

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual

Desain Perkerasan Jalan 2013

1. Umur Rencana

Penentuan umur rencana perkerasan baru sesuai dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013. Didapat bahwa umur rencana untuk lapis perkerasan 20 tahun dan umur rencana untuk lapis pondasi 40 tahun.

2. *Cumulative Equivalent Standart Axle (CESA₄)*

a. Analisis Volume Lalu Lintas

Tabel 4.1. Data Lalu Lintas Ruas Jalan Trosobo-Taman, Sidoarjo

No	Tipe Kendaraan	LHR (kendaraan)
1	Golongan 1 (Roda Dua dan Tiga)	3.600
2	Golongan 2 (Sedan, Jeep, SUV)	548
3	Golongan 3 (Angk. Penumpang Sedang)	776
4	Golongan 4 (Pick Up, Micro Truk, Mobil Box)	487
5	Golongan 5A (Bus Kecil)	44
6	Golongan 5B (Bus Besar)	109
7	Golongan 6A (Truk Ringan 2 Sumbu)	234
8	Golongan 6B (Truk Sedang 3 Sumbu)	194
9	Golongan 7A (Truk 3 Sumbu)	115
10	Golongan 7B (Truk Gandengan)	30
11	Golongan 7C (Truk Semi Trailer)	34
	Jumlah	6.171

Sumber: survey lalu lintas BBPJN-VIII 2017 konversi ke 2021

b. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas pada ruas jalan Trosobo-Taman, Sidoarjo sebesar 5%.

c. Beban Sumbu Standar

Beban sumbu 100 kN diijinkan di beberapa ruas yaitu untuk ruas jalan Kelas I. Namun demikian nilai CESA selalu ditentukan berdasarkan beban sumbu standar 80 kN.

d. Menghitung *Equivalent Standard Axle* (ESA₄)

Contoh perhitungan untuk kendaraan Golongan 2 menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$ESA_4 = \left(\frac{L_{ij}}{SL}\right)^4$$

Dengan:

L_{ij} = beban pada sumbu atau kelompok sumbu

SL = beban standar untuk sumbu atau kelompok sumbu

Sehingga,

$$ESA_4 = \left(\frac{1 \times 9,81}{80}\right)^4 + \left(\frac{1 \times 9,81}{80}\right)^4$$

$$= 0,0002 + 0,0002$$

$$= 0,0004$$

e. *Cumulatif Equivalent Standard Axle* (CESA₄)

Contoh perhitungan untuk kendaraan Golongan 2 menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$CESA_4 = LHR \times ESA_4$$

Dengan:

LHR = Lalu Lintas Harian

ESA₄ = *Equivalent Standart Axle*

Sehingga,

$$\text{CESA}_4 = 548 \times 0,0004$$

$$= 0,2192$$

Hasil perhitungan *Equivalent Standart Axle* (ESA₄) dan *Cumulatif Equivalent Standart Axle* (CESA₄) untuk semua jenis kendaraan dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data ESA₄ dan CESA₄ Ruas Jalan Trosobo-Taman, Sidoarjo

No	Tipe Kendaraan	LHR (kendaraan)	ESA ₄	CESA ₄
1	Golongan 2	548	0,0004	0,2192
2	Golongan 3	776	0,0004	0,3104
3	Golongan 4	487	0,0350	17,045
4	Golongan 5A	44	0,1596	7,0224
5	Golongan 5B	109	0,3013	32,8417
6	Golongan 6A	234	0,2179	50,9886
7	Golongan 6B	194	2,3249	451,0306
8	Golongan 7A	115	28,2911	3.253,4765
9	Golongan 7B	30	2,4185	72,555
10	Golongan 7C	34	27,8669	836,007
	Jumlah	6.171	61,616	4.651,9144

Sumber: Olahan data

Hasil perhitungan ESA₄ dan CESA₄ di atas merupakan beban lalu lintas yang dialami per 1 harinya, sehingga untuk nilai CESA₄ selama umur rencana dihitung menggunakan rumus di bawah:

$$\text{CESA}_4 \text{ UR tahun} = \text{CESA}_4 \times 365 \times \text{UR}$$

Dengan:

$\text{CESA}_4 = \text{Cumulatif Equivalent Single Axle}$

$\text{UR} = \text{Umur Rencana (20 Tahun)}$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \text{CESA}_4 \text{ UR tahun} &= 4.651,9144 \times 365 \times 20 \\ &= 33.958,12 \times 10^6 \text{ ESA}_4 \end{aligned}$$

f. *Cumulatif Equivalent Standard Axle (CESA₅)*

Contoh perhitungan untuk kendaraan golongan 2, menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{CESA}_5 = (\text{TM} \times \text{CESA}_4)$$

