

# REDESAIN PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) JALAN ARCO RAYA PARUNG – ARCO KOTA BOGOR PADA STA. 0+400 –STA. 2+000

Arif Mudianto<sup>1</sup>, Puji Wiranto<sup>2</sup>, Alvin Rian Pratama<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Seiring dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia khususnya di Kota Depok maka dibutuhkan kondisi jalan raya yang nyaman, berdaya guna dan pasti aman untuk menunjang kebutuhan ekonomi masyarakat. Jalan yang nyaman, berdaya guna dan aman tidak luput dari ketersediaan jalan yang rata dan tidak adanya kerusakan jalan yang berarti. Jalan Arco Raya termasuk kedalam kelas jalan lokal yang mempunyai lebar 6,0 m, dan menggunakan konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), Jalan ini termasuk wilayah dari Kecamatan Tajurhalang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat yang memiliki panjang sekitar 3,7 km dan berbatasan langsung dengan Jalan Raya Pengasinan Kecamatan Sawangan, Kota Depok, Jawa Barat dan juga merupakan salah satu akses menuju ke Citayam, dan juga Parung. Dimana hal ini mengakibatkan cukup banyaknya aktivitas lalu lintas kendaraan di Jalan Arco Raya. Maka dari itu setiap tahunnya kondisi Jalan Arco Raya mengalami kerusakan disebabkan akibat beban lalu lintas yang berlebih dan repetisi beban serta drainase yang tidak baik karena menggenangi lapisan permukaan sehingga mempercepat kerusakan jalan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk merencanakan kembali perkerasan jalan yang ada menjadi perkerasan jalan kaku (*Rigid Pavement*) menggunakan metode Bina Marga (Pd T-14-2003). Berdasarkan analisa data disarankan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*), jenis perkerasan beton bersambung tanpa tulangan, umur rencana 40 tahun dengan CBR Tanah Dasar 6%, tebal perkerasan kaku 20 cm memakai Beton K-400 (400 kg/cm<sup>2</sup>), untuk lapis pondasi kelas A 10 cm, sambungan melintang (Ruji/dowel) digunakan Baja Polos  $\varnothing$  33 mm, panjang 45 cm, jarak 30 cm, sedangkan untuk batang pengikat (*Tie Bars*) menggunakan baja ulir D 16 mm, panjang 70 cm, jarak 75 cm.

**Kata Kunci:** *Rigid Pavement*, *Redesain Jalan*, Beton tanpa Tulangan, Batang Pengikat

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Jalan Arco Raya termasuk wilayah dari Kecamatan Tajurhalang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat yang memiliki panjang sekitar 3,7 km dan berbatasan langsung dengan Jalan Raya Pengasinan Kecamatan Sawangan, Kota Depok, Jawa Barat dan juga merupakan salah satu akses menuju ke Citayam, dan juga Parung. Hal ini mengakibatkan cukup banyaknya aktivitas lalu lintas kendaraan di Jalan Arco Raya. Maka dari itu setiap tahunnya kondisi Jalan Arco Raya mengalami kerusakan disebabkan akibat beban lalu lintas yang berlebih dan repetisi beban serta drainase yang tidak baik karena menggenangi lapisan permukaan sehingga mempercepat kerusakan jalan.

Melihat dari fungsi Jalan Arco Raya yang begitu strategis maka perlu dilakukan pemeliharaan dan peningkatan, diantaranya adalah dengan merencanakan ulang jalan tersebut dengan baik dan efektif.

### 1.2. Maksud Dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah merencanakan ulang perkerasan jalan dan peningkatan Jalan Arco Raya Parung – Arco Kota Bogor sehingga dapat

meningkatkan tingkat pelayanan jalan bagi para pengguna jalan, dengan tujuan agar dapat memberikan pelayanan yang baik dan aman kepada para pengguna jalan.

### 1.3. Tinjauan Pustaka

#### A. Uraian Umum

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai : batu pecah, batu belah, batu kali, hasil samping peleburan baja. Bahan ikat yang digunakan: aspal, semen, tanah liat. (Tenriajeng, 2002).

#### • Klasifikasi Jalan

1. Menurut Fungsinya : Jalan Alteri, Jalan Kolektor, Jalan Lokal
2. Menurut Kelas Jalan :

Tabel 1. Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MS1(Ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	III	8
	III A	
Kolektor	III	8
	III B	
	III C	
Lokal	III C	8

Sumber: TPGJAKNO.038/I/BM/1997

### 3. Menurut Medan Jalan

Tabel 2. Klasifikasi Menurut Medan Jalan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Median (%)
1	Datar	D	<3
2	Perbukitan	B	3-25
3	Pegunungan	U	>25

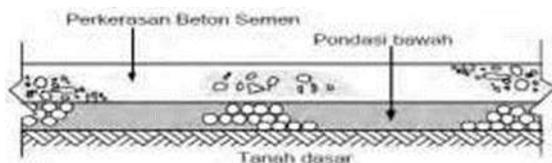
Sumber: TPGJAK NO.038/T/BM/1997

### 4. Menurut Wewenang Pembinaan : Jalan Nasional, Jalan Provinsi, Jalan Kabupaten, Jalan Kotamadya dan Jalan Khusus

#### • Jenis Kontruksi Perkerasan

1. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*).
2. Konstruksi perkerasan kaku (*flexible pavement*).
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*)

### B. Struktur Perkerasan Kaku



Sumber: Pd T-14-2003

Gambar 1. Tipikal Struktur Perkerasan Beton Semen  
Perkerasan beton semen dibedakan ke dalam 4 jenis :

- a. Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan atau "*jointed unreinforced (plain) concrete pavement*" (*JPCP*)
- b. Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan atau "*jointed reinforced concrete pavement*" (*JRCP*)
- c. Perkerasan kaku menerus dengan tulangan atau "*continuously reinforced concrete pavement*" (*CRCP*)
- d. Perkerasan beton semen 'prategang' atau "*prestressed concrete pavement*"
- e. Perkerasan beton semen pracetak (dengan dan tanpa prategang)

