

# EVALUASI TEBAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) PADA JALAN TOL TEBING TINGGI – SERBELAWAN BERDASARKAN METODE BINA MARGA 2017 DAN PCA

Deardo Samuel Saragih, ST., M.Si<sup>1</sup>, Ira Modifa Tarigan, ST., M.Sc<sup>2</sup>., Arif Rinaldi.,ST<sup>3</sup>

1. Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Simalungun,
2. Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Simalungun
3. Alumni Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Simalungun  
Jl Sisingamaraja barat pematangsiantar Telp : (0622) 24670

## ABSTRAK

*Jalan Tol Tebing Tinggi - Serbelawan merupakan bagian dari sistem transportasi sebagai pelayanan sarana infrastruktur bagi dampak pertumbuhan jumlah penduduk. Guna memenuhi kebutuhan tersebut perencanaan perkerasan baru diperlukan untuk melayani kebutuhan lalu lintas di masa yang akan datang. Perkerasan kaku adalah suatu susunan konstruksi perkerasan dimana sebagai lapisan atas dipergunakan pelat beton, yang terletak di atas pondasi atau langsung diatas tanah dasar (Bina Marga). Konsep dari perencanaan perkerasan kaku (beton semen) cara Bina Marga direncanakan terhadap konfigurasi beban sumbu yang mengakibatkan tegangan terbesar pada pelat. Demikian pula dalam metode Portland Cement Assosiation, perhitungan didapat hampir sama dengan metode Bina marga, akan tetapi dalam menentukan lintas harian rencana kendaraan hanya menghitung beban sumbu truk saja. Perencanaan Tebal Pelat beton perkerasan jalan dengan menggunakan metode Bina Marga, dan Portland Cement Assosiation terdapat perbedaan, Hal ini akibat dari perhitungan masing-masing metode.*

*Kata kunci: Perkerasan Kaku, Beban Ekuivalen, Bina Marga, Portland Cement Assosiation.*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian dari sistem jaringan jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol dan memiliki peran yang sangat signifikan bagi perkembangan suatu daerah. Disamping itu, jalan tol merupakan jalan bebas hambatan dan jalan nasional yang dapat menunjang peningkatan pertumbuhan perekonomian. Pengadaan Jalan Tol sendiri dimaksudkan untuk mewujudkan pemerataan pembangunan serta keseimbangan dalam pembangunan wilayah.

### 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*)

dengan Metode Bina Marga dan PCA pada Jalan Tol Tebing Tinggi – Serbelawan.

2. Untuk menentukan hasil perhitungan untuk mendapatkan tebal perkerasan yang efisien dan ekonomis.

### 1.3. Batasan Masalah

Penulis membatasi permasalahan hanya pada perhitungan tebal lapisan perkerasan pada Jalan Tol Tebing Tinggi - Serbelawan.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan Metode Bina Marga dan PCA, pada Jalan Tol Tebing Tinggi – Serbelawan?
2. Membandingkan hasil perhitungan tebal perkerasan

kaku (*rigid pavement*) dengan Metode Bina Marga dan PCA, pada Jalan Tol Tebing Tinggi – Serbelawan?

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

- 1 Manfaat praktis
- 2 Manfaat teoritis

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Umum

Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) Yaitu pekerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.

### 2.2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku ini biasanya terdiri 2 lapisan yaitu:

- Lapisan permukaan (*surface course*)
- Lapisan pondasi (*base course*)

### 2.3. Metode Bina Marga 2017

#### 2.3.1. Umur Rencana

Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan

umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

#### 2.3.2. Penentuan Nilai CBR

*CBR* yang umum digunakan di Indonesia berdasar besaran 6% untuk lapis tanah dasar.

#### 2.3.3. Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

$$LHRT = \frac{LHR_N}{P}$$

Dan selang kepercayaan LHRT dinyatakan :

$$\frac{LHRT}{(1 + \alpha \frac{Cv}{100})} \leq LHRT \leq \frac{LHRT}{(1 - \alpha \frac{Cv}{100})}$$

dimana:

LHRN = LHR yang diperoleh dari data survey N hari (N x 24 jam).

P = faktor musiman pada saat pengukuran lalu-lintas selama N hari, lihat tabel 2.1

$\alpha$  = koefisien yang menyatakan tingkat peluang kejadian.  $\alpha = 1.96$  menunjukkan tingkat peluang 95%

$Cv$  = Koefisien variasi penaksiran, besarnya ditetapkan sesuai pelaksanaan survey lalu lintas N hari

Angka-angka P dan Cv digunakan Tabel 2.1.

