

# STUDI PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT) PADA RUASJALAN SAMARINDA – SEBULU (STA. 14+100 – 24+100)

Fajar Suryo Riyadi<sup>1)</sup>, Bambang Suprpto<sup>2)</sup>, Azizah Rachmawati<sup>3)</sup>

- 1) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email : [fajarsr81@gmail.com](mailto:fajarsr81@gmail.com)
- 2) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email : [Bambang.Suprpto@unisma.ac.id](mailto:Bambang.Suprpto@unisma.ac.id)
- 3) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email : [azizah.rachmawati@unisma.ac.id](mailto:azizah.rachmawati@unisma.ac.id)

## ABSTRAK

*Ruas Jalan Samarinda - Sebulu salah satu jalan Kolektor Primer yang berada di Provinsi Kalimantan Timur, yang menghubungkan antara Kota Samarinda dan Kabupaten Kutai Kartanegara. Kerusakan pada struktur jalan pada umumnya pendakian dan penurunan yang semula memakai perkerasan lentur sudah tidak sanggup lagi menahan volume dan beban lalu lintas kendaraan, maka untuk mengatasi hal ini perkerasan yang layak pada ruas jalan ini menggunakan perkerasan kaku. Penulisan ini bertujuan untuk mendapatkan desain ulang dari perencanaan perkerasan kaku dan penulangan jalan yang telah ada dengan metode yang digunakan yaitu dengan metode Bina Marga berpedoman pada Pd T-14-2003. Dari hasil pengolahan data diperoleh pertumbuhan lalu lintas (5%), Lalu lintas Harian Rencana 14102 kendaraan/hari untuk 2 jalur 2 arah, CBR tanah dasar 4,11%, CBR efektif 29%. Tebal pelat pada perkerasan rencana 22 cm, persentasi rusak fatik (3,30% < 100%), persentasi rusak erosi (6,02% < 100%), tebal perkerasan pondasi digunakan sirtu 15 cm. Sambungan menggunakan tulangan dowel Ø 36 mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm. Tie Bar menggunakan D 12 mm, panjang 530 mm, jarak 940 mm. Untuk tinggi saluran  $h = 65\text{cm}$ , luas penampang basah  $b = 75\text{ cm}$ , dan tinggi jagaan  $W = 20\text{cm}$ .*

**Kata Kunci:** Rigid Pavement, Dowel, Tie Bar dan Drainase.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Prasarana Transportasi darat dalam hal ini jaringan jalan raya memegang peranan yang sangat penting dalam sektor perhubungan, terutama untuk kesinambungan distribusi barang dan jasa.

Jalan Samarinda - Sebulu berada di Kecamatan Tenggarong Seberang Kabupaten Kutai Kartanegara. Sepanjang Jalan Samarinda - Sebulu merupakan jalan yang setiap hari dilalui kendaraan dengan volume lalu lintas yang cukup tinggi dan biasanya dilewati kendaraan seperti truk, minibus serta kendaraan roda dua. Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur telah melakukan alokasi dana untuk meningkatkan ruas jalan tersebut.

Dengan latar belakang ini penulis bertujuan untuk mendapatkan desain ulang dari perencanaan perkerasan kaku dan penulangan jalan yang di aplikasikan pada jalan tersebut dengan metode yang digunakan yaitu metode Bina Marga berpedoman pada (Sumber: Pd T-14-2003)

### Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah maka penulis membatasi pembahasan dan merupakan masalah yang akan dibahas:

1. Berapa nilai CBR (california bearing ratio) efektif untuk menentukan tebal pondasi pada ruas jalan tersebut ?
2. Berapa rencana tebal perkerasan dan diameter tulangan pada perencanaan perkerasan kaku pada ruas jalan tersebut?
3. Berapakah dimensi saluran drainase efektif pada ruas jalan tersebut?