(Diklat Perkerasan Kaku BPSDM)

### C. Keuntungan Serta Kerugian dari Perkerasan Kaku Keuntungan dari perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah:

- Job mix mudah dikendalikan kualitasnya. Modulus Elastisitas antara lapis permukaan dan pondasi sangat berbeda.
- Bisa bertahan terhadap kondisi drainase yang lebih buruk.
- Umur rencana dapat mencapai 20 tahun atau lebih.
- Biaya pemeliharaan relatif tidak ada.
- Mempunyai ketahanan yang baik terhadap

keausan roda lalu lintas

Kerugian dari perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah:

- Sering digunakan pada jalan kelas tinggi, serta pada perkerasan lapangan terbang.
- Apabila terjadi kerusakan, maka kerusakan tersebut cepat dan dalam waktu singkat.
- Cukup sulit untuk menetapkan saat yang tepat untuk melakukan pelapisan kembali.
- Tebal konstruksi perkerasan kaku adalah tebal pelat beton tanpa termasuk pondasi.
- Umumnya biaya awal konstruksi tinggi.
- Perbaikan permukaan yang sudah halus (*polished*) hanya bisa dilakukan dengan mesin gerinda atau pelapisan kembali dengan campuran aspal, keduanya memerlukan biaya yang cukup mahal.

### D. Dasar-dasar Perancangan

- Tanah Dasar
- Pondasi Bawah
- Beton Semen
- Lalu-Lintas
- Umur Rencana
- Bahu

Yang dimaksud dengan bahu beton semen adalah bahu yang dikunci serta diikat dengan lajur lalu-lintas dengan lebar minimal 1,50 m, atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu-lintas selebar 0,60 m, serta dapat juga mencakup saluran dan kreb. (Pd-T- 14- 2003)

- Sanbungan
- Perencanaan Tulangan

Tujuan : Membatasi lebar retakan, supaya kekuatan pelat tetap bisa dipertahankan, memungkinkan menggunakan pelat yang lebih panjang dan mengurangi biaya pemeliharaan.

## II. METODE PENELITIAN

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk merencanakan perkerasan jalan adalah dengan menggunakan Metode Bina Marga (Pd T-14-2003). Metode ini merupakan metode yang ada di Indonesia yang mempunyai hasil akhir yaitu urutan prioritas serta bentuk program pemeliharaan sesuai nilai yang didapat dari survei visual yaitu jenis kerusakan serta survei LHR (Lalu Lintas Harian Rata Rata) dan selanjutnya didapat nilai kondisi jalan dan nilai kelas LHR. Penelitian ini mempunyai tujuan yaitu menilai kondisi perkerasan jalan menggunakan Metode Bina Marga (Pd T-14-2003) dan memberikan alternatif penanganan sesuai kerusakan yang ada pada Jalan Arco Raya Parung – Arco Kota Bogor. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan survei visual, pengukuran kerusakan permukaan perkerasan pada

ruas jalan tersebut. Setelah didapat data data dari lapangan maka selanjutnya dilakukan analisis menggunakan Metode Bina Marga (Pd T-14-2003).

### 2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Jalan Arco Raya, di mana jalan ini merupakan salah satu jalan alternatif penyambung antara Kabupaten Bogor dan juga Kota Depok, jalan ini membentang dari KecamatanTajurhalang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat ke Kecamatan Bojong Sari, Kota Depok, Jawa Barat. Dimana hanya berjarak 4,4 km dari Pasar Parung dan 9,6 km dari Stasiun Citayam. Secara Geografis, terletak pada koordinat 6°26'45.5"LS, 106°44'19.0"BT. Jalan ini dibangun dengan lebar 6 meter, 1 jalur, 2 lajur, 2 arah tanpa median. (2/2 UD)



(Sumber: Google Earth)

Citra Jalan Arco Raya STA. 0+400 – 2+000

### 2.2. Teknik Pengumpulan Data

Berikut data-data yang dipakai pada penelitian ini:

Tabel 3. Data Sekunder dan Data Primer

NO	Data	Sumber	Metode Analisis
Data Sekunder			
1	Batas Wilayah	Google Earth	Google Earth
2	CBR ( <i>California Bearing Ratio</i> )	Dinas PUPR Kabupaten Bogor	
Data Primer			
1	LHR (Lalu lintas Harian Rata-rata)	Survei <i>Traffic Counting</i>	
2	Dokumentasi Lapangan	Survei Lapangan	

Sumber: Dinas PUPR Kabupaten Bogor, 2023

### 2.3. Teknik Pengolahan Data

a. Data Primer, yaitu data yang didapat dari pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan, yang termasuk data primer adalah sebagai berikut:

- LHR (Lalu Lintas Harian Rata Rata)  
Lalu lintas harian rata rata merupakan volume lalu lintas yang didefinisikan sebagai jumlah

kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satuan waktu, yang diperoleh dari melakukan *Survei Traffic Counting* pada lokasi tinjauan.

- Dokumentasi Lapangan  
Pembuatan data untuk mendapatkan foto foto kondisi kerusakan dan keramaian pengguna jalan di lapangan.
- b. Data Sekunder, yaitu data yang diperoleh dari studi literatur, jurnal, skripsi, situs internet serta instansi-instansi terkait. Yang termasuk data sekunder ialah sebagai berikut:
  - Batas Wilayah  
Peta ruas jalan dan batas wilayah lokasi tinjauan. Didapat dari *Google Maps*
  - CBR (*California Bearing Ratio*)  
Merupakan prinsip pengujian penetrasi dengan menusukkan benda ke dalam benda uji dan menghasilkan nilai kekuatan tanah dasar yang dipergunakan untuk membuat perkerasan, diperoleh dari Dinas PUPR Kabupaten Bogor.