**Tabel 2.1: Faktor 3 hari @ 12 jam (Senin-Rabu, jam 06-18)**

Bulan	Minggu ke 1		Minggu ke 2		Minggu ke 3		Minggu ke 3	
	P	Cv	P	Cv	P	Cv	P	Cv
1	0,463	13,70	0,444	12,30	0,436	9,43	0,441	9,26
2	0,783	21,87	0,701	24,85	0,761	18,09	0,673	14,23
3	0,583	11,98	0,582	10,50	0,566	10,11	0,551	12,20
4	0,573	7,21	0,562	6,96	0,584	6,96	0,576	10,80
5	0,528	9,98	0,548	10,46	0,565	14,41	0,499	12,19
6	0,614	8,55	0,637	6,17	0,650	5,35	0,689	6,07
7	0,765	8,92	0,905	23,18	0,894	21,44	0,727	9,46
8	0,647	7,92	0,654	7,01	0,588	11,36	0,593	11,83
9	0,630	10,06	0,631	10,45	0,624	10,82	0,598	14,45
10	0,552	6,39	0,528	7,17	0,554	6,38	0,587	7,51
11	0,577	7,02	0,575	5,57	0,592	5,98	0,601	6,60
12	0,587	6,84	0,590	6,16	0,581	5,24	0,592	4,92

(Sumber : Puslitbang Teknologi Prasarana Jalan)

Faktor pertumbuhan lalu

lintas yang dapat ditentukan berdasarkan Persamaan dibawah ini.

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

dengan:

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas

i = Laju pertumbuhan lalu lintas pertahun (%)

UR = Umur rencana (tahun)

### 2.3.5. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

**Tabel 2.2: Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana**

Lebar perkerasan (Lp)	Jumlah lajur (nl)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
Lp < 5,50 m	1 lajur	1	1
5,50 m ≤ Lp < 8,25 m	2 lajur	0,70	0,50
8,25 m ≤ Lp < 11,25 m	3 lajur	0,50	0,475
11,23 m ≤ Lp < 15,00 m	4 lajur	-	0,45
15,00 m ≤ Lp < 18,75 m	5 lajur	-	0,425
18,75 m ≤ Lp < 22,00 m	6 lajur	-	0,40

(Sumber : Pd T-14-2003)

### 2.3.6. Lalu Lintas Rencana

$$J_{SKN} = J_{SKNH} \times 365 \times R \times C$$

Dimana :

J\_{SKN} : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana.  
 J\_{SKNH} : Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka.

R : Faktor pertumbuhan komulatif dari rumus pertumbuhan lalu lintas atau tabel faktor pertumbuhan lalu lintas, yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.

C : Koefisien distribusi kendaraan.

### 2.3.7. Faktor Keamanan Beban

Faktor Keamanan Beban (FKB) untuk jalan bebas hambatan yaitu 1,2

### 2.3.8. Penentuan Tebal Taksiran Pelat Beton Minimum

Hasil kisaran tebal desain yang selanjutnya akan dianalisis terhadap fatik dan erosi.

### 2.3.9. Analisis Terhadap Fatik dan Erosi

Analisis fatik (kelelahan) merupakan analisis kegagalan perkerasan akibat beban yang berulang. Sedangkan analisis terhadap erosi adalah analisis kinerja perkerasan dengan adanya pengaruh dari bahu jalan.

## 2.4. Metode PCA (Portland Cement Association)

Ada beberapa parameter dibawah ini yang harus terlebih dahulu diketahui, yaitu:

1. Jenis sambungan dan bahu jalan
2. Kuat lentur beton (*MR*) pada umur 28 hari
3. Nilai konstanta (*k*) subgrade atau kombinasi subgrade dan subbase
4. Faktor keamanan beban (*LSF*)
5. Distribusi beban sumbu
6. Repetisi yang terjadi

## 3. Metodologi Penelitian

### 3.1 Metode Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah data tebal perkerasan kaku jalan tol.

Tujuannya adalah untuk mengetahui tebal perkerasan dengan metode Bina Marga dan PCA.

mempunyai panjang 30 km berdasarkan data Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional (BBPJN) II.

