

Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku serta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung

Oktodelina Nurahmi, Anak Agung Gde Kartika

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: kartika@ce.its.ac.id

Abstrak—Jalan Raya Mojoagung sebagai pintu masuk Jombang dari Surabaya saat ini tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas yang terus meningkat. Karena itu, muncul wacana pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung untuk membagi volume lalu lintas jalan lingkar dan jalan eksisting dan mempersingkat jarak tempuh. Tujuan Tugas Akhir ini adalah menghitung tebal perkerasan lentur dan kaku, perhitungan total biaya konstruksi dan pemeliharaan perkerasan lentur dan kaku, mencari *user cost* dengan menggunakan metode *N.D. Lea*, dan membandingkan kedua perkerasan secara ekonomi dengan perhitungan *Benefit Cost Ratio*.

Dari hasil perhitungan untuk konstruksi perkerasan lentur, didapatkan tebal *Surface Course* (Laston) = 13 cm, *Base Course* (Batu Pecah Kelas A) = 20 cm, *Sub Base Course* (Sirtu Kelas B) = 31 cm. Untuk perkerasan kaku digunakan tebal *Surface Course* (pelat beton) = 28 cm, *Sub Base Course* (Sirtu Kelas A) = 20 cm. Dari hasil analisis dan evaluasi ekonomi diperoleh hasil $B/C_{0-A} = -235,9$, Alternatif $B/C_{0-B} = 206,01$ dan $B/C_{A-B} = 18,04$. Dengan demikian, dipilih Alternatif B atau perkerasan kaku untuk Jalan Lingkar Mojoagung dengan alasan lebih menguntungkan dari segi ekonomi jalan raya.

Kata Kunci—perkerasan lentur, perkerasan kaku, Jalan Lingkar Mojoagung, analisis ekonomi.

I. PENDAHULUAN

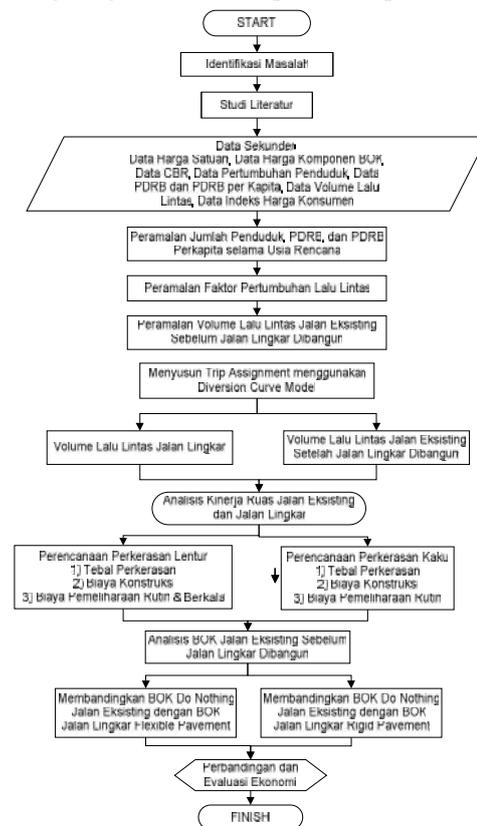
Jalan Raya Mojoagung sebagai pintu masuk Jombang dari arah Surabaya saat ini tidak mampu lagi menampung arus lalu lintas yang terus meningkat. perlu dibangun jalan lingkar untuk mengatasi kemacetan agar tidak bertambah parah. Untuk itu diwacanakan pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung dengan pertimbangan, dengan dibangunnya jalan tersebut diharapkan volume lalu lintas akan terbagi antara Jalan Raya Mojoagung dan Jalan Lingkar Mojoagung sehingga memperkecil kemungkinan kemacetan.

Perencanaan konstruksi perkerasan adalah hal yang sangat penting dalam pembangunan jalan. Tugas Akhir ini akan membahas perhitungan perencanaan tebal konstruksi perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga (Analisis Komponen) dan konstruksi perkerasan kaku menggunakan metode NAASRA dengan usia rencana 30 tahun, perhitungan biaya konstruksi dan biaya pemeliharaan perkerasan lentur dan kaku, mencari *user cost* menggunakan metode *N.D. Lea and*

Associates, dan analisis ekonomi terhadap masing-masing konstruksi lapisan perkerasan jalan dengan metode *Benefit Cost Ratio (BCR)* sehingga dapat dilakukan perbandingan penggunaan kedua jenis konstruksi lapisan perkerasan tersebut, lalu dipilih jenis konstruksi perkerasan yang paling menguntungkan dari sisi ekonomi jalan raya.

