

BAB 4

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Nilai CBR

Data CBR (California Bearing Ratio) pada lokasi penelitian yang dipergunakan untuk mengetahui nilai kekuatan tanah dasar (Daya Dukung Tanah). Berdasarkan data CBR yang diperoleh, hasil pengujian tanah secara acak diperoleh nilai CBR. Data CBR tanah dasar untuk mewakili perhitungan dari hasil survey lapangan diketahui adalah 1%

4.2. Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Metode Binamarga (Pd-T-14-2003)

Tebal perkerasan jalan eksisting sebagai berikut :

- Peranan Jalan : Jalan Lokal
- Tipe Jalan : 4 lajur , 2 arah terbagi (4/2 B)
- Umur Rencana : 10 tahun
- Pertumbuhan Lalu lintas : 10 %
- Perkerasan : Kaku (rigid)

Mutu Beton Rencana :

Akan digunakan beton dengan kuat tekan 28 hari sebesar 392 kg/cm²

$$f_c = 392 / 10,2 = 38,43 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 0,62 \sqrt{f_c} = 3,844 \text{ Mpa}$$

Tabel 4.1. Beban Lalu - lintas Rencana :

Jenis Kendaraan	Jumlah
	Kendaraan
Kendaraan ringan 2 ton (1 + 1)	2.000
Bus kecil 10 ton (5 + 5)	75
Bus Besar 13 ton (5 + 8)	125
Truck Ringan 2 sumbu 10 ton (5 + 5)	500

Jenis Kendaraan	Jumlah
	Kendaraan
Truck Sedang 2 sumbu 13 ton (5 + 8)	215
Truck tandem 3 sumbu 20 ton (6 + 7.7)	190
Truck tandem 5 sumbu 30 ton (6 + 7.7+5+5)	140
Truck tandem 5 sumbu 40 ton (6 + 7.7+10+10)	75
	3.320

Tabel 4.2. Jenis Mutu Beton Kuat Tekan 28 Hari dan Peruntukannya

No	Jeni Mutu Beton Kuat Tekan 28 hari (sc')								
No	Klasifikasi Jalan dengan Beban Kendaraan				Kg/Cm2	MPa			
1.	Jalan Raya dengan lalu lintas berat dan truk berat dengan muatan berlebihan, seperti di T				400	40			
2.	Jalan Raya dengan truk ringan sampai sedang, truk berat relatif sedikit.				350	35			
3.	Jalan Kota untuk kendaraan ringan saja.				300	30			
4.	Lapangan Parkir Mobil, bukan truk.				250 – 300	25 – 30			
Sumber : Alik Ansori Alamsyah, 2006									

Sumber : Hasil perhitungan, 2019

4.2.1. Beban Lalu-Lintas

Tabel 4.3. Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga perhari > 5 ton

Jenis Kendaraan	Jumlah		Beban sumbu				Konfigurasi Sumbu			
	kendaraan	sumbu	depan	Tengah	belakang 1	belakang 2	depan	Tengah	belakang 1	belakang 2
Kendaraan ringan 2 ton (1 + 1)	2.000	4.000	1	0	1		STRT	-	STRT	-
Bus kecil 10 ton (5 + 5)	75	150	5	0	5		STRT		STRT	
Bus Besar 13 ton (5 + 8)	125	250	5	0	8		STRT		STRT	
Truck Ringan 2 sumbu 10 ton (5 + 5)	500	1.000	5	0	5		STRT		STRT	
Truck Sedang 2 sumbu 13 ton (5 + 8)	215	430	5	0	8		STRT		STRT	
Truck tandem 3 sumbu 20 ton (6 + 7.7)	190	570	6	0	14		STRT		SGRG	
Truck tandem 5 sumbu 30 ton (6 + 7.7+5+5)	140	700	6	14	5	5	STRT	SGRG	STRT	STRT
Truck tandem 5 sumbu 40 ton (6 + 7.7+10+10)	75	375	6	14	10	10	STRT	SGRG	STRG	STRG
	3.320	7.475								

Sumber : Hasil perhitungan

Keterangan:

STRT = Sumbu Tunggal Roda Tunggal

STRG = Sumbu Tunggal Roda ganda

SGRG = Sumbu Ganda Roda Ganda

Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN)

Koefisien distribusi (Cd) = 0.5 (tabel 4.5.)

Faktor Keamanan Beban(FKb) = 1,0 (tabel 4.6.)

R = 12 (tabel 4.7.)

Di dapat dari tabel:

Tabel 4.4. Koefisien Distribusi Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana

Koefisien Distribusi Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana				
Jum Kendaraan Niaga				
Lajur			1 Arah	2 Arah
1 Lajur			1	1
2 Lajur			0,7	0,5
3 Lajur			0,5	0,475
4 Lajur			-	0,45
5 Lajur			-	0,425
6 Lajur			-	0,4

Sumber : Alik Ansori Alamsyah, 2006

Tabel 4.5. Faktor Keamanan Beban (F_{KB})

No.	Penggunaan	Nilai (F_{KB})
1	Jalan bebas hambatan utama (major freeway) dan jalan berjalur banyak, yang airan lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan lalu lintas dari hasil survey 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 : Alik Ansori Alamsyah, 2006

Tabel 4.6. 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

Sumber : Alik Ansori Alamsyah, 2006

$$\begin{aligned}
 SKN &= 365 \times JSKNH \times R \\
 &= 365 \times 7475 \times 13,2 \\
 &= \mathbf{36.014.550}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.7. Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien Distribusi(C) kendaraan niaga pada lajur rencana

Jumlah lajur	Kendaraan Niaga	
	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,000
2 lajur	0,70	0,500
3 lajur	0,50	0,475
4 lajur	-	0,450
5 lajur	-	0,425
6 lajur	-	0,400

Sumber :SKBI 2.3.28.1988

4.2.2. Perhitungan Repetisi Sumbu

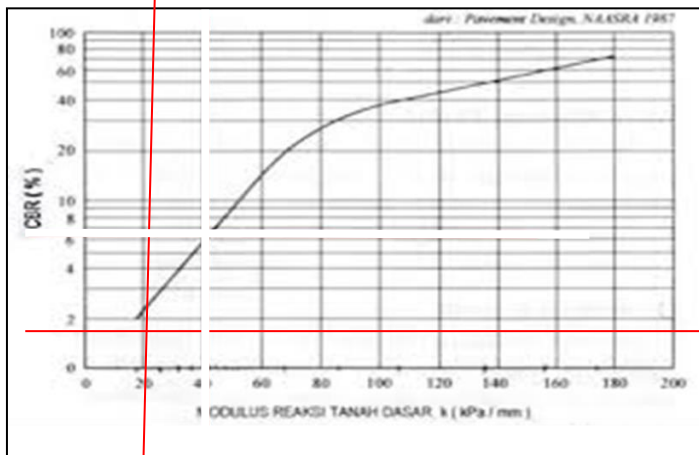
Tabel 4.8. Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

Konfigurasi Sumbu	Beban	Persentase Konfigurasi		JKSN	CD	Jumlah Repetisi Selama umur rencana
	Sumbu (ton)	Sumbu (%)				
STRT	1	2.000	7.475	36.014.550,00	0,45	4.336.200
STRT	5	75	7.475	36.014.550,00	0,45	162.608
STRT	5	125	7.475	36.014.550,00	0,45	271.013
STRT	5	500	7.475	36.014.550,00	0,45	1.084.050
STRT	5	215	7.475	36.014.550,00	0,45	466.142
STRT	6	190	7.475	36.014.550,00	0,45	411.939
STRT	6	140	7.475	36.014.550,00	0,45	303.534
STRT	6	75	7.475	36.014.550,00	0,45	162.608
STRT	1	2.000	7.475	36.014.550,00	0,45	4.336.200
STRT	5	75	7.475	36.014.550,00	0,45	162.608
STRT	8	125	7.475	36.014.550,00	0,45	271.013
STRT	5	500	7.475	36.014.550,00	0,45	1.084.050
STRT	8	215	7.475	36.014.550,00	0,45	466.142
STRT	5	140	7.475	36.014.550,00	0,45	303.534
STRT	5	140	7.475	36.014.550,00	0,45	303.534
STRG	10	75	7.475	36.014.550,00	0,45	162.608
STRG	10	75	7.475	36.014.550,00	0,45	162.608
SGRG	14	140	7.475	36.014.550,00	0,45	303.534
SGRG	14	75	7.475	36.014.550,00	0,45	162.608
						14.916.528

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.3. Perhitungan Kekuatan Reaksi Tanah Dasar (k)

Nilai CBR Segmen = 1% ; didapatkan nilai k = 22 kPa/mm



Gambar 4.1. Perhitungan Kekuatan Reaksi Tanah Dasar

4.2.4. Perhitungan Kekuatan Tebal Plat Beton

Diketahui ;