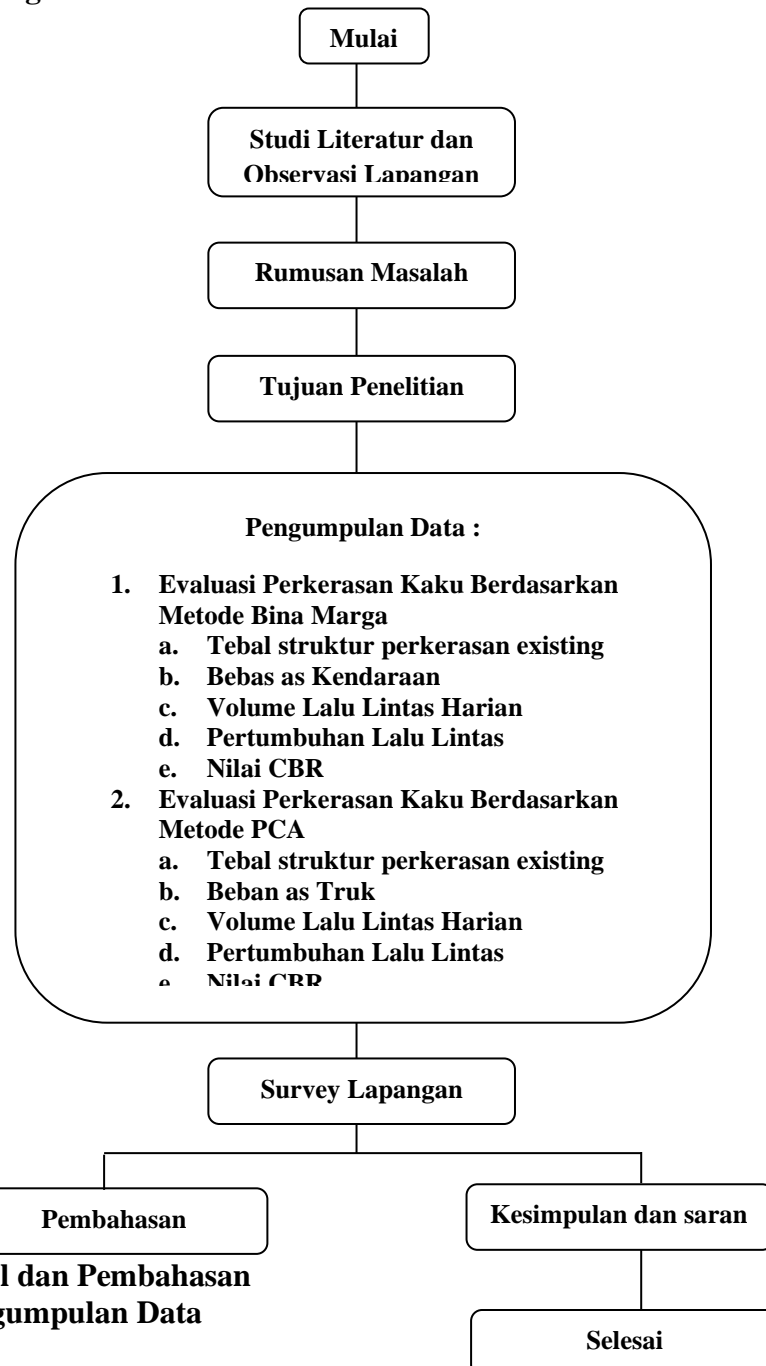
### 3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian yang dilakukan akan mengambil objek Jalan Tol Tebing Tinggi – Serbelawan terletak di Kota Tebing Tinggi, Sumatera Utara. Ruas tol Tebing Tinggi – Serbelawan

### 3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan sebuah penelitian dalam menyelesaikan kasus dari suatu objek penelitian.

### 3.4 Kerangka Berfikir



## 4. Hasil dan Pembahasan


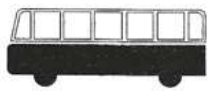



### 4.1. Pengumpulan Data





Bagian ini membahas mengenai data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan tebal perkerasan kaku Jalan Tol Tebing Tinggi - Serbelawan. Data ini bersumber dari data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait. Berikut data-data yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan kaku Jalan Tol Tebing Tinggi - Serbelawan.

#### 4.1.1. Perhitungan Beban As Masing-Masing Kendaraan

Hasil perhitungan konfigurasi beban as kendaraan seperti ditunjukkan dalam distribusi beban as kendaraan, maka hasil perhitungan beban as masing-masing kendaraan yang akan digunakan sebagai parameter perencanaan ditunjukkan dalam Tabel 4.1