### 2.4. Teknik Analisa Data



Gambar 2. Analisa Data

## 2.5. Alur Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku



Sumber: Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd T-14-2003  
Gambar 3. Alur Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

## 2.6. Metode Perhitungan

Program yang digunakan adalah:

- Auto Cad 2020* : Digunakan pada detailing dan drafting
- Microsoft Excel 2021*: Digunakan pada hitungan manual desain struktur perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)

Penghitung beban beban yang bekerja pada elemen struktur antara lain:

- Beban Mati**  
Muatan mati ialah semua muatan berasal dari beban sendiri yaitu pelat beton, termasuk semua unsur tambahan yang dianggap menyatu tetap dengan pelat.
- Beban Hidup**  
Beban hidup berasal dari beban kendaraan lalu lintas serta beban orang pejalan kaki dimana dianggap bekerja pada struktur pelat beton.

## III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Inventarisasi Jalan

Dari hasil inventori jalan yang dilakukan, dapat dilihat kondisi *eksisting* pada ruas Jalan Arco Raya Parung – Arco di Kecamatan Tajurhalang, Kabupaten Bogor pada STA. 0+000 – STA. 0+400 sudah diperbaiki dan

tidak ada kerusakan namun pada ruas Jalan Arco Raya Parung – Arco pada STA. 0+400 – STA. 2+000 masih belum diperbaiki, terdapat ± 10 titik kerusakan pada permukaan jalan sehingga terjadi genangan saat hujan di sepanjang trase tinjauan dan dapat dikategorikan sebagai jalan yang rusak. Perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) pada ruas Jalan Arco Raya Parung – Arco pada STA. 0+400 – STA. 2+000 dalam KM. Sehingga pangang total perkerasan yang direncanakan adalah 1,600 KM.

## 3.2. Perencanaan Tebal Perkerasan

- Menentukan Nilai CBR Karakteristik Data CBR (*California Bearing Ratio*) yang telah didapatkan diurutkan dari nilai

Tabel 4. Data Nilai CBR

No. Titik	STA.	Nilai CBR (%)
1	0+300	6,32
2	0+450	6,7
3	0+600	7,2
4	0+750	7,66
5	0+900	5,4
6	1+050	6,6
7	1+200	7,75
8	1+350	6,5
9	1+500	6,7
10	1+650	6,5
11	1+800	6,63
12	2+000	6,92
CBR RATA RATA		6,74
CBR MINIMUM		5,4
CBR MAKSIMUM		7,75

Sumber: Dinas PUPR Kab. Bogor, 2022

Menentukan Nilai CBR Tanah Dasar dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{CBR segmen} &= \text{CBR rata-rata} - \{(\text{CBR maks} - \text{CBR min}) / R\} \\
 &= 6,74 - \{(7,75 - 5,4) / 3,18\} \\
 &= 6,740 - (0,74) \\
 &= 6\%
 \end{aligned}$$

Nilai CBR Tanah dasar = 6%

- Perhitungan Perkerasan Kaku

- Data Parameter Perencanaan

Direncanakan perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan, sehingga digunakan dowel sebagai sambungan susut melintang dan sambungan pelaksanaan melintang, dan juga perencanaan lainnya meliputi :

- Pertumbuhan Lalu Lintas (i) = 5 %
- Umur Rencana (UR) = 40 Tahun
- CBR Tanah Dasar = 6 %
- Bahu Jalan = Tidak

Untuk bahan pondasi bawah digunakan bahan campuran beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) dimana harus mempunyai kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari minimum 5 MPa

(50 kg/cm<sup>2</sup>) tanpa menggunakan fly ash atau 7 MPa (70 kg/cm<sup>2</sup>) bila menggunakan fly ash sesuai dengan Pd T-14-2003.

Sedangkan untuk bahan beton semen memiliki kekuatan yang dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) umur 28 hari yang besarnya secara tipikal sekitar 3-5 MPa (30-50 kg/cm<sup>2</sup>) sesuai dengan Pd T-14-2003. Dalam perencanaan ini Kuat Tarik Lentur diasumsikan sebesar 5 MPa (50 kg/cm<sup>2</sup>)

• Analisis Lalu Lintas

Tabel 5. Data LHR Survei

JENIS	LHR SURVEI							
	JENIS KENDARAAN							
	Mobil Persempang	Mobil Hantar Barang	Bus	Truk 2 As Kecil	Truk 2 As Besar	Truk 3 As	Truk Gandang	
Sena	104	11	3	15	1	0	0	
Selasa	85	9	3	17	2	0	0	
Rabu	88	14	4	16	2	0	0	
Kamis	91	10	4	18	1	0	0	
Jumat	98	13	3	19	2	0	0	
Sabtu	134	15	4	20	2	0	0	
Minggu	127	16	4	18	2	0	0	
TOTAL	788	88	25	121	12	0	0	

Sumber: Survei Traffic Counting. 2023

Tabel 6. Konfigurasi Beban Sumbu (Ton)

Jenis Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu (ton)			
	RD	RB	RGD	RGB
(1)	(2)			
MP	1	1	-	-
Bus	3	5	-	-
Truk 2as Kcl	2	4	-	-
Truk 2as Bsr	5	8	-	-
Truk 3as Td	6	14	-	-
Truk Gandg.	6	14	5	5

Sumber : Pd T-14-2003

Tabel 7. Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu (Ton)				Jumlah Kendaraan	Jumlah sumbu per Kendaraan	STRT				STRG				
	Rd	Rb	Rgd	Rgb			RD	RB	RGD	RGB	RD	RB	RGD	RGB	
Mobil Persempang	1	1			788	2	1576								
Mobil Hantar Barang	1	1			88	2	176								
Bus	3	5			25	8	200								
Truk 2 As Kecil	2	4			121	6	726								
Truk 2 As Besar	5	8			12	60	720								
Truk 3 As	6	14			12	72	864								
Truk Gandang	6	14	5	5	0	4	16	0	0	0	0	14	0	0	0
TOTAL					TOTAL	28	3612	0	0	0	0	14	0	0	0

(Sumber: Hasil Hitungan Excel 2019. 2023)

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JKSN) selama umur rencana (40 tahun).

