

**PERBANDINGAN LAPIS PERKERASAN LENTUR DENGAN LAPIS
PERKERASAN KAKU PADA RUAS JALAN CIANJUR-SUKABUMI
KM.BDG 67+720 s/d 80+257 KABUPATEN CIANJUR**

Yudi Sekaryadi
Ida Dwi Ratri
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Suryakencana Cianjur

A B S T R A K

Jalan merupakan suatu konstruksi yang berfungsi sebagai prasarana perhubungan darat yang memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Dengan adanya jalan yang memadai dapat memperlancar distribusi barang dan jasa sehingga kebutuhan pemakai jalan dapat terpenuhi. Mengamati kondisi existing jalan perkerasan yang sudah mulai rusak pada ruas jalan Cianjur-Sukabumi, maka perlu diadakannya pemikiran untuk memperbaiki jalan tersebut untuk memperoleh kenyamanan dan ke amanan bagi pengguna jalan tersebut.

Pada tugas akhir ini dicoba di ruas jalan Cianjur-Sukabumi dengan STA 67+720 s/d 80+257. Dengan nilai CBR yang mewakili yaitu sebesar 3% didapat menggunakan cara MAK (Metode Analisa Komponen). Untuk ketebalan perkerasan lentur di segmen jalan tersebut dengan CBR 3% didapat *Asphalt concrete* –WC (MS.744) = 4 cm, *AC-BC* = 6cm untuk lapis tambahan. Apabila diamati secara kasat mata jumlah kendaraan yang melintasi jalan tersebut cukup tinggi, mengingat jumlah LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata). Itu berarti semakin besar jumlah LHR semakin tebal pula lapisan perkerasan lentur yang dibutuhkan., maka dari itu memerlukan data lalu lintas yang ada, adapun data lalu lintas harian rata-rata yang didapat dari hasil survey langsung yaitu sebesar 7405 kend/hari dari dua lajur. Mengingat kondisi jalan tersebut yang berlubang akibat LHR yang cukup tinggi, maka perlu adanya upaya untuk mengganti perkerasan lentur (*Flexibel Pavement*) dengan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*). Sehingga didalam perhitungan diperoleh tebal perkerasan kaku yaitu 27 cm (sesuai dengan peraturan Dinas Provinsi Jawa Barat). Dan untuk rencana anggaran biaya untuk pekerjaan perkerasan lentur didapat Rp 43.721.174.775 sedangkan untuk perkerasan kaku di dapat Rp 59.412.754.817.

Kata kunci : *jalan, lentur, kaku, lapis tambahan, rencana anggaran biaya*

A. Pendahuluan

Jalan merupakan suatu konstruksi yang berfungsi sebagai prasarana perhubungan darat yang memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Dengan adanya jalan yang memadai dapat memperlancar distribusi barang dan jasa sehingga kebutuhan pemakai jalan dapat terpenuhi. Dengan meningkatnya perkembangan sektor perindustrian di Cianjur dan Sukabumi, maka meningkat pula kebutuhan akan sarana dan prasarana transportasi jalan yang baik dan aman tetapi mempunyai nilai guna dan manfaat dari segi ekonomis yang akan datang.

B. Metode Penelitian

Jenis penelitian merupakan metode eksperimen. Penelitian yang dilakukan, yang pertama menentukan lokasi yang akan diteliti agar mendapatkan data yang diinginkan dan selanjutnya pengumpulan. Pengumpulan data dibagi menjadi dua bagian, yaitu : data primer, dimana data primer yaitu data yang didapatkan dari hasil survey langsung seperti data volume kendaraan (LHR). Data sekunder, dimana data sekunder merupakan yang diperoleh dari pihak lain atau dinas terkait dalam bentuk dokumen atau dalam bentuk publikasi.

Jalan Cianjur-Sukabumi merupakan salah satu jalan yang digunakan untuk menunjang hal tersebut, kondisi tanah pada ruas jalan

Cianjur–Sukabumi sangatlah rentan gerakan tanah tinggi sehingga jalan tersebut mengalami kerusakan dan tanpa adanya upaya lebih lanjut dapat mengakibatkan permasalahan lalu lintas. Perencanaan peningkatan jalan merupakan salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan lalu lintas di ruas jalan Cianjur-Sukabumi. Sehingga Pemerintah Provinsi Jawa Barat melaksanakan perkerasan lentur (*flexible pavement*).