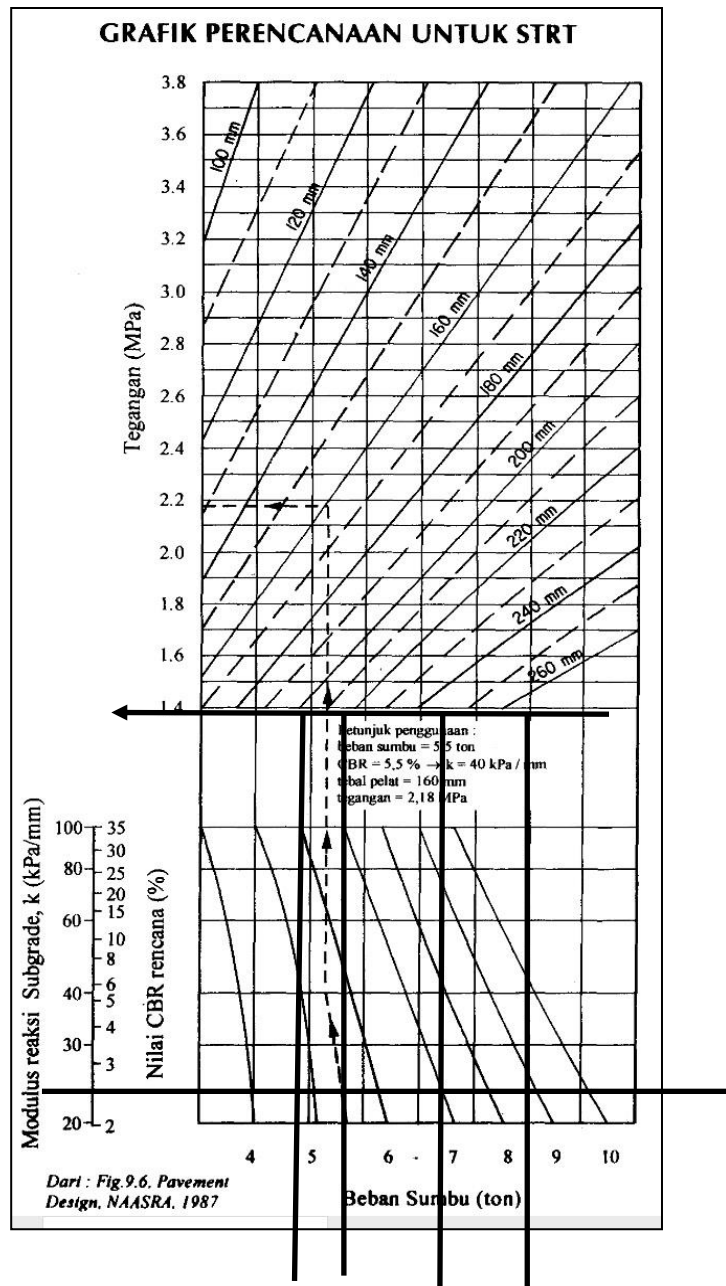
Faktor Keamanan Beban (FKb) = 1,2 (tabel 4.6.)

Tabel 4.9. Perhitungan Prosentase Fatig sebagai menentu tebal plat beton

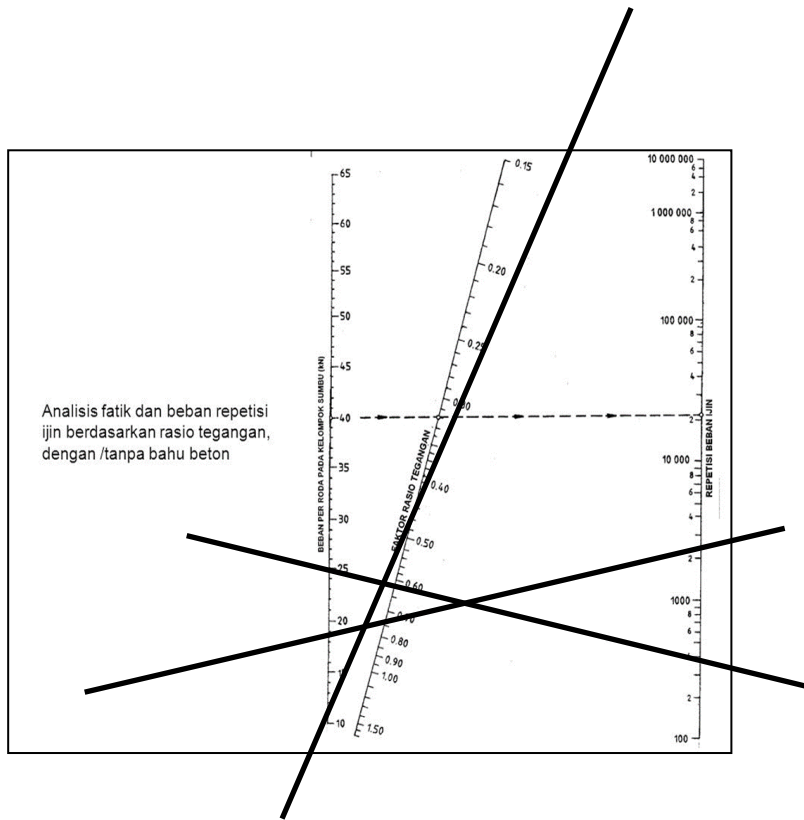
Koef Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Beban Rencana FK= 1,1	Repetisi Beban	Repetisi Beban x 1,1	Tegangan yang terjadi (Mpa)		Perbandingan Tegangan	Jumlah repetisi beban yang diijinkan	Presentase Fatigue (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
STRT	1	1,1	4.336.200	4.769.820	0	3,88	0,000	29.932.366	0,16
STRT	5	5,5	162.608	178.868	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,00
STRT	5	5,5	271.013	298.114	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,01
STRT	5	5,5	1.084.050	1.192.455	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,03
STRT	5	5,5	466.142	512.756	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,01
STRT	6	6,6	411.939	453.133	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,01
STRT	6	6,6	303.534	333.887	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,01
STRT	6	6,6	162.608	178.868	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,00
STRT	1	1,1	4.336.200	4.769.820	0	3,88	0,000	39.909.821	0,12
STRT	5	5,5	162.608	178.868	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,00
STRT	8	8,8	271.013	298.114	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,01
STRT	5	5,5	1.084.050	1.192.455	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,03
STRT	8	8,8	466.142	512.756	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,01
STRT	5	5,5	303.534	333.887	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,01
STRT	5	5,5	303.534	333.887	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,01
STRG	10	11	162.608	178.868	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,00
STRG	10	11	162.608	178.868	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,00
SGRG	14	15,4	303.534	333.887	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,01
SGRG	14	15,4	162.608	178.868	1,4	3,88	0,361	39.909.821	0,00
								Jumlah	0,45

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan tebal Plat 28 Cm, ternyata jumlah Fatigue 45% < 100% artinya ketebalan plat 28 Cm sudah mampu menahan beban repetisi kendaraan rencana. Berdasarkan Gambar 4.4. diperlukan Lapis Pondasi Agregat minimum 15 cm dan *Lean concrete* minimum 10 cm.

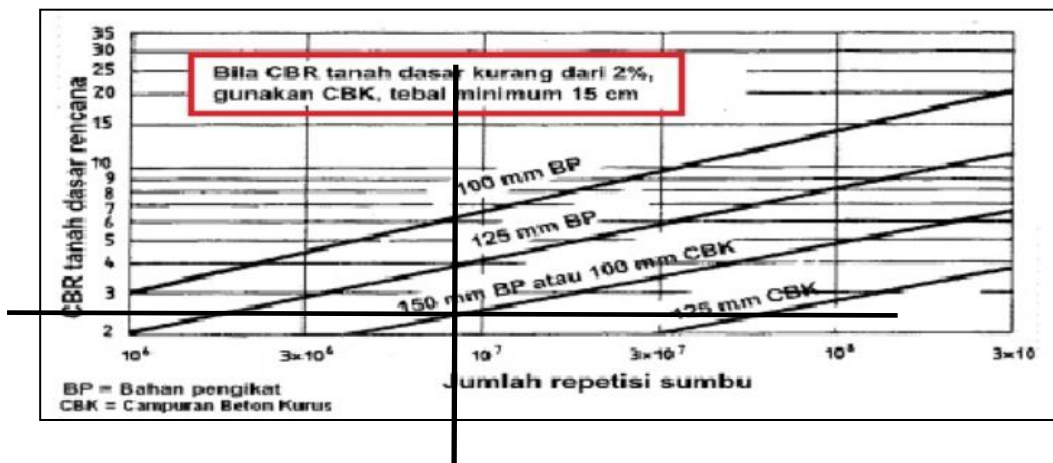


Gambar 4.2. Perhitungan Tegangan yang terjadi



Gambar 4.3. Perhitungan Beban Repetisi yang diijinkan

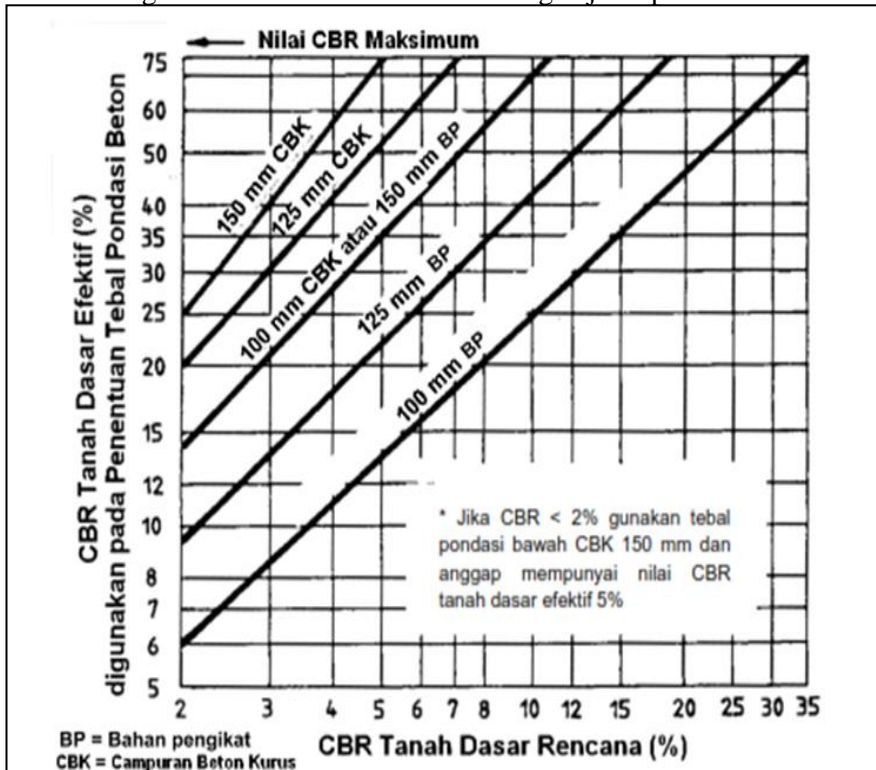
Jumlah Beban Repetisi Sumbu = $4,9 \times 10^6$



Gambar 4.4. Perhitungan Lapis Pondasi dan Lean Concrete

4.2.5. Menentukan CBR Efektif

Menentukan CBR efektif dan tebal pondasi berdasarkan gambar grafik hubungan CBR tanah dasar rencana dengan jenis pondasi.



