

BAB II

STUDI KELAYAKAN

2.1 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi suatu proyek menunjukkan biaya ekonomi proyek dan keuntungan-keuntungan dari proyek tersebut, kemudian dengan membandingkan biaya ekonomi dan keuntungan tersebut ditentukan layak atau tidaknya proyek tersebut dari segi ekonomi.

Dalam perbandingan biaya ekonomi dan keuntungan tersebut, untuk proyek jalan tol Semarang Seksi C, digunakan tiga metode yaitu :

1. Net Present Value (NPV)
2. Benefit Cost Ratio (B/C RATIO)
3. Internal Rate of Return (IRR)

2.1.1 Biaya Ekonomi (*Economic Cost*)

Biaya ekonomi didefinisikan sebagai semua biaya-biaya proyek tanpa pajak, bea dan subsidi. Biaya ekonomi ini didasarkan pada studi perkiraan biaya yang sudah dilakukan sebelumnya. Kemudian disesuaikan dengan jadwal pelaksanaan proyek, biaya ekonomi ini dibagi dalam beberapa tahap pengeluaran biaya (tahunan) sehingga diperoleh biaya tahunan.

Untuk evaluasi ekonomi, data-data biaya tahunan ini harus dikonversikan kedalam nilai/harga pada tahun dasar dengan menggunakan cara *single payment-*

present worth factor sehingga diperoleh hasil yang disebut *present value*. Cara *single payment-present worth factor* tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$P = F \cdot (1 + i)^{-n} \quad (2.1)$$

Dengan :

P = present value / nilai pada tahun dasar

F = future value / nilai pada tahun ke-n

i = interest rate / tingkat bunga

2.1.2 Keuntungan (*Benefit*)

Keuntungan adalah keuntungan yang diperoleh dengan beroperasinya suatu proyek. Dalam proyek-proyek jalan raya keuntungan-keuntungan yang termasuk penting adalah :

1. pengurangan biaya operasi kendaraan
2. penghematan waktu perjalanan
3. berkurangnya kecelakaan dan kerusakan kendaraan
4. rangsangan terhadap perkembangan ekonomi daerah sekitarnya

Tidak semua keuntungan tersebut diatas dihasilkan dari suatu proyek jalan raya, umumnya ada perbedaan antara proyek satu dengan lainnya. Juga tidak semua keuntungan tersebut dapat dinilai, keuntungan yang satu bisa lebih mudah dinilai dengan uang dari keuntungan yang lain.

Berdasarkan data yang dapat digunakan, maka untuk proyek jalan tol Semarang Seksi C, pengurangan biaya operasi kendaraan dan penghematan waktu adalah keuntungan yang terpenting dan dapat dinilai dengan uang.

2.1.3 Biaya Operasi Kendaraan

Biaya Operasi Kendaraan (BOK) terdiri dari *running cost* dan *standing cost*. Pengertian *Running Cost* adalah total biaya-biaya operasi kendaraan yang dipengaruhi oleh jarak perjalanan dan waktu, sedangkan *Standing Cost* adalah biaya-biaya karena memiliki kendaraan. Elemen-elemen dari BOK adalah :

- a. *Running Cost*, meliputi biaya-biaya :
 1. Konsumsi bahan bakar
 2. Konsumsi oli mesin
 3. Pemakaian ban
 4. Pemeliharaan (suku cadang dan upah kerja)
 5. Pengemudi (untuk kendaraan komersil)
 6. Depresiasi kendaraan
- b. *Standing Cost*, meliputi biaya-biaya :
 1. Bunga modal
 2. Asuransi
 3. *Overhead*

Biaya operasi kendaraan diperhitungkan berdasarkan data experimental dari kendaraan yang melakukan perjalanan pada jalan dengan perkerasan baik dan jalan

masuk terkontrol dibandingkan pada jalan arteri biasa untuk kecepatan-kecepatan yang bervariasi.

