

---

## Perencanaan Perkerasan Kaku Jalan Tol Serang Panimbang Banten Menggunakan Metode PCA (Portland Cement Association)

**Akbar Bayu Kresno Suharso<sup>1</sup>**

Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

E-mail: [akbarbks@uwks.ac.id](mailto:akbarbks@uwks.ac.id)

**Holly Poan Exa Merdeka Jayani<sup>2</sup>**

Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

E-mail: [hollyfals@gmail.com](mailto:hollyfals@gmail.com)

**Utari Khatulistiani<sup>3</sup>**

Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

E-mail: [utari.kh@uwks.ac.id](mailto:utari.kh@uwks.ac.id)

### **Abstrak**

*Jalan Tol Serang Panimbang Banten dibangun digunakan untuk akses perjalanan tercepat antar wilayah yang dimana di kota Banten tidak ada akses jalan tercepat untuk menuju ke berbagai kota atau kabupaten, maka dari itu dibangun Jalan Tol Serang Panimbang Banten tersebut dengan perkerasan kaku menggunakan metode Portland Cement Association. Berdasarkan dari perhitungan perencanaan dan analisa jalan direncanakan 2/2 TT dengan lebar jalan 7 meter. Nilai derajat kejenuhan (DS) dari tahun 2022 berada pada nilai  $DS < 0,85$  yang mampu menampung arus lalu lintas, sedangkan untuk tahun 2042 – 2062 diketahui nilai  $DS > 0,85$  yang berarti tidak layak atau tidak dapat menampung arus lalu lintas hingga umur rencana. Maka disimpulkan perlu pelebaran jalan agar layak atau dapat menampung arus lalu lintas hingga umur rencana hingga 40 tahun lagi. Hasil perhitungan lain mengenai tebal perkerasan kaku didapatkan tebal perkerasan 32 cm, sementara untuk tulangan memanjang berdiameter  $\varnothing 12$  mm dengan jarak 450 mm, tulangan melintang berdiameter  $\varnothing 12$  mm dengan jarak 250 mm, dowel berdiameter D38 mm dengan panjang 450 mm jarak 300 mm, tiebar berdiameter  $\varnothing 16$  mm dengan panjang 700 mm jarak 750 mm. Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan perkerasan kaku diketahui rencana anggaran biaya sebesar Rp. 32.981.255.203.800,00.*

**Kata kunci:** Jalan Tol, Perkerasan Kaku, PCA

### **Abstract**

*Serang Panimbang Banten Toll Road was built to be used for the fastest travel access between regions where in the city of Banten there is no fastest road access to go to various cities or towns. regency, therefore the Serang Panimbang Banten Toll Road was built with rigid pavement using the Portland Cement Association method. Based on planning calculations and road analysis, it is planned to be 2/2 TT with a road width of 7 meters. The degree of saturation (DS) value from 2022 is at a DS value  $< 0.85$  which can accommodate traffic flow, while for 2042 – 2062 it is known that the DS value is  $> 0.85$  which means it is not feasible or cannot accommodate traffic flow until the age plan. So it was concluded that it is necessary to widen the road so that it is feasible or can accommodate traffic flow until the planned age is up to 40 more years. The results of other calculations regarding the thickness of rigid pavement obtained pavement thickness of 32 cm, while for longitudinal reinforcement diameter  $\varnothing 12$  mm with a distance of 450 mm, transverse reinforcement diameter  $\varnothing 12$  mm with a spacing of 250 mm, dowel diameter D38 mm with a length of 450 mm with a spacing of 300 mm, tiebar diameter of  $\varnothing 16$  mm*

*with a length of 700 mm and a distance of 750 mm. Based on the calculation results of rigid pavement planning, it is known that the budget plan is Rp. 32,981,255,203,800.00*

**Keywords:** Toll Road, Rigid Pavement, PCA

## 1. PENDAHULUAN

Kerusakan jalan merupakan salah satu masalah penting bagi mobilitas antar wilayah sehingga perlu adanya analisis yang mendalam tentang kerusakan-kerusakan jalan tersebut (Nurrahmat & Siswoyo, 2021). Hal ini dibuat agar dapat menjadi masukan untuk perencanaan kualitas jalan dimasa yang akan datang. Prasarana jalan yang akibat volume lalu lintas yang tinggi dan berulang-ulang akan menyebabkan terjadi penurunan kualitas jalan (Akbar Bayu Kresno Suharso, 2023). Sebagai indikatornya bisa diketahui berdasarkan dari kondisi permukaan jalan, baik kondisi struktural maupun fungsionalnya yang mengalami kerusakan.

Jenis perkerasan jalan dapat berupa Perkerasan lentur (flexible pavement), Perkerasan kaku (rigid pavement), dan Perkerasan Komposit, yang menggabungkan anatara perkerasan kaku dan perkerasan lentur (Nurrahmat & Siswoyo, 2021). Khusus buat perkerasan kaku (rigid pavement) yang terbuat dari beton semen (cement portland) baik bertulang maupun tanpa tulangan dan banyak juga digunakan pada ruas jalan yang mempunyai volume kendaraan berat yang tinggi dan diikuti serta sering mengalami banjir. Dengan adanya perencanaan perkerasan kaku (rigid pavement) untuk pembangunan prasarana jalan di daerah perkotaan maupun di pedesaan, maka pemerintah terus melakukan pembangunan jalan baik pada ruas jalan negara, jalan provinsi, jalan kabupaten maupun jalan desa ataupun lingkungan, mengingat perencanaan perkerasan jalan ini lebih mampu mendukung beban kendaraan berat dan menahan genangan air.