Data sekunder diperoleh dari Dinas Binamarga Provinsi Jawa Barat, Dinas Pengembangan Sumber Daya Air dan Pembangunan dan Data Statistik Provinsi Jawa Barat. Dalam penelitian ini data sekunder yang diperlukan meliputi : Data iklim (curah hujan) per tahun, data CBR tanah dasar, data tebal nominal rancangan campuran aspal dan toleransi, data statistik pertumbuhan lalu lintas. Metode analisis, dimana metode ini merangkum sejumlah data yang didapatkan dengan mengacu pada Metode Analisis Komponen untuk perkerasan lentur dan SNI Pd T-14-2003 Jalan Beton Semen.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1) Perencanaan Perkerasan Lentur

Perencanaan Perkerasan Lentur dilakukan dengan menggunakan SNI 1732 -1989-F “Tata Cara Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metoda Analisa Komponen”.

Data sekunder yang diperoleh :

Data perencanaan :

- Tebal perkerasan untuk jalan : 2/2 UD
- Data lalu lintas : Tahun 2017
- Umur rencana : 10 tahun,
- pertumbuhan lalu lintas umur rencana 10 tahun (i) :
 - Kendaraan Ringan, truck 2as : $15\%^{10}$
 - Bus, truck 3as, truck gandeng : $8\%^{10}$
- Faktor Regional (FR) tabel 2.8 : 1,0
 - Kelandaian jalan (3,4 %-7,6 %) : 5 %
 - Persentase kendaraan berat(%): > 30 %
 - Curah hujan 405 mm/tahun : < 900 mm/th

Dan material lapis perkerasan terdiri dari lapis permukaan, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah dengan material secara berurutan adalah sebagai berikut :

- 1) *Asphalt concrete* – WC

- 2) *Asphalt concrete* – Base,
- 3) *Base Agregat A* CBR
- 4) *Sub base agregat B* CBR

Tabel 4.1 Data Lalu lintas Harian Rata-rata

Cianjur-Sukabumi		
Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	Jumlah Kendaraan Perhari
Kendaraan Ringan	(1+1)	2558 kend/hari
Bus	(3+5)	70 kend/hari
Truk 2 as kecil	(3+4)	27 kend/hari
Truk 2 as 13 ton	(5+8)	192 kend/hari
Truk 3 as	(5+14)	79 kend/hari
Truk Gandeng	(5+14+5+5)	9 kend/hari
	Σ JHR =	3335 kend/hari

Tabel 4.2 Data Lalu lintas Harian Rata-rata

Sukabumi-Cianjur		
Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	Jumlah Kendaraan Perhari
Kendaraan Ringan	(1+1)	2792 kend/hari
Bus	(3+5)	43 kend/hari
Truk 2 as kecil	(3+4)	22 kend/hari
Truk 2 as 13 ton	(5+8)	213 kend/hari
Truk 3 as	(5+14)	71 kend/hari
Truk Gandeng	(5+14+5+5)	5 kend/hari
	Σ JHR =	3379 kend/hari

Tabel 4.3 Data Lalu lintas Harian Rata-rata

Total kendaraan di Dua Lajur		
Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	Jumlah Kendaraan Perhari
Kendaraan Ringan	(1+1)	4750 kend/hari
Bus	(3+5)	113 kend/hari
Truk 2 as kecil	(2+4)	49 kend/hari
Truk 2 as 13 ton	(5+8)	1124 kend/hari
Truk 3 as	(6+14)	150 kend/hari
Truk Gandeng	(6+14+5+5)	18 kend/hari
	Σ JHR =	7005 kend/hari

Tabel 4.4 LHR pada akhir tahun ke-10 dengan rumus : $LHR_{10} (1+i)^{10}$

Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	Kend/hari 2 awal 10 th
Kendaraan Ringan	(1+1)	$= 4750 (1 + 15\%)^{10} = 21.381,95$ Kend/hari
Bus	(3+5)	$= 113 (1 + 8\%)^{10} = 287$ Kend/hari
Truk 2 as kecil	(2+4)	$= 49 (1 + 15\%)^{10} = 206,13$ Kend/hari
Truk 2 as 13 ton	(5+8)	$= 1124 (1 + 8\%)^{10} = 2317$ Kend/hari
Truk 3 as	(6+14)	$= 150 (1 + 8\%)^{10} = 325$ Kend/hari
Truk Gandeng	(6+14+5+5)	$= 18 (1 + 8\%)^{10} = 36$ Kend/hari