Gambar 4.5. CBR Tanah Dasar Efektif Dan Tebal Pondasi Bawah

Jenis dan tebal lapis pondasi : = BP.150 mm & CBK 150 mm

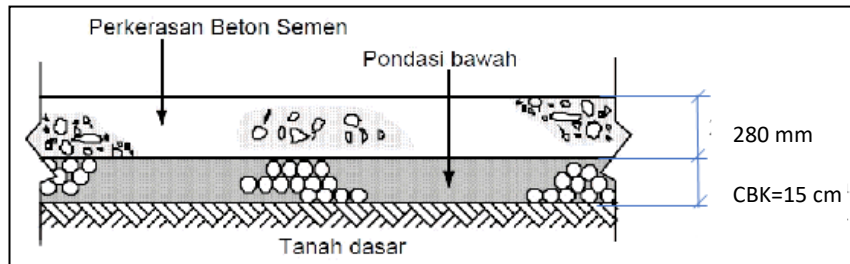
CBR tanah dasar : = 1 %

CBR efektif : = 5 % (Gambar 4.5.)

Tebal pelat beton : = 28 cm (hasil perhitungan)

Tebal Agregat Pondasi minimum = 15 cm

Tebal Lean Concret minimum = 15 cm



Gambar 4.6. Hasil tebal perkerasan kaku

4.2.6. Perhitungan Penulangan Dowel (Ruji)

Pekerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan..

- Tebal Pelat : 280 mm (28 cm)
- Lebar Pelat : 2 x 7 m
- Panjang pelat : 5 m
- Sambungan susut dipasang setiap 5 m.

Tabel 4.10. Ukuran dan jarak dowel (ruji)

Tebal Perker	Pelat rasan	Dowel					
		diameter		panjang		jarak	
inci	mm	Inci	mm	inci	mm	inci	mm
6	150	$\frac{3}{4}$	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 $\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
10	250	1 $\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
11	275	1 $\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
12	300	1 $\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300
13	325	1 $\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300
14	350	1 $\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300

Sumber :Principles of pavement Design by Yoder & Witzcak, 1975

Dowel berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan, yang dipasang dengan separuh panjang terikat dan separuh panjang dilumasi atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser

PERHITUNGAN DOWEL :

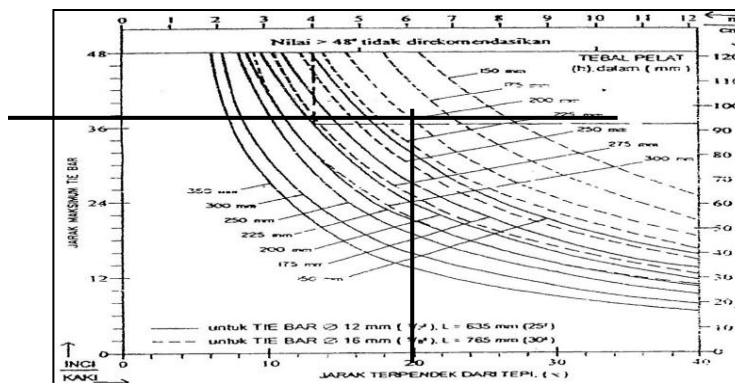
Panjang Besi Dowel	=	45	Cm
Jarak Antar Ruji	=	30	Cm
Diamter Ruji	=	32	mm



Gambar 4.7. Gambar Pembesian Dowel (Ruji)

4.2.7. Perhitungan Penulangan Tie Bar

- Tie bar dirancang untuk memegang plat sehingga teguh, dan dirancang untuk menahan gaya-gaya tarik maksimum. Tie bar tidak dirancang untuk memindah beban.

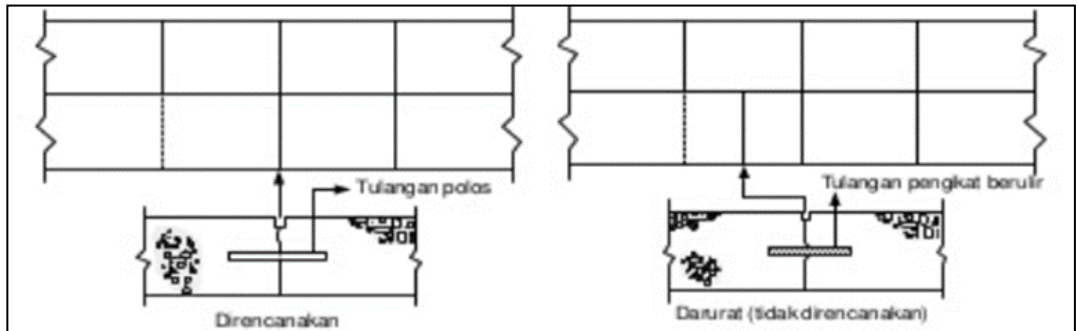


Gambar 4.8. Grafik jarak maksimum Tie Bar

Dari pembacaan grafik diatas, maka pada rencana lebar 5 m dan tebal plat 0.20 m memerlukan *Tiebar* \varnothing 16 mm dengan jarak minimum 20 inci = 50 cm dan Jarak Maksimum 38 inci = 95 Cm, diambil Jarak Tie Bar 60 cm dengan Diamter besi 16 mm dan Panjang Tie Bar adalah 85. (Sesuai persyaratan dalam Petunjuk Metode Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003.

Hasil Perhitungan Tie Bar :

Panjang Besi Tie Bar	=	84	Cm
Jarak Antar Tier Bar	=	60	Cm
Diamter Tie Bar	=	20	mm



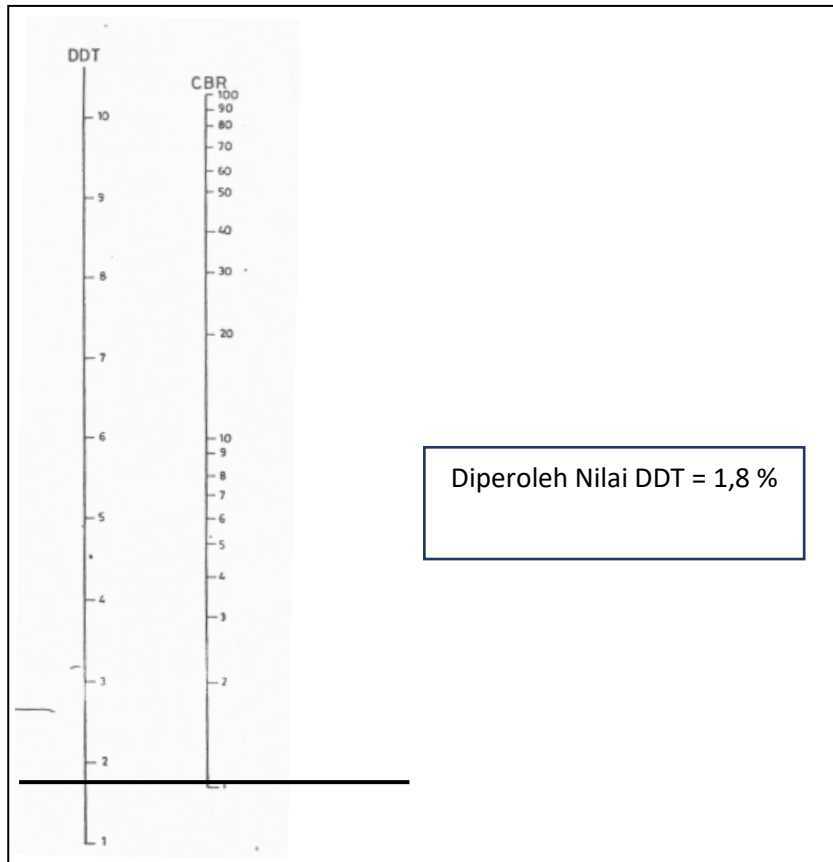
Gambar 4.9. Gambar Penulangan *Tie Bar*

4.3. Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Motode Analisa Komponen

4.3.1. Perhitungan DDT dan CBR

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi (gambar 4.5).

Nilai CBR segmenn yang digunakan adalah 1 %



Gambar 4.10. Korelasi CBR dan DDT

Sumber : Metode Analisa Komponen Binamarga

Dengan Cara Analitis :

$$\begin{aligned}
 \text{DDT} &= 4,3 \log \text{CBR} + 1,7 \\
 &= 4,3 \log 1 + 1,7 \\
 &= 1,8 \%
 \end{aligned}$$

Jadi Nilai Daya Dukung Tanah (DDT) adalah 1,8 % baik dengan menggunakan Grafik maupun perhitungan secara Analitis.

