

PERBANDINGAN PERENCANAAN PERKERASAN JALAN *RIGID PAVEMENT* DENGAN MENGGUNAKAN METODE SNI PD T-14-2003 DAN NAASRA (Studi Kasus: Jalan *Ringroad* Utara Kota Surakarta)

Sumina

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta
minasumina33@gmail.com

Kusdiman Joko Priyanto

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta
jokokoediman@gmail.com

Abstrak

Perkerasan jalan adalah unsur konstruksi jalan raya yang sangat penting dalam rangka kelancaran transportasi darat sehingga memberikan kenyamanan dan keamanan bagi penggunanya, sehingga perlu direncanakan dengan baik berdasarkan standar dan kriteria perencanaan yang berlaku di Indonesia. Kurangnya tingkat pelayanan jalan mendesak segera dilakukan tahapan perencanaan pada setiap desain pembuatan jalan, karena tahapan tersebut sangat peranan penting dalam merencanakan tebal perkerasan yang baik khususnya pada perkerasan kaku, serta menurut data survey di ruas jalan tersebut. Penentuan nilai rancang tebal perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dapat dihitung dengan banyak metode, dalam perencanaan tebal perkerasan kaku ruas Jalan Ringroad Utara Kota Surakarta pada digunakan metode SNI Pd T-14-2003 dan metode NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*). Dalam metode SNI Pd T-14-2003 didapatkan JSKN sebanyak 9×10^7 dan CBR tahanan dasar 4.30 %, diperoleh ketebalan pelat setebal 180 mm. Sedangkan perencanaan metode NAASRA, didapat JSKN (Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga) sebesar 2.07×10^8 , nilai CBR tanah dasar 4,30% dan nilai $K = 35\text{kPa/mm}$, Tebal perkerasan setebal 210 mm. Perencanaan penulangan dengan metode SNI Pd T-14-2003 adalah diameter 10 mm dengan jarak 250 mm. Untuk metode NAASRA diperoleh tulangan dengan diameter 12 mm jarak 250 mm. Untuk dimensi drainase pada lokasi penampang 1 adalah dengan lebar x tinggi (0.30 m x 0.30 m) dan untuk tinggi jagaan sebesar 0.1 m. Dan dimensi drainase pada lokasi penampang 2 adalah dengan lebar x tinggi (0.35 m x 0.35 m) dan untuk tinggi jagaan sebesar 0.1 m. Kecilnya dimensi saluran ini dipengaruhi oleh kontur jalan, yaitu jalan melewati daerah naik turun, dengan kemiringan $> 5\%$.

Kata kunci: *Rigid Pavement*, Metode SNI Pd T-14-2003, Metode NAASRA

Abstract

Pavement is an important road construction element in the framework of smooth land transportation so as to provide comfort and safety for its users, so it needs to be planned well based on standards and planning criteria that apply in Indonesia. Lack of level of road service urges immediate planning stages in each road construction design, because these stages are very important in planning a good thickness of pavement, especially in rigid pavement, as well as according to survey data on these roads. Determination of the value of the rigid pavement thickness design (*Rigid Pavement*) can be calculated by many methods, in planning the rigid pavement thickness of the North Ringroad Road in the City of Surakarta in the SNI Pd T-14-2003 method and the NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*) method. In the SNI Pd T-14-2003 method obtained 9×10^7 JSKN and base resistance CBR 4.30%, obtained thickness plate thickness of 180 mm. While the NAASRA method planning, obtained JSKN (Number of Commercial Vehicle Axes) of 2.07×10^8 , subgrade CBR value of 4.30% and K value of 35kPa/mm , pavement thickness as thick as 210 mm. Reinforcement planning using SNI Pd T-14-2003 method is 10 mm in diameter with a distance of 250 mm. For the NAASR method, a reinforcement with a diameter of 12 mm, a distance of 250

mm. For drainage dimensions at the cross section location 1 is width x height (0.30 m x 0.30 m) and for guard height of 0.1 m. And the drainage dimensions at the cross section location 2 are width x height (0.35 m x 0.35 m) and for guard height of 0.1 m. The small dimension of the channel is influenced by the contour of the road, ie the road passes up and down areas, with a slope of > 5%.

Keywords: *Rigid Pavement, SNI Pd T-14-2003 Method, NAASRA Method.*

I. PENDAHULUAN

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, diatas permukaan air serta di bawah permukaan tanah dan atau air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006). Jalan raya adalah jalur - jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat. (Clarkson H. Oglesby. 1999). Perbaikan jalan ini bertujuan untuk memberi kenyamanan dan kelancaran bagi pengguna jalan, serta diharapkan dapat membantu meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar dan juga mengangkut manusia dari tempat A ketempat B. Jalan *ringroad* lingkaran utara Kota Surakarta merupakan jalan nasional yang menghubungkan Kabupaten Karanganyar, Sragen dan Kota Surakarta. Gambaran lalu lintas di ruas jalan tersebut cukup ramai dilewati oleh kendaraan ringan (LV), kendaraan sedang (MV) dan kendaraan