2) Perhitungan Angka Ekuivalen (E)

Perhitungan angka ekuivalen (E) untuk masing-masing jenis kendaraan dengan asumsi pada konfigurasi beban ganda yaitu :

a. Perhitungan Angka Ekuivalen (E)

Menghitung angka ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan dapat dilihat pada daftar tabel 2.7 (BAB II Landasan Teori, hal. 17) :

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Angka Ekuivalen

Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	Angka Ekuivalen
Kendaraan Ringan	(1+1)	$= 0,0001 + 0,0001 = 0,0004$
Bus	(3+3)	$= 0,0133 + 0,0133 = 0,0266$
Truk 2 aksel kecil	(3+4)	$= 0,0133 + 0,0177 = 0,0310$
Truk 2 as 12 ton	(3+4)	$= 0,0133 + 0,0233 = 0,0366$
Truk 3 as	(3+3+4)	$= 0,0133 + 0,0266 = 0,0400$
Truk Ganda	(3+3+3+4)	$= 0,0133 + 0,0266 + 0,0133 + 0,0266 = 0,0800$

b. Perhitungan Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

Sesuai dengan rumus tersebut untuk koefisien distribusi kendaraan (C) dan angka ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan dapat dilihat pada daftar tabel 2.6 dan 2.7 (BAB II Landasan Teori, hal. 16 dan 17) :

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	$LHR_j \times C_j \times E_j$
Kendaraan Ringan	(1+1)	$= 5790 \times 0,5 \times 0,0004 = 1,15$
Bus	(3+3)	$= 133 \times 0,5 \times 0,0266 = 1,75$
Truk 2 aksel kecil	(3+4)	$= 48 \times 0,5 \times 0,0310 = 0,74$
Truk 2 as 12 ton	(3+4)	$= 1305 \times 0,5 \times 0,0366 = 23,95$
Truk 3 as	(3+3+4)	$= 157 \times 0,5 \times 0,0400 = 3,14$
Truk Ganda	(3+3+3+4)	$= 18 \times 0,5 \times 0,0800 = 0,72$
	Jumlah	$\Sigma = 29,45$

c. Perhitungan Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

Untuk perhitungan LEA dengan umur rencana 10 tahun dan angka pertumbuhan lalu lintas sebesar 8%, maka dihitung sesuai dengan rumus diatas untuk koefisien distribusi kendaraan (C) dan angka ekuivalen

(E) beban sumbu kendaraan dapat dilihat pada daftar tabel 2.6 dan 2.7) :

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	$LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$
Kendaraan Ringan	(1+1)	$= 23,261,55 \times 0,5 \times 0,0004 = 4,6523$
Bus	(3+3)	$= 287 \times 0,5 \times 0,0266 = 3,8185$
Truk 2 aksel kecil	(3+4)	$= 196,23 \times 0,5 \times 0,0310 = 3,0315$
Truk 2 as 12 ton	(3+4)	$= 2817 \times 0,5 \times 0,0366 = 1,03,703$
Truk 3 as	(3+3+4)	$= 325 \times 0,5 \times 0,0400 = 6,5000$
Truk Ganda	(3+3+3+4)	$= 38 \times 0,5 \times 0,0800 = 1,5200$
	Jumlah	$\Sigma = 1720,50$

d. Perhitungan Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

$$LET = \frac{795,12 + 1720,50}{2} = 1257,8$$

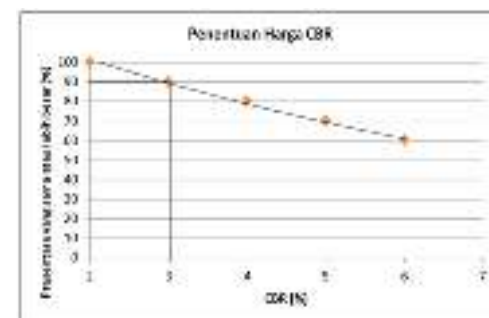
Berdasarkan rumus diatas, maka LET yang diperoleh adalah LET = 1255,8

e. Perhitungan Lintas Ekuivalen Umur Rencana (LER)

$$\begin{aligned} LER &= LET \times FP \\ FP &= UR/10 \\ LER &= 1257,8 \times 10/10 \\ &= 1257,8 \approx 1258 \end{aligned}$$