## Tujuan & Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dan manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah:

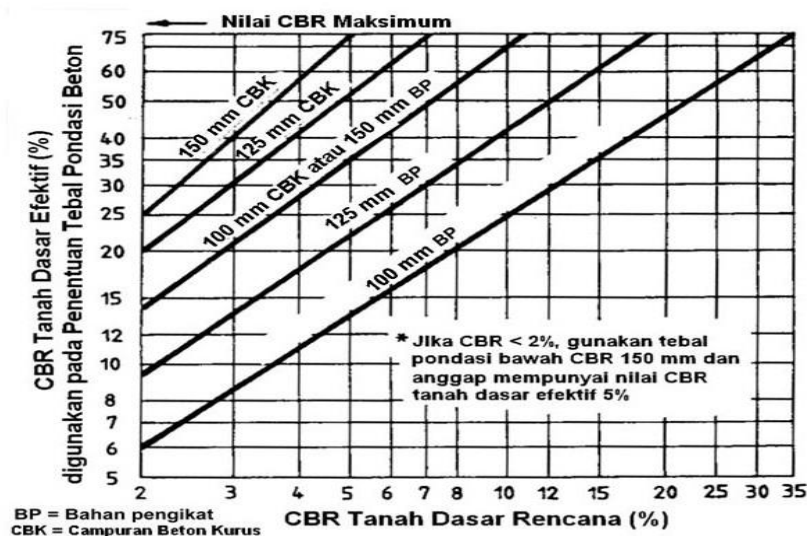
1. Tujuan
  - a. Menghitung tebal pondasi bawah perkerasan kaku.
  - b. Menghitung perencanaan tebal plat dan diameter tulangan pada perkerasan kaku jalan tersebut.
  - c. Menentukan dimensi yang tepat dalam merencanakan saluran drainasenya.
2. Manfaat
  - a. Dapat mengetahui tebal pondasi bawah pada ruas jalan tersebut
  - b. Dapat mengetahui tebal plat dan diameter tulangan yang cocok untuk di aplikasikan pada perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*).
  - c. Mengetahui dimensi yang tepat dalam merencanakan saluran drainase jalan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Perencanaan Perkerasan Jalan

#### 1. Kekuatan Lapisan Tanah dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR sesuai dengan SNI 03-1731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2% maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (Lean-mix concrete) setebal 15 cm yang di anggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5%. (Sumber: Pd T-14-2003).



Gambar 1 CBR Tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

(Sumber: Afandy F, 2004)

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

Campuran Beton Kurus (CBK) harus mempunyai kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari minimum 5 MPa (50 kg/cm<sup>2</sup>) tanpa menggunakan abu terbang, atau 7 MPa (70 kg/cm<sup>2</sup>) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm.

Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat tarik-lentur beton dapat didekati dengan rumus berikut :

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

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

Dengan pengertian :

$f_{c'}$  : kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm<sup>2</sup>)

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

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

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

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

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

Dengan pengertian :

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

**Tabel 1 Nilai Koefisien Gesekan**

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

(Sumber: Afandy F, 2004)

2. Data Beban Lalu Lintas Dan Pertumbuhan Lalu Lintas

Data beban lalu lintas di perlukan untuk keperluan perencanaan suatu jalan raya maupun untuk pemeliharaan suatu ruas jalan dan rencana-rencana pengadaan jaringan jalan yang akan datang. (Sumber: Sukirman, S, 1999).

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data-data pertumbuhan series (historical growth data) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data, maka Tabel 2.1.dapat digunakan.

(Alamsyah, Alik Ansyori 2006)

**Tabel 2 Faktor pertumbuhan lalu lintas**

Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan (i) per tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

(Sumber: Afandy F, 2004)

### 3 Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal.

### 4. Perencanaan Dimensi Tulangan memanjang

Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum dan berdiameter D 12 mm serta jarak antara batang pengikat 75 cm. Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$At = 204 \times b \times h \text{ dan} \dots\dots\dots(5)$$

$$l = (38,3 \times \phi) + 75 \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

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

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

h = Tebal pelat (m).

l = Panjang batang pengikat (mm).

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

### 4. Perencanaan Dimensi Tulangan Melintang

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

## METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Lokasi Penelitian

Studi perencanaan ruas jalan Samarinda – Sebulu ini dilaksanakan di Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur.