**Tabel 4.1 Beban As Masing-Masing Kendaraan**

Pickup	 <b>Sedan, Jeep, Station Wagon,</b>		
Beban Kendaraan (ton)	1,5		
Beban as (ton)	0,7	0,8	
Bus	 <b>Bus (B1.2)</b>		
Beban Kendaraan (ton)	9		
Beban as (ton)	3,06	5,94	
Truk Ringan	 <b>Truk Ringan (TR 1.2)</b>		
Beban Kendaraan (ton)	7,71		
Beban as (ton)	2,66	5,05	
Truk Berat	 <b>Truk Berat (TB 1.2)</b>		
Beban Kendaraan (ton)	14,83		
Beban as (ton)	4,47	10,36	
T 1.22	 <b>T 1.22</b>		
Beban Kendaraan (ton)	29,36		
Beban as (ton)	7,01	11,2	11,15

T 1.2-2.2						
Beban Kendaraan (ton)	32,54					
Beban as (ton)	4,91	11,26	8,47	7,9		
T 1.2-22						
Beban Kendaraan (ton)	35,3					
Beban as (ton)	4,05	11,25	10	10		
T 1.22-22						
Beban Kendaraan (ton)	40,83					
Beban as (ton)	5,88	10	10,07	7	7,25	
T 1.22-222						
Beban Kendaraan (ton)	44,99					
Beban as (ton)	5,29	8,39	7,97	7,71	7,89	7,74

(Sumber: PUSTRANS 2002)

#### 4.1.2. Volume Lalu Lintas

Hasil *survey traffic* pada tanggal 6 s/d 8 April 2020 yang dilakukan di ruas Jalan Nasional/Provinsi Tebing Tinggi – Serbelawan ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Volume Lalu Lintas (kend/hari)**

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan
Mobil Penumpang, Pickup, Station Wagon, Jeep	2352
Bus	71
Truk Ringan	192
Truk Berat	53
T 1.22	55
T 1.2-2.2	7
T 1.2-22	7
T 1.22-22	3
T 1.22-222	8

(Sumber : *Traffic Survey*)

#### 4.1.3. Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data–data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka Tabel 4.3. dapat digunakan.

**Tabel 4.3 Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas Tahun**

Kelas Jalan	Jawa	Sumatera	Kalimantan
Arteri dan Perkotaan	4,80	4,83	5,14
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00

(Sumber : Manual Desain Perkerasan 2017)

#### 4.1.4. Data Uji Beton

Data uji beton yang digunakan sebagai perencanaan tebal perkerasan kaku seperti yang ditunjukkan Tabel 4.4.

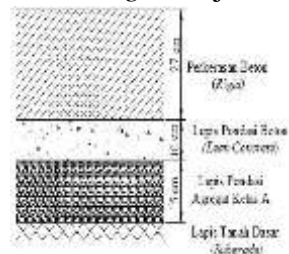
**Tabel. 4.4 Data Uji Beton**

Mutu Beton	Kuat Lentur 28 hari (MPa)
Fs 45	4,5

(Sumber : PT. Multi Phi Beta – Bina Karya KSO)

#### 4.1.5. Tebal Perkerasan *Existing*

Tebal perkerasan kaku *existing* ditunjukkan pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Tebal Perkerasan *Existing***

(Sumber : PT. Multi Phi Beta – Bina Karya KSO)

#### 4.2. Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Metode Bina Marga 2017

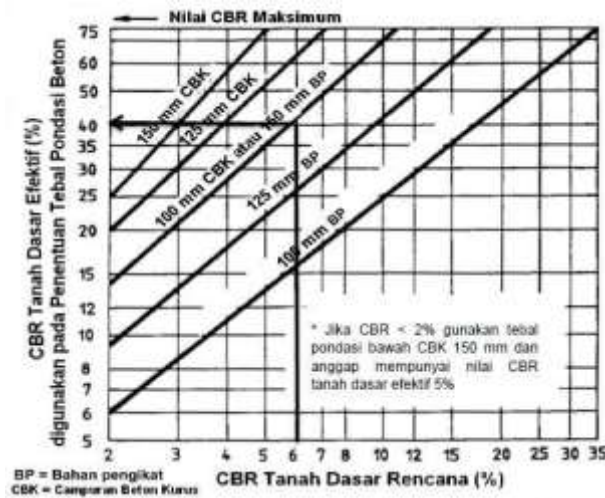
Penentuan tebal perkerasan kaku dengan langkah-langkah sebagai berikut.

a. Umur Rencana

Umur rencana yang digunakan dalam parameter desain adalah 40 tahun.

b. Menentukan *CBR* Tanah Dasar Efektif

*CBR* tanah dasar rencana yang digunakan sebagai parameter desain adalah sebesar 6% dengan dukungan lapisan *subbase*. Untuk menentukan *CBR* tanah efektif maka dapat ditunjukkan pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2 Penentuan CBR Tanah Dasar Efektif**

