

PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) UNTUK PENINGKATAN RUAS JALAN BREBES – JATIBARANG KABUPATEN BREBES

Abdul Hamid*¹, Hamid Wildan²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi Brebes, Indonesia
e-mail: *¹abdulhamid.mt@gmail.com

Abstrak

Ruas Jalan Brebes - Jatibarang yang merupakan ruas jalan dengan volume lalu lintas yang cukup padat. Kerusakan-kerusakan yang terjadi tentu akan berpengaruh pada keamanan dan kenyamanan pengguna jalan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan cara peningkatan jalan dengan perkerasan kaku. Pedoman yang digunakan dalam perencanaan ini adalah berdasarkan Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003 Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Data yang dibutuhkan untuk menghitung perkerasan jalan beton antara lain data CBR tanah dasar dan data lalu lintas harian rata-rata (LHR). Dari hasil perhitungan diperoleh hasil perencanaan perkerasan kaku menggunakan jenis perkerasan beton semen bersambung dengan tulang (BBDT). Tebal perkerasan 21 cm menggunakan mutu beton K-300. Tulangan memanjang Ø8 mm jarak 200 mm. Tulangan melintang Ø8 mm jarak 200 mm. Dowel (ruji) menggunakan besi Ø32 mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm. Batang pengikat menggunakan besi Ø16 mm, panjang 762 mm, jarak antar bentang 1000 mm.

Kata kunci: Jalan, Brebes – Jatibarang, Perkerasan Kaku, Penulangan.

Abstract

Brebes- Jatibarang road rection which is a road segment with a fairly heavy traffic volume. The damages that occur will certainly affect the safety and comfort of road users. One effort that can be done is by improving roads with rigid pavement. The guideline used in this plan is based on the Pavement Concrete Pavement Planning Pd T-14-2003 Department of Settlement and Regional Infrastructure. Data needed to calculate the concrete road pavement includes CBR subgrade and average daily traffic (LHR). From the calculation results, it is obtained the results of rigid pavement planning using a type of rigid pavement continued with reinforcement . Rigid pavement thickness of 21 cm using quality K-300 concrete. Longitudinal reinforcement Ø8 mm distance of 200 mm. Transverse reinforcement Ø8 mm distance of 200 mm. Dowel uses reinforcement Ø32 mm, length 450 mm, 300 mm apart. Tie bar uses reinforcement Ø16 m, length 762 mm, spacing between 1000 mm.

Keywords: Road, Brebes – Jatibarang, Rigid Pavement, Reinforcement.

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana angkutan darat yang sangat penting dalam memperlancar kegiatan hubungan perekonomian, baik antara satu kota dengan kota lainnya, antara kota dengan desa, antara satu desa dengan desa lainnya (PP No. 26 Tahun 1985). Kondisi jalan yang baik akan memudahkan mobilitas penduduk dalam mengadakan hubungan perekonomian dan kegiatan sosial lainnya. Sedangkan jika terjadi kerusakan jalan akan berakibat bukan hanya terhalangnya kegiatan ekonomi dan sosial namun dapat terjadi kecelakaan. Kerusakan - kerusakan jalan sering terjadi di Kabupaten Brebes khususnya pada ruas Jalan Brebes - Jatibarang yang merupakan ruas jalan dengan volume lalu lintas yang cukup padat, selain itu juga terdapat sekolah, pasar, rumah sakit, serta kantor-kantor pemerintahan.

Faktor-faktor penyebab kerusakan secara umum adalah peningkatan beban volume lalu lintas, sistem drainase yang tidak baik, sifat material konstruksi perkerasan yang kurang baik, iklim, kondisi tanah yang tidak stabil, perencanaan lapis perkerasan yang sangat tipis, proses

pelaksanaan pekerjaan yang kurang sesuai dengan spesifikasi (Udiana, 2014). Kerusakan-kerusakan yang terjadi tentu akan berpengaruh pada keamanan dan kenyamanan pengguna jalan. Oleh sebab itu penanganan konstruksi perkerasan baik yang bersifat pemeliharaan, peningkatan atau rehabilitasi akan dapat dilakukan demi terciptanya keamanan dan kenyamanan pengguna jalan.