berat (HV). Gambaran jalan di sebelah timur mojosongo Surakarta, berupa jalan 4 lajur 2 arah, terpisah median. Dengan bahu jalan cukup lebar (lebih dari 2m). sering digunakan untuk istirahat kendaraan berat. Kondisi jalan yang sekarang ini banyak yang rusak seperti bergelombang, aspal mengelupas, dan juga air menggenangi ditengah jalan saat hujan. Dengan melihat beban kendaraan yang melintasi ruas jalan tersebut dan juga kondisi jalan sekarang, maka perlu mengadakan evaluasi terhadap tebal perkerasan tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis ingin meninjau segi teknis yaitu berapa tebal lapis perkerasan kaku yang dibutuhkan untuk dapat menahan beban lalu lintas pada jalan *ringroad* utara Kota Surakarta. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui tebal lapis perkerasan kaku yang dibutuhkan dengan Metode SNI Pd T-14-2003 Pd T-14-2003 dan metode National Associations of Australian State Road Authorities (NAASRA) 1987, serta Mengetahui biaya pembangunan perkerasan kaku pada jalan *ringroad* utara mojosongo Surakarta.

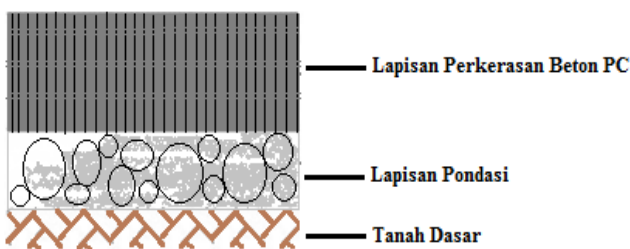
II. LANDASAN TEORI

2.1. Fungsi Perkerasan Jalan

Perkerasan direncanakan untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman serta selama umur rencana tidak terjadi kerusakan yang berarti. Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut, perkerasan beton semen harus:

- a) Mereduksi tegangan yang terjadi pada tanah dasar (akibat beban lalu – lintas) sampai batasan yang mampu dipikul tanah dasar tersebut, tanpa menimbulkan perbedaan penurunan / lendutan yang dapat merusak perkerasan.
- b) Mampu mengatasi pengaruh kembang susut dan penurunan kekuatan tanah dasar, serta pengaruh cuaca dan kondisi lingkungan.

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Struktur perkerasan beton semen secara tipikal sebagaimana terlihat gambar 2.1.



Gambar 1 Susunan lapisan perkerasan kaku
(Sumber Perencanaan Perkerasan Jalan Beton semen 2003)

2.2 Faktor Perencanaan Perkerasan Kaku

a) Variasi Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Penentuan beban lalu lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus berikut:

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

Dengan ketentuan:

JSKN: Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana

JSKNH: Jumlah total sumbu kendaraan niaga perhari pada saat jalan dibuka

b) Koefisien distribusi kendaraan

Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau berdasarkan data terakhir (≤ 2 tahun terakhir) Jenis sumbu ditinjau dari konfigurasi sumbu kendaraan meliputi:

1. Sumbu tunggal dengan roda tunggal (STRT)
2. Sumbu tunggal dengan roda ganda (STRG)
3. Sumbu tandem/ganda dengan roda ganda (SGRG)
4. Sumbu tripel roda ganda (STrRG)

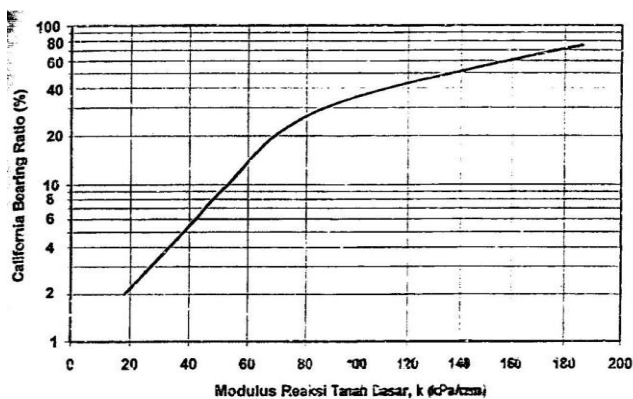


Gambar 2. Konfigurasi sumbu kendaraan
(Sumber: Perencanaan tebal struktur perkerasan lentur, Sukirman, 2010)

2.3. Persyaratan Teknis Perencanaan Perkerasan Kaku

a) Kekuatan lapisan tanah dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR lapangan ataupun CBR laboratorium, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Untuk perencanaan tebal perkerasan kaku, daya dukung tanah dasar diperoleh dengan nilai CBR, seperti halnya pada perencanaan perkerasan lentur, meskipun pada umumnya dilakukan dengan menggunakan nilai (k) yaitu modulus reaksi tanah dasar.