II. METODOLOGI

Metodologi Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Tugas Akhir

Penjelasan lengkap tentang Metodologi dapat dilihat pada buku Tugas Akhir penulis [1].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Peramalan Jumlah Penduduk

Metode yang digunakan dalam peramalan pertumbuhan penduduk adalah regresi linier dengan selisih kuadrat terkecil, Regresi linier adalah cara yang digunakan untuk mendapatkan persamaan garis linier sebagai dasar perhitungan peramalan jumlah penduduk selama usia rencana. Persamaan regresi linier untuk jumlah penduduk, PDRB, dan PDRB perkapita dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persamaan Regresi Linier

Data	Persamaan Regresi Linier	R ²
Jumlah Penduduk	$Y = 270140,20 x - 505484952$	0,9975
PDRB	$Y = 17342253890969,60 x - 34517469241529000$	0,9970
PDRB Perkapita	$Y = 408849,67 x - 812702157$	0,9963

B. Peramalan Jumlah Kendaraan

Peramalan Jumlah Kendaraan

Peramalan jumlah kendaraan dilakukan dengan mengalikan faktor pertumbuhan lalu lintas dengan angka perkiraan jumlah penduduk, PDRB, dan PDRB perkapita Faktor pertumbuhan didapatkan dengan mencari selisih angka perkiraan jumlah penduduk, PDRB, dan PDRB perkapita pada tahun yang ditinjau dengan angka perkiraan tahun sebelumnya, kemudian dibagi dengan angka perkiraan tahun sebelumnya. Contoh perhitungan faktor pertumbuhan penduduk dan jumlah kendaraan adalah:

$$\text{Faktor pertumbuhan} = \frac{1.240.197 - 1.221.536}{1.221.536} = 0,0153$$

$$\text{Jumlah kendaraan} = (6581 * 0,0153) + 6581 = 7.149$$

Analisis Kinerja Ruas Jalan Eksisting

Dari analisis software KAJI diperoleh hasil kinerja ruas jalan yang salah satunya adalah kapasitas jalan. Kapasitas jalan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kapasitas Jalan

Arah	C _o	FC _w	FC _{sp}	FC _{sf}	C
T-M	3800	1,00	1,00	1,01	3838
M-T	3800	1,00	1,00	1,01	3838

dimana:

- C : kapasitas (smp/jam)
- C_o : kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_w : faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas
- FC_{sp} : faktor penyesuaian akibat pemisahan arah
- FC_{sf} : faktor penyesuaian akibat hambatan samping

Trip Assignment

Perhitungan trip assignment diperlukan untuk mengetahui prosentase kendaraan yang melalui dan membebani masing-masing ruas jalan eksisting dan jalan lingkaran. Metode yang digunakan dalam perhitungan trip assignment adalah *Diversion Curve Model*. Contoh perhitungan prosentase kendaraan yang lewat jalan lingkaran adalah:

$$P = 50 + \frac{50(d+0,5t)}{((d-50t)^2+4,5)^{0,5}} \quad (1)$$

$$= 50 + \frac{50(-0,937-0,5*0,4938)}{((0,937-50*0,4938)^2+4,5)^{0,5}} = 48,67\%$$

dimana:

- d : penghematan jarak
- V_{rencana} : kecepatan rencana jalan lingkaran
- t : penghematan waktu (t)