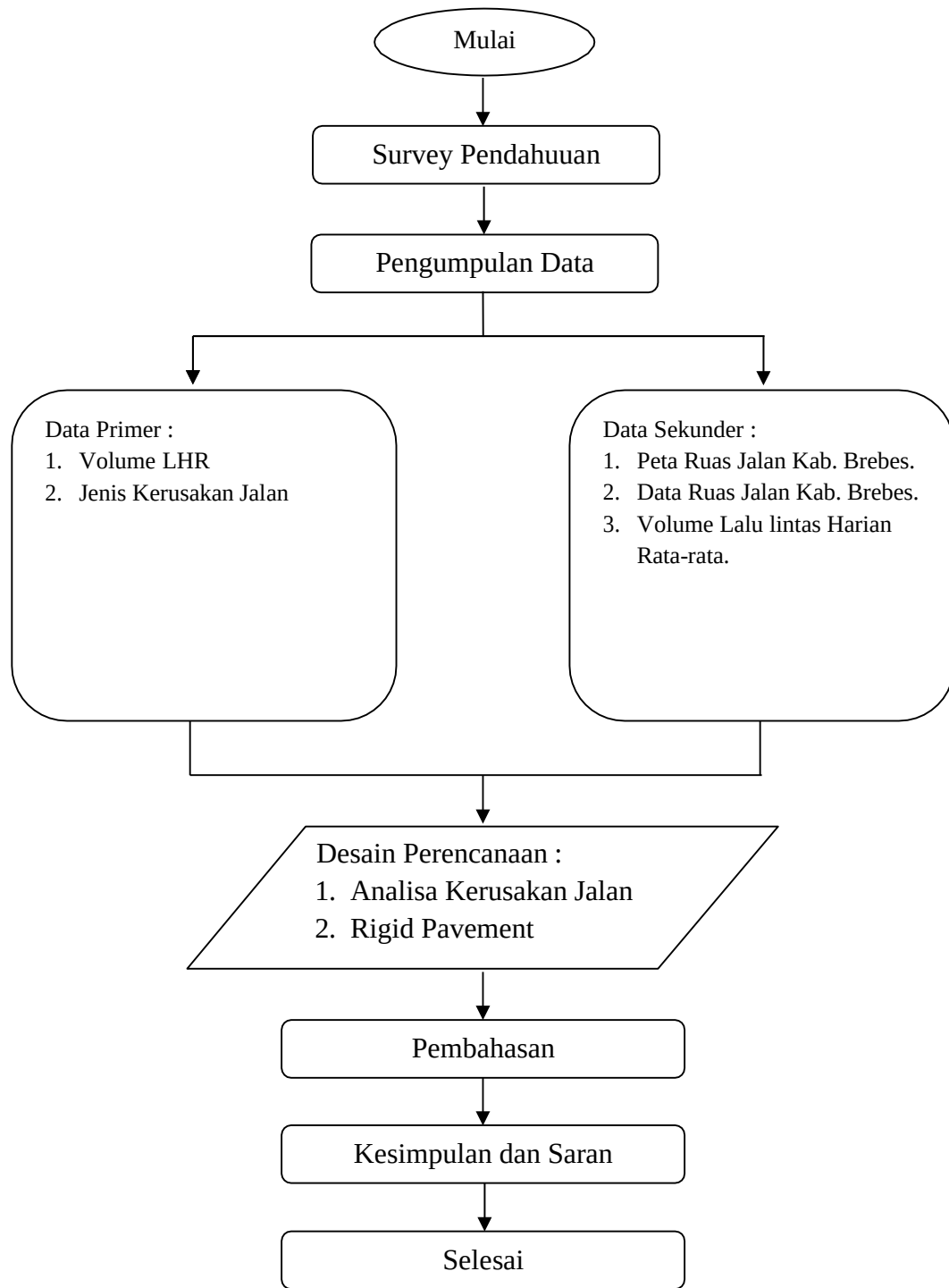
Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan cara peningkatan jalan dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Penggunaan rencana pengerasan kaku dibandingkan pengerasan lentur disebabkan karena volume lalu lintas yang tinggi, menurut Lestari 2013 biaya dan umur rencana pengerasan kaku umur rencana tinggi (15 – 40 tahun). Tanah saja biasanya tidak cukup untuk kuat dan tahan, tanpa adanya deformasi yang berarti terhadap beban roda berulang. Perlu adanya suatu lapis tambahan yang terletak antara tanah dan roda, atau lapis paling atas dari badan jalan. Lapis tambahan ini dibuat dari bahan khusus yang terpilih (yang lebih baik), yang selanjutnya disebut lapis keras/perkerasan (*pavement*) (Sulaksono, 2000). 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 (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003).