3) Perhitungan Daya Dukung Tanah (DDT) dan CBR Tanah

Dalam menentukan nilai CBR tanah dasar ini yaitu dengan cara membuat grafik hubungan antara harga CBR dan presentase, nilai CBR yang mewakili adalah yang didapat dari angka presentase dengan cara menggunakan metode analisa komponen (MAK). Sesuai pada gambar 4.6 CBR yang mewakili didapat 3.

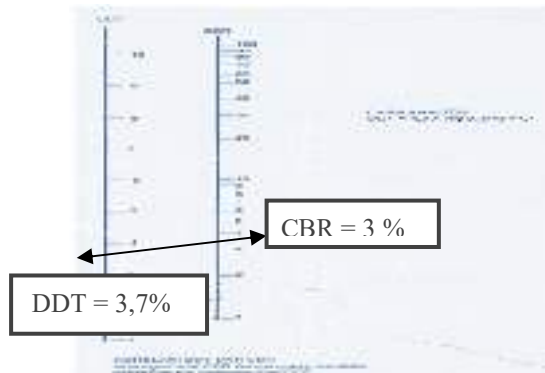


Gambar 4.8 Grafik CBR yang mewakili

CBR = 3% dari KM.BDG STA 67+720 s/d 80+257

. Cara analitis :

$$\begin{aligned} \text{DDT} &= 4,3 \times \log (\text{CBR}) + 1,7 \\ &= 4,3 \times \log (3\%) + 1,7 = 3,7\% \end{aligned}$$



Gambar 4.9 Kolerasi DDT dan CBR

4) Perhitungan Menentukan Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan Akhir Umur Rencana (IP_t) dengan pertimbangan faktor klasifikasi jalan dan (LER) pada daftar tabel 2.10 :

- 1) LER : 1258
- 2) Klasifikasi Jalan: Jalan Arteri

Maka didapat $IP_t = 2,5$

Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (IP_o) sesuai dengan daftar tabel 2.11 (BAB II Landasan Teori, hal. 23) : Jenis permukaan (Laston) aspal beton, dengan roughness ≤ 1000 mm/km, maka IP_o diambil = > 4

5) Perhitungan indeks tebal perkerasan yang diharapkan (ITP_{perlu})

Data Pendukung :

1. STA 67+720 s/d 80+257
 - CBR tanah dasar : 3%
 - DDT : 3,8%
 - IP_t : 2,5
 - IP_o : 3,9
 - FR : 1,0
 - LER : 1258

Harga indeks tebal perkerasan diperoleh dengan menggunakan Lampiran 1 (1) LER = 1258 ; DDT = 3,8 ; FR = 1,0 maka didapat $ITP = 11,7$ (menggunakan nomogram).

6) Perhitungan Susunan Perkerasan

Direncanakan lapisan perkerasan sesuai daftar tabel 2.12 (BAB II Landasan Teori, hal. 24) koefisien kekuatan relatif :

- a. Lapisan Permukaan: Laston (a_1)
= 0,40
- b. Lapisan base (pondasi) batu pecah atas:
Agregat A (a_2) = 0,14 (CBR 100%)
- c. Lapisan sub base (pondasi bawah) sirtu : Agregat B (a_3) = 0,13 (CBR 70%)

Diambil sesuai daftar tabel 2.12 batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan.