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi di Indonesia, kebutuhan akan rasa aman, nyaman, dan fasilitas transportasi juga akan semakin tinggi untuk mendukung mobilitas masyarakat (A.B.K. Suharso & Ahyudanari, 2020). Jalan yang baik harus mendukung keselamatan dan kenyamanan pengemudi di jalan. Perkerasan jalan raya merupakan campuran agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk menopang beban lalu lintas kendaraan (Firgiansyah, Prihantono, & Daryati, 2022). Salah satu jenis perkerasan jalan adalah perkerasan kaku. Perkerasan kaku adalah jenis perkerasan yang menggunakan perekat semen portland dan diletakkan di atas dasar jalan atau tanpa pelat beton bertulang pada alasnya. Beban lalu lintas terutama didukung oleh pelat beton (Paus, 2016).

Kondisi permukaan jalan perlu dipantau untuk mengetahui kondisi permukaan jalan yang mengalami kerusakan tersebut. Pada umumnya jalan yang direncanakan memiliki masa layanan tertentu sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lalu lintas yang ada misalnya 10 tahun sampai dengan 20 tahun, untuk mencapai pelayanan pada kondisi yang baik maka diperlukan adanya pemeliharaan jalan (Kirom & Siswoyo, 2020).

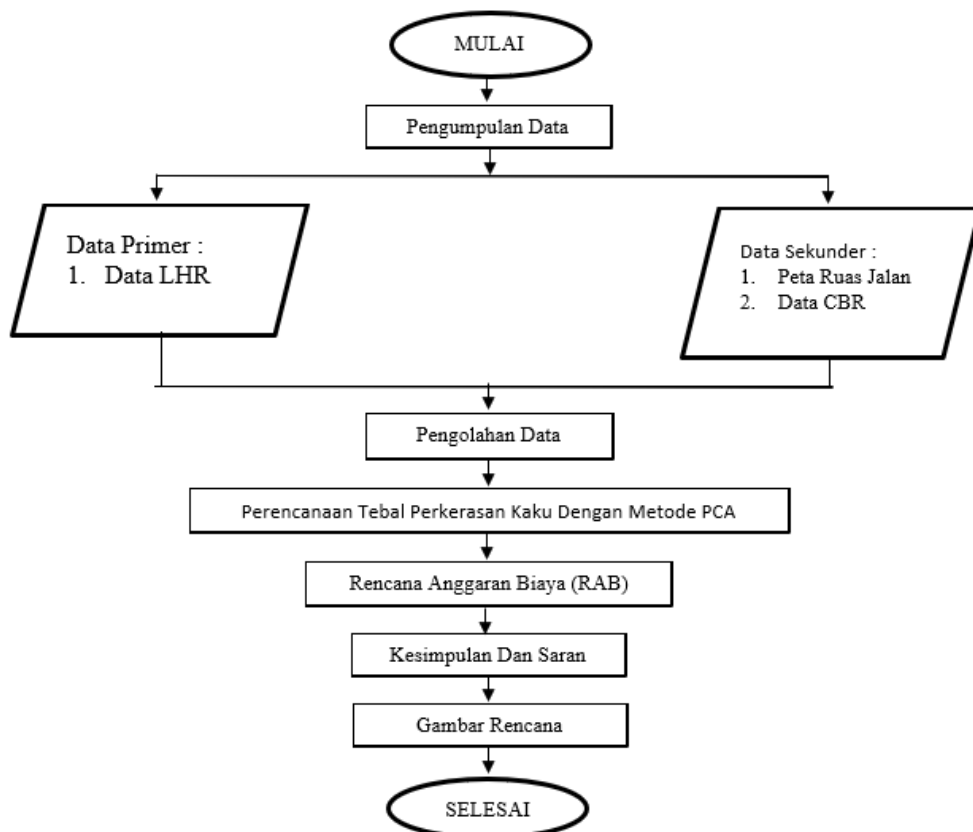
---

Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Jalan Tol Serang Panimbang, Banten Menggunakan Metode Portland Cement Association Bina Marga. Pada perencanaan ini bertujuan untuk mengetahui ketebalan perkerasan kaku (Rigid Pavement) Jalan Tol Serang Panimbang Banten dengan metode PCA dan mengetahui besar rencana anggaran biayanya. Dengan penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat mengetahui perencanaan perkerasan kaku (rigid pavement) yang baik di Jalan Tol Serang Panimbang Banten.

## 2. METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam studi ini meliputi tahapan pengumpulan data, menganalisis data, membahas hasil tebal perkerasan, RAB, kesimpulan dan saran. Metode yang digunakan dalam survey ini dengan cara Deskriptif Analitis berdasarkan kebutuhan data pada analisis studi Metode PCA (Portland Cement Association). Data primer Jalan Tol Serang Panimbang Banten dengan melakukan pengamatan/survey secara langsung dilapangan seperti menghitung volume kendaraan yang melintas mulai dari golongan I sampai golongan V. Data sekunder diperoleh dari beberapa instansi yaitu data peta ruas jalan dan data CBR.

