetahui apakah ada penyimpangan tebal perkerasan sebagai faktor penyebab kerusakan pada jalan Pekanbaru-Siak km 12-14.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut ini.

1. Untuk pemerintah daerah, evaluasi ini dapat mengetahui kerusakan dan kelayakan jalan sehingga pemerintah dapat mengambil langkah selanjutnya agar jalan tersebut tetap dalam pelayanan yang baik.
2. Untuk pembaca, sebagai referensi dalam perencanaan jalan.
3. Untuk masyarakat, mengetahui kerusakan yang berada di daerahnya.

1.5 Batasan Penelitian

Terlebih dahulu dibuat batasan-batasan penelitian agar penelitian ini tetap sesuai dengan tujuannya dan tidak meluas, seperti berikut ini.

1. Ruas jalan yang ditinjau yaitu perkerasan kaku sepanjang 2 Km (km 12 sampai km 14) yang berada di ruas Jalan Raya Pekanbaru-Siak.
2. Penulis hanya membahas evaluasi pada perkerasan kaku (*rigid pavement*).
3. Metode yang digunakan adalah manual desain perkerasan kaku nomor 02/M/BM/2013 dan perencanaan jalan beton semen nomor Pd T-14-2003.
4. Data yang digunakan didapat melalui survei visual berupa data primer seperti mengamati kondisi jalan dan data sekunder, yang meliputi: CBR tanah dasar dari DPU, kondisi perkerasan, data tanah dasar, analisis tanah dasar, analisis tingkat pertumbuhan, data LHR, dan data topografi.
5. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).
6. Untuk survei jalan akan dilakukan setiap 100 m.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

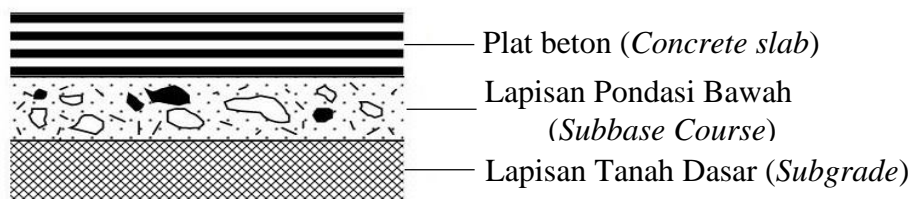
2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas tanah dasar (*subgrade*) yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas. Jenis konstruksi perkerasan pada umumnya ada dua jenis, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Selain dua jenis tersebut, sekarang telah banyak digunakan perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perpaduan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku (Sukirman,1992).

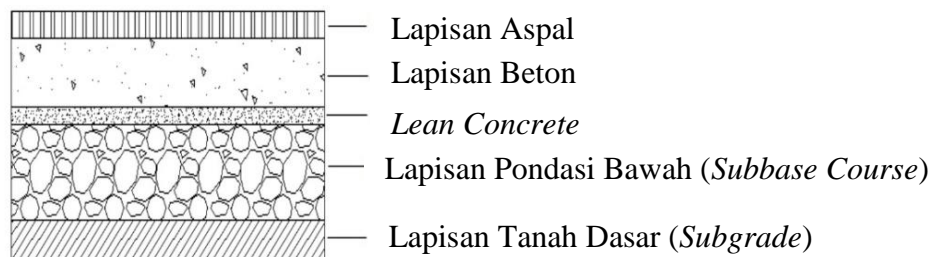
Menurut Hardiyatmo (2007), berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan sebagai berikut.

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan pelat beton tanpa atau dengan tulangan sebagai bahan pada lapis atas, yang berada di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu gabungan antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur.
4. Konstruksi perkerasan lentur dengan aspal diatas pelat beton maupun sebaliknya.

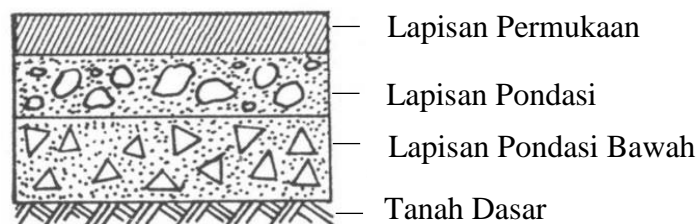
Perbedaan struktur lapisan antara perkerasan kaku, perkerasan komposit, dan perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, dan Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Kaku
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983)



Gambar 2.2 Struktur Perkerasan Komposit
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga 1983)



Gambar 2.3 Struktur Perkerasan Lentur
(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1983)

2.2 Penelitian Terdahulu

Dibawah ini merupakan penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai acuan oleh penulis.

Putri (2015) melakukan penelitian Perhitungan Tebal Perkerasan dan Metode Pelaksanaan Perkerasan Kaku Pada Pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan untuk mendiskripsikan tahapan-tahapan dalam pekerjaan di lapangan dan menghitung tebal lapis perkerasan kaku. Tahapan pelaksanaan perkerasan kaku secara garis besar, yaitu : persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan lapis pondasi bawah, pekerjaan pembetonan pelat perkerasan kaku, perawatan dan pemeliharaan beton, dan pekerjaan/pembersihan tahap akhir. Perencanaan perkerasan kaku pada proyek pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan seksi A1 : Gempol – Bangil STA 0+000 s/d 6+800 menggunakan pelat beton K-375 tebal pelat 31 cm dengan pertimbangan *crack* yang dihasilkan relatif sedikit.

Rif'an dkk (2016) melakukan penelitian Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) pada Ruas Jalan Tol Karanganyar - solo untuk menganalisa tebal lapis perkerasan kaku dan membandingkan hasil perhitungan tebal perkerasan kaku antara Bina Marga 2002 dan Metode AASTHO 1993. Berdasarkan Bina Marga 2002, Struktur perkerasan kaku menggunakan tebal perkerasan 30 cm sesuai

dengan metode Bina Marga 2002. Pondasi bawah menggunakan lapis pondasi agregat kelas A dengan tebal 15 cm. Sedangkan berdasarkan metode AASHTO didapat hasil tebal plat beton 28 cm menggunakan lapis pondasi LMC 10 cm dan lapis agregat 15 cm. Dari perbandingan kedua metode tersebut, terdapat selisih hasil perhitungan sebesar 1,5 cm diantara dua metode tersebut karena metode yang digunakan berbeda serta semakin bertambahnya volume lalu lintas setiap tahun selama masa tertundanya pembangunan proyek.

Putri (2017) melakukan penelitian Metode Pelaksanaan dan Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Berdasarkan Bina Marga 2013 pada Proyek Pembangunan *Underpass* Mampang-Kuningan. Tujuan penelitian ini untuk membandingkan hasil perhitungan tebal perkerasan yang diterapkan di lapangan dengan hasil perhitungan menggunakan metode Bina Marga 2013 dengan hasil penelitian sebagai berikut.

- a. Tebal perkerasan yang diterapkan di lapangan 25 cm, jarak sambungan memanjang 3,5 m dengan batang pengikat diameter 16 mm. Jarak antar batang 75 cm dengan panjang 70 cm. Jarak sambungan melintang 15 m dengan ruji 32 mm. Tulangan memanjang dan tulangan melintang yang digunakan M6-150.
- b. Tebal perkerasan Jalan dihitung menggunakan metode Bina Marga 2013 adalah 25 cm, jarak sambungan memanjang 3,5 m dengan batang pengikat berdiameter 16 mm, jarak antar batang 75 cm dengan panjang batang 70 cm. Jarak sambungan melintang 15 m dilengkapi ruji 32 mm. Tulangan memanjang dan tulangan melintang yang digunakan M6-150.
- c. Hasil perhitungan kedua metode tersebut tidak terdapat perbedaan.

2.3. Perbedaan Penelitian Saat Ini dengan Penelitian Terdahulu

Perbedaan dengan penelitian yang diajukan penulis dengan penelitian terdahulu adalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian ini berada di ruas jalan Raya Pekanbaru–Siak Provinsi Riau.
2. Penulis membahas tentang evaluasi tebal perkerasan dan kerusakan menggunakan metode manual desain perkerasan kaku nomor 02/M/BM/2013 dan perencanaan jalan beton semen nomor Pd T-14-2003.

Adapun hasil penelitian terdahulu disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang

Penulis	Judul	Metode	Hasil
Putri (2015)	Perhitungan Tebal Perkerasan dan Metode Pelaksanaan Perkerasan Kaku Pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan	Bina Marga	Tahapan pelaksanaan perkerasan kaku, yaitu : persiapan, pekerjaan tanah, pekerjaan lapis pondasi bawah, pekerjaan pembetonan pelat perkerasan kaku, perawatan dan pemeliharaan beton, dan pekerjaan/pembersihan tahap akhir. Perencanaan perkerasan kaku pada proyek pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan seksi A1 : Gempol – Bangil STA 0+000 s/d 6+800 menggunakan pelat beton K-375 tebal pelat 31 cm pertimbangan <i>crack</i> yang dihasilkan relatif sedikit dan faktor kenyamanan pengguna jalan tol.
Rif'an dkk (2016)	Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Ruas Jalan Tol Karanganyar - solo	Bina Marga 2002 dan AASTH O 1993	Struktur perkerasan kaku menggunakan tebal perkerasan 30 cm dengan metode Manual desain Perkerasan Jalan 2013. Pondasi bawah menggunakan lapis pondasi agregat kelas A dengan tebal 15 cm. Berdasarkan metode AASHTO didapat hasil tebal plat beton 28 cm menggunakan lapis pondasi LMC 10 cm dan lapis agregat 15 cm. Perbedaan ini terjadi karena metode yang digunakan berbeda serta semakin bertambahnya volume lalu lintas setiap tahun selama masa tertundanya pembangunan proyek
Putri (2017)	Metode Pelaksanaan dan Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Berdasarkan Bina Marga 2013 Proyek Pembangunan <i>Underpass</i> Mampang - Kuningan	Bina Marga 2013	Tebal perkerasan pekerjaan jalan yang diterapkan di lapangan 25 cm, jarak sambungan memanjang 3,5 m dilengkapi dengan batang pengikat diameter 16 mm, jarak antara batang 75 cm, panjang batang 70 cm, jarak sambungan melintang 15 m dilengkapi ruji 32 mm serta tulangan memanjang M6-150, tulangan melintang M6-150. Tebal perkerasan pekerjaan jalan yang dihitung menggunakan metode Bina Marga 2013 berdasarkan data yang ada adalah 25 cm, jarak sambungan memanjang 3,5 m dilengkapi dengan batang pengikat diameter 16 mm, jarak antara batang 75 cm, panjang batang 70 cm, jarak sambungan melintang 15 m dilengkapi ruji 32 mm, tulangan memanjang M6-150 dan tulangan melintang M6-150. Kesimpulannya tidak ada perbedaan antara keduanya
Penulis	Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Ruas Jalan Pekanbaru – Siak di Provinsi Riau dengan Metode Bina Marga 2013	Bina Marga 2013	Terdapat beberapa kerusakan dan termasuk kategori ringan yang disebabkan kesalahan pemasangan tebal perkerasan yang seharusnya 290 mm, namun tebal perkerasan di lapangan adalah 270 mm. Faktor lain penyebab kerusakan jalan adalah beban yang <i>overload</i> .

Sumber: Putri (2015), Rif'an (2016), Putri (2017)

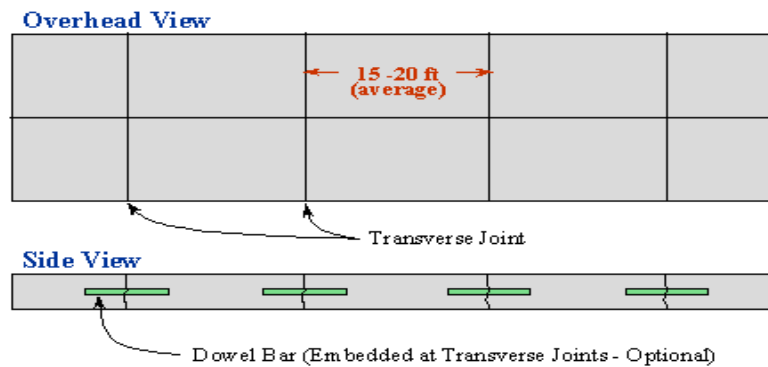
BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Macam-Macam Perkerasan Kaku

Aly (2000) menyebutkan 5 jenis perkerasan kaku sebagai berikut.

1. Perkerasan kaku tanpa tulangan dengan sambungan.

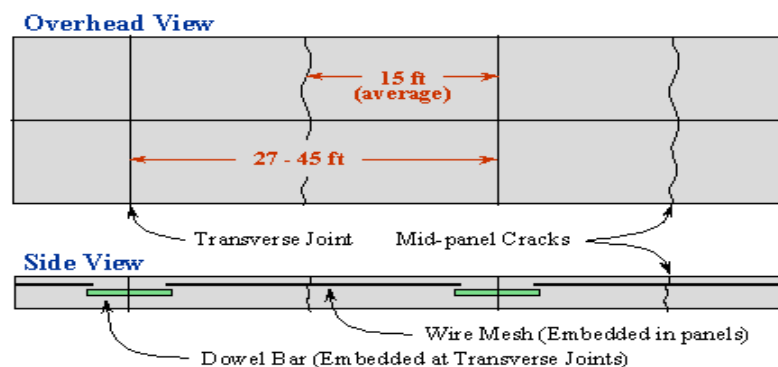
Perkerasan kaku tanpa tulangan dengan sambungan dapat mengontrol retakan karena memiliki *joint* yang cukup untuk menahan retakan. Perkerasan kaku tanpa tulangan dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Perkerasan Kaku Tanpa Tulangan dengan Sambungan
(Sumber: Ferrbee, 2012)

2. Perkerasan kaku bertulang dengan sambungan.

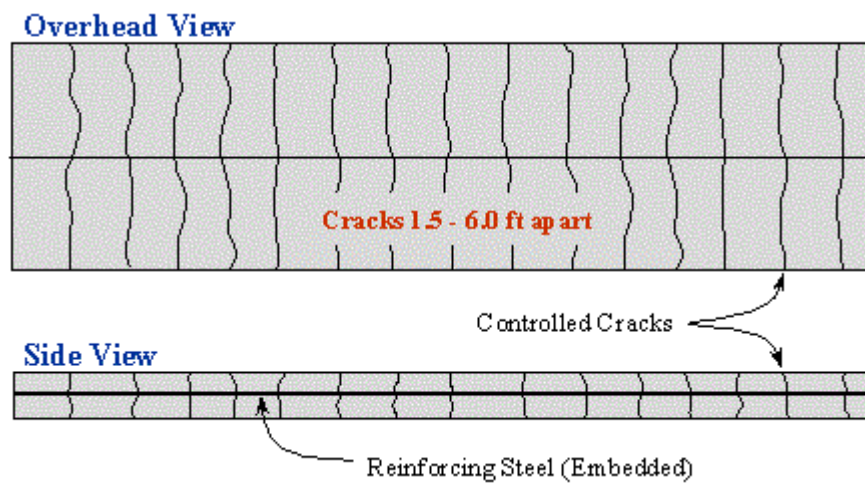
Pada perkerasan kaku bertulang dengan sambungan mengandung tulangan baja. Jarak antar *joint* dan tulangan diperlebar untuk menahan retakan. Perkerasan kaku tanpa tulangan dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Perkerasan Kaku Bertulang dengan Sambungan
(Sumber: Ferrbee, 2012)

3. Perkerasan kaku bertulang tanpa sambungan.

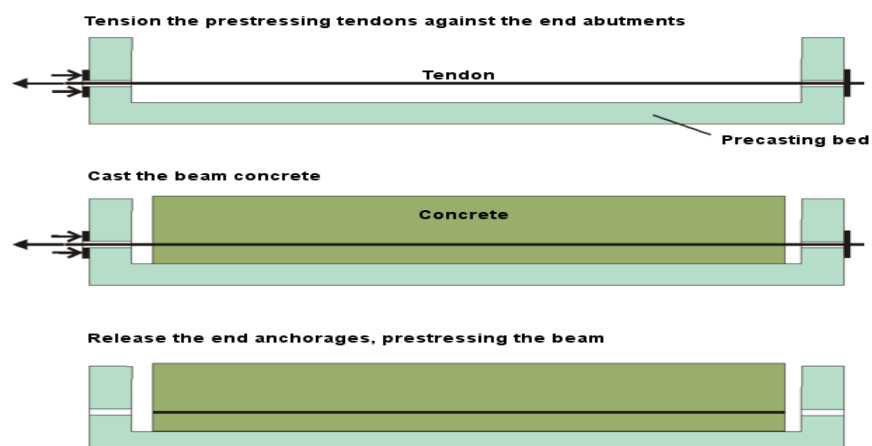
Perkerasan kaku bertulang tanpa sambungan tidak memerlukan sambungan melintang. Perkerasan ini dirancang dengan baja tulangan yang jaraknya telah ditentukan dengan tepat antar setiap celah retakan untuk menahan retakan. Perkerasan kaku bertulang tanpa sambungan dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3 Perkerasan Kaku Tanpa Sambungan
(Sumber: Ferrbee, 2012)

4. Perkerasan kaku *prestressed*.

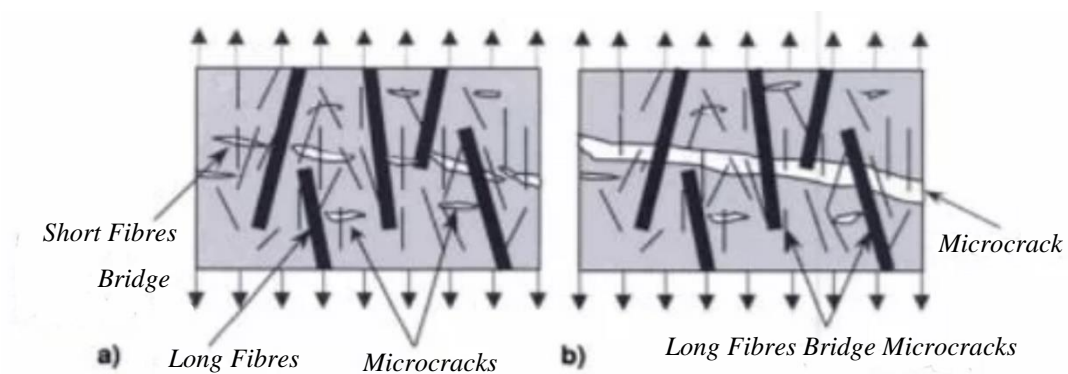
Perkerasan kaku *prestressed* memiliki sambungan yang dipasang pada antara dua jalur lalu lintas untuk mencegah retakan. Perkerasan kaku *prestressed* dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini.



