

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 Suryakancana 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 perkeraaan yang sudah mulai rusak pada ruas jalan Cianjur-Sukabumi, maka perlu di adakannya pemikiran untuk memperbaiki jalan tersebut untuk memperoleh kenyamanan dan ke amanannya 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 perkeraaan 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 perkeraaan 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 perkeraaan lentur (*Flexibel Pavement*) dengan perkeraaan kaku (*Rigid Pavement*). Sehingga didalam perhitungan diperoleh tebal perkeraaan kaku yaitu 27 cm (sesuai dengan peraturan Dinas Provinsi Jawa Barat). Dan untuk rencana anggaran biaya untuk pekerjaan perkeraaan lentur didapat Rp 43.721.174.775 sedangkan untuk perkeraaan 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
- e. 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 :

- Asphalt concrete – WC

- Asphalt concrete – Base,
- Base Agregat A CBR
- 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)	2958 kend/hari	
Bus	(3+5)	70 kend/hari	
Truk 2 as kecil	(2+4)	27 kend/hari	
Truk 2 as 13 ton	(5+8)	692 kend/hari	
Truk 3 as	(6+14)	79 kend/hari	
Truk Gandeng	(6+14+5+5)	9 kend/hari	
	$\Sigma LHR =$	3835 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)	63 kend/hari	
Truk 2 as kecil	(2+4)	22 kend/hari	
Truk 2 as 13 ton	(5+8)	613 kend/hari	
Truk 3 as	(6+14)	71 kend/hari	
Truk Gandeng	(6+14+5+5)	9 kend/hari	
	$\Sigma LHR =$	3570 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)	5750 kend/hari	
Bus	(3+5)	133 kend/hari	
Truk 2 as kecil	(2+4)	49 kend/hari	
Truk 2 as 13 ton	(5+8)	1305 kend/hari	
Truk 3 as	(6+14)	150 kend/hari	
Truk Gandeng	(6+14+5+5)	18 kend/hari	
	$\Sigma LHR =$	7405 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 arah (1-i)n
Kendaraan Ringan	(1+1)	= 5750 (1 + 15%) ¹⁰ = 23.261,95 Kend hari
Bus	(3+5)	= 133 (1 + 8%) ¹⁰ = 287 Kend hari
Truk 2 as kecil	(2+4)	= 49 (1 + 15%) ¹⁰ = 198,23 Kend hari
Truk 2 as 13 ton	(5+8)	= 1305 (1 + 8%) ¹⁰ = 2817 Kend hari
Truk 3 as	(6+14)	= 150 (1 + 8%) ¹⁰ = 323 Kend hari
Truk Gandeng	(6+14+5+5)	= 18 (1 + 8%) ¹⁰ = 38 Kend hari

2) Perhitungan Angka Ekivalen (E)

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

a. Perhitungan Angka Ekivalen (E)

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

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Angka Ekivalen

Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	Angka Ekivalen
Kendaraan Ringan	(1+1)	= 0,0002 + 0,0002 = 0,0004
Bus	(3+5)	= 0,0183 + 0,141 = 0,1593
Truk 2 as kecil	(2+4)	= 0,0036 + 0,0577 = 0,0613
Truk 2 as 13 ton	(5+8)	= 0,1410 + 0,9238 = 1,0648
Truk 3 as	(6+14)	= 0,2923 + 0,7452 = 1,0375
Truk Gandeng	(6+14+5+5)	= 0,0252 + 0,9820 + 0,0121 + 0,0121 = 1,0312

b. Perhitungan Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

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

Sesuai dengan rumus tersebut untuk koefisien distribusi kendaraan (C) dan angka ekivalen (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 Ekivalen Permulaan (LEP)

Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	LHR _j x C _j x E _j
Kendaraan Ringan	(1+1)	= 5750 x 0,5 x 0,0004 = 1,15
Bus	(3+5)	= 133 x 0,5 x 0,1593 = 10,5934
Truk 2 as kecil	(2+4)	= 49 x 0,5 x 0,0613 = 1,50185
Truk 2 as 13 ton	(5+8)	= 1305 x 0,5 x 1,0648 = 694,782
Truk 3 as	(6+14)	= 150 x 0,5 x 1,0375 = 77,8125
Truk Gandeng	(6+14+5+5)	= 18 x 0,5 x 1,0312 = 9,2808
	LEP	$\sum = 795,12$