Berdasarkan Gambar 4.2 maka *CBR* tanah dasar efektif yang diperoleh sebesar 40% yang digunakan sebagai parameter desain perkerasan kaku.

c. Menentukan Lapis Pondasi

Pondasi bawah yang digunakan adalah campuran beton kurus (CBK) yang mempunyai kuat tekan beton minimum 28 hari 50 Kg/cm<sup>2</sup> dengan tebal pondasi atas sebesar 10 cm dan lapis pondasi bawah berupa lapis agregat kelas A dengan tebal sebesar 15 cm sesuai Pedoman Bina Marga 2017.

d. Menentukan Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Survey lalu lintas pada tanggal 6 s/d 8 April 2020 (12 jam) di ruas Jalan Sisingamangaraja yang merupakan jalan penghubung Tebing Tinggi – Serbelawan menghasilkan LHR 2352 kendaraan per hari (LHR Sedan, Jeep, Station Wagon, Pick Up). Survey dilaksanakan pada minggu pertama bulan April sehingga dari tabel faktor musiman (Tabel 2.3) diperoleh  $P = 0,573$  dan  $C_v = 7,21\%$ . Maka taksiran LHRT adalah :

$$\text{LHRT}_T = \frac{2352}{0,573} = 4105 \text{ kendaraan/hari}$$

Dan selang kepercayaan LHRT dinyatakan :

$$\frac{4105}{(1 + 1,96 \cdot \frac{7,21}{100})} \leq \text{LHRT} \leq \frac{4105}{(1 - 1,96 \cdot \frac{7,21}{100})} = 3597 \leq \text{LHRT} \leq 4781 \text{ kendaraan per hari}$$

Pada tingkat peluang 95 % maka didapat LHRT = 3900 kendaraan per hari.

Lalu Lintas Harian untuk kendaraan yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

e. Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas pada Jalan Nasional/Provinsi Tebing Tinggi – Serbelawan sesuai data digunakan 4,83% sebagai parameter desain pertumbuhan lalu lintas per tahun.

f. Analisis Jumlah Sumbu Kendaraan

Perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya pada bus adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sumbu} &= \text{Jumlah kendaraan} \times \text{Jumlah sumbu per kendaraan} \\ &= 71 \times 2 \\ &= 142 \text{ buah} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk jenis kendaraan lain dapat ditunjukkan pada Tabel 4.5.



**Tabel 4.5 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya**

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (bh)	Konfigurasi beban sumbu (ton)				Jumlah sumbu per kendaraan (bh)	Jumlah Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG		STrRG	
		RD	RB	RGD	RGB			BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)
Sedan, Jeep, Station Wagon, Pick up	3900	0,7	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus 1.2	118	3,06	5,94	-	-	2	236	3,06	118	5,94	118	-	-	-	-
Truk Ringan T1.2L	319	2,66	5,05	-	-	2	638	2,66	319	5,05	319	-	-	-	-
Truk Berat T1.2H	88	4,47	10,36	-	-	2	176	4,47	88	10,36	88	-	-	-	-
Truk 1.22	92	7,01	22,4			2	184	7,01	92	-	-	22	92	-	-
Truk Gandengan 1.2-2.2	12	4,91	11,26	8,47	7,9	4	48	4,91	12	11,26	12	-	-	-	-
										8,47	12	-	-	-	-
										7,9	12	-	-	-	-
Trailer 1.2-22	12	4,05	11,25	-	20	3	36	4,05	12	11,25	12	20	12	-	-
Trailer 1.22-22	5	5,88	20	-	14	3	15	5,88	5	-	-	20	5	-	-
										-	-	14	5	-	-
Trailer 1.22-222	14	5,29	16	-	24	3	42	5,29	14	-	-	16	14	24	14
Total							1375		660		573		128		14

g. Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

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

$$= \frac{(1+0,0483)^{40}-1}{0,0483}$$

$$= 115,9$$

h. Menentukan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

$\text{JSKN rencana} = \text{JSKNH} \times 365 \times R \times C$ $= 1375 \times 365 \times 115,9 \times 0,45$ $= 26175290,625$ $= 2,6175290625 \times 10^7$
--