Untuk menghitung BOK (Biaya Operasi Kendaraan), dipilih tiga jenis kendaraan yang dianggap mewakili kendaraan yang akan melalui jalan tol Semarang Seksi C yaitu :

1. Golongan I (sedan)
2. Golongan IIA (Bis)
3. Golongan IIB (Truk)

2.1.4 Model Perhitungan BOK dengan Metode PCI

PCI atau Pasific Consultant International bekerja sama dengan PT. Jasa Marga pada tahun 1979 telah melakukan studi kelayakan pada ruas Jakarta Intra Urban yang akan dijadikan jalan tol antar kota Jakarta. Hasil studi ini menghasilkan rumus-rumus empiris untuk menghitung biaya operasi kendaraan secara sederhana. Model ini menyertakan satu variabel bebas yaitu kecepatan dalam perhitungannya, namun mempunyai tinjauan elemen yang cukup lengkap menyangkut bunga modal, asuransi dan overhead. PCI tidak menyertakan pengaruh kondisi perkerasan sehingga diperlukan model lain dalam tinjauannya.

2.2 Batas-batas Pemakaian BOK

2.2.1 Pemakaian Bahan Bakar (*Fuel Consumption = FL*)

Rumus yang dipergunakan untuk menghitung konsumsi bahan bakar adalah :

Jalan Tol

$$1. \text{ Golongan I} \quad : 0.04376 S^2 - 4.94078 S + 207.0484 \quad (2.2)$$

$$2. \text{ Golongan IIA} : 0.14461 S^2 - 16.10285 S + 636.50343 \quad (2.3)$$

$$3. \text{ Golongan IIB} : 0.13485 S^2 - 15.12463 S + 592.60931 \quad (2.4)$$

Jalan Non Tol

$$1. \text{ Golongan I} : 0.05693 S^2 - 6.42593 S + 269.18567 \quad (2.6)$$

$$2. \text{ Golongan IIA} : 0.21692 S^2 - 24.15490 S + 954.78624 \quad (2.7)$$

$$3. \text{ Golongan IIB} : 0.21557 S^2 - 24.17699 S + 947.80862 \quad (2.8)$$

Dengan S adalah kecepatan atau speeds.

2.2.2 Pemakaian Bahan Pelumas

Jalan Tol

$$1. \text{ Golongan I} : 0.00029 S^2 - 0.03134 S + 1.69613 \quad (2.9)$$

$$2. \text{ Golongan IIA} : 0.00131 S^2 - 0.15257 S + 8.30869 \quad (2.10)$$

$$3. \text{ Golongan IIB} : 0.00118 S^2 - 0.13770 S + 7.54073 \quad (2.11)$$

Jalan Non Tol

$$1. \text{ Golongan I} : 0.00037 S^2 - 0.04070 S + 2.20403 \quad (2.12)$$

$$2. \text{ Golongan IIA} : 0.00209 S^2 - 0.24413 S + 13.29445 \quad (2.13)$$

$$3. \text{ Golongan IIB} : 0.00186 S^2 - 0.22035 S + 12.06486 \quad (2.14)$$

Dengan S adalah kecepatan atau speeds.

2.2.3 Perawatan Kendaraan

I. Biaya Suku Cadang

Jalan Tol dan Jalan Non Tol

$$1. \text{ Golongan I} : 0.0000064 S + 0.0005567 \quad (2.15)$$

$$2. \text{ Golongan IIA : } 0.0000332 S + 0.0020891 \quad (2.16)$$

$$3. \text{ Golongan IIB : } 0.0000191 S + 0.0016400 \quad (2.17)$$

Dengan S adalah kecepatan atau speeds.

II. Biaya Tenaga Kerja

Jalan Tol dan Jalan Non Tol

$$1. \text{ Golongan I : } 0.00362 S + 0.36267 \quad (2.18)$$

$$2. \text{ Golongan IIA : } 0.02311 S + 1.97733 \quad (2.19)$$

$$3. \text{ Golongan IIB : } 0.01511 S + 1.21200 \quad (2.20)$$

Dengan S adalah kecepatan atau speeds.

2.2.4 Pemakaian Ban Kendaraan

Rumus-rumus yang dipakai dalam perhitungan konsumsi ban kendaraan :

Jalan Tol dan Jalan Non Tol

$$1. \text{ Golongan I : } 0.0008848 S - 0.0045333 \quad (2.21)$$

$$2. \text{ Golongan IIA : } 0.0012356 S - 0.0065667 \quad (2.22)$$

$$3. \text{ Golongan IIB : } 0.0015553 S - 0.0059333 \quad (2.23)$$

Dengan S adalah kecepatan.