Dan diambil tebal:

- Laston (Ms. 744) $D_1 = 10$ cm
- Pondasi atas $D_2 = 20$ cm
- Pondasi bawah $D_3 = 10$ cm

Kekuatan jalan baru :

$$\begin{aligned} 70\% \times 0,40 \times 10 \text{ cm} &= 2,8 \\ 100\% \times 0,14 \times 20 \text{ cm} &= 2,8 \\ 70\% \times 0,13 \times 10 \text{ cm} &= 0,91 + \\ &= 6,51 \end{aligned}$$

Menetapkan lapisan tambahan :

Kekuatan jalan lama :

- a. Asphalt concrete – WC (MS.744) 4 cm =
 $50\% \times 4 \times 0,35 = 0,7$
 - b. Asphalt concrete – Base 6cm = $60\% \times 6 \times 0,35 = 1,26$
 - c. Base Agregat A CBR 20cm = $70\% \times 20 \times 0,14 = 1,96$
 - d. Sub base agregat B CBR 30 cm = $90\% \times 30 \times 0,13 = 3,51$
- ITP ada = 7,34

UR 10 Tahun :

$$\begin{aligned} \Delta ITP &= ITP_{10} - ITP_{\text{Pada}} = 11,7 - 7,43 = 5,27 \\ 0,40 &= 4,27 \cdot D1 \\ D1 &= 10,6 \approx 10 \text{ cm Asbuton (MS.744).} \end{aligned}$$

7) Perencanaan Perkerasan Kaku

Diketahui data parameter perencanaan perkerasan kaku adalah sebagai berikut :

1. CBR tanah dasar pada STA 67+720 s/d 80+257. CBR 3%.
2. Ditentukan CBR tanah dasar rencana (efektif) : 8,2% (BAB II Landasan Teori, gambar 2.17 hal. 30,
3. Kuat tarik lentur (f_{cr}) : 3,4 M_{pa}
4. Bahu Jalan : ya
5. Ruji (dowel) : ya
6. Pertumbuhan lalu lintas (i) : 12% /thn
7. Umur rencana (UR) : 10 tahun
8. Direncanakan Perkerasan beton untuk jalan arteri dengan 2 lajur 2 arah tanpa median.

9. Direncanakan perkerasan beton bersambung tanpa tulangan dengan ruji ➔ (BBTT).
10. Data lalu lintas harian rata-rata :

$$\begin{aligned}
 &= 42.585.425 \\
 \text{JSKN rencana} &= C \text{ (koefisien distribusi kendaraan)} \times \text{JSKN} \\
 &= 0,5 \times 42.585.425 \\
 &= 21.292.713
 \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Lalu lintas Harian Rata-rata

Total Kendaraan di Dua Lajur		
Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	Jumlah Kendaraan Perhari
Kendaraan Ringan	(11t)	590 kemp/hari
Bus	(13t)	133 kemp/hari
Truk 2 as kecil	(12t)	40 kemp/hari
Truk 2 as 13 ton	(15t)	135 kemp/hari
Truk 3 as	(16-24t)	150 kemp/hari
Truk Gandeng	(16-14-16t)	18 kemp/hari
	Σ1-R	= 7406 kemp/hari

8) Langkah-langkah Perhitungan Tebal Pelat

a. Analisis lalu lintas

Analisis Lalu lintas untuk perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan beban kendaraan sesuai dengan SNI Pd T-14-2003 ; tabel 13 hal 36.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis Dan Beban Kendaraan

Jenis Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu (ton)				Jml kend (bb)	Jml sumbu perkend (bb)	Jml sumbu (bb)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (bb)	BS (ton)	JS (bb)	BS (ton)	JS (bb)
(1)	(2)				(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
MP	1	1	-	-	5750	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus	3	5	-	-	133	2	266	3	133	5	133	-	-
Truk 2 as kecil	2	4	-	-	40	2	98	2	49	-	-	-	-
Truk 2 as besar	5	8	-	-	1305	2	2610	5	1305	8	1305	-	-
Truk 3 as	6	14	-	-	150	2	300	6	150	-	-	14	150
Truk Gandeng	6	14	5	5	18	4	72	5	18	-	-	-	-
								5	18	-	-	-	-
Total							6648		1740		1438		168

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

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (10 tahun)

$$\begin{aligned}
 \text{JSKN} &= 365 \times \text{JSKNH} \times R \\
 &= 365 \times 6648 \times 17,55
 \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Faktor pertumbuhan lalu-lintas (R)

Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan (i) per tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