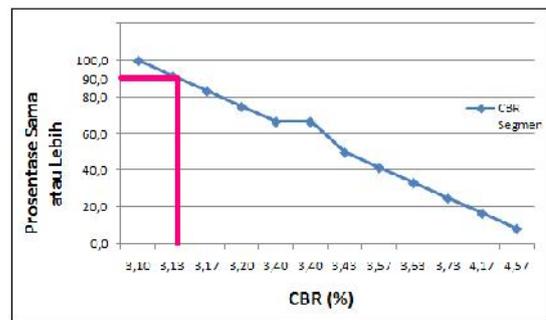
Volume masing-masing jenis kendaraan yang melewati jalan lingkaran dapat dihitung dengan mengalikan prosentase kendaraan dengan volume jenis kendaraan tersebut. Contoh perhitungan volume Large Bus (LB):

$$\text{Vol. LB jalan lingkaran} = 48,67\% \times 752$$

$$= 366 \text{ kendaraan}$$

C. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Analisis CBR

Analisis yang digunakan adalah analisis grafis pada data CBR laboratorium untuk menentukan harga CBR yang mewakili. Analisis ini digunakan sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan. Data CBR pada lokasi Jalan Lingkaran Mojoagung dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik CBR Segmen

Perencanaan Tebal Perkerasan

Metode yang digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan lentur adalah metode Analisis Komponen Bina Marga 1987 dengan usia rencana 30 tahun dan rencana jalan dibuka pada 2013. Tebal perkerasan direncanakan dengan langkah-langkah berikut.

- 1) Data Jalan
 - a. Volume *peak hour* terbesar pada awal dan akhir tahun rencana yaitu 2013 dan 2043
 - b. Jumlah jalur : 4/2D
 - c. Lebar perkerasan : 14 m
 - d. Koefisien distribusi kendaraan ringan (C) : 0,6
 - e. Koefisien distribusi kendaraan berat (C) : 0,7

2) Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)

Contoh perhitungan E untuk mobil penumpang adalah:

Mobil penumpang, 2 ton (1.1)

Sumbu depan : sumbu belakang = 50% : 50%

$$E = E_{STRT} + E_{STRT}$$

$$E = \left(\frac{0,5 \times 2}{5,4}\right)^4 + \left(\frac{0,5 \times 2}{5,4}\right)^4$$

$$E = 0,00235$$

3) LEP (Lintas Ekuivalen Perm Permula)
LEP adalah lintas ekuivalen rencana pada awal tahun rencana (2013). Contoh perhitungannya LEP mobil pribadi:
$$LEP = LHR_{awal} \times E \times E \times C \quad (3)$$
$$= 350 \times 0,0004 \times 14 \times 0,084$$
Total LEP seluruh jenis kendaraan adalah 1.297,15.

4) LEA (Lintas Ekuivalen Akhir)
LEA adalah lintas ekuivalen kendaraan pada akhir tahun rencana (2043). LEA dihitung dengan rumus yang sama dengan LEP, namun menggunakan LHR akhir (2043). Total LEA seluruh jenis kendaraan adalah 2.991,72.

5) LET (Lintas Ekuivalen Tengah)
LET merupakan nilai tengah LEP dan LEA. Nilai LET = 2.145 kend/jam.

6) LER (Lintas Ekuivalen Rencana)
LER dihitung dengan cara mengalikan LET dengan Faktor Penyesuaian, yaitu usia rencana jalan yang dibagi 10, dengan perhitungan:
$$LER = LET \times UR/10 \quad (4)$$
$$= 2.145 \times 30/10 = 6.435 \text{ kend/jam}$$

7) FR (Faktor Regional)
Prosentase jumlah kendaraan berat (> 5 ton) dari jumlah total kendaraan akhir tahun rencana dihitung dengan cara:
$$\% \text{ kend. Berat} = \frac{\text{jumlah kend. berat}}{\text{jumlah total kend}} \times 100\% \quad (5)$$
$$= 945 / 1.752 \times 100\% = 53,99\% > 30\%$$

Apabila kondisi jalan mempunyai prosentase kendaraan berat > 30%, kelandaian < 6%, dan curah hujan < 900 mm per tahun, maka jalan rencana mempunyai FR = 1,0 – 1,5 atau diambil FR = 1,5 [2].

8) IP_o (Indeks Permukaan Awal)
Apabila jenis lapisan permukaan direncanakan menggunakan laston, maka didapatkan nilai IP_o = 4 [2].

9) IP_t (Indeks Permukaan Akhir)
Karena nilai LER = 6.435 atau > 1000 kendaraan dan klasifikasi jalan adalah arteri, didapatkan nilai IP_t = 2,5 [2].