Beban kendaraan yang relatif besar dan arus lalu lintas yang semakin padat menjadi alasan utama pemilihan jalan beton. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton (Huang, 2004) Terlebih lagi strukturnya yang lebih kuat, awet dan sedikit perawatan. Alasan itulah yang menjadi dasar mengapa jalan beton dipilih, jalan beton akan menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi kerusakan-kerusakan pada jalan aspal. Berbeda dengan tipe jalan aspal yang membutuhkan perawatan rutin setiap tahunnya. Saat musim hujan, jika konstruksi aspal tidak direncanakan dan dilaksanakan dengan baik akan mudah mengelupas, berlubang dan tergerus air.

Pada artikel ini peneliti membahas mengenai Bagaimana melakukan desain perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) untuk peningkatan jalan pada ruas Jalan Brebes – Jatibarang tahun 2019 untuk umur rencana 20 tahun mendatang, dengan membahas mengenai penentuan jenis perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang akan digunakan; menghitung tebal perkerasan pada konstruksi yang diperlukan untuk umur rencana 20 tahun; menghitung tulangan yang akan digunakan pada perkerasan kaku (*rigid pavement*).

2. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian ini berada di Kecamatan Jatibarang yang berada di sebelah selatan Kecamatan Brebes yang merupakan Ibukota dan pusat kegiatan di Kabupaten Brebes. Oleh karena itu Kecamatan Jatibarang ramai dilalui pengendara dari dan menuju ke Kecamatan Brebes. Kecamatan Jatibarang berada pada ketinggian 5 meter dari permukaan laut. Luas wilayah Kecamatan Jatibarang adalah 49,03 km² yang terdiri dari 22 desa yaitu Desa Kebogadung, Desa Kebonagung, Desa Klampis, Desa Kemiriamba, Desa Jatibarang Kidul, Desa Karanglo, Desa Tegalwulung, Desa Jatibarang Lor, Desa Pamengger, Desa Kertasinduyasa, Desa Janegara, Desa Kendawa, Desa Klikiran, Desa Bojong, Desa Buaran, Desa Kedungtukang, Desa Rengasbandung, Desa Tembelang, Desa Pedeslohor, Desa Kramat, Desa Kalipucang, Desa Kalialang. Objek penelitian adalah Jalan Raya Brebes - Jatibarang dengan panjang 4,30 km. Jalan Raya Brebes - Jatibarang merupakan jalan yang sering dilewati kendaraan roda dua, roda empat dan kendaraan berat seperti truck. Jalan Raya Brebes - Jatibarang ini menghubungkan antara Kecamatan Brebes dengan Kecamatan Jatibarang. Tahapan Penelitian yang dilakukan oleh peneliti dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Tebal Pelat Beton Semen

1. Data Parameter Perencanaan

Diketahui Data Parameter Perencanaan sebagai berikut :

- CBR Tanah Dasar = 6 %
- Kuat Tarik Lentur Beton (f_{t0}) = 4Mpa ($f'_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$)
- Bahan Pondasi Bawah = Bahan Pengikat 125 mm
- Mutu Baja tulangan = BJTU 32 fy : tegangan leleh = 3200kg/cm² untuk BBDT.
- Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi ($\mu=1,5$)
- Bahu Jalan = Tidak
- Ruji (dowel) = Ya
- Pertumbuhan Lalu-lintas (i) = 8% / tahun
- Umur Rencana (UR) = 20 tahun
- Jenis Kendaraan yang melintas :
 - Sepeda Motor : 19694 kendaraan/hari
 - Mobil Penumpang : 2655 kendaraan/hari
 - Bus : 291 kendaraan/hari
 - Truk 2 As Kecil : 789 kendaraan/hari
 - Truk 3 As Besar : 390 kendaraan/hari
 - Truk 3 As : 24 kendaraan/hari
 - Truk Gandeng : 51 kendaraan/hari

Direncanakan perkerasan beton semen jalan 1 jalur 2 lajur 2 arah untuk jalan kolektor. Dengan perencanaan perkerasan beton bersambung dengan tulangan (BBDT).