2.2.5 Penyusutan Harga Kendaraan (*Depresiation*)

Menurut rumusan PCI nilai depresiasi dihitung :

Jalan Tol dan Jalan Non Tol

$$1. \text{ Golongan I : } \frac{1}{(2.5 S + 125)} \quad (2.24)$$

$$2. \text{ Golongan IIA} : \frac{1}{(9.0 S + 450)} \quad (2.25)$$

$$3. \text{ Golongan IIB} : \frac{1}{(6.0 S + 300)} \quad (2.26)$$

Dengan S adalah kecepatan.

2.2.6 Bunga Modal (*Interest*)

Besarnya bunga modal dihitung berdasarkan $\frac{1}{2}$ nilai depresiasi kendaraan per 1000 kilometer. Untuk jalan non tol besarnya dianggap sama pada jalan tol, karena bunga modal berpengaruh kecil pada dua jenis jalan tersebut.

Rumus-rumus yang dipakai adalah :

Jalan Tol dan Jalan Non Tol

$$1. \text{ Golongan I} : \frac{150}{(500 S)} \quad (2.27)$$

$$2. \text{ Golongan IIA} : \frac{150}{(2572.42857 S)} \quad (2.28)$$

$$3. \text{ Golongan IIB} : \frac{150}{(1714.28571 S)} \quad (2.29)$$

Dengan S adalah kecepatan.

2.2.7 Asuransi (*Insurance*)

Dalam PCI asuransi ditentukan dengan rumusan yang sama antara jalan tol dan jalan non tol.

Rumus-rumus yang dipakai adalah :

Jalan Tol dan Jalan Non Tol

$$1. \text{ Golongan I} : \frac{38}{(500 \text{ S})} \quad (2.30)$$

$$2. \text{ Golongan IIA} : \frac{6}{(2571.42857 \text{ S})} \quad (2.31)$$

$$3. \text{ Golongan IIB} : \frac{61}{(1714.28571 \text{ S})} \quad (2.32)$$

Dengan S adalah kecepatan.

2.2.8 Overhead

1. Golongan I : karena dianggap dikendarai sendiri untuk *overhead* nya = 0
2. Golongan IIA : 10% dari subtotal biaya-biaya tersebut
3. Golongan IIB : 10% dari subtotal biaya-biaya tersebut

2.3 Perhitungan Komponen Biaya Operasi Kendaraan

Pada metode PCI akan diperoleh faktor kuantitas dalam bentuk non dimensional. Karena itu diperlukan nilai moneter untuk mendapatkan biaya operasi kendaraan dalam mata uang tertentu (dalam hal ini rupiah). Perhitungan-perhitungan Biaya Operasi kendaraan tersebut juga masih dalam satuan per 1000 km sehingga untuk mendapatkan nilai satuan per km diperlukan jarak dari jalan yang dilalui tersebut.

Pada PCI untuk komponen Depresiasi (Fdp), Bunga Modal (Fbm) dikalikan dengan setengah dari harga kendaraan terdepresiasi, sedangkan nilai Asuransi (Fas)

dikalikan dengan setengah dari harga kendaraan baru. Untuk lengkapnya perhitungan nilai moneter Biaya Operasi Kendaraan dalam rupiah dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.1. Nilai moneter Biaya Operasi Kendaraan dengan metode PCI

Komponen BOK	Perhitungan BOK (dalam rupiah)
Konsumsi Bahan Bakar (Fbb)	$Fbb \times \text{Jarak} \times \text{Harga satuan Bahan Bakar} / 1000$
Konsumsi Minyak Pelumas (Fmp)	$Fmp \times \text{Jarak} \times \text{Harga satuan Minyak Pelumas} / 1000$
Konsumsi Ban (Fkb)	$Fkb \times \text{Jarak} \times \text{Harga satuan Ban} / 1000$
Pemeliharaan :	
• Biaya Suku Cadang (Fpc)	$Fpc \times \text{Jarak} \times \text{Harga Kendaraan terdepresiasi} / 1000$
• Biaya Tenaga Kerja (Fpk)	$Fpk \times \text{Jarak} \times \text{Harga upah mekanik per jam} / 1000$
Depresiasi (Fdp)	$Fdp \times \text{Jarak} \times 0.5 \text{ Harga kendaraan terdepresiasi} / 1000$
Bunga Modal (Fbm)	$Fbm \times \text{Jarak} \times 0.5 \text{ Harga kendaraan terdepresiasi} / 1000$
Asuransi (Fas)	$Fas \times \text{Jarak} \times 0.5 \text{ Harga kendaraan baru} / 1000$

