

Analisis Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) Jalan Plosoklaten - Gedangsewu Kabupaten Kediri

(Rigid Pavement Planning Analysis Road Plosoklaten – Gedangsewu Kabupaten Kediri)

Ahmad Ridwan, Fajar Romadhon

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kadiri, Kediri

Abstrak: Perkerasan jalan adalah merupakan salah satu unsur konstruksi jalan raya sangat penting dalam rangka kelancaran transportasi darat, sehingga memberikan kenyamanan dan keamanan bagi penggunaannya, sehingga perlu direncanakan dengan baik berdasarkan standar dan kriteria perencanaan yang berlaku di Indonesia. Pada penelitian ini akan dibahas tentang analisa perencanaan perkerasan kaku (rigid pavement) untuk pembangunan prasarana jalan di daerah perkotaan maupun di pedesaan, mengingat perkerasan jalan ini lebih mampu mendukung beban kendaraan berat serta tahan terhadap genangan air. Dari data lapangan yang telah dikumpulkan, dan melalui analisa dan perhitungan didapat Perencanaan Perkerasan Jalan dengan nilai CBR 90% adalah 3.5%. Lalulintas Harian Rata-rata pada jalan tersebut yaitu, 1. MPV, sedan, jeep, pick up: 796 buah; mini bus, truck kecil: 547 buah; bus, truck as 2: 486 buah; truck 3 as, trailer: 51 buah; sepeda motor: 11.687 buah; sepeda/becak: 288 buah; gerobak: 5 buah. Beton yang digunakan untuk struktur atas menggunakan beton mutu K.350 tebal: 19 cm; untuk pondasi bawah menggunakan mutu K.175 tebal: 10 cm; urugan pasir bawah pondasi menggunakan agregat kelas A tebal: 5 cm. Tulangan yang digunakan untuk tulangan memanjang D-13 mm, jarak 200 mm; tulangan melintang D-13 mm, jarak 400 mm; dowel (ruji) D-25 mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm; tie bar D-16 mm, panjang 600 mm, jarak antar batang 750 mm. Bahu jalan menggunakan urugan pilihan 1 m di sisi kanan dan kiri badan jalan, drainase menggunakan U-Ditch tinggi: 70 cm dan lebar: 60 cm. Dari perhitungan analisis tersebut besar biaya pekerjaan perkerasan kaku (Rigid Pavement) sebesar Rp. 89.975.955.000,00 atau terbilang: Delapan puluh sembilan milyar sembilan ratus tujuh puluh lima juta sembilan ratus lima puluh lima ribu rupiah.

Kata kunci: perencanaan jalan, analisa tebal perkerasan jalan, perkerasan kaku

Abstract: Pavement is one of the elements of road construction is very important in order to smooth the land transportation so as to provide comfort and safety for its users, so it needs to be well planned based on standards and planning criteria applicable in Indonesia. In this research will be discussed about rigid pavement planning analysis for the development of road infrastructure in urban and rural areas, since this road pavement is more able to support heavy vehicle load and resistant to puddles. From the field data that has been collected, and through analysis and calculation of Road Pavement Planning with CBR value of 90% is 3.5%. Average Daily Traffic on the road 1. MPV, sedan, jeep, pick up: 796; mini bus, small truck: 547; bus, truck as 2: 486; truck 3 as, trailer: 51; motorcycle: 11.687; bicycle / pedicab: 288; carts: 5. Concrete used for upper structure using K.350 thick concrete thickness: 19cm; for bottom foundation using K.175 thickness: 10cm; urugan sand under the foundation using a thick A-class aggregate: 5cm. The reinforcement used for the D-13mm lengthened reinforcement, 200mm spacing; D-13mm transverse reinforcement, 400mm spacing; dowel (ruji) D-25mm, length 450mm, distance 300mm; D-16mm tie bar, 600mm long, 750mm rod spacing. Shoulders use 1m option on the right and left side of the road, drainage using U-Ditch height: 70cm and width: 60cm. From the calculation of such analysis the cost of rigid pavement work of Rp. 89.975.955.000,00 or equivalent: Eighty nine billion nine hundred seventy five million nine hundred and fifty five thousand rupiah.

Keywords: road planning, thickness analysis of pavement, rigid pavement

Alamat Korespondensi :

Ahmad Ridwan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kadiri, Kediri, Jl. Selomangleng No.01 Kediri, e-mail: ahmad_ridwan@unik-kediri.ac.id

Fajar Romadhon, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kadiri, Kediri, Jl. Selomangleng No.01 Kediri, e-mail: eff.fajarromadhon@gmail.com

PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang paling banyak digunakan oleh masyarakat untuk melakukan mobilitas keseharian

dibandingkan dengan transportasi air dan udara, sehingga volume kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut harus mampu didukung oleh perkerasan jalan pada ruas jalan yang dilewatinya.

Jenis perkerasan jalan, dapat berupa Perkerasan Lentur (*flexible pavement*), Perkerasan Kaku (*rigid pavement*), dan Perkerasan Komposit, yang menggabungkan perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Khusus untuk perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang terbuat dari beton semen baik bertulang maupun tanpa tulangan dan lebih banyak digunakan pada ruas jalan yang mempunyai volume kendaraan berat yang tinggi serta sering mengalami banjir.

Ruas jalan dari Jalan Plosoklaten menuju Gedangsewu yang terletak di Kabupaten Kediri, adalah ruas jalan yang banyak dilalui oleh kendaraan pengangkut material, bus, dan pengangkut barang dagangan baik berupa truk-truk besar dan mobil pick up, selain kendaraan pribadi, serta sering dilanda banjir saat hujan.

Oleh karena itu, dalam merencanakan suatu konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) diperlukan penelitian yang kompleks dan spesifik sehingga akan diperoleh perencanaan tebal perkerasan beton semen serta tulangan berupa *Dowel* dan *Tie Bar* yang mampu mendukung beban yang melintasi ruas jalan tersebut serta besarnya biaya yang digunakan.

Dasar – Dasar Perencanaan

Dalam perhitungan perencanaan ulang perkerasan kaku (*Rigid pavement*) ini mengacu pada standar yang sudah biasa digunakan untuk perencanaan – perencanaan perkerasan beton semen di Indonesia. Standar tersebut antara lain

1. Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

Departemen Pemukiman dan Prasarana Wiyah.(Pd T-14-2003).

Pedoman ini mencakup dasar-dasar ketentuan perencanaan perkerasan jalan, yaitu

- Analisis kekuatan tanah dasar dan lapis pondasi.
- Perhitungan beban dan komposisi lalu-lintas.

- Analisis kekuatan beton semen untuk perkerasan

Pedoman Perkerasan Beton Semen ini menguraikan Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan dan contoh Perhitungan. Perkerasan beton semen pra-tegang tidak termasuk di dalam buku ini. Prosedur ini tidak direkomendasikan untuk perencanaan tebal perkerasan di daerah permukiman dan kawasan industri.

2. Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*) Perencanaan Metode AASHTO 1993

Buku ini dapat digunakan sebagai acuan dan pegangan terkait dengan pekerjaan konstruksi jalan (perkerasan kaku). Perencanaan mengacu pada AASHTO (*American Association of State High-way and Transportation Officials*) guide for design of pavement structures 1993 (selanjutnya disebut ASSHTO 1993). Langkah – langkah/tahapan, prosedur, dan parameter – parameter perencanaan secara praktis diberikan pada buku ini.

Metode Perhitungan

Dalam perencanaan pembangunan perkerasan jalan beton semen (*rigid pavement*) ini, perhitungan analisis struktur dilakukan dengan bantuan program komputer (*software computer*). Program tersebut terdiri dari :

- a. AutoCad 2007 digunakan pada *detailing* dan *drafting*.
- b. Microsoft Excel 2007 digunakan pada hitung manual desain struktur perkerasan beton semen dan RAB (*cost*).

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data Lapangan *Survei Inventori Jalan*

Survei inventori jalan dilakukan untuk mengetahui kondisi *existing* dan situasi lokasi perencanaan. Kegiatan yang dilakukan pada survei inventori adalah :

- a) Menentukan awal dan akhir pengukuran serta pemasangan patok beton *Bench Mark* di awal dan akhir pelaksanaan.
- b) Mengamati kondisi jalan.
- c) Menyarankan posisi patok *Bench Mark* pada lokasi yang akan dijadikan referensi.

Survei Tanah

Survei penyelidikan tanah, untuk mengetahui kondisi tanah dasar di lokasi perencanaan sebagai dasar acuan penentuan bangunan bawah dari struktur yang direncanakan. Kegiatan yang dilakukan pada survei pendahuluan tanah adalah

- a) Mengamati secara visual kondisi lapangan yang berkaitan dengan 20 karakteristik tanah dan batuan.
- b) Mengamati perkiraan lokasi sumber material (*quarry*) sepanjang lokasi pekerjaan.
- c) Melakukan pemotretan pada lokasi-lokasi khusus (rawan longsor, dan lain-lain).
- d) Melakukan tes untuk mengetahui CBR tanah dasar.
- e) Membuat rencana kerja untuk tim survei detail.

Survei Lalu - Lintas

Survei lalu lintas, untuk mengetahui beban lalu lintas kendaraan dan jumlah total volume lalu – lintas di sekitar lokasi perencanaan sebagai dasar untuk memperkirakan dan merencanakan beban yang akan melalui jalan tersebut. Kegiatan yang dilakukan pada survei lalu lintas adalah

- a) Mengumpulkan data kendaraan yang lewat, termasuk jumlah dan jenis kendaraan lalu – lintas.
- b) *Menganalisa kapasitas jalan.*

Survei Lingkungan

Kegiatan yang dilakukan pada survei dampak lingkungan adalah

- a) Inventarisasi terhadap zona lingkungan awal yang bertujuan untuk mengidentifikasi komponen lingkungan yang sensitif.
- b) Aspek fisik, kimia, dan biologi.

- c) Aspek sosial ekonomi dan budaya masyarakat.
- d) Pencatatan lokasi bangunan bersejarah, kuburan, fasilitas umum dan sebagainya.
- e) Pengambilan contoh air.
- f) Pengamatan kondisi.
- g) Foto dokumentasi yang diperlukan sehubungan dengan analisa.
- h) Membuat rencana kerja untuk survei detail.

Foto Dokumentasi

1. Foto asli, perlu dilakukan sebagai bukti nyata kondisi lokasi jalan yang akan dikerjakan.
2. Pengambilan medan yang difoto disarankan minimal 4 arah (dua memanjang dan dua melintang).

Pengumpulan Data Penunjang Peta Jaringan Jalan

Peta ini menunjukkan jaringan jalan yang sudah ada dalam satu wilayah propinsi, lengkap dengan batas-batas kabupaten. Peta ini diterbitkan oleh Departemen P.U. tetapi tidak dipublikasikan.

Data dan Informasi

a) Data Curah Hujan

Data curah hujan dapat diperoleh dari kantor BMG (Badan Meteorologi dan Geofisika). Apabila data tidak tersedia, maka dapat juga digunakan peta hujan sebagai pendekatan. Data curah hujan juga dapat diperoleh dari Dinas Pertanian di daerah – daerah.

b) Informasi

Informasi tentang :

- Sarana transportasi untuk mencapai lokasi
- Biaya hidup di lokasi survey
- Cuaca dan suhu di lokasi, dan lain-lain.

Analisa dan Pengolahan Data

Analisa dan Pengolahan Data dilakukan berdasarkan data – data yang dibutuhkan, selanjutnya dilanjutkan sesuai identifikasi permasalahan, sehingga diperoleh analisis pemecahan masalah yang efektif dan terarah. Dari

data – data yang diperoleh dalam analisis perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) jalan Plosoklaten - Gedangsewu.

Perencanaan Perkerasan Kaku Inventarisasi Jalan

Dari hasil inventori jalan yang dilakukan, dapat dilihat kondisi *existing* jalan pada ruas Plosoklaten – Gedangsewu dikategorikan sebagai jalan yang rusak sedang hingga rusak berat. Hal ini terlihat dari banyaknya aspal yang mengelupas sehingga jalan cenderung berlubang.

Perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) pada ruas jalan Plosoklaten – Gedangsewu, dilakukan pada STA. 0+000 – STA. 11+200. STA. 11+200 merupakan STA terakhir pada ruas jalan Plosoklaten – Gedangsewu. Sehingga panjang total perkerasan yang direncanakan adalah 11,2 Km.

Kondisi Tanah

Kondisi tanah pada ruas jalan ini cenderung datar dan berbukit karena berada pada lereng gunung Kendeng Utara yang langsung bertemu dengan area persawahan. Adapun data CBR tanah dasar, penentuan CBR desain, dan grafik CBR 90% pada lokasi 24 setempat dapat dilihat masing – masing pada Tabel 1, Tabel 2, dan Grafik 1.

Tabel 1.
Data CBR Tanah Dasar

No	STA	CBR (%)	No	STA	CBR (%)
1	0+000	4	24	5+750	5
2	0+250	4	25	6+000	4
3	0+500	4	26	6+250	5
4	0+750	3	27	6+500	5
5	1+000	5	28	6+750	3
6	1+250	4	29	7+000	3
7	1+500	4	30	7+250	4
8	1+750	3	31	7+500	3
9	2+000	5	32	7+750	5
10	2+250	5	33	8+000	4
11	2+500	6	34	8+250	3
12	2+750	5	35	8+500	3

13	3+000	4	36	8+750	3
14	3+250	5	37	9+000	4
15	3+500	5	38	9+250	5
16	3+750	5	39	9+500	5
17	4+000	4	40	9+750	5
18	4+250	4	41	10+000	3
19	4+500	3	42	10+250	3
20	4+750	5	43	10+500	3
21	5+000	5	44	10+750	4
22	5+250	4	45	11+000	4
23	5+500	4	46	11+200	3

