



## ANALISA BIAYA INVESTASI DAN BIAYA PEMELIHARAAN ANTARA PERKERASAN KAKU DENGAN PERKERASAN LENTUR PADA RUAS JALAN TUANKU TAMBUSAI, TELUK KUANTAN

**Rhido Putra**

Program Studi Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik,  
Universitas Islam Kuantan Singingi, Indonesia  
Jl. Gatot Subroto KM. 7 Kebun Nenas, Desa Jake, Kab. Kuantan Singingi

### ABSTRAK

Dalam berbagai proyek konstruksi jalan raya, perkerasan kaku dan perkerasan lentur ini telah banyak di gunakan. Untuk biaya konstruksi perkerasan lentur memang lebih murah dari pada biaya konstruksi perkerasan kaku, akan tetapi dalam jangka umur rencana yang sama konstruksi mana yang lebih ekonomis dan efisien. Oleh karena itu penelitian ini untuk mengetahui biaya yang ekonomis untuk konstruksi perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Dengan melakukan proses pengolahan data baik itu data primer dan data sekunder yang kemudian dilakukan analisa terhadap biaya konstruksi, pemeliharaan dan investasi untuk masing-masing jenis perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Sehingga nantinya menghasilkan suatu perbandingan biaya antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur yang dapat menjadi acuan untuk mengetahui jenis perkerasan yang efektif dan efisien yang sebaiknya digunakan untuk Ruas Jalan Tuanku Tambusai, Teluk Kuantan.

**Kata Kunci :** Analisa Biaya, Perkerasan Kaku, Perkerasan Lentur

### 1. PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan suatu lintasan sarana transportasi darat yang berfungsi melewatkan lalu lintas dari suatu tempat ketempat lain. Mengingat pentingnya peran jalan tersebut karena merupakan salah satu penggerak roda perekonomian dan juga sebagai sarana dan prasarana aktivitas masyarakat diberbagai sektor pembangunan daerah seperti disektor perekonomian, sosial, budaya, politik dan keamanan.

Saat ini konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement) lebih disukai dan banyak jalan yang terbuat dari beton telah diberi lapis tambahan berupa lapis aus dan lapis permukaan dengan campuran beraspal. Lapis tambahan ini diberikan agar tidak terjadi retak refleksi kepermukaan lapis beraspal akibat terjadinya muai dan surut pada pelat beton.

Dalam berbagai proyek konstruksi jalan raya, perkerasan kaku dan perkerasan lentur ini telah banyak di gunakan. Untuk biaya konstruksi perkerasan lentur memang lebih murah dari pada biaya konstruksi perkerasan kaku, akan tetapi dalam jangka umur rencana yang sama konstruksi mana yang lebih ekonomis dan efisien.

Kabupaten Kuantan Singingi saat ini sedang dalam tahap pembangunan sarana transportasi darat berupa jalan raya yang dapat membuka akses keterisolasian daerah pedalaman atau daerah disekitarnya ke ibukota kabupaten. Seperti kita ketahui bersama bahwa untuk membangun suatu sarana transportasi memerlukan dana yang tidak sedikit. Oleh sebab itu, diperlukan perencanaan konstruksi jalan yang ekonomis, efisien dan memenuhi



syarat teknis menurut fungsi, volume maupun sifat lalu lintas sehingga pembangunan konstruksi tersebut dapat berguna maksimal bagi perkembangan daerah sekitarnya.

Pada penelitian ini, penulis akan mencoba menganalisa biaya investasi, konstruksi, dan pemeliharaan antara Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur pada Ruas Jalan Tuanku Tambusai, Teluk Kuantan. Sehingga hasil yang didapatkan adalah suatu perbandingan mana biaya yang optimal dan biaya yang ekonomis antara konstruksi perkerasan kaku dan perkerasan lentur pada Ruas Jalan Tuanku Tambusai, Teluk Kuantan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Pengumpulan Data

Secara umum untuk merencanakan suatu pekerjaan maka diperlukan suatu acuan. Acuan tersebut dapat berupa data, baik data teknis maupun non teknis. Data tersebut digunakan sebagai dasar evaluasi dan perencanaan sehingga hasil yang dicapai setelah pelaksanaannya diharapkan sesuai dengan maksud dan tujuan diadakannya pekerjaan tersebut.

#### a. Data Primer.

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari responden atau objek yang diteliti, atau ada hubungannya dengan yang diteliti. Adapun data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Volume lalu lintas.
- 2) Geometrik jalan meliputi lebar jalan.
- 3) Data Rencana Anggaran Biaya.