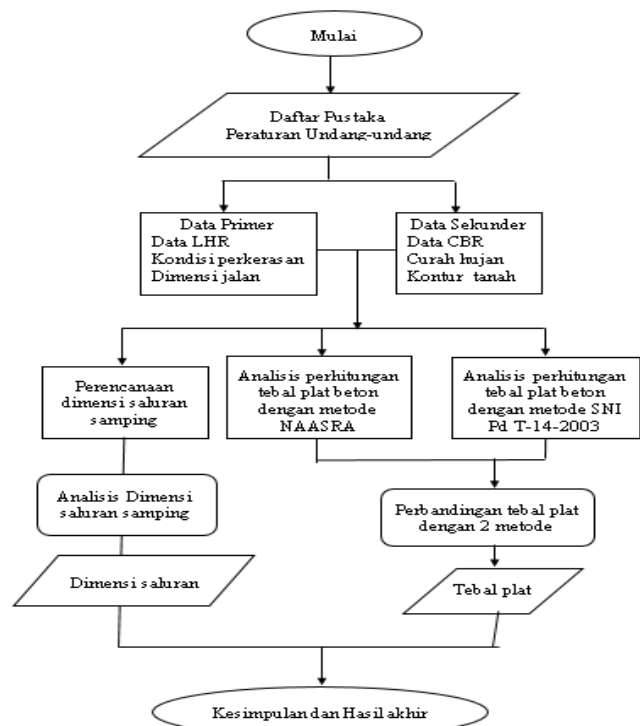
Gambar 2. Grafik korelasi nilai (k) dengan CBR

b) Pondasi bawah

Tujuan digunakannya lapis pondasi bawah pada perkerasan kaku adalah untuk menambah daya dukung tanah dasar, menyediakan lantai kerja yang stabil dan mendapatkan permukaan dengan daya dukung yang seragam. Lapis pondasi bawah juga dapat mengurangi lendutan pada

sambungan-sambungan sehingga menjamin penyaluran beban melalui sambungan muai dalam waktu lama, menjaga perubahan volume lapisan tanah dasar akibat pemuaian atau penyusutan serta mencegah keluarnya air atau pumping pada sambungan atau tepi plat beton.

III. METODE PENELITIAN



Gambar 4. Diagram alir penelitian

IV. PEMBAHASAN

Dalam perencanaan jalan *ringroad* lingkaran utara kota Surakarta, analisa dilakukan untuk mendapatkan parameter yang dibutuhkan dalam perencanaan. data yang diambil adalah Analisa data lalu lintas, Analisa data CBR, Analisa curah hujan. Berikut data yang terkait dalam perencanaan jalan kaku atau beton.

Tabel 1. Volume lalu lintas dalam Satuan Mobil pribadi (SMP)

No	Jenis Kendaraan	Faktor emp	Volume Kendaraan	Volume SMP
1	Mobil pribadi	1	911	911
2	Bus	2	149	298
3	Truk 2 sumbu kecil	1.5	322	483
4	Truk 2 sumbu besar	2	239	478
5	Truk 3 sumbu	2.5	102	255
6	Truk gandeng	3	28	84

Jenis Sumbu	Konfigurasi beban				Jumlah kendaraan		Jumlah sumbu	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB	Bh	Bh		t	bh	t	bh	t	bh
1	2				3	4	5	6	7	8	9	10	11
MP	1	1	-	-	1413	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus	3	5	-	-	566	2	1132	3	566	5	566	-	-
Truk 2 As kecil	2	4	-	-	855	2	1710	2	855	-	-	-	-
Truk 2 As besar	5	8	-	-	684	2	1368	5	684	8	684	-	-
Truk 3 As	6	14			510	2	1020	6	510	-	-	14	510
Truk gandeng	6	14	5	5	150	4	600	6	150	-	-	14	150
								5	150	-			
								5	150	-			
Total								5830	3896		1250		660

4.1 Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Metode SNI Pd T-14-2003

Data perencanaan

- CBR tanah dasar = 4.4 %
- Kuat tekan beton (f'c) = 35 Mpa
- fcf = K (f'c)^{0.5} = 0,7 x (35)^{0.5} = 4,141Mpa ≈ 4 Mpa (persamaan 1)
- Bahu Jalan = Iya
- Ruji (Dowel) = Ya
- Pertumbuhan lalu lintas (i) = 6 %/ tahun
- Umur rencana (UR) = 30 tahun
- Koefisien Distribusi Arah (C) = 0,45

1. Analisis lalu lintas

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (30 tahun)

$$JSKM = 365 \times JSKNH \times R$$

$$JSKN = 365 \times 5830 \times 79,1$$

$$= 168320845 = 1,68 \times 10^8$$

$$JSKN \text{ rencana} = C \times JSKN$$

$$= 7,57 \times 10^7$$

Tabel 2. Perhitungan Jumlah Sumbu berdasarkan Jenis dan Bebannya

Keterangan:

- RD = roda depan,
- RB = roda belakang,
- RGD = roda ganda depan,
- RGB = roda ganda belakang,
- BS = beban sumbu,
- JS = jumlah sumbu,
- STRT = sumbu tunggal roda tunggal,
- STRG = sumbu tunggal roda ganda,
- STdRG = sumbu tandem roda ganda

2. Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi

Tabel 3. Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

Jenis Sumbu	Beban Sumbu	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalulintas Rencana	Repetisi rencana (7)=(4 x 5 x 6)
1	2	3	4	5	6	7
STRT	6	660	0.169	0.671	7.57 x 10 ⁷	8.61 x 10 ⁶
	5	984	0.253	0.671	7.57 x 10 ⁷	1.28 x 10 ⁷
	4	831	0.213	0.671	7.57 x 10 ⁷	1.08 x 10 ⁷
	3	566	0.145	0.671	7.57 x 10 ⁷	7.38 x 10 ⁶
	2	855	0.219	0.671	7.57 x 10 ⁷	1.12 x 10 ⁷
Total		3896	1			
STRG	8	684	0.547	0.215	7.57 x 10 ⁷	8.92 x 10 ⁶
	5	566	0.453	0.215	7.57 x 10 ⁷	7.38 x 10 ⁶
Total		1250	1			
STdRG	14	660	1	0.114	7.57 x 10 ⁷	8.61 x 10 ⁶
Total		660	1			
JSKNH		5830				
Kumulatif						7.57 x 10 ⁷

Keterangan

- Kolom 2 = Berdasarkan tabel 4.10, urutkan dari yang terbesar ke terkecil
- Kolom 3 = Berdasarkan tabel 4.10 (kolom 7,9, 11 masukan sesuai jenis sumbu dan beban sumbu dijumlah masing-masing STRT, STRG, STdRG)

Kolom 4 = Jumlah per sumbu dibagikan total sumbu STRT = $660/3896 = 0.169$

Kolom 5 = Jumlah sumbu (STRT) dibagikan JSKNH $3896/5830 = 0.671$

Kolom 6 = JSKN Rencana (Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga)

Kolom 7 = kolom 4 dikali kolom 5 dikalikan dengan kolom 6

3) Perhitungan Tebal Pelat Beton

Sumber data beban = Hasil survei

Jenis perkerasan = BBDT dengan ruji

Jenis bahu = ada

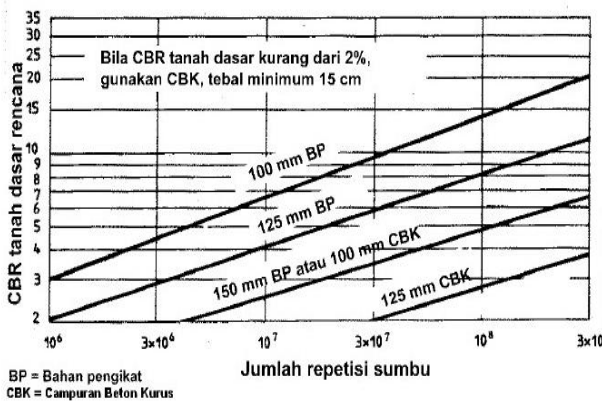
Umur rencana = 30 tahun

JSKN = $3,53 \times 10^8$

Faktor keamanan beban = 1,1

Kuat tarik lentur beton (f_{cf}) umur 28 hari = 4,39MPa

Jenis dan tebal lapis pondasi = CBK 10 cm (berdasarkan Gambar 5)



Gambar 5. Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen

CBR tanah dasar = 4,4%

CBR efektif = 30% (berdasarkan Gambar 6)

Gambar 6. CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah

Tebal taksiran pelat beton = 18cm (berdasarkan Gambar 5)

Tabel 4. Perhitungan Analisis Fatik dan Erosi

Jenis sumbu	Beban sumbu (ton)	Beban rencana per roda	Repetisi rencana	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	33	8.6×10^6	TE:0.99	TT	0	TT	0
	5	27.5	1.3×10^7	FE:1.875	TT	0	TT	0
	4	22	1.1×10^7	FRT:0.23	TT	0	TT	0
	3	16.5	7.4×10^6		TT	0	TT	0
	2	11	1.1×10^7		TT	0	TT	0
STRG	8	22	8.9×10^6	TE:1.52	TT	0	TT	0
	5	13.75	7.4×10^6	FE:2.47 FRT:0.35	TT	0	TT	0
STdRG	14	19.25	8.6×10^6	TE:1.23	TT	0	TT	0
				FE:2.47 FRT:0.28	TT	0	TT	0
Total					0 < 100%		0 < 100%	

Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Kaku Dengan Metode SNI Pd T-14-2003

Sumber : Hasil Analisa, 2013

Berdasarkan perhitungan didapat tebal tulangan yang paling efisien dengan sistem coba- coba adalah tebal 18 cm = 180 mm. Karena % analisa fatik dan analisa erosi < 100% maka tebal pelat yang digunakan adalah 18 cm.