Tabel 4.13 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana

Lebar perkerasan (L _p)	Jumlah lajur (n)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
L _p < 5,50m	1 lajur	1	1
5,50m ≤ L _p < 8,25m	2 lajur	0,7	0,5
8,25m ≤ L _p < 11,25m	3 lajur	0,5	0,475
11,25m ≤ L _p < 15,00m	4 lajur	-	0,45
15,00m ≤ L _p < 18,75m	5 lajur	-	0,425
18,75m ≤ L _p < 22,00m	6 lajur	-	0,4

b. Perhitungan repetisi sumbu yang terjadi

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan repetisi sumbu yang terjadi

Jenis Sumbu	Behan Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Behan	Proporsi Sumbu	Lalu-lintas Rencana	Repetisi yang terjadi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=(4)x(5)x(6)
	6	150	0,044	0,50	21.292.713	468.439,686
	5	1305	0,943	0,50	21.292.713	10.039.514,18
STRT	4	49	0,024	0,50	21.292.713	255.512,556
	3	133	0,013	0,50	21.292.713	138.402,63
	2	49	0,024	0,50	21.292.713	255.512,556
Total		1686	1,00			
	5	133	0,013	0,478	21.292.713	132.312,91
STRG	8	1305	0,987	0,478	21.292.713	10.045.603,9
Total		1438	1,00			
STdRG	14	168	1,00	0,022	21.292.713	468.439,686
Total		168	1,00			
Kumulatif						21.803.738,1

Perhitungan tebal pelat beton

- Jenis perkerasan : BBT dengan Ruji
- Umur rencana : 10 th
- Jumlah Sumbu Kendaraan Rencana : 17.592.270
- Faktor keamanan beban: 1,1
- Kuat tarik lentur beton (f_{cr}) : 3,4 Mpa
- Jenis dan tebal lapis pondasi bawah : Bahan pengikat 10cm
- CBR efektif : 8,2%
- Tebal taksiran pelat beton K-350 : 27 cm
- Tebal taksiran pondasi bawah : 10 cm

Tabel 4.15 Analisa fatik dan erosi

Jenis Sumbu	Behan Sumbu (kN)	Behan Rencana Per mda (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)
	6 (60)	33,00	468.439,686	TE = 1,384	3 x 10 ⁶	15%	TT	0%
	5 (50)	27,50	10.039.514,18	FRT=0,384	4 x 10 ⁶	25%	TT	0%
STRT	4 (40)	22,00	255.512,556	FE = 2,134	TT	0%	TT	0%
	3 (30)	16,50	138.402,63	TE = 2,088	TT	0%	TT	0%
	2 (20)	11,00	255.512,556	FRT=0,58	TT	0%	TT	0%
STRG	8 (80)	22,00	132.312,91	FE = 2,28	2 x 10 ⁶	60%	6 x 10 ⁶	22%
	5 (50)	13,75	10.045.603,9	TE = 1,744	TT	0%	TT	0%
STdRG	14 (140)	19,25	468.439,686	FRT=0,484	TT	0%	6 x 10 ⁶	78%
				FE = 2,75				
Total					100% < 100%		100% < 100%	

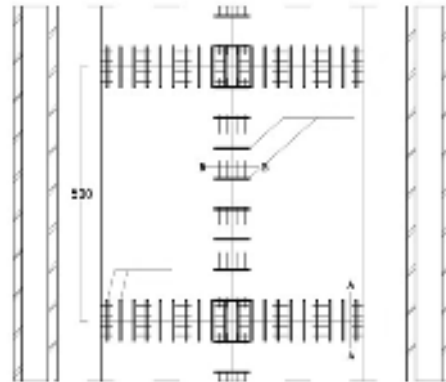
Keterangan :

TE = tegangan ekivalen; FRT = faktor rasio tegangan; FE = faktor erosi; TT = tidak terbatas