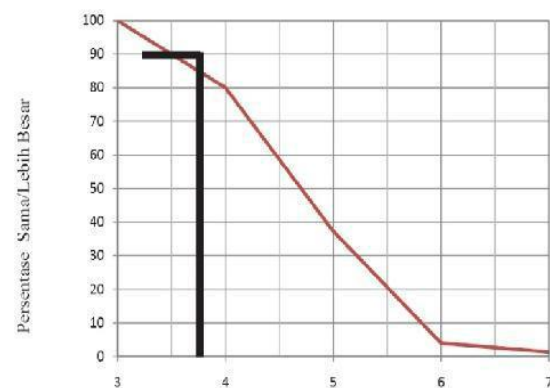
Sumber : Survey Lapangan

Tabel 2.
Penentuan CBR Desain

CBR (%)	JUMLAH SAMA ATAU LEBIH BESAR	PERSENTASE SAMA ATAU LEBIH BESAR
3	75	$75 / 75 \times 100\% = 100\%$
4	60	$60 / 75 \times 100\% = 80\%$
5	28	$28 / 75 \times 100\% = 37,33\%$
6	3	$3 / 75 \times 100\% = 4\%$
7	1	$1 / 75 \times 100\% = 1,33\%$

Sumber : Data Diolah

Grafik Penentuan CBR



Gambar 1. Grafik CBR 90%

Dari grafik penentuan CBR desain di atas, diperoleh CBR 90% adalah 3,5%.

Lalu – lintas

Berdasarkan hasil survey yang dilakukan, dapat diperoleh data lalu lintas kendaraan pada tahun 2017 ruas jalan Plosoklaten – Gedangsewu. Adapun data survey dapat dilihat sesuai dengan Tabel 3.

Tabel 3.
Data Lalu Lintas Kendaraan Tahun 2017
Dalam Mobil Bus Truk Ruas Plosoklaten -
Gedangsewu

Kendaraan	Jumlah
MPV, Sedan, Jeep, Pick Up	795
Mini Bus, Truck Kecil	547
Bus, Truck 2 As	486
Truck 3 As, Trailer	51
Sepeda Motor	11687
Sepeda, Becak	288
Gerobak	5

Sumber : Survey Lapangan

Sedangkan pertumbuhan lalu lintas kendaraan yang terjadi pada jalan Plosoklaten _ Gedangsewu dari tahun 2013 – 2017 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.
Pertumbuhan Lalu - Lintas

Tahun	Jumlah Kend.	Peningkatan (Jumlah)	Peningkatan (%)
2013	129.541	10.648	8.28
2014	139.189		
2015	139.189	34.450	24.75
2016	173.639		
2017	173.639	0	0
Rata - Rata			8.26%

Sumber : Global Dalam Angka 2017

Kondisi Lingkungan

Ruas Jalan Plosoklaten - Gedangsewu yang terletak pada Kecamatan Plosoklaten, Kecamatan Puncu dan Kecamatan Pare Kabupaten Kediri. Daerah datar berada pada ketinggian antara 50-100 meter di atas permukaan air laut dengan kelerengan 5° - 10°.

Secara sosial, pada tiga kecamatan yang dilalui oleh Ruas Jalan Plosoklaten - Gedangsewu tersebut, rata – rata laju pertumbuhan penduduk adalah sesuai dengan Tabel 5.

Tabel 5.
Laju Pertumbuhan Penduduk

Kecamatan	Laju Pertumbuhan Penduduk (%)
Plosoklaten	97%
Puncu	70%
Pare	98%

Sumber : BPS

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Direktorat Program Kehutanan tentang Iklim di Kabupaten Plosoklaten, Puncu dan Pare yang terletak di antara daerah gunung Kelud, bagian Timur Kabupaten Kediri mempunyai tipe iklim D yang bersifat 1-6 bulan kering dan 1-6 bulan basah dengan suhu minimum 26° C. Pada tiga kecamatan yang dilalui ruas jalan Plosoklaten - Gedangsewu jumlah hari hujan dan curah hujan tahunan dan terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6.
Data Curah Hujan Jalan Plosoklaten -
Gedangsewu

Kecamatan	Hari Hujan (hari)	Curah Hujan (mm)
Plosoklaten	153	1882
Gedangsewu	117	1944
Pare	143	1815
Rata - Rata	138	1880

Sumber : Kediri Dalam Angka tahun 2017

Perhitungan Tebal Pelat Beton Semen

Diketahui Data Parameter Perencanaan sebagai berikut.

- CBR tanah dasar = 3,5 %
- Kuat tarik lentur (f_{cf}) = 4 MPa ($F'c = 350 \text{ kg/cm}^2$)
- Bahan pondasi bawah = bahan pengikat 125 mm
- Mutu baja tulangan = BJTU 30 (F_y : tegangan leleh = 3000 kg/cm^2) untuk BBDT
- Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi (μ) = 1,5
- Bahu jalan = Tidak
- Ruji (dowel) = Ya
- Data Lalu – Lintas Harian Rata – rata,

- MPV, sedan, jeep, pick up: 795 buah/hari
 - Mini bus, truck kecil: 547 buah/hari
 - Bus, truck 2 As, mobil tanki: 486 buah/hari
 - Truk 3 As, Trailer: 51 buah/hari
 - Truk gandengan: 0 buah/hari
 - Pertumbuhan lalu-lintas (i): 8,25 %/ tahun
 - Umur rencana (UR): 10 th
- Direncanakan perkerasan beton semen untuk jalan 2 lajur 2 arah untuk jalan kolektor.

$$R = \frac{(1 + 0,0825)^{10} - 1}{0,0825}$$

$$R = 14,66$$

$$\begin{aligned} JSKN &= 365 \times 2270 \times 14,66 \\ &= 12.146.281 \\ &= 1,2 \times 10^7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JSKN \text{ rencana} &= JSKN \times C \\ &= 1,2 \times 10^7 \times 0,5 \\ &= 6.073.141 \\ &= 6 \times 10^6 \end{aligned}$$

Dengan perencanaan perkerasan beton bersambung dengan tulangan (BBDT).

Keterangan:

Langkah – Langkah Perhitungan Tebal Pelat

JSKN: Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

Analisis lalu – lintas

JSKNH: Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian

Berdasarkan data lalu – lintas harian rata – rata, maka dapat dianalisis perhitungan jumlah sumbu pada Tabel 7.

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (10 tahun).

C diambil dari jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan niaga berdasarkan lebar perkerasan sesuai dengan Tabel 8.

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R$$

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

Tabel 7.
Perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jml. Kend. (bb)	Jml.Sumbu per Kend.(bb)	Jml. Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRD	
	RD	FB	RGD	RGB				BS (bh)	JS (bh)	BS (bh)	JS (bh)	BS (bh)	JS (bh)
1	2				3	4	5	6	7	8	9	10	11
MPV, sedan, Jeep, pick up					795								
Mini bus, truk kecil					547		1094		547		547		
Bus, truck 2As, mobil tangki					486		972		486		486		
Truk 3As, Trailer					51		204		51				51
Total							2270		1084		1033		51

Sumber: Data yang diolah

Tabel 8.
Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana

Lebar Perkerasan (Lp)	Jumlah Lajur (n1)	Koefisien Distribusi	
		1 Arah	2 Arah
Lp < 5,5 M	1	1	1
5,50 m _ Lp < 8,25m	2	0.70	0.50
8,25 m _ Lp < 11,25m	3	0.50	0.475
11,23 m _ Lp < 15 m	4	-	0.45
15m _ Lp < 18,75 m	5	-	0.425
18,75 _ Lp < 22 m	6	-	0.4

Sumber : perencanaan perkerasan beton semen, pedoman XX-2002

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.