### 2. Data Primer

Data jalan Kabupaten tersebut secara umum, dan wilayah lokasi penelitian secara khusus, serta keadaan geografisnya dan kondisi fisik lokasi. Untuk merencanakan konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), maka diperlukan data lapangan sebagai berikut :

- a. Data Geometrik Jalan, data ini diambil dengan menggunakan meteran dan mencakup pengukuran lebar mulut simpang, panjang serta batas-batas garis pemisah arus, lebar jalan dan lain-lain.
- b. Dokumentasi lokasi perencanaan.

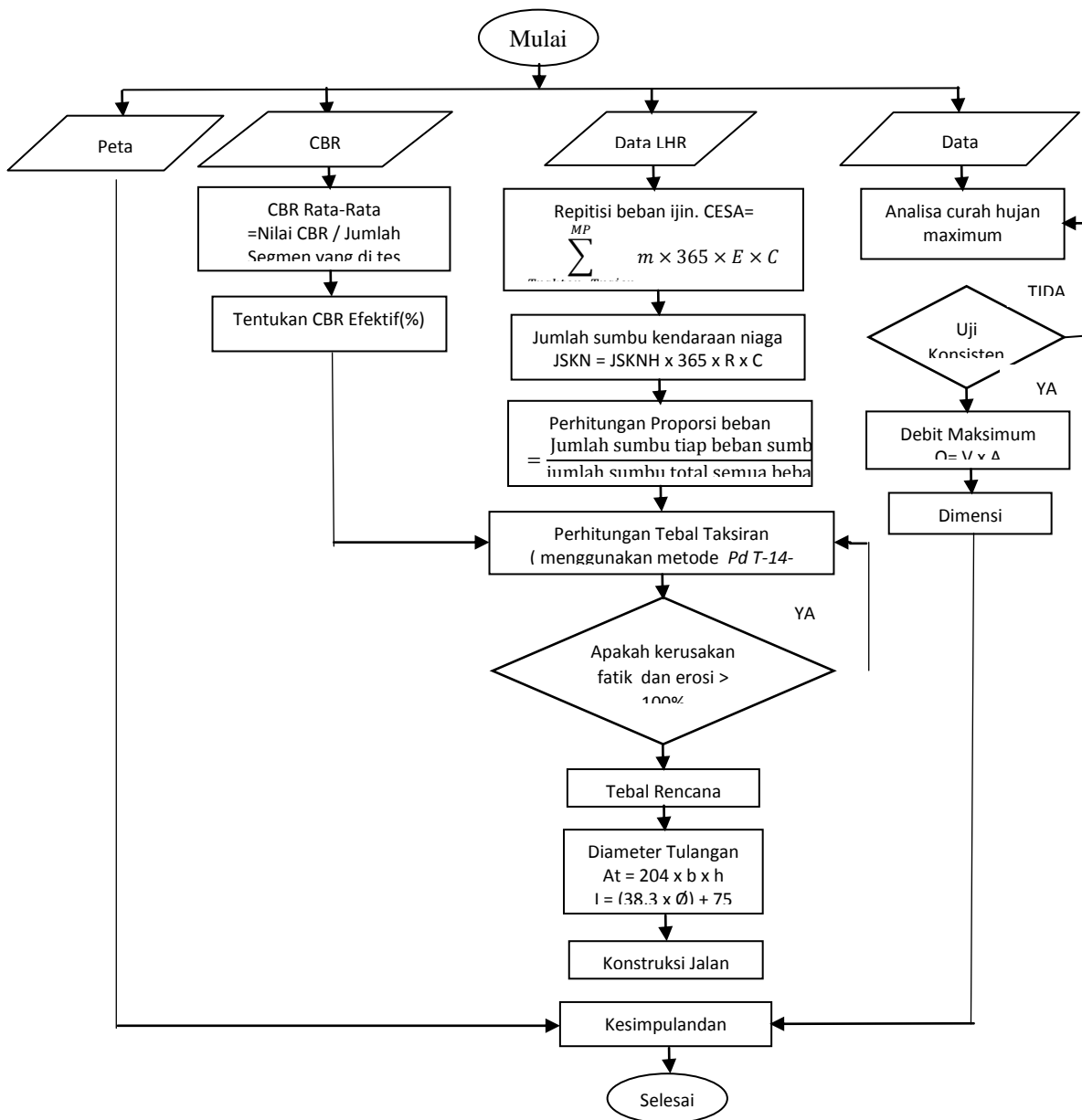
### 3. Data Sekunder

- a. Data Volume Lalu Lintas, data ini diambil di dinas terkait. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada lampiran.
- b. Data CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi sehingga dicapai nilai daya dukung yang dinyatakan dalam persen. Data CBR lapangan dipergunakan untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang hendak dipakai untuk pembuatan perkerasan. Pengambilan sampel tanah untuk test lapangan sepanjang trase jalan. CBR tanah dasar lapangan dipergunakan untuk mengetahui nilai kekuatan tanah dasar. Hasil tes CBR dapat dilihat di lampiran.

4. Tahap Penyelesaian Studi

- Kegiatan persiapan yaitu, menyediakan format yang dipakai untuk pengambilan data lapangan yaitu nilai-nilai CBR rencana dan perhitungan LHR serta data curah hujan.
- Dari data CBR tersebut akan dihitung setiap nilai-nilai persegmen yang di tes, kemudian hasil akhirnya nanti dapat ditentukan nilai CBR Efektifnya.
- Data LHR tersebut bisa ditentukan nilai CESA, Jumlah sumbu kendaraan niaga, serta total semua beban yang ada. Setelah itu, akan dilanjutkan perhitungan tebal taksiran dengan metode Pd T-14-2003, untuk mengetahui tebal rencana dan diameter tulangan.