Gambar 3.4 Perkerasan Kaku *Prestressed*
(Sumber: Rasmussen, 2008)

5. Perkerasan kaku bertulang fiber.

Perkerasan kaku bertulang fiber memiliki serat yang digunakan untuk mengisi celah-celah retakan, sehingga retakan tidak terjadi pengembangan. Perkerasan kaku bertulang fiber dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut ini.



Gambar 3.5 Perkerasan Kaku Bertulang Fiber

(Sumber: *The Constructor*, 2017)

3.2 Jenis Kerusakan Perkerasan Kaku dan Faktor Penyebabnya

Tipe kerusakan yang umum terjadi pada perkerasan kaku dapat dikelompokkan dalam beberapa tipe kerusakan yang sejenis berdasarkan model kerusakan. Identifikasi masing-masing tipe kerusakan yaitu : deformasi, retak, kerusakan pengisi sambungan, gompal, kerusakan bagian tepi slab, kerusakan tekstur permukaan, lubang, dan lain lain yang akan dijelaskan sebagai berikut (Suryawan, 1993).

3.2.1 Deformasi

Deformasi adalah perubahan permukaan jalan dari profil aslinya yang dapat mempengaruhi kualitas kenyamanan lalu lintas. Berikut ini tipe deformasi perkerasan kaku.

1. Amblas (*depression*)

Amblas adalah penurunan permanen permukaan slab dan umumnya terletak disepanjang retakan atau sambungan. Kerusakan ini dapat menimbulkan terjadinya genangan air dan seterusnya masuk melalui sambungan atau retakan. Kedalaman amblas yang dipandang kritis adalah lebih dari 25 mm. Faktor penyebab kerusakan ini karena pemadatan pada lapis pondasi yang

kurang baik, penurunan tanah dasar yang tidak sama, daya dukung tanah dasar yang kurang baik, atau karena hilangnya butiran halus pada lapis pondasi atau akibat *pumping*. Faktor-faktor tersebut dapat mengakibatkan meluasnya daerah atau slab yang mengalami amblas dan berkurangnya kenyamanan dan keselamatan berkendara. Cara penanganan yang disarankan yaitu: jika kedalaman amblas > 25 mm, maka ditangani dengan penambalan dan jika kedalaman amblas < 25 mm, maka ditanganin dengan lapis perata.

2. Patahan (*faulting*)

Patahan adalah perbedaan elevasi antara slab akibat penurunan pada sambungan atau retakan. Patahan terjadi karena kurangnya daya dukung pondasi bawah atau tanah dasar, melengkungnya slab akibat perubahan temperatur dan kelembapan, terjadinya *pumping* atau *rocking*, perubahan volume pada tanah dasar. Faktor-faktor tersebut dapat mengakibatkan meluasnya area patahan dan slab yang mengalami patahan, terjadinya gompal, serta berkurangnya kenyamanan dan keselamatan berkendara. Saran penanganan yang bisa dilakukan yaitu : untuk perbedaan elevasi antar slab < 25 mm, solusinya dengan memberi lapis rata dan pengisian celah retak dan untuk perbedaan elevasi antar slab > 25 mm, solusinya dengan penambalan.

3. Pemompaan (*pumping*)

Pemompaan adalah fenomena, dimana air atau lumpur keluar (terpompa) melalau sambungan atau retakan yang ditimbulkan oleh defleksi slab akibat lalu lintas. Pemompaan dapat mengurangi daya dukung lapis pondasi karena timbulnya rongga dibawah slab (pada lapis pondasi) dan umumnya tidak dapat diamati secara visual, kecuali setelah turun hujan. Pemompaan disebabkan oleh kadar air yang berlebihan pada tanah dasar atau akibat infiltrasi air melalui celah sambungan atau retakan. Akibatnya terjadi *rocking* dan retak, meluasnya area atau slab yang mengalami *pumping*, dan berkurangnya kenyamanan dan keselamatan berkendara. Saran penanganan berupa penutupan celah sambungan dan Penyuntikan bahan pengisi/semen.

4. *Rocking*

Rocking adalah fenomena, dimana pergerakan vertikal pada sambungan atau retakan yang disebabkan oleh lalu lintas. Keberadaan *rocking* tidak dapat diamati secara visual, akan tetapi dapat dirasakan bila kendaraan melintas diatas slab yang mengalami *rocking*. *Rocking* terjadi karena pemompaan (*pumping*), kurangnya daya dukung tanah dasar, atau perbedaan daya dukung pada tanah dasar. Faktor-faktor tersebut dapat mengakibatkan retak yang akan diikuti patahan (*faulting*) permanen, meluasnya area slab yang mengalami *rocking*, dan berkurangnya kenyamanan dan keselamatan berkendara. Solusi yang bisa dilakukan yaitu : pengisian celah retak (*crack filling*) dan penutupan celah sambungan (*joint sealing*), serta menyuntikan bahan pengisi/semen (*grouting*).

3.2.2 Retak (*crack*)

Berikut adalah tipe-tipe retak yang umum terjadi pada perkerasan kaku :

1. Retak Blok (*Block Crack*)

Retak blok adalah retak saling berhubungan yang membentuk rangkaian blok berbentuk segiempat dan umumnya ukuran blok lebih besar dari 1 m. Pola retak blok berkembang dari retak tunggal atau berbentuk terbuka menjadi retak saling berhubungan sehingga membentuk jaringan tertutup. Retak blok disebabkan karena ketebalan slab yang tidak cukup, kehilangan daya dukung dari pondasi atau tanah dasar, atau terjadinya penurunan pada tanah dasar. Akibatnya adalah terjadinya patahan, meluasnya area slab yang mengalami retak, dan berkurangnya kenyamanan dan keselamatan berkendara. Saran penanganan yang bisa dilakukan untuk retak blok dengan lebar retak < 5 mm, penanganannya dengan mengisi aspal celah retaknya dan untuk retak blok dengan lebar retak ≥ 5 mm, penanganannya dengan rekonstruksi satu slab.

2. Retak Sudut (*Corner Crack*)

Retak sudut adalah retak yang memotong secara diagonal dari tepi atau sambungan memanjang ke sambungan melintang. Retak sudut disebabkan oleh ketebalan slab yang tidak cukup atau kehilangan daya dukung dari

pondasi atau tanah dasar. Akibatnya terjadinya patahan atau gompal, meluasnya area dan slab yang mengalami retak, berkurangnya kenyamanan dan keselamatan berkendara. Jika mengalami retak sudut tanpa terjadi pecah, solusinya dengan pengisian celah retak. Namun jika yang terjadi retak sudut dengan disertai pecah, solusinya dengan rekonstruksi parsial.

3. Retak Diagonal (*Diagonal Crack*)

Retak diagonal adalah retak yang tidak berhubungan dan garis retaknya memotong slab. Penyebab retak diagonal karena terjadinya penurunan badan jalan, tebal slab yang tidak cukup, terjadi penyusutan dini selama perawatan, atau terjadinya *rocking*. Akibatnya akan terjadi patahan atau gompal, meluasnya area slab yang mengalami retak, dan berkurangnya kenyamanan dan keselamatan berkendara. Untuk retak blok dengan lebar retak < 5 mm, penanganannya dengan mengisi aspal celah retaknya dan untuk retak blok dengan lebar retak ≥ 5 mm, penanganannya dengan rekonstruksi parsial.

4. Retak Memanjang (*Longitudinal Crack*)

Retak memanjang adalah retak yang tidak berhubungan dan merambat ke arah memanjang slab, dimulai sebagai retak tunggal atau serangkaian retak yang mendekati sejajar. Retak memanjang disebabkan oleh perbedaan penurunan pada tanah dasar, sambungan memanjang terlalu dangkal, atau slab yang tidak cukup tebal. Akibatnya akan terjadi patahan atau gompal, meluasnya area slab yang mengalami retak, dan berkurangnya kenyamanan dan keselamatan berkendara. Untuk retak blok dengan lebar retak < 5 mm, penanganannya dengan mengisi aspal celah retaknya dan untuk retak blok dengan lebar retak ≥ 5 mm, penanganannya dengan rekonstruksi parsial.

5. Retak Tidak Beraturan (*Meandering Crack*)

Retak tidak beraturan adalah retak yang tidak berhubungan, polanya tidak beraturan dan umumnya merupakan retak tunggal. Retak ini disebabkan oleh terjadinya *pumping* dan *rocking*, tebal slab yang tidak cukup atau terlambat memotong sambungan, terjadinya ambles, atau penyusutan dini akibat terlambatnya perawatan. Akibatnya akan terjadi patahan atau gompal, meluasnya area slab yang mengalami retak, dan berkurangnya kenyamanan

dan keselamatan berkendara. Untuk retak blok dengan lebar retak < 5 mm, penanganannya dengan mengisi aspal celah retaknya dan untuk retak blok dengan lebar retak ≥ 5 mm, penanganannya dengan rekonstruksi parsial.

6. Retak Melintang (*Transverse Crack*)

Retak melintang adalah retak yang tidak berhubungan dan retaknya merambat ke arah melintang slab. Retak ini disebabkan oleh tebal slab yang tidak cukup dan penggergajian sambungan yang terlambat, atau terjadinya *pumping* dan *rocking*. Akibatnya akan terjadi patahan atau gompal, meluasnya area slab yang mengalami retak, dan berkurangnya kenyamanan dan keselamatan berkendara. Untuk retak blok dengan lebar retak < 5 mm, penanganannya dengan mengisi aspal celah retaknya dan untuk retak blok dengan lebar retak ≥ 5 mm, penanganannya dengan rekonstruksi parsial.

3.2.3 Kerusakan Pengisi Sambungan

Cara pembuatan pengisi sambungan secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua jenis berdasarkan bahan pengisinya, yaitu : bahan pengisi yang dibuat di lapangan, yang dituangkan ke dalam sambungan. Umumnya, jenis ini adalah aspal karet yang dituangkan secara panas, jenis lainnya adalah elastomer, dan jenis yang kedua adalah bahan pengisi yang dibuat dipabrik, yang disisipkan atau dimasukkan ke dalam sambungan yang telah dibuat sebelumnya. Kerusakan ini disebabkan karena pengausan dan pelapukan bahan pengisi, kualitas bahan pengisi yang rendah, kurangnya kelekatan bahan pengisi terhadap dinding sambungan, atau terlalu banyak atau tidak cukup bahan pengisi di dalam sambungan. Akibat yang akan terjadi yaitu: terjadinya *pumping* dan *rocking*, meningkatkan ke bisingan, berkurangnya kenyamanan dan keselamatan. berkendara. Solusi yang bisa dilakukan dengan penggantian bahan pengisi sambungan.

3.2.4 Gompal (*spalling*)

Gompal adalah pecah yang umumnya terjadi pada bagian tepi permukaan slab, sambungan, sudut, atau retakan. Kedalaman gompal bervariasi hingga lebih dari 50 mm. Gompal terjadi disebabkan oleh infiltrasi material yang tidak elastis ke dalam sambungan atau retakan, pelemahan pada tepi sambungan akibat pekerjaan

secara pedoman, korosi tulangan, kesalahan pemasangan *dowel*, atau mutu agregat campuran beton yang rendah. Akibat dari terjadinya gompal adalah meluasnya area slab yang mengalami gompal, mengurangi kenyamanan dan keselamatan berkendara, dapat menimbulkan kerusakan yang lebih parah. Solusi penanganan untuk kedalaman > 50 mm yaitu dengan melakukan penambalan, sedangkan untuk kedalaman < 50 mm, penanganannya dengan pelapisan ulang tipis.

3.2.5 Penurunan Bagian Tepi Perkerasan (*Edge Drop-Off*)

Penurunan ini terjadi pada bahu yang berdekatan dengan slab. Hal ini terjadi karena kesalahan pada saat pelaksanaan, kesalahan geometrik, drainase bahu yang kurang baik, material pada bahu yang tidak stabil. Akibat yang akan ditimbulkan berupa masuknya air ke bawah perkerasan dan akan memperparah kerusakan yang terjadi. Cara penanganan yang tepat untuk penurunan ≥ 15 mm, dengan melakukan pengisian celah sambungan/retak. Sedangkan untuk penurunan > 15 mm, caranya dengan melakukan perataan.

3.2.6 Lubang

Lubang adalah pelepasan mortar dan agregat pada bagian permukaan perkerasan yang membentuk cekungan dengan kedalaman lebih dari 15 mm dan tidak memperlihatkan pecahan-pecahan yang bersudut seperti pada gompal. Kedalamannya dapat berkembang dengan cepat jika adanya air. Terjadinya lubang disebabkan oleh retak setempat, penempatan *dowel* terlalu dekat dengan permukaan perkerasan, dan akibat dari kerusakan atau retakan yang tidak segera ditutup. Akibat yang akan terjadi berupa meluasnya ukuran lubang serta mengurangi kenyamanan serta membahayakan keselamatan berkendara. Cara menanganinya dengan melakukan penambalan.

3.3 Program Pemeliharaan Jalan dengan Metode Bina Marga 2013

3.3.1 Penilaian Kondisi Perkerasan

Survei kondisi permukaan jalan dilakukan dengan berjalan kaki sepanjang jalan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan survei adalah sebagai berikut:

1. Gompal (*Spoiling*).
2. Lubang-lubang (*Pot Holes*).
3. Tambalan (*Patching*).
4. Retak-retak (*Cracking*).
5. Agregat licin (*Polished Aggregate*)
6. Remek (*Punch-out*).

Dari berbagai jenis kerusakan jalan dapat dicari besar nilai kerusakannya. Nilai kerusakan (Nr) diperoleh dari jumlah keseluruhan dan nilai kerusakan per setiap jenis kerusakan (Nq). Penilaian kondisi permukaan pertama kali mencari nilai persentase kerusakan (Np). Untuk mencari nilai Np dengan Persamaan 3.1 berikut ini.

$$Np = (\text{Luas jalan rusak} / \text{Luas jalan keseluruhan}) \times 100 \% \quad (3.1)$$

Setelah persentase nilai didapatkan maka dapat digolongkan menurut Tabel 3.1 berikut ini menurut kategori dan nilainya.