4) Perhitungan Tulangan

Tebal pelat = 18 cm = 0,18 m

Lebar pelat = 2 x 3,5 m (untuk 2 jalur)

Panjang pelat = 15 m (jarak antar sambungan)

Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi bawah = 1,0 (Tabel 1)



Kuat tarik ijin baja = 240 Mpa (nilai standar
 kuat tarik ijin beton ± 230 Mpa)
 Berat isi beton = 2400 kg/m³ (nilai standar
 berat isi beton ± 2400 kg/m³) Gravitasi
 = 9,81 m/detik².

Perhitungan tulangan memanjang dan tulangan
 melintang mendapatkan diameter 10 mm dengan
 jarak 250 mm AMAN dan bisa digunakan.

4.2 Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Metode NAASRA

Data perencanaan yang diperoleh:

CBR tanah dasar = 4.4 %
 Koefisien gesek antara pelat beton dengan
 pondasi (μ) = 1,2 (Tabel 2)
 Bahu Jalan = Ada
 Ruji (Dowel) = Ya
 Pertumbuhan lalu lintas (i) = 6% per tahun
 Umur rencana (UR) = 30 tahun

Koefisien Distribusi Arah (Cd)= 0,45
 Faktor Keamanan Beban = 1,1 (berdasarkan
 tabel 5)

Tabel 5. Faktor Keamanan Beban (FKB)

No	Penggunaan	Nilai FKB
1	Jalan tol	1,2
2	Jalan Arteri	1,1
3	Jalan kolektor atau lokal	1,0

1) Perhitungan Mutu Beton Rencana

Akan digunakan beton dengan kuat tekan 28
 hari sebesar 350 kg/cm².
 $f'_c = 350/10,2 = 34,313 \text{ Mpa} \approx 34 \text{ Mpa} > 30$
 Mpa (minimum yang disarankan)

$$f_{cf} = K(f'_c)^{0.5}$$

$$K = 0.75$$

$$= 0.75\sqrt{34.31}$$

$$= 4.39 \text{ MPa} > 3 \text{ MPa}$$

2)Perhitungan Beban Lalu Lintas Rencana

a) Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

Dari persamaan 5, jumlah sumbu kendaraan
 niaga: JSKN = 365 x JSKNH x R

Dari rumus JSKN,
 dicari harga R

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{e \text{Log}(1+i)} = \frac{(1+0.06)^{30} - 1}{e \text{Log}(1+0.06)} = 81.4$$

$$\text{JSKN} = 365 \times \text{JSKNH} \times R$$

$$= 365 \times 5830 \times 81,4$$

$$= 173215130 = 1,7 \times 10^8$$

Maka, JSKN = 365 x 5830 x 81.4

$$= 173215130 \text{ buah}$$

$$= 1.7 \times 10^8 \text{ buah}$$

Tabel 6.Perhitungan Jumlah Sumbu berdasarkan
 Jenis dan Bebannya

Jenis Kendaraan	Jumlah			Beban sumbu (ton)		Konfigurasi sumbu	
	Kendaraan	Sumbu kendaraan	sumbu	Depan	Belakang	Depan	Belakang
1	2	3	4	5	6	7	8
Bus	566	2	1132	3	5	STRT	STRG
Truk As	2 855	2	1710	2	4	STRT	STRG
Truk As	2 684	2	1368	5	8	STRT	STRG
Truk As	3 510	2	1020	6	14	STRT	SGRG
Truk gandeng	150	4	600	6	14	STRT	SGRG
Jumlah	2765		5830				

Dari persamaan 7 dengan Cd = 0,45 diperoleh
 harga repetisi kumulatif dari tiap kombinasi
 konfigurasi / beban sumbu pada lajur rencana
 seperti ditampilkan pada tabel perhitungan
 dibawah :

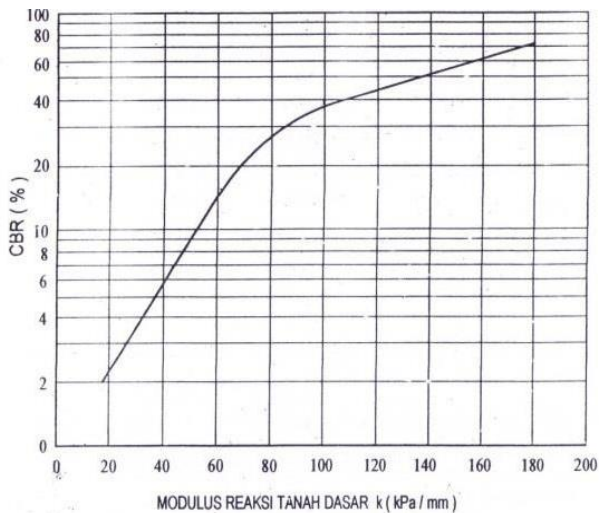
b) Jumlah Repetisi Beban

Tabel 7. Perhitungan Repetisi beban

Konfigurasi Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Presentasi Konfigurasi Sumbu (%)	Jumlah Repetisi Selama Usia Rencana
STRT	2	855 : 5830	14.67
STRT	3	463 : 5830	9.71
STRG	4	855 : 5830	14.67
STRT	5	684 : 5830	11.73
STRG	5	566 : 5830	9.71
STRT	6	(510+150) : 5830	11.32
STRG	8	684 : 5830	11.73
SGRG	14	(510+150) : 5830	11.32

3) Perhitungan Kekuatan Tanah Dasar

Dari data tanah, diperoleh nilai CBR = 6%.
 Dari grafik pada gambar 5, diperoleh nilai k = 35 kPa/mm untuk CBR 4.4%.