Dengan:

$\text{TM} = \text{Traffic Multiplier (1,8 - 2)}$

$\text{CESA}_4 = \text{Cumulatif Equivalent Standard Axle}$

$$\begin{aligned} \text{CESA}_5 &= (1,8 \times 0,2192) \\ &= 0,39456 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *Equivalent Standard Axle (ESA₄)*, *Cumulatif Equivalent Standard Axle (CESA₄)*, dan *(CESA₅)* untuk semua jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data ESA₄, CESA₄ dan CESA₅ Ruas Jalan Trosobo-Taman, Sidoarjo

No	Tipe Kendaraan	LHR (kendaraan)	ESA ₄	CESA ₄	CESA ₅
1	Golongan 2	548	0,0004	0,2192	0,39456
2	Golongan 3	776	0,0004	0,3104	0,55872
3	Golongan 4	487	0,0350	17,045	30,681
4	Golongan 5A	44	0,1596	7,0224	12,64032
5	Golongan 5B	109	0,3013	32,8417	59,11506
6	Golongan 6A	234	0,2179	50,9886	91,77948
7	Golongan 6B	194	2,3249	451,0306	811,85508
8	Golongan 7A	115	28,2911	3.253,4765	5.856,2577
9	Golongan 7B	30	2,4185	72,555	130,599
10	Golongan 7C	34	27,8669	836,007	1.504,8126
	Jumlah	6.171	61,616	4.651,9144	8.498,69152

Sumber: Olahan data

Nilai CESA₅ selama umur rencana dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$CESA_5 \text{ UR tahun} = CESA_5 \times 365 \times \text{UR}$$

Dengan:

$$CESA_5 = 8.498,6915$$

$$\text{UR} = \text{Umur Rencana (20 tahun)}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} \text{CESA}_5 \text{ 20 tahun} &= 8.498,6915 \times 365 \times 20 \\ &= 62,0404 \times 10^6 \text{ ESA}_5 \end{aligned}$$

Dengan:

$$\text{CESA}_5 = 8.498,6915$$

$$\text{UR} = \text{Umur Rencana (40 tahun)}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} \text{CESA}_5 \text{ 40 tahun} &= 8.498,6915 \times 365 \times 40 \\ &= 124,0808 \times 10^6 \text{ ESA}_5 \end{aligned}$$

g. Menentukan Tipe Perkerasan yang akan Digunakan

Untuk menentukan tipe perkerasan yang akan digunakan, diperlukan data CESA_4 selama umur rencana. Sesuai dengan hasil perhitungan, nilai CESA_4 selama umur rencana pada penelitian ini yaitu sebesar $33.958,12 \times 10^6 \text{ ESA}_4$. Dari tabel 2.5 Pemilihan Jenis Perkerasan pada metode Bina Marga 2013 didapatkan Tipe Struktur Perkerasan yaitu *Asphalt Concrete Wearing Course* modifikasi atau *Split Mastic Asphalt* modifikasi dengan *Cement Treated Base* (pangkat 5) dan untuk menentukan tebal perkerasan digunakan began desain 3 pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 atau tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Desain	ESA 20 tahun (juta) (pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0 - 0.05	0.1 - 4	4 - 10	10 - 30	> 30
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	4			2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah perkotaan)	4A		1.2			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (pangkat 5)	3				2	
AC dengan CTB (pangkat 5)	3			2		
AC tebal \geq 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3A			1.2		
AC atau HRS tipis di atas lapis pondasi berbutir	3		1.2			
Burda atau Burtu dengan LPA kelas A atau batuan asli	Gambar 6	3	3			
Lapis Pondasi Soil Cement	6	1	1			
Perkerasan Tanpa Penutup	Gambar 6	1				

Sumber: Bina Marga 2013

Dari tabel 4.4 didapatkan jenis perkerasan AC-WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (pangkat 5).