4.3.2. Perhitungan Lalu-Lintas

1. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut daftar di bawah ini:

Tabel 4.11. Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
$L < 5,50\text{m}$	1 jalur
$5,50\text{m} \leq L < 8,25\text{m}$	2 jalur
$8,25\text{m} \leq L < 11,25\text{m}$	3 jalur
$11,25\text{m} \leq L < 15,00\text{m}$	4 jalur
$15,00\text{m} \leq L < 18,75\text{m}$	5 jalur
$18,75\text{m} \leq L < 22,00\text{m}$	6 jalur

Sumber : Metode Analisa Komponen Binamarga

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut daftar di bawah ini:

Tabel 4.12. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan*)		Kendaraan Berat**)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,000
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,500
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,450
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,400

Sumber : Metode Analisa Komponen Binamarga

*)berat total < 5 ton, misalnya mobil penumpang, pickup, mobil hantaran

**)berat total > 5 ton, misalnya, bus, truk, traktor, semi trailer, trailer.

4.3.3. Angka Ekivalen (E) dan Sumbu Kendaraan

Angka Ekivalen (E) masing – masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus daftar di bawah ini:

Tabel 4.13. Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber : Metode Analisa Komponen Binamarga

4.3.4. Menentukan LHR

- Data Lalu-Lintas hasil survey lapangan adalah sebagai berikut:
- Pertumbuhan Lalu-lintas (i) = 6% pertahun
- Umur Rencana (UR) = 10 Tahun
- Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LHR = \text{Jumlah Kendaraan} \times (1 - i)^n$$

Dimana :

i = Pertumbuhan Lalu-lintas

n = Jumlah Tahun Rencana

4.3.4.1. Menentukan LHR

Dari data lapangan yang bersumber dari Satker Pengelolaan Jalan Perbatasan didapatkan hasil LHR sebagai berikut:

Tabel 4.14. LHR Lapangan

Kendaraan ringan 2 ton (1 + 1)	=	2.000 kendaraan
Bus kecil 10 ton (5 + 5)	=	75 kendaraan
Bus Besar 13 ton (5 + 8)	=	125 kendaraan
Truck Ringan 2 sumbu 10 ton (5 + 5)	=	500 kendaraan
Truck Sedang 2 sumbu 13 ton (5 + 8)	=	215 kendaraan
Truck tandem 3 sumbu 20 ton (6 + 7.7)	=	190 kendaraan
Truck tandem 5 sumbu 30 ton (6 + 7.7+5+5)	=	140 kendaraan
Truck tandem 5 sumbu 40 ton (6 + 7.7+10+10)	=	75 kendaraan
		3.320 kend/hr/2 jurusan

Sumber : Bidang Perancangan Jalan DPUBMP Surabaya

4.3.4.2. Menentukan LHR Awal Umur Rencana

Dari data LHR Lapangan dengan memprediksi pembangunan jalan dalam kurun waktu 2 tahun dapat diselesaikan, maka dapat dihitung LHR Awal Umur Rencana sebagai berikut:

Tabel 4.15. LHR Awal Umur Rencana

LHR umur rencana $n=2$ tahun dan $i=6\%$		
Kendaraan ringan 2 ton (1 + 1)	=	2.247 kendaraan
Bus kecil 10 ton (5 + 5)	=	84 kendaraan
Bus Besar 13 ton (5 + 8)	=	140 kendaraan
Truck Ringan 2 sumbu 10 ton (5 + 5)	=	562 kendaraan
Truck Sedang 2 sumbu 13 ton (5 + 8)	=	242 kendaraan
Truck tandem 3 sumbu 20 ton (6 + 7.7)	=	213 kendaraan
Truck tandem 5 sumbu 30 ton (6 + 7.7+5+5)	=	157 kendaraan
Truck tandem 5 sumbu 40 ton (6 + 7.7+10+10)	=	84 kendaraan

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.4.3. Menentukan LHR Akhir Umur Rencana

Dari data LHR Awal Umur Rencana dengan mengambil umur rencana adalah 10 tahun, maka dapat dihitung LHR Akhir Umur Rencana (Masa Pelayanan) sebagai berikut:

Tabel 4.16. LHR Akhir Umur Rencana

LHR Pada tahun ke 10 akhir umur rencana $(1+i)^n$	$i=6\%$	
Kendaraan ringan 2 ton (1 + 1)	=	3.582 kendaraan
Bus kecil 10 ton (5 + 5)	=	134 kendaraan
Bus Besar 13 ton (5 + 8)	=	224 kendaraan
Truck Ringan 2 sumbu 10 ton (5 + 5)	=	895 kendaraan
Truck Sedang 2 sumbu 13 ton (5 + 8)	=	385 kendaraan
Truck tandem 3 sumbu 20 ton (6 + 7.7)	=	340 kendaraan
Truck tandem 5 sumbu 30 ton (6 + 7.7+5+5)	=	251 kendaraan
Truck tandem 5 sumbu 40 ton (6 + 7.7+10+10)	=	134 kendaraan

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.5. Menentukan Angka Ekivalen

Angka Ekivalen kendaraan didapat dengan menambahkan beban gandar kendaraan sesuai sesuai angka ekivalen dan beban sumbu kendaraan sesuai tabel 4.13.

Tabel 4.17. Perhitungan Angka Ekivalen Kendaraan

Nilai Ekivalen (E) masing masing kendaraan

Kendaraan ringan 2 ton (1 + 1)	=	0,0002	+	0,0002	=	0,0004				
Bus kecil 10 ton (5 + 5)	=	0,1410	+	0,1410	=	0,2820				
Bus Besar 13 ton (5 + 8)	=	0,1410	+	0,9238	=	1,0648				
Truck Ringan 2 sumbu 10 ton (5 + 5)	=	0,1410	+	0,1410	=	0,2820				
Truck Sedang 2 sumbu 13 ton (5 + 8)	=	0,1410	+	0,9238	=	1,0648				
Truck tandem 3 sumbu 20 ton (6 + 7.7)	=	0,2923	+	0,7452	=	1,0375				
Truck tandem 5 sumbu 30 ton (6 + 7.7+5+5)	=	0,2923	+	0,7452	+	0,1410	+	0,1410	=	1,3195
Truck tandem 5 sumbu 40 ton (6 + 7.7+10+10)	=	0,2923	+	0,7452	+	2,2555	+	2,2555	=	5,5485

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.6. Menentukan Angka Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR \times C_j \times E_j \quad \dots\dots(4.1)$$

Dimana :

J = jenis kendaraan

Tabel 4.18. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan*)		Kendaraan Berat**)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1lajur	1,00	1,00	1,00	1,000
2lajur	0,60	0,50	0,70	0,500
3lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4lajur	-	0,30	-	0,450
5lajur	-	0,25	-	0,425
6lajur	-	0,20	-	0,400

Sumber : Metode Analisa Komponen Binamarga

Karena jalan 4 lajur 2 arah, maka di dapat Koefisien (c) sebagai berikut:

dimana; < 5 ton = Ringan = 0,5

> 5 ton = Berat = 0,5

Tabel 4.19. Perhitungan Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

C x LHR x E								
Kendaraan ringan 2 ton (1 + 1)	=	0,45	x	2.000	x	0,0004	=	0,36
Bus kecil 10 ton (5 + 5)	=	0,45	x	75	x	0,2820	=	9,52
Bus Besar 13 ton (5 + 8)	=	0,45	x	125	x	1,0648	=	59,90
Truck Ringan 2 sumbu 10 ton (5 + 5)	=	0,45	x	500	x	0,2820	=	63,45
Truck Sedang 2 sumbu 13 ton (5 + 8)	=	0,45	x	215	x	1,0648	=	103,02
Truck tandem 3 sumbu 20 ton (6 + 7.7)	=	0,45	x	190	x	1,0375	=	88,71
Truck tandem 5 sumbu 30 ton (6 + 7.7+5+5)	=	0,45	x	140	x	1,3195	=	83,13
Truck tandem 5 sumbu 40 ton (6 + 7.7+10+10)	=	0,45	x	75	x	5,5485	=	408,08
								<u>816,15</u>

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.7. Menentukan Angka Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Lintas Ekivalen Akhir (LEA) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} x C_j x E_j \quad \dots\dots(4.2)$$

Dimana :

J = jenis kendaraan

UR = 10 Tahun

Tabel 4.20. Perhitungan Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

C x LHR x E								
Kendaraan ringan 2 ton (1 + 1)	=	0,45	x	3.582	x	0,0004	=	0,64
Bus kecil 10 ton (5 + 5)	=	0,45	x	134	x	0,2820	=	17,04
Bus Besar 13 ton (5 + 8)	=	0,45	x	224	x	1,0648	=	107,26
Truck Ringan 2 sumbu 10 ton (5 + 5)	=	0,45	x	895	x	0,2820	=	113,63
Truck Sedang 2 sumbu 13 ton (5 + 8)	=	0,45	x	385	x	1,0648	=	184,49
Truck tandem 3 sumbu 20 ton (6 + 7.7)	=	0,45	x	340	x	1,0375	=	158,86
Truck tandem 5 sumbu 30 ton (6 + 7.7+5+5)	=	0,45	x	251	x	1,3195	=	148,87
Truck tandem 5 sumbu 40 ton (6 + 7.7+10+10)	=	0,45	x	134	x	5,5485	=	335,36
								<u>1.066,16</u>

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.8. Menentukan Angka Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

- Lintas Ekuivalen Tengah (LET) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{LET} &= \frac{1}{2} \times (\text{LEP} + \text{LEA}) && \dots\dots(4.3) \\ &= \frac{1}{2} \times (816 + 1.006) \\ &= 941 \end{aligned}$$

- Lintas Ekuivalen Rencana (LER) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP} \quad \dots\dots(4.4)$$