#### b. Data Sekunder.

Data sekunder adalah data yang didapatkan dari beberapa sumber terkait. data sekunder yang dimaksud adalah :

- 1) Data curah hujan.
- 2) Data jumlah penduduk.
- 3) Faktor regional.

Pada tahap selanjutnya dilakukan proses pengolahan data, baik data primer maupun data sekunder. Dan analisa data yang meliputi pengakumulasian data yang kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data dalam perhitungan teknik secara lengkap untuk menghasilkan output yang akan digunakan sebagai input pada proses selanjutnya.

Proses pengolahan data pada skripsi ini yaitu :

- 1) Menghitung volume lalu lintas.
- 2) Menentukan tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku.
- 3) Menghitung biaya investasi perkerasan lentur dan perkerasan kaku.
- 4) Menghitung biaya pemeliharaan perkerasan lentur dan perkerasan kaku.
- 5) Menentukan total biaya untuk perkerasan lentur dan perkerasan kaku.
- 6) Membandingkan biaya total perkerasan lentur dan perkerasan kaku.
- 7) Menentukan perkerasan mana yang lebih efisien untuk diaplikasikan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis Tebal Perkerasan Kaku

Analisis tebal perkerasan kaku dilakukan dengan cara survei kelapangan untuk mendapatkan data volume lalu lintas yang dilakukan selama tiga hari. Berikut hasil data yang diperoleh :

**Tabel 1. Volume Lalu Lintas Pada Hari Kamis, 12 Oktober 2017.**

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Bbn Sumbud (ton)		Jml Kened (bh)	Jml Smb Per Kened (bh)	Jml Smb (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB				BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)
	Bus	3				5	74	2	148	3	74
Truk 2asbs	5	8	21	2	42	5	21	8	21	-	-
Truk 3as td	6	14	43	3	129	6	43	-	-	14	43
Total					319		138		95		43

(Sumber : Hasil survai)

**Tabel 2. Volume Lalu Lintas Pada Hari Jum'at, 13 Oktober 2017.**

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Bbn Sumbud (ton)		Jml Kened (bh)	Jml Smb Per Kened (bh)	Jml Smb (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB				BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)
	Bus	3				5	76	2	152	3	76
Truk 2asbs	5	8	17	2	34	5	17	8	17	-	-
Truk 3as td	6	14	58	3	174	6	58	-	-	14	58
Total					360		151		93		58

(Sumber : Hasil survai)

**Tabel 3. Volume Lalu Lintas Pada Hari Minggu, 15 Oktober 2017.**

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Bbn Sumbud (ton)		Jml Kened (bh)	Jml Smb Per Kened (bh)	Jml Smb (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB				BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)
	Bus	3				5	69	2	138	3	69
Truk 2asbs	5	8	19	2	38	5	19	8	19	-	-
Truk 3as td	6	14	54	3	162	6	54	-	-	14	54



Total	338		142		88		54
-------	-----	--	-----	--	----	--	----

(Sumber : Hasil survai)

Dari tabel diatas didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Jumlah sumbu rata-rata per hari = (319 + 360 + 338)

/3 = 339 Sumbu tunggal roda tunggal jumlah sumbu rata-rata = (138 + 151 + 142)

/3 = 144 Sumbu tunggal roda ganda, jumlah sumbu rata-rata = (95 + 93 + 88) / 3 = 92

Sumbu tandem roda ganda, jumlah sumbu rata-rata = (43 + 58 + 54) / 3 = 52

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (20 tahun).