Tabel 4.5 Desain Tebal Perkerasan Lentur yang Digunakan

		STRUKTUR PERKERASAN							
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
		Lihat desain 5 & 6			Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif lebih murah ³				
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun terkoreksi di lajur desain (pangkat ⁵) (10 ⁶ ESA ₅)		< 0,5	0,5 - 2,0	2,0 - 4,0	4,0 - 30	30 - 50	50 - 100	100 - 200	200 - 500
Jenis permukaan Berpengikat		HRS, SS, atau Penmac	HRS (6)		AC _c atau AC _f	AC _c			
Jenis lapis Pondasi dan lapis Pondasi Bawah		Lapis Pondasi Berbutir A			Cement Treated Base (CTB) (= cement treated base A)				
		KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)							
HRS WWC		30	30	30					
HRS Base		35	35	35					
AC WC					40	40	40	50	50
Lapisan Beraspal	AC BC ⁵				135	155	185	220	280
CTB atau LPA Kelas A	CTB ⁴				150	150	150	150	150
	LPA Kelas A ²	150	250	250	150	150	150	150	150
LPA Kelas A, LPA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR > 10 %		150	125	125					

Sumber; Bina Marga 2013

Dari tabel 4.5 didapatkan tebal lapis pekerasan lentur:

1. *AC-WC* = 40 mm
2. *AC-BC* = 185 mm
3. *CTB* = 150 mm
4. LPA Kelas A = 150 mm

4.2. Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Metode Pd. T-14-2003

4.2.1. Perencanaan Tebal Pelat

4.2.1.1. Langkah-langkah perhitungan tebal pelat

1. Analisis lalu lintas

Jumlah sumbu kendaraan berdasarkan jenis dan bebannya dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu (ton)				Jumlah Kend	Jumlah sumbu per kend	Jumlah Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS	JS	BS	JS	BS	JS
1	2				3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bus Kecil	2.5	2.5	-	-	44	2	88	2.5	44	2.5	44	-	-
Bus Besar	3.06	5.94			109	2	218	3.1	109	5.9	109	-	-
Truk 2 Sumbu	6.19	12.01	-	-	194	2	388	6.2	194	12	194	-	-
Truk 3 Sumbu	6.25	18.75	-	-	115	2	230	6.3	115	-	-	18.8	115
Truk Gandeng	7.56	11.76		22.7	30	3	90	7.6	30	11.8	30	22.7	30
TOTAL					492		1,104		492		377		145

Sumber: Olahan data

Keterangan:

RD = roda depan

RB = roda belakang

RGD = roda gandeng depan

RGB = roda gandeng belakang

BS = beban sumbu

JS = jumlah sumbu

STRT = sumbu tunggal roda tunggal

STRG = sumbu tunggal roda ganda

STdRG = sumbu tandem roda ganda

Faktor pertumbuhan lalu lintas (R) dihitung dengan rumus:

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

$$R = \frac{(1+5\%)^{20} - 1}{5\%}$$

$$R = 33,07$$

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

$$\begin{aligned} \text{JSKN} &= 365 \times \text{JSKNH} \times R \\ &= 365 \times 1.104 \times 33,07 \\ &= 1332 \times 10^6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JSKN Rencana} &= C \times \text{JSKN} & C = 0,7 \text{ (tabel)} \\ &= 0,7 \times 13,3 \times 10^6 \\ &= 9,3 \times 10^6 \end{aligned}$$



2. Perhitungan repetisi sumbu yang terjadi

Tabel 4.8 Kelebihan beban ruas jalan raya Trosobo-Taman

JENIS SUMBU	BEBAN AWAL			BEBAN OVERLOAD 10 % [(B. Sumbu + (B. Sumbu × 0,1))]			KET.
	BEBAN SUMBU		BEBAN RENC. PER RODA	BEBAN SUMBU		BEBAN RENC. PER RODA	
	Ton	kN	kN	Ton	kN	kN	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (5)/(2)	(7)
STRT	6,3	63	31	6,93	69,3	34,65	
	6,2	62	31	6,82	68,2	34,1	
	7,6	76	38	8,36	83,6	41,8	
	3,1	31	15	3,41	34,1	17,05	
	2,5	25	13	2,75	27,5	13,75	
STRG	12,0	120	30,03	13,2	132	33,03	
	11,8	118	29	12,98	129,8	32,45	
	5,9	59	15	6,49	64,9	16,225	
	2,5	25	6,25	2,75	27,5	6,875	
STdRG	22,7	227	28,35	24,97	249,7	31,2125	
	18,8	188	23,4735	20,68	206,8	25,85	

Sumber: Olahan data

Jumlah sumbu untuk tiap jenis sumbu adalah dengan menjumlah sumbu pada satu jenis sumbu, seperti dicontohkan untuk jenis sumbu STRT yaitu:

$$\text{Jumlah sumbu STRT}_1 = 230 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah sumbu STRT}_2 = 388 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah sumbu STRT}_3 = 90 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah sumbu STRT}_4 = 218 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah sumbu STRT}_5 = 88 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah} = 1.104 \text{ buah}$$