Tabel 3.1 Nilai Persentase Kerusakan Jalan

Persentase	Kategori	Nilai
< 5 %	Sedikit Sekali	2
5 % - 20 %	Sedikit	3
21 % - 40 %	Sedang	5
> 40 %	Banyak	7

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1992)

Setelah Np diperoleh, untuk mencari nilai kerusakan (Nq) tinggal dikalikan dengan nilai jenis kerusakan (Nj). Untuk nilai Nj sendiri sudah ada ketentuan nilainya berdasarkan dengan jenis kerusakan yang ada, seperti pada Tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Nilai Jenis Kerusakan Jalan

Jenis Kerusakan	Nilai
Retak	5
Gompal	5,5
Lubang	6
Amblas	7
Belahan	7

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1992)

Jika nilai N_p dan nilai N_j sudah diketahui maka nilai tersebut dapat digunakan mencari nilai jumlah kerusakan jalan menggunakan Persamaan 3.2 berikut ini.

$$N_q = N_p \times N_j \quad (3.2)$$

Keterangan:

N_q = Nilai jumlah kerusakan jalan

N_p = Nilai persentase kerusakan jalan

N_j = Nilai jenis kerusakan jalan

Untuk kategori nilai N_q dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini .

Tabel 3.3 Kategori Nilai Jumlah Kerusakan

Jenis Kerusakan	Program Pemeliharaan			
	Sedikit Sekali	Sedikit	Sedang	Banyak
Retak	10	15	25	35
Gompal	11	16,5	27,5	38,5
Lubang	12	18	30	42
Amblas	13	21	35	49
belahan	14	21	35	49

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (1992)

Nilai – nilai jumlah kerusakan sudah diperoleh maka tinggal dijumlahkan semuanya masing – masing jenis kerusakan dan dapat di peroleh nilai kerusakan (N_r). Karena rumus mencari nilai N_r sendiri adalah Jumlah keseluruhan N_q .

3.4 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Berdasarkan Bina Marga 2013

3.4.1 Penentuan Segmen Tanah Dasar Seragam

Panjang rencana jalan harus dibagi dalam segmen – segmen yang seragam yang mewakili kondisi pondasi jalan yang sama memenuhi syarat berikut ini

1. Apabila data yang cukup valid tersedia, Persamaan 3.3 berikut dapat digunakan.

$$\text{CBR karakteristik} = \text{CBR rata2} - 1.3 \times \text{standar deviasi} \quad (3.3)$$

Data CBR dari segmen tersebut harus mempunyai koefisien variasi 25% - 30% (standar deviasi/nilai rata-rata).

2. Bila set data kurang dari 16 bacaan maka nilai wakil terkecil dapat digunakan sebagai nilai CBR dari segmen jalan. Nilai yang rendah yang tidak umum dapat menunjukkan daerah tersebut membutuhkan penanganan khusus, sehingga dapat dikeluarkan, dan penanganan yang sesuai harus disiapkan.

Tujuan utama perencanaan perkerasan jalan adalah untuk mendapatkan tebal perkerasan yang paling murah dengan komposisi ketebalan (menyangkut perilaku setiap bahan perkerasan terhadap setiap jenis pembebanan) yang memberikan pelayanan yang memadai untuk beban lalu lintas rencana.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Bina Marga 2013. Penelitian ini menganalisis struktur perkerasan kaku (perkerasan beton semen) untuk dibandingkan serta dianalisis lebih lanjut guna dipilih model desain perkerasan yang baik dan tepat untuk ruas jalan Pekanbaru-Siak.

Faktor-faktor yang menentukan dalam menetapkan lalu lintas rencana adalah jumlah gandar, distribusi beban, jumlah repitisi beban, tekanan angin ban, dan angka pertumbuhan lalu lintas pada periode waktu yang ditinjau.

3.4.2 Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yang sangat besar perannya terhadap pelayanan jalan adalah kadar air dan temperatur. Kadar air pada lapisan perkerasan sangat berpengaruh terhadap tingkat pelayanan perkerasan jalan. Kekuatan dan kekakuan material berbutir tanpa ikatan dan tanah dasar sangat tergantung pada besarnya kadar air. Faktor-faktor yang harus ditinjau pada tahap perencanaan sebagai berikut.

1. Pola curah hujan dan penguapan
2. Permeabilitas lapis permukaan

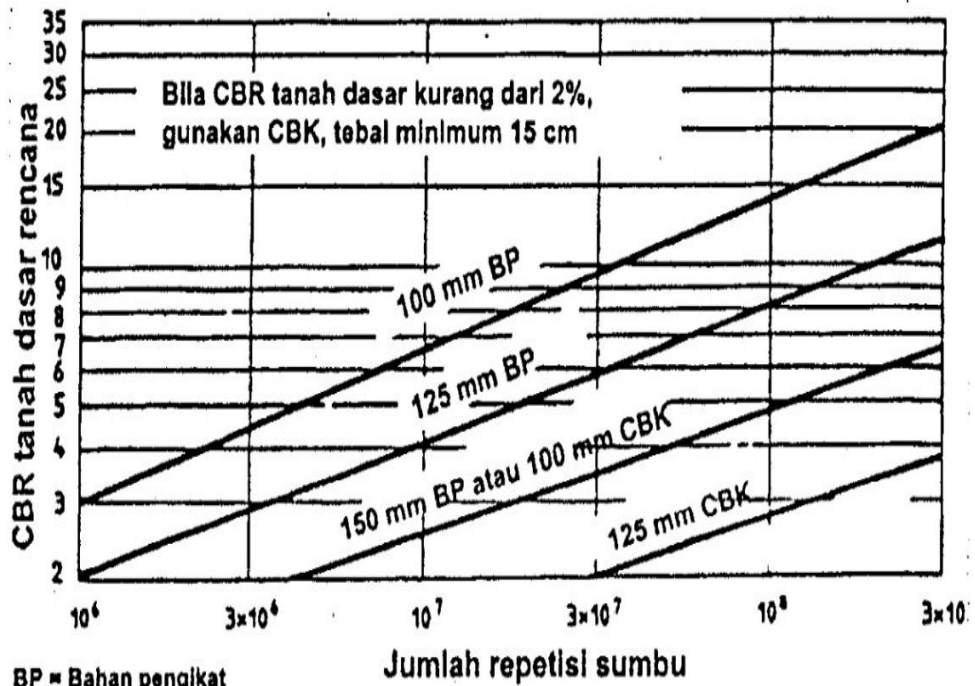
3. Kedalaman muka air tanah
 4. Permeabilitas relatif untuk setiap lapis perkerasan
 5. Rencana bahu, dengan atau tanpa lapis penutup
- Penyebab perubahan kadar air pada lapisan perkerasan sebagai berikut.
1. *Seepage* dari permukaan yang lebih tinggi
 2. Fluktuasi muka air tanah
 3. Peresapan air melalui lapis permukaan atau bahu
 4. Pergerakan air tanah akibat adanya perbedaan kadar air atau temperatur
 5. Permeabilitas relatif diantara setiap lapis perkerasan

3.4.3 Penilaian Tanah Dasar (*Subgrade*)

Daya dukung tanah dasar merupakan parameter yang sangat penting dalam menetapkan ketebalan konstruksi perkerasan, komposisi lapisan, dan perkiraan kinerjanya. Konsistensi daya dukung tanah dasar sangat ditentukan oleh kondisi pada saat pelaksanaan dan selama masa pelayanan, terutama kondisi drainasenya. Besaran daya dukung tanah tergantung dari jenis tanah, kepadatan, dan kadar airnya. Daya dukung tanah dasar umumnya diukur dengan CBR, parameter elastisitas, dan modulus reaksi tanah dasar (k).

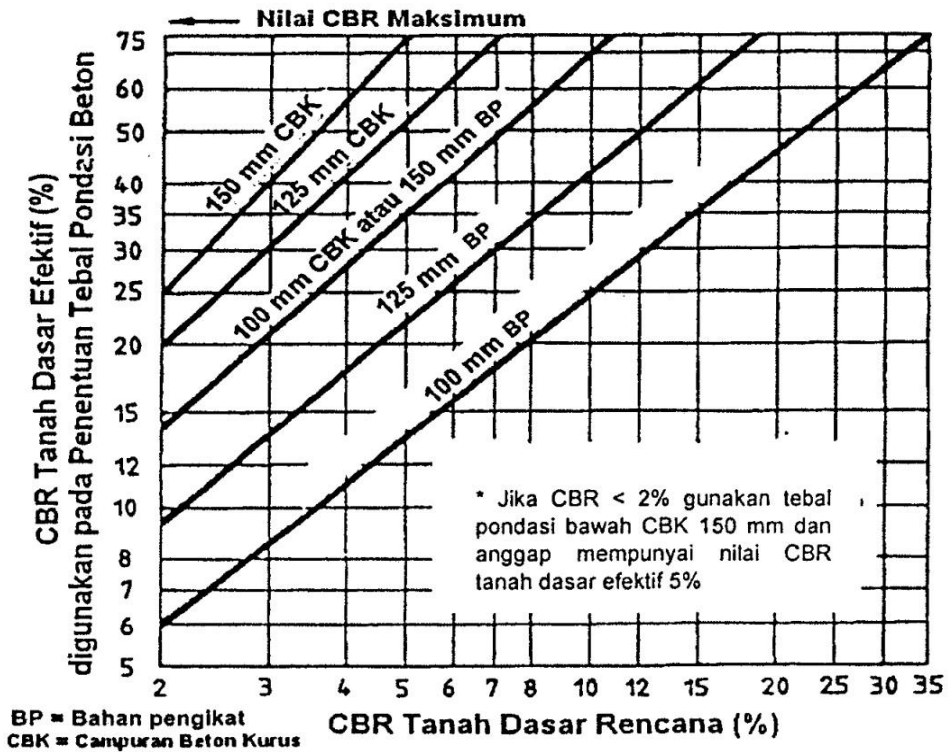
Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian di lapangan atau laboratorium. Masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2%, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5%.

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. Pondasi bawah menggunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan CBR tanah dasar efektif didapat dari Gambar 3.7.



BP = Bahan pengikat
CBK = Campuran Beton Kuru

Gambar 3.6 Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Kaku
(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2002)



BP = Bahan pengikat
CBK = Campuran Beton Kuru

Gambar 3.7 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah
(Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2002)

Material berbutir tanpa pengikat harus sesuai persyaratan gradasi sebagai lapisan pondasi bawah kelas B. Sebelum pekerjaan dimulai, bahan pondasi bawah harus diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi bawah. Ketebalan minimum lapis pondasi bawah untuk tanah dasar dengan CBR minimum 5% adalah 15 cm. Derajat kepadatan lapis pondasi bawah minimum adalah 100%. Campuran beton kurus (CBK) harus mempunyai kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari minimum 5 Mpa (50 kg/cm²) sampai dengan 7 Mpa (70 kg/cm²) dengan tebal minimum 10 cm. Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat tarik-ulur beton dapat dilihat pada Persamaan 3.4 dan Persamaan 3.5.

$$f_{cf} = K (f_c')^{0.5} \text{ dalam Mpa atau} \quad (3.4)$$

$$f_{cf} = 3,13 K (f_c')^{0.5} \text{ dalam kg/cm} \quad (3.5)$$

Keterangan:

F_c' = kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm²)

F_{cf} = kuat tarik lentur beton 28 hari (kg/cm²)

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

Penentuan beban lalu lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan jumlah sumbu kendaraan niaga 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)

3.4.4 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 3.4.

Tabel 3.4 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana

Lebar perkerasan (Lp)	jumlah lajur (n _i)	Koefisien distribusi	
		1 arah	2 arah
$L_p < 5,5$ m	1 lajur	1	1
$5,5 \text{ m} \leq L_p < 8,25$ m	2 lajur	0,7	0,5
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25$	3 lajur	0,5	0,475
$11,23 \text{ m} \leq L_p < 15$ m	4 lajur	-	0,45
$15 \text{ m} \leq L_p < 18,75$ m	5 lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22$ m	6 lajur	-	0,4

Sumber: Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah (2003)

3.4.5 Umur Rencana dan Pertumbuhan Lalu Lintas

Dalam mendesain tebal perkerasan perlu mengetahui umur rencana dan pertumbuhan lalu lintas. Berikut penjelasan tentang umur rencana dan pertumbuhan lalu lintas.

1. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan pada umur rencana. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

2. 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 Persamaan 3.6 berikut.

$$R = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{i} \quad (3.6)$$

Keterangan :

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 3.5.

Tabel 3.5 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	13	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: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2003)

Apabila setelah waktu tertentu (U_{rm} tahun) pertumbuhan lalu lintas tidak terjadi lagi, maka R dihitung dengan Persamaan 3.7 dan menentukan i dengan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$R = \frac{(1+i)^{UR}}{i} + (UR - U_{rm})\{(1+i)^{U_{rm}} - 1\} \quad (3.7)$$

$$i = \left(\left(\sqrt[n]{\frac{LHR_{2018}}{LHR_{2013}}} \right) - 1 \right) \times 100\% \quad (3.8)$$

Keterangan :

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %

U_{rm} : Waktu tertentu dalam tahun, sebelum UR selesai

LHR_{2013} : LHR pada tahun 2013

LHR_{2018} : LHR pada tahun 2018

n : Umur rencana tahun 2013-2018 (tahun)

Lalu lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban

pada setiap jenis sumbu kendaraan. Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survei beban. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan Persamaan 3.9 berikut ini.

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \quad (3.9)$$

Keterangan :

- JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana
 JSKNH : Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka
 R : Faktor pertumbuhan kumulatif
 C : Koefisien distribusi kendaraan

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (F_{KB}). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat reabilitas perencanaan seperti Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Faktor Keamanan Beban (F_{KB})

No	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survei beban dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat 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

Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2003)

3.4.6 Perencanaan Struktur

Tujuan dari perencanaan struktur adalah untuk mengetahui tegangan/regangan kritis yang terjadi pada setiap lapis perkerasan akibat pengaruh beban lalu lintas. Metode perhitungan berdasarkan hasil kajian sebagai berikut:

- 1 Perkiraan volume dan komposisi lalu lintas yang direncanakan
- 2 Daya dukung tanah dasar, yang dinyatakan dalam CBR
- 3 Kekuatan beton yang akan digunakan

Disamping ketiga kajian tersebut, masih ada faktor lain yang dipertimbangkan dalam penetapan tebal lapis pondasi beton, yaitu jenis bahu dan detil sambungan/penulangan yang digunakan. Keputusan akhir ditetapkan perencana berdasarkan kesesuaian proyek dan pertimbangan ekonomis.

Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan atas dua model kerusakan sebagai berikut.

- 1 Retak fatik (lelah) tarik lentur pada pelat.
- 2 Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan.

Data lalu lintas yang diperlukan adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repetisi masing-masing jenis sumbu/kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana.

3.4.7 Prosedur Perancangan Tebal Perkerasan

Tebal pelat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu lintas selama umur rencana. Tebal taksiran dinaikan dan proses perencanaan diulangi. Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100%. Langkah-langkah perencanaan tebal pelat sebagai berikut.

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 dan tebal pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkirakan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana.
4. Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah.
5. Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada 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).
8. Tentukan tegangan ekivalen (TE) dan faktor erosi (FE) untuk STRT.