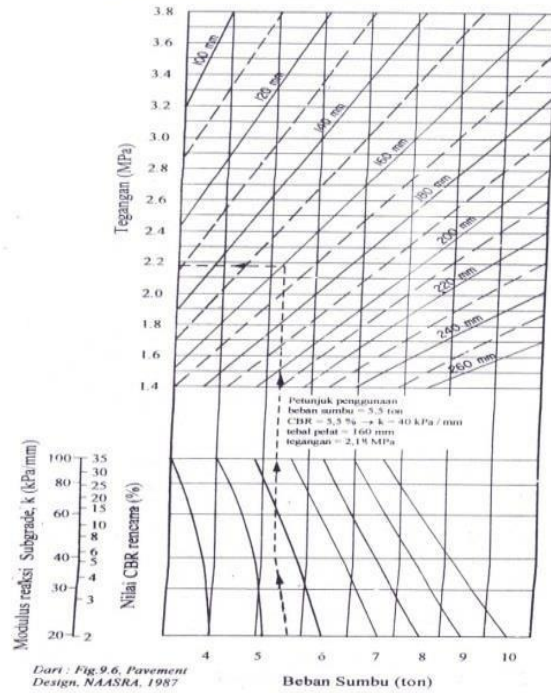


Gambar 7. Korelasi Hubungan antara Nilai (k) dan CBR (Sumber: NAASRA 1987)

4) Perhitungan tebal plat beton NAASRA

Dengan bantuan grafik pada gambar 8 - 10, diperiksa apakah estimasi tebal pelat cukup atau tidak, dari jumlah persentase fatik yang terjadi (disyaratkan ≤ 100%)

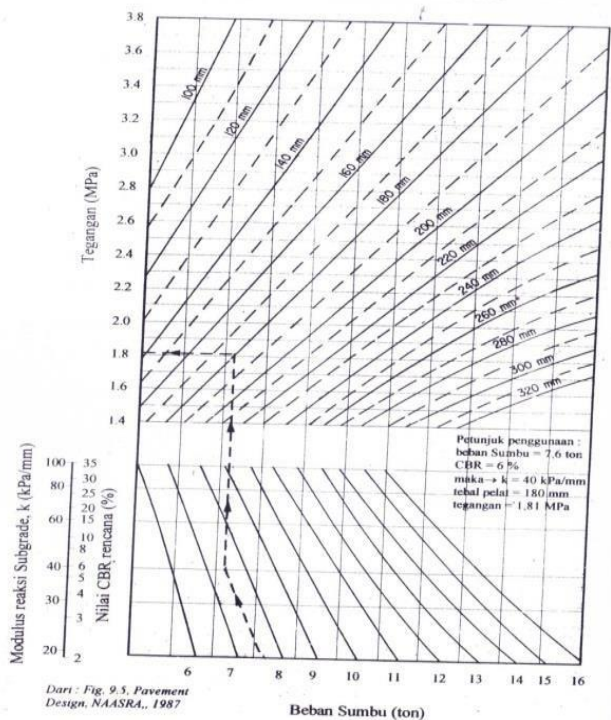
GRAFIK PERENCANAAN UNTUK STRT



Dari : Fig.9.6, Pavement Design, NAASRA, 1987

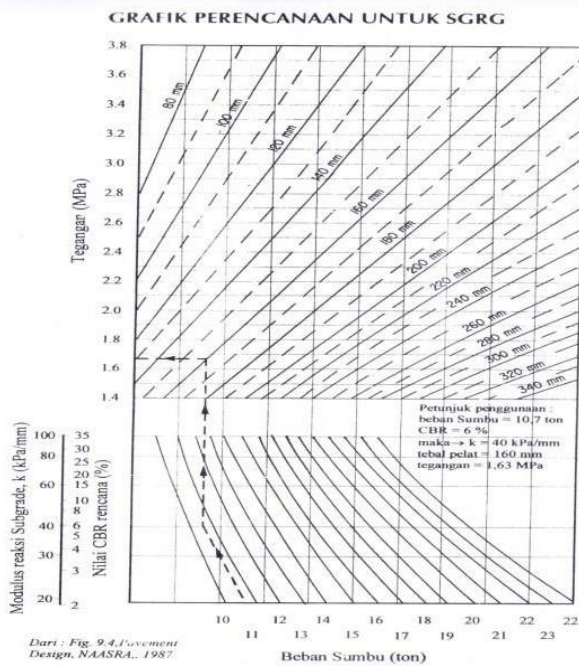
Gambar 8. Grafik Perencanaan untuk STRT (Sumber: NAASRA 1987)