2. Analisa Lalu Lintas.

Berdasarkan data lalu – lintas harian rata – rata, maka dapat dianalisis perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya.

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (Ton)				Jumlah Kend. (BH)	Jumlah Sumbu Per Kend (bh)	Jumlah Sumbu	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (Ton)	JS (bh)	BS (Ton)	JS (bh)	BS (Ton)	JS (bh)
(1)	(2)				(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
MP	1	1			2655		0						
Bus	3	5			291	2	582	3	291	5	291		
Truk 2 AS Kecil	2	4			789	2	1578	2	789				
								4	789				
Truk 2 AS Besar	5	8			390	2	780	5	390	8	390		
Trus 3 AS	6	14			24	2	48	6	24			14	24
Truk Gandenga	6	14	5	5	51	4	204	6	51			14	51
								5	51				
								5	51				
Total							3192	2436		681		75	

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (20 tahun).

$$\begin{aligned}
 \text{JSKN} &= 365 \times \text{JSKNH} \times R \\
 &= 365 \times 3192 \times 45,8 \\
 &= 53.316.349 \\
 &= 5,3 \times 10^7
 \end{aligned}$$

R bisa diambil dari Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003 mengenai faktor pertumbuhan lalu – lintas (R).

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

$$= 26.658.175$$

$$= 2,6 \times 10^7$$

C diambil dari jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan niaga berdasarkan lebar perkerasan yang bersumber dari Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003 mengenai Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana.

3. Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi

Data lalu – lintas yang diperlukan dalam perencanaan perkerasan beton semen adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repetisi masing – masing jenis sumbu/kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana. Repetisi yang terjadi merupakan hasil kali antara proporsi beban dan proporsi sumbu. Hasil perhitungan repetisi sumbu yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan repetisi sumbu

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (Ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu Lintas Rencana	Repetisi yang Terjadi
STRT	6	75	3%	76%	26.658.175	626.367
	5	492	20%	76%	26.658.175	4.108.967
	4	789	32%	76%	26.658.175	6.589.380
	3	291	12%	76%	26.658.175	2.430.304
	2	789	32%	76%	26.658.175	6.589.380
Total		2436	100%			
STRG	8	390	57%	21%	26.658.175	3.257.108
	5	291	43%	21%	26.658.175	2.430.304
	Total	681	100%			
SRdRG	14	75	100%	2%	26.658.175	626.367
Total		75	100%			

4. Perhitungan Tebal Pelat Beton

- Sumber Data Beban : Hasil Survey
- Jenis Perkerasan : BBDT dengan ruji
- Umur Rencana : 20 Tahun
- JSK : $2,6 \times 10^7$
- Faktor Keamanan Beban : 1,1

Pada penentuan faktor keamanan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat rehabilitas perencanaan seperti terlihat pada Tabel 3.

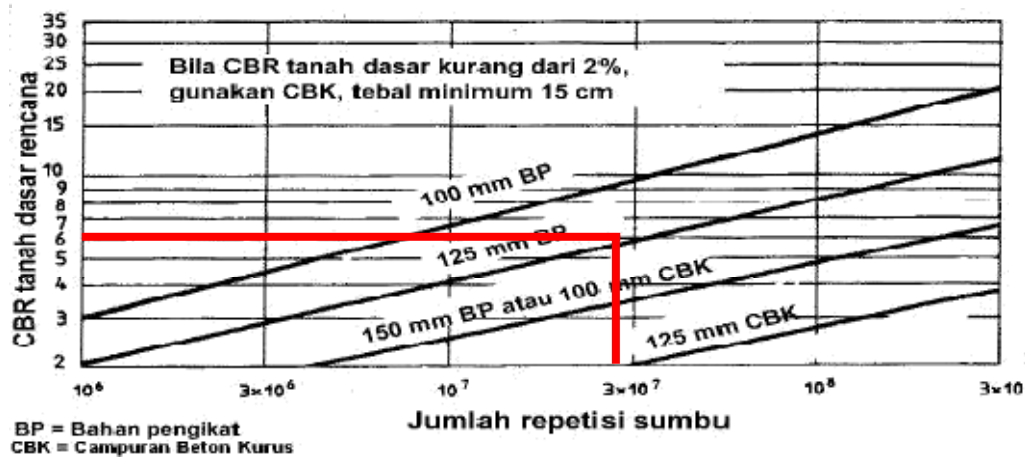
Tabel 3 Faktor keamanan beban (FKB)