9. Tentukan faktor rasio tegangan (FRT) dengan membagi tegangan ekivalen (TE) oleh kuat tarik-lentur. Menghitung faktor rasio tegangan (FRT) digunakan Persamaan 3.10 berikut.

$$\text{FRT} = \text{TE}/f_{cf} \quad (3.10)$$

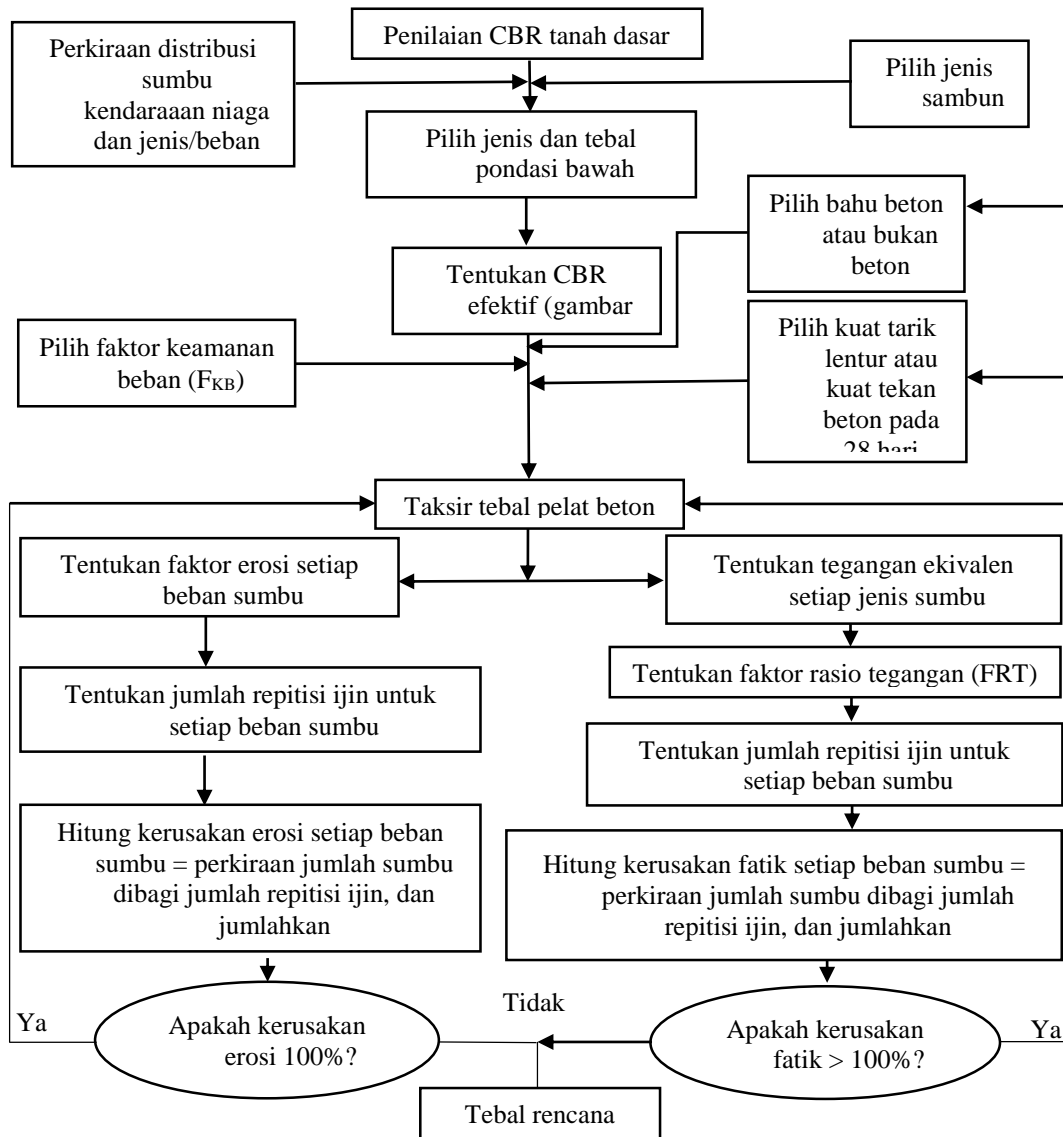
Keterangan :

TE : Tegangan Ekivalen

f_{cf} : Asumsi kuat tarik lentur beton (f'_{cf}) umur 28 hari = 4,3 Mpa

10. Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan (F_{KB}) untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda ≥ 65 kN (6,5 ton), anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi.
11. Dengan faktor rasio tegangan (FRT) dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin, yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT.
12. Hitung persentase dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
13. Dengan menggunakan faktor erosi (FE), tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi.
14. Hitung persentase dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
15. Ulangi langkah 11 sampai langkah 14 untuk setiap beban per roda sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin yang terbaca yang masing-masing mencapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
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 dengan langkah 16 untuk setiap jenis kelompok sumbu lainnya.
18. Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.

19. Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan atau erosi $\leq 100\%$. Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan. Agar lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut ini.



Gambar 3.8 Sistem Perencanaan Perkerasan Kaku
(Sumber: Departemen Pemukiman dan Pasarana wilayah, 2002)

Prosedur desain untuk mencapai hasil optimum pada tebal perkerasan kaku adalah sebagai berikut.

1. Umur rencana harus 40 tahun kecuali diperintah lain oleh pemilih.

2. Menentukan kelompok sumbu kendaraan niaga desain yang lewat selama umur rencana.

3. Menentukan gaya dukung efektif tanah.

Kerusakan perkerasan banyak terjadi selama musim penghujan. Kecuali jika tanah dasar tidak dapat dipadatkan seperti tanah asli pada daerah tanah lunak, maka daya dukung tanah dasar hendaknya didapat CBR sebesar 95% kepadatan kering maksimum pada perendaman selama 4 hari. Berdasarkan kriteria tersebut, CBR untuk timbunan biasa pada tanah dasar hendaknya memiliki kriteria sebagai berikut.

- a. Memiliki setidaknya CBR rendaman minimum untuk desain
- b. Dapat dibentuk dengan baik
- c. Dapat terpadatkan dengan benar
- d. Tidak sensitif terhadap hujan
- e. Mampu mendukung lalu lintas konstruksi

Pada perkerasan kaku lapisan tanah dasar aluvial lunak, ada ketentuan tambahan untuk mencegah retak yang berlebih. Perkerasan kaku mudah terpengaruh oleh erosi, yaitu terjadinya migrasi butiran halus tanah dasar melalui sambungan akibat air dan tegangan dinamik. Maka dari itu pondasi jalan, lapis drainase dan lapis pondasi bawah harus didesain untuk meminimalkan masalah ini.

4. Menentukan struktur pondasi jalan.

Untuk menentukan struktur pondasi jalan dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Daasar	Prosedur Desain Pondasi	Deskripsi Struktur Pondasi Jalan	Lalu lintas lajur desain umur rencana 40 tahun (juta CESA ₅)			
				<2	2-4	>4	
≥6	SG6	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau timbunan pilihan (pemadatan berlapis ≤200 mm tebal lepas	Tebal minimum peningkatan tanah dasar			
5	SG5			Tidak perlu peningkatan			
4	SG4				100	150	200
3	SG3				150	200	300
2,5	SG2,5				175	250	350
Tanah Ekspansif (potential well >5%)		AE		400	500	600	
Perkerasan lentur diatas tanah lunak	SG1 Aluvial	B	Lapis penopang	1000	1100	1200	
			Lapis penopang dan geogrid	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau perkerasan burda untuk jalan kecil		D	Lapis penopang berbutir	1000	1250	1500	

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2013)

5. Menentukan lapisan drainase dan lapisan subbase.
6. Menentukan jenis sambungan.

Sambungan pada perkerasan beton semen ditunjukkan untuk.

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

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain.

 - a. Sambungan isolasi

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup, kecuali pada sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi.
 - b. Sambungan Memanjang.
 - c. Sambungan Melintang.
7. Menentukan jenis bahu jalan

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 pendoman ini adalah bahu yang

dikunci dan diikat dengan lajur lalu lintas dengan lebar minimum 1,5 m, atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu lintas selebar 0,6 m, yang juga dapat mencakup saluran dan kerib.

8. Menghitung tebal lapisan pondasi.

Solusi perkerasan yang banyak dipilih berdasarkan pada pembebanan dan pertimbangan biaya terkecil diberikan dalam bagan desain 4 perkerasan kaku, solusi lain dapat menyesuaikan dengan kondisi setempat, tetapi disarankan untuk tetap menggunakan bagan ini sebagai langkah awal semua desain. Proses desain untuk perkerasan kaku menurut Pd T-14-2003 membutuhkan jumlah kelompok sumbu dan spektrum namun beban tidak membutuhkan nilai CESA. Jumlah kelompok sumbu selama umur rencana digunakan sebagai *input* untuk Tabel 3.8 dan Tabel 3.9.

Tabel 3.8 Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat	$< 4,3 \times 10^6$	$< 8,6 \times 10^6$	$< 25,8 \times 10^6$	$< 43 \times 10^6$	$< 86 \times 10^6$
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis pondasi LMC	150				
Lapis pondasi agregat kelas A	150				

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2013)

Tabel 3.9 Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Rendah

Tanah dasar	Tanah lunak dengan lapis penopang		Dipadatkan normal	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Tebal pelat beton (mm)				
Akses terbatas hanya mobil penumpang dan motor	160	175	135	150
Dapat diakses oleh truk	180	200	160	175
Tulangan distribusi retak	Ya		Ya jika daya dukung pondasi tidak seragam	
Dowel	Tidak dibutuhkan			
LMC	Tidak dibutuhkan			
Lapis pondasi kelas A 30 mm	125 mm			
Jarak sambungan transversal	4 m			

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2013)

9. Mendisain dimensi plat, penulangan plat

10. Menentukan kebutuhan daya dukung tepi perkerasan

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan oleh penulis bersifat komperatif yaitu penelitian yang membandingkan persamaan dan perbedaan dua atau lebih fakta-fakta dan sifat-sifat objek yang diteliti berdasarkan kerangka pemikiran tertentu.

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ditentukan dengan melakukan survei terlebih dahulu lokasi yang akan dilakukan penelitian. Lokasi penelitian terletak pada ruas jalan raya Pekanbaru-Siak, di Provinsi Riau. Penelitian dengan cara mengamati secara visual dan pengukuran dengan meteran di lapangan. Gambar 4.1 menunjukkan lokasi yang akan diteliti penulis.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: *Google Map*, 2018)

4.3 Pengumpulan Data

Informasi data yang dikumpulkan di daerah jalan raya Pekanbaru-Siak adalah dari Dinas Bina Marga. Sedangkan untuk referensi yang digunakan berasal dari penelitian terdahulu yang sudah dilakukan. Jenis-jenis data yang diperlukan ada dua jenis yaitu sebagai berikut.

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung di lapangan. Data Primer dalam penelitian ini adalah mencatat jenis dan luas kerusakan yang terjadi di lapangan.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah sumber data penelitian yang diperoleh melalui perantara atau tidak secara langsung. Data sekunder diperoleh dari instansi yang terkait, seperti lalu lintas harian rata-rata (LHR), kelas jalan, jenis kerusakan untuk CBR tanah dasar, *shop drawing*, dan *as build drawing*.

4.4 Waktu dan Pelaksanaan Penelitian

Dalam penelitian ini waktu dan pelaksanaan pengambilan data disusun agar pada pelaksanaan penelitian data diperoleh sesuai dengan keadaan di lapangan.

4.4.1 Waktu Penelitian

Pelaksanaan pengumpulan data di lapangan dilakukan selama 2 hari. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada pagi hari pukul 07.00 – selesai saat kondisi cuaca yang cerah. Alasan pengambilan sampel data pada pagi hari dinilai sangat efektif untuk melakukan survei karena lalu lintas kendaraan pada jam waktu tersebut belum begitu padat. Cuaca dipagi hari juga tidak membuat tenaga surveyor merasa kepanasan saat melakukan penelitian. Waktu pelaksanaan selama 2 hari dirasa cukup untuk meneliti seluruh ruas segmen jalan dan volume lalu lintas. Hal ini dapat mengetahui nilai kerusakan yang tepat pada setiap segmen jalan, dan diharapkan mampu memberikan gambaran sesuai dengan yang ada di lapangan.

4.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Dalam pengumpulan data di lapangan yang berupa kondisi permukaan perkerasan kaku dilakukan sesuai dengan metode Bina Marga 2013. Berikut adalah tahapan dalam memperoleh data dilapangan untuk metode bina marga.

1. Ruas jalan raya Pekanbaru-Siak dibagi menjadi beberapa segmen. Segmen tersebut dibagi menjadi 20 segmen dan setiap segmen berjarak 100 m.
2. Survei kondisi permukaan jalan dilakukan dengan berjalan kaki.

3. Pemeriksaan dilakukan dengan mengukur luasan dan jenis kerusakan,
4. Untuk setiap tipe dan luas kerusakan dicatat dalam formulir yang tersedia.
5. Melakukan dokumentasi pada saat pengumpulan data.
6. Survei lalu lintas dan CBR tanah dasar (jika data tidak ada sebelumnya)

4.4.3 Alat yang Digunakan

Peralatan-peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Meteran pita untuk mengukur panjang dan luas per segmen penelitian.
2. Formulir penilaian untuk menyatat hasil survei penelitian kondisi jalan.
3. Penggaris untuk mengukur kedalaman kerusakan.
4. Kamera, digunakan untuk dokumentasi.

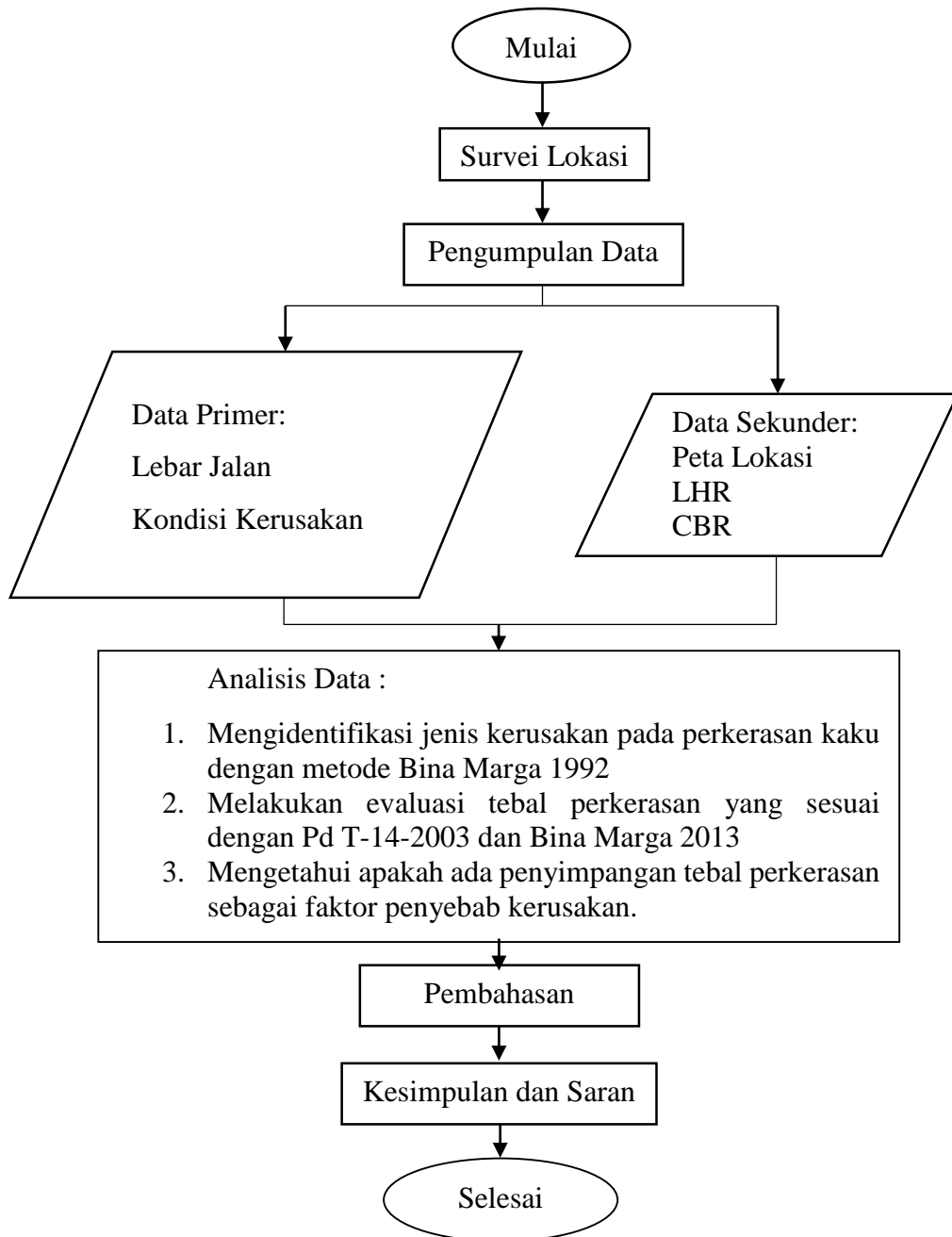
4.5 Analisis Data

Berikut ini adalah analisis data penelitian dengan metode Bina Marga 2013.