10) Indeks Tebal Perkerasan
Jenis perkerasan yang digunakan untuk masing-masing lapisan adalah:

- a. *Surface course*: Laston.
- b. *Base course*: Batu pecah kelas A (CBR 100%) [3].
- c. *Sub base course*: Sirtu/pitrun kelas B (CBR 70%) [3].

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing lapisan perkerasan adalah:

- a. *Surface course*, a₁ = 0,4
- b. *Base course*, a₂ = 0,14
- c. *Sub base course*, a₃ = 0,13

Dari data-data tersebut dapat ditentukan ITP masing-masing lapisan perkerasan [1].

- a. *Base course*, ITP₁ = 6,55.
- b. *Sub base course*, ITP₂ = 7,2.
- c. *Sub grade course*, ITP₃ = 14,7.

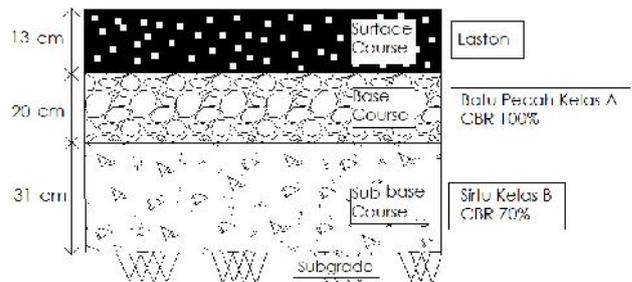
Rencana tebal masing-masing lapisan perkerasan:

a. *Surface course*
• $ITP_1 = a_1 \times D_1$
 $6,55 = 0,4 \times D_1$
 $D_1 = 13 \text{ cm.}$ (6)

b. *Base course*
• $ITP_2 = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2$ (7)
 $7,2 = 0,4 \times 13 + 0,14 \times D_2$
 $D_2 = 2,86$
• D₂ = 2,86 cm < tebal minimum *base course* yaitu 20 cm, tebal permukaan dipakai D₂ = 20 cm.

c. *Sub base course*
• $ITP_3 = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3$ (8)
 $14,7 = 0,4 \times 13 + 0,14 \times D_2 + 0,13 \times D_3$
 $D_3 = 31$

Konstruksi perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rencana Tebal Perkerasan Lentur

Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)

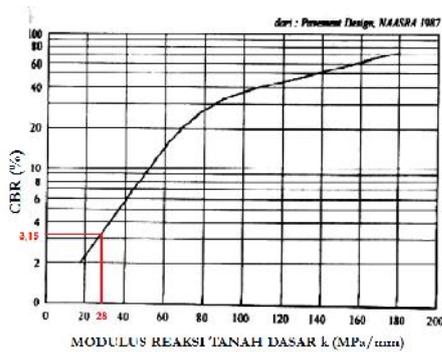
Pada tahun ke-5 usia rencana diasumsikan bahwa *surface course* Laston mengalami retak sedang dan berlubang di beberapa bagian hingga mencapai kondisi 60%. Proses perencanaan *overlay* pada dasarnya mirip dengan perencanaan perkerasan lentur. Untuk Tugas Akhir ini *overlay* direncanakan dilakukan setiap 5 tahun sekali, dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Tebal Overlay

Tahun ke	LEP	LEA	LET	LER	ITP	Tebal Overlay (cm)	Tebal Overlay Dipakai (cm)
5	1.580	1.862	1.721	860	11,82	2.050	4
10	1.862	2.144	2.003	1.002	11,40	1.000	4
15	2.144	2.427	2.286	1.143	11,60	1.500	4
20	2.427	2.709	2.568	1.284	12,00	2.500	4
25	2.709	2.992	2.851	1.425	12,25	3.125	4

D. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku

1) Modulus Reaksi Tanah Dasar Rencana (k)
Harga CBR tanah dasar yang mewakili untuk Jalan Lingkar Mojoagung adalah 3,15%. Harga k = 28 MPa/mm didapat dari Gambar 4.



Gambar 4. Harga Modulus Reaksi Tanah Dasar

2) Mutu Beton Rencana.

