

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Biaya Operasi Kendaraan

Biaya Operasi Kendaraan (BOK) merupakan suatu nilai yang menyatakan besarnya biaya yang dikeluarkan untuk pengoperasian suatu kendaraan. BOK terdiri atas beberapa komponen, yaitu :

a. Biaya Tidak Tetap (*Running Cost*)

- Biaya Bahan bakar Biaya Oli / Pelumas
- Biaya Pemakaian Ban
- Biaya Pemeliharaan (Servis kecil / besar, General Overhaul)
- Biaya Over Head (Biaya tak terduga)

b. Biaya Tetap

- Asuransi
- Bunga Modal
- Depresiasi (Penyusutan Kendaraan) Nilai Waktu

2.1.1 Perhitungan BOK dengan Rumus PCI Model

Biaya Operasi Kendaraan (BOK) merupakan fungsi dari kecepatan. Untuk perhitungan BOK ini dipergunakan rumus PCI model, dengan asumsi kondisi jalan relatif berbukit dan jenis moda yang digunakan keluaran tahun 2007, terdiri dari :

Rumus untuk Menghitung BOK truk angkutan barang

a. *Persamaan konsumsi bahan bakar.*

$$\text{Untuk truk : } Y = 0,21557 \times S^2 - 24,17699 \times S + 947,80882 \quad (\text{II.1.})$$

Y = Konsumsi bahan bakar (liter/1000 km)

S = Kecepatan (km/jam)

b. Persamaan konsumsi oli mesin.

Untuk truk : $Y = 0,00186 \times S^2 - 0,22035 \times S + 12,06486$ (II.2.)

Y = Konsumsi oli mesin (liter/1000 km)

S = Kecepatan (km/jam)

c. Persamaan dari pemakaian ban.

Untuk truk : $Y = 0,0015553 \times S - 0,005933$ (II.3.)

Y = pemakaian ban/1000 km

S = Kecepatan (km/jam)

d. Persamaan dari biaya pemeliharaan

➤ Biaya suku cadang

Untuk truk : $Y = 0,0000191 \times S + 0,0015400$ (II.4.)

Y = Biaya suku cadang dikalikan dengan harga kendaraan yang terdepresiasi/1000 km

➤ Biaya mekanik

Untuk truk : $Y = 0,01511 \times S + 1,21200$ (II.5.)

Y = Jam kerja mekanik dikalikan dengan upah/jam/1000 km

S = Kecepatan (km/jam)

e. Persamaan dari penyusutan (depresiasi)

Untuk truk : $Y = 1 / (6 \times S + 210)$ (II.6.)

Y = Depresiasi dikalikan dengan setengah dari harga kendaraan terdepresiasi/1000 km.

S = Kecepatan (km/jam)

f. Persamaan dari suku bunga

$$\text{Untuk truk : } Y = 150 / (1714,28571 \times S) \quad (\text{II.7.})$$

$Y =$ Biaya suku bunga dikalikan dengan setengah harga kendaraan terdepresiasi/1000 km

$S =$ Kecepatan (km/jam)

g. Persamaan dari asuransi

$$\text{Untuk truk : } Y = 61 / (1714,28571 \times S)$$

$Y =$ Asuransi dikalikan dengan harga kendaraan baru/1000 km.

$S =$ Kecepatan (km/jam)

h. Persamaan dari waktu perjalanan

$$\text{S Gol IIB (truk) : } Y = 1000 / S \quad (\text{II.8.})$$

$Y =$ Jam perjalanan dikalikan dengan upah/jam/1000 km.

$S =$ Kecepatan (km/jam)

Rata – rata jumlah awak kendaraan.

Gol IIB (truk) : sopir 1 ; kernet 1

i. Overhead (biaya tak terduga)

$$\text{Gol IIB (truk) : } 10 \% \text{ dari sub total} \quad (\text{II.9.})$$

2.1.2 Perhitungan BOK yang Dikembangkan oleh LAPI ITB

Komponen-komponen BOK truk di jalan non tol.

a. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

$$\text{Konsumsi bahan bakar} = \text{basic fuel} (I+(kk+kl+kr)) \quad (\text{II.10.})$$

Dimana : *basic fuel* dalam liter/1000 km

$Kk =$ koreksi akibat kelandaian

Kl = koreksi akibat kondisi lalu lintas

Kr = Koreksi akibat kekasaran jalan (*roughness*)

Konsumsi Bahan Bakar TRUK = $0,21557 V^2 - 24,17699 V + 947,80862$

Faktor koreksi konsumsi bahan bakar ditampilkan dalam Tabel 2.1. dan Tabel 2.2. berikut :