Selanjutnya dilakukan analisis dari data yang dikumpulkan dengan menggunakan prinsip – priinsip analisis Metode PCA (Portland Cement Association). Untuk diagram alir metodologi dari perencanaan ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Diagram Alir Metodologi Perencanaan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Lalu Lintas Harian Rata – Rata

Data lalu lintas didapat berdasarkan data primer yang diperoleh dari survey dilokasi studi. Hasil survey tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Data LHR

Gol 1 Mobil, pick up	Gol 2 Bis	Gol 3 Truk	Gol 4 Truk gandeng	Gol 5 Trailer
3218	987	2392	534	672

Sumber : PT. Trans Jawa Paspro

Dalam analisa data lalu lintas dibutuhkan hasil perhitungan dari kapasitas dasar (Co), faktor penyesuaian akibat lebar efektif jalur lalu lintas (FCLE), faktor penyesuaian akibat skr (Fskr) dan faktor penyesuaian akibat hambatan samping untuk mendapatkan analisa penentuan kapasitas pada kondisi lapangan. Dari serangkaian data tersebut akan digunakan untuk menentukan nilai derajat kejenuhan (DS) pada kondisi jalan saat ini yang mengacu pada PKJI 2014.

#### a. Menentukan Nilai Kapasitas (C)

$$C = Co \times FCLE \times Fskr \times FCHS$$

Data :	1. Co	= 3100
	2. FCLE	= 1,00
	3. Fskr	= 1,00
	4. FCHS	= 1,00

$$\text{Maka } C = 3100 \text{ smp/jam} \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 = 3100 \text{ smp/jam}$$

#### b. Menentukan Derajat Kejenuhan (Ds)

Perhitungan derajat kejenuhan / Degree of Saturation (DS) dilakukan pada tahun eksisting yaitu pada tahun 2022 serta dihitung juga untuk proyeksi 20 dan 40 tahun yang akan datang sesuai dengan umur rencana perkerasan jalan. Hasil perhitungan derajat kejenuhan dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 2** Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Pada Tahun 2022

No	Kelas	LHR	k	emp	Q (smp/jam)	C	DS	Keterangan
1	Golongan I	3218	0,11	1,3	585,469837	3100	0,6617818	DS < 0,85 Tidak Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	Golongan II	987		1,5	207,197039			
3	Golongan III	2392		2,5	836,905299			
4	Golongan IV	534		2,5	186,83421			
5	Golongan V	672		2,5	235,117208			
Jumlah					2051,52359			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

**Tabel 3** Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Pada Tahun 2042

No	Kelas	LHR	k	emp	Q (smp/jam)	C	DS	Keterangan
1	Golongan I	3218	0,11	1,3	1164,96136	3100	1,31680606	DS > 0,85 Tidak
2	Golongan II	987		1,5	412,278361			
3	Golongan III	2392		2,5	1665,26484			

4	Golongan IV	534		2,5	371,76063			Membutuhkan Pelebaran Jalan
5	Golongan V	672		2,5	467,833602			
Jumlah					4082,0988			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

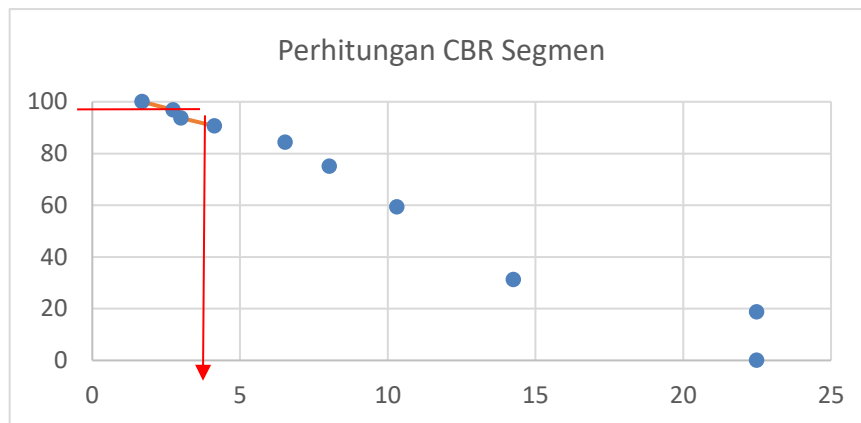
**Tabel 4** Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Pada Tahun 2062

No	Kelas	LHR	k	emp	Q (smp/jam)	C	DS	Keterangan
1	Golongan I	3218	0,11	1,3	2318,02715	3100	2,62016604	DS > 0,85 Tidak Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	Golongan II	987		1,5	820,346892			
3	Golongan III	2392		2,5	3313,52544			
4	Golongan IV	534		2,5	739,725161			
5	Golongan V	672		2,5	930,89009			
Jumlah					8122,51473			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

### 3.2 Analisis Data CBR

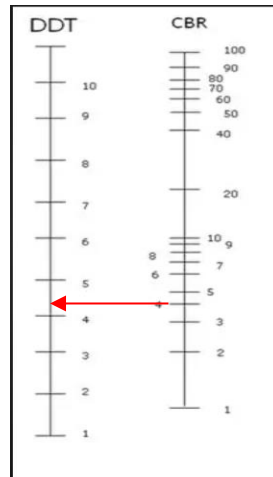
Data CBR yang dipergunakan dari data sekunder CBR yang didapat dari kantor WSP (Wijaya Karya Serang Panimbang). Data CBR yang didapatkan pada ruas Jalan Tol Serang Panimbang Kota Banten yaitu terletak pada STA 00+00 – 82+00. Analisis data CBR dibutuhkan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar karena mutu dan daya bahan suatu konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar (Sari, Maliki, & Suharso, 2022). Diperencanaan ini menggunakan metode grafis 90% yang dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** CBR Desain Tanah Dasar

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Pada data grafik yang terdapat pada Gambar 2 diperoleh nilai CBR segmen sebesar 4%. Dari hasil tersebut, maka dapat diperoleh nilai daya dukung tanah sebesar 4,4 yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Nilai DDT pada Nilai CBR 90%

### 3.3 Analisis Tebal Perkerasan Menggunakan Metode PCA

Tahapan selanjutnya yaitu merencanakan tebal perkerasannya dengan data-data yang sudah diperoleh sebelumnya yaitu sebagai berikut.