Perhitungan repetisi sumbu rencana :

Proporsi beban jenis sumbu STRT :

- Beban sumbu 6 ton = (jumlah sumbu beban / jumlah total sumbu) x100%
 $= (51/1084) \times 100\%$
 $= 5\%$
- Beban sumbu 5 ton = (jumlah sumbu beban / jumlah total sumbu) x100%
 $= (486/1084) \times 100\%$
 $= 45\%$
- Beban sumbu 3 ton = (jumlah sumbu beban / jumlah total sumbu) x100%
 $= (547/1084) \times 100\%$
 $= 50\%$

Proporsi beban jenis sumbu STRG :

- Beban sumbu 8 ton = (jumlah sumbu beban / jumlah total sumbu) x100%
 $= (486/1033) \times 100\%$
 $= 47\%$
- Beban sumbu 5 ton = (jumlah sumbu beban / jumlah total) x100%

$$= (547/1033) \times 100\%$$

$$= 53\%$$

Proporsi beban jenis sumbu STdRG :

- Beban sumbu 14 ton = (jumlah sumbu beban / jumlah total sumbu) x100%
 $= (51/51) \times 100\%$
 $= 100\%$

Proporsi sumbu :

- Jenis sumbu STRT = (jumlah sumbu beban (STRT) / jumlah total sumbu) x 100%
 $= (1084/2270) \times 100\%$
 $= 48\%$
- Jenis sumbu STRG = (jumlah sumbu beban (STRG) / jumlah total sumbu) x 100%
 $= (1033/2270) \times 100\%$
 $= 46\%$
- Jenis sumbu STdRD = (jumlah sumbu beban (STdRD) / jumlah total sumbu) x 100%
 $= (51/2270) \times 100\%$
 $= 2\%$

Perhitungan repetisi sumbu yang terjadi, dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9.
Perhitungan repetisi sumbu rencana

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalin Rencana	Repetisi yang Terjadi
STR	6	51	5%	48%	6.073.14	136.44
T					1	5
	5	486	45%	48%	6.073.14	1.300.
					1	241
	3	547	50%	48%	6.073.14	1.463.
					1	440
jumlah		1084	100%			
STR	8	486	47%	46%	6073140	1.300.
G					,506	241
	5	547	53%	46%	6073140	1.463.
					,506	440
jumlah			100%			
STd	14	51	100%	2%	6073140	136.44
RD					,506	5
jumlah		51	100%			
KUMULATIF						5.800.
						250

Sumber : Data Diolah

Perhitungan tebal pelat beton

- Sumber data beban : Hasil survey
- Jenis perkerasan : BBDT dengan ruji
- Umur rencana : 10 tahun
- JSK : 6 x 106
- 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 reliabilitas perencanaan seperti terlihat pada Tabel 10.

Tabel 10.
Faktor Keamanan Beban (FKB)

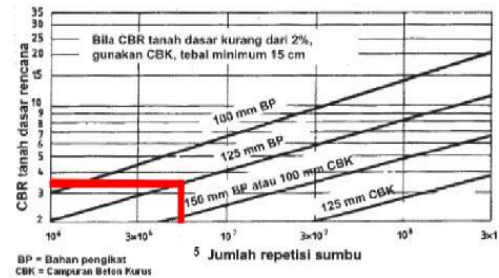
No	Penggunaan	Nilai (FKB)
1	Jalan bebas hambatan utama (major freeway) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu – lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi.	
2	Jalan bebas hambatan (freeway) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah	
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	

Sumber : perencanaan perkerasan beton semen, pedoman XX-2002

- Kuat tarik lentur beton (f'_{cf}) umur 28 hari: 4 Mpa
- Jenis dan tebal lapis pondasi : bahan pengikat 125 mm
- CBR tanah dasar : 3,5%
- CBR efektif : 15%
- Tebal taksiran pelat beton : 19 mm

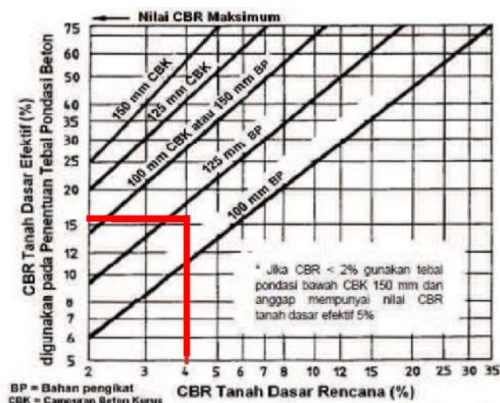
Penentuan tebal pondasi bawah, CBR efektif, dan taksiran tebal perkerasan diambil berdasarkan Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 sesuai dengan perencanaan perkerasan beton semen, pedoman XX- 2002 Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.

Tebal pondasi bawah minimum ditentukan oleh gambar diagram berdasarkan jumlah repetisi sumbu dan CBR tanah dasar rencana seperti terlihat pada Gambar 2.

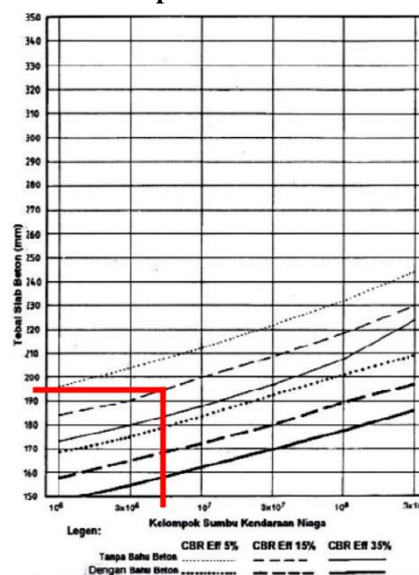


Gambar 2. Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen

Penentuan CBR efektif didasarkan pada CBR tanah dasar dan tebal pondasi bawah yang direncanakan. Penentuan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah



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

Untuk mengetahui tebal perkerasan aman atau tidak, maka harus dilakukan analisa fatik dan erosi sesuai dengan pedoman XX-2002 Perencanaan Perkerasan Beton Semen. Tabel perhitungan mengacu pada

peraturan yang sudah ada. Adapun cara untuk menentukan faktor tegangan dan erosi didasarkan pada CBR efektif dan perkiraan tebal perkerasan yang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11.
Tegangan Ekvivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan tanpa Bahu Beton