c. Perhitungan Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

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

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 ekivalen

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

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Jenis Kendaraan	Beban Sumbu	LHR _j (1+i) ^{UR} x C _j x E _j
Kendaraan Ringan	(1+1)	= 23.261,95 x 0,5 x 0,0004 = 4,65239
Bus	(3+5)	= 287 x 0,5 x 0,1593 = 22,85955
Truk 2 as kecil	(2+4)	= 198,23 x 0,5 x 0,0613 = 6,07575
Truk 2 as 13 ton	(5+8)	= 2817 x 0,5 x 1,0648 = 1499,7708
Truk 3 as	(6+14)	= 323 x 0,5 x 1,0375 = 167,55625
Truk Gandeng	(6+14+5+5)	= 38 x 0,5 x 1,0312 = 19,928
	LEA	$\sum = 1720,50$

d. Perhitungan Lintas Ekivalen Tengah (LET)

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

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

$$= 1257,8$$

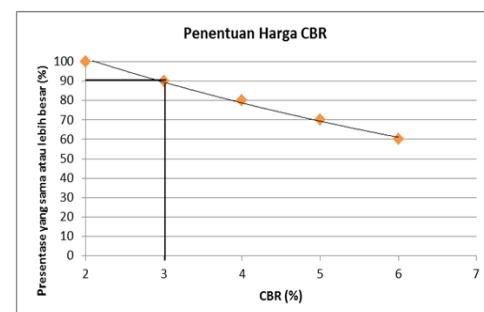
Berdasarkan rumus diatas, maka LET yang diperoleh adalah LET = 1255,8

e. Perhitungan Lintas Ekivalen 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.

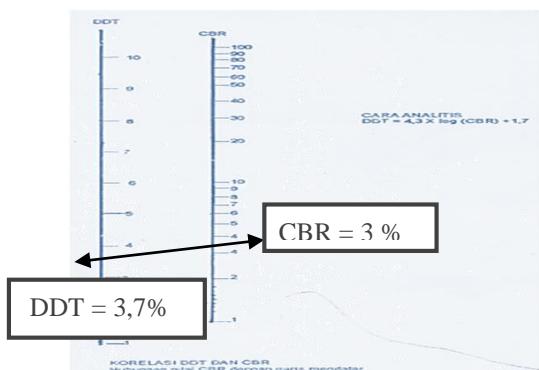


Gambar 4.8 Grafik CBR yang mewakili

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

. Cara analitis :

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



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_0) sesuai dengan daftar tabel 2.11 (BAB II Landasan Teori, hal. 23) : Jenis permukaan (Laston) aspal beton, dengan roughness $\leq 1000 \text{ mm/km}$, maka IP_0 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
 - IP₀ : 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) $D_1 = 10 \text{ cm}$
- Pondasi atas $D_2 = 20 \text{ cm}$
- Pondasi bawah $D_3 = 10 \text{ cm}$

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 :

$$\begin{aligned} \Delta \text{ITP} &= \text{ITP} - \text{ITP}_{10} = 11,7 - 7,43 = 5,27 \\ 0,40 &= 4,27 \cdot D_1 \\ D_1 &= 10,6 \approx 10 \text{ cm Asbuton (MS.744).} \end{aligned}$$

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_{cf}) : 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		5750 kend/hari	
Bus		133 kend/hari	
Truk 2 as kecil		49 kend/hari	
Truk 2 as 13 ton		1305 kend/hari	
Truk 3 as		150 kend/hari	
Truk Gandeng		(6+14+5+5)	
		18 kend/hari	
		$\Sigma LHR =$	
		7405 kend/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 (bh)	Jml sumbu per kend (bh)	jml sumbu (bh)	STRT		STRG		STDRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)
	(1)	(2)	(3)	(4)				(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
MP	1	1	-	-	5750	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus	3	5	-	-	133	2	266	3	133	5	133	-	-
Truk 2 as kecil	2	4	-	-	49	2	98	2	49	-	-	-	-
								4	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
								6	18	-	-	14	18
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_l)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50 \text{ m}$	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	2 lajur	0,7	0,5
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	3 lajur	0,5	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	4 lajur	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	5 lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	6 lajur	-	0,4