Sumber : Jasa Marga dan LAPI-ITB

Tabel 2.2. Harga Kendaraan Baru (Per Januari 1998)

Jenis Kendaraan	Kendaraan Representatif (yang diambil)	Harga Kendaraan Baru (dalam Rupiah)
Golongan I (Sedan)	Sedan TIMOR type S 515	48,500,000
Golongan IIA (Bis)	Mercedes Benz OH 1521/60	249.147,000
Golongan IIB (Truk)	Mitsubishi FUSO Truck FM 517H	346.038,000

Sumber : Interview dengan Dealer yang terkait

Tabel 2.3. Harga Ban Kendaraan Baru (Per Januari 1998)

Jenis Kendaraan	Kendaraan Representatif (yang diambil)	Harga Ban Baru (dalam Rupiah)
Golongan I (Sedan)	Sedan TIMOR type S 515	223,000
Golongan IIA (Bis)	Mercedes Benz OH 1521/60	569,590
Golongan IIB (Truk)	Mitsubishi FUSO Truck FM 517H	569,590

Sumber : Interview dengan Dealer Bridgestone

Tabel 2.4. Harga Kebutuhan Tenaga Kerja Kendaraan (Per Januari 1998)

Kebutuhan Tenaga Kerja	Harga (Rupiah / jam)
Mekanik	1,900
Sopir Bis	2,050
Kondektur Bis	1,350
Sopir Truk	2,050
Kondektur Truk	1,075

Sumber : Interview dengan sumber terkait

Tabel 2.5. Harga Kebutuhan Bahan Bakar dan Minyak Pelumas (Per Januari 1998)

Kebutuhan Bahan Bakar dan Minyak Pelumas	Harga (Rupiah / jam)
Bensin	700
Solar	380
Minyak Pelumas	4,500

Sumber : Pertamina

2.4 Perhitungan BOK Model PCI

Contoh perhitungan Biaya Operasi Kendaraan ini diambil dari golongan I atau mobil penumpang/Sedan Timor.

A. Jalan TOL

Langkah-langkah perhitungan Biaya Operasi Kendaraan dengan metode PCI adalah :

1. Menentukan besarnya kecepatan yang digunakan kendaraan tersebut.

Misal : $V = 60 \text{ km/jam}$

2. Menghitung faktor-faktor komponen Biaya Operasi Kendaraan seperti berikut :

a. Faktor Konsumsi Bahan Bakar (Fbb). (2.2)

$$Fbb = (0,04376.60^2) - (4,94078.60) + 207,0408 = 88,57787$$

b. Faktor Konsumsi Minyak Pelumas (Fmp) (2.9)

$$Fmp = (0,00029.60^2) - (0,03134.60) + 1,69613 = 1,09403$$

c. Faktor Konsumsi Ban (Fkb) (2.21)

$$Fkb = (0,0008848.60) - 0,0045333 = 0,0485547$$

d. Faktor Biaya Suku Cadang (Fpc) (2.15)

$$Fpc = (0,0000064.60) (0,0005567) = 0,0009407$$

e. Faktor Biaya Tenaga Kerja (Fpk) (2.18)

$$Fpk = (0,00362.60) + 0,36267 = 0,57987$$

f. Faktor Depresiasi (Fdp) (2.24)

$$Fdp = \frac{1}{(2,5.60) + 125} = 0,003636364$$

g. Faktor Bunga Modal (Fbm) (2.27)

$$Fbm = \frac{150}{500.60} = 0,005$$

h. Faktor Asuransi (Fas) (2.30)