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

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

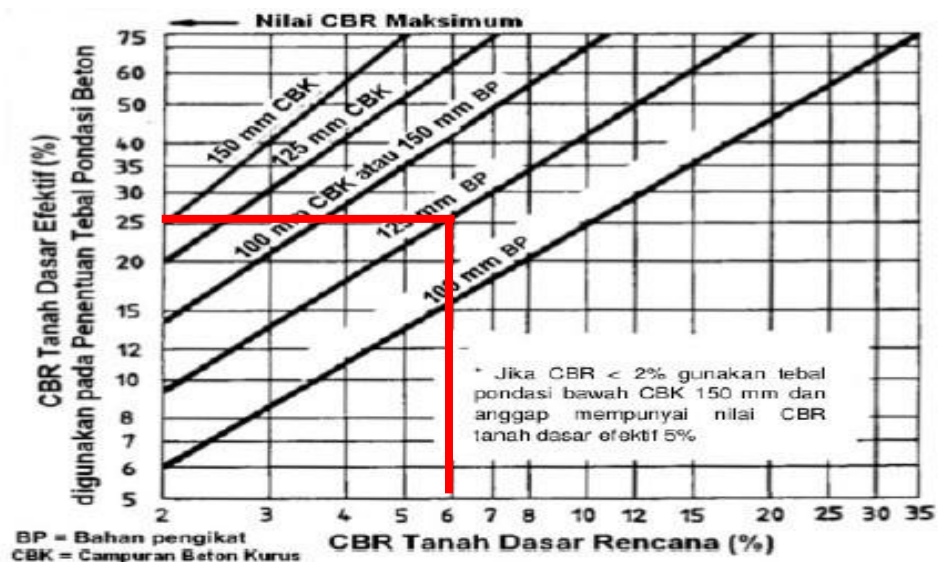
- Kuat tarik lentur beton (f'_{cf}) umur 28 hari : 4 Mpa
- Jenis dan tebal lapis pondasi : bahan pengikat 125 mm
- CBR tanah dasar : 6 %
- CBR efektif : 25 %
- Tebal taksiran pelat beton : 21 mm

Penentuan tebal pondasi bawah, CBR efektif, dan taksiran tebal perkerasan diambil berdasarkan Gambar 2., Gambar 3. dan Gambar 4. sesuai dengan Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14- 2003 Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.