- Dari data Curah Hujan bisa ditentukan Analisa Cuarah Hujan Maksimumnya, kemudian sebelum lanjut ke debit maksimum akan di uji konsistensinya YA atau TIDAK. Kalau sudah bisa lanjut baru dihitung nilai debit maksimum untuk mengetahui dimensi salurannya. Lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan alir penelitian.

Diagram Alir Penelitian



## PEMBAHASAN

### Lalu Lintas

Perhitungan akumulasi beban sumbu lalu lintas merupakan awal dari perencanaan perkerasan kaku Jalan Samarinda - Sebulu dengan umur yang direncanakan 20 tahun yaitu Tahun 2017 sampai tahun 2037.

**Tabel 3 Data Lalu Lintas Tahun 2017 (Jl. Samarinda - Sebulu)**

Jenis Kendaraan	Hari Pertama	Hari Kedua	Rata-Rata LHR
Sepeda Motor	3187	3325	3256
Sedan, Jeep	431	327	379
Opelet, Mini Bus	623	647	635
Pick-up, Mobil Hantaran	547	567	557
Bus Kecil	139	146	143
Bus Besar	14	13	14
Truck 2 As	265	247	256
Truck 3 As	69	64	67
Truck Trailer	4	6	5
Kendaraan Tidak Bermotor	1	4	3
<b>Jumlah</b>			<b>5315</b>

(Sumber: Anonim, 2017)

**Tabel 4 LHR Tahun 2037 (Akhir Rencana)**

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan $\times (1 + i)^n$	Jumlah Kendaraan /hari
1	Sepeda Motor	$3256 (1 + 0,05)^{20}$	8639
2	Sedan, Jeep	$379 (1 + 0,05)^{20}$	1005
3	Opelet, Mini Bus	$635 (1 + 0,05)^{20}$	1684
4	Pick-up, Mobil Hantaran	$557 (1 + 0,05)^{20}$	1477
5	Bus Kecil	$143 (1 + 0,05)^{20}$	379
6	Bus Besar	$14 (1 + 0,05)^{20}$	37
7	Truck 2 As	$256 (1 + 0,05)^{20}$	679
8	Truck 3 As	$67 (1 + 0,05)^{20}$	177
9	Truck Trailer	$5 (1 + 0,05)^{20}$	14
10	Kendaraan Tidak Bermotor	$3 (1 + 0,05)^{20}$	8
<b>Jumlah</b>			<b>14102</b>