1. Melakukan survey di lapangan untuk mengidentifikasi jenis kerusakan.
Langkah awal adalah membagi tiap segmen menjadi beberapa titik kerusakan, kemudian mendokumentasikan tiap kerusakan yang ada. Setelah itu menentukan tingkat kerusakan dan mengukur dimensi kerusakan pada tiap titik kerusakan. Langkah akhir adalah mencatat hasil pengukuran pada tiap titik kerusakan.
2. Melakukan analisis penyebab kerusakan yang terjadi.
Setelah kerusakan yang terjadi pada jalan telah diidentifikasi. Penulis akan menganalisis penyebab kerusakan berdasarkan jenis kerusakan.
3. Melakukan evaluasi tebal perkerasan *existing*.
Desain tebal perkerasan *existing* di lapangan menggunakan metode SNI PD-T-14-2003 dan Bina Marga 2013. Data tersebut akan dievaluasi dan dibandingkan dengan hasil desain yang akan penulis lakukan.
4. Menghitung tebal perkerasan dengan metode Bina Marga 2013.
Berdasarkan data parameter yang telah diperoleh maka dapat menentukan tebal perkerasan. Desain tebal perkerasan menggunakan Bina Marga 2013 yang sudah memenuhi persyaratan.

4.6 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa pembagian segmen, jenis kerusakan, dimensi kerusakan, dan LHR tahun 2018 yang dituliskan dalam formulir survei hasil pengamatan secara visual di lokasi penelitian. Data sekunder yang diperoleh berupa LHR tahun 2013, dan CBR tanah dasar.

5.1.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diambil langsung dari lapangan. Berikut adalah data – data primer.

1. Lebar jalan dan panjang jalan.

Lebar jalan Pekanbaru - Siak arah dari Pekanbaru adalah 2 x 3,5 meter dan panjang jalan perkerasan kaku sebesar 2 km. Lebar bahu jalan adalah 2,5 m dengan bahan tanah asli.

2. Kondisi kerusakan

Secara umum kerusakan yang terjadi berupa retak halus yang tidak beraturan, namun terdapat juga kerusakan yang besar di tempat tertentu. Detail data kerusakan dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2 serta denah kerusakan terdapat pada Lampiran 1 dan Lampiran 2.

Tabel 5.1 Kerusakan Jalan Pekanbaru Menuju Siak

Segmen	Jenis Kerusakan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Lubang dan tambalan	3,5	0,5	1,75
	Retak melintang	0,75	0,055	0,04
	Kekasaran permukaan			
2	Lubang dan tambalan	0,5	0,6	0,3
	Retak melintang	3,5	0,2	0,7
	Kekasaran permukaan			
3	Lubang dan tambalan	2,5	1	2,5
	Retak melintang	1,25	0,02	0,025
	Kekasaran permukaan			

Tabel 5.1 Kerusakan Jalan Pekanbaru Menuju Siak

Segmen	Jenis Kerusakan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m²)
4	Lubang dan tambalan	1,5	0,5	0,75
	Retak melintang	3,5	0,12	0,42
	Kekasaran permukaan			
5	Retak melintang	3,5	0,2	0,7
	Kekasaran permukaan			
6	Lubang dan tambalan	3,5	1	3,5
	Retak melintang	2,3	0,8	1,84
7	Lubang dan tambalan	3,5	2,75	9
	Retak Acak	5	0,2	1
	Kekasaran permukaan			
8	Lubang dan tambalan	3	1	3
	Retak Acak	9	1	9
9	Retak melintang	3,5	0,5	1,75
	Kekasaran permukaan			
10	Retak melintang	3,5	1,8	6,3
	Kekasaran permukaan			
11	Lubang dan tambalan	3,5	0,9	3,15
	Retak melintang	3,5	1,3	4,55
12	Retak melintang	2,2	0,5	1,1
	Kekasaran permukaan			
13	Retak melintang	3,5	1,5	5,25
	Kekasaran permukaan			
14	Retak melintang	1,5	0,5	0,75
	Kekasaran permukaan			
15	Lubang dan tambalan	3,5	1	3,5
	Retak melintang	1	0,5	0,5
	Kekasaran permukaan			
16	Lubang dan tambalan	3	1	3
	Kekasaran permukaan			
17	Lubang dan tambalan	1	0,6	0,6
	Retak melintang	2	1	2
	Kekasaran permukaan			
18	Lubang dan tambalan	2,9	1,5	4,35
	Retak melintang	3,5	1,3	4,55
	Kekasaran permukaan			
19	Retak melintang	1,5	0,6	0,9
	Kekasaran permukaan			
20	Lubang dan tambalan	3	2	6
	Retak melintang	2,4	1	2,4

Tabel 5.2 Kerusakan Jalan Siak Menuju Pekanbaru

Segmen	Jenis Kerusakan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m²)
1	Lubang dan tambalan	2	1	2
	Retak melintang	3,5	0,5	1,75
	Kekasaran permukaan			
2	Lubang dan tambalan	1	0,3	0,3
	Retak melintang	0,8	3,5	2,8
	Kekasaran permukaan			
3	Lubang dan tambalan	1,75	1,7	2,975
	Retak melintang	3,5	0,75	2,625
	Kekasaran permukaan			
4	Lubang dan tambalan	0,25	0,25	0,0625
	Retak melintang	3,5	0,12	0,42
	Kekasaran permukaan			
5	Lubang dan tambalan	1	0,25	0,25
	Retak melintang	3,5	0,3	1,05
	Kekasaran permukaan			
6	Lubang dan tambalan	2,5	0,4	1
	Retak melintang	3,5	0,8	2,8
	Kekasaran permukaan			
7	Lubang dan tambalan	2	1,75	3,5
	Retak melintang	3,5	0,8	2,8
	Kekasaran permukaan			
8	Lubang dan tambalan	2,35	2	4,7
	Retak melintang	3,5	1,5	5,25
	Kekasaran permukaan			
9	Retak melintang	3,5	0,8	2,8
	Kekasaran permukaan			
10	Lubang dan tambalan	3,5	2,5	8,75
	Retak melintang	1	0,2	0,2
	Kekasaran permukaan			
11	Retak melintang	3,5	0,8	2,8
	Kekasaran permukaan			
12	Lubang dan tambalan	2,5	2	5
	Retak melintang	3,5	0,2	0,7
	Kekasaran permukaan			
13	Lubang dan tambalan	3,5	2	7
	Retak melintang	2,3	1,5	3,45
	Kekasaran permukaan			
14	Lubang dan tambalan	2,3	1,45	3,4
	Retak acak	3,5	0,5	1,75
15	Retak melintang	2,1	0,45	0,945
	Kekasaran permukaan			

Tabel 5.2 Kerusakan Jalan Siak Menuju Pekanbaru

Segmen	Jenis Kerusakan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
16	Lubang dan tambalan	2,5	2	5
	Retak melintang	1,5	0,9	1,35
	Kekasaran permukaan			
17	Lubang dan tambalan	1	0,4	0,4
	Retak acak	3,5	0,3	1,05
	Kekasaran permukaan			
18	Lubang dan tambalan	0,4	0,4	0,16
	Retak melintang	1	0,6	0,6
	Kekasaran permukaan			
19	Lubang dan tambalan	0,1	0,1	0,01
	Retak melintang	2	0,3	0,6
	Kekasaran permukaan			
20	Retak melintang	1,7	0,3	0,51
	Kekasaran permukaan			

3. LHR Tahun 2018

Lalu lintas harian rata – rata adalah volume lalu lintas rata – rata selama waktu pengamatan. LHR tahun 2018 diperoleh dari Dinas Perhubungan Provinsi Riau. Karena data tersebut tidak tersedia, penulis mengadakan survey sendiri pada tanggal 24 Juli 2018. LHR tahun 2018 terdapat pada Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 LHR Tahun 2018

No.	Jenis Kendaraan	LHR 2018 (smp/jam)		Total LHR 2018
		Arah Pekanbaru	Arah Siak	
1	Mobil Pribadi, <i>pick up</i> , sedan, <i>jeep</i> , angkot	960	923	1883
2	Bus kecil	8	14	22
3	Bus besar	30	28	58
4	Truk ringan 2 sumbu	21	29	50
5	Truk sedang 2 sumbu	439	378	817
6	Truk 3 sumbu	98	344	442
7	Truk gandeng	19	119	138
8	Truk semi trailer	7	12	19
Total				3429

5.1.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat dari instansi terkait, hasil studi, maupun literatur lain yang digunakan untuk penelitian ini. Berikut data – data sekunder.

1. LHR Tahun 2013

Lalu lintas harian rata – rata adalah volume lalu lintas rata – rata selama waktu pengamatan. LHR tahun 2013 diperoleh dari PU Provinsi Riau. Volume lalu lintas yang disurvei dan LHR perencanaan 2013 terdapat pada Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 LHR Tahun 2013

No .	Jenis Kendaraan	LHR Perencanaan 2013 (smp/jam)
1	Mobil Pribadi, <i>pick up</i> , sedan, <i>jeep</i> , angkot	970
2	Bus kecil	318
3	Bus besar	165
4	Truk ringan 2 sumbu	110
5	Truk sedang 2 sumbu	235
6	Truk 3 sumbu	272
7	Truk gandeng	79
8	Truk semi trailer	360
Total		2509

Sumber: Dinas PU Propinsi Riau dan Hasil survey (2013)

Dalam tabel diatas pada kolom volume kendaraan untuk sepeda motor, sekuter, dan kendaraan roda tiga tidak didata karena bebannya tidak akan mempengaruhi perkerasan.

2. CBR rata - rata

Nilai CBR rata-rata digunakan untuk desain jalan yaitu 2,5 %. Rincian data dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 CBR Rata – Rata

	n	P rata - rata	CBR rata - rata
C1	16	0,4	2,5
C2	15	0,35	2,54
C3	22	0,37	2,52
C4	15	0,25	2,63
C5	16	0,31	2,57
D1	12	0,51	2,43
D2	12	0,33	2,55
D3	13	0,42	2,49
D4	14	0,37	2,52

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Riau (2018)

5.2 Analisis Kondisi Kerusakan Jalan

Buku pedoman Bina Marga 1992 memberikan langkah-langkah dalam menentukan nilai kondisi jalan berdasarkan jenis kerusakan. Berikut adalah tahapan penilaian kondisi jalan.

1. Nilai kerusakan pada jalan

Dari hasil survei kondisi kerusakan lapis permukaan jalan yang telah diperoleh, kemudian diberikan angka untuk masing-masing jenis kerusakan. Kelompok retak-retak terdiri dari jenis retak, lebar retak, luas retak. Untuk jenis kerusakan tambalan, lubang, dan kekasaran permukaan, didasarkan pada jenis kerusakannya. Pada kelompok retak-retak dimana angka yang digunakan adalah angka yang terbesar dari jenis retak-retak yang ada. Untuk alur angka kerusakan didasarkan pada besar kedalaman alur yang terjadi, sedangkan untuk angka kerusakan ambles didasarkan pada panjang ambles per 50 meter.

Setelah ditentukan angka untuk masing-masing jenis kerusakan kemudian diambil angka yang terbesar untuk setiap jenis kerusakan, selanjutnya dijumlahkan untuk mendapatkan total angka kondisi kerusakan jalan yang akan digunakan dengan menggunakan Persamaan 3.1 diperoleh nilai kerusakan jalan Pekanbaru - Siak Km 12 - 14 arah Pekanbaru dengan menggunakan rusak retak pada segmen 1 seperti berikut ini.

$$N_p = (0,04 / 350) \times 100\% = 0 \%$$

Berdasarkan Tabel 3.1, maka didapatkan nilai jumlah kerusakan sebesar 2. Untuk lengkapnya ada pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 berikut.

2. Nilai jenis kerusakan

Nilai kondisi jalan ditetapkan berdasarkan Tabel 3.2. Untuk ruas jalan Pekanbaru - Siak Km 12 – 14 pada segmen 1 dengan rusak retak didapatkan nilai jenis kerusakan sebesar 5. Nilai jenis kerusakan pada setiap sampel kemudian digunakan untuk menghitung nilai jumlah kerusakan jalan agar dapat menentukan kategori kerusakan jalan. Berikut ini adalah nilai kondisi jalan untuk setiap sampel di jalan Pekanbaru – Siak Km 12 - 14 dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 berikut.

3. Nilai jumlah kerusakan jalan

Pada segmen 1 didapatkan nilai jumlah kerusakan 25 dengan menggunakan Persamaan 3.2 seperti berikut ini.

$$\text{Nilai jumlah kerusakan jalan} = 2 \times 5 = 10$$

4. Kategori nilai jumlah kerusakan

Kategori nilai jumlah kerusakan didapat dengan menjumlah masing-masing nilai jenis kerusakan, lalu disesuaikan dengan Tabel 3.3. Kategori nilai jumlah kerusakan dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.6 Nilai Kerusakan Jalan Arah Pekanbaru Menuju Siak

No.	Jenis Kerusakan	Luas Kerusakan (m2)	Luas Jalan (m2)	Persentase (%)	Nilai Persentase Kerusakan	Nilai Jenis Kerusakan	Nilai Jumlah Kerusakan	Kategori
1	Retak	0,04	350	0	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	1,75	350	0,005	2	6	12	Sedikit sekali
2	Retak	0,7	350	0,002	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0,3	350	0,001	2	6	12	Sedikit sekali
3	Retak	0,025	350	7,14 x10 ⁵	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	2,5	350	0,007	2	6	12	Sedikit sekali
4	Retak	0,42	350	0,001	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0,75	350	0,002	2	6	12	Sedikit sekali
5	Retak	0,7	350	0,002	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0	350	0	2	6	12	Sedikit sekali
6	Retak	1,84	350	0,005	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	3,5	350	0,01	2	6	12	Sedikit sekali
7	Retak	1	350	0,003	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	9	350	0,026	3	6	18	Sedikit
8	Retak	9	350	0,026	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	3	350	0,009	2	6	12	Sedikit sekali
9	Retak	1,75	350	0,005	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0	350	0	2	6	12	Sedikit sekali
10	Retak	6,3	350	0,018	3	5	15	Sedikit
	Lubang	0	350	0	2	6	12	Sedikit sekali

Tabel 5.6 Nilai Kerusakan Jalan Arah Pekanbaru Menuju Siak

11	Retak	4,55	350	0,013	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	3,15	350	0,009	2	6	12	Sedikit sekali
12	Retak	1,1	350	0,003	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0	350	0	2	6	12	Sedikit sekali
13	Retak	5,25	350	0,015	3	5	15	Sedikit
	Lubang	0	350	0	2	6	12	Sedikit sekali
14	Retak	0,75	350	0,002	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0	350	0,01	2	6	12	Sedikit sekali
15	Retak	3,5	350	0,01	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0,5	350	0,001	2	6	12	Sedikit sekali
16	Retak	0	350	0	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	3	350	0,009	2	6	12	Sedikit sekali
17	Retak	2	350	0,006	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0,6	350	0,002	2	6	12	Sedikit sekali
18	Retak	4,55	350	0,013	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	4,35	350	0,012	2	6	12	Sedikit sekali
19	Retak	0,9	350	0,003	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0	350	0	2	6	12	Sedikit sekali
20	Retak	2,4	350	0,007	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	6	350	0,017	2	6	12	Sedikit sekali