Dipakai beton umur 28 hari dengan kuat tekan 350 kg/cm.

$$f'c = \frac{350}{10,2} = 34 \text{ MPa} > 30 \text{ MP} \text{ (syarat min.)}$$

$$fr = 0,62\sqrt{f'c} \tag{9}$$

$$= 0,62\sqrt{34} = 3,615 \text{ MPa} > 3,5 \text{ MP}$$

(syarat min.)

3) Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

i adalah faktor pertumbuhan rata-rata tahunan selama umur rencana. i dapat dicari dengan persamaan:

$$i = \frac{(\% \text{ LHR LV} \times i_{rata2LV}) + (\% \text{ LHR HV} \times i_{rata2HV})}{100\%} \tag{10}$$

$$= \frac{(46,01 \times 0,0301) + (53,99 \times 0,0326)}{100\%} = 0,0314$$

Setelah nilai i diketahui, nilai i kemudian dimasukkan dalam persamaan R di atas sehingga nilai R adalah:

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{\log_e(1+i)} \tag{11}$$

$$= \frac{(1+0,0314)^{30} - 1}{\log_e(1+0,0314)} = 49,429$$

4) Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JSKNH)

JSKNH adalah jumlah sumbu kendaraan yang diramalkan akan melewati jalan rencana, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.
Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian

No	Jenis Kendaraan	Jumlah	
		Kendaraan	Sumbu
1	Bus Sedang	29	58
2	Bus Besar	41	82
3	Truk 2 As	81	162
4	Truk 3 As	93	186
5	Truk Gandeng	48	193
6	Truk Tempelan	16	66
7	Truk Kontainer 20 ft	111	332
8	Truk Kontainer 40 ft	15	46
Total JSKNH			1.125

5) Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

JSKN selama 30 tahun umur rencana dihitung dengan cara:

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R \tag{12}$$

$$= 365 \times 1.125 \times 49,429$$

$$= 20.296.783,13 \text{ kendaraan}$$

6) Prosentase Beban Sumbu

Prosentase beban sumbu kendaraan adalah prosentase masing-masing kendaraan terhadap jumlah total sumbu. Contoh perhitungan % beban sumbu Truk 2 As:

$$\% \text{ beban sumbu} = \frac{\text{jumlah kend.}}{\text{total jumlah sumbu}} \times 100\% \tag{13}$$

$$= \frac{81}{1.125} \times 100\% = 7,21$$

7) Repetisi Kumulatif

Contoh perhitungan repetisi kumulatif yang diizinkan selama usia rencana untuk Truk 2 As:

$$\text{Repetisi} = JSKN \times \% \text{beban sumbu} \times Cd \tag{14}$$

$$= 20.292.783 \times 7,21 \times 0,7$$

$$= 102.384.510$$

8) Perhitungan Fatigue [1]

Beton yang digunakan adalah beton dengan kuat tekan 28 hari $f'c=34$ MPa dan $fr=3,615$ MPa. Dari Gambar 4 didapatkan nilai $k=38$ kPa dengan nilai faktor keamanan (FK) = 1,1. Coba tebal pelat rencana 180 mm, didapat prosentase $fatigue = 377.468.684,03\% > 100\%$ (tidak memenuhi syarat), karena itu dicoba tebal pelat 240 mm. Dari tebal pelat 240mm didapat prosentase $fatigue = 34.635.180,74\% > 100\%$ (tidak memenuhi syarat), karena itu dicoba tebal pelat 280 mm. Dari tebal pelat rencana 280 mm, didapatkan prosentase $fatigue = 0,00 < 100\%$ (memenuhi syarat), jadi diambil tebal perkerasan kaku sebesar 28 cm.

Perhitungan Tulangan Perkerasan Kaku

Direncanakan menggunakan perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan dengan dimensi:

- Tebal pelat (h) : 28 cm
- Lebar pelat ($L_{melintang}$) : 3,5 m
- Panjang pelat ($L_{memanjang}$) : 6 m.

1) Penulangan Dowel

Untuk tebal pelat 28 cm digunakan tulangan dengan diameter 32 mm, panjang 450 mm, dan jarak 300 mm.

2) Tie Bar

Diketahui bahwa jarak terpendek dari tepi adalah 3,5 m (lebar pelat), maka didapatkan jarak maksimum *tie bar* 110 cm, diameter 16 mm, panjang 765 mm.