- Faktor Umur Rencana

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

$$= \frac{(1 + 5\%)^{40} - 1}{5\%} = 120,800$$

- Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

$$JKSN = 365 \times \text{Total Jumlah Sumbu} \times R$$

$$= 365 \times 320 \times 120,800$$

$$= 14.109.440$$

Tabel 8. Koefisien Distribusi (c) Kendaraan

Niaga Pada Lajur Rencana

Lebar perkerasan (L <sub>p</sub> )	Jumlah lajur (n)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
L <sub>p</sub> < 5,50 m	1 lajur	1	1
5,50 m ≤ L <sub>p</sub> < 8,25 m	2 lajur	0,70	0,50
8,25 m ≤ L <sub>p</sub> < 11,25 m	3 lajur	0,50	0,475
11,25 m ≤ L <sub>p</sub> < 15,00 m	4 lajur	-	0,45
15,00 m ≤ L <sub>p</sub> < 18,75 m	5 lajur	-	0,425
18,75 m ≤ L <sub>p</sub> < 22,00 m	6 lajur	-	0,40

Sumber: Pd T-14-2003

C diambil dari Koefisien distribusi kendaraan niaga berdasarkan lebar perkerasan

Jumlah Sumbu Rencana Niaga (JKSN Rencana

$$JKSN_{Rencana} = C \times JKSN$$

$$= 0,50 \times 14109440$$

$$= 7054720$$

• Perhitungan Repetisi Sumbu Yang Terjadi  
Tabel 9. Perhitungan Proporsi Beban

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (Ton)	Jumlah Sumbu (Buah)	Proporsi Beban
1	2	3	4
	6	0	0
STRT	5	12	$\frac{12}{283} = 0,05$
	4	123	$\frac{123}{283} = 0,43$
	3	25	$\frac{25}{283} = 0,09$
	2	123	$\frac{123}{283} = 0,43$
TOTAL	20	283	
STRG	8	12	$\frac{12}{37} = 0,32$
	5	25	$\frac{25}{37} = 0,68$
TOTAL	13	37	
STdRG	14	0	0
TOTAL	14	0	0

Sumber: Hasil Hitungan Excel 2019. 2023

Tabel 10. Perhitungan Proporsi Sumbu

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (Ton)	Jumlah Sumbu (Buah)	Proporsi Sumbu
1	2	3	4
	6	0	0
STRT	5	12	$\frac{12}{320} = 0,88$
	4	123	$\frac{123}{320} = 0,88$
	3	25	$\frac{25}{320} = 0,88$
	2	123	$\frac{123}{320} = 0,88$
TOTAL	20	283	
STRG	8	12	$\frac{12}{320} = 0,12$
	5	25	$\frac{25}{320} = 0,12$
TOTAL	13	37	
STdRG	14	0	0
TOTAL	14	0	0
ΣTOTAL	47	320	0

Sumber: Hasil Hitungan Excel 2019. 2023

Setelah Proporsi Beban, Proporsi Sumbu dan juga Lalu Lintas Rencana diketahui, maka Repetisi yang terjadi dapat dihitung, dengan

rumus:

Proporsi Beban x Proporsi Sumbu x Lalu Lintas Rencana.

Perhitungan disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 20. Perhitungan Repetisi Sumbu Yang Terjadi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu Lintas Rencana	Repetisi yang Terjadi
1	2	3	4	5	6	7 (4*5*6)
STRT	6	0	0	0	0	0
	5	12	0,05	0,88	7054720	310407,68
	4	123	0,43	0,88	7054720	2669506,048
	3	25	0,09	0,88	7054720	558733,824
2	123	0,43	0,88	7054720	2669506,048	
TOTAL	20	283	1			6208153,6
STRG	8	12	0,32	0,12	7054720	270901,248
	5	25	0,68	0,12	7054720	575665,152
TOTAL	13	37	1			846566,4
STdRG	14	0	0	0	7054720	0
TOTAL	14	0	0	0	0	0
TOTAL	47	320				
					KUMULATIF	7054720

Sumber: Hasil Hitungan Excel 2019. 2023

- Perhitungan Tebal Pelat Beton/ Slab Beton Data Parameter Perencanaan. Direncanakan perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan, sehingga digunakan dowel sebagai sambungan susut melintang dan sambungan pelaksanaan melintang. Kemudian juga data yang digunakan meliputi

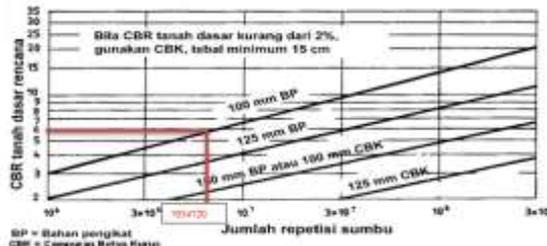
- Sumber Data Beban = Hasil Survey
- Jenis Perkerasan = BBTT dengan Ruji
- Umur Rencana (UR) = 40 Tahun
- JSKN Rencana = 7054720
- CBR = 6%

Penentuan tebal pondasi bawah, CBR efektif, dan taksiran tebal perkerasan diambil berdasarkan Gambar 3, Gambar 4. dan Gambar 5, berikut :