Tabel 5.7 Nilai Kondisi Jalan Siak Menuju Pekanbaru

No	Jenis Kerusakan	Luas Rusakan (m2)	Luas Jalan (m2)	Persentase (%)	Nilai Persentase Kerusakan	Nilai Jenis Kerusakan	Nilai Jumlah Kerusakan	Kategori
1	Retak	1,75	350	0,005	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	2	350	0,005714286	2	6	12	Sedikit sekali
2	Retak	0,3	350	0,000857143	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	2,8	350	0,008	2	6	12	Sedikit sekali
3	Retak	2,6	350	0,007428571	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	2,975	350	0,0085	2	6	12	Sedikit sekali
4	Retak	0,42	350	0,0012	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0,06	350	0,000171429	2	6	12	Sedikit sekali
5	Retak	1,05	350	0,003	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0,25	350	0,000714286	2	6	12	Sedikit sekali
6	Retak	2,8	350	0,008	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	1	350	0,002857143	2	6	12	Sedikit sekali
7	Retak	2,8	350	0,008	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	3,5	350	0,01	2	6	12	Sedikit sekali
8	Retak	5,25	350	0,015	3	5	15	Sedikit
	Lubang	4,7	350	0,013428571	2	6	12	Sedikit sekali
9	Retak	2,8	350	0,008	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0	350	0	2	6	12	Sedikit sekali
10	Retak	0,2	350	0,000571429	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	8,75	350	0,025	3	6	18	Sedikit
11	Retak	2,8	350	0,008	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0	350	0	2	6	12	Sedikit sekali
12	Retak	0,7	350	0,002	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	5	350	0,014285714	2	6	12	Sedikit sekali
13	Retak	3,45	350	0,009857143	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	7	350	0,02	3	6	18	Sedikit
14	Retak	1,75	350	0,005	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	3,4	350	0,009714286	2	6	12	Sedikit sekali
15	Retak	0,945	350	0,0027	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0	350	0	2	6	12	Sedikit sekali
16	Retak	1,35	350	0,003857143	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	5	350	0,014285714	2	6	12	Sedikit sekali
17	Retak	1,05	350	0,003	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0,4	350	0,001142857	2	6	12	Sedikit sekali

Tabel 5.7 Nilai Kondisi Jalan Siak Menuju Pekanbaru

18	Retak	0,6	350	0,001714286	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0,16	350	0,000457143	2	6	12	Sedikit sekali
19	Retak	0,6	350	0,001714286	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0,01	350	2,85714E-05	2	6	12	Sedikit sekali
20	Retak	0,51	350	0,001457143	2	5	10	Sedikit sekali
	Lubang	0	350	0	2	6	12	Sedikit sekali

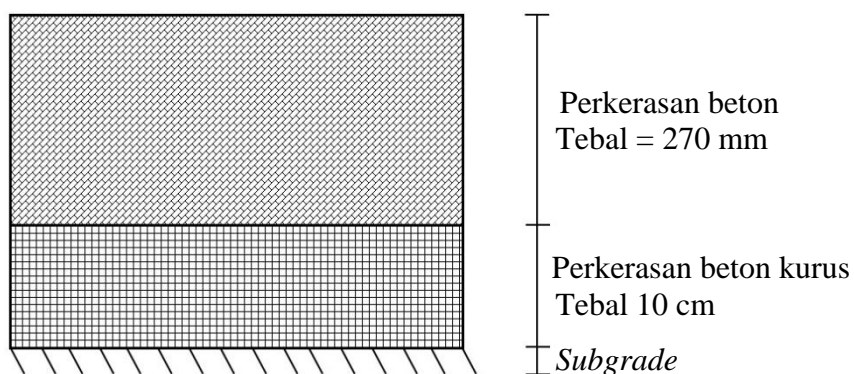
5.3 Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku

Berdasarkan hasil survey terdapat segmen yang mengalami kerusakan yang lebih besar dari pada segmen lainnya. Segmen ini akan diteliti lebih lanjut sebagai dasar untuk melakukan evaluasi tebal perkerasan kaku yaitu membandingkan metode Pd T – 14 – 2003 dengan Metode Bina Marga 2013. Dari struktur perkerasan dibawah ini diketahui tebal pelat pelaksanaan 270 mm.

5.3.1 Desain Tebal Perkerasan Eksisting

Dinas PU propinsi Riau dalam merencanakan tebal perkerasan menggunakan pedoman desain perkerasan kaku Pd T-14-2003 dan menentukan nilai pertumbuhan lalu lintas (i) sebesar 5 % untuk rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor dari tahun 2013 - 2033.

. Sebaran kelompok sumbu digunakan untuk menentukan desain struktur perkerasan. Sebaran kelompok sumbu yang digunakan adalah berdasarkan sumbu kendaraan dari prediksi volume kendaraan rencana. Berikut struktur perkerasan eksisting bisa dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Struktur Perkerasan Eksisting

Pada gambar struktur perkerasan diatas diketahui tebal perkerasan yang digunakan sebesar 270 mm.

5.3.2 Tebal Perkerasan dengan Metode Pd T-14-2003

Pada tebal perkerasan dengan metode Pd T-14-2003 dan metode Bina Marga 2013 terlebih dahulu mencari nilai standar deviasi yang akan digunakan untuk mencari nilai CBR karakteristik. Berikut langkah mencari nilai standar deviasi.

1. Jumlah data dari C1 hingga D4 ada 9 buah
2. Total CBR rata-rata = 22,75 %
3. Menentukan nilai MEAN

$$\text{MEAN} = 22,75 / 9 = 2,5278$$
4. Mengurangi nilai MEAN dari setiap angka di dalam sample
 CBR rata-rata pada nomor C1 = $2,5 - 2,5278 = - 0,0278$. Untuk data lengkap bisa dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.8 Nilai CBR rata-rata dikurangi MEAN

No	CBR rata-rata	CBR rata2 - MEAN
C1	2,50	-0,0278
C2	2,54	0,0122
C3	2,52	-0,0078
C4	2,63	0,1022
C5	2,57	0,0422
D1	2,43	-0,0978
D2	2,55	0,0222
D3	2,49	-0,0378
D4	2,52	-0,0078
Total		22,75

5. Kuadratkan semua angka dari masing-masing hasil seperti pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Kuadrat nilai CBR rata-rata dikurangi MEAN

CBR rata2 - MEAN	(CBR rata2 – MEAN)²
-0,0278	0,0008
0,0122	0,0001
-0,0078	0,0001
0,1022	0,0104
0,0422	0,0018
-0,0978	0,0096
0,0222	0,0005
-0,0378	0,0014
-0,0078	0,0001
Total	0,0248

6. Jumlah nilai kuadrat menjadi satu
7. Bagi jumlah kuadrat dengan (Jumlah data -1)

$$\text{VARIAN} = 0,02 / (9-1) = 0,0248 / 8 = 0,0031$$

8. Tarik akar kuadrat dari varian

$$\text{STANDAR DEVISI} = \sqrt{0,0031} = 0,0556 = 0,06$$

Panjang rencana jalan harus dibagi dalam segmen – segmen yang seragam yang mewakili kondisi pondasi jalan yang sama:

1. Apabila data yang cukup valid tersedia, perhitungan menurut Persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{CBR karakteristik} &= 2,5 - 1.3 \times 0,06 \\ &= 2,42 \end{aligned}$$

Data CBR dari segmen tersebut harus mempunyai koefisien variasi 25% - 30% (standar deviasi/nilai rata-rata).

2. Bila set data kurang dari 16 bacaan maka nilai wakil terkecil dapat digunakan sebagai nilai CBR dari segmen jalan. Nilai yang rendah yang tidak umum dapat menunjukkan daerah tersebut membutuhkan penanganan khusus, sehingga dapat dikeluarkan, dan penanganan yang sesuai harus disiapkan.

Nilai CBR karakteristik untuk desain adalah nilai minimum sebagaimana ditentukan diatas untuk data valid dari data DCP yang disesuaikan dengan musim.

Penentuan nilai pertumbuhan lalu lintas (i) dianalisis berdasarkan jumlah peningkatan volume kendaraan bermotor sejak tahun 2013. Pertumbuhan lalu lintas untuk rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor dari tahun 2013 – 2018 didapatkan dengan Persamaan 3.6. Umur rencana konstruksi selama 20 tahun, sehingga faktor pertumbuhan selama umur rencana dihitung menggunakan Persamaan 3.8 sebagai berikut.

$$i = \left(\left(\sqrt[5]{\frac{LHR_{2018}}{LHR_{2013}}} \right) - 1 \right) \times 100\% \left(\left(\sqrt[5]{\frac{3429}{2509}} \right) - 1 \right) \times 100\%$$

$$= 6,4\%$$

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{0,01i} = \frac{(1+0,01 \times 6,4)^{20}-1}{0,01 \times 6,4}$$

$$= 38,41$$

Dinas PU propinsi Riau dalam merencanakan tebal perkerasan menggunakan pedoman desain perkerasan kaku Pd T-14-2003, desain perkerasan didasarkan pada distribusi kelompok sumbu kendaraan niaga dan bukan pada nilai CESA. Sebaran kelompok sumbu digunakan untuk menentukan desain struktur perkerasan. Sebaran kelompok sumbu yang digunakan adalah berdasarkan sumbu kendaraan dari prediksi volume kendaraan rencana. Hasil analisis distribusi kelompok sumbu kendaraan niaga dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Beban

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jml Sumbu (buah)	STRT (ton)		STRG (ton)		STdRG (ton)	
	RD	RB	RGD	RGB		BS	JS	BS	JS	BS	JS
Angkot, sedan, jeep, mobil pribadi, pick up	3	5	-	-	1940	3	970	1	970	-	-
Bus kecil	3	5	-	-	636	3 5	318 318	-	-	-	-
Bus besar	3	6	-	-	330	3	165	6	165	-	-

5.10 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Beban

Truk ringan 2 sumbu	2	4	-	-	220	2	110	-	-	-	-
Truk sedang 2 sumbu	5	8	-	-	470	5	235	-	-	8	235
Truk 3 sumbu	6	14	-	-	544	6	272	-	-	14	272
Truk gandeng	6	14	5	5	316	6	79	5	79	14	79
Truk semi triler	5	16	5	6	1440	5	360	16	360	5	360
Total					5896		2937		1653		1306

Nilai koefisien distribusi diperlukan untuk menentukan nilai JSKN rencana. Menentukan nilai koefisien distribusi bisa dilihat pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana.

Lebar Perkerasan (L_p)	Jumlah Lajur (n_i)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,5$ m	1 lajur	1	1
$5,5 \text{ m} \leq L_p < 8,25$ m	2 lajur	0,7	0,5
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25$ m	3 lajur	0,5	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15$ m	4 lajur	-	0,45
$15 \text{ m} \leq L_p < 18,75$ m	5 lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22$ m	6 lajur	-	0,4

Sumber : Perencanaan dan Perkerasan Jalan Beton Semen

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R = 365 \times 5896 \times 38,41 = 82,7 \times 10^6$$

$$JSKN \text{ rencana} = 0,5 \times 82,7 \times 10^6 = 41,3 \times 10^6$$

Sebelum melakukan analisis fatik dan erosi, dilakukan penghitungan repetisi sumbu rencana dengan mengacu pada nilai JSKN yang didapat dari perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya. Hasil perhitungan repetisi sumbu rencana dapat dilihat pada Tabel 5.12.

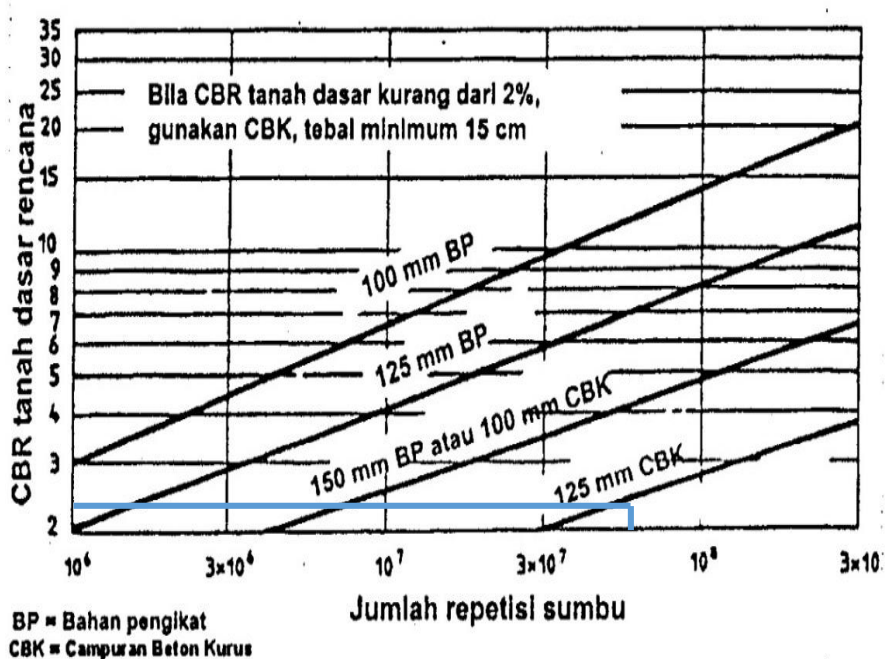
Tabel 5.12 Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

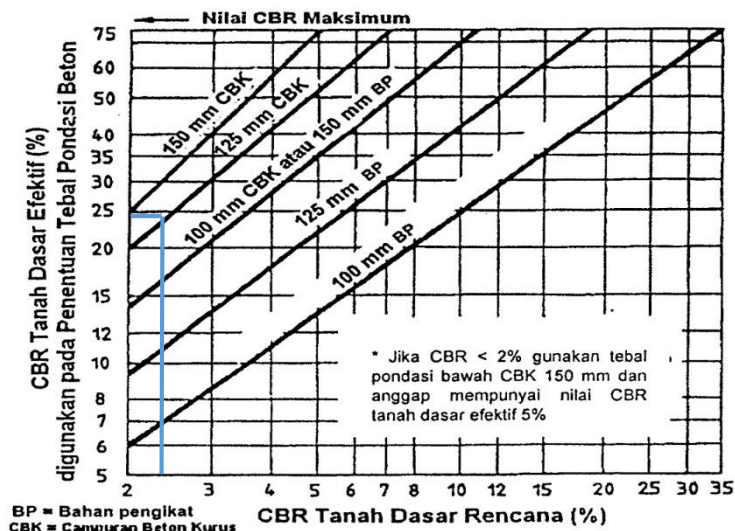
Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu lintas Rencana	Repetisi yang terjadi
STRT	6	351	0,1	0,5	$4,1 \times 10^7$	$2,5 \times 10^6$
	5	913	0,3	0,5	$4,1 \times 10^7$	$6,4 \times 10^6$
	4	110	0	0,5	$4,1 \times 10^7$	$0,8 \times 10^6$
	3	1453	0,5	0,5	$4,1 \times 10^7$	$10,2 \times 10^6$
	2	110	0,1	0,5	$4,1 \times 10^7$	$1,4 \times 10^6$
Total		2937	1			

Tabel 5.12 Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

STRG	16	360	0,2	0,3	$4,1 \times 10^7$	$2,5 \times 10^6$
	6	165	0,1	0,3	$4,1 \times 10^7$	$1,2 \times 10^6$
	5	1128	0,7	0,3	$4,1 \times 10^7$	$7,9 \times 10^6$
Total		1653	1			
STdRG	14	351	0,3	0,2	$4,1 \times 10^7$	$2,5 \times 10^6$
	8	235	0,1	0,2	$4,1 \times 10^7$	$1,6 \times 10^6$
	6	360	0,3	0,2	$4,1 \times 10^7$	$2,5 \times 10^6$
	5	360	0,3	0,2	$4,1 \times 10^7$	$2,5 \times 10^6$
Total		1306	1			
Kumulatif						$41,9 \times 10^6$

Tebal pondasi bawah minimum ditentukan oleh gambar diagram berdasarkan jumlah repetisi sumbu dan CBR tanah dasar rencana dari campuran beton kurus (CBK) yang digunakan seperti terlihat pada Gambar 5.2. Penentuan CBR tanah dasar efektif didasarkan pada CBR tanah dasar dan tebal pondasi bawah yang direncanakan. Penentuan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.3.