Dengan cara yang sama, didapat jumlah sumbu untuk tiap jenis sumbu yaitu:

$$\text{STRT} = 1.104 \text{ buah}$$

$$\text{STRG} = 847 \text{ buah}$$

$$\text{STdRG} = 410 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah} = 2.361 \text{ buah}$$

Proporsi sumbu dihitung dengan membagi jumlah sumbu satu jenis kendaraan dalam satu jenis sumbu dengan jumlah sumbu dalam satu sumbu, dengan contoh pada sumbu STRT, yaitu:

$$\text{STRT}_1 = \frac{230}{1.104} = 0,208$$

$$\text{STRT}_2 = \frac{388}{1.104} = 0,351$$

$$\text{STRT}_3 = \frac{90}{1.104} = 0,081$$

$$\text{STRT}_4 = \frac{218}{1.104} = 0,197$$

$$\text{STRT}_5 = \frac{88}{1.104} = 0,079$$

Proporsi dihitung dengan membagi jumlah sumbu pada satu jenis sumbu dengan jumlah total sumbu, yaitu:

$$\text{Proporsi sumbu STRT} = \frac{1.104}{2.361} = 0,46$$

$$\text{Proporsi sumbu STRG} = \frac{847}{2.361} = 0,35$$

$$\text{Proporsi sumbu STdRG} = \frac{410}{2.361} = 0,17$$

Repetisi yang terjadi dengan rumus = proporsi beban dikali proporsi sumbu dikali lalu lintas rencana. Hasil repetisi sumbu yang terjadi seperti pada tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 Repetisi sumbu yang terjadi

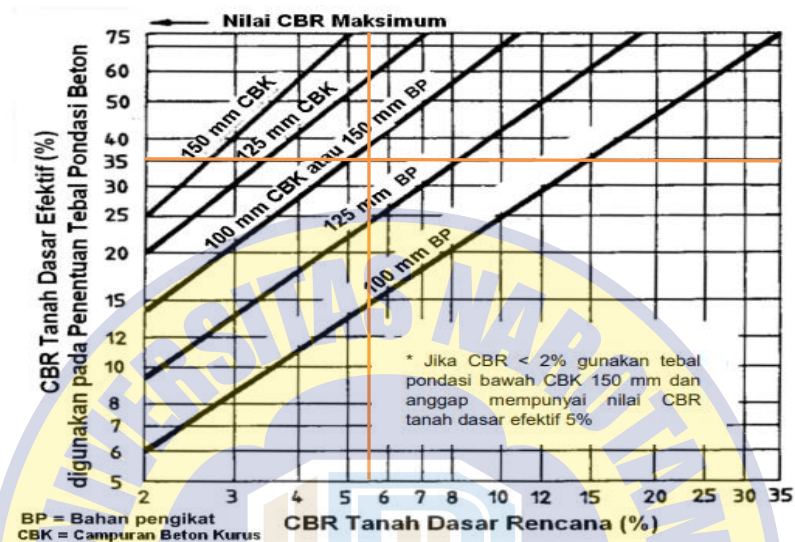
JENIS SUMBU	BEBAN SUMBU (ton)	JUMLAH SUMBU (Bh)	PROPORSI BEBAN	PROPORSI SUMBU	LALU LINTAS RENCANA (ESA)	REPETISI YANG TERJADI (ESA)
1	2	3	4	5	6	7 = 4×5×6
STRT	6,88	192	0,226	0,46	$0,71 \times 10^7$	$0,74 \times 10^6$
	6,81	324	0,382	0,46	$0,71 \times 10^7$	$1,25 \times 10^6$
	8,32	75	0,088	0,46	$0,71 \times 10^7$	$0,29 \times 10^6$
	3,37	74	0,087	0,46	$0,71 \times 10^7$	$0,28 \times 10^6$
	2,75	182	0,214	0,46	$0,71 \times 10^7$	$0,70 \times 10^6$
TOTAL		847	1			
STRG	13,21	324	0,494	0,35	$0,71 \times 10^7$	$0,12 \times 10^6$
	12,94	75	0,114	0,35	$0,71 \times 10^7$	$0,28 \times 10^6$
	6,53	74	0,112	0,35	$0,71 \times 10^7$	$0,28 \times 10^6$
	2,75	182	0,277	0,35	$0,71 \times 10^7$	$0,69 \times 10^6$
TOTAL		655	1			
STdRG	24,95	192	0,719	0,17	$0,71 \times 10^7$	$0,87 \times 10^6$
	20,63	75	0,280	0,17	$0,71 \times 10^7$	$0,34 \times 10^6$
TOTAL		267	1			
KUMULATIF						$7,01 \times 10^6$

Sumber: Olahan data

3. Menentukan CBR tanah dasar efektif

Setelah didapat repetisi beban sumbu yang terjadi, kemudian dicari nilai CBR tanah dasar efektif dengan menggunakan Gambar 5.7. Nilai CBR

tanah dasar untuk ruas jalan raya Trosobo-Taman diambil nilai CBR segmen terkecil yaitu 5,5 % berdasarkan data yang ada.