(Sumber: Hasil Perhitungan)

### Pondasi Bawah

1. CBR Rata-Rata

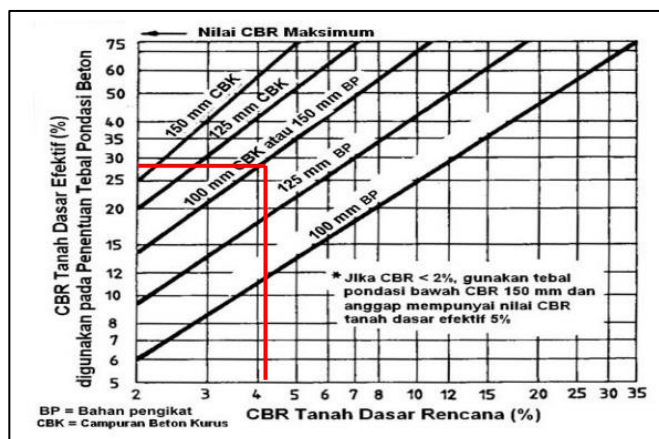
Tabel 5 Data CBR

No	STA	Nilai CBR
1	14+100	5,88
2	14+600	6,11
3	15+100	6,96
4	15+600	1,29
5	16+100	2,25
6	16+600	4,00
7	17+100	2,92
8	17+600	7,52
9	18+100	3,15
10	18+600	5,41
11	19+100	3,48
12	19+600	2,25
13	20+100	2,75
14	20+600	2,85
15	21+100	3,57
16	21+600	4,93
17	22+100	2,73
18	22+600	3,67
19	23+100	4,83
20	23+600	2,14
21	24+100	7,76
<b>Jumlah</b>		<b>86,45</b>
<b>CBR Rata-rata</b>		<b>4,11</b>

(Sumber:Anonim, 2017)

Dari data CBR diatas kita dapat menentukan bahwa CBR Rata-Rata dari semua segmen yang di uji yakni 2,52 %.

2. CBR Efektif



Gambar 2 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

Keterangan : gambar di atas adalah untuk dapat dilihat tebal lapis pondasi bawah yang minimum serta CBR tanah dasar yang efektif.

**Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)**

- CBR tanah dasar : 4,11 %
- Kuat tarik lentur : 4,25 Mpa ( $f'c = 425 \text{ kg/cm}^2$ )
- Bahan pondasi bawah : bahan pengikat 150 mm = 15 cm
- Faktor keamanan beban : 1,1
- Data lalu lintas jalan. Lingkar Lamongan Utara :
  - Mobil Penumpang 1 : 1005 kend/hari
  - Mobil Penumpang 2 : 1684 kend/hari
  - Mobil Penumpang 3 : 1477 kend/hari
  - Bus Kecil : 379 kend/hari
  - Bus Besar : 37 kend/hari
  - Truk 2 As : 679 kend/hari
  - Truk 3 As : 177 kend/hari
  - Truck Trailer : 14 kend/hari
  - Umur Rencana (UR) : 20 tahun

Direncanakan Perkerasan kaku (Rigid Pavement) untuk jalan 2 lajur 2 arah untuk jalan kolektor primer dimana perencanaan menggunakan jenis perkerasan beton bersambung tanpa tulangan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dengan ruji.