$$Fas = \frac{38}{500.60} = 0,001266667$$

3. Menghitung Biaya Operasi Kendaraan

a. Konsumsi Bahan Bakar

$$= Fbb \times \text{Jarak} \times \text{Harga satuan Bahan Bakar} / 1000$$

$$= 88,1376 \times 9,557 \times 700 / 1000$$

$$= \text{Rp. } 455,8337302$$

b. Konsumsi Minyak Pelumas

$$= F_{mp} \times \text{Jarak} \times \text{Harga satuan pelumas} / 1000$$

$$= 0,85973 \times 9,557 \times 5000 / 1000$$

$$= \text{Rp. } 41,08219805$$

c. Konsumsi Ban

$$= F_{kb} \times \text{Jarak} \times \text{Harga satuan Ban} / 1000$$

$$= 0,0485547 \times 9,557 \times 223300 / 1000$$

$$= \text{Rp. } 103,6195219$$

d. Biaya Suku Cadang

$$= F_{pc} \times \text{Jarak} \times \text{Harga kendaraan terdepresiasi} / 1000$$

$$= 0,0009407 \times 9,557 \times (48.500.000 \times 0,003636364) / 1000$$

$$= \text{Rp. } 1,585556691$$

e. Biaya Tenaga Kerja

$$= F_{pk} \times \text{Jarak} \times \text{Harga upah mekanik per jam} / 1000$$

$$= 0,57987 \times 9,557 \times 1900 / 1000$$

$$= \text{Rp. } 10,52945342$$

f. Depresiasi

$$= F_{dp} \times \text{Jarak} \times 0,5 \times \text{Harga kendaraan terdepresiasi} / 1000$$

$$= 0,003636364 \times 9,557 \times 0,5 \times (48.500.000 \times 0,003636364) / 1000$$

$$= \text{Rp. } 3,064558678$$

g. Bunga Modal

$$= F_{bm} \times \text{Jarak} \times 0,5 \times \text{Harga kendaraan terdepresiasi} / 1000$$

$$= 0,005 \times 9,557 \times (48.500.000 \times 0,003636364) / 1000$$

$$= \text{Rp. } 4,21376818$$

h. Asuransi

$$= F_{as} \times \text{Jarak} \times 0,5 \times \text{Harga kendaraan baru} / 1000$$

$$= 0,001266667 \times 9,557 \times 0,5 \times 48500000 / 1000$$

$$= \text{Rp. } 293,559183$$

i. Overhead

Karena pada golongan I dianggap merupakan *private car* atau dikendarai sendiri untuk overheadnya dianggap = 0

4. Menjumlahkan Biaya Operasi Kendaraan dari hasil pada point 3, yaitu sebesar **Rp. 913,4480 / km** untuk golongan I (dengan kendaraan representatif Sedan Timor).

B. Jalan NON TOL

Langkah-langkah perhitungan Biaya Operasi Kendaraan jalan non tol sama dengan jalan tol dengan menggunakan rumus-rumus no : 2.6 – 2.8 dan 2.12 – 2.32.

Perhitungan komponen dari Biaya Operasi Kendaraan berdasarkan variasi kecepatan kendaraan ditampilkan dari tabel 2.7(jalan tol) dan tabel 2.8(jalan non tol).

Tabel 2.6. Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan pada Jalan Tol per km

KECEPATAN (km/jam)	BIAYA OPERASI KENDARAAN		
	Golongan I (Rp)	Golongan IIA (Rp)	Golongan IIB (Rp)
10	2.987,7100	2.733,8477	8.765,5798
15	2.256,5254	2.389,0769	6.377,2443
20	1.843,7215	2.130,1768	5.106,5914
25	1.567,5384	1.924,8585	4.300,9857
30	1.367,3677	1.762,3470	3.742,8437
35	1.217,2229	1.638,0177	3.338,8941
40	1.104,1045	1.549,5546	3.042,4894
45	1.020,7869	1.495,6686	2.827,7071
50	962,9326	1.475,5851	2.678,9895
55	927,7802	1.488,8102	2.586,4332
60	913,4880	1.535,0140	2.543,4344
65	918,7803	1.613,9677	2.545,4199
70	942,7458	1.725,5079	2.589,1224
75	984,7160	1.869,5143	2.672,1453
80	1.044,1894	2.045,8967	2.792,6908
85	1.120,7824	2.254,5861	2.949,3839
90	1.214,1965	2.495,5285	3.141,1548