Tebal Slab (mm)	CBR Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				FAKTOR EROSI							
		STRT	STRG	STdRD	STrRD	Tanpa Ruji				Dengan Ruji / Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRD	STrRD	STRT	STRG	STdRD	STrRD
150	5	1.7	2.72	2.25	1.54	2.8	3.4	3.5	3.55	2.6	3.21	3.3	3.37
150	10	1.62	2.56	2.05	1.56	2.79	3.39	3.46	3.5	2.59	3.2	3.28	3.32
150	15	1.59	2.43	2.01	1.53	2.78	3.36	3.44	3.47	2.59	3.2	3.27	3.3
150	20	1.56	2.43	1.97	1.51	2.77	3.37	3.43	3.46	2.59	3.19	3.26	3.29
150	25	1.54	2.37	1.92	1.43	2.77	3.37	3.42	3.44	2.59	3.19	3.25	3.28
150	35	1.49	2.28	1.82	1.41	2.76	3.36	3.39	3.4	2.58	3.18	3.23	3.25
150	50	1.43	2.15	1.73	1.46	2.74	3.34	3.36	3.37	2.57	3.17	3.21	3.22
150	75	1.55	2.02	1.64	1.36	2.72	3.32	3.33	3.32	2.56	3.16	3.19	3.19
160	5	1.54	2.49	2.06	1.54	2.72	3.32	3.43	3.47	2.52	3.12	3.22	3.3
160	10	1.47	2.34	1.92	1.56	2.71	3.32	3.39	3.43	2.51	3.11	3.2	3.26
160	15	1.44	2.26	1.84	1.44	2.7	3.3	3.37	3.41	2.51	3.11	3.19	3.24
160	20	1.41	2.22	1.82	1.38	2.69	3.29	3.36	3.4	2.5	3.1	3.18	3.23
160	25	1.39	2.17	1.65	1.34	2.69	3.29	3.32	3.38	2.5	3.1	3.17	3.21
160	35	1.31	2.07	1.75	1.27	2.68	3.28	3.28	3.34	2.49	3.09	3.18	3.18
160	50	1.24	1.96	1.87	1.25	2.66	3.26	3.26	3.3	2.49	3.09	3.13	3.15
160	75	1.23	1.85	1.58	1.23	2.64	3.24	3.26	3.25	2.48	3.08	3.12	3.12
170	5	1.41	2.27	1.93	1.44	2.64	3.24	3.37	3.43	2.44	3.04	3.15	3.24
170	10	1.34	2.14	1.78	1.33	2.52	3.22	3.33	3.38	2.43	3.03	3.12	3.2
170	15	1.31	2.07	1.71	1.28	2.52	3.22	3.31	3.35	2.43	3.03	3.12	3.18
170	20	1.29	2.03	1.67	1.26	2.51	3.21	3.3	3.34	2.43	3.02	3.11	3.16
170	25	1.27	1.99	1.63	1.23	2.6	3.21	3.28	3.32	2.42	3.02	3.1	3.16
170	35	1.32	1.92	1.54	1.16	2.58	3.2	3.25	3.28	2.41	3.01	3.08	3.12
170	50	1.19	1.82	1.46	1.14	2.57	3.18	3.22	3.24	2.4	3.01	3.06	3.08
170	75	1.14	1.72	1.37	1.19	2.56	1.17	3.19	3.24	2.4	3	3.04	3.06
180	5	1.29	2.01	1.81	1.35	2.57	3.17	3.33	3.37	2.36	2.97	3.09	3.2
180	10	1.23	1.98	1.66	1.24	2.56	3.15	3.28	3.32	2.36	2.96	3.07	3.15
180	15	1.2	1.92	1.59	1.19	2.55	3.15	3.25	3.29	2.36	2.96	3.05	3.12
180	20	1.18	1.88	1.55	1.17	2.54	3.15	3.24	3.28	2.35	2.95	3.04	3.11
180	25	1.16	1.84	1.51	1.14	2.54	3.14	3.23	3.25	2.35	2.95	3.03	3.09
180	35	1.12	1.76	1.43	1.09	2.53	3.14	3.2	3.22	2.34	2.94	3.01	3.06
180	50	1.09	1.67	1.35	1.06	2.51	3.13	3.17	3.19	2.33	2.93	2.99	3.02
180	75	1.03	1.67	1.26	1.01	2.49	3.11	3.13	3.14	2.32	2.92	2.97	2.99
190	5	1.19	1.95	1.69	1.27	2.5	3.11	3.28	3.32	2.29	2.9	3.03	3.15
190	10	1.13	1.84	1.55	1.16	2.46	3.09	3.23	3.27	2.28	2.89	3	3.1
190	15	1.1	1.78	1.49	1.11	2.48	3.06	3.2	3.24	2.28	2.88	2.98	3.07
190	20	1.09	1.75	1.45	1.09	2.47	3.07	3.19	3.23	2.27	2.88	2.98	3.06
190	25	1.07	1.71	1.41	1.06	2.47	3.07	3.17	3.21	2.27	2.88	2.97	3.04
190	35	1.03	1.63	1.33	1.01	2.46	3.06	3.14	3.17	2.26	2.87	2.95	3
190	50	1	1.55	1.25	0.98	2.44	3.04	3.1	3.14	2.26	2.86	2.93	2.97
190	75	0.98	1.45	1.17	0.91	2.43	3.03	3.07	3.09	2.25	2.85	2.91	2.93
200	5	1.1	1.81	1.5	1.2	2.44	3.04	3.23	3.27	2.23	2.83	2.97	3.1
200	10	1.05	1.7	1.46	1.1	2.42	3.02	3.18	3.22	2.22	2.82	2.95	3.05
200	15	1.02	1.65	1.4	1.05	2.42	3.02	3.15	3.19	2.22	2.82	2.93	3.02
200	20	1.01	1.62	1.36	1.02	2.41	3.01	3.14	3.18	2.21	2.81	2.92	3.01
200	25	0.99	1.59	1.33	0.99	2.4	3	3.12	3.18	2.21	2.81	2.91	2.99
200	35	0.96	1.62	1.25	0.94	2.39	2.98	3.09	3.12	2.2	2.8	2.89	2.95
200	50	0.92	1.44	1.18	0.89	2.38	2.96	3.08	3.09	2.19	2.79	2.87	2.92
200	75	0.89	1.36	1.1	0.84	2.36	2.96	3	3.04	2.18	2.78	2.86	2.86