- CBR tanah dasar = 4%
- Kuat tekan beton ( $f_c$ ) = 250 kg/cm<sup>2</sup> = 24,5 MPa
- Stabilitas Tegangan leleh baja = BJ37 2400 kg/cm<sup>2</sup> = 240 MPa
- Kuat Tarik lentur = 370 MPa
- Koefisien gesek antara plat beton dengan pondasi bawah = 1,3
- Bahu jalan = Ya
- Ruji (dowel) = Ya
- Data lalu lintas rata-rata hasil survey :
- Pertumbuhan lalu lintas ( $i$ ) = 3,5%
- Umur rencana = 40 tahun

#### 3.3.1 Perhitungan Jumlah Sumbu

Berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata maka dapat dianalisis perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya, dengan perhitungan menurut Pd T-14-2003. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Golongan III, IV dan Golongan V dengan perhitungan sebagai berikut:

- Golongan III = Jumlah sumbu per kendaraan x jumlah sumbu  
= 2392 x 2 = 4784
- Golongan IV = Jumlah sumbu per kendaraan x jumlah sumbu  
= 534 x 4 = 2136
- Golongan V = Jumlah sumbu per kendaraan x jumlah sumbu  
= 672 x 4 = 2688

- Jumlah sumbu (STRT)

$$\text{Golongan III} = \frac{\text{jumlah sumbu}}{\text{beban sumbu}} = \frac{2392}{2} = 1196$$

- Jumlah sumbu (STRG)

$$\text{Golongan IV} = \frac{\text{jumlah sumbu}}{\text{beban sumbu}} = \frac{534}{2} = 267$$

$$\text{Golongan V} = \frac{\text{jumlah sumbu}}{\text{beban sumbu}} = \frac{672}{2} = 336$$

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jumlah Kendaraan	Jumlah Sumbu per Kendaraan	Jumlah Sumbu	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS	JS	BS	JS	BS	JS
Golongan I	1	1	-	-	3218	-	-	-	-	-	-	-	-
Golongan II	1	1	-	-	987	-	-	-	-	-	-	-	-
Golongan III	2	2	-	-	2392	2	4784	2	4784	-	-	-	-
Golongan IV	2	4	-	-	534	2	-	-	-	2	-	-	-
Golongan V	2	4	-	-	672	2	-	-	-	-	-	2	-
Total							9788		4784		2316		2688

Adapun cara untuk menentukan koefisien distribusi didasarkan pada jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi kendaraan niaga pada lajur rencana dengan menggunakan Tabel 5 (Yu et al., 2021).

**Tabel 5** Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana

Lebar Perkerasan	Jumlah Lajur	Koefisien Distribusi	
		1 Arah	2 Arah
Lp < 5,5 m	1 Lajur	1	1
5,5 m < Lp < 8,25 m	2 Lajur	0,7	0,5
8,25 m < Lp < 11,25 m	3 Lajur	0,5	0,475
11,25 m < Lp < 15 m	4 Lajur	-	0,45
15 m < Lp < 18,75 m	5 Lajur	-	0,425
18,75 m < Lp < 22 m	6 Lajur	-	0,4

Sumber : Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003

Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) selama umur rencana (40 tahun), dengan melihat Tabel 5 untuk koefisien jalur dihitung sebagai berikut

$$R = \frac{(1+i)^{40}-1}{i} = \frac{(1+3,5\%)^{40}-1}{3,5\%} = \frac{2,95}{3,5\%} = 84,28$$

$$\text{JSKN} = 365 \times 9788 \times 84,28 = 0,3 \times 10^9$$

$$\text{JSKN} = \text{Koefisien jalur} \times \text{JSKN}$$

$$= 0,5 \times 0,3 \times 10^9 = 0,15 \times 10^9$$

### 3.3.2 Perhitungan Repetisi

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 (Saragih, Modifa, & Rinaldi, 2021). Repetisi yang terjadi merupakan hasil kali antara proporsi beban dan proporsi sumbu.

- Proporsi beban

$$\begin{aligned} \text{Beban sumbu 2 ton} &= \frac{\text{Jumlah Sumbu}}{\text{Jumlah Total Sumbu}} \\ &= \frac{4784+2316+2688}{9788} \\ &= 1 \end{aligned}$$

- Proporsi sumbu

$$\begin{aligned} \text{Beban sumbu 2 ton} &= \frac{\text{Jumlah Sumbu}}{\text{Jumlah Total Sumbu}} \\ &= \frac{4784+2316+2688}{9788} \\ &= 1 \end{aligned}$$

- Repetisi yang terjadi

$$\begin{aligned} \text{Repetisi} &= \text{Proporsi beban} \times \text{Proporsi sumbu} \times \text{Lalu lintas rencana} \\ &= 1 \times 1 \times 0,15 \times 10^9 = 0,15 \times 10^9 \end{aligned}$$