JSKN = 365 x JSKNH x R  
= 365 x 339 x 33,07  
= 4,09 x 10<sup>6</sup>

JSKN Rencana = 0.7 x 4,09 x 10<sup>6</sup>  
= 2.863 x 10<sup>6</sup>

**Tabel 4. Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana.**

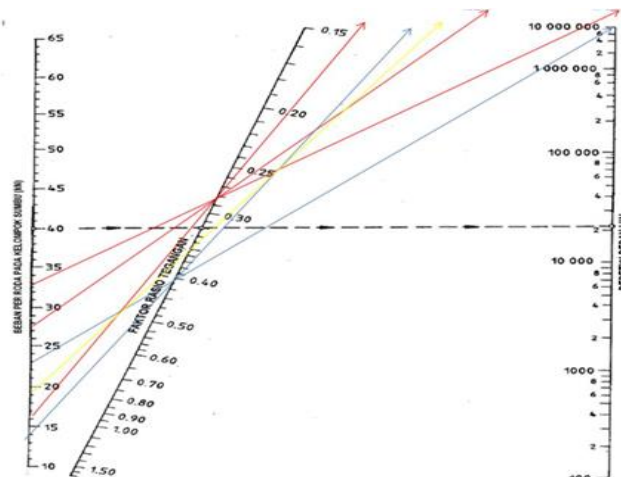
Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu-Lintas Rencan	Repetisi Yang Terjadi
1	2	3	4	5	6	(7) = (4)x(5)x(6)
STRT	6	52	0.36	0.66	2.86 x 10 <sup>6</sup>	6.8 x 10 <sup>5</sup>
	5	19	0.13	0.66	2.86 x 10 <sup>6</sup>	2.45 x 10 <sup>5</sup>
	3	73	0.51	0.66	2.86 x 10 <sup>6</sup>	9.63 x 10 <sup>5</sup>
Total		144	1			
STRG	8	73	0.72	0.26	2.86 x 10 <sup>6</sup>	5.35 x 10 <sup>5</sup>
	5	19	0.28	0.26	2.86 x 10 <sup>6</sup>	2.08 x 10 <sup>5</sup>
Total		92	1			
STdRG	14	52	1	0.08	2.86 x 10 <sup>6</sup>	2.29 x 10 <sup>5</sup>
Total		52	1			
Kumulatif						28.6 x 10 <sup>5</sup>

(Sumber : Hasil analisa)

**Tabel 5. Analisa Fatik Dan Erosi.**

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi Yang Terjadi	Faktor Tegangan Dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ijin	Perse n Rusak (%)	Repetisi Ijin	Pers en Rusak (%)
1	2	3	4	5	6	7=(4) 100/6	8	9=(4) 100/(8)
STRT	6 (60)	33.00	2.8 x 10 <sup>4</sup>	TE = 1.13	TT	0	TT	0
	5 (50)	27.50	2.5 x 10 <sup>4</sup>	FRT = 0.28	TT	0	TT	0
	3 (30)	16.50	9.6 x 10 <sup>4</sup>	FE = 1.98	TT	0	TT	0
STRG	8 (80)	22.00	5.4 x 10 <sup>4</sup>	TE = 1.68	7 x 10 <sup>4</sup>	90	10 x 10 <sup>4</sup>	67.5
	5 (50)	13.75	2.1 x 10 <sup>4</sup>	FRT = 0.24 FE = 2.58	TT TT	0	TT TT	0 0
STdRG	14 (140)	19.25	2.3 x 10 <sup>4</sup>	TE = 1.4 FRT = 0.35 FE = 2.58	TT	0	TT	0
Total					90% < 100%		67.5% < 100%	

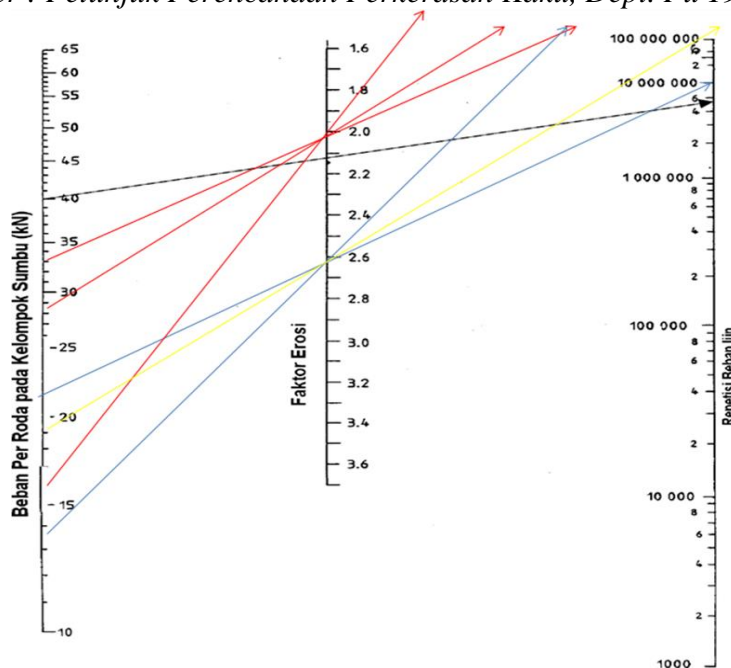
(Sumber : Hasil Analisa)



**Gambar 1. Analisis Fatik Dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan,**

**Dengan Atau Tanpa Bahu Beton.**

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Perkerasan Kaku, Dept. Pu 1995)



**Gambar 2. Analisis Erosi Dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton.**

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Perkerasan Kaku, Dept. PU 1995)

Berdasarkan tabel hasil analisis fatik dan erosi jenis sumbu STRT dengan beban rencana 33 KN, 27.5 KN, 16.5 KN dan faktor rasio tegangan 0.28 didapat repetisi izin TT = tidak terbatas.