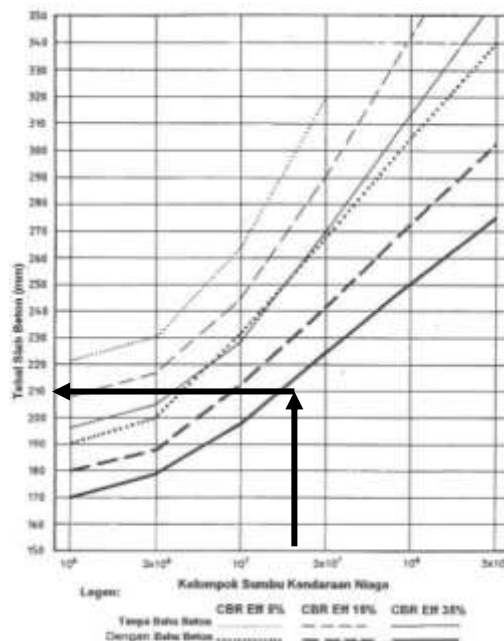
Berdasarkan perhitungan JSKN rencana diperoleh jumlah kendaraan niaga sebesar  $2,6175290625 \times 10^7$ .

i. Menentukan Bahu Jalan

Dalam perencanaan ini bahu jalan baik sisi luar maupun bahu sisi dalam akan terbuat dari beton semen (dengan bahu beton).

j. Tebal Taksiran Pelat Beton

Hasil penentuan tebal taksiran sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3 Penentuan Tebal Taksiran Minimum Perkerasan**

Dari Gambar 4.3 tebal taksiran beton minimum yang digunakan adalah sebesar 210 mm.

k. Menentukan Repetisi Sumbu yang Terjadi

Perhitungan STRT dengan beban 7,01 ton.

Perhitungan repetisi yang terjadi untuk jenis sumbu dan beban seperti ditunjukkan Tabel 4.6.

**Tabel 4.6 Repetisi Sumbu yang Terjadi**

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu (bh)	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	JSKNrencana (bh)	Repetisi yang Terjadi
<b>STRT</b>	7,01	92	0,14	0,48	26175290,625	1758979,53
	5,88	5	0,01	0,48	26175290,625	125641,39
	5,29	14	0,02	0,48	26175290,625	251282,79
	4,91	12	0,02	0,48	26175290,625	251282,79
	4,47	88	0,13	0,48	26175290,625	1633338,13
	4,05	12	0,02	0,48	26175290,625	251282,79
	3,06	118	0,18	0,48	26175290,625	2261545,11
	2,66	319	0,48	0,48	26175290,625	6030786,96
<b>TOTAL</b>			1,00			12564139,5
<b>STRG</b>	11,26	12	0,02	0,42	26175290,625	219872,44
	11,25	12	0,02	0,42	26175290,625	219872,44
	10,36	88	0,15	0,42	26175290,625	1649043,31
	8,47	12	0,02	0,42	26175290,625	219872,44
	7,9	12	0,02	0,42	26175290,625	219872,44
	5,94	118	0,21	0,42	26175290,625	2308660,63
	5,05	319	0,56	0,42	26175290,625	6156428,35
<b>TOTAL</b>			1,00			10993622,06
<b>STdRG</b>	22	92	0,72	0,09	26175290,625	1696158,83
	20	12	0,09	0,09	26175290,625	212019,85
	20	5	0,04	0,09	26175290,625	94231,05
	16	14	0,11	0,09	26175290,625	259135,38
	14	5	0,04	0,09	26175290,625	94231,05
<b>TOTAL</b>			1,00			2355776,16
<b>STrRG</b>	24	14	1,00	0,01	26175290,625	261752,91
<b>TOTAL</b>			1,00			261752,91
<b>Kumulatif</b>						26175290,63

l. Menentukan Faktor Keamanan Beban

Nilai faktor keamanan beban yang digunakan sebagai parameter desain adalah 1,2.

m. Analisis Fatik dan Erosi

Dalam menentukan tebal perkerasan salah satu parameter yang digunakan adalah analisis fatik dan erosi yang harus memenuhi syarat.

Dengan ketebalan perkerasan 210 mm didapat total persen rusak akibat erosi sebesar 360,25 % dimana hasil tersebut melebihi syarat maksimum sebesar 100 % sehingga dicoba ketebalan perkerasan 260 mm didapat total persen rusak akibat erosi sebesar 44,01 %.