Faktor penyesuaian (FP) tersebut di atas ditentukan dengan Rumus:

$$\text{FP} = \frac{\text{UR}}{10} \quad \dots\dots(4.5)$$

Sehingga menjadi

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \frac{\text{UR}}{10} \\ &= 941 \times (10/10) \\ &= 941 \end{aligned}$$

4.3.9. Menentukan Faktor Regional (FR)

- Kelandaian Jalan rata-rata = 7,5 %
 Curah Hujan = 300 mm/tahun (data bps Berau, tahun 2018)
 Maka, didapat FR = 1,5 s/d 2 (tabel 4.21)

Tabel 4.21. Regional (FR)

	Kelandaian I (< 6 %)		Kelandaian II (6 – 10 %)		Kelandaian III (> 10 %)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber : Metode Analisa Komponen Binamarga

4.3.10. Menentukan IPo dan IPt

Indeks Permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut di bawah ini:

- IPt = 1,0 : adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.
- IPt = 1,5: adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).
- IPt = 2,0: adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap
- IPt = 2,5: adalah menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan indeks permukaan (IPt) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER), menurut daftar di bawah ini:

Tabel 4.22. Indeks Permukaan Pada rencana Akhir umur (rencana IPt)

LER= Lintas Ekivalen Rencana*)	Klasifikasi Jalan			
	Local	kolektor	arteri	tol
<10	1,0–1,5	1,5	1,5–2,0	-
10–100	1,5	1,5–2,0	2,0	-
100–1000	1,5–2,0	2,0	2,0–2,5	-

Berdasarkan tabel 4.22., IPt yang digunakan 2

Tabel 4.23. Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (rencana IPo)

Jenis Permukaan	IPo	Roughness *) (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

Berdasarkan tabel 4.23, IPo direncanakan menggunakan Laston, dengan nilai IPo $\geq 4,00$

4.3.11. Menentukan ITP dari Nomogram

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai

$$\text{IPo} \geq 4,00;$$

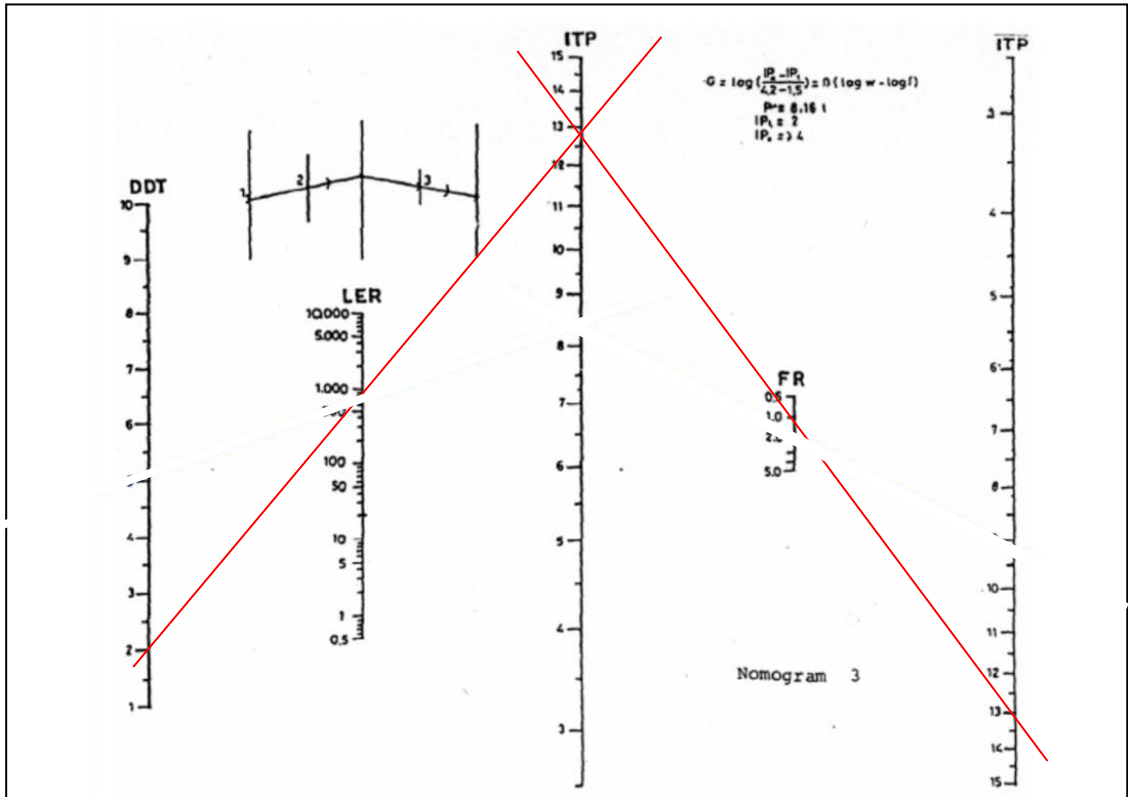
$$\text{IPt} = 2,00$$

$$\text{DDT} = 5,122$$

$$\text{LER}_{10} = 941$$

$$\text{FR} = 1,5 \text{ s/d } 2$$

Sehingga dapat ditarik garis hubungan menggunakan nomogram 3 dengan Nilai $IP_0 \geq 4$; $IP_t = 2$; pada gambar 4.11., dan diperoleh $ITP = 9,3$



Gambar 4.11. Nomogram 3 untuk $IP_t = 2$ dan $IP_0 \geq 4$

4.3.12. Menentukan Koefisien Relatif Bahan

Bahan Perkerasan yang digunakan adalah :

Laston (Ms 744)	=	a1	= 0,40 (tabel 4.24)
Agregat Kelas A (CBR 100 %)	=	a2	= 0,14 (tabel 4.24)
Lapis Pondasi bawah Klas B (50%)	=	a3	= 0,12 (tabel 4.24)

Data koefisien Kekuatan Relatif a didapat dari tabel 4.24

Tabel 4.24. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	
0,35	-	-	590	-	-	Laston
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	Lasbutag
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal macadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	
-	0,26	-	454	-	-	Laston Atas
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	
-	0,13	-	-	18	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

Sumber : Perhitungan Metode Analisa Komponen Binamarga

Tabel 4.25. Batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan untul lapis pondasi

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah Batu pecah, stabilisasi tanah
3,00 – 7,49	<u>20</u>	Laston Atas
7,50 – 9,99	<u>10</u> 20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah
10 – 12,14	15 20	Laston Atas Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah
≥12,25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah

Sumber : Perhitungan Metode Analisa Komponen Binamarga

4.3.13. Menghitung Tebal Perkerasan

Perhitungan perencanaan ini didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan jangka panjang, dimana penentuan tebal perkerasan dinyatakan oleh ITP (Indeks Tebal Perkerasan), dengan rumus sebagai berikut :

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

a_1, a_2, a_3 = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan (tabel 4.17)

D_1, D_2, D_3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm).

Angka 1, 2 dan 3 : masing-masing untuk lapis permukaan, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah

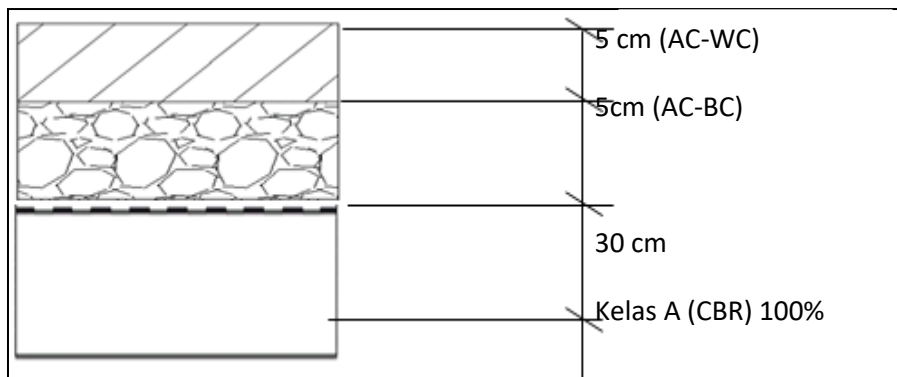
D_1 (Laston) / Lapis Permukaan direncanakan dengan tebal 4 cm

D_2 (agregat Klas A ditentukan 10 cm

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

13	=	0,4	d1	+	0,14	d2	+	0,12	d3
13	=	0,4	d1	+	0,14	30	+	0,12	40,00
13	=	0,4	d1	+	9,00				
0,4d1	=	13	-	9,00					
0,4d1	=	4,00							
d1	=	10,00	cm						

Menurut SKBI – 2.3.26.1987 UDC : 625.73 (02) untuk ketebalan lapis pondasi yang mempunyai nilai ITP < 3,00 ditetapkan tebal minimumnya sebesar 15 cm maka dari itu untuk lapis pondasi pada perencanaan ini menggunakan tebal 40 cm untuk LPB dan 30 cm untuk LPA.