Tabel 21. Faktor Keamanan Beban

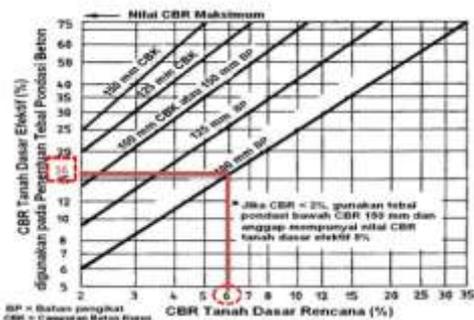
No.	Penggunaan	Nilai $F_{KB}$
1	Jalan bebas hambatan utama (major freeway) dan jalan belajar banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survei beban (weight-in-motion) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (freeway) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber: Pd T-14-2003



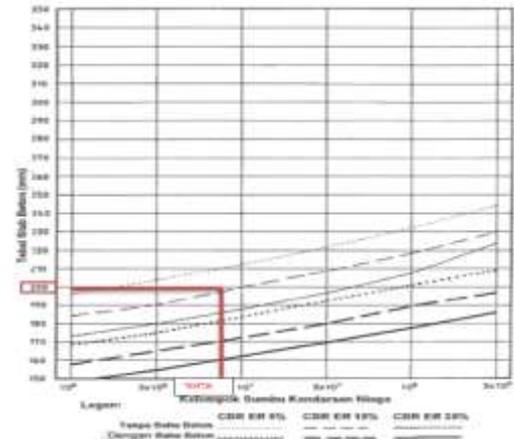
Sumber: Pd T-14-2003

Gambar 3. Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen



Sumber: Pd T-14-2003

Gambar 4. CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah



Gambar 5. Grafik Perencanaan,  $f_{cf} = 4,25 \text{ Mpa}$ , Lalu Lintas Dalam Kota, Dengan Ruji, FKB = 1,1

Dari pencarian data pada Gambar dan Tabel, didapat:

- Faktor Keamanan Beban ( $F_{KB}$ ) = 1,1
- Jenis Lapis Pondasi Direncanakan = BP (Beban Pengikat)
- Tebal Lapis Pondasi Bawah = 100 mm (Agregat Kelas A)
- CBR Efektif = 16%
- Tebal Taksiran Pelat Beton = 200 mm

Untuk beban rencana per roda dapat dilihat dari Tabel 22 berikut, dimana tabel ini mengacu pada Pedoman Perencanaan Jalan Beton Semen atau Pd T-14- 2003.

Tabel 22. Beban Rencana per Roda

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban Rencana Per roda (kN)
(1)	(2)	(3)
STRT	6 (60)	33,00
	5 (50)	27,50
	4 (40)	22,00
	3 (30)	16,50
	2 (20)	11,00
STRG	8 (80)	22,00
	5 (50)	13,75
STdRG	14(140)	19,25

Sumber; Hasil Hitungan Excel 2019. 2023

Lalu dilanjut menentukan tegangan ekivalen dan faktor erosi, Cara menentukan faktor tegangan dan erosi didasarkan pada CBR efektif dan perkiraan tabel perkerasan yang dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Tegangan Ekivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan Tanpa Bahu Beton

Tebal (mm)	CBR (%)	Tegangan Ekivalen				Faktor Erosi			
		STRT	STRG	STdRG	STdRG	STRT	STRG	STdRG	STdRG
100	15	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	16	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	17	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	18	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	19	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	20	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	21	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	22	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	23	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	24	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	25	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	26	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	27	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	28	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	29	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56
100	30	1.13	1.34	1.55	1.76	2.30	2.72	3.14	3.56

Sumber: Pd T-14-2003

Karena pada Tabel 23. tidak ada data yang sesuai dengan perencanaan yang ada yakni CBR Efektif 16%, dan yang tersedia hanya CBR Efektif 15% dan CBR Efektif 20%, maka diperlukan interpolasi untuk mengetahui nilai dari Tegangan Ekivalen/Setara (TE) dan Faktor Erosi (FE) dengan cara sebagai berikut:

$$\frac{(X - X_1) \cdot (Y_2 - Y_1) + \{Y_1 \cdot (X_2 - X_1)\}}{(X_2 - X_1)}$$

Dimana:

- X1 = Nilai CBR Efektif Atas
- X2 = Nilai CBR Efektif Bawah
- X = Nilai CBR Efektif Rencana
- Y1 = Nilai TE/FE dari STRT/STRG/STdRG Atas
- Y2 = Nilai TE/FE dari STRT/STRG/STdRG Bawah
- Y = Nilai TE/FE yang dicari

Hasil dari perhitungan interpolasi disajikan di Tabel 24.

Tabel 24. Interpolasi

TE STRT			
X1	15	Y1	1,62
X	16	Y	1,618
X2	20	Y2	1,61

TE STRG			
X1	15	Y1	1,65
X	16	Y	1,644
X2	20	Y2	1,62

TE STdRG			
X1	15	Y1	1,4
X	16	Y	1,392
X2	20	Y2	1,36

FE STRT (dengan Raju)			
X1	15	Y1	2,22
X	16	Y	2,218
X2	20	Y2	2,21

FE STRG (dengan Raju)			
X1	15	Y1	2,82
X	16	Y	2,818
X2	20	Y2	2,81

FE STdRG (dengan Raju)			
X1	15	Y1	2,09
X	16	Y	2,018
X2	20	Y2	2,02

Sumber: Hasil Hitungan Excel 2019. 2023

Setelah mendapatkan tegangan ekivalen (TE) dan faktor erosi (FE) maka dapat ditentukan faktor rasio tegangan (FRT) untuk masing

masing jenis sumbu dari STRT, STRG dan STdRG. Untuk menentukan Faktor Rasio Tegangan (FRT) menggunakan rumus:

$$\frac{TE \text{ STRT/STRG/STdRG}}{\text{Kuat Tarik Lentur Beton}}$$

Kuat Tarik Lentur diasumsikan sesuai pada halaman 39 yaitu sebesar 5 MPa (50 kg/cm<sup>2</sup>). Maka dari itu Faktor Rasio Tegangan (FRT) dari masing masing sumbu adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \text{FRT STRT} &= \frac{TE \text{ STRT}}{\text{Kuat Tarik Lentur Beton}} = \frac{1,018}{5} = 0,20 \\ \text{FRT STRG} &= \frac{TE \text{ STRG}}{\text{Kuat Tarik Lentur Beton}} = \frac{1,444}{5} = 0,32 \\ \text{FRT STdRG} &= \frac{TE \text{ STRG}}{\text{Kuat Tarik Lentur Beton}} = \frac{1,392}{5} = 0,28 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai Faktor Rasio Tegangan maka Analisis Fatik dan Erosi dapat dilakukan untuk mencari Repetisi Beban Ijin,