Tabel 2.1. Faktor Koreksi Akibat Kelandaian

Koreksi Kelandaian Negatif (kk)	$g < -5 \%$	-0,337
	$-5 \% \leq g \leq 0 \%$	-0,158
Koreksi Kelandaian Positif (kk)	$0 \% \leq g \leq -5 \%$	0,400
	$g \geq 5 \%$	0,820

Sumber : LAPI-ITB (1997)

Tabel 2.2. Faktor Koreksi Akibat Kekasaran dan (v/c)

Koreksi Lalu Lintas (kl)	$0 \leq v/c < 0,6$	0,050
	$0,6 \leq v/c < 0,8$	0,185
	$v/c \geq 0,8$	0,253
Koreksi Kekasaran (kr)	$< 3 \text{ m/km}$	0,035
	$\geq 3 \text{ m/km}$	0,085

Sumber : LAPI-ITB (1997)

b. Konsumsi Minyak Pelumas

Berdasarkan survey literatur, dengan kriteria kemudahan dalam mengimplementasikan model, maka dipilih spesifikasi model yang dikembangkan dalam GENMERRI, yaitu model yang dipakai oleh Bina Marga untuk studi kelayakan jalan. Model ini memperhatikan pengaruh dari kecepatan perjalanan dan kekasaran permukaan jalan (*roughness*) terhadap konsumsi minyak pelumas.

Pada Tabel 2.3. dapat dilihat konsumsi dasar minyak pelumas (liter/km) untuk jalan tol yang dimodifikasi dari model ini. Konsumsi dasar ini kemudian dikoreksi lagi menurut

tingkatan *roughness* seperti yang terlihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.3. Konsumsi Dasar Minyak Pelumas (liter/km)

Kecepatan (km/jam)	Jenis Kendaraan		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
10 - 20	0,0032	0,0060	0,0049
20 - 30	0,0030	0,0057	0,0046
30 - 40	0,0028	0,0055	0,0044
40 - 50	0,0027	0,0054	0,0043
50 - 60	0,0027	0,0054	0,0043
60 - 70	0,0029	0,0055	0,0044
70 - 80	0,0031	0,0057	0,0046
80 - 90	0,0033	0,0060	0,0049
90 - 100	0,0035	0,0064	0,0053
100 - 110	0,0038	0,0070	0,0059

Sumber : LAPI-ITB (1997)

Konsumsi dasar minyak pelumas untuk jalan non tol dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Konsumsi minyak pelumas Gol Truk} = 0,00186 V^2 - 0,22035 V + 12,06486 \quad (\text{II.11.})$$

V = Kecepatan berjalan (Running Speed)

Tabel 2.4 Faktor Koreksi Konsumsi Minyak Pelumas

Nilai Kekasaran	Faktor Koreksi
< 3 m/km	1,00
> 3 m/km	1,50

Sumber : LAPI-ITB (1997)

c. Konsumsi Ban

Ada tiga faktor yang dapat mempengaruhi kondisi atau umur ban, yaitu :

1. *Rolling Friction*, yaitu gesekan antara ban dengan permukaan jalan
2. Gesekan akibat *Driving Force*, yang diakibatkan tekanan udara yang terjadi

pada saat kendaraan melakukan tanjakan dan atau pengurangan kecepatan.

3. Gaya longitudinal dan transversal yang menyebabkan gesekan pada sebagian permukaan ban. Gaya tersebut terjadi akibat pengereman, akselerasi dan tikungan.

Dengan memperhatikan kriteria kesederhanaan dan kemudahan dalam mengimplementasikan model, maka digunakan model PCI sebagai berikut :

$$\text{Golongan Truk: } Y = 0.0015553 V - 0,0059333 \quad (\text{II.12.})$$

Dimana :

Y = Pemakaian ban per 1000 km

V = Kecepatan berjalan (*Running Speed*)

d. Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan terdiri dari biaya suku cadang dan upah montir/tenaga kerja yang berlaku untuk perhitungan BOK pada jalan tol maupun jalan non tol, sedangkan menurut PCI persamaannya sebagai berikut :

1. Suku Cadang

$$\text{Golongan Truk } Y = 0.0000191 V + 0.0015400 \quad (\text{II.13.})$$

Dimana :

Y= Pemeliharaan suku cadang per1000 km

V = Kecepatan berjalan (*Running Speed*)

2. Montir

$$\text{Golongan truk } Y = 0,01511 V + 0,21200 \quad (\text{II.14.})$$

Dimana :

Y = Jam montir per1000 km

V = Kecepatan berjalan (Running Speed)

e. Depresiasi

Biaya depresiasi berlaku untuk perhitungan BOK pada jalan tol maupun jalan non tol.

Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$\text{Golongan truk : } Y = 1 / (6,0 V + 300) \quad (\text{II.15.})$$

Dimana :

Y = Depresiasi per1000 km dikalikan $\frac{1}{2}$ nilai depresiasi dari kendaraan.

f. Bunga Modal

Biaya bunga modal per kendaraan-km yang dilambangkan dengan INT dan diekspresikan sebagai fraksi dari kendaraan baru diberikan dalam persamaan berikut :

$$\text{INT} = \text{AINT} / \text{AKM} \quad (\text{II.16.})$$

Dimana :

AINT = Rata-rata bunga modal tahunan dari kendaraan yang diekspresikan sebagai fraksi dari kendaraan baru. 0,01 ($\text{AINV}/2$)

AINV = Bunga modal tahunan dari kendaraan baru.

AKM = Rata-rata jarak tempuh tahunan (kilometer) kendaraan.

g. Asuransi

Biaya asuransi berlaku untuk perhitungan BOK.

$$\text{Golongan truk } Y = 61 / (1714,28571 V) \quad (\text{II.17.})$$

Dimana :

Y = Asuransi per1000 km

V = Kecepatan berjalan (Running Speed)

h. Persamaan dari waktu perjalanan

Golongan truk : $Y = 1000 / S$ (II.18.)

Dimana : Y = Jam perjalanan dikalikan dengan upah/jam/1000 km.

S = Kecepatan (km/jam) Rata – rata jumlah awak kendaraan.

Gol truk : sopir 1 ; kernet 1

i. Overhead (biaya tak terduga)

Golongan truk : 10 % dari sub total (II.19.)

2.2 Nilai Waktu

Nilai waktu atau nilai penghematan waktu didefinisikan sebagai jumlah uang yang rela dikeluarkan oleh seseorang untuk menghemat satu satuan waktu perjalanan.

Pendekatan di dalam melakukan perhitungan nilai waktu dilakukan dengan asumsi bahwa pengemudi kendaraan akan menggunakan jalan yang lebih baik untuk menghindari kemacetan dan kondisi geometri jalan. Perhitungan ini berdasarkan teori Herbert Mohring, dimana pengemudi cenderung mencari rute perjalanan dengan biaya operasi kendaraan minimum dari beberapa alternatif yang tersedia.

Persamaan dari total biaya operasi kendaraan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = F(S) + \frac{P}{S} \quad (II.20.)$$

Dimana :

P = Nilai waktu sesuai dengan jenis kendaraan (Rp./jam)

F = Biaya Operasi Kendaraan (tidak termasuk nilai waktu, Rp./km)

c = Total Biaya Operasi Kendaraan (Rp./jam)

S = Kecepatan selama perjalanan (km/jam)

Apabila pemakai jalan bermaksud memperkecil BOK maka

$$\frac{\partial c}{\partial S} = \frac{\partial F}{\partial S} - \frac{P}{S^2} = 0 \quad (\text{II.21.})$$

Dari persamaan diatas didapat nilai waktu (P)

$$P = S^2 \times \frac{\partial F}{\partial S} = S^2 \times \alpha \times \frac{\partial F'}{\partial S} \quad (\text{II.22.})$$

Dimana:

F' = Biaya operasi secara langsung (Biaya bahan bakar, oli, ban, suku cadang, dan mekanik) (Rp./km)

S = Kecepatan selama perjalanan (km/jam)

$$= \alpha \cdot \frac{F}{F'}$$

F = Biaya Operasi Kendaraan (tidak termasuk nilai waktu, Rp./km)

2.3 Nilai Waktu Barang

Nilai waktu barang merupakan faktor resiko terhadap nilai barang yang hilang yang dapat disebabkan turunnya atau rusaknya nilai kegunaan barang atau kehilangan sejumlah barang dalam perjalanan. Nilai waktu barang dipengaruhi oleh nilai barang itu sendiri dan faktor penyusutan akibat karakteristik barang dan perlakuan yang diterimanya (Tavasszy).