E. Biaya Konstruksi dan Pemeliharaan Perkerasan Lentur

Biaya Konstruksi

Hasil Rencana Anggaran Biaya masing-masing lapisan:

- 1) *Surface Course* (Laston) = Rp12.461.324.580,65
- 2) *Base Course* (Batu Pecah Kelas A) = Rp4.190.098.466,00
- 3) *Sub Base Course* (Sirtu Kelas B) = Rp5.352.232.670,88

Total biaya konstruksi perkerasan lentur adalah Rp22.003.655.717,76.

Biaya Pemeliharaan Berkala

Overlay berkala dilakukan 5 tahun sekali dengan tebal 4 cm setiap tahunnya. Biaya pekerjaan tersebut dicari nilai *future*-nya kemudian di-*present*-kan kembali. Total biaya pekerjaan

sebesar Rp2.846.918.709,6 yang ditetapkan sebagai nilai P untuk perhitungan *future worth*, dan digunakan tingkat inflasi 5,83% [4]. Untuk *present worth* digunakan BI Rate 5,75% [5]. Contoh perhitungan *future* dan *present worth* tahun ke 5:

- Tahun ke-5

$$F = P(1+i)^n \quad (13)$$

$$= 2.846.918.709,6(1+0,0583)^5$$

$$= Rp3.779.366.830,62$$

- Tahun ke-5

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] \quad (14)$$

$$= 3.779.366.830,62 \left[\frac{1}{(1+0,0575)^5} \right]$$

$$= Rp2.857.703.501,52$$

Total biaya pemeliharaan berkala pada tahun ke-5, 10, 15, 20, dan 25 adalah Rp14.397.184.857,89.

Biaya Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan rutin dilakukan setiap tahun dengan asumsi jalan lingkaran mengalami kerusakan 5% setiap tahunnya. Besar biaya pemeliharaan tahun ke-1 adalah:

- 1) Pekerjaan *Surface Course* = Rp604.970.225,79
- 2) *Base Course* = Rp188.216.181,72
- 3) *Sub Base Course* = Rp225.033.801,7

Cara menghitung biaya pemeliharaan rutin sama dengan biaya pemeliharaan berkala, namun dilakukan setiap tahun dengan nilai P = Rp Rp1.018.220.209,21. Contoh perhitungan *future* dan *present worth* tahun ke-1 adalah:

- $FW_1 = P(1+i)^n$

$$= 1.018.220.209,21(1+0,0583)^1$$

$$= Rp1.077.582.447,41$$

- $P_1 = FW_1 \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$

$$= 1.077.582.447,41 \left[\frac{1}{(1+0,0575)^1} \right]$$

$$= Rp1.018.990.494,00$$

Total biaya pemeliharaan berkala selama usia rencana adalah Rp25.758.169.009,51. Biaya pemeliharaan perkerasan lentur adalah jumlah biaya pemeliharaan berkala dan rutin, sebesar Rp14.397.184.857,89 + Rp25.758.169.009,51 = Rp40.155.353.867,40.

F. Biaya Konstruksi dan Pemeliharaan Perkerasan Kaku

Biaya Konstruksi

Biaya konstruksi dihitung dengan Rencana Anggaran Biaya dengan hasil akhir masing-masing pekerjaan:

- 1) *Sub Base Course (Sirtu Kelas B)* = Rp2.772.292.975,44.
- 2) Bekisting = Rp1.352.656.817,40.
- 3) Beton K-350 = Rp4.216.100.951,95.
- 4) Pembesian = Rp4.016.034.196,81.

Total biaya konstruksi perkerasan kaku adalah Rp12.357.084.941,60.

Biaya Pemeliharaan Rutin

Pemeliharaan rutin dilakukan setiap tahun dengan asumsi jalan lingkaran mengalami kerusakan 1% setiap tahunnya. Besar biaya pemeliharaan rutin adalah Rp162.682.781,7 yang ditetapkan sebagai nilai P. Perhitungan selanjutnya sama dengan perhitungan pemeliharaan rutin perkerasan lentur.