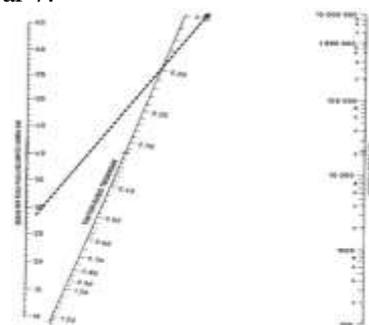
Karena banyaknya beban sumbu yang ada, dan Analisis yang dilakukan dua kali yaitu Analisis Fatik dan Erosi, maka dalam bab ini diagram yang ditampilkan hanya beberapa, yaitu Beban Sumbunya yang paling besar, Karena pada beban sumbu 6 Ton (60 kN) tidak ada kendaraan yang tercatat melewati Jalan Arco Raya ini, maka beban sumbu yang digunakan adalah Beban Sumbu 5 Ton (50 Kn) untuk STRT dan Beban Sumbu 8 Ton (80 Kn) untuk STRG. Untuk STdRG tidak dilakukan Analisis Fatik dan Erosi Karena tidak adanya kendaraan yang tercatat melewati Jalan Arco Raya ini.

Diagram Analisis Fatik dan Erosi untuk Beban Sumbu 5 Ton (50 kN), dimana diketahui:

Beban Rencana per Rodanya = 27,5 kN

Faktor Rasio Tegangan (FRT) untuk STRT = 0,20

Berturut turut disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7.

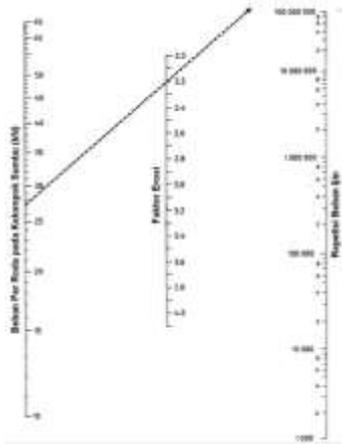


Gambar 6. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan /tanpa Bahu Beton untuk Beban Sumbu 5 Ton

Terlihat dari Gambar 6 tentang Analisis Fatik pada Beban Sumbu 5 Ton (5 Kn) terlihat garis panah melewati Nilai Repetisi Beban Ijin yang tersedia di diagram, dimana hal ini berarti Repetisi Beban Ijin yang ada nilainya dinyatakan Tidak Terbatas (TT).

Beban Rencana per Rodanya = 27,5 kN

Faktor Erosi (FE) untuk STRT (Tabel 24) = 2,218



Gambar 7. Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Ijin, Berdasarkan Faktor Erosi,

Tanpa Bahu Beton Untuk Beban Sumbu 5 Ton

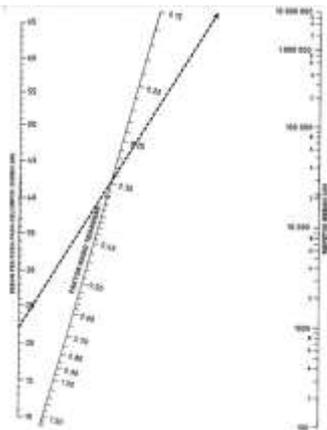
Dari Gambar 7 tentang Analisis Erosi pada Beban Sumbu 5 Ton (5 Kn) terlihat garis panah melewati Nilai Repetisi Beban Ijin yang tersedia di diagram, hal ini berarti Repetisi Beban Ijin yang ada nilainya dinyatakan Tidak Terbatas (TT).

Kemudian Diagram Analisis Fatik dan Erosi untuk Beban Sumbu 8 Ton (80 kN), dimana diketahui:

Beban Rencana per Rodanya = 22 kN

Faktor Rasio Tegangan (FRT) untuk STRG = 0,32

Berturut turut disajikan pada Gambar 8 dan Gambar 9



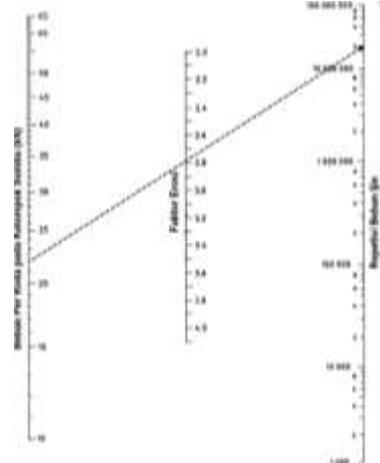
Gambar 8. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, tanpa Bahu Beton untuk Beban Sumbu 8 Ton

Terlihat dari Gambar 8 tentang Analisis Fatik pada Beban Sumbu 8 Ton (8 Kn) terlihat garis panah melewati Nilai Repetisi Beban Ijin

yang tersedia di diagram, dimana hal ini berarti Repetisi Beban Ijin yang ada nilainya dinyatakan Tidak Terbatas (TT).

Beban Rencana per Rodanya = 22 kN

Faktor Erosi (FE) untuk STRT (Tabel 24) = 2,818



Gambar 9. Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Ijin, Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton Untuk Beban Sumbu 8 Ton

Namun berbeda halnya dengan Analisis Erosi pada Beban Sumbu 8 Ton (80 kN), pada Gambar 13 terlihat Repetisi Beban Ijin didapat senilai 20.000.000.