Untuk jenis sumbu STRG dengan beban rencana 22 KN, 13.75 KN dan faktor rasio tegangan 2.58 didapat repetisi izin  $10 \times 10^6$  dan TT tidak = terbatas.

Sedangkan untuk jenis sumbu STdRG dengan beban rencana 19.25 KN dan faktor rasio tegangan 2.58 didapat repetisi izin TT = tidak terbatas.

Persen rusak =  $(R. \text{ yang terjadi} \times 100) \times (10 \times 10^6) = 66\% < 100\%$ .

Kesimpulan karena % rusak fatik lebih kecil (mendekati) 100% maka diambil tebal plat beton taksiran.

Dari hasil analisa didapat CBR tanah dasar 4% dan jenis tebal lapis pondasi stabilisasi semen 15 cm maka didapat CBR efektif 27% dan tebal lapis perkerasan taksiran sebesar 16,7 cm.

**3.2 Analisis Tebal Perkerasan Lentur**

Jalan direncanakan untuk umur rencana 20 tahun, CBR tanah dasar 4% dan jenis lapis permukaan yang digunakan adalah Laston dengan lapis atas Batu Pecah Kelas A dan lapis bawah dengan Batu Pecah Kelas B. Lebar jalan 6 m dan lebar bahu jalan 0,6 m.

Angka ekivalen (E) sumbu kendaraan :

- a. Mobil Penumpang (1 + 1) =  $0,0002 + 0,0002 = 0,0004$
- b. Bus (3 + 5) =  $0,0183 + 0,1410 = 0,1593$

- c. Truk 2 as  $(5 + 8) = 0,1410 + 0,9238 = 1,0648$   
d. Truk 3 as  $(6 + 7 + 7) = 0,2923 + 0,5415 + 0,5415 = 1,3753$

Tebal lapis minimum dilihat dari ITP (Indeks Lapis Perkerasan) adalah 8,745 cm untuk umur rencana 20 tahun. Maka masing-masing lapis perkerasan dapat ditentukan :

$$ITP = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 + a_3 \times d_3 \quad = \quad \text{Koefisien kekuatan}$$

relatif bahan perkerasan

$D_i$  = Tebal Lapis perkerasan ITP = Indeks Tebal Perkerasan

- Tebal lapis perkerasan dengan desain memaksimalkan lapis pondasi bawah:

$$ITP = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 + a_3 \times d_3$$

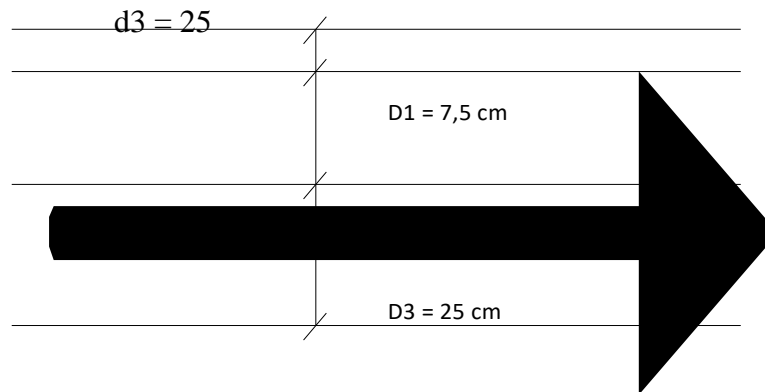
$$8,745 = 0,4 \times 7,5 + 0,14 \times 20 + 0,12 \times d_3$$

$$8,745 = 3 + 2,8 + 0,12 \times d_3$$

$$8,745 = 5,8 + 0,12 \times d_3$$

$$8,745 - 5,8 = 0,12 \times d_3$$

$$D_3 = 24,54$$



**Gambar 3. Analisis Tebal Perkerasan Lentur.**  
(Sumber : Hasil Analisa)

### 3.3 Analisis Biaya Perkerasan Kaku

**Tabel 6. Analisis Biaya Pekerjaan Perkerasan Kaku.**

Divisi	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Umum	Mobilisasi	Ls	1	229.800.00	229.800.00
<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>					<b>229.800.00</b>
Pekerjaan Tanah	Timbunan biasa dari selain galian sumber bahan	M <sup>3</sup>	720	63.932	46.030.968
<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>					<b>46.030.968</b>
	Pengecoran lapis podasi (CBK) K175, tebal 15cm	M <sup>3</sup>	900	843.983	759.584.340