Gambar 4.12. Hasil tebal perkerasan lentur

4.4. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

4.4.1. Rencana Anggaran Biaya Rigid Pavement

Rencana Anggaran Biaya (RAB) struktur perkerasan kaku (*rigid pavement*) berdasarkan HSPK Pemerintah Kota Surabaya Tahun 2019, dan dihasilkan gambaran anggaran pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:

Tabel 4.26. Rekapitulasi Anggaran Biaya Rigid Pavement

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Nama Kegiatan : PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAN REHABILITASI JALAN DAN JEMBATAN
 Nama Pekerjaan : BIAYA PERENCANAAN FISIK (Tidak Sederhana) NILAI PEKERJAAN 600 JUTA
 Lokasi Pekerjaan : Jalan Akses Rusun TPI - PPI ROMOKALISARI
 Tahun Anggaran : 2019

NO.	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SAT.	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
I. PEKERJAAN PENDAHULUAN					
1	Persiapan dan Sewa Direksi Keet	1,00	Ls	1.620.000,00	1.620.000,00
2	Uitzet Dengan waterPass / Theodolit	1,00	Ls	888.800,00	888.800,00
3	Pasang Papan Nama Proyek	1,00	Unit	409.285,00	409.285,00
4	Pasang rambu pengaman lalu lintas	1,00	Ls	927.785,00	927.785,00
5	Mobilisasi dan Demobilisasi	1,00	Ls	8.000.000,00	8.000.000,00
6	Pengukuran dan Pemasangan Bouwplank (Uitzet)	68,00	Ttk	103.410,00	7.031.880,00
7	Pembongkaran Pasangan Lama	12,50	M3	118.675,00	1.483.437,50
SUB TOTAL I					20.361.187,50
II. PEKERJAAN TANAH					
1	Galian Tanah Dengan Alat Berat	3.094,00	M3	41.585,00	128.663.990,00
2	Angkutan Tanah Keluar Proyek	3.094,00	M3	46.725,00	144.567.150,00
3	Agregat Lapis Pondasi Atas (LPA) Klas A Menggunakan Alat	952,00	M3	438.825,00	417.761.400,00
4	Lapisan LMC Beton (Fc = 8,3 Mpa)	714,00	M3	359.595,00	256.750.830,00
5	Pemasangan Lapisan Geotextile Tipe Woven	4.760,00	M2	39.395,00	187.520.200,00
6	Urugan Sirtu (PADAT)	1.428,00	M3	296.225,00	423.009.300,00
SUB TOTAL II					1.558.272.870,00
III. PEKERJAAN JALAN BETON DAN PASANGAN					
1	Pemasangan Plastik Polythene	4.760,00	M2	21.555,000	102.601.800,000
2	Besi Tulangan Support Sengkang Ø 8	3.163,02	Kg	15.865,000	50.181.268,031
3	Besi Tulangan Support Ø 10	4.663,49	Kg	15.865,000	73.986.270,289
4	Besi Dowel Ø 32	8.043,20	Kg	15.865,000	127.605.384,121
5	Pemasangan Selongsong PVC 1 1/2 "	160,00	Lonjor	71.545,000	11.447.200,000
6	Pengecatan Anti Karat Dowel	64,01	M2	39.580,000	2.533.347,981
7	Besi Tie Bar D 16	1.545,51	Kg	15.865,000	24.519.464,704
8	Pekerjaan Wire Mesh Besi Wiremesh Ø 8 uk 5.4 x 2.1 m - 15 cm	5.235,68	M2	106.655,000	558.411.237,090
9	Sewa Bekisting Plat Besi	1,00	Ls	10.000.000,000	10.000.000,000
10	Pekerjaan Beton Fc = 29,05 Mpa	1.216,60	M3	1.317.035,000	1.602.304.781,000
11	Pekerjaan Groving	3.930,00	M2	4.500,000	17.685.000,000
12	Pekerjaan Concrete Cutting	1.371,00	M1	17.000,000	23.307.000,000
13	Joint Sealant	292,25	Liter	68.000,000	19.873.000,000
14	Pas. Curbing type B uk. 20x30x50 ; Fc = 29,05 Mpa	690,00	M1	184.480,000	127.291.200,000
15	Spesi 1 Pc : 2 Ps T= 3 Cm	138,00	M2	58.350,000	8.052.300,000
16	Pemasangan Trucuk Bambu dia. 10-12 cm ; P= 1,5 m	880,00	Btng	23.145,000	20.367.600,000
17	Pas. Batu Kali Belah 15/20 (1 PC : 4 Ps)	627,46	M3	1.225.685,000	769.068.310,10
18	Plesteran Halus 1 PC : 4 Ps tb. 1,5 cm	386,00	M2	73.590,000	28.405.740,000
19	Pekerjaan Acian	386,00	M2	43.555,000	16.812.230,000
20	Pasang Benangan 1 PC : 2 Ps	680,00	M1	25.130,000	17.088.400,000
21	Pemasangan Pipa Drainase 2"	200,00	Bh	31.425,000	6.285.000,000
SUB TOTAL III					3.617.826.533,32
IV. PEKERJAAN LAIN-LAIN					
1	Dewatering	1,00	Ls	730.000,000	730.000,000
2	Quality Control Bahan	1,00	Ls	7.775.000,000	7.775.000,000
3	Pembersihan lokasi/lapangan	1,00	Ls	3.000.000,000	3.000.000,000
SUB TOTAL IV					11.505.000,000
Jumlah					5.207.965.590,82
PPN 10 %					520.796.559,08
Jumlah Total					5.728.762.149,90
Dibulatkan					Rp 5.728.762.000,00

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA

Nama Kegiatan : PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAN REHABILITASI JALAN DAN JEMBATAN
 Nama Pekerjaan : BIAYA PERENCANAAN FISIK (Tidak Sederhana) NILAI PEKERJAAN 600 JUTA
 Lokasi Pekerjaan : Jalan Akses Rusun TPI - PPI ROMOKALISARI
 Tahun Anggaran : 2019

NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA	
I.	PEKERJAAN PENDAHULUAN	Rp	20.361.187,50
II.	PEKERJAAN TANAH	Rp	1.558.272.870,00
III.	PEKERJAAN JALAN BETON DAN PASANGAN	Rp	3.617.826.533,32
IV.	PEKERJAAN LAIN-LAIN	Rp	11.505.000,00
	Jumlah	Rp	5.207.965.590,82
	PPN 10 %	Rp	520.796.559,08
	Jumlah Total	Rp	5.728.762.149,90
	Dibulatkan	Rp	5.728.762.000,00
<i>Terbilang : Lima milyar tujuh ratus dua puluh delapan juta tujuh ratus enam puluh dua ribu rupiah</i>			

Sumber : Hasil perhitungan

4.4.2. Rencana Anggaran Biaya Flexible Pavement

Rencana Anggaran Biaya (RAB) Struktur Perkerasan Jalan Lentur (*Flexible Pavement*) berdasarkan HSPK Pemerintah Kota Surabaya Tahun 2019, dan dihasilkan gambaran anggaran pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut:

Tabel 4.27. Rekapitulasi Anggaran Biaya Flexible Pavement**RENCANA ANGGARAN BIAYA**

Nama Kegiatan PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAN REHABILITASI JALAN DAN JEMBATAN
 Nama Pekerjaan BIAYA PERENCANAAN FISIK (Tidak Sederhana) NILAI PEKERJAAN 600 JUTA
 Lokasi Pekerjaan Jalan Akses Rusun TPI - PPI ROMOKALISARI
 Tahun Anggaran 2019

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
DIVISI 1	UMUM				
1.2	Mobilisasi	LS	1	10.166.771	10.166.771
1.8.(1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1	7.000.000	7.000.000
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)				17.166.771
DIVISI 3	PEKERJAAN TANAH				
3.1.(8)	Galian Biasa	M3	3.332	43.262	144.149.744
3.2.(1b)	Timbunan Biasa dari galian	M3	3.332	38.481	128.219.501
3.5.(2a)	Geotekstil Separator Kelas 1	M2	4.760	37.426	178.146.719
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)				450.515.964
DIVISI 5	PERKERASAN BERBUTIR				
5.1.(1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	1.428	372.910	532.516.051
: 5.5.(1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	1.904	357.038	679.801.176
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 5 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)				1.212.317.227
DIVISI 6	PERKERASAN ASPAL				
6.1 (1)(a)	Lapis Resap Pengikat - Prime coat =0,8 ltr/m2	Liter	3808	10977,57015	41.802.587
6.1 (2)(a)	Lapis Perekat - Aspal Cair-Teak Coat = 0,35 ltr/m2	Liter	1666	10017,58379	16.689.295
6.3(5a)	Laston Lapis Aus (AC-WC)= 2,3 ton/m3	Ton	875,84	1.000.943	876.666.344
6.3(6a)	Laston Lapis Antara (AC-BC) = 2,3 ton/m3	Ton	656,88	957.537	628.987.067
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 6 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)				1.564.145.292

Sumber : Hasil perhitungan

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA

Nama Kegiatan PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAN REHABILITASI JALAN DAN JEMBATAN
 Nama Pekerjaan BIAYA PERENCANAAN FISIK (Tidak Sederhana) NILAI PEKERJAAN 600 JUTA
 Lokasi Pekerjaan Jalan Akses Rusun TPI - PPI ROMOKALISARI
 Tahun Anggaran 2019

NO DIVISI	URAIAN	JUMLAH HARGA PEKERJAAN
1	UMUM	17.166.771
3	PEKERJAAN TANAH	450.515.964
5	PERKERASAN BERBUTIR	1.212.317.227
6	PERKERASAN ASPAL	1.564.145.292
	(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keun	3.244.145.254
	(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)	324.414.525
	(C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	3.568.559.780
	(D) JUMLAH DIBULATKAN	3.568.550.000
TERBILANG	TIGA MILYAR LIMA RATUS ENAM PULUH DELAPAN JUTA LIMA RATUS LIMA PULUH RIBU RUPIAH	

Dari Hasil analisis biaya yang dilakukan antara perkerasan kaku (rigid pavement) dan perkerasan lentur (flexible pavement) pada pekerjaan Pelebaran Jalan dihasilkan gambaran sebagai berikut:

1. Biaya Konstruksi Rigid Pavement = Rp. 5.728.762.000,-
2. Biaya Konstruksi Flexible Pavement = Rp. 3.568.550.000,-
3. Selisih Anggaran = Rp. 2.160.212.000,-
4. Selisih (%) = 37,71% terhadap perk.
kaku

4.5. Proyeksi Kelayakan Terhadap Umur Rencana

Berdasarkan hitungan konstruksi awal dihasilkan nilai biaya perkerasan kaku lebih besar terhadap nilai biaya perkerasan lentur. Namun, perlu juga dianalisis terhadap biaya-biaya perawatan terhadap masing-masing struktur perkerasan tersebut selama umur rencana (UR) yaitu 10 tahun sesuai perhitungan teknis, sehingga nanti dapat dibandingkan biaya nama yang paling murah terhadap nilai akhirnya.