9) Perhitungan Tulangan

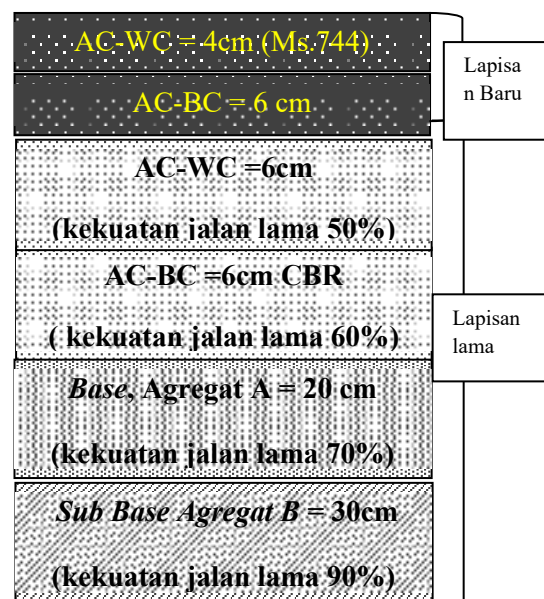
Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan (BBTT).

- Tebal pelat : 27 cm.
- Lebar pelat : 2 x 3,5 m
- Panjang pelat : 5,0 m.
- Sambung susut dipasang setiap jarak 5 m
- Ruji/dowel digunakan dengan ϕ 36 mm, panjang 45 cm, jarak 30 cm
- Batang pengikat / Tie bar (i) = $(38,3 \times \phi) + 75$ mm = $(38,3 \times 16) + 75$ mm = 687,8 mm $\approx$ 700 mm (70 cm)



Gambar 4.16 Denah Dowel

10) Menetapkan Lapisan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku



Gambar 4.17 Susunan Tebal Lapis Perkerasan Lentur

Sl. No.	Particulars	Unit	Rate	Revenue Amount	Percentage (%)	Revenue Share (%)
1	IN-30000000					
	IN-30000000	12			Revenue Share (%)	1.500000
	IN-30000000					
01	Construction of Infrastructure Jamban dan Saluran Air	m ²	1000	100.00	100.0000	100.0000
02	Tanah dan Bangunan, Bangunan Perumahan	m ²	5000	500.00	500.0000	500.0000
					Revenue Share (%)	1.000000
	IN-30000000					
03	Perawatan	m ²	1000	100.00	100.0000	100.0000
04	Perawatan dan Perbaikan	m ²	100	100.00	100.0000	100.0000
					Revenue Share (%)	100.0000
	IN-30000000					
	IN-30000000					
01	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	5000	500.00	100.0000	100.0000
					Revenue Share (%)	1.000000
	IN-30000000					
01	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	1000	100.00	100.0000	100.0000
02	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	1000	100.00	100.0000	100.0000
					Revenue Share (%)	1.000000
	IN-30000000					
01	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	100	100.00	100.0000	100.0000
02	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	100	100.00	100.0000	100.0000
03	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	10000	1000.00	1000.0000	1000.0000
04	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	1000	100.00	100.0000	100.0000
					Revenue Share (%)	1.000000
	IN-30000000					
	IN-30000000					
01	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	1000	100.00	100.0000	100.0000
02	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	1000	100.00	100.0000	100.0000
03	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	1000	100.00	100.0000	100.0000
04	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	1000	100.00	100.0000	100.0000
					Revenue Share (%)	1.000000
	IN-30000000					
01	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	1000	100.00	100.0000	100.0000
02	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	1000	100.00	100.0000	100.0000
03	Aspek Perawatan dan Perbaikan	m ²	1000	100.00	100.0000	100.0000

Tabel 4.21 Kurva S dan Bar Chat untuk pekerjaan pekerasan lentur



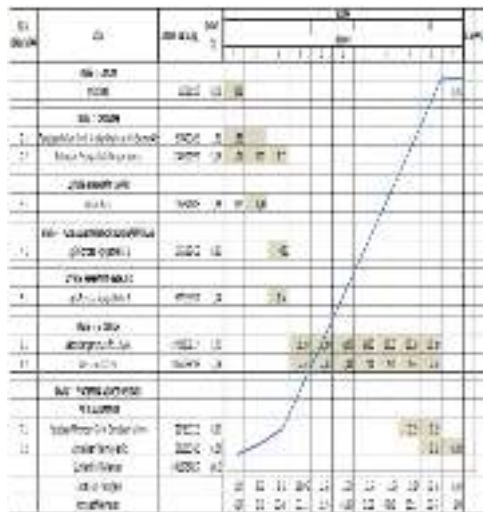
Tabel 4.22 rekapitulasi untuk pekerjaan perkerasan kaku