Tabel 2.7. Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan pada Jalan Non Tol per km

KECEPATAN (km/jam)	BIAYA OPERASI KENDARAAN		
	Golongan I (Rp)	Golongan IIA (Rp)	Golongan IIB (Rp)
10	4.4887,7804	5.732,1027	14.713,4799
15	3.756,2457	5.018,6091	10.982,2510
20	3.098,3455	4.454,9279	8.916,0685
25	2.647,5353	3.993,7088	7.557,8640
30	2.314,9351	3.619,1505	6.588,5586
35	2.062,4366	3.324,4711	5.871,3737
40	1.870,9765	3.106,2744	5.337,9023
45	1.729,9588	2.962,6701	4.950,1300
50	1.633,0226	2.892,5221	4.685,2417
55	1.576,1184	2.895,1060	4.528,7149
60	1.556,5454	2.969,9382	4.470,8650
65	1.572,4330	3.116,6833	4.504,9857
70	1.622,4447	3.335,1014	4.626,2855
75	1.705,6002	3.625,0162	4.831,2501
80	1.821,1639	3.986,2954	5.117,2430
85	1.968,5734	4.418,8377	5.482,2476
90	2.147,3911	4.922,5643	5.924,6954

2.5 Nilai Waktu (*Time Value*)

Perhitungan nilai waktu pendekatan yang diambil berdasarkan Herbert Mohring, yaitu pengendara cenderung mencari rute dengan Biaya Operasi Kendaraan minimum dari beberapa alternatif jalan yang tersedia. Teori ini menyebutkan bahwa total biaya perjalanan dapat diumuskan sebagai berikut :

$$C = F(\underline{S}, N, Z) \frac{L}{S(\underline{S}, N, Z)} \quad (2.33)$$

dengan,

- L = Nilai Waktu sesuai dengan jenis kendaraan (Rp/jam),
- F = Biaya Operasi Kendaraan, tidak termasuk waktu (Rp/km).
- C = Total Biaya Operasi Kendaraan (Rp/km),
- S = Kecepatan Selama Perjalanan (km/jam),
- \underline{S} = Kecepatan yang diinginkan pengendara (km/jam),
- N = Volume lalu lintas,
- Z = Faktor-faktor lain yang berpengaruh.

Kemudian berdasarkan pendekatan bahwa pertumbuhan kendaraan diikuti oleh perbaikan jalan, diasumsikan bahwa \underline{S} hampir sama dengan S, sedangkan N dan Z tidak terlalu berpengaruh, sehingga persamaan berubah menjadi :

$$C = F(S) \times L/S \quad (2.34)$$

Apabila pemakai jalan bermaksud memperkecil Biaya Operasi Kendaraan, maka :

$$\frac{dC}{dS} = \alpha \times \frac{dF}{dS} - \frac{L}{S^2} = 0 \quad (2.35)$$

$$L = S^2 \times \frac{dF}{dS} \times \alpha \quad (2.36)$$

$$T_v = L \times t \times fr \quad (2.37)$$

$$\alpha = \frac{BOK_{total}}{BOK_{bahan\ bakar}} \quad (2.38)$$

Dengan,

T_v = Time Value (Rp),

t = Waktu tempuh (jam),

fr = Faktor regional.

Salah satu koreksi dalam menentukan nilai waktu adalah adanya suatu faktor regional yang ditentukan dari besarnya pendapatan masing-masing daerah. Dengan rumus sebagai berikut :

$$fr = \frac{PDRB}{PRPB} \quad (2.39)$$

Dengan,

fr = Faktor regional,

PDRB = Pendapatan Daerah Rata-rata Bruto (dari daerah dalam lokasi jalan tol)

PRPB = Pendapatan Rata-rata Pusat Bruto (dari DKI Jakarta)
(PDRB dan PRPB dalam satuan rupiah)

Jika Biaya Operasi Kendaraan yang bergerak di jalan tol dan jalan non tol serta nilai waktu dari masing-masing kendaraan telah diketahui maka Besar Keuntungan Biaya Operasi Kendaraan (BKBOOK) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$BKBOOK = [(BOK_n \times D_n) - (BOK_t \times D_t)] + [(D_n/V_n - D_t/V_t) \times T_v] \quad (2.40)$$

dengan :