Gambar 4.1 Grafik Penentuan CBR Tanah Dasar Efektif

Sumber: Pd. T-14-2003

Dari Gambar 4.1 di atas, didapat nilai CBR tanah dasar efektif sebesar 35 %.

Penentuan tebal dengan menghitung tegangan ekuivalen dan faktor erosi dengan menggunakan tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Tegangan Ekvivalen dan Faktor Erosi untuk perkerasan dengan bahu beton

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
						Tanpa Ruji				Dengan Ruji / Beton Bertulang			
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
290	5	0,51	1,9	1,82	0,6	1,61	2,21	2,45	2,54	1,36	2,34	2,19	2,34
290	10	0,5	1,85	1,76	0,57	1,58	2,18	2,39	2,46	1,34	2,32	2,13	2,26
290	15	0,5	1,82	1,73	0,55	1,56	2,16	2,36	2,42	1,33	2,31	2,1	2,22
290	20	0,49	1,81	1,72	0,54	1,56	2,16	2,34	2,39	1,32	2,30	2,08	2,2
290	25	0,49	1,79	1,7	0,53	1,55	2,15	2,32	2,37	1,31	2,29	2,06	2,17
290	35	0,48	1,76	0,66	0,51	1,53	2,14	2,28	2,32	1,29	2,28	2,02	2,11
290	50	0,47	1,73	0,63	0,49	1,51	2,12	2,23	2,27	1,27	2,26	1,98	2,05
290	75	0,47	1,7	0,6	0,4	1,5	2,1	2,18	2,19	1,25	2,24	1,93	1,98

Sumber: Pd. T-14-2003

4. Asumsi tebal pelat (tebal pelat 29 cm)

a. Menentukan Tegangan Ekuivalen (TE) dan Faktor Erosi (FE)

Nilai Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi dengan nilai CBR efektif = 35 % didapat dari tabel 4.10.

b. Menentukan Faktor Rasio Tegangan (FRT)

Faktor Rasio Tegangan (FRT) dicari dengan membagi Tegangan Ekuivalen (TE) oleh Kuat Tarik Lentur (f_{cf}).

$$f_{cf} = 3,13 \times K(f_c')^{0,50}$$

$$f_{cf} = 3,13 \times 0,70(350)^{0,50}$$

$$f_{cf} = 40,98 \text{ kg/cm}^2 = 4,09 \text{ MPa}$$

Faktor Rasio Tegangan (FRT) untuk berbagai jenis sumbu kendaraan adalah sebagai berikut:

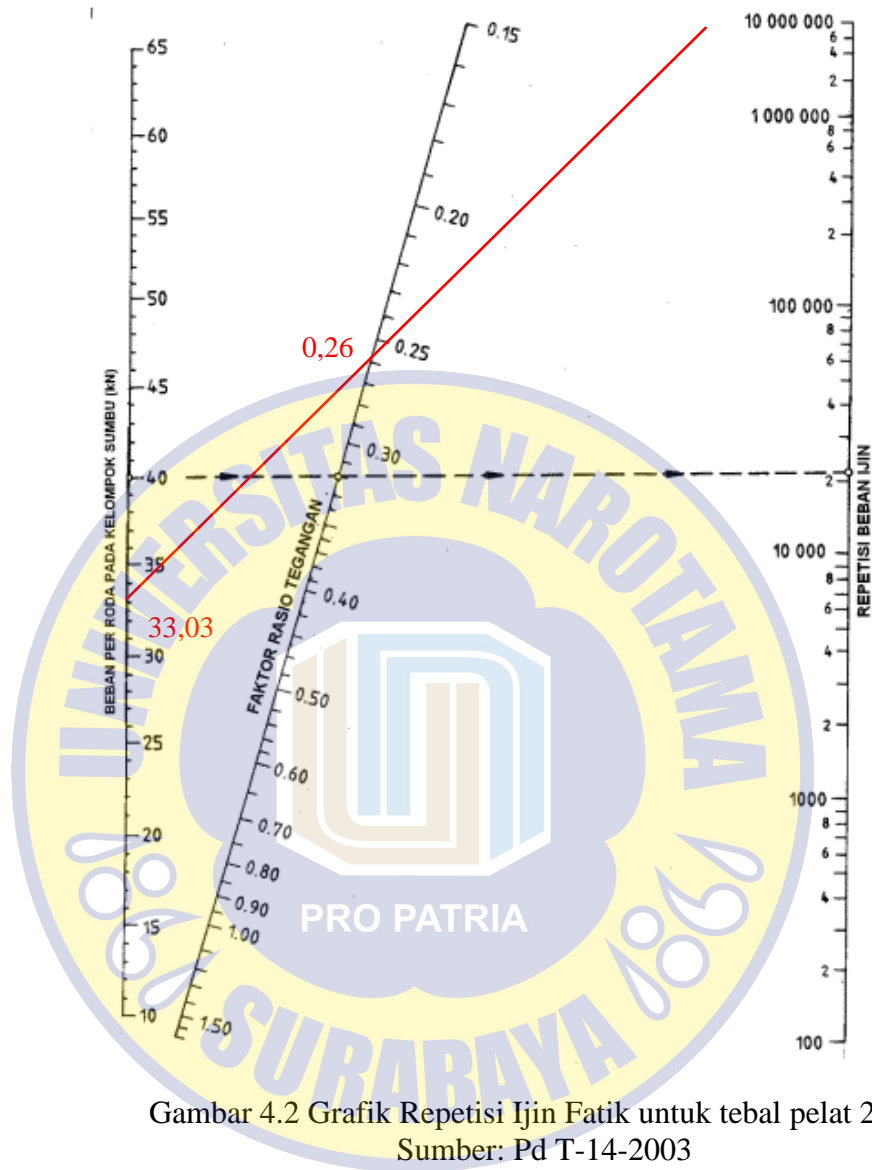
$$FRT_{STRT} = \frac{TE}{f_{cf}} = \frac{0,48}{4,09} = 0,12$$