GRAFIK PERENCANAAN UNTUK STRG



Dari : Fig. 9.5, Pavement Design, NAASRA, 1987

Gambar 9. Grafik Perencanaan untuk STRG (Sumber: NAASRA 1987)



Gambar 10. Grafik Perencanaan untuk SGRG (Sumber: NAASRA 1987)

4) Perhitungan Tulangan

Tabel 8. Perhitungan Analisis Fatik dan Erosi

Koef Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Beban Rencana FK=1.1	Repetisi Beban	Tegangan yang terjadi (Mpa)	Perbandingan Tegangan	Jumlah Repetisi Beban yang Diijinkan	Presentase Fatigue (%)
1	2	3	4	5	6	7	8
STRT	2	2.2	13.72 x10 ⁶	-	-	-	-
STRG	3	3.3	90.82 x10 ⁷	-	-	-	-
STRG	4	4.4	13.72 x10 ⁶	-	-	-	-
STRT	5	5.5	10.97 x10 ⁶	1.4	0.40	0	0
STRG	5	5.5	90.82 x10 ⁷	1.4	0.40	0	0
STRT	6	6.6	10.69 x10 ⁶	1.65	0.47	0	0
STRG	8	8.8	10.97 x10 ⁶	1.7	0.49	0	0
SGRG	14	15.4	10.69 x10 ⁶	1.7	0.49	0	0
Jumlah							0.00

Berdasarkan perhitungan didapat tebal tulangan yang efisien dengan sistem coba-coba adalah tebal 21 cm = 210 mm, ternyata jumlah fatik 0 < 100%, maka tebal pelat minimal yang harus digunakan = 21 cm.

- Tebal pelat = 21 cm
- Lebar pelat = 2 x 350 cm
- Panjang pelat = 1500 cm
- Jenis pondasi sirtu = F = 1,2

Tabel 9. Koefisien Gesekan Antara Pelat Beton Semen Dengan Pondasi Dibawahnya (F)

Jenis Pondasi	Faktor gesekan (F)
BURTU, LAPEN dan konstruksi sejenis	2,2
Aspal beton, LATASTON	1,8
Stabilisasi Kapur	1,8
Stabilisasi Aspal	1,8
Stabilisasi Semen	1,5
Koral Sungai	1,5
Batu Pecah	1,2
Sirtu	0,9
Tanah	

Perhitungan tulangan memanjang dan tulangan melintang didapatkan tulangan dengan diameter 12 mm dengan jarak 250 mm AMAN dan bisa digunakan.

4.3 Perhitungan Dimensi Saluran

Pada perhitungan dimensi drainase pada tugas akhir ini diperoleh hasil sebagai berikut :

Curah hujan rata-rata 107 mm

Standart deviasi 26.01

1) Perhitungan frekuensi dengan metode gumbel

Untuk periode ulang 30 tahun

$$\begin{aligned}
 R_{30\text{-th}} &= \bar{R} + K.Sx \\
 &= 107 + (2.58 \times 26,01) \\
 &= 107 + 65.02 \\
 &= 174,11 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jadi analisa frekuensi dengan metode GUMBEL untuk periode ulang selama 30 tahun adalah 174,11 mm

2) Perhitungan Intensitas curah hujan

Diketahui curah hujan rencana (R) = 174,11 mm

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{174,11}{24} \left(\frac{24}{1,2} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ mm/jam}$$

$$I = 50,3 \text{ mm/jam}$$

Jadi besar intensitas curah hujan selama 30 tahun adalah 50,3 mm/jam

3) Luas penampang 1

$$\text{-Jalan} = 7.5 \times 1100 \text{ m} = 8250 \text{ m}^2$$

$$\text{-Bahu jalan} = 3.0 \times 1100 \text{ m} = 3300 \text{ m}^2$$

$$\text{-Tanah penduduk} = 35 \times 1100 \text{ m} = 38500 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas total} = 50050 \text{ m}^2$$

4) perhitungan Nilai Debit Rancangan dengan Metode Rasional

Lokasi Perencanaan 1 Taman

Dengan menggunakan intensitas curah hujan selama 30 tahun

Diketahui

- $a_{11} = 0,25$
- $\beta_{11} = 1$
- $I = 50.3 \text{ mm/jam}$
- $A_{11} = 36300 \text{ m}^2$

Maka dari data di atas dapat digunakan untuk menghitung nilai Q dengan rumus :

$$Q_{11} = a \cdot \beta \cdot I \cdot A$$

$$Q_{11} = 0,25 \times 1 \times (50,3/1000/3600) \times 36300 = 0.13 \text{ m}^3 / \text{dt}$$