BKBOOK = Besar Keuntungan Biaya Operasi Kendaraan (Rp),

BOK_n = Biaya Operasi Kendaraan di jalan non tol (Rp/km),

BOK_t = Biaya Operasi Kendaraan di jalan tol (Rp/km),

- D_n = Jarak jalan non tol (km),
 D_t = Jarak jalan tol (km),
 V_n = Kecepatan di jalan non tol (km/jam),
 V_t = Kecepatan di jalan tol (km/jam),
 T_v = *Time Value* atau nilai waktu dari kendaraan (Rp/jam).

Hasil perhitungan nilai waktu ditampilkan pada tabel 2.9 yang dihitung dengan rumus no : 2.36 – 2.39.

Tabel 2.8. Perhitungan Nilai Waktu (*Time Value*)

Jenis Kendaraan	Biaya Operasi Kendaraan (rupiah / menit)
1. Mobil Penumpang (Gol I)	29,795
2. Bis (Gol IIA)	44,708
3. Truk (Gol IIB)	71,168

2.6 Perhitungan Besar Keuntungan Biaya Operasi Kendaraan (BKBOOK)

Contoh perhitungan BKBOOK untuk Sedan Timor (Golongan I) dengan menggunakan rumus 2.40 adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{BKBOOK} &= [(BOK_n \times D_n) - (BOK_t \times D_t)] + [(D_n / V_n - D_t / V_t) \times T_v] \\
 &= [(1543,66 \times 14,015) - (904,7 \times 9,557)] + [(14,015 / 30 - 9,557 / 75) \times 29,795] \\
 &= \text{Rp.1369,15}
 \end{aligned}$$

Tabel 2.10 : Perhitungan Besar Keuntungan Biaya Operasi Kendaraan (BKBOK)

Jenis Kendaraan	D non tol (km)	D tol (km)	V non tol (km/jam)	V tol (km/jam)	Tv (Rp./jam)	BOK non tol (Rp./km)	BOK tol (Rp./km)	BKBOK (Rp.)	BKBOK per km (Rp./km)
Gol I	14,015	9,557	30	75	0,4965896	1.556,5454	913,4880	13084,9480	1369,1481
Gol IIA	14,015	9,557	20	60	1,1861406	4.470,8650	2.543,4344	38352,2127	4012,9970
Gol IIB	14,015	9,577	20	60	0,7451282	2.892,5221	1.475,5851	26436,9336	2766,2377

2.7 Evaluasi

1. *Net Present Value* (NPV)

Merupakan perhitungan selisih antara keuntungan dengan biaya berdasarkan nilai pada *base year* atau tahun dasar. NPV dirumuskan sebagai berikut :

$$NPV = B_0 - C_0$$

Dimana : B_0 = total keuntungan pada tahun dasar

C_0 = total biaya pada tahun dasar

Suatu proyek dikatakan layak jika mempunyai nilai $NPV > 0$. Perhitungan NPV ini menggunakan *discount rate* atau bunga (i) 15%.

Menghitung *Cost* atau biaya (C_0)

Biaya konstruksi, pemeliharaan (P) = Rp. 156,828 milyar

i = 15%

n = 3 tahun

$C_0 = A = P (A/P, i, n)$

$$= 156,828 (A/P, 15\%, 3)$$

$$= 156,828 (0,4380)$$

$$= \text{Rp. } 66,687 \text{ milyar / tahun}$$

Menghitung *benefit* atau keuntungan

Jumlah kendaraan yang lewat pada jalan tol adalah 8141 kendaraan/hari.