b. Perhitungan repetisi sumbu yang terjadi

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan repetisi sumbu yang terjadi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu-lintas Rencana	Repetisi yang terjadi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=(4)(5)(6)
STRG	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
	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				
STRG	5	133	0,013	0,478	21.292.713	132.312,91
	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 : BBTT dengan Ruji
- Umur rencana : 10 th
- Jumlah Sumbu Kendaraan Rencana : 17.592.270
- Faktor keamanan beban: 1,1
- Kuat tarik lantur beton (f'_{cf}) : 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	Beban Sumbu (kN)	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)
STRG	6 (60)	33,00	468.439,686	TE = 1,384	3×10^6	15%	TT	0%
	5 (50)	27,50	10.039.514,18	FRT=0,384	4×10^6	25%	TT	0%
	4 (40)	22,00	255.512,556	FE = 2,134	TT	0%	TT	0%
	3 (30)	16,50	138.402,63	FE = 2,134	TT	0%	TT	0%
	2 (20)	11,00	255.512,556	FE = 2,278	TT	0%	TT	0%
STRG	8 (80)	22,00	132.312,91	TE = 2,088	2×10^6	66%	6×10^6	22%
	5 (50)	13,75	10.045.603,9	FRT=0,58	TT	0%	TT	0%
				FE = 2,278				
STD RG	14 (140)	19,25	468.439,686	TE = 1,744	TT	0%	6×10^6	78%
				FRT=0,484				
				FE = 2,75				
		Total			106% < 100%		100% < 100%	

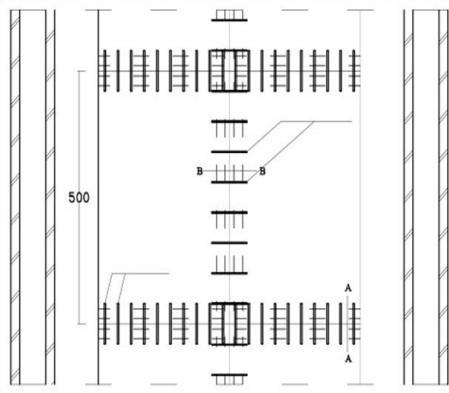
Keterangan :

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

9) Perhitungan Tulangan

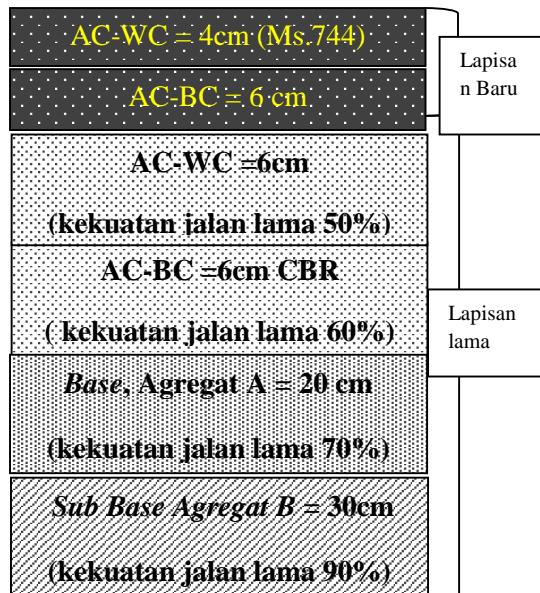
Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan (BBTT).

- 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)

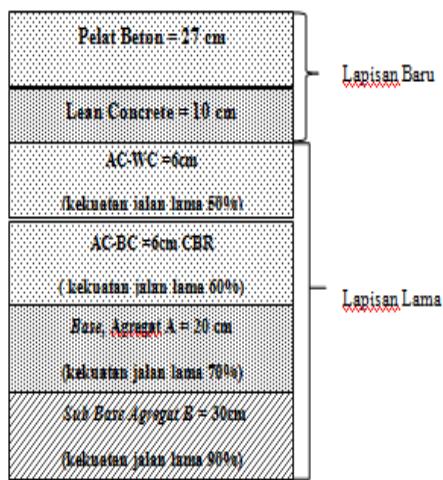


Gambar 4.16 Denah Dowel

10) Menetapkan Lapisan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku



Gambar 4.17 Susunan Tebal Lapis Perkerasan Lentur



Gambar 4.18 Susunan Tebal Lapis Perkerasan Kaku

11) Rencana Anggaran Biaya Untuk Pekerjaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

Rencana Anggaran Biaya (RAB) suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Anggaran Biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Perhitungan rencana anggaran biaya pada ruas jalan Cianjur-Sukabumi Sukabumi-Ciranjang dengan STA 67+720 s/d 80+257 ditulis pada tabel 4.19 Rekapitulasi untuk pekerjaan perkerasan lentur, 4.20 Daftar kuantitas dan harga untuk pekerjaan perkerasan lentur, 4.21 Kurva S dan Bar Chat untuk pekerjaan pekerasan lentur, 4.22 Rekapitulasi untuk pekerjaan perkerasan kaku, 4.23 Daftar kuantitas dan harga untuk pekerjaan perkerasan kaku dan 4.24 Kurva S dan Bar Chat untuk pekerjaan pekerasan kaku.