**Tabel 6** Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

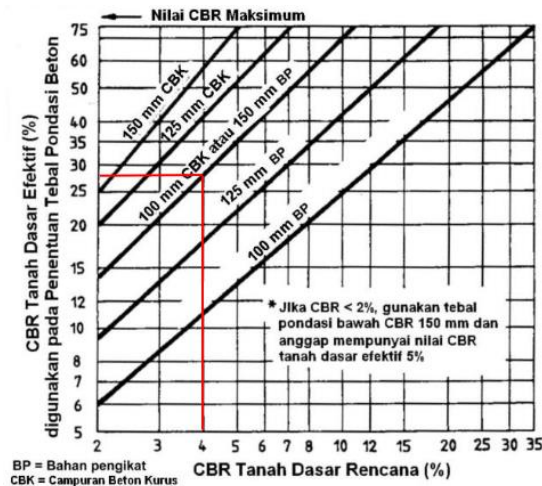
Jenis Sumbu	Beban Sumbu (Ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu Lintas Rencana	Repetisi yang Terjadi
STRT	6	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-
	2	4784	1	1	0,15 x 10 <sup>9</sup>	0,15 x 10 <sup>9</sup>
Total		4784				
STRG	8	-	-	-	-	-
	5	2316	1	1	0,15 x 10 <sup>9</sup>	0,15 x 10 <sup>9</sup>
Total		2316				
STdRG	14	2688	1	1	0,15 x 10 <sup>9</sup>	0,15 x 10 <sup>9</sup>
Total		2688				
Kumulatif						0,15 x 10 <sup>9</sup>

Sumber : Analisa dan Perhitungan

### 3.3.4 Penentuan CBR Efektif

Cara untuk menentukan CBR tanah dasar efektif dengan menarik garis CBR tanah dasar rencana hingga menyentuh CBK (Campuran Beton Kurus) (Bulusu, Kusam, & Muppreddy, 2020). Dari Gambar 4 dibawah ini diketahui jika CBR tanah dasar rencana 4% maka CBR efektif tanah dasar adalah 27,5%





Gambar 4 CBR Tanah Efektif

### 3.3.3 Perhitungan Tebal Plat Beton

Perhitungan tebal plat beton pada perencanaan ini menggunakan data-data sebagai berikut

- Sumber data beton = Hasil survey
- Jenis perkerasan = BBTB dengan ruji
- Umur rencana = 40 tahun
- JSK =  $0,15 \times 10^9$
- Kuat leleh baja = 240 MPa
- Jenis dan tebal pondasi = Stabilisasi semen 15 cm
- CBR tanah dasar = 4%
- CBR efektif = 90%
- Kuat Tarik lentur beton K-250 = 2,0 MPa / 20 kg/cm<sup>2</sup>
- Tebal taksiran plat beton = 220 mm
- Faktor keamanan beban = 1,0

Penentuan tebal menggunakan asumsi tebal 32 cm dengan menghitung tegangan ekuivalen dan faktor erosi dengan menggunakan Tabel 7.

Tabel 7 Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi Untuk Perkerasan Dengan Bahu Beton

Tebal Slab (mm)	CBR Efektif Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor erosi							
						Tanpa Ruji				Dengan Ruji Beton Bertulang			
		STR <sub>T</sub>	STR <sub>G</sub>	STdRG	STrRG	STR <sub>T</sub>	STR <sub>G</sub>	STdRG	STrRG	STR <sub>T</sub>	STR <sub>G</sub>	STdRG	STrRG
320	5	0,43	0,78	0,74	0,53	1,5	2,11	2,37	2,48	1,25	1,85	2,1	2,27
320	10	0,43	0,74	0,68	0,5	1,48	2,08	2,31	2,4	1,23	1,83	2,05	2,19
320	15	0,43	0,72	0,65	0,48	1,46	2,06	2,28	2,36	1,22	1,82	2,02	2,15
320	20	0,42	0,71	0,64	0,48	1,45	2,06	2,26	2,33	1,21	1,81	2	2,13
320	25	0,42	0,69	0,62	0,47	1,44	2,05	2,24	2,31	1,2	1,8	1,98	2,1
320	35	0,41	0,66	0,59	0,45	1,42	2,03	2,2	2,26	1,18	1,78	1,94	2,04
320	50	0,41	0,64	0,55	0,43	1,41	2,01	2,15	2,2	1,15	1,76	1,89	1,98
320	75	0,41	0,62	0,53	0,41	1,39	1,99	2,1	2,12	1,13	1,74	1,84	1,91
330	5	0,42	0,74	0,71	0,51	1,47	2,07	2,35	2,46	1,22	1,82	2,07	2,25

330	10	0,41	0,71	0,65	0,48	1,44	2,05	2,29	2,38	1,19	1,79	2,02	2,17
330	15	0,41	0,69	0,63	0,46	1,42	2,03	2,26	2,34	1,17	1,77	1,99	2,13
330	20	0,4	0,68	0,62	0,46	1,42	2,02	2,24	2,31	1,17	1,77	1,97	2,11
330	25	0,4	0,67	0,6	0,45	1,41	2,01	2,21	2,29	1,16	1,76	1,95	2,08
330	35	0,39	0,64	0,57	0,43	1,39	1,99	2,17	2,24	1,14	1,74	1,91	2,02
330	50	0,39	0,61	0,53	0,41	1,37	1,97	2,13	2,18	1,12	1,72	1,87	1,96
330	75	0,39	0,59	0,51	0,39	1,35	1,95	2,06	2,1	1,1	1,7	1,8	1,88

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

Telah diketahui dari perhitungan sebelumnya nilai CBR efektif tanah dasar CBR 27,5%. Adapun cara untuk menentukan faktor tegangan dan erosi didasarkan pada CBR efektif perkerasan dengan bahu beton dengan ketebalan slab 320 mm dengan menggunakan cara interpolasi menggunakan Tabel 7 dan hasil interpolasi disajikan dalam Tabel 8. Diketahui CBR efektif 25% dan CBR 35% dengan slab 320, maka CBR efektif 27,5% adalah sebagai berikut.