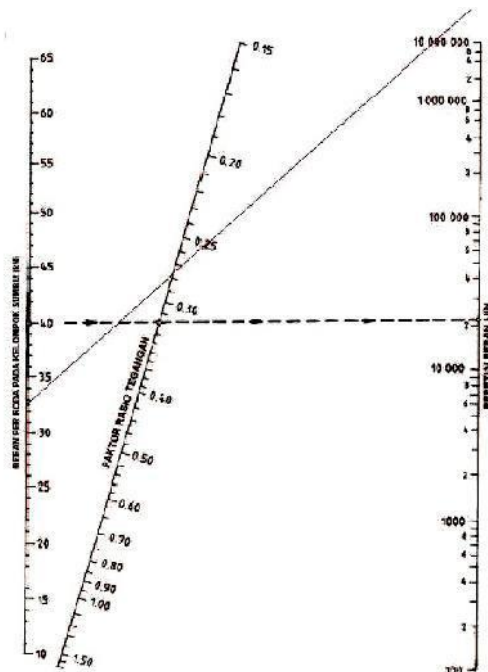
210	5	1.02	1.69	1.5	1.14	2.38	2.99	3.18	3.23	2.17	2.77	2.92	3.06
210	10	0.97	1.56	1.38	1.04	2.36	2.97	3.13	3.18	2.16	2.76	2.89	3.01
210	15	0.94	1.54	1.32	0.99	2.36	2.86	3.1	3.15	2.15	2.75	2.87	2.98
210	20	0.93	1.51	1.28	0.96	2.35	2.95	3.09	1.13	2.14	2.75	2.87	2.96
210	25	0.92	1.48	1.25	0.93	2.34	2.95	3.07	3.11	2.14	2.75	2.86	2.94
210	35	0.89	1.41	1.19	0.88	2.33	2.94	3.04	3.07	2.13	2.74	2.84	2.9
210	50	0.86	1.35	1.11	0.83	2.32	2.92	3.01	3.04	2.13	2.73	2.81	2.86
210	75	0.82	1.27	1.03	0.78	2.3	2.9	2.95	2.98	2.12	2.72	2.79	2.83

Sumber : Data Diolah

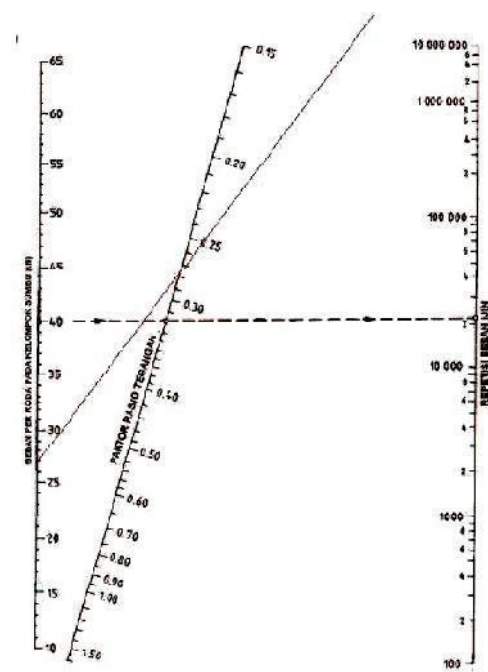
Tabel 12.
Analisa Fatik dan Erosi

Jenis sumbu	beban sumbu ton (KN)	beban rencana per roda (KN)	repetisi yg terjadi	faktor teg. Dan Erosi		Analisa fatik		Analisa erosi	
						Repetisi Ijin	persen rusak	Repetisi ijin	persen rusak
STR1	6(60)	33,00	136.445	TE =					
	5(50)	27,50	1.300.241	FRT =	75				
	3(30)	16,50	1.463.440	FE =	2,28				
STRG	8(80)	22,00	1.300.241	TE =	1,78	0.000.000	65,0120327	9.000.000	
	5(50)	13,75	1.463.440	FRT =	0,445				
				FE =	2,88				
STdRG	14(140)	19,25	136.445	TE =	1,49			10.000.000	1
				FRT =	0,3725				0
				FE =	2,98			0	
Total						65%<100%		16%<100%	

Sumber : Data Diolah



Gambar 5. Analisa fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton untuk STR1 (6 ton)

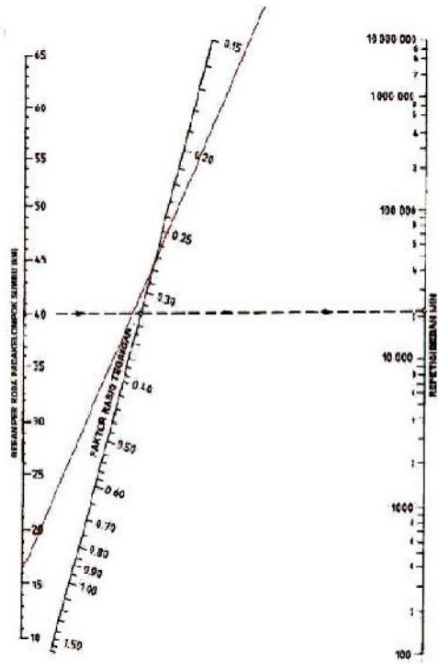


Gambar 6. Analisa fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton untuk STR1 (5 ton)

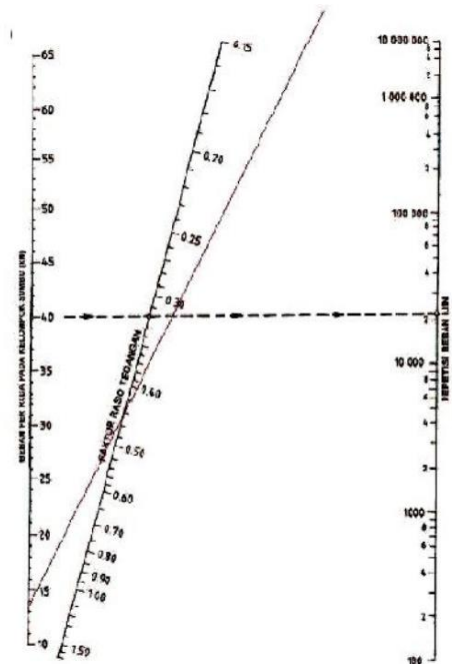
Dengan menentukan tegangan ekivalen (TE) dan faktor erosi (FE), maka dapat ditentukan faktor rasio tegangan (FRT) untuk masing – masing beban rencana per roda seperti Tabel 12. $FRT = TE / fcf$. Karena % rusak fatik (lelah) lebih kecil 100%, maka tebal pelat diambil 19 cm.

Repetisi ijin untuk analisa fatik dan analisa erosi dari masing – masing

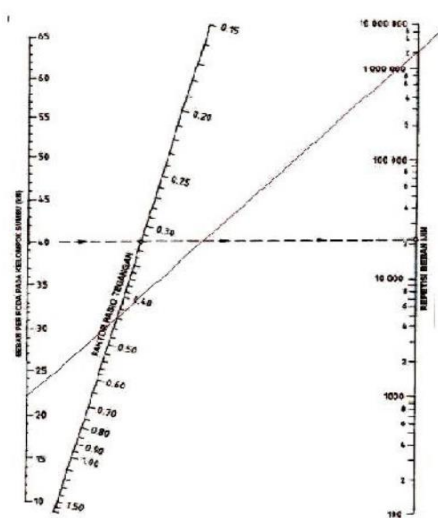
jenis sumbu kendaraan, dapat ditentukan melalui diagram Gambar 5 dan Gambar 6. Analisa fatik dan beban repetisi ijin dijelaskan pada Gambar 7 sampai dengan Gambar 10. Sedang, Gambar 11 - 16 menjelaskan analisa erosi dan jumlah repetisi beban ijin.