**Gambar 5.2 Tebal Pondasi Bawah Minimum untuk Perkerasan Kaku**



Gambar 5.3 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah

Setelah didapatkan tebal pondasi bawah minimum dan nilai CBR efektif maka nilai tegangan setara dan faktor erosi dapat ditentukan berdasarkan tebal slab dan nilai CBR efektif. Nilai tegangan setara dan faktor erosi dapat ditentukan berdasarkan Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi

Tebal slab (mm)	CBR eff tanah dasar (%)	Tegangan setara				Faktor erosi			
		STRT	STRG	StdRG	STrRG	Dengan ruji beton bertulang			
		STRT	STRG	StdRG	STrRG	STRT	STRG	StdRG	STrRG
290	5	0,61	1,08	1,04	0,8	1,75	2,35	2,58	2,77
290	10	0,59	1,01	0,95	0,73	1,74	2,34	2,54	2,71
290	15	0,58	0,98	0,9	0,7	1,74	2,34	2,52	2,68
290	20	0,57	0,96	0,88	0,67	1,73	2,33	2,51	2,67
290	25	0,56	0,94	0,85	0,65	1,73	2,33	2,5	2,65
290	35	0,54	0,9	0,8	0,6	1,72	2,32	2,47	2,61
290	50	0,52	0,88	0,75	0,56	1,71	2,31	2,44	2,56
290	75	0,5	0,81	0,68	0,52	1,7	2,3	2,42	2,51

STRT : Sumbu Tunggal Roda Tunggal

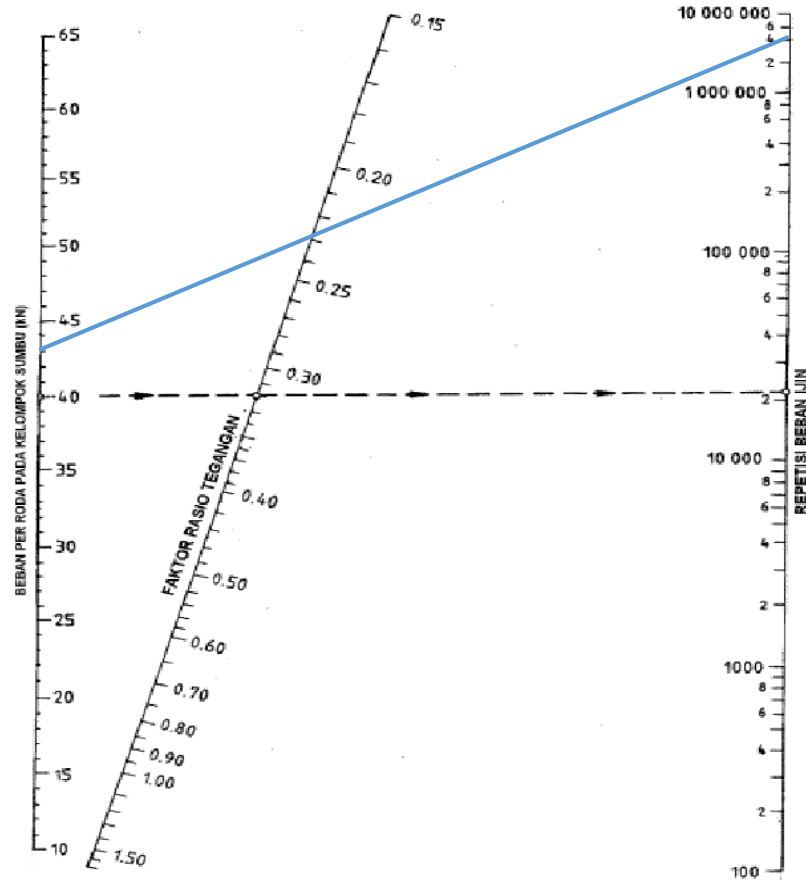
STRG : Sumbu Tunggal Roda Ganda

STdRG : Sumbu Tandem Roda Ganda

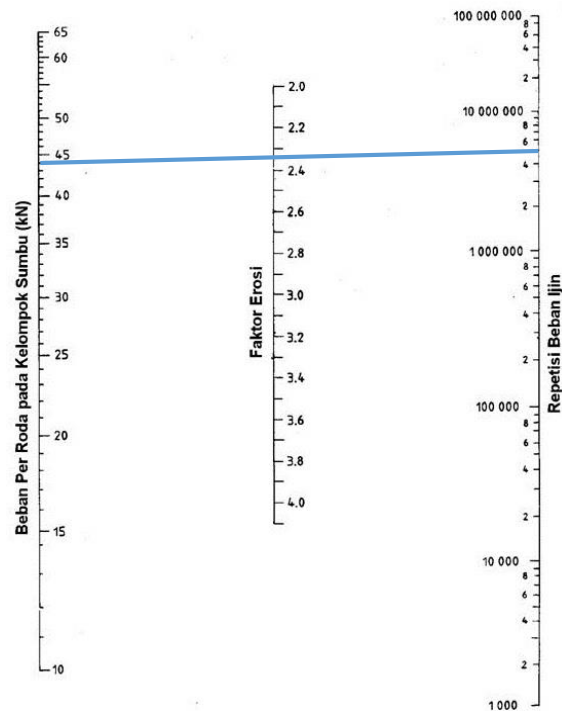
STrRG : Sumbu Tridem Roda Ganda

Sumber: Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (2003)

Penentuan analisis fatik dan erosi terdapat pada Gambar 5.7 dan Gambar 5.8
 Hasil analisis fatik dan erosi ditunjukkan pada Tabel 5.12.



Gambar 5.4 Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan dengan/tanpa Bahu Beton

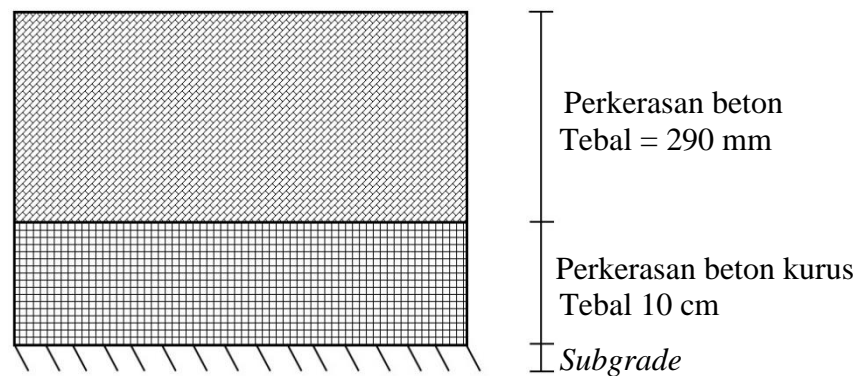


Gambar 5.5 Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Ijin Berdasarkan Faktor Erosi Tanpa Bahu Beton

Tabel 5.14 Analisis Fatik dan Analisis Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (kN)	Beban Rencana (kN)	Reptisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisis Fatik		Analisis Erosi	
					Repetisi ijin	Persen rusak (%)	Repetisi ijin	Persen Rusak (%)
STRT	60	33	$2,5 \times 10^6$	Te = 0,56 FRT = 0,13 FE = 1,73	TT	0	TT	0
	50	27,5	$6,4 \times 10^6$		TT	0	TT	0
	40	22	$0,8 \times 10^6$		TT	0	TT	0
	30	16,5	$10,2 \times 10^6$		TT	0	TT	0
	20	11	$1,4 \times 10^6$		TT	0	TT	0
STRG	160	44	$2,5 \times 10^6$	Te = 0,94 FRT = 0,22 FE = 2,33	7×10^6	36	5×10^6	50
	60	16,5	$1,2 \times 10^6$		TT	0	TT	0
	50	13,75	$7,9 \times 10^6$		TT	0	TT	0
STdRG	140	19,25	$2,5 \times 10^6$	Te = 0,85 FRT = 0,2 FE = 2,5	TT	0	TT	0
	80	11	$1,6 \times 10^6$		TT	0	TT	0
	60	8,25	$2,5 \times 10^6$		TT	0	TT	0
	50	6,875	$2,5 \times 10^6$		TT	0	TT	0
Total					36 % < 100 %		50 % < 100 %	

Dari hitungan diperoleh rusak fatik 36 % dan rusak erosi 50 %. Karena persentase rusak fatik dan persentase rusak erosi lebih kecil dari 100% maka tebal pelat pelaksanaan 290 mm bisa digunakan. Berikut Gambar 5.6 menampilkan struktur perkerasan.



Gambar 5.6 Struktur Perkerasan Setelah Dievaluasi dengan Pd T-14-2003

5.3.3 Tebal Perkerasan Kaku Menurut Bina Marga 2013

Sebagai dasar perhitungan selanjutnya sebagaimana Tabel 5.4 ditetapkan jumlah kendaraan yang direncanakan melewati ruas jalan Pekanbaru – Siak pada saat dibangun sebagai LHR rencana tahun 2013. Berdasarkan hasil survey 2018 terjadi peningkatan jumlah LHR. Dengan demikian diperoleh angka pertumbuhan lalu lintas pertahun sejak tahun 2013 – 2018 (5 tahun). Data ini selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai ESA dan CESA untuk kondisi jalan.

Pertumbuhan lalu lintas (i) dianalisis berdasarkan pertumbuhan jumlah kendaraan 2013 sampai tahun 2018 sebesar 6,4 %. Dari perhitungan tersebut, maka didapat i sebesar 6,4 % untuk rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor dari tahun 2013-2018. Sehingga faktor pertumbuhan (R) selama umur rencana 20 tahun didapat 20,12.

Langkah selanjutnya menggunakan pedoman desain perkerasan kaku Pd T-14-2003, desain perkerasan didasarkan pada distribusi kelompok sumbu kendaraan niaga dan bukan pada nilai CESA. Sebaran kelompok sumbu digunakan untuk menentukan desain struktur perkerasan. Sebaran kelompok sumbu yang digunakan adalah berdasarkan sumbu kendaraan dari prediksi volume kendaraan rencana. Hasil analisis distribusi kelompok sumbu kendaraan niaga dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jumlah Sumbu (buah)	STRT (ton)		STRG (ton)		STdRG (ton)	
	RD	RB	RGD	RGB		BS	JS	BS	JS	BS	JS
Angkot, sedan, <i>jeep</i> , mobil pribadi, <i>pick up</i>	3	5	-	-	1940	3	970	5	970	-	-
Bus kecil	3	5	-	-	636	3 5	318 318	-	-	-	-
Bus besar	3	6	-	-	330	3	165	6	165	-	-
Truk ringan 2 sumbu	2	4	-	-	220	2 4	110 110	-	-	-	-
Truk sedang 2 sumbu	5	8	-	-	470	5	235	-	-	8	235
Truk 3 sumbu	6	14	-	-	544	6	272	-	-	14	272
Truk gandeng	6	14	5	5	316	6	79	5 5	79 79	14	79
Truk semi triler	5	16	5	6	1440	5	360	16	360	5 6	360 360
Total					5896		2937		1653		1306

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{((1 - 0,01 \times i)^{UR} - 1)}{0,01 \times i} \\
 &= \frac{((1 - 0,01 \times 6,4\%)^{20} - 1)}{0,01 \times 6,4\%} \\
 &= 20,12
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JSKN &= 365 \times JSKNH \times R \\
 &= 365 \times 5896 \times 20,12 \\
 &= 43,3 \times 10^6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JSKN \text{ rencana} &= 0,5 \times 43,3 \times 10^6 \\
 &= 21,7 \times 10^6
 \end{aligned}$$

Berdasarkan rumus diatas didapatkan nilai JSKN sebesar $43,3 \times 10^6$. Jumlah kelompok sumbu selama umur rencana digunakan sebagai input pada bagan desain 4. Nilai JSKN rencana yang didapat sebesar $21,7 \times 10^6$ maka digunakan desain struktur perkerasan R4 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat	$< 4,3 \times 10^6$	$< 8,6 \times 10^6$	$< 25,8 \times 10^6$	$< 43 \times 10^6$	$< 86 \times 10^6$
Dowel dan bahu beton	Ya				
Struktur Perkerasan (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis pondasi LMC	150				
Lapis pondasi agregat kelas A	150				

Sumber: Bina Marga, 2013

Sebelum melakukan analisis fatik dan erosi, dilakukan penghitungan repetisi sumbu rencana dengan mengacu pada nilai JSKN yang didapat dari perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya. Hasil perhitungan repetisi sumbu rencana dapat dilihat pada Tabel 5.20. Jika nilai tegangan ekuivalen sudah diketahui, selanjutnya menganalisis fatik dan erosi. Hasil analisis fatik dan erosi ditunjukkan pada Tabel 5.21.

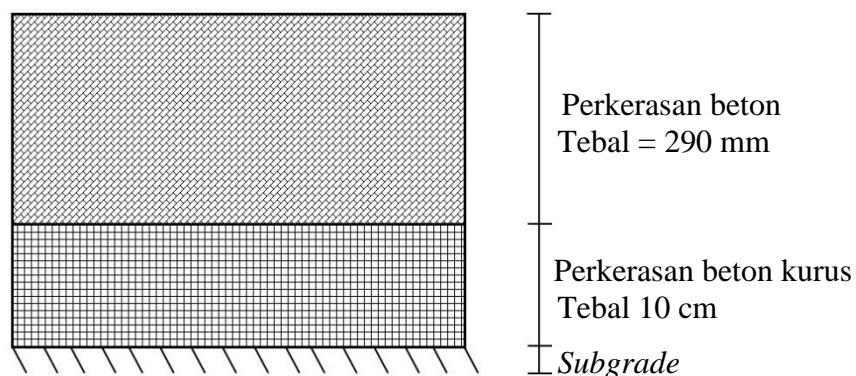
Tabel 5.20 Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu lintas Rencana	Repetisi yang terjadi
STRT	6	351	0,1	0,5	$21,7 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$
	5	913	0,3	0,5	$21,7 \times 10^6$	$3,4 \times 10^6$
	4	110	0	0,5	$21,7 \times 10^6$	$0,4 \times 10^6$
	3	1453	0,5	0,5	$21,7 \times 10^6$	$5,3 \times 10^6$
	2	110	0,1	0,5	$21,7 \times 10^6$	$0,7 \times 10^6$
Total		2937	1			
STRG	16	360	0,2	0,3	$21,7 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$
	6	165	0,1	0,3	$21,7 \times 10^6$	$0,6 \times 10^6$
	5	1128	0,7	0,3	$21,7 \times 10^6$	$4,1 \times 10^6$
Total		1653	1			
STdRG	14	351	0,3	0,2	$21,7 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$
	8	235	0,1	0,2	$21,7 \times 10^6$	$0,9 \times 10^6$
	6	360	0,3	0,2	$21,7 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$
	5	360	0,3	0,2	$21,7 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$
Total		1306	1			
Kumulatif						22×10^6

Tabel 5.21 Analisis Fatik dan Analisis Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (kN)	Beban Rencana (kN)	Reptisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisis Fatik		Analisis Erosi	
					Repetisi ijin	Persen rusak (%)	Repetisi ijin	Persen Rusak (%)
STRT	60	33	$1,3 \times 10^6$	Te = 0,56 FRT = 0,13 FE = 1,73	TT	0	TT	10,5
	50	27,5	$3,4 \times 10^6$		TT	0	TT	0
	40	22	$0,4 \times 10^6$		TT	0	TT	0
	30	16,5	$5,3 \times 10^6$		TT	0	TT	0
	20	11	$0,7 \times 10^6$		TT	0	TT	0
STRG	160	44	$21,3 \times 10^6$	Te = 0,94 FRT = 0,22 FE = 2,33	7×10^6	19	5×10^6	26
	60	16,5	$0,6 \times 10^6$		TT	0	TT	0
	50	13,75	$4,1 \times 10^6$		TT	0	TT	0
STdRG	140	19,25	$1,3 \times 10^6$	Te = 0,85 FRT = 0,2 FE = 2,5	TT	0	TT	0
	80	11	$0,9 \times 10^6$		TT	0	TT	0
	60	8,25	$1,3 \times 10^6$		TT	0	TT	0
	50	6,875	$1,3 \times 10^6$		TT	0	TT	0
Total					19 % < 100 %		26 % < 100 %	

Jika menggunakan slab didapat hitungan diperoleh analisis fatik 19 % dan analisis erosi 26 %. Karena persentase rusak fatik dan persentase rusak erosi lebih kecil dari 100 % maka tebal pelat pelaksanaan 290 mm bisa digunakan/memenuhi syarat. Berikut Gambar 5.7 menampilkan struktur perkerasan.



Gambar 5.7 Struktur Perkerasan Setelah Dievaluasi Dengan Bina Marga 2013

5.3.4 Perbandingan Tebal Perkerasan

Berdasarkan evaluasi yang dilakukan, ternyata pertumbuhan lalu lintas yang diperkirakan semula 5 % ternyata pertumbuhan yang terjadi sebesar 6,4 %. Tabel 5.22 berikut menampilkan perbandingan tebal perkerasan.