Nilai waktu barang dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$a_g = v_g (p_g + z_g + i) \quad (\text{II.23.})$$

Dimana :

a_g = nilai waktu barang

v_g = nilai barang (Rp/MT)

p_g = faktor kerusakan (l/t)

z_g = faktor resiko (l/t)

i = faktor diskonto (l/t)

Untuk angkutan berjenis General Kargo nilai waktu barang dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$a_g = v_g - (v_g(1 - s)^{T/96}) \text{ Rp/MT} \quad (\text{II.24.})$$

Dimana :

a_g = nilai waktu barang

v_g = nilai barang (Rp/MT)

s = nilai penyusutan

T = waktu perjalanan (jam)

2.4 Kondisi geometri jalan, kecepatan lalu lintas dan kekasaran permukaan jalan (*roughness*).

a. Geometri jalan

Kelandaian jalan merupakan besaran yang menunjukkan besarnya kenaikan atau penurunan vertikal jalan dalam satuan jarak horisontal, yang dinyatakan dalam %. Kelandaian jalan berpengaruh terhadap kecepatan perjalanan dari kendaraan. Kecepatan perjalanan sendiri merupakan faktor yang sangat penting dalam perhitungan biaya operasi kendaraan.

Panjang lintasan yang dihitung adalah panjang jalan yang paling mungkin dan sering digunakan sebagai jalan alternatif apabila tidak melakukan penyeberangan langsung Jangkar-Lembar atau sebaliknya.

b. Kecepatan lalu lintas

Dalam analisa ini menggunakan kecepatan tempuh (sinonim dengan kecepatan perjalanan) sebagai ukuran kinerja dari segmen jalan darat atau perjalanan laut, dan merupakan faktor yang sangat penting dalam perhitungan biaya operasi kendaraan, karena kecepatan kendaraan mempengaruhi konsumsi bahan bakar, minyak pelumas dan pemakaian ban.

Kecepatan tempuh didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan sepanjang segmen jalan :

$$V = L / TT \quad (II.25.)$$

Dimana :

V = Kecepatan rata-rata kendaraan (km/jam)

L = Panjang segmen jalan (km)

TT = Waktu tempuh rata-rata (jam)

c. Kekasaran Permukaan Jalan

Kekasaran permukaan jalan sangat mempengaruhi tingkat kenyamanan mengemudi. Kekasaran permukaan jalan merupakan perbandingan dari kondisi profil vertikal badan jalan terhadap panjang jalan itu sendiri. Tingkat kenyamanan dan kinerja suatu jaringan jalan dinyatakan dengan 2 cara, yaitu dengan skala Indeks Kondisi Jalan (*Road Conditional Index* = RCI) dengan metode pengamatan secara langsung (visual) dan

dengan alat *Roughometer* yang dinyatakan dalam *International Roughness Index* (IRI) dinyatakan dalam m/km. Semakin kecil nilai IRI maka kondisi jalan semakin baik (rata dan teratur).

Tabel 2.5. Skala Indeks Kondisi Jalan (RCI)

Nilai RCI	Kondisi Permukaan Jalan Secara Visual
8 – 10	Sangat rata dan teratur
7 – 8	Sangat baik, umumnya rata
6 – 7	Baik
5 – 6	Cukup, sedikit sekali atau tidak ada lubang, tetapi permukaan jalan tidak rata
4 – 5	Jelek, kadang-kadang ada lubang, permukaan jalan tidak rata
3 – 4	Rusak, bergelombang, banyak lubang
2 – 3	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan hancur
≤ 2	Tidak dapat dilalui, kecuali dengan kendaraan 4 WD (Jeep)

Sumber : LAPI-ITB (1997)

Tabel 2.6. Konversi Nilai RCI ke IRI

RCI	IRI
7,6	4
6,4	6
5,3	8
3,5	12
2,3	16

Sumber : LAPI-ITB (1997)

Dimana :

$$RCI = 10 \times e^{(-0,0501 \times IRI^{1,220326})} \quad (II.26.)$$

2.5 Tarif Penyeberangan Laut Dan BOK

Tarif Penyeberangan adalah besarnya sejumlah uang yang dibayarkan untuk pemakaian penyeberangan antara pelabuhan Jangkar Asembagus Kabupaten Situbondo dengan Pelabuhan Lembar, Lombok NTB. Sedangkan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) adalah biaya yang secara ekonomi terjadi dengan dioperasikannya suatu kendaraan pada kondisi normal untuk suatu tujuan tertentu.

Hubungan dari kedua hal diatas adalah , sesuai ketentuan tarif penyeberangan laut Jangkar-Lembar sama dengan 90% dari nilai BOK yang ditambahkan dengan tarif penyeberangan Ketapang-Gilimanuk dan Padangbai-Lembar. Juga diperhitungkan penghematan BOK, jika BOK jalan Asembagus-Ketapang dan Gilimanuk-Padangbai sangat tinggi misal dikarenakan kondisi geometrik jalan dan adanya kemacetan-kemacetan lalu lintas..