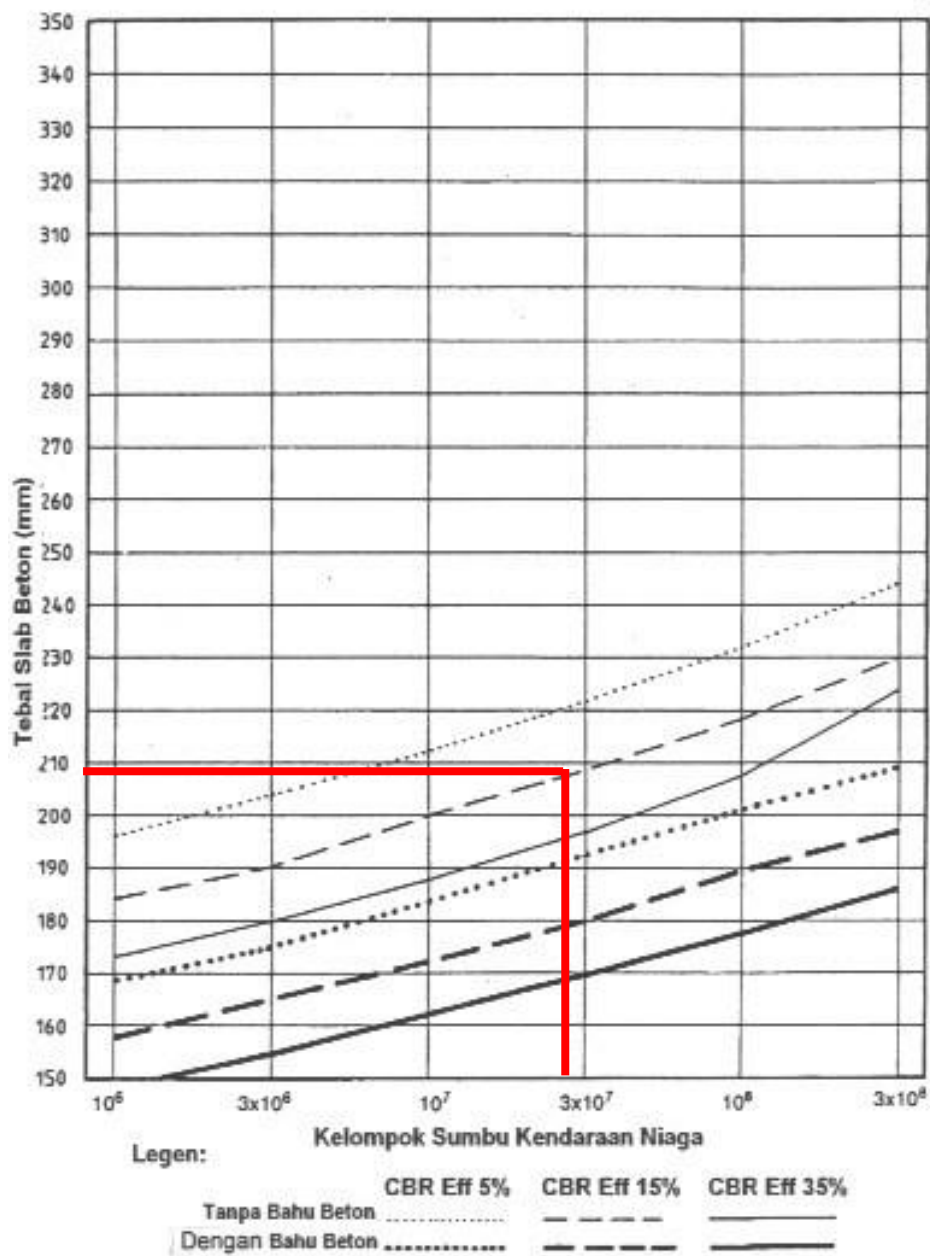
Gambar 2. Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen

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



Gambar 3. CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

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



Gambar 4. Grafik Perencanaan, $f'_{cf} = 4,25$ Mpa, Lalu – Lintas Dalam Kota, Dengan Ruji, FKB = 1,1

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

Dengan menentukan Tegangan Ekuivalen (TE) dan Faktor Erosi (FE), maka dapat ditentukan Faktor Rasio Tegangan (FRT) untuk masing – masing beban rencana per roda seperti Tabel 3.

Tabel 3. Analisa Fatik dan Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu Ton (kN)	Beban Renc. Per Roda (kN)	Repetisi yang Terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
STRT	6 (60)	33	626.367	TE = 0,92	TT		TT	
	5 (50)	27,5	4.108.967	FE = 2,34	TT		TT	
	4 (40)	22	6.489.380	FRT = 0,23	8×10^6	82,37	9×10^6	73,22
	3 (30)	16,5	2.430.304		TT		TT	
	2 (20)	11	6.589.380		TT		TT	
STRG	8 (80)	22	3.257.108	TE = 1,48	TT		TT	
	5 (50)	13,75	2.430.304	FE = 2,95	TT		TT	
				FRT = 0,37	TT		TT	
SRdRG	14 (140)	19,25	626.367	TE = 1,25	TT		TT	
				FE = 3,07	TT		TT	
				FRT = 0,31	TT		TT	
Total					82,37% < 100%		73,22% < 100%	

Ket. : TE=Tegangan Ekuivalen; FE=Faktor Erosi; FRT=Faktor Rasio Tegangan (TE/f_{cf}); TT=Tidak Terbatas

Karena % rusak fatik (telah) lebih kecil (mendekati) 100% maka tebal pelat diambil 21 cm.