### 4.3. Perhitungan Perkerasan Kaku Metode PCA

Hasil perhitungan tebal perencanaan perkerasan kaku dengan menggunakan metode PCA sebagai berikut:

- a. Tebal Taksiran : 230 mm (Asumsi)
- b. Subgrade : k 40 Mpa/m (CBR Efektif)
- c. Kuat Lentur Beton : 4,5 Mpa
- d. Faktor Keamanan Beban (*LSF*) : 1,2
- e. Jenis Sambungan : Dowel
- f. Bahu Beton : Iya
- g. Umur Rencana : 40 Tahun

#### 1. Single Axles

- a. *Equivalent Stress* : 1,21 MPa/m
- b. *Stress Rasio Factor* :  $\frac{\text{Equivalent Stress}}{\text{Kuat Lentur Beton}} = 0,27$
- c. Faktor Erosi : 2,23 MPa/m

**Tabel 4.7 Hasil Analisis Fatik dan Erosi Single Axles dengan Tebal Taksiran 230 mm**

<i>Axel load,</i> <i>kN</i>	<i>Multiple</i> <i>by LSF</i>	<i>Expected</i> <i>repetitions</i>	<i>Fatigue analysis</i>		<i>Erosion analysis</i>	
			<i>Allowable</i> <i>repetitions</i>	<i>Fatigue</i> <i>percent</i>	<i>Allowable</i> <i>repetitions</i>	<i>Damage</i> <i>Percent</i>
1	2	3	4	5	6	7
70,1	84,12	1758979,53	TT	0	TT	0
58,8	70,56	125641,39	TT	0	TT	0
52,9	63,48	251282,79	TT	0	TT	0
49,1	58,92	251282,79	TT	0	TT	0
44,7	53,64	1633338,13	TT	0	TT	0
40,5	48,6	251282,79	TT	0	TT	0
26,6	31,92	6030786,96	TT	0	TT	0
112,6	135,12	219872,44	TT	0	20000000	1,1
112,5	135	219872,44	TT	0	20000000	1,1
103,6	124,32	1649043,31	TT	0	TT	0
84,7	101,64	219872,44	TT	0	TT	0
79	94,8	219872,44	TT	0	TT	0
50,5	60,6	6156428,35	TT	0	TT	0

#### 2. Tandem Axles

- a. *Equivalent Stress* : 1,21 MPa/m
- b. *Stress Rasio Factor* :  $\frac{\text{Equivalent Stress}}{\text{Kuat Lentur Beton}} = 0,27$
- c. Faktor Erosi : 2,23 MPa/m

**Tabel 4.8 Hasil Analisis Fatik dan Erosi Tandem Axles dengan Tebal Taksiran 230 mm**

Axel load, kN	Multiple by LSF	Expected repetitions	Fatigue analysis		Erosion analysis	
			Allowable repetitions	Fatigue percent	Allowable repetitions	Damage Percent
1	2	3	4	5	6	7
220	264	1696158,83	TT	0	20000000	8,48
200	240	212019,85	TT	0	TT	0
200	240	94231,05	TT	0	TT	0
160	192	259135,38	TT	0	TT	0
140	168	94231,05	TT	0	TT	0

3. *Tridem Axles*

- a. *Equivalent Stress* : 1,02 MPa/m  
 b. *Stress Rasio Factor* :  $\frac{\text{Equivalent Stress}}{\text{Kuat Lentur Beton}} = 0,23$   
 c. *Faktor Erosi* : 2,97 MPa/m

**Tabel 4.9 Hasil Analisis Fatik dan Erosi Tridem Axles dengan Tebal Taksiran 230 mm**

Axel load, kN	Multiple by LSF	Expected repetitions	Fatigue analysis		Erosion analysis	
			Allowable repetitions	Fatigue percent	Allowable repetitions	Damage Percent
1	2	3	4	5	6	7
240	96	87250,97	TT	0	100000	87,25
			<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>97,93</b>
				<b>&lt;100%</b>		<b>&lt;100%</b>

**4.2. Pembahasan**

Perencanaan perkerasan kaku Jalan Tol ruas Tebing Tinggi - Serbelawan menggunakan metode Bina Marga 2017 diperoleh tebal pelat beton sebesar 26 cm, tebal lapis pondasi atas berupa *lean concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis pondasi bawah agregat kelas A sebesar 15 cm. Perencanaan perkerasan kaku Jalan Tol ruas Tebing Tinggi - Serbelawan menggunakan metode PCA diperoleh tebal pelat beton sebesar 23 cm, tebal lapis pondasi atas berupa *lean concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis pondasi bawah agregat kelas A sebesar 15 cm. Perencanaan perkerasan kaku Jalan Tol ruas Tebing Tinggi - Serbelawan *existing* berdasarkan data dari instansi yang terkait diperoleh tebal pelat beton sebesar 27 cm, tebal lapis pondasi atas berupa *lean concrete* sebesar 10 cm dan tebal lapis pondasi bawah agregat kelas

A sebesar 15 cm.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka, dapat dibandingkan dengan kondisi tebal pelat beton *existing* yaitu sebesar 27 cm, perhitungan dengan metode Bina Marga 2017 terdapat selisih 1 cm, dan perhitungan dengan metode PCA terdapat selisih 4 cm. Perbedaan tebal pelat beton masing-masing metode seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.12.