4.5.1. Program Perawatan Rutin Perkerasan Lentur Tiap Tahun

Untuk perkerasan lentur diperlukan perawatan rutin tiap setahun sekali untuk mempertahankan kualitas dan umur rencana perkerasan jalan. Adapapun biaya perawatan rutin yang dikeluarkan tiap tahun adalah sebagai berikut :

Tabel 4.28. Rekapitulasi Anggaran Biaya Perawatan Rutin Perkerasan Flexible Pavement Tiap Tahun

RUTIN PERKERASAN LENTUR					
NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
1	Pek Persiapan	1,00	Ls	10.000.000,00	10.000.000,00
2	Lapis Perekat Pengikat (Patching)	761,6	liter	19.480,35	14.836.234,56
3	Laston (AC - WC) (Patching)	175,168	Ton	661.411,58	115.858.143,65
4	Pembersihan Drainase/saluran	680,00	M'	5.500,00	3.740.000,00
5	Pengendalian Tanaman	680,00	M'	1.500,00	1.020.000,00
6	Pemeliharaan Bangunan Pelengkap	1,00	Ls	20.000.000,00	20.000.000,00
				JUMLAH	165.454.378,21
				PPN 10%	16.545.437,82
				JUMLAH TOTAL	181.999.816,03

Sumber : Hasil perhitungan

4.5.2. Program Perawatan Rutin Perkerasan Lentur Tiap 2 Tahun

Untuk perkerasan lentur diperlukan perawatan Berkala tiap 2 tahun sekali untuk mempertahankan kualitas dan umur rencana perkerasan jalan. Adapapun biaya perawatan rutin yang dikeluarkan tiap tahun adalah sebagai berikut :

Tabel 4.29. Rekapitulasi Anggaran Biaya Perawatan Berkala Perkerasan Flexible Pavement Tiap 2 Tahun sekali.

BERKALA PERKERASAN LENTUR					
NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
1	Pek Persiapan	1		10.000.000,00	10.000.000,00
2	Lapis Perekat Pengikat	1904	liter	10.977,57	20.901.293,57
3	Laston Lapis Aus (AC - WC)	437,92	Ton	1.000.943,49	438.333.171,86
4	Marka Jalan Termoplastik	204	M2	230.372,59	46.996.008,36
				JUMLAH	516.230.473,79
				PPN 10%	51.623.047,38
				JUMLAH TOTAL	567.853.521,17

Sumber : Hasil perhitungan

4.5.3. Program Perawatan Berkala Perkerasan Kaku

Untuk perkerasan kaku diperlukan perawatan berkala tiap 5 tahun sekali untuk mempertahankan kualitas dan umur rencana perkerasan jalan. Adapapun biaya perawatan rutin yang dikeluarkan tiap tahun adalah sebagai berikut :

Tabel 4.30. Rekapitulasi Anggaran Biaya Perawatan Berkala Perkerasan Kaku

BERKALA PERKERASAN KAKU					
NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
1	Pek Persiapan	1		10.000.000,00	10.000.000,00
2	Pembersihan Perkerasan Beton (sikat baja)	4.760,00	M2	27.500,00	130.900.000,00
				JUMLAH	140.900.000,00
				PPN 10%	14.090.000,00
				JUMLAH TOTAL	154.990.000,00

Sumber : Hasil perhitungan

4.5.4. Perhitungan Nilai Ekonomi Teknik

Dari hasil perhitungan nilai ekonomi sesuai umur rencana 10 tahun terhadap hasil evaluasi dan perhitungan Teknik untuk konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement) dan konstruksi perkerasan lentur (Flexible pavement) dengan skenario sebagai berikut:

Perkerasan Kaku ; biaya awal besar, by perawatan rutin tidak ada, hanya biaya berkala yang dischedulkan tiap 5 tahun sekali dengan besaran biaya adalah Rp. 154.990.000

Sedangkan Perkerasan Lentur, biayat awal rendah, by perawatan rutin tiap tahun sebesar Rp. 181.999.816,03 dan Perawatan berkala tiap 2 tahun sekali dengan biaya perawatan berkala sebesar Rp. 567.853.521,17. Dengan menggunakan Metode prinsip *Deret Seragam*, dihasilkan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.31. Skema Perawatan Perkerasan Lentur dan Kaku

No	Uraian Kegiatan Perawatan	Nilai (Rp)	Keterangan
A	Perkerasan Kaku		
1	Perawatan Rutin	Tidak ada	Tiap tahun
2	Perawatan Berkala	154.990.000	Tiap 5 tahun
B	Perkerasan Lentur		
1	Perawatan Rutin	181.999.816,03	Tiap tahun
2	Perawatan Berkala	567.853.521,17	Tiap 2 tahun

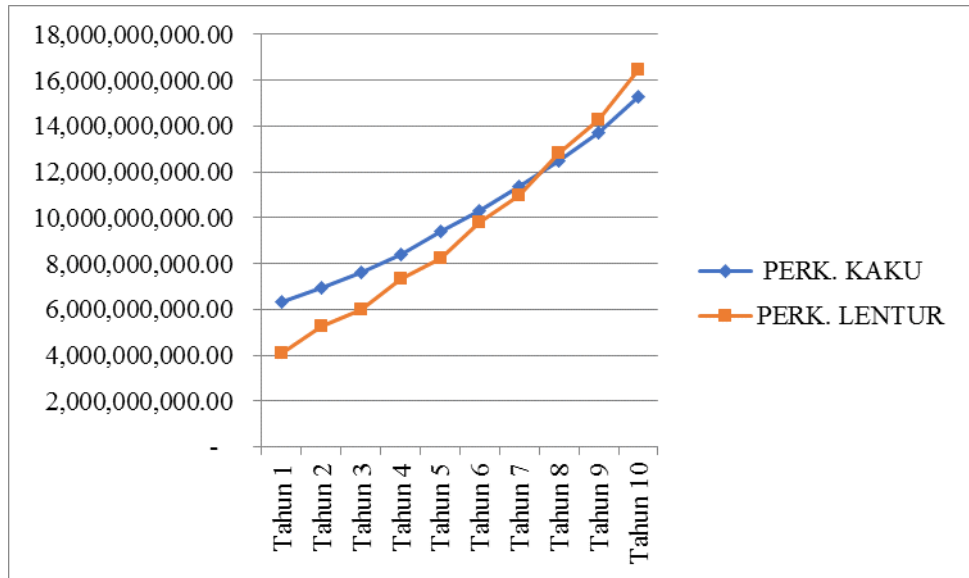
Sumber : Analisis peneliti, 2019

Tabel 4.32. Analisa Ekonomi terhadap besaran biaya sesuai umur rencana konstruksi 10 tahun dengan suku bunga 10 %
 Diketahui : Tingkat Suku Bunga Bank ($i = 10\%$ pertahun)
 Umur Rencana Perkerasan Jalan adalah 10 tahun

PERKERASAN KAKU											
	0.1	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4	Tahun 5	Tahun 6	Tahun 7	Tahun 8	Tahun 9	Tahun 10
suku bunga (F/P, i%, N)	10%	1.1	1.21	1.33	1.46	1.61	1.77	1.95	2.14	2.36	2.59
KONS AWAL	5,728,762,000.00	6,301,638,200.00	6,931,802,020.00	7,624,982,222.00	8,387,480,444.20	9,226,228,488.62	10,148,851,337.48	11,163,736,471.23	12,280,110,118.35	13,508,121,130.19	14,858,933,243.21
RUTIN	-										
BERKALA tiap 5h						154,990,000.00	170,489,000.00	187,537,900.00	206,291,690.00	226,920,859.00	404,602,944.90
total	5,728,762,000.00	6,301,638,200.00	6,931,802,020.00	7,624,982,222.00	8,387,480,444.20	9,381,218,488.62	10,319,340,337.48	11,351,274,371.23	12,486,401,808.35	13,735,041,989.19	15,263,536,188.11

PERKERASAN LENTUR											
	0.1	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4	Tahun 5	Tahun 6	Tahun 7	Tahun 8	Tahun 9	Tahun 10
suku bunga (F/P, i%, N)	10%	1.1	1.21	1.33	1.46	1.611	1.77	1.95	2.14	2.36	2.59
KONS AWAL	3,568,550,000.00	3,925,405,000.00	4,317,945,500.00	4,749,740,050.00	5,224,714,055.00	5,747,185,460.50	6,321,904,006.55	6,954,094,407.21	7,649,503,847.93	8,414,454,232.72	9,255,899,655.99
RUTIN tiap th		181,999,816.03	382,199,613.65	602,419,391.05	844,661,146.18	1,111,127,076.82	1,404,239,600.53	1,726,663,376.61	2,081,329,530.29	2,471,462,299.35	2,900,608,345.31
BERKALA tiap 2th			567,853,521.17	624,638,873.29	1,254,956,281.79	1,380,451,909.97	2,086,350,622.14	2,294,985,684.36	3,092,337,773.97	3,401,571,551.36	4,309,582,227.67
total	3,568,550,000.00	4,107,404,816.03	5,267,998,634.83	5,976,798,314.34	7,324,331,482.97	8,238,764,447.29	9,812,494,229.22	10,975,743,468.17	12,823,171,152.19	14,287,488,083.43	16,466,090,228.97