**Tabel 8** Hasil Interpolasi CBR Efektif 27,5% Slab 320 mm

Tebal Slab (mm)	CBR Efektif Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor erosi							
						Tanpa Ruji				Dengan Ruji Beton Bertulang			
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
320	25	0,42	0,69	0,62	0,47	1,44	2,05	2,24	2,28	1,2	1,8	1,98	2,1
320	27,5	0,42	0,67	0,61	0,45	1,43	2,03	2,23	2,28	1,19	1,79	1,95	2,05
320	35	0,41	0,66	0,59	0,45	1,42	2,03	2,2	2,26	1,18	1,78	1,94	2,04

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Selanjutnya dilakukan analisa fatik dan erosi untuk memastikan bahwa tebal plat yang dipilih memenuhi syarat fatik dan erosi, seperti disajikan pada Tabel 9. Berikut adalah perhitungan FRT (Faktor Rasio Tegangan) :

$$\text{Perhitungan FRT : } \text{STRT} = \frac{TE}{fcf}$$

$$\bullet \text{ STRT} = \frac{0,42}{2} = 0,21$$

$$\bullet \text{ STRG} = \frac{0,67}{2} = 0,33$$

$$\bullet \text{ STdRG} = \frac{0,61}{2} = 0,3$$

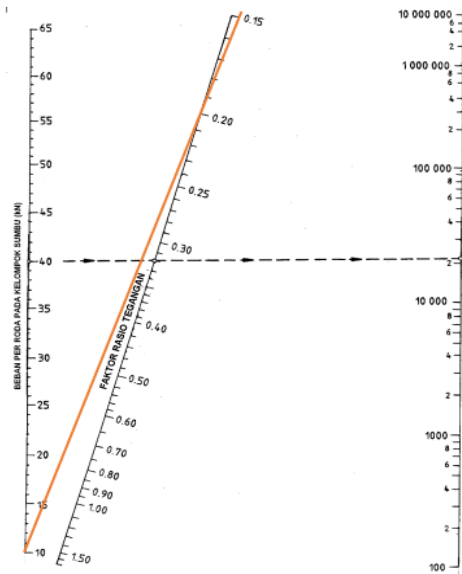
**Tabel 9** Analisa Fatik dan Analisa Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Beban Rencana per roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) (4)*100/(6)	(8)	(9) (4)*100/(8)
STRT	60	30	-	TE = 0,42	TT	-	TT	-
	50	25	-	FRT = 0,21	TT	-	TT	-
	60	20	-	FE = 1,19	TT	-	TT	-
	60	15	-			-		-
	60	10	0,15 x 10 <sup>9</sup>			0		0
STRG	80	20	-	TE = 0,67	TT	-	TT	-

	50	12,5	-	FRT = 0,33	TT	-	TT	-
			-	FE = 1,79	TT	-	TT	-
STdRG	140	17,5	-	TE = 0,63	TT	-	TT	-
			-	FRT = 0,3	TT	-	TT	-
			-	FE = 1,95	TT	-	TT	-
Total					0,00% < 100%		0,00% < 100%	

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Karena persen rusak fatik dan analisa erosi lebih kecil 100% maka perhitungan tebal perkerasan beton bisa digunakan tebal plat 32 cm. Repetisi ijin untuk analisa fatik dan analisa erosi dari masing-masing jenis sumbu Kendaraan, dapat ditentukan melalui diagram pada Gambar 5



Gambar 19 Analisa fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan /tanpa bahu beton

**Gambar 5** Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan Dengan Bahu Beton Tebal 32 cm.

Sumber : Analisa dan Perhitungan

### 3.3.6 Penulangan Pada Perkerasan Menerus

Data-data yang diketahui dan diperlukan dalam perhitungan penulangan pada perkerasan menerus adalah sebagai berikut.

- Tebal Plat = 32 cm
- Lebar Plat = 4 x 7 m
- Panjang Plat = 7 m
- Kuat Tekan Beton ( $F_c$ ) = 250 kg/cm<sup>2</sup>  
= 24,5 MPa
- Koefisien gesekan ( $u$ ) = 1,3
- Tegangan leleh baja ( $f_y$ ) = 2400 kg/cm<sup>2</sup>
- $n = \frac{E_s}{E_c} = 6$

- $F_{cr} = 20 \text{ kg/cm}^2$
- Ambil  $F_{ct} = 0,5$   
 $= 0,5 \times 20 \text{ kg/cm}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$

Berikut untuk tahapan perhitungan penulangan pada perkerasan ini adalah sebagai berikut.

$$P_s = \frac{100 \times f_{ct} \times (1,3 - (0,2 \times 1,3))}{f_y - n \times f_{ct}}$$
$$= \frac{100 \times 10 \times (1,3 - (0,2 \times 1,3))}{2400 - 6 \times 10}$$
$$= 0,4 \%$$

$$A_s \text{ perlu} = 0,4 \% \times 1000 \times 320$$
$$= 128 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = 0,6 \% \times 1000 \times 320$$
$$= 192 \text{ mm}^2$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka dicoba tulangan diameter 12 mm jarak 450 mm ( $A_s = 25 \text{ cm}$ ). Untuk tulangan melintang diambil diameter 12 mm jarak 250 mm. Perhitungan pengecekan jarak teoritis antalar retakan kuat tarik lentur beton yang digunakan ( $F_t$ ) dicoba menggunakan  $\emptyset 12$ .