- $FW_1 = P(1+i)^n$

$$= 162.682.781,7(1+0,0583)^1$$

$$= Rp172.167.187,87$$

- $P_1 = FW_1 \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$

$$= 172.167.187,87 \times \left[\frac{1}{(1+0,0575)^1} \right]$$

$$= Rp162.805.851,42$$

Total biaya pemeliharaan rutin selama usia rencana adalah Rp4.938.131.589,70

G. Perhitungan User Cost Dan Evaluasi Ekonomi

Perhitungan User Cost Jalan Perkerasan Lentur

Perhitungan *user cost* dilakukan dengan metode N.D. Lea. Data yang digunakan adalah data Indeks Harga Konsumen yang dimasukkan sebagai nilai i selama usia rencana 30 tahun. Karena pada perkerasan lentur direncanakan dilakukan perawatan berkala 5 tahun sekali, sehingga pada tahun ke 5, 10, 15, 20, dan 25 usia rencana perkerasan diasumsikan berada pada kondisi *good*, sedangkan pada tahun-tahun lain kondisi perkerasan adalah *fair*. Contoh perhitungan BOK tahun 2013 untuk komponen bahan bakar jenis kendaraan auto dapat dilihat pada uraian berikut.

- Biaya dasar 2013 = Biaya dasar *fuel* 1975 x IHK 2013 (15)

$$= Rp3.944 \times 130,78 = Rp515.796,32$$

- BOK 2013 = Biaya dasar 2013 x Index jenis permukaan(16)

$$= Rp515.796,32 \times 90\% (good)$$

$$= Rp464.217,00/ 1000 km$$

- BOK Auto 2013 = BOK 2013 + faktor tambahan (17)

$$= Rp3.816.082,00 + Rp38.161,00$$

$$= Rp3.854.243,00$$

- *User cost* Auto = BOK Auto 2013 x LHR Auto x 24 jam x Panjang jalan x 365 hari (20)

$$= 3.854.243/1000 km \times 175 \times 24 \times 367$$

$$km \times 365 hari = Rp31.737.759,00$$

Total *user cost* jalan lingkaran dengan perkerasan lentur adalah Rp1.653.607.807.988.

Perhitungan User Cost Jalan Lingkaran (Perkerasan Kaku)

Diasumsikan bahwa pada usia rencana 0-25 tahun perkerasan kaku berada pada kondisi *good*, dan pada tahun ke-26-30 tahun berada pada kondisi *fair*. Total *user cost* jalan lingkaran dengan perkerasan kaku adalah Rp1.448.656.105.387.

Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi berfungsi untuk mengetahui kelayakan proyek secara umum. Evaluasi ekonomi yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini adalah membandingkan *benefit* dan *cost* dari

masing-masing alternatif perkerasan menggunakan metode *Benefit Cost Ratio* (BCR). *Benefit* adalah *saving user cost* dan *total cost* jalan eksisting kondisi “do nothing” dengan *user cost* dan *total cost* jalan lingkaran perkerasan lentur dan jalan lingkaran perkerasan kaku. Sedangkan *Cost* adalah selisih *total cost* jalan eksisting kondisi “do nothing” dengan *user cost* dan *total cost* jalan lingkaran perkerasan lentur dan jalan lingkaran perkerasan kaku, dimana kondisi “do nothing” adalah kondisi normal jalan eksisting. Selain itu, dicari pula *Benefit* dan *Cost* antara kedua jenis perkerasan.

- a. Jalan Eksisting
 - a. *Operational Cost* = Rp37.896.557.966,07
 - b. *Total Cost* = Rp37.896.557.966,07
 - c. *User Cost* = Rp5.722.491.492.314,08
- b. Perkerasan Lentur
 - a. *Initial Cost* = Rp17.867.326.994,90
 - b. *Operational Cost* = Rp35.273.598.851,33
 - c. *Total Cost* = Rp53.140.925.846,23
 - d. *User Cost* = Rp2.124.978.571.110,30
- c. Perkerasan Kaku
 - a. *Initial Cost* = Rp12.357.084.941,60
 - b. *Operational Cost* = Rp4.938.131.526,56
 - c. *Total Cost* = Rp17.295.216.468,16
 - d. *User Cost* = Rp1.478.457.756.957,76