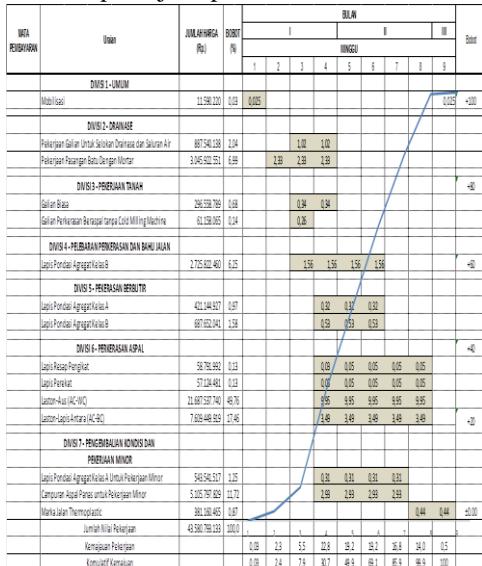
Tabel 4.19 Rekapitulasi pada pekerjaan perkerasan lentur

No	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rp)
1	Umum	11.590.220
2	Drainase	3.933.462.689
3	Pekerjaan Tanah	357.716.854
4	Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan	2.725.822.460
5	Pekerjaan Perkerasa Berbutir	1.108.796.968
6	Pekerjaan Aspal	29.412.904.131
7	Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor	6.030.499.812
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (Termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)	43.580.793.133
(B)	Jumlah dibulatkan (A)	43.580.793.200
(C)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (B)	4.358.079.320
(D)	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (B) + (C)	47.938.872.520

Tabel 4.20 Daftar kuantitas dan harga untuk pekerjaan perkerasan lentur

No.Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkirian Kuantitas	Harga satuan (Rp)	Jumlah Harga-harga (Rp)
1	DIVISI 1-UMUM				
	Mobilisasi	Ls			
					Jumlah Harga Divisi 1 11.590.220
	DIVISI 2-DRINASE				
2.1	Pekerjaan Galian Untuk Selokan	M3	7.000	126.791	887.540.138
	Drainase dan Saluran air				
2.2	Pekerjaan Pasangan Batu Dengan Mortar	M3	5.040	604.350	3.045.922.551
					Jumlah Harga Divisi 2 3.933.462.689
	DIVISI 3-PERKERJAAN TANAH				
3.1	Galian Biasa	M3	1.960	151.306	296.558.789
3.2	Galian Perkerasan Beraspal	M3	420	145.614	61.158.065
	Tanpa Cold Milling Machine				
					Jumlah Harga Divisi 3 357.716.854
	DIVISI 4-PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN				
4.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	4.200	649.005	2.725.822.460
					Jumlah Harga Divisi 4 2.725.822.460
	DIVISI 5-PERKERASAN BERBUTIR				
5.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	1.470	286.493	421.144.927
5.2	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	1.960	350.843	687.652.041
					Jumlah Harga Divisi 5 1.108.796.968
	DIVISI 6-PERKERASAN ASPAL				
6.1	Lapis Resap Pengikat	Ltr	980	59.992	58.791.992
6.2	Lapis Perekat	Ltr	980	58.290	57.124.481
6.3	Laston-Lapis Aus (AC-WC)	M2	98.000	221.301	21.687.537.740
6.4	Laston-Lapis Antara (AC-BC)	M3	5.880	1.294.124	7.609.449.919
					Jumlah Harga Divisi 6 29.412.904.131
	DIVISI 7-PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR				
7.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A Untuk P.MI	M3	1.960	277.317	543.541.517
7.2	Campurkan Aspal Panas untuk P.Minor	M3	1.960	2.604.999	5.105.797.829
7.3	Marka Jalan Thermoplastic	M2	1.750	217.806	381.160.465
					Jumlah Harga Divisi 7 6.030.499.812