$$F_t = 0,4 f_r$$

$$U = \frac{4}{D} = \frac{4}{1,2}$$
$$= 3,3$$

$$P = \frac{A_s}{(100 \times d)} = \frac{25}{(100 \times 12)}$$
$$= 0,02$$

$$F_b = \frac{0,79}{1,2} \sqrt{25} = 3,29 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \text{Antara } 0,0005 - 0,0006 \text{ Dipakai } 0,0005$$

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c^2}$$
$$= 4700 \sqrt{25^2}$$
$$= 23,5$$

$$L_{cr} = \frac{f_{ct}^2}{n \times p^2 \times u \times f_b (s \times E_c - F_{ct})}$$
$$= \frac{10^2}{6 \times 0,0069^2 \times 2,5 \times 24,68 (0,0005 \times 23,5 - 10)}$$
$$= 388,34 \text{ kg/cm}^2 < L_{cr} \text{ maks (452 cm)}$$

Jadi tulangan memanjang digunakan diameter  $\emptyset 12$  mm dengan jarak 450 mm dan untuk tulangan melintang ambil diameter  $\emptyset 12$  mm dengan jarak 250 mm.

### 3.3.7 Perhitungan Ruji (Dowel)

Dowel yaitu batang baja tulangan polos yang digunakan sebagai penyambung atau pengikat pada sambungan plat beton perkerasan jalaln (Nawir, BAKRI, & AHMAD, n.d.). Ketebalan plat 32 cm dapat ditentukan dengan menggunakan Tabel 10.

**Tabel 10** Ukuran dan Jarak Batang Dowel (Ruji)

Tebal Plat		Diameter		Panjang		Jarak	
inci	mm	inci	mm	inci	mm	inci	mm
6	150	3/4	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 1/4	32	18	450	12	300
10	250	1 1/4	32	18	450	12	300
11	275	1 1/4	32	18	450	12	300
12	300	1 1/2	38	18	450	12	300
13	325	1 1/2	38	18	450	12	300
14	350	1 1/2	38	18	450	12	300

Sumber : (Paus, 2016)

Jadi ukuran dowel yang digunakan untuk perkerasan yaitu :

Diameter = D38 mm

Panjang = 450 mm

Jarak = 300 mm

### 3.3.8 Perhitungan Batang Pengikat (Tie Bars)

Tie bar dipasang pada sambungan memanjang agar mengikat plat sehingga tidak bergerak ke arah horizontal yang dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11** Ukuran Dan Jarak Tie Bar

Tebal Plat (cm)	Diameter Tie Bar (mm)	Panjang Tie Bar (mm)	Jarak antar Tie Bar (cm)
12,5	12	600	75
15	12	600	75
17,5	12	600	75
20	12	600	75
22,5	12	750	90
25	12	750	90

Sumber : Pd T-14-2003

Dikarenakan pada Tabel 14 tidak ada tebal plat 32 cm maka digunakan perhitungan sebagai berikut.

- Lebar jalan = 14 m
- Lebar lajur (b) (1 lajur) =  $7 \text{ m} / 2 = 3,5 \text{ m}$
- Tebal plat (h) = 0,32 m
- $A_t = 204 \times b \times h$   
 $= 204 \times 3,5 \times 0,32$   
 $= 228,48 \text{ mm}^2$

Direncanakan sambungan menggunakan tulangan ulir Ø16 mm dengan jarak 75 cm maka luasnya:

$$\begin{aligned}
 A_t &= 0,25 \times \pi \times 16^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 16^2 \\
 &= 200,96 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kebutuhan sambungan memanjang per meter:

$$A_t = \frac{A_t}{A_{\text{pakai}}} = \frac{228,48}{200,96} = 1,13 = 2 \text{ buah per meter}$$

Panjang batang pengikat:

$$\begin{aligned} I &= (38,3 \times \emptyset) + 75 \\ &= (38,3 \times 16) + 75 \\ &= 687,8 \text{ mm} = 700 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka diperoleh ukuran tie bar D16 dengan jarak 750 mm dan panjang 700 mm.

### 3.4 Rencana Anggaran Biaya

Untuk rencana anggaran biaya (RAB) pada perencanaan ini dapat dilihat pada Tabel 12.