**Tabel 4.10 Perbandingan Tebal Beton Masing-Masing Metode**

Metode	Tebal Struktur Perkerasan		
	Slab Beton (cm)	Lean Concrete (cm)	Pondasi Agregat (cm)
Bina Marga 2017	26	10	15
PCA	23	10	15

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis yang menggunakan beberapa metode perencanaan perkerasan kaku untuk jalan raya dapat disimpulkan bahwa:
  - Pada perencanaan perkerasan kaku Metode Bina Marga (2017) di dapat tebal pelat beton perkerasan jalan, yaitu 26 cm, disesuaikan dengan perhitungan tebal perkerasan Bina Marga (2017).  
Tebal *lean concrete* 10 cm, dan tebal base A 15 cm.
  - Dengan metode PCA di dapat tebal pelat beton perkerasan jalan, yaitu 23 cm, disesuaikan dengan perhitungan tebal perkerasan PCA.  
Tebal *lean concrete* 10 cm, dan tebal base A 15 cm.
  - Jika dibandingkan dengan tebal pelat beton *Existing* yaitu 27 cm, terdapat pemborosan sebesar 1 cm dengan Metode Bina Marga dan 4 cm dengan Metode PCA.
2. Dari hasil perhitungan tebal pelat beton yang menggunakan beberapa metode, terdapat perbedaan dalam mendapatkan hasil akhir perhitungan ketebalan plat beton. Hal ini disebabkan adanya pengambilan besaran yang tidak sama, misalnya dalam metode Bina Marga tebal perkerasan kaku memperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan fatik dan atau erosi  $\leq 100$  %. Demikian pula dalam metode PCA, perhitungan didapat hampir sama dengan metode Bina Marga, akan tetapi dalam menentukan LHR kendaraan hanya menghitung beban sumbu truk saja. Sehingga didapati bahwa metode Bina Marga merupakan metode yang lebih efisien dan ekonomis untuk digunakan dalam melakukan perencanaan perkerasan jalan karena perhitungan yang dibuat sudah sesuai atau mendekati dengan kondisi regional Indonesia.

### 5.2. Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Metode-metode praktis yang telah dilaksanakan di lapangan, sebaiknya tetap mengacu pada standar yang telah ditetapkan untuk menghindari kegagalan teknis.
2. Pembangunan perkerasan kaku pada ruas Jalan Tol Tebing Tinggi –

Serbelawan ini sangatlah berperan penting dalam memajukan perekonomian masyarakat, terlebih masyarakat yang bergantung pada sistem transportasi. Maka hendaknya dapat dikelola dengan sebaiknya, baik pada saat perencanaan, pelaksanaan pembangunan maupun perawatan nantinya.

3. Untuk mendapatkan tebal perkerasan yang optimum lebih baik melakukan penyelidikan nilai *CBR* tanah sehingga nantinya nilai *CBR* tanah yang efektif dapat tercapai untuk menentukan tebal perkerasan.
4. Dalam perancangan dan pelaksanaan suatu bangunan teknik sipil, kemungkinan besar akan ditemui berbagai permasalahan yang kompleks yang berbeda antara kondisi yang satu dan lainnya, sehingga seorang perancang, diharapkan memiliki “*feeling engineering*” yang didukung oleh pengetahuan yang luas, dan pengalaman yang didapatkan di lapangan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Puslitbang Jalan dan Jembatan (1998-1999) *Volume Lalu Lintas Rencana Untuk Geometrik dan Perkerasan Jalan*.
- Afrijal (2010) *Kajian Metoda Perencanaan Pelapisan Ulang Campuran Beraspal (AC) Di Atas Perkerasan Beton*. Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara.
- Basuki, H. (1986) *Perkerasan Beton*, Yogyakarta: Penerbit UGM.
- Croney, D. (1977) *The Design and Performance of Road Pavements*. Transport and Road Research Laboratory, London.
- 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.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (2017) *Manual Desain Perkerasan Jalan*.
- PCA, Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements. Canadian Edition/ Metric*.
- Sulaksono, S. W. (2000) *Rekayasa Jalan*, Bandung: Penerbit ITB.
- Yoder dan Witzak (1975) *Principles of Pavement Design*. Jhon Wiley & Sons, Inc. Toronto.