Dengan ini Persen Rusak dari Analisis Fatik dan Erosinya dapat dihitung, Rumus yang digunakan untuk menghitung Persen Rusak dari Analisis Fatik dan Erosi adalah sebagai berikut:

$$\frac{(\text{Repetisi yang Terjadi pada Beban Sumbu} \times 100)}{\text{Repetisi Beban Ijin}}$$

Perhitungan Persen Rusak dari Analisis Fatik dan Erosi adalah sebagai berikut:

- Untuk Beban Sumbu 5 Ton (50 kN)

Repetisi yang terjadi = 310407,68

Repetisi Beban Ijin = TT ( $\infty$ )

Karena Repetisi Beban Ijinnya sama, dan bernilai Tidak Terbatas (TT), Maka bisa dipastikan Persen Rusak yang didapat adalah 0, atau jika secara matematis, perhitungannya yaitu sebagai berikut:

$$\frac{(310407,68 \times 100)}{TT(\infty)} = 0$$

Seperti yang kita ketahui, berapapun angka jika dibagi ( $\infty$ ) maka hasilnya akan 0.

Jadi untuk Persen Rusak dari Analisis Fatik dan Erosi untuk Beban Sumbu 5 Ton (kN) yaitu 0.

- Untuk Beban Sumbu 8 Ton (80 kN)

Repetisi yang terjadi = 270901,248

Repetisi Beban Ijin

Analisis Fatik = TT ( $\infty$ )

$$\begin{aligned} \text{Analisis Erosi} &= 20.000.000 \\ \text{Persen Rusak Analisis Fatik} \\ \frac{(270901,248 \times 100)}{TT(\infty)} &= 0 \\ \text{Persen Rusak Analisis Erosi} \\ \frac{(270901,248 \times 100)}{20.000.000} &= 1,35 \end{aligned}$$

Jadi Persen Rusak Analisis Fatik dan Analisis Erosi untuk beban sumbu 8 Ton (80kN) berbeda, dimana Persen Rusak untuk Analisis Fatik didapat nilai 0, Sementara Persen Rusak Analisis Erosi didapat 1,35.

Guna mempersingkat ruang, untuk Analisis Fatik dan Erosi dari Beban Sumbu lainnya di masukan kedalam Tabel 25.

Tabel 25. Analisa Fatik dan Erosi

Jenis Sumbu	Jarak Sumbu (m)	Jenis Sumbu (kN)	Jumlah Beban per Roda (kN)	Beban Yang Terakumulasi	Jumlah Pengulangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
						Agenda (m)	Persentase (%)	Agenda (m)	Persentase (%)
SUDUT	1	2	3	4	5	6	7 (4+100) %	8	9 (4+100) %
	6	11	11	0	TT = 1,00	TT = 0	TT = 0	TT = 0	
	5	10	27,5	23807,26	TT = 0,20	TT = 0	TT = 0	TT = 0	
	4	10	22	20090,88	TT = 0,20	TT = 0	TT = 0	TT = 0	
	3	10	18,5	15870,82	TT = 0,20	TT = 0	TT = 0	TT = 0	
TOTAL	0	20	11	20090,88	TT = 0	0	TT = 0	0	
SUDUT	6	11	22	2398,24	TT = 1,04	TT = 0	200000	1,31	
	5	10	15,5	17560,12	TT = 0,31	TT = 0	TT = 0	0	
	TOTAL	0	20	11	20090,88	TT = 0	0	TT = 0	1,31
SUDUT	14	14	19,25	0	TT = 1,00	TT = 0	0	0	
	TOTAL	0	20	11	20090,88	TT = 0	0	TT = 0	1,31
TOTAL						0	0	0	1,31
KUMULATIF PERSEN RUSAK (%)						0	0	0	1,31

Karena % Fatik (Lelah) = 0 < 100 dan Rusak Erosi = 1,35 < 100. Maka perencanaan tebal pelat 200 mm = 20 cm (OK), dengan tebal perkerasan beton 20 cm, masih sangat aman terhadap kerusakan fatik dan erosi sampai umur 40 tahun. Repitasi ijin untuk analisa fatik dan erosi dari masing – masing beban sumbu kendaraan.

- Perhitungan Sambungan Pada Plat Beton
  - Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 4 - 5 m. Dalam pemasangannya juga diperlukan data pelengkap, dan data pelengkapnya sebagai berikut:
    - Jenis Perkerasan = BBTT
    - Tebal Pelat Beton (h) = 200 mm
    - Lebar Pelat (L) = 6 m
    - Panjang Pelat = 1600 m
    - Jarak Antar Sambungan (b) = 5 m

Menurut Pd T-14-2003 dimana mengacu pada tabel 4.14 Diameter Ruji, bahwa direncanakan tebal pelat beton (h) adalah 200 mm, maka digolongkan pada no. 4 dengan rentang nilai h antara 190 mm sampai dengan 220 mm dengan ketentuan sambungan susut melintang. Maka :  
 Kedalaman Sambungan = 0,5 x h  
 = 0,5 x 200 mm

- = 100 mm
- Diameter Ruji = 33 mm
- Panjang Ruji = 45 cm
- Jarak Antar Ruji = 30 cm

Tabel 26. Diameter Ruji

No	Tebal pelat beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	125 < h ≤ 140	20
2	140 < h ≤ 160	24
3	160 < h ≤ 190	28
4	190 < h ≤ 220	33
5	220 < h ≤ 250	36

Ruji Polos Panjang 45 cm, Jarak Antar Ruji 30 cm.