<b>Pekerjaan Pengecoran</b>	Pengecoran lapis rigid pavement K350 tebal 16,3 cm	M <sup>3</sup>	1.002	1.444.766	1.447.655,722
	Pengecoran bahun jalan K250 lebar 60 cm tebal 16,3 cm	M <sup>3</sup>	200,4	1.165.303	233.526.681
<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>					<b>2.440.766,744</b>
<b>Total Biaya Pekerjaan</b>					<b>2.716.597,712</b>

(Sumber : Hasil Analisa)

**Tabel 7. Analisis Biaya Pemeliharaan Perkerasan Kaku.**

Divisi	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
<b>Pekejaan Pemeliharaan</b>	Berkala (Menggunakan Bahan Lapis Permukaan, Harga Sampai Pematatan Termasuk Quality Control)		57,6	2.931.834	168.873.638,4

(Sumber : Hasil Analisa)

### 3.4 Analisis Biaya Perkerasan Lentur

**Tabel 8. Analisi Biaya Pekerjaan Perkerasan Lentur.**

Divisi	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
<b>Umum</b>	Mobilisasi	Ls	1	112.200.000	112.200.000
<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>					<b>112.200.000</b>
<b>PEKERJAAN TANAH</b>	Timbunan biasa dari selain galian sumber bahan	M <sup>3</sup>	1.440	63.932	92.061.936
<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>					<b>92.061.936</b>





<b>Pekerjaan Perkerasan</b>	pekerjaan pondasi bawah base B (harga sampai pemadatan termasuk Quality Control)	M <sup>3</sup>	1.500	587.117	880.675.875
	pekerjaan pondasi bawah base A (harga sampai pemadatan termasuk Quality Control)	M <sup>3</sup>	1.200	589.847	707.816.868
	pekerjaan bahu jalan, base A (harga sampai pemadatan termasuk Quality Control)	M <sup>3</sup>	636	589.847	375.142.940
	pekerjaan lapis permukaan campuran aspal (harga sampai pemadatan termasuk Quality Control)	M <sup>3</sup>	576	2.931.834	1.688.736.361
<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>					<b>3.652.372.044</b>
<b>Total Biaya Pekerjaan</b>					<b>3.856.633.980</b>

(Sumber : Hasil Analisa)

**Tabel 9. Analisa biaya pemeliharaan perkerasan lentur.**

<b>Divisi</b>	<b>Uraian</b>	<b>Satuan</b>	<b>Perkiraan Kuantitas</b>	<b>Harga Satuan (Rp.)</b>	<b>Jumlah Harga (Rp.)</b>
<b>Pekerjaan Pemeliharaan</b>	Rutin, Menggunakan Bahan Lapis Permukaan, Harga Sampai Pemadatan Termasuk Quality Control	M <sup>3</sup>	96	2.931.834,0	281.456.064
	Berkala, Menggunakan Lapis Permukaan, Harga Sampai Pemadatan Termasuk Quality Control	M <sup>3</sup>	300	2.931.834,0	879.550.200

(Sumber : Hasil Analisa)



### 3.5 Analisis Investasi Perkerasan Kaku

**Tabel 10. Analisis Biaya Investasi Perkerasan Kaku.**

Th n ke -	Biaya			Discoun t Factor	Present Value (Rp.)
	Investasi (Rp.)	Pemeliharaan Berkala (Rp.)	Total Biaya (Rp.)		
0	2.716.597.712		2.716.597.712	1	2.716.597.712
1				0,892857	
2				0,797194	
3				0,71178	
4				0,635518	
5		168.873.636	168.873.636	0,567427	6.194.391,18
6				0,506631	
7				0,452394	
8				0,403883	
9				0,36061	
10		168.873.636	168.873.636	0,321973	3.514.860,43
11				0,287476	
12				0,256675	
13				0,229174	
14				0,20462	
15		168.873.636	168.873.636	0,182696	1.994.424,82
16				0,163122	
17				0,145644	
18				0,13004	
19				0,116107	
20		168.873.636	168.873.636	0,103667	1.131.694,39
<b>Total</b>					<b>2.729.433.083</b>