Perhitungan Saving

- a. Selisih *User Cost* jalan eksisting dibanding jalan lingkaran dengan perkerasan lentur = Rp3.597.512.921.203,78
- b. Selisih *User Cost* jalan eksisting dibanding jalan lingkaran dengan perkerasan kaku = Rp4.244.033.735.356,32
- c. Selisih *Total Cost* jalan eksisting dibanding jalan lingkaran dengan perkerasan lentur = Rp-15.244.367.880,16
- d. Selisih *Total Cost* jalan eksisting dibanding jalan lingkaran dengan perkerasan kaku = Rp20.601.341.497,91

Perhitungan B/C Ratio

- a. Perhitungan B/C masing-masing alternatif

- Alternatif A

$$B/C_{0-A} = \frac{3.597.512.921.203,78}{-15.244.367.880,16} = -235,9$$

- Alternatif B

$$B/C_{0-B} = \frac{4.244.033.735.356,32}{20.601.341.497,91} = 206,01$$

Dari perbandingan tersebut dipilih alternatif B karena nilai B/C-nya lebih besar dari alternatif A.

- b. Perhitungan menggunakan teknik perbandingan alternatif

- Alternatif B vs Alternatif A

$$\frac{B}{C_{B-A}} = \frac{4.244.033.735.356,32 - 3.597.512.921.203,78}{20.601.341.497,91 - (-15.244.367.880,16)}$$

$$B/C_{B-A} = 18,04 > 1 \text{ (OK)}$$

Karena $B/C > 1$, dipilih alternatif sebelah kiri, yaitu alternatif jalan lingkaran dengan perkerasan kaku

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Dari hasil perhitungan tebal perkerasan Jalan Lingkaran Mojoagung didapatkan hasil dan kesimpulan sebagai berikut.

- 1) Tebal konstruksi perkerasan lentur, dengan tebal masing-masing lapisan:
 - a. *Surface Course* (Laston MS 744) : 13 cm.
 - b. *Base Course* (Batu Pecah Kelas A) : 20 cm.
 - c. *Sub Base Course* (Sirtu Kelas B) : 31 cm.
- 2) Tebal konstruksi perkerasan kaku, menggunakan:
 - a. *Surface Course* (pelat beton) : 28 cm.
 - b. *Sub Base Course* (Sirtu Kelas B) : 10 cm.
 - c. Dowel
 - $\varnothing = 32 \text{ mm}$
 - panjang dowel = 450 mm
 - jarak antar dowel = 300 mm
 - d. *Tie bar*
 - D = 16 mm
 - panjang *tie bar* = 765 mm
 - jarak antar *tie bar* = 1100 mm
- 3) Dari analisis dan evaluasi ekonomi diperoleh hasil:
 - a. Jalan Eksisting
 - *Operational Cost* = Rp37.896.557.966,07
 - *Total Cost* = Rp37.896.557.966,07
 - *User Cost* = Rp5.722.491.492.314,08

- b. Perkerasan Lentur
 - *Initial Cost* = Rp17.867.326.994,90
 - *Operational Cost* = Rp35.273.598.851,33
 - *Total Cost* = Rp53.140.925.846,23
 - *User Cost* = Rp2.124.978.571.110,30

- c. Perkerasan Kaku
 - *Initial Cost* = Rp12.357.084.941,60
 - *Operational Cost* = Rp4.938.131.526,56
 - *Total Cost* = Rp17.295.216.468,16
 - *User Cost* = Rp1.478.457.756.957,76

- d. Dari hasil analisis dan evaluasi ekonomi diperoleh hasil $B/C_{0-A} = -235,9$, Alternatif $B/C_{0-B} = 206,01$ dan $B/C_{A-B} = 18,04$. Dengan demikian, dipilih Alternatif B atau perkerasan kaku untuk Jalan Lingkaran Mojoagung dengan alasan lebih menguntungkan dari segi ekonomi jalan raya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oktodelina Nurahmi, *Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Konstruksi Perkerasan Kaku beserta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkaran Mojoagung*, belum dipublikasikan.
- [2] Departemen Pekerjaan Umum, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU (1987) 10-11.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-1744-1989. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU (1989).
- [4] Badan Pusat Statistik Kabupaten Jombang, *Jombang Dalam Angka 2011*. Jombang: Penerbit Badan Pusat Statistik (2011).
- [5] Bank Indonesia. (2012, May 10). Available: www.bi.go.id.