Tabel 5.22 Perbandingan Tebal Perkerasan Kaku

Metode	CBR (%)	i (%)	R	Tebal Slab (mm)	Kerusakan Fatik	Kerusakan Erosi	Hasil
Pd T-14-2003	2,5	5	33,07	270	434	87	Tidak Aman
Pd T-14-2003	2,42	6,4	38,41	290	36	50	Aman
Bina Marga 2013	2,42	6,4	20,12	290	19	26	Aman

5.4 Pembahasan

Jalan Pekanbaru – Siak merupakan jalan penghubung antara Kabupaten Siak dan Kota Pekanbaru yang menggunakan perkerasan kaku. Hasil identifikasi kerusakan jalan yang terjadi berupa retak memanjang, retak melintang, retak acak, *desintegration*, tambalan aspal dan lubang.

Perencanaan perkerasan kaku pada jalan Pekanbaru – Siak menggunakan metode Pd T-14-2003 dan dibangun pada tahun 2013 dengan tebal slab 270 mm, sedangkan analisis dengan metode Pd T-14-2003 dan Bina Marga 2013 didapat tebal slab 290 mm. Perbedaan tebal perkerasan terjadi karena pertumbuhan lalu lintas tidak sesuai dengan perkiraan. Setelah dilakukan evaluasi tebal perkerasan kaku, dapats disimpulkan bahwa kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Pekanbaru – Siak salah satunya disebabkan karena tebal slab yang tidak tepat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di lapangan serta pembahasan terhadap hasil analisis data penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. kondisi ruas jalan Pekanbaru - Siak Km 12 – 14 terdapat beberapa jenis kerusakan berdasarkan pengamatan dan pengukuran di lapangan. Jenis-jenis kerusakannya adalah. retak memanjang, retak melintang, retak acak, *desintegration*, tambalan aspal dan lubang. Tingkat kerusakan termasuk dalam tingkatan ringan.
2. Hasil evaluasi tebal perkerasan eksisting ternyata perkiraan pertumbuhan lalu lintas (i) yang dipakai 5 % dalam 5 tahun sudah melampaui jadi 6,4 %. Sehingga tebal slab yang digunakan 270 mm, padahal menurut Bina Marga 2013 seharusnya menggunakan tebal slab dengan ukuran 290 mm.
3. Perencanaan tebal slab perkerasan kaku eksisting yang tidak tepat menjadi salah satu penyebab kerusakan pada jalan.

6.2 SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan untuk Tugas Akhir ini, maka penulis memberi saran sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil survey dan analisis pada umumnya jalan telah mengalami kerusakan, kerusakan hampir mendominasi pada tiap segmen, Maka segera dilakukan penanganan lebih lanjut dengan mengisi aspal celah retaknya untuk < 5 mm dan rekonstruksi parsial untuk retak yang lebarnya ≥ 5 mm. Hal ini bertujuan agar tidak menimbulkan kerusakan yang lebih besar.
2. Program pemeliharaan rutin pada jalan yang telah mengalami kerusakan hendaknya dilakukan pemeliharaan sepanjang tahun sesegera mungkin ketika kerusakan yang terjadi belum meluas, maka akan meningkatkan kualitas jalan sehingga dapat mempertahankan kondisi jalan yang sesuai dengan tingkat

pelayanan dan kemampuannya mulai saat jalan tersebut selesai dibangun sampai dengan tercapainya umur rencana yang telah ditentukan.

3. Perlu pengawasan terhadap kapasitas muatan kendaraan yang melewati jalan tersebut, terutama pada kendaraan berat, sehingga kendaraan berat yang melebihi kapasitas kemampuan jalan dapat terkontrol.
4. Lokasi slab yang mengalami kerusakan berat perlu dilakukan penggantian slab sebagaimana hasil evaluasi menurut metode Bina Marga 2013 dengan tebal 290 mm.
5. Melakukan survey lalu lintas, mengadakan penyelidikan tanah dengan lebih teliti pada waktu yang tepat untuk mendapatkan data tanah yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

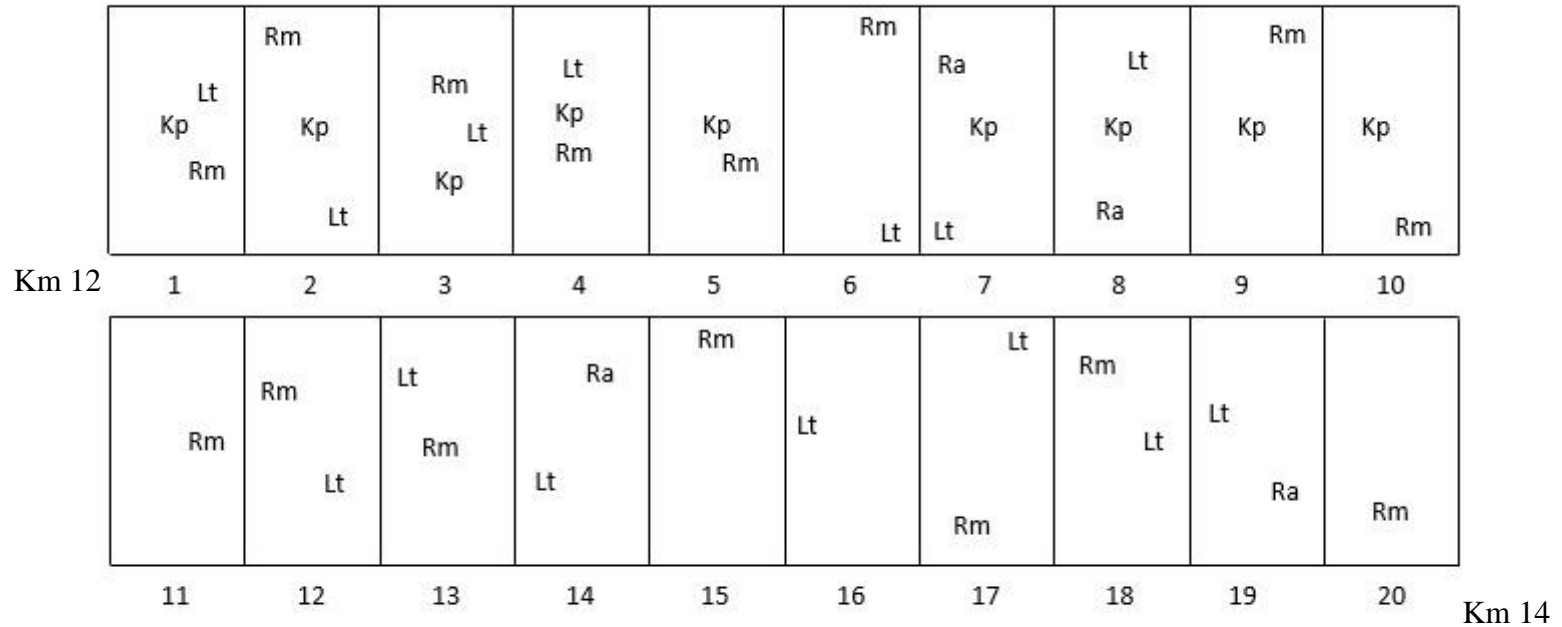
- Affandi dan Djoko W. 2000. *Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Departemen Pekerjaan Umum. Indonesia.
- Agus, R. 2009. Kerusakan Perkerasan Kaku. (*Online*).
(www.slideshare.net/sendytha/02-aguskerusakan-perkerasan-kaku. Diakses 29 Maret 2018).
- Aly, A. M. 2000. *Dasar-Dasar Perkerasan Beton Semen*. DPD Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia. Riau.
- Ardiansyah, F. 2011. Klafisikasi Jalan Menurut Bina Marga. (*Online*).
(www.likalikucivil.blogspot.co.id. Diakses 20 Maret 2018).
- Darlan. 2014. Konstruksi Perkerasan Lentur. (*Online*).
(www.dpupr.grobongan.go.id/artikel/29-konstruksi-perkerasan-lentur-flexible-pavement. Diakses 20 Maret 2018).
- Delatte, N. 2008. *Concrete Pavement Design, Construction, And Performance*. Taylor and Francis. London.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen. Pedoman Konstruksi Bangunan. Pd.T-14-2003. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1983. Manual Pemeliharaan Jalan. No.03/MN/B/1983. Badan Penerbit Bina Marga. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1992. Tata Cara Pemeliharaan Perkerasan Kaku. Jakarta.

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2013. Manual Desain Pekerjaan Jalan. No.02/M/BM/2013. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Ferrbee, E. 2012. *Continuously Reinforced Concrete Pavement Performance and Best Practices*. Federal Highway Administration. US.
- Ferrbee, E. 2012. *Jointed Plain Concrete Pavement*. Federal Highway Administration. US.
- Ferrbee, E. 2012. *Jointed Reinforced Concrete Pavement Performance and Best Practices*. Federal Highway Administration. US.
- Google Map. 2018. Jalan Pekanbaru – Siak. (*Online*).
(<http://www.google.com/maps/@0.4406754,101.5718198,10z?hl=in&gl=id>.
Diakses 15 April 2018).
- Hardiyatmo, C. H. 2007. Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 58 / KPTS / M / 2012 Tentang Penetapan Kelas Jalan Berdasarkan Daya Dukung untuk Menerima Muatan Sumbu Terberat dan Dimensi Kendaraan Bermotor di Pulau Jawa dan Pulau Sumatera. Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Jakarta.
- Merrit dan Robert Rasmussen. 2008. *Contruction of a Precast Prestressed Concrete Pavement Demonstration Project on Interstate 57 near Sikeston*. US DOT Federal Highway Administration. US.
- Pearson, D. 2012. *Deterioration and Maintenance of Pavements*. ICE Publishing.
- Putri, A. 2017. Metode Pelaksanaan dan Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Berdasarkan Bina Marga 2013 pada Proyek Pembangunan *Underpass* Mampang-Kuningan. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

- Putri, E. V. 2015. Perhitungan Tebal Perkerasan dan Metode Pelaksanaan Perkerasan Kaku pada Pembangunan Jalan Tol Gempol – Pasuruan. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Rif'an, M. A., Putranti, P. Y., Djakfar, L. Rahayu, K. 2016. Perbandingan Analisis Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku dengan Metode Bina marga 2013 dan *Metode Modified* Formula AASHTO 1993. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Suherman. 2015. Perkerasan Komposit. (*Online*).
(www.dokumen.tips/documents/modul-pkp2-05-perkerasan-komposit.html. Diakses 29 Maret 2018).
- Sukirman, S. 1992. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova. Bandung.
- Syahputra, R. 2017. Klasifikasi Tanah Menurut USCS. (*Online*).
(www.rezaslash.blogspot.co.id. Diakses 29 Maret 2018).
- Suryana, Y. 2000. *Metoda Perencanaan Tebal Perkerasan Beton Semen*. DPD Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia. Riau.
- Suryawan, A. 1993. *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*. Beta Offset Yogyakarta. Yogyakarta.
- The Constructor. 2017.
Hybrid Fiber Reinforced Concrete-Advantages and Applications in Construction. (*Online*). (<https://theconstructor.org/concrete/hybride-fiber-reinforced-concrete/17204>. Diakses 25 April 2018).

LAMPIRAN

Lampian 1. Denah kerusakan jalan Pekanbaru - Siak Km 12 - 14



Dari arah
Pekanbaru



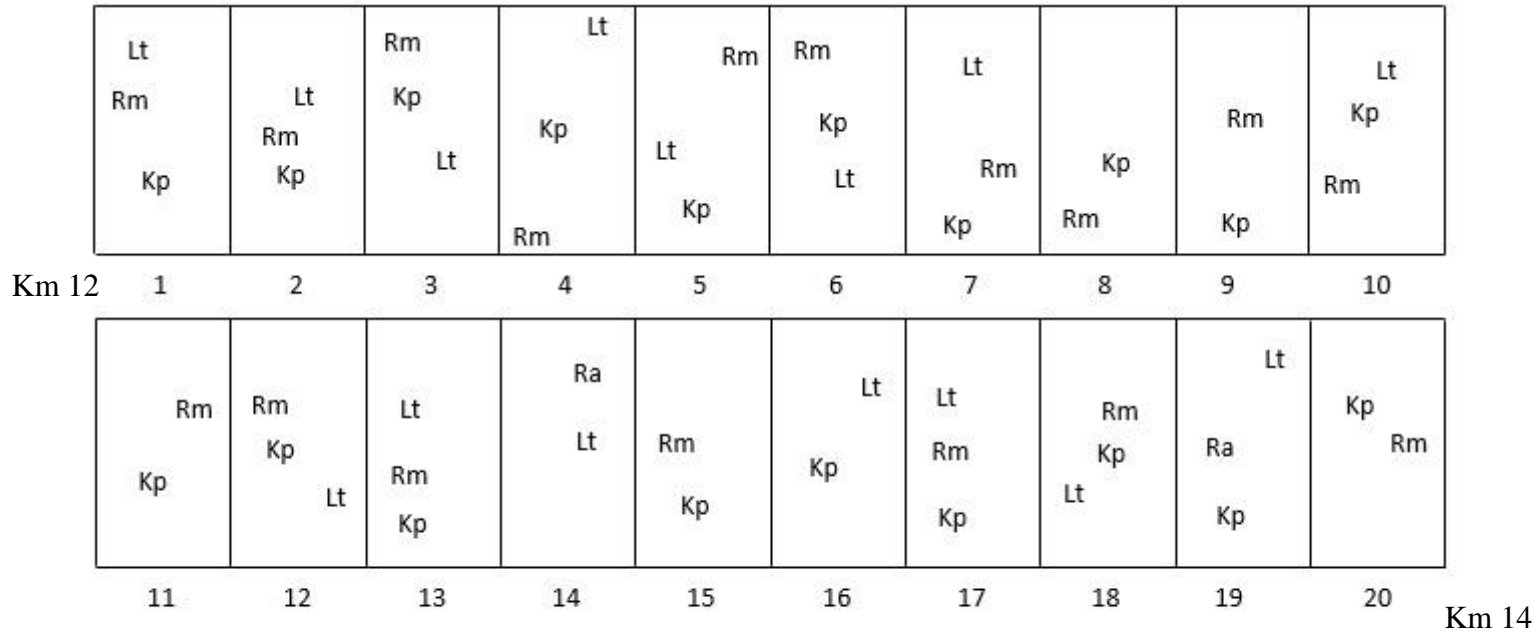
Keterangan :

Kp : Kekasaran permukaan

Lt : Lubang dan tambalan

Rm : Retak melintang

Gambar L-1.1 Denah kerusakan jalan Pekanbaru - Siak Km 12 - 14 arah Pekanbaru menuju Siak



Dari arah
Siak
←

Keterangan :
 Kp : Kekasaran permukaan
 Lt : Lubang dan tambalan
 Rm : Retak melintang

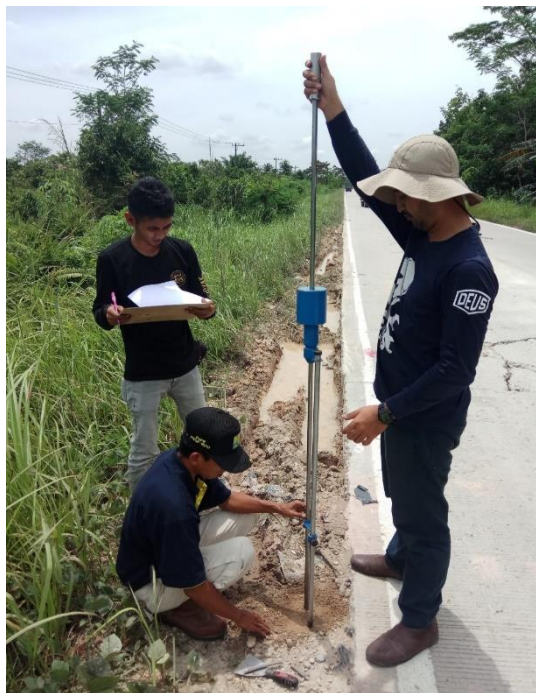
Gambar L-1.2 Denah kerusakan jalan Pekanbaru - Siak Km 12 - 14 arah Siak menuju Pekanbaru

Lampiran 2. Kondisi di lapangan**Gambar L-2.1 Jalan Pekanbaru – Siak km 12 + 700****Gambar L-2.2 Jalan Pekanbaru – Siak km 13**



Gambar L-2.3 Jalan Pekanbaru – Siak km 13 + 800

Lampiran 3. Mencari nilai CBR rata – rata dengan DCP



Gambar L-3.1 Proses menggunakan alat DCP