Sumber : Hasil perhitungan peneliti, 2019



Gambar 4.13. Grafik titik impas UR. 10 Tahun

Dari hasil perhitungan nilai ekonomi terhadap biaya (*cost*) menunjukkan bahwa, nilai akhir sesuai umur rencana 10 tahun terhadap skenario pembiayaan awal dan pembiayaan perawatan (*maintenance*) menunjukkan bahwa tidak terjadi titik impas pada tinjauan Umur Rencana 10 Tahun yang artinya perkerasan lentur dari segi biaya lebih direkomendasikan dibandingkan dengan perkerasan kaku. Adapun hasil Analisa ekonomi dengan menggunakan konsep Nilai F (*Future Value*) dengan $n=10$ tahun menunjukkan hasil sebagai berikut:

Perkerasan Kaku UR. 10 Thn	= Rp.	15.263.536.188,11
Perkerasan Lentur UR. 10 Thn	= Rp.	16.466.090.228,97
Selisih Nilai	= Rp.	1.202.554.040,87
Selisih dalam persen	=	7,30%

Dari hasil perhitungan diatas menunjukkan perkerasan lentur ditinjau dari umur rencana 10 Tahun /(UR.10) memiliki biaya lebih mahal dibandingkan dengan perkerasan kaku sebesar Rp. 1.202.554.040,87 atau 7,30%. dengan demikian dari segi teknis dan kondisi lapangan yang mana ruas jalan tersebut dilalui oleh kendaraan berat CPO dan kondisi jalan sering terjadi banjir perlu dipertimbangkan terhadap penggunaan perkerasan kaku, mengingat perkerasan kaku lebih murah dan tahan terhadap kondisi banjir dan beban repetisi yang berlebih.

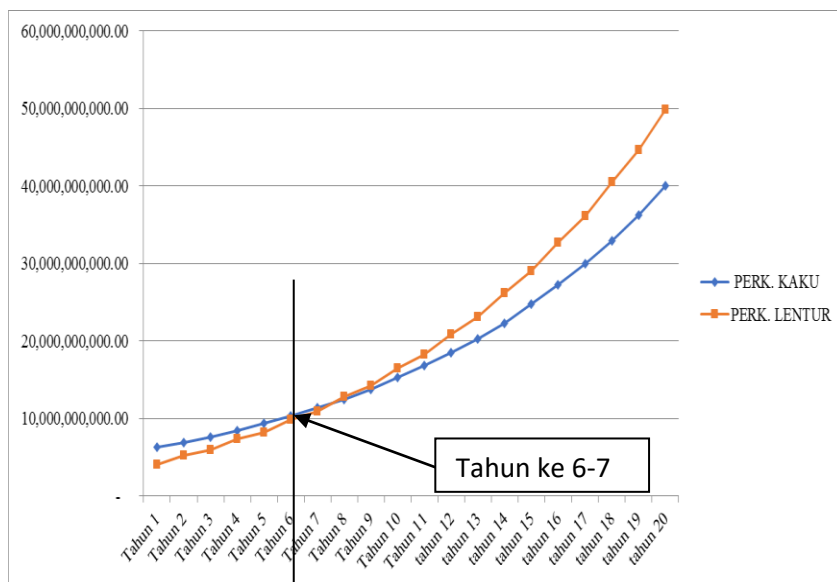
Penulis ingin melihat lebih detail terhadap titik impas dari 2 perkerasan tersebut dengan meninjau umur rencana sampai dengan 20 tahun, mengingat perkerasan kaku dalam perencanaan mampu bertahan sampai dengan UR. 20 tahun dengan menggunakan scenario perawatan berkala. Dan perkerasan lentur juga mampu bertahan 20 tahun dengan skema perawatan rutin dan berkala. Adapun hasil perhitungan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.33. Analisa Ekonomi terhadap besaran biaya sesuai umur rencana konstruksi 10 tahun dengan suku bunga 10%
 Diketahui : Tingkat Suku Bungan Bank ($i = 10\%$ pertahun) ; UR. 20 Tahun

PERKERASAN KAKU											
	0.1	Tahun 11	tahun 12	tahun 13	tahun 14	tahun 15	tahun 16	tahun 17	tahun 18	tahun 19	tahun 20
suku bunga (F/P, %, N)	10%	2.85	3.14	3.45	3.8	4.18	4.59	5.05	5.56	6.12	6.73
KONS AWAL	5,728,762,000.00	16,344,826,567.53	17,979,309,224.28	19,777,240,146.71	21,754,964,161.38	23,930,460,577.52	26,323,506,635.27	28,955,857,298.80	31,851,443,028.68	35,036,587,331.54	38,540,246,064.70
RUTIN	-										
BERKALA tiap 5h		445,063,239.39	489,569,563.33	538,526,519.66	592,379,171.63	806,607,088.79	887,267,797.67	975,994,577.44	1,073,594,035.18	1,180,953,438.70	1,454,038,782.57
total	5,728,762,000.00	16,789,889,806.92	18,468,878,787.61	20,315,766,666.37	22,347,343,333.01	24,737,067,666.31	27,210,774,432.94	29,931,851,876.23	32,925,037,063.86	36,217,540,770.24	39,994,284,847.27

PERKERASAN LENTUR											
	0.1	Tahun 11	Tahun 12	Tahun 13	Tahun 14	Tahun 15	Tahun 16	Tahun 17	Tahun 18	Tahun 19	Tahun 20
Suku bunga (F/P %, N)	10%					4.18	4.59	5.05	5.56	6.12	6.73
KONS AWAL	3,568,550,000.00	10,181,489,621.59	11,199,638,583.75	12,319,602,442.12	13,551,562,686.33	14,906,718,954.97	16,397,390,850.47	18,037,129,935.51	19,840,842,929.06	21,824,927,221.97	24,007,419,944.17
RUTIN tiap th		3,372,668,995.87	3,891,935,711.48	4,463,129,098.65	5,091,441,824.54	5,782,585,823.03	6,542,844,221.35	7,379,128,459.52	8,299,041,121.49	9,310,945,049.67	10,424,039,370.66
BERKALA tiap 2th		4,740,540,450.44	5,782,448,016.66	6,360,692,818.32	7,564,615,621.33	8,321,077,183.46	9,721,038,422.98	10,693,142,265.28	12,330,310,012.98	13,563,341,014.28	15,487,528,636.88
Total	3,568,550,000.00	18,294,699,067.90	20,874,022,311.89	23,143,424,359.10	26,207,620,132.21	29,010,381,961.46	32,661,273,494.80	36,109,400,660.31	40,470,194,063.54	44,699,213,285.92	49,918,987,951.71

Sumber : Hasil perhitungan peneliti, 2019



Gambar 4.14. Grafik titik impas UR. 20 Tahun

Dari hasil perhitungan nilai ekonomi terhadap biaya (*cost*) menunjukkan bahwa, nilai akhir sesuai umur rencana 20 tahun terhadap skenario pembiayaan awal dan pembiayaan perawatan (*maintenance*) menunjukkan bahwa terjadi titik impas pada tahun ke 6 (Enam) yang artinya untuk jangka waktu Panjang sampai UR. 20 tahun perkerasan kaku lebih direkomendasikan dari segi biaya. Adapun hasil Analisa ekonomi dengan menggunakan Analisa “discrete compounding” dengan menggunakan Konsep Nilai F (*Future Value*) dengan $n=20$ tahun menunjukkan hasil sebagai berikut:

Perkerasan Kaku UR. 20 Thn	= Rp. 39.994.284.847,27
Perkerasan Lentur UR. 20 Thn	= Rp. 49.918.987.951,71
Selisih Nilai	= Rp. 9.924.703.104,44
Selisih dalam persen	= 19,88 %

Dari hasil perhitungan diatas menunjukkan perkerasan kaku ditinjau dari umur rencana 20 Tahun /(UR.20) memiliki biaya lebih rendah dibandingkan dengan perkerasan lentur sebesar Rp. 9.924.703.104,44 atau 19,88 %.

Dapat disimpulkan dari analisis yang peneliti lakukan terhadap kedua jenis perkerasan tersebut adalah sebagai berikut:

Ditinjau dari biaya konstruksi awal, perkerasan lentur lebih direkomendasikan dari segi biaya dibandingkan dengan perkerasan kaku dengan perbandingan biaya sebesar Rp. 2.160.212.000,- atau 37,71%.

1. Ditinjau dari umur rencana 10 Tahun /(UR.10) perkerasan kaku lebih direkomendasikan dari segi biaya dibandingkan dengan perkerasan lentur dengan selisih biaya sebesar Rp. 1.202.554.040,87 atau 7,30%
2. Perkerasan kaku lebih direkomendasikan ditinjau dari umur rencana 20 Tahun /(UR.20) memiliki biaya lebih rendah dibandingkan dengan perkerasan lentur sebesar Rp. 9.924.703.104,44 atau 19,88%.

Dari segi biaya investasi dapat disimpulkan untuk umur rencana jangka panjang diatas 10 tahun dan 20 tahun, perkerasan kaku lebih direkomendasikan daripada perkerasan lentur mengingat biaya investasi akhir lebih rendah dibandingkan dengan perkerasan lentur. Dari segi teknis dan kondisi lapangan dimana ruas jalan tersebut berada pada daerah pinggir laut dimana kondisi tanah kurang stabil dan sering terjadi banjir perlu dipertimbangkan terhadap penggunaan perkerasan kaku, mengingat perkerasan kaku lebih tahan terhadap kondisi banjir dan beban repetisi yang berlebih.