Lokasi Perencanaan 1 Jalan beton

Dengan menggunakan intensitas curah hujan selama 30 tahun

Diketahui

- $a_{12} = 0,90$
- $\beta_{12} = 1$
- $I = 50.3 \text{ mm/jam}$
- $A_{12} = 8250 \text{ m}^2$

Maka dari data di atas dapat digunakan untuk menghitung nilai Q dengan rumus:

$$Q_{12} = a \cdot \beta \cdot I \cdot A$$

$$Q_{12} = 0,90 \times 1 \times (50,3/1000/3600) \times 8250 = 0.1 \text{ m}^3 / \text{dt}$$

Jadi, debit rencana pada penampang 1 adalah

$$Q_{11} + Q_{12} = 0,13 + 0,1 = 0,23 \text{ m}^3/\text{dt}$$

5) Perhitungan Dimensi

Menghitung kecepatan aliaran (V_a) lokasi 1

Diketahui:

- $I_1 = 0,0081$
- $n = 0,020$ (lihat tabel)
- $R_1 = 0,333 \text{ h}$

Perhitungan kecepatan aliran (V_1) daerah 1 dengan rumus :

$$V_1 = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} = \frac{1}{0,020} \cdot 0,333 \text{h}^{2/3} \cdot 0,0081^{1/2} = 2,15 \text{ h m} / \text{dt}$$

Diketahui besar debit (Q_1) selama 30 tahun dilokasi perencanaan penampang 1 adalah 0.23 m^3/dt dengan kecepatan aliran (V_1) adalah 2,15 $\text{h m} / \text{dt}$, maka dari data diatas dapat digunakan untuk menghitung dimensi saluran berbentuk segi empat dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = A \cdot V$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$h \times h = \frac{0.23 \text{ m}^3 / \text{dt}}{2,15 \text{ h m} / \text{dt}}$$

$$h^2 = 0,12 \text{ m}^2$$

$$h = \sqrt{0,12}$$

$$h = 0,35 \text{ m}$$

$$\text{tinggi jagaan (F)} = 0.25 \times h$$

$$= 0.25 \times 0,35$$

$$= \mathbf{0,08 \text{ m} = 0,10 \text{ m}} \text{ (dibulatkan)}$$

$$\text{Jadi besar nilai H} = h + \text{tinggi jagaan}$$

$$= 0,35 + 0,1$$

$$= \mathbf{0.45 \text{ m}}$$

Jadi perhitungan dimensi dilokasi perencanaan 1 dengan panjang h adalah 0.35 m dengan tinggi jagaan 0,10 m, maka besar H adalah 0.45 m

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Perencanaan terhadap perhitungan tebal perkerasan kaku dengan metode SNI Pd T-14-2003 dan metode NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*) pada ruas jalan *ringroad* utara Kota Surakarta dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perhitungan tebal plat beton menggunakan metode SNI Pd T-14-2003 didapatkan hasil sebagai berikut:
 - Lapis pelat beton $f'c$ -34.31 MPa didapatkan setebal 180 mm.
 - Lapis pondasi menggunakan bahan pengikat setebal 150 mm
2. Perhitungan Jumlah sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) adalah 7.57×10^7
3. Perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan metode NAASRA (*National Association of Australian State Road*

Authorities) didapatkan hasil sebagai berikut:

- Lapis pelat beton $f'c$ -34.31 MPa didapatkan setebal 210 mm
 - Lapis pondasi menggunakan bahan pengikat setebal 150 mm
4. Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) adalah 1.7×10^8
 5. Berdasarkan perhitungan masing-masing metode didapatkan perbandingan tebal perkerasan kaku dimana metode NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*) adalah 210 mm dan metode SNI Pd T-14-2003 adalah 180 mm.
 6. Terdapat selisih 30 mm antara perbandingan SNI Pd T-14-2003 dan metode NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*)
 7. Tulangan yang dipakai pada perkerasan beton bersambung dengan tulangan dengan metode SNI Pd T-14-2003 adalah diameter 10 mm dengan jarak 250 mm. Dan untuk tulangan yang dipakai pada metode NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*) adalah diameter 12 mm dengan 250 mm.
 8. Dimensi saluran yang dipakai untuk bangunan pendukung, pada lokasi 1 berbentuk persegi dengan ukuran lebar x tinggi air adalah 0.35 m x 0.35 m dengan tinggi jagaan sebesar 0.1 m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan

kehadirat Allah Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih kami haturkan kepada Universitas Tunas Pembangunan Surakarta melalui Direktorat Riset Pengabdian Masyarakat dan Publikasi UTP Surakarta yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Bina, “Petunjuk Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) SKBI.2.3.28.1988”, UDC. 625.84(026), Jakarta: Author

Hendarsin L., Shirley. (2000), “Bangunan Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003”.

Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (1988), SKBI (Standar Konstruksi

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2003), Pedoman Konstruksi dan Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SK SNI T-15-1991-03, Bandung: Yayasan LPMB

Perencanaan Teknik Jalan, Bandung: Politeknik Negeri Bandung-Jurusan Teknik Sipil.