No	Item	Unit dan harga terapan (Rp)
1	Uji sumbu	10.000
2	Uji tarik	140.000
3	Uji tarik tarik	100.000
4	Uji tarik tarik tarik tarik	10.000
5	Uji tarik tarik tarik	10.000
6	Uji tarik	10.000
7	Uji tarik tarik tarik tarik tarik	10.000
Total harga (termasuk pajak dan biaya lain)		30.000
Total harga (termasuk pajak dan biaya lain)		30.000
Total harga (termasuk pajak dan biaya lain)		30.000
Total harga (termasuk pajak dan biaya lain)		30.000

Tabel. 4.23 Daftar kuantitas dan harga untuk pekerjaan perkerasan kaku

Unit Name Pengalasan	Unit	Unit	Asisten Unit	Asisten Unit	Asisten Unit
			Asisten Unit	Asisten Unit	Asisten Unit
1. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
2. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
3. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
4. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
5. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
6. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
7. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
8. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
9. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
10. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
11. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
12. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
13. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
14. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
15. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
16. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
17. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
18. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
19. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
20. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
21. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
22. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
23. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
24. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
25. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
26. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
27. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
28. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
29. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
30. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
31. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
32. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
33. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
34. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
35. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
36. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
37. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
38. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
39. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
40. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
41. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
42. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
43. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
44. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
45. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
46. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
47. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
48. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
49. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
50. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
51. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
52. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
53. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
54. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
55. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
56. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
57. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
58. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
59. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
60. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
61. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
62. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
63. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
64. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
65. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
66. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
67. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
68. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
69. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
70. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
71. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
72. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
73. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
74. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
75. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
76. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
77. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
78. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
79. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
80. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
81. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
82. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
83. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
84. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
85. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
86. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
87. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
88. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
89. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
90. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
91. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
92. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
93. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
94. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
95. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
96. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
97. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
98. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
99. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					
100. UPT. KEMAMPUAN KEMAMPUAN					
Unit Kerja: KEMAMPUAN					

Tabel 4.24 Kurva S dan Bar Chat untuk pekerjaan pekerasan kaku



Hasil perhitungan untuk pekerjaan perkerasan lentur didapat *overlay Asphalt concrete AC-WC* (MS.744) = 4 cm, *AC-BC* = 6cm dengan data pendukung 2/2UD, data lalu lintas 7405 kend/hari, umur rencana 10tahun, pertumbuhan lalu lintas kendaraan ringan dan truck 2as 15% sedangkan untuk bus, truck 3as, an truck gandeng 8%, FR 1,0, kelandaian jalan 5%, curah hujan 405 mm/tahun, CBR 3%, DDT 3,8%, Ipt 2,5, IPo 3,9, LER 1258. Dan untuk hasil pekerjaan perkerasan kaku,

D. Kesimpulan

1. Hasil perhitungan perkerasan lentur untuk ruas jalan Cinjur-Sukabumi dengan Km.Bdg 67+720 s/d 80+257 di dapat *overlay 4 cm AC-WC*, dan 6 cm untuk *AC-BC*.
2. Untuk nilai CBR didapat sebesar = 3%. Nilai CBR tersebut merupakan nilai CBR rencana, sehingga untuk CBR efektifnya didapat sebesar 8,2% (didapat dengan cara grafis).
3. Untuk hasil perhitungan tebal perkerasan kaku yaitu sebesar 27 cm, ketebalan yang didapatkan untuk perkerasan kaku sesuai peraturan provinsi Jawa Barat.
4. Hasil perhitungan untuk rencana anggaran biaya pada pekerjaan perkerasan lentur di dapat sebesar Rp 43.580.793,133 sedangkan untuk perkerasan kaku di dapat Rp 59.412.754.817.

DAFTAR PUSTAKA

SNI (2016) Analisa Satuan Harga Provisi Jawa Barat.

SNI Pd T-14-2003 Departemen Pekerjaan Umum, Perencanaan Jalan Beton Semen.

No. KM 55 Tahun (1989) Kemen Perhubungan

Pekerjaan Umum SNI1732-1989-F (1987) Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen.

No.34 (2006) Peraturan Tentang Jalan. Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya-Bina Marga.

Sony Sulaksono (2001) Rekayasa Jal