$$FRT_{STRg} = \frac{TE}{f_{cf}} = \frac{1,14}{4,09} = 0,26$$

$$FRT_{STdRG} = \frac{TE}{f_{cf}} = \frac{0,66}{4,09} = 0,16$$

$$FRT_{STrRG} = \frac{TE}{f_{cf}} = \frac{0,51}{4,09} = 0,12$$

c. Menentukan jumlah repetisi ijin fatik dan repetisi ijin erosi

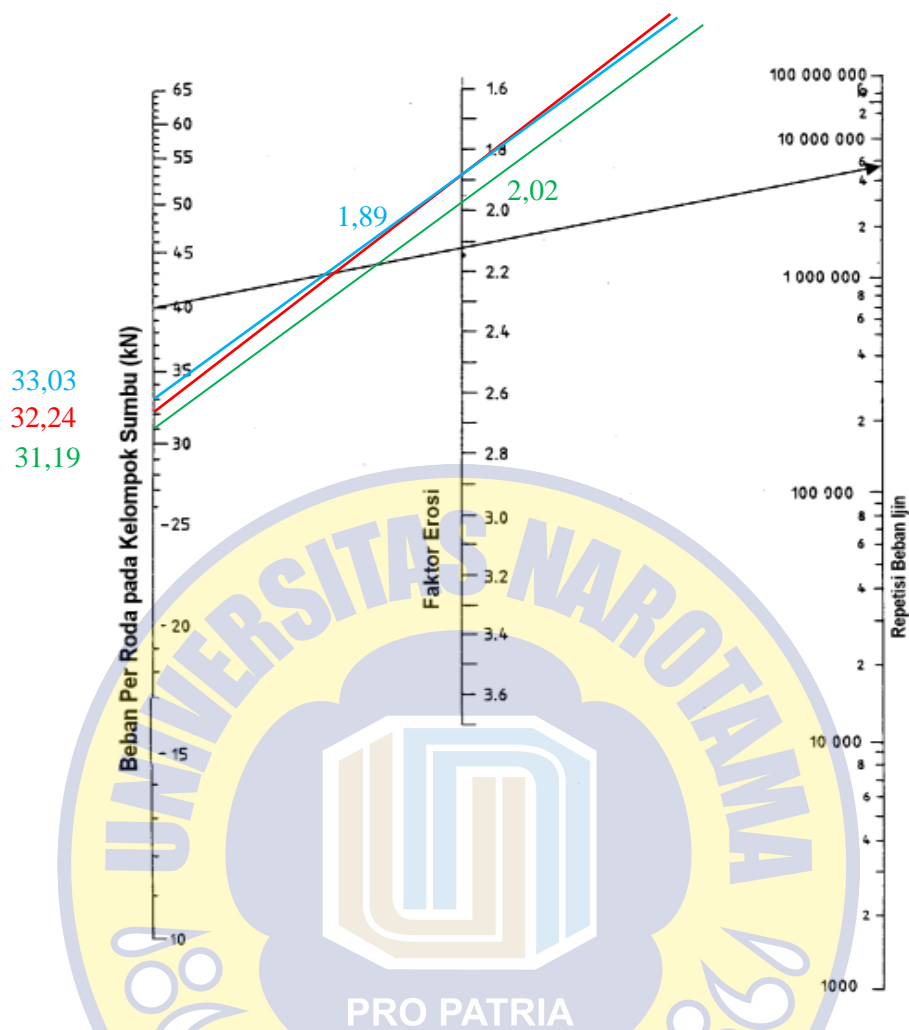


Gambar 4.2 Grafik Repetisi Ijin Fatik untuk tebal pelat 29 cm
Sumber: Pd T-14-2003

Dari gambar 4.2 diatas, diperoleh repetisi ijin fatik yang terjadi untuk semua jenis kendaraan adalah tidak terhingga.

Repetisi beban ijin berdasarkan faktor erosi diperlihatkan pada gambar

4.3.



Gambar 4.3 Grafik erosi dan jumlah repetisi beban berdasarkan faktor erosi, dengan bahu beton untuk tebal pelat 29 cm
Sumber: Pd T-14-2003

Dari gambar 4.3 diatas, diperoleh repetisi ijin erosi yang terjadi untuk semua jenis kendaraan adalah:

- STRG₁ = Tidak terhingga —————
- STRG₂ = Tidak terhingga —————
- STdRG = Tidak terhingga —————

Tabel 4.11 Analisa Fatik dan Erosi untuk tebal pelat 29 cm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu Ton (kN)	Beban Rencana per roda (kN)	Repetisi yang terjadi (ESA)	Faktor tegangan dan erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi ijin (ESA)		Persen Rusak (%)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
STRT	6,88	34,38	$1,10 \times 10^6$	TE = 0,48	TT	0	TT	
	6,81	34,03	$1,86 \times 10^6$	FRT = 0,12	TT	0	TT	
	8,32	41,58	$0,43 \times 10^6$	FE = 1,29	TT	0	TT	
	3,37	16,83	$0,42 \times 10^6$		TT	0	TT	
	2,75	13,75	$1,04 \times 10^6$		TT	0	TT	
STRG	13,21	33,03	$0,92 \times 10^6$	TE = 0,76	TT	0	TT	13,63
	12,94	32,34	$0,21 \times 10^6$	FRT = 0,19	TT	0	TT	2,27
	6,53	16,34	$0,21 \times 10^6$	FE = 1,89	TT	0	TT	
	2,75	6,88	$0,51 \times 10^6$		TT	0	TT	
STdRG	24,9	31,19	$0,36 \times 10^6$	TE = 0,66	TT	0	TT	7,85
	20,6	25,78	$0,14 \times 10^6$	FRT = 0,16	TT	0	TT	
				FE = 2,02	TT	0	TT	
TOTAL					0,00	< 100%	0,00	<100%

Keterangan: TE: Tegangan Ekvivalen; FRT: Faktor Rasio Tegangan; FE: Faktor Erosi; TT: Tidak Terbatas

Dari tabel 4.11 diatas dapat dilihat bahwa persentase rusak fatik (lelah) dan rusak ijin erosi telah lebih kecil (mendekati) 0% (tidak terhingga), maka tebal pelat 29 cm dapat diambil untuk menghindari pemborosan dalam perencanaan.

4.2.2. Perencanaan Tulangan

1. Data Perencanaan

- Tebal pelat = 29 cm
- Lebar pelat = $2 \times 3,5$ m
- Panjang pelat = 15 m
- Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi (μ) = 1
- Berat isi beton = 2400 kg/m^3
- Mutu baja = BJ 37 ($f_y = 240 \text{ MPa}$)
- Gravitasi (g) = $9,81 \text{ m/dt}^2$

2. Perhitungan tulangan memanjang

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

$$A_s = \frac{1 \cdot 15 \cdot 2400 \cdot 9,81 \cdot 0,29}{2 \cdot 240} = 355,61 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$A_s \text{ min} = 0,1 \% \times 290 \times 1000 = 290 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

3. Perhitungan tulangan melintang

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

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} = 165,95 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,1 \% \times 290 \times 1000 = 290 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