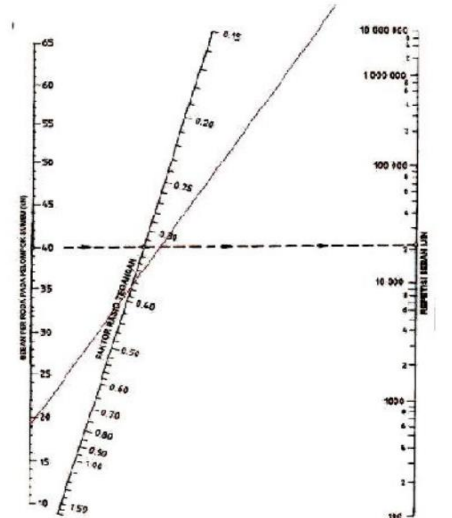
Gambar 7. Analisa fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton untuk STRT (3 ton)



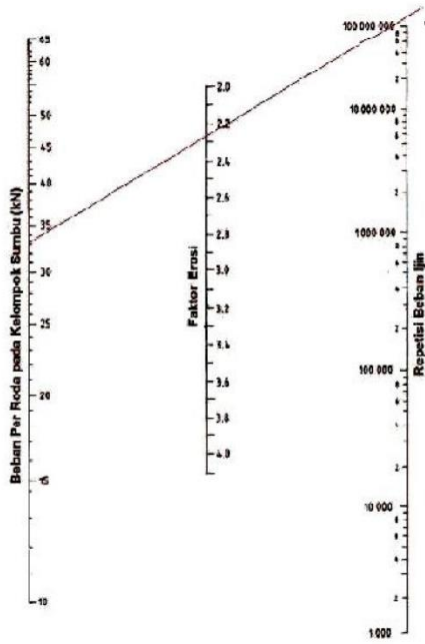
Gambar 9. Analisa fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton untuk STRG (5 ton)



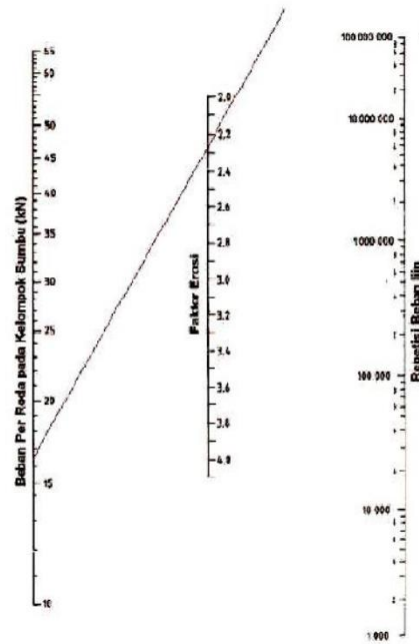
Gambar 8. Analisa fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton untuk STRG (8 ton)



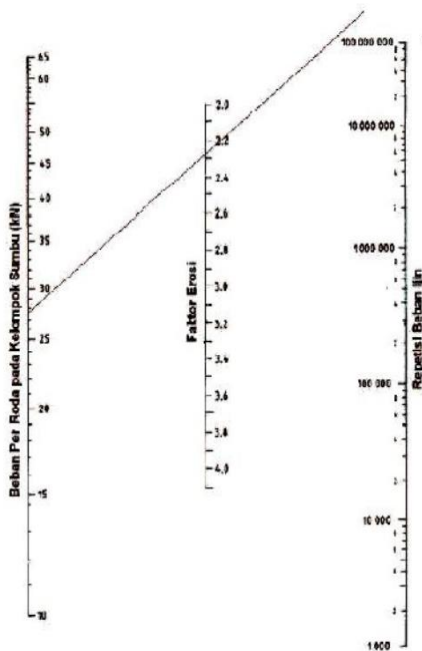
Gambar 10. Analisa fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton untuk STdRG (14 ton)



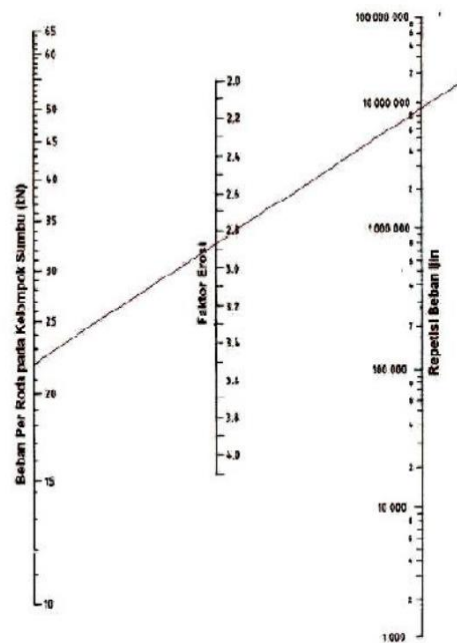
Gambar 11. Analisa erosi dan jumlahrepetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi,tanpa bahu beton STRT (6 ton)



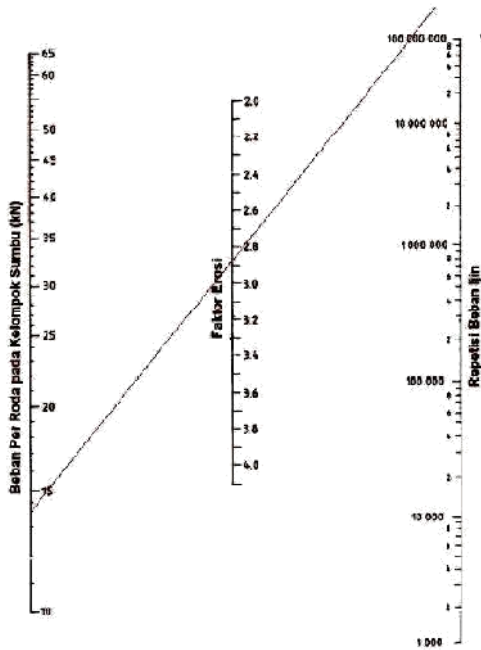
Gambar 13. Analisa erosi dan jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STRT (3 ton)



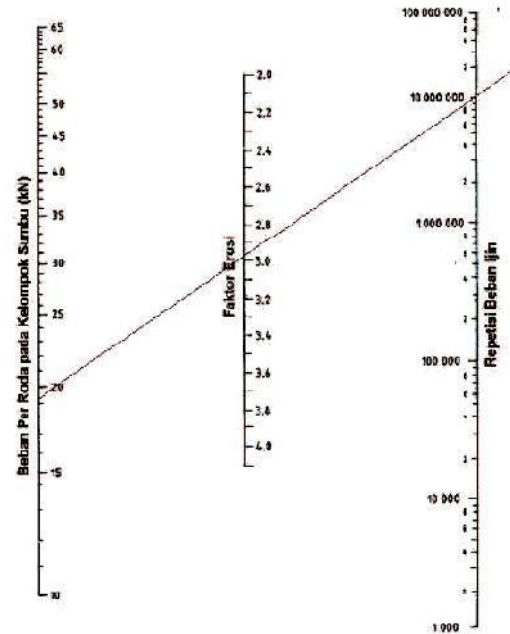
Gambar 12. Analisa erosi dan jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STRT (5 ton)



Gambar 14. Analisa erosi dan jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STRG (8 ton)



Gambar 15. Analisa erosi dan jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STRG (5 ton)



Gambar 16. Analisa erosi dan jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STdRG (14 ton)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Tulangan

- Tebal pelat (h) : 19 cm
- Lebar pelat (L) : 3 m (untuk 1 lajur)
- Panjang pelat (P) : 6 m
- Koefisien gesek antar pelat beton dengan pondasi bawah (μ) : 1,5
- Kuat tarik ijin baja (fy) : 3000 Kg/cm²
- Berat isi beton (M) : 2400 kg/m³
- Gravitasi (g) : 9,81 m/s²

Tulangan Memanjang

$$As = \frac{\mu \cdot P \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot fy}$$

$$As = \frac{1,5 \cdot 6 \cdot 2400 \cdot 9,81 \cdot 0,19}{2 \cdot 3000}$$

$$As = 629,06625 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$As \text{ min} = 0,1\% \times 190 \times 1000 = 190 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

Keterangan :
μ : koefisien gesek antar plat

- P: panjang plat
- M: berat isi beton
- g : gravitasi
- h : tebal plat

Digunakan tulangan diameter 13 mm, jarak 200 mm.