- Prosentase kendaraan Gol I = 37,5% \Rightarrow 3053 kendaraan/hari
- Prosentase kendaraan Gol IIA = 28% \Rightarrow 2279 kendaraan/hari

- Prosentase kendaraan Gol IIB = 34,5% \Rightarrow 2809 kendaraan/hari

$$B_0 = [(13084,9480 \times 3053) + (38352,2127 \times 2279) + (26436,9336 \times 2809)]$$

$$= \text{Rp. } 73,5893 \text{ milyar}$$

$$NPV = B_0 - C_0$$

$$= 73,5893 - 66,687$$

$$= \text{Rp. } 6,9023 \text{ milyar} > 0 \Rightarrow \text{OK}$$

2. B/C Ratio

Merupakan nilai perbandingan dari keuntungan dan biaya dari proyek. *B/C Ratio* dirumuskan sebagai berikut :

$$B/C \text{ Ratio} = \frac{B_0}{C_0} > 1$$

$$= \frac{73,5893}{66,687}$$

$$= 1,1035 > 1 \Rightarrow \text{OK}$$

3. Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return adalah nilai discount rate – I yang membuat NPV dari suatu proyek sama dengan 0 (nol) ditulis :

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + IRR)^t} = 0$$

IRR dapat dianggap sebagai tingkat keuntungan atas investasi bersih dari suatu proyek, dan proyek dianggap layak, nilai IRR lebih besar dari/sama dengan *social discount rate*.

Menghitung Benefit

Didapat dari biaya masuk tol selama umur rencana :

$$\text{Gol I} = 10449 \text{ kend/hari} \times \text{Rp. } 1000 \times 20 \times 365 = \text{Rp. } 76,278 \text{ milyar}$$

$$\text{Gol IIA} = 3042 \text{ kend/hari} \times \text{Rp. } 1500 \times 20 \times 365 = \text{Rp. } 33,310 \text{ milyar}$$

$$\text{Gol IIB} = 7848 \text{ kend/hari} \times \text{Rp. } 2000 \times 20 \times 365 = \text{Rp. } 114,580 \text{ milyar}$$

Maka total benefit adalah : Rp. 224,168 milyar

Menghitung Biaya

Didapat dari biaya pembangunan dan pemeliharaan yaitu Rp. 156,828 milyar.

$$F(P/F, i, n) - 156,828 = 0$$

$$224,168 (P/F, i, 20) - 156,828 = 0$$

$$\text{Dicoba : } i = 14\%$$

$$224,168 (0,7276) - 156,828 = \text{Rp. } 6,2766 \text{ milyar}$$

$$\text{Dicoba : } i = 15\%$$

$$224,168 (0,0611) - 156,828 = -\text{Rp. } 143,1313 \text{ milyar}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat dilihat bahwa : $14\% < i < 15\%$.

Dengan interpolasi didapat harga $i = 14,042\%$.

2.8 Pembahasan

Pada perhitungan Biaya Operasi Kendaraan (BOK) penulis tidak sepakat dengan konsultan mengenai pemilihan kendaraan sedan Timor dengan kapasitas 1000 cc karena sekitar 33% kendaraan yang sedang diproduksi di Indonesia adalah merk Toyota. Biaya Operasi Kendaraan (BOK) pada jalan tol lebih kecil daripada jalan non tol. Dari tabel 2.7 dan 2.8 didapat kesimpulan yang menghasilkan bahwa kendaraan yang paling rendah pada kecepatan 60 km/jam, Toyota dengan biaya operasi 1000 cc/km/jam Biaya Operasi Kendaraan (BOK) pada jalan non tol lebih besar daripada jalan non tol ini dapat dimanfaatkan untuk jalan tol yang lebih cepat daripada jalan tol. Disamping itu penggunaan jalan tol lebih efektif dan lebih menguntungkan karena akan mengalami penurunan biaya BOK lebih besar. Bila biaya operasi perkilometer maka BOK pada jalan tol lebih kecil. Proyek jalan tol Semarang-Sukoharjo harus dilaksanakan dari segi pembiayaan untuk transportasi dan dari segi Biaya Operasi Kendaraan.

Proyek dikatakan layak jika mempunyai nilai NPV > 0, dimana keuntungan yang diperoleh lebih besar dari biaya. Dari hasil perhitungan NPV untuk proyek ini menunjukkan nilai > 0, sehingga proyek layak untuk dilaksanakan.

Proyek dikatakan layak jika mempunyai B/C Ratio > 0, dimana keuntungan yang diperoleh lebih besar dari biaya. Dari hasil perhitungan B/C Ratio menunjukkan nilai > 0 dan hasil perhitungan IRR menunjukkan > 0, sehingga proyek dianggap layak untuk dilaksanakan.