4.2.3. Perencanaan Sambungan

1. Dowel (Ruji)

Menurut tabel 2.10 yang bersumber dari Pd. T-14-2003, ukuran dan jarak batang *Dowel* yang disarankan dengan ketebalan pelat 290 mm adalah sebagai berikut:

- a. Diameter ruji = 360 mm
- b. Panjang ruji = 450 mm
- c. Jarak antar ruji = 300 mm

2. Batang pengikat (*Tie bar*)

$$\begin{aligned}
 l &= (38,3 \times \phi) + 75 \\
 &= (38,3 \times 16\text{mm}) + 75 \\
 &= 687,8 \text{ mm} \approx 700 \text{ mm} = 70 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

4.3. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya pekerjaan jalan Trosobo-Taman, Sidoarjo sepanjang 4 km ditentukan berdasarkan hasil perhitungan volume pekerjaan, jumlah material dan harga satuan. Rencana anggaran biaya dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan 4.13, dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.12 Rencaana Anggaran Biaya Perkerasan Lentur

DIVISI	URAIAN	JUMLAH HARGA PEKERJAAN (Rp)
1	UMUM	Rp 431,380,000.00
2	PEKERJAAN TANAH	Rp 1,680,000,000.00
3	PEKERJAAN PERKERASAN	Rp 12,004,244,000.00
4	LAIN LAIN	Rp 1,133,817,000.00
	TOTAL HARGA PEKERJAAN	Rp 15,249,441,000.00
	PAJAK PENAMBAHAN NILAI (PPN) 10%	Rp 1,524,944,100.00
	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN	Rp 16,774,385,100.00

Tabel 4.13 Rencaana Anggaran Biaya Perkerasan Kaku

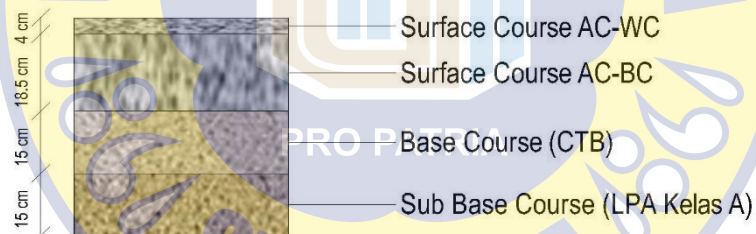
DIVISI	URAIAN	JUMLAH HARGA PEKERJAAN (Rp)
1	UMUM	Rp 270,000,000.00
2	PEKERJAAN TANAH	Rp 1,680,000,000.00
3	PEKERJAAN PERKERASAN	Rp 32,992,297,000.00
4	LAIN LAIN	Rp 1,133,817,000.00
	TOTAL HARGA PEKERJAAN	Rp 36,076,114,000.00
	PAJAK PENAMBAHAN NILAI (PPN) 10%	Rp 3,607,611,400.00
	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN	Rp 39,683,725,400.00

4.4. Pembahasan

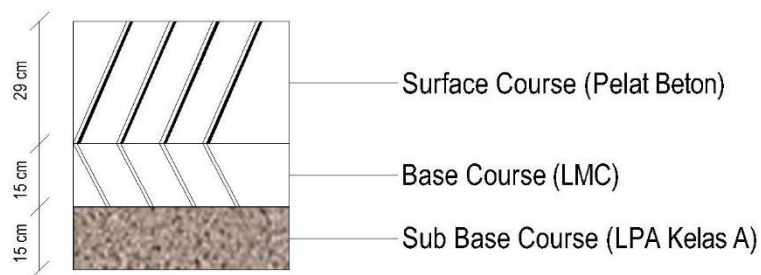
Perbandingan hasil perencanaan tebal perkerasan lentur menggunakan Bina Marga 2013 dengan perkerasan kaku menggunakan metode Pd. T-14-2003 dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Perbandingan hasil perencanaan tebal perkerasan lentur menggunakan Bina Marga 2013 dengan perkerasan kaku menggunakan metode Pd. T-14-2003.

URAIAN	PERKERASAN LENTUR	PERKERASAN KAKU
Struktur Perkerasan		
AC-WC	4 cm	
AC-BC	18,5 cm	
Sub Base Course LPA Kelas A	15 cm	15 cm
Base Course (CTB) K-250	15 cm	
Surface Course Plat Beton K-350		29 cm
Base Course (LMC) K-250		15 cm
Anggaran Biaya		
Perkerasan Baru	Rp 16.774.385.100,00	Rp 39.683.725.400,00
Umur Rencana		
Perkerasan Baru	20 TAHUN	20 TAHUN



Gambar 4.4 Tebal lapis perkerasan lentur



Gambar 4.5 Tebal lapis perkerasan kaku