Sumber: Pd T-14-2003

Untuk sambungan memanjang dengan batang pengikat (Tie Bars), yang bertujuan untuk mengendalikan retak memanjang, Menurut Pd T-14-2003 perhitungan sambungan memanjang menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} At &= 204 \times b \times h \\ &= 204 \times 5 \times 0,200 = 204 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dicoba D Tie Bars (yang tersedia di pasaran) : D16 mm dengan jarak 750 mm

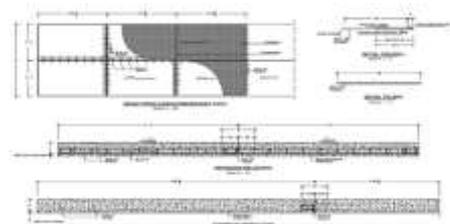
$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times (1000 / \text{Jarak Tie Bars}) \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (16)^2 \times (1000 / 750) \\ &= 267,946 \text{ mm}^2 > 204 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka digunakan diameter tie bars D16 mm dengan jarak 750 mm

$$\begin{aligned} I &= (38,3 \times D) + 75 \\ &= (38,3 \times 16) + 75 = 695,8 \text{ mm} = 70 \text{ cm} \end{aligned}$$

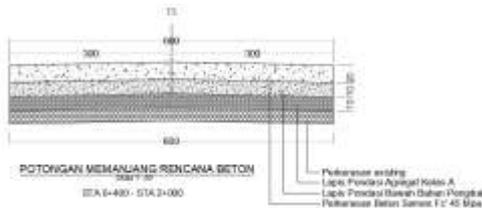
Maka sambungan memanjang dipasang sambungan dengan menggunakan baja ulir D16 mm dengan panjang 70 cm dan jarak 75 cm.

Sambungan susut umumnya dibuat setiap antara 3,6 m dan 6 m (di Indonesia umumnya antara 4,5 m dan 5 m). Dan dalam perencanaan ini sambungan dibuat setiap 5 m. Sambungan ini mempunyai jarak yang relatif dekat sehingga retak tidak akan terbentuk di dalam pelat sampai akhir umur layan dari perkerasan tersebut. Karena itu pada perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan, pemuaian dan penyusutan perkerasan diatasi melalui sambungan, Gambaran atau Skema sambungan dalam perencanaan ini di gambarkan pada Gambar 10 sebagai berikut



Gambar 10 Skema Perkerasan Kaku Bersambung Tanpa Tulangan

Dari hasil perhitungan direncanakan untuk panjang jalan 1600 meter dan lebar jalan 2 x 3 meter dengan umur rencana 40 tahun, menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan jenis perkerasan beton semen tanpa tulangan, beton yang digunakan untuk struktur atas adalah K-400 (400 kg/cm<sup>2</sup>) dengan ketebalan 20 cm, disesuaikan dengan perhitungan tebal perkerasan dan jenis pondasi bawah bahan pengikat menggunakan beton mutu K-125 dengan ketebalan 10 cm.



Sumber: AutoCad 2019, 2023

Gambar 11. Rencana Perkerasan Jalan Beton

Urugan pasir bawah pondasi menggunakan agregat kelas A dengan ketebalan rata – rata 10 cm menyesuaikan dengan kondisi existing jalan. Ruji Digunakan Baja Polos, panjang 45 cm, jarak 30 cm, Batang Pengikat (Tie Bars) Digunakan Baja Ulir D 16 mm, panjang 70 cm, jarak 75 cm.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1. Kesimpulan

Dari hasil survey lapangan, analisis serta perhitungan pada “Redesain Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) Jalan Arco Raya Parung – Arco Kota Bogor Pada STA. 0+400 – STA. 2+000” maka diperoleh hasil Perencanaan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) menggunakan jenis perkerasan beton semen tanpa tulangan dan Beton yang digunakan K-400 dengan ketebalan 20 sentimeter, pondasi dasar beton kualitas K- 125 dengan ketebalan 10 sentimeter.

### 4.2. Saran

1. Pelaksanaan pekerjaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) harus diperhatikan dengan seksama akan mutu beton yang disyaratkan sesuai dengan perhitungan K-400 (400 kg/cm<sup>2</sup>), serta umur waktu beton 28 hari dalam proses betonisasinya sehingga tidak mengalami kerusakan pada saat digunakan.
2. Dalam pelaksanaan pekerjaan, bila dipasaran tidak ditemui diameter besi yang sesuai dengan hasil perencanaan, maka dapat digunakan dengan besi yang diameter atas yang mendekati dengan ketentuan harus dilakukan kembali perhitungan

pembesian dengan ketebalan perkerasan yang menyerupai 20 cm.

3. Dalam suatu perencanaan perkerasan jalan raya sangat baik jika diperhitungkan jugatemperature atau iklim karena mungkin dalam pelaksanaannya terdapat perbedaan temperature dan mungkin akan berpengaruh kepada campuran semen beton.

## DAFTAR PUSAKA

1. Affandi, Widajat, Dachlan, Reostaman, Purnomo dan Suhaili, “*Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd- T-14- 2003)*”, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003.
2. Direktorat Bina Teknik Jalan, “*Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK)*”, Bina Marga, 1997.
3. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga, “*Manual Perkerasan Jalan (Revisi 2017)*”, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta, 2017.
4. Rahadian, Radia, Augustine, Kosasih, Sugeng, Seigfried, Iawan, James, indii, James dan Jameson, “*Manual Desain Perkerasan Jalan*”, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta, 2013.
5. Saodang, I.H, “*Konstruksi Jalan Raya 2*”, Nova, Bandung, 2005.
6. Sukirman, Silvia, “*Beton Aspal Campuran Panas*”, Grafika Yuana Marga, Bandung, 2003
7. Sukirman, Silvia, “*Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*”, Nova, Bandung, 1994.

## PENULIS :

1. **Alvin Rian Pratama ST.** Alumni (2023) Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Pakuan. (alvinpratama12@gmail.com)
2. **Ir. Arif Mudianto, MT.** Staf Dosen Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pakuan.
3. **Ir. Puji Wiranto, MT.** Staf Dosen Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Pakuan.