**Tabel 6 Hasil Perhitungan Repetisi Sumbu Yang Terjadi**

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalulintas Rencana	Repetisi yang terjadi
1	2	3	4	5	6	$7=(4)*(5)*(6)$
STRT	6	228	0,09	0,77	$15,5 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
	5	28	0,01	0,77	$15,5 \times 10^6$	$1,2 \times 10^5$
	4	679	0,26	0,77	$15,5 \times 10^6$	$3,1 \times 10^6$
	3	379	0,14	0,77	$15,5 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$
	2	679	0,26	0,77	$15,5 \times 10^6$	$3,1 \times 10^6$
<b>Total</b>		<b>1993</b>	<b>1</b>			
STRG	5	379	0,91	0,16	$15,5 \times 10^6$	$2,3 \times 10^6$
	8	37	0,01	0,16	$15,5 \times 10^6$	$2 \times 10^5$
<b>Total</b>		<b>416</b>	<b>1</b>			
STdRG	14	191	1	0,07	$15,5 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
<b>Total</b>		<b>191</b>	<b>1</b>			
<b>Kumulatif</b>						<b><math>13,3 \times 10^6</math></b>

(Sumber : Hasil Perhitungan)

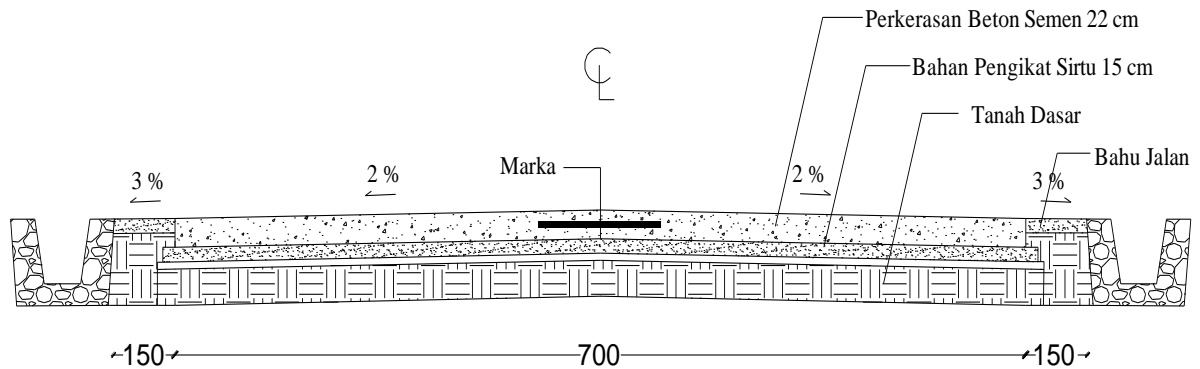


**Tabel 7 Hasil perhitungan beban rencana, erosi dan fatik**

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban Rencana Per roda (kN)	Repetisi yang terjadi	faktor tegangan dan erosi	Analisa fatik		Analisa Erosi		
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	
STRT	6(60)	33,0	$1 \times 10^6$	TE = 0,84 FRT = 0,19 FE = 2,08	TT	0	TT	0	
	5(50)	27,5	$1,2 \times 10^5$		TT	0	TT	0	
	4(40)	22,0	$3,1 \times 10^6$		TT	0	TT	0	
	3(30)	16,5	$1,6 \times 10^6$		TT	0	TT	0	
	2(20)	11,0	$3,1 \times 10^6$		TT	0	TT	0	
STRG	5(50)	13,75	$2,3 \times 10^6$	TE = 1,36	$10 \times 10^6$	2,30	$5 \times 10^6$	4,60	
	8(80)	22,0	$2 \times 10^5$	FRT = 0,32 FE = 2,69	TT	0	TT	0	
STdRG	14(140)	19,25	$1 \times 10^6$	TE = 1,15 FRT = 0,27 FE = 2,79	$10 \times 10^6$	1,00	$7 \times 10^6$	1,42	
Total						3,30%	<100%	6,02%	<100%

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Karena rusak fatik dan rusak erosi (9,32%) < (100%) maka tebal plat 22 cm dapat dipakai.