(Sumber : Hasil Analisa)

Total biaya investasi perkerasan kaku yang direncanakan untuk 20 tahun dengan suku bunga 12%, yaitu sebesar Rp. 2.729.433.083 sedangkan untuk biaya tahunan yang dibutuhkan sebesar :

$$\text{Biaya Tahunan} = \frac{\text{Total Biaya Investasi}}{n} = \frac{2.729.433.083}{20} = \text{Rp. } 13.971.654,2$$

**3.6 Analisis Investasi Perkerasan Lentur****Tabel 11. Analisis Biaya Investasi Perkerasan Lentur.**

Th n ke -	Biaya			Discoun t Factor	Present Valu e (Rp.)	
	Investasi (Rp.)	Pemeliharaan Rutin (Rp.)	Pemeliharaan Berkala (Rp.)			Total Biaya (Rp.)
0	3.856.633.980			3.856.633.980	1,0000	3.856.633.980
1		281.456.064		281.456.064	0,8929	251.300.016,93
2		281.456.064		281.456.064	0,7972	224.375.085,48
3		281.456.064		281.456.064	0,7118	200.334.797,23
4		281.456.064		281.456.064	0,6355	178.870.394,88
5			879.550.200	879.550.200	0,5674	499.080.531,34
6		281.456.064		281.456.064	0,5066	142.594.367,16
7		281.456.064		281.456.064	0,4524	127.329.034,62
8		281.456.064		281.456.064	0,4039	113.675.319,50
9		281.456.064		281.456.064	0,3606	101.495.871,24
10			879.550.200	879.550.200	0,3220	283.191.416,54
11		281.456.064		281.456.064	0,2875	80.911.863,54
12		281.456.064		281.456.064	0,2567	72.242.735,23
13		281.456.064		281.456.064	0,2292	64.502.412,01
14		84.436.818,00		281.456.064	0,2046	57.591.539,82
15			879.550.200	879.550.200	0,1827	160.690.303,34
16		281.456.064		281.456.064	0,6312	45.911.676,07
17		281.456.064		281.456.064	0,1456	40.992.386,99
18		281.456.064		281.456.064	0,1300	36.600.546,56
19		281.456.064		281.456.064	0,1161	32.679.019,22



20			879.550.200	879.550.200	0,1037	91.180.330, 58
<b>Total</b>						<b>6.076.230.3 83,2</b>

Total biaya investasi perkerasan lentur yang direncanakan untuk 10 tahun dengan suku bunga 12% yaitu sebesar Rp. 6.076.230.383,2. Sedangkan untuk biaya tahunan yang dibutuhkan :

$$\text{Biaya Tahunan} = \frac{\text{Total Biaya Investasi}}{n} = \frac{6.076.230.383,2}{20} = \text{Rp. } 303.811.519,16$$

#### 4. PENUTUP

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari analisis diatas, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Untuk perhitungan perkerasan kaku dengan umur rencana 20 tahun membutuhkan total biaya sebesar Rp. 2.716.597.712 dan biaya investasi selama 20 tahun dengan tingkat suku bunga 12% sebesar Rp. 2.729.433.083 dengan biaya tahunan sebesar Rp. 13.971.654,2
2. Untuk perhitungan perkerasan lentur dengan umur rencana 20 tahun membutuhkan total biaya sebesar Rp. 3.856.633.980 dan biaya investasi selama 20 tahun dengan tingkat suku bunga 12% sebesar Rp. 6.076.230.383,2 dengan biaya tahunan sebesar Rp. 303.811.519,16
3. Dari biaya tahunan terlihat bahwa perkerasan kaku lebih ekonomis dari perkerasan lentur dengan selisih Rp. 289.839.865 per tahun. Secara umum, perkerasan kaku cocok untuk dijalan yang menginginkan biaya perawatan tahunan minim.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prahara, Eduardi, 2012, Perencanaan Dan Analisa Biaya Investasi Antara Perkerasan Kaku
- [2] Dengan Perkerasan Lentur Pada Jalur Trans Jakarta Busway, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Binus University.
- [3] Ditjen Bina Marga., 1995, Panduan Analisa Harga Satuan, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [4] Sukirman Silvia, 1999, Dasar-dasar Perencanaan Geometrik, Nova, Bandung
- [5] Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, 1985, Petunjuk Perencanaan Perkerasan Kaku, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Bandung
- [6] Departemen Pekerjaan Umum, 1987. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen. Jakarta : Yayasan badan Penerbit PU.