Perhitungan Tulangan

- Tebal pelat (h) : 21 cm
- Lebar pelat (L) : 3 m (untuk 1 lajur)
- Panjang pelat (P) : 15 m
- Koefisien gesek antar pelat beton dengan pondasi bawah (μ) : 1,0

Tabel 4. Nilai koefisien gesekan (μ)

No	Lapisan Pemecah Ikatan	Koefisien gesekan (μ)
1	Lapisan resap ikat aspal di atas permukaan pondasi bawah	1,0
2	Laburan parafin tipis pemecah ikat	1,5
3	Karet kompon (<i>A chlorinated rubber curing compound</i>)	2,0

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

- Kuat tarik ijin baja (f_y) : 240 Mpa
- Berat isi beton (M) : 2400 Kg/m³
- Gravitasi (g) : 9,81 m/s²

1. Tulangan Memanjang

$$\begin{aligned}
 A_s &= \frac{\mu \cdot P \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \\
 &= \frac{1,0 \times 15 \times 2400 \times 9,81 \times 0,21}{2 \times 240} \\
 &= 154,51 \text{ mm}^2/\text{m}'
 \end{aligned}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,1\% \times 210 \times 1000 = 210 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$A_{s \text{ min}} > A_s$ perlu.

2. Tulangan Melintang

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

$$= \frac{1,0 \times 3 \times 2400 \times 9,81 \times 0,21}{2 \times 240}$$

$$= 30,90 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$A_s \text{ min} = 0,1\% \times 210 \times 1000 = 210 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$A_s \text{ min} > A_s \text{ perlu}$

3. Dowel (Rujin)

Ketentuan penggunaan dowel sebagai penyambung/pengikat pada sambungan pelat beton, dapat dilihat dari Tabel 5.

Tabel 5 Ukuran dan jarak batang dowel (ruji) yang disarankan.

Tebal Pelat		Dowel					
Perkerasan		Diameter		Panjang		Jarak	
Inci	mm	Inci	mm	Inci	mm	Inci	mm
6	150	0,75	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1,25	32	18	450	12	300
10	250	1,25	32	18	450	12	300
11	275	1,25	32	18	450	12	300
12	300	1,5	38	18	450	12	300
13	325	1,5	38	18	450	12	300
14	350	1,5	38	18	450	12	300

Sumber : *Principles of Pavement Design by Yoder & Witczak, 1975*

Berdasarkan tabel di atas, dapat digunakan dowel dengan ukuran sebagai berikut :

- Diameter : 32 mm
- Panjang : 450 mm
- Jarak : 300 mm

4. Batang Pengikat (*Tie Bar*)

Tie Bar dirancang untuk memegang plat sehingga teguh, dan dirancang untuk menahan gaya-gaya tarik maximum. *Tie Bar* tidak dirancang untuk memindah beban. Jarak *tie bar* dapat mengacu pada Tabel 6

Tabel 6. *Tie Bar*.

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

Sumber : *Literatur/Makalah UI di Buku Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement) Ari Suryawan, 2000*

Berdasarkan tabel di atas, dapat digunakan *tie bar* dengan ukuran sebagai berikut :

- Tebal perkerasan : 210 mm (dibulatkan 9 inchi)
- Diameter : 5/8 inchi atau 16 mm
- Panjang : 30 inchi atau 762 mm
- Jarak antar batang : 1000 mm (maksimum 48 inch atau 1219 mm)

4. KESIMPULAN

Perencanaan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) menggunakan jenis perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan (BBDT). Beton yang digunakan untuk struktur atas adalah K-300 dengan ketebalan 21 cm. Tulangan yang digunakan masing – masing sebagai berikut : Tulangan memanjang yaitu Ø8 mm, jarak 200 mm; Tulangan melintang yaitu Ø8 mm, jarak 200 mm; Dowel (ruji) yaitu Ø 32 mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm; Tie bar yaitu Ø16 mm, panjang 762 mm, jarak antar batang 1000 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga .2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003)*. BSN.
- Huang, Y. H. 2004. *Pavement Analysis and Design*. Second Edition, New Jersey: Pearson Education.
- Lestari, I. G. A. I. 2013. Perbandingan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur. *Jurnal Transportasi*, 7(1), 133-134.
- Pemerintah Republik Indonesia. 1985. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 1985 Tentang Jalan*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Sulaksono, S. W. 2000. *Rekayasa Jalan*, Bandung: Penerbit ITB.
- Udiana, I. M., Saudale, A. R., & Pah, J. J. 2014. Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan WJ Lalamentik dan Ruas Jalan Gor Flobamora). *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 13-18.