Tulangan Melintang

$$As = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot fy}$$

$$As = \frac{1,5 \cdot 3 \cdot 2400 \cdot 8,81 \cdot 0,19}{2 \cdot 3000}$$

$$As = 314,533125 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$As \text{ min} = 0,1\% \times 190 \times 1000 = 190 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

Keterangan :

- μ : koefisien gesek antar plat
- L: lebar plat
- M: berat isi beton
- g : gravitasi
- h : tebal plat

Digunakan tulangan diameter 13 mm, jarak 400 mm.

Dowel (Ruji)

Ketentuan penggunaan dowel sebagai penyambung/pengikat pada sambungan pelat beton, dapat dilihat dari Tabel 13.

Tabel 13.
Ukuran dan jarak batang dowel (ruji) yang disarankan

Tebal Pelat Perkerasan		Dowel					
		Meter		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

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

Berdasarkan Tabel 13, dapat digunakan dowel dengan ukuran sebagai berikut :

- Diameter : 25 mm
- Panjang : 400 mm
- Jarak : 500 mm

Batang Pengikat (Tie Bar)

- Diameter : 16 mm
- Panjang : 600 mm
- Jarak antar batang : 750 mm

Rencana Anggaran Biaya

Uraian Umum

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

Penyusunan anggaran biaya yang dihitung dengan teliti, didasarkan atau didukung oleh :

1. Bestek

Gunanya untuk menentukan spesifikasi bahan dan syarat- syarat teknis.

2. Gambar Bestek

Gunanya untuk menentukan atau menghitung besarnya masing masing volume pekerjaan.

3. Harga Satuan Pekerjaan

Didapat dari harga satuan bahan dan harga satuan upah berdasarkan perhitungan analisis BPIK (Balai Pengujian dan Informasi Konstruksi).

Metode Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Untuk perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) digunakan program yang dapat mendukung kelancaran dan ketelitian di dalam perhitungan, untuk itu perencanaan memakai program *Microsoft Excel* untuk mencari volume pekerjaan dan analisa bahan dan upah, sedangkan *Microsoft Project* untuk pengelolaan proyek (*time schedule*).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada penelitian yang kami buat dengan judul “Analisis Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) Jalan Plosoklaten – Gedangsewu”, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan jenis perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan.
2. Beton yang digunakan untuk struktur atas adalah K-350 dengan ketebalan 19 cm, disesuaikan dengan perhitungan perencanaan tebal perkerasan.
3. Pondasi bawah beton kurus menggunakan beton mutu K-175 dengan ketebalan 10 cm.
4. Urugan pasir bawah pondasi menggunakan agregat kelas A dengan ketebalan rata – rata 5 cm menyesuaikan dengan kondisi *existing* jalan.
5. Tulangan yang digunakan masing – masing sebagai berikut.
 - Tulangan memanjang: D-13 mm, jarak 200 mm
 - Tulangan melintang: D-13 mm, jarak 400 mm

- Dowel (ruji): D-25 mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm
 - Tie bar: D-16 mm, panjang 600 mm, jarak antar batang 750 mm.
6. Bahu jalan menggunakan urugan pilihan masing – masing 1 m di sisi jalan.
 7. Drainase menggunakan pasangan batu belah dengan U-Ditch tinggi 70 cm dan lebar 60 cm.

Saran

Dari perencanaan yang kami buat, saran yang dapat kami berikan adalah sebagai berikut.

1. Perlu adanya perencanaan yang teliti terutama dalam perencanaan struktur agar perubahan pekerjaan dapat diminimalkan, sehingga pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan lancar.
2. Faktor keamanan dan kenyamanan sangat penting dalam perencanaan jalan raya.
3. Perencanaan anggaran dan waktu pelaksanaan harus direncanakan dengan baik, agar dalam pelaksanaan tepat waktu dan efisien biaya.
4. Metode-metode praktis yang telah dilaksanakan di lapangan, sebaiknya tetap mengacu pada standar yang telah ditetapkan untuk menghindari kegagalan teknis.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official), Manual Rural High Way Design.
- Affandi F. (2003). *Perencanaan perkerasan beton semen*. Jakarta. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Alamsyah Alik Ansori. (2006). *Rekayasa Jalan Raya*, Universitas Muhammadiyah, Malang.
- Ari Suryawan. (2005). *Perkerasan Jalan Beton Semen (Rigid Pavement)*. Yogyakarta.
- Arthur Wignal, dkk. (2000). *Proyek Jalan Teori dan Praktek*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- C. Jatin Khisty & B. Kant Kall. (2003). *Dasar - Dasar Rekayasa Transportasi, Jilid 1 dan 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang JALAN*. Jakarta.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. (2003). *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. (2003). *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton (Pd T-14-2003)*. Jakarta.
- Dirjen Cipta Karya. *Peraturan Beton Indonesia 1971 (PBI 71)*. Dinas Pekerjaan Umum.
- Hamirhan Saodang. (2004). *Geometrik Jalan*. Bandung: Penerbit NOVA.
- Joko Untung Soedarsono. (1987). *Konstruksi Jalan Raya*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Manu, A.I. *Perkerasan Kaku (rigid pavement)*, Perpustakaan Kementrian Pekerjaan Umum.
- Nyoman Suaryana. (2001). *Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian dan Pembangunan Prasarana Transportasi, Provinsi Kalimantan Timur.
- Shirley L. Hendarsin. (1987). *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Penerbit Politeknik Negeri Bandung, Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
- Sunggono. (1995). *Buku Teknik Sipil*. Bandung: Penerbit Nova,
- Suryawan, Ari. (2009). *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement) Perencanaan*

- Metode AASHTO*. Yogyakarta:
Penerbit Beta Offset.
- Suwardjoko Warpani. (1988). *Rekayasa
Lalu lintas*. Jakarta: Penerbit
Bharata.
- T. Gunawan dan S. Margaret. (1996).
Konstruksi Beton II, Jilid 1.
Jakarta: Delta Teknik Group,
- Yorder and Witczak. (1975). *Principles
of Pavement Design*. John Wiley
& Sons, Inc.