**Tabel 12 Rencana Anggaran Biaya**

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>				
1	Direksi Keet	72,00	m2	RP. 1.070.857	Rp 77.101.704,00
2	Mobilitas Peralatan	1,00	ls	RP. 7000	Rp 7.000,00
3	Pengukuran Lapangan	1,00	ls	RP. 2000	Rp 2.000,00
4	Pembersihan dan Pembongkaran	820000,00	m2	RP. 15.900	Rp 13.038.000.000,00
5	Pemasangan Seng Gelombang 2 M	4000,00	m2	RP. 511.643	Rp 2.046.572.000,00
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>				
1	Penggalian Tanah dengan Alat Berat	8793680,00	m3	RP. 36.500,00	Rp 320.969.320.000,00
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Lapis Perkerasan</b>				
1	Pekerjaan Beton K-250	8793680,00	m3	RP.1,142,206.67	Rp 10.044.199.949.845,60
<b>IV</b>	<b>Pekerjaan Tulangan</b>				
1	Pekerjaan Pembesian Tulangan Memanjang	1325916810,00	kg	Rp 14.498,00	Rp 19.223.141.911.380,00
2	Pekerjaan Pembesian Tulangan Melintang	2037075,00	kg	Rp 14.498,00	Rp 29.533.513.350,00
3	Pekerjaan Pembesian Dowel	1529965,00	kg	Rp 14.498,00	Rp 22.181.432.570,00
4	Pekerjaan Pembesian Tiebar	603665,00	kg	Rp 14.498,00	Rp 8.751.935.170,00
<b>V</b>	<b>Pekerjaan Bekisting</b>	52484,00		Rp 398.000,00	Rp 20.888.632.000,00
<b>VI</b>	<b>Pekerjaan Pelengkap Jalan</b>				
1	Marka Jalan	143500,00	m2	Rp 195.220,55	Rp 28.014.148.925,00
	Jumlah				Rp 29.712.842.525.944,60
	Ppn 11%				Rp 3.268.412.677.853,91
	Total Biaya				Rp 32.981.255.203.798,50
Dibulatkan					Rp 32.981.255.203.800,00
Harga per KM dari STA 0,00 - 82,00					Rp 402.210.429.314,63

Sumber : Analisa dan Perhitungan

## 4. KESIMPULAN

Dari Hasil perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan metode PCA didapatkan tebal perkerasan 32 cm, tulangan memanjang berdiameter Ø12 mm dengan jarak 450 mm, tulangan melintang berdiameter Ø12 mm dengan jarak 250 mm, dowel (ruji) berdiameter D38 mm dengan panjang 450 mm jarak 300 mm, tie bar berdiameter Ø16 mm dengan panjang 700 mm jarak antar tie bar 750 mm.

Dari perhitungan RAB perencanaan rigid pavement Jalaln tol Serang Panimbang Kotal Banten STA 0+00 – 82+00 dengan lebar 7 m dan sepanjang 82 km memerlukan biaya untuk pembangunan Rp. 32.981.255.203.800,00.. Dalam mendapatkan konstruksi yang dapat bertahan dan yang sesuai diharapkan, perlu adanya kegiatan perawatan secara berkala supaya jalan agar sesuai dengan umur rencana dan dapat meminimal terjadinya kerusakan pada konstruksi jalan.

---

## 5. REFERENSI

- Bulusu, V. J., Kusam, S. R., & Muppireddy, A. R. (2020). A critical review of the PCA and IRC methods of thin white topping pavement design. *Transportation Research Procedia*, 48, 3764–3769. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.043>
- Firgiansyah, E., Prihantono, P., & Daryati, D. (2022). Comparative Study of Rigid Pavement Planning Using Bina Marga 2017 and AASHTO 1993 Methods. *Jurnal Pensil: Pendidikan Teknik Sipil*, 11(1), 78–91.
- Kirom, I., & Siswoyo, S. (2020). PERENCANAAN JALAN SOEKARNO HATTA PASURUAN DENGAN SISTEM PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT) DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA. *Axial: Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 8(1), 69–78.
- Nawir, D., BAKRI, M. D., & AHMAD, I. I. F. (n.d.). ROAD IMPROVEMENT USING RIGID PAVEMENT ON THE TARAKAN CITY ROAD.
- Nurrahmat, E. F., & Siswoyo, S. (2021). PERENCANAAN JALAN PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT) MENGGUNAKAN METODE AASHTO 1993 DI JL. BANGKINGAN–JLKEBRAON KOTA SURABAYA. *Axial: Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 9(2), 79–84.
- Paus, M. (2016). PERKERASAN KAKU ( STUDI KASUS : JALAN NASIONAL RUAS BATANG - BATAS KENDAL ) ( Program Studi Sistem dan Teknik Jalan Raya ) INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG PERKERASAN KAKU ( STUDI KASUS : JALAN NASIONAL RUAS BATANG - BATAS KENDAL ), 26913308.
- Saragih, D., Modifa, I., & Rinaldi, A. (2021). EVALUASI TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT) PADA JALAN TOL TEBING TINGGI – SERBELAWAN BERDASARKAN METODE BINA MARGA 2017 DAN PCA. *Jurnal Santeksipil*, 1. <https://doi.org/10.36985/jsl.v1i2.12>
- Sari, K. N. I., Maliki, A., & Suharso, A. B. K. (2022). PEMANFAATAN CAMPURAN LIMBAH KARET BAN DENGAN FILLER ABU KERANG SIMPING PADA ASPAL BETON. *Axial: Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 10(1), 025–034.
- Suharso, A.B.K., & Ahyudanari, E. (2020). Demand analysis at Tanah Grogot Airport East Kalimantan. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 930(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/930/1/012063>
- Suharso, Akbar Bayu Kresno. (2023). EVALUASI TINGKAT PELAYANAN SIMPANG TAK BERSINYAL JALAN KAPTEN ROBANI KADIR - JALAN KAPTEN ABDULLAH – JALAN SELATAN KOTA PALEMBANG. *Jurnal Riset Teknik Sipil Dan Sains*, 1(2 SE-Articles), 48–52. <https://doi.org/10.57203/jriteks.v1i2.2023.48-52>
- Yu, L., You, L., Zhang, H., Jia, S., Zhang, Y., Zhao, T., & Yan, K. (2021). Long-term performance deterioration models for semi-rigid asphalt pavement in cold region. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 14, 697–707.
-