**Gambar 3 Ukuran Tebal Perkerasan Rigid Pavement dan Tebal Pondasi bawah Rencana**

**Sambungan Memanjang (Tie Bars)**

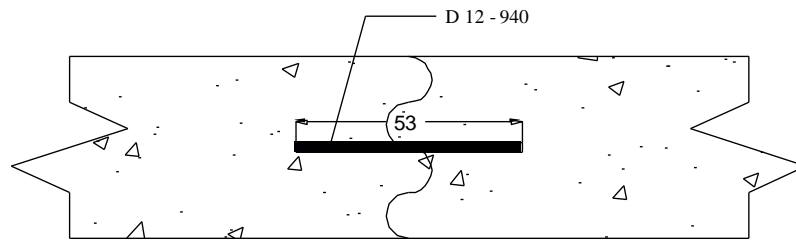
Ukuran batang pengikat sambungan memanjang dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 l &= (38,3 \times \phi) + 75 \\
 &= (38,3 \times 12) + 75 \\
 &= 53 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Diameter Memanjang : 12 mm (baja ulir)

Jarak : 94 cm

Panjang : 53 cm



**Gambar 4**Detail dimensi Tulangan Memanjang(*Tie Bars*)

**Sambungan Melintang (*Dowel*)**

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos 45 cm , jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut.

**Tabel 8**Diameter Ruji Tulangan Melintang

No	Tebal Pelat Beton (mm)	Diameter Ruji (mm)
1	125 < h ≤ 140	20
2	140 < h ≤ 160	24
3	160 < h ≤ 190	28
4	190 < h ≤ 220	33
5	220 < h ≤ 250	36

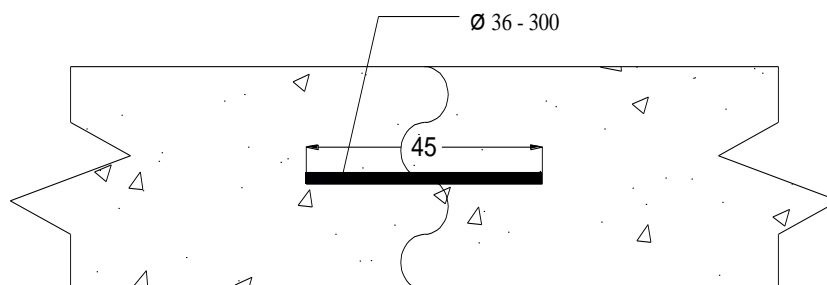
(Sumber : Afandy F, 2004)

Berdasarkan tabel diatas maka diameter ruji dengan ketebalan pelat beton 220 mm yakni diameter ruji 36 mm.

Diameter Melintang : 36 mm

Panjang : 45 cm

Jarak : 30 cm



**Gambar 5** Detail Tulangan dimensi Melintang(*Dowel*)

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Dalam perhitungan didapat CBR efektif adalah 29% dan tebal lapis pondasi bawah dengan bahan pengikat sirtu 150 mm = 15 cm.
2. Dalam perhitungan tebal dimensi plat perencanaan perkerasan kaku yang didapat adalah 220 mm = 22 cm,
3. Diameter tulangan adalah:
  - a. Untuk diameter tulangan memanjang (*Tie Bars*):
    - Menggunakan D 12 mm – 940 mm
  - b. Untuk diameter tulangan melintang (*Dowel*):
    - Menggunakan besi  $\varnothing$  36 mm – 300 mm
4. Dimensi perencanaan drainase pada ruas jalan Samarinda - Sebulu, yaitu:
  - Untuk Dimensi saluran: h = 65 cm, b = 75 cm, dan W = 20 cm.

### Saran

1. Untuk studi perencanaan konstruksi jalan perkerasan kaku (*rigid pavement*) hendaknya selalu mengikuti perkembangan peraturan-peraturan dan pedoman-pedoman (standar) dalam perencanaan sehingga analisa yang dihasilkan nantinya selalu memenuhi persyaratan terbaru yang ada.

### DAFTAR PUSTAKA

- Afandy F, 2004. *Pelaksanaan Pekerjaan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003)*, BSN, Jakarta.
- Alamsyah, Alik Ansyori, 2006, *Rekayasa Jalan Raya*, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Anonim, 2017. Dinas PUPR Bina Marga, Samarinda
- Sukirman, Silvia. 1995. *Dasar – dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Bandung.