Tabel 4.21 Kurva S dan Bar Chat untuk pekerjaan pekerasan lentur



Tabel 4.22 rekapitulasi untuk pekerjaan perkerasan kaku

No	Uraian	Jumlah Harga	
No	Pekerjaan	(Rp)	
1	Umum		11.611.500
2	Drinase		3.941.338.034
3	Pekerjaan Tanah		1.086.947.603
4	Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan		505.712.432
5	Pekerjaan Perkerasa Berbutir		677.099.507
6	Struktur		52.578.999.963
7	Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor		611.050.778
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (Termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)		59.412.754.817
(B)	Jumlah dibulatkan (A)		59.412.754.900
(C)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (B)		5.941.275.490
(D)	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (B)+(C)		65.354.030.390

Tabel 4.23 Daftar kuantitas dan harga untuk pekerjaan perkerasan kaku

No.Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkirian Kuantitas	Harga satuan (Rp)	Jumlah Harga-harga (Rp)	
					Segmen 1	Segmen 1
1	DIVISI 1-UMUM					
	Mobilisasi	Ls				11.611.500
						Jumlah Harga Divisi 1 11.611.500
	DIVISI 2-DRINASE					
	Pekerjaan Galian Untuk Selokan	M3	7000	127.916		895.410.483
	Drainase dan Saluran air					
	Pekerjaan Pasangan Batu Dengan Mortar	M3	5040	604.350		3.045.922.551
						Jumlah Harga Divisi 2 3.941.338.034
	DIVISI 3-PERKERJAAN TANAH					
	Galian Biasa	M3	1960	172.531		338.161.477
						Jumlah Harga Divisi 3 338.161.477
	DIVISI 4-PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN					
	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	4200	120.408		505.712.432
						Jumlah Harga Divisi 4
	DIVISI 5-PERKERASAN BERBUTIR					
	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	1960	345.459		677.099.507
						Jumlah Harga Divisi 5 677.099.507
	DIVISI 6-STRUKTUR					
	Beton K-350	M3	26.460	1.603.287		42.422.961.774
	Wet Leen Concrete	M3	9.800	1.086.330		10.156.038.189
						Jumlah Harga Divisi 6 52.578.999.963
	DIVISI 7-PENGEMBALIAN KONDISI DAN PEKERJAAN MINOR					
	Galian untuk Bahu Jalan dan P.Mor lainnya	M3	1.960	117.291		229.890.313
	Marka Jalan Thermoplastic	M2	1.750	217.806		381.160.465
						Jumlah Harga Divisi 7 611.050.778

Tabel 4.24 Kurva S dan Bar Chat untuk pekerjaan perkerasan kaku

MATA PEKERJAAN	JUMLAH	JUMLAH HARGA Rp	BUDGET	BUDGET										REFINISH
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
DIVISI 1-UMUM														
Mobilasi	11.621.510	0,02	0,01											0,02
DIVISI 2-JERNAS														
21 Pekerjaan Galan Untuk Sektor Diriwae dan Sektor A+	85.020,49	1,51	1,51											
22 Pekerjaan Pengadaan Sumber Daya Mener	5.020.523,55	1,13	1,0	1,0	1,0	1,0								
DIVISI 3-PERBUATAN														
31 Galan Basa	1.000.547,62	1,03	0,95											
DIVISI 4-PERBAIKAN DAN SARANA JALAN														
41 Lantai Pondasi Aspalat Kelas 3	35.722,42	0,85												
DIVISI 5-PERBAIKAN BENTUR														
51 Lantai Pondasi Aspalat Kelas 5	67.029,57	1,14												
DIVISI 6-STRUKTUR														
61 Beton dengan mutu FC 30 MPa	42.221,51,74	7,40						10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	
62 Wet Lean Concrete	10.250,58,19	0,78						1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	
DIVISI 7-PENGEBALAN KENDOD DAN PERBAIKAN INFRA														
71 Pekerjaan Infra dan Galan Bahan Jalan Lainnya	29.469,13	1,18												0,19 0,19
72 Warka Jalan Thermoplastic	30.180,45	1,64												0,32 0,32
Jumlah Mata Pekerjaan	59.427,94,97	10,0												
Kategori Pekerjaan			4,94	2,62	1,76	1,68	1,76	1,94	1,98	1,74	1,74	1,74	1,74	1,13
Total Pekerjaan			4,94	6,76	11,46	23,11	5,75	48,35	6,05	73,98	65,51	44,0	30,0	

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 pekerasan 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

