

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. TARIF TOL

Tol adalah sejumlah uang tertentu yang dibayarkan untuk pemakaian jalan tol. Besarnya tarif tol tidak boleh melebihi 70 % nilai BKBOOK yang merupakan selisih antara BOK melalui jalan non tol dan BOK melalui jalan tol.

Tarif tol $\leq 70\%$ BKBOOK

$BKBOOK = BOK_{\text{non tol}} - BOK_{\text{tol}}$

2.1.1. Pertimbangan-pertimbangan Penentuan Tarif Tol :

1. Penghematan Biaya Operasi Kendaraan.

Biaya operasi kendaraan sangat dipengaruhi oleh waktu perjalanannya. Sebagai contoh dalam kasus kemacetan lalu lintas, selain memperpanjang waktu perjalanan juga menyebabkan naiknya BOK. Karena bahan bakar yang digunakan menjadi tidak efektif.

2. Keuntungan Bersama

Dalam menentukan tarif tol juga harus mempertimbangkan segi keuntungan. Yang dimaksud disini adalah keuntungan bagi kedua belah pihak, yaitu pengelola maupun pengguna jalan tol, dari segi penghematan biaya operasi kendaraan maupun waktu perjalanan dan tidak merugikan salah satu pihak yang terlibat langsung dalam jalan tol.

2.1.2. Cara Pemungutan Tarif Tol

Ada dua sistem pemungutan tarif dari pemakai jalan tol, yaitu :

♦ Sistem Tertutup

Di pintu masuk, pemakai jalan tol mengambil tiket / karcis dan di pintu masuk membayar tarif tol sesuai dengan jarak tempuhnya. Dengan

sistem ini dapat meningkatkan kemampuan menampung masuknya kendaraan.

- ◆ Sistem Terbuka

Di pintu masuk, pemakai jalan tol langsung membayar tarif tol. Dengan sistem ini kemampuan menampung kendaraan di pintu masuk harus besar, karena pemakai jalan tol berhenti untuk membayar tarif dan mengambil karcis.

2.2. BIAYA OPERASI KENDARAAN (BOK)

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

- a. Biaya Tidak Tetap (*Running Cost*) adalah biaya yang besarnya berubah tergantung pada pengoperasian alat-alat pengangkutan, meliputi :
 - ⇒ Bahan bakar
 - ⇒ Minyak Pelumas
 - ⇒ Ban
 - ⇒ Pemeliharaan
- b. Biaya Tetap (*Fixed Cost*) adalah biaya tetap yang dikeluarkan setiap bulan, meliputi :
 - ⇒ Asuransi
 - ⇒ Bunga Modal
 - ⇒ Depresiasi

Metode yang digunakan dalam melakukan perhitungan Biaya Operasi Kendaraan adalah metode yang didasarkan pada kecepatan tempuh. Metode ini menggunakan persamaan-persamaan yang bergantung pada besarnya kecepatan. Persamaan BOK ini meliputi :

- ◆ Konsumsi bahan bakar (liter/1000 km)
- ◆ Konsumsi minyak pelumas (liter/1000 km)

- ♦ Konsumsi pemakaian ban (ban/1000 km)
- ♦ Biaya pemeliharaan (depresiasi/1000 km)
- ♦ Biaya mekanik (jam kerja/1000 km)
- ♦ Biaya suku bunga (interest/1000 km, sebesar $\frac{1}{2}$ nilai depresiasi)
- ♦ Asuransi (asuransi/1000 km, sebesar nilai depresiasi)

Metode ini biasa digunakan oleh PT. Jasa Marga. Oleh sebab itu dalam penulisan laporan ini digunakan metode perhitungan BOK yang dikembangkan oleh PT. Jasa Marga bekerja sama dengan Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri Institut Teknologi Bandung (LAPI ITB).

Berdasarkan model perhitungan BOK yang dikembangkan oleh PT. Jasa Marga bekerja sama dengan Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri Institut Teknologi Bandung (LAPI ITB), maka hanya akan diperhitungkan faktor-faktor tertentu yang dianggap memberikan pengaruh terhadap komponen-komponen yang memberikan kontribusi relatif besar terhadap nilai BOK. Faktor-faktor yang dimaksud adalah geometri jalan, kondisi lalu lintas dan kekasaran permukaan.

2.2.1. Komponen-Komponen BOK

2.2.1.1. Konsumsi Bahan Bakar

- ♦ Jalan Tol

Konsumsi bahan bakar = basic fuel ($1 + (kk + kl + kr)$)

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 Dasar Gol I = $0,0284V^2 - 3,0644V + 141,68$

♦ Jalan Non Tol

Konsumsi bahan bakar = basic fuel ($1 + (kk + kl + kr)$)

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 Dasar Gol I = $0,05693V^2 - 6,42593V + 269,18576$

Tabel 2.1. Faktor Koreksi Konsumsi Bahan Bakar Dasar Kendaraan

Koreksi Kelandaian Negatif (kk)	$g < -5\%$	-0.333
	$-5\% \leq g \leq 0\%$	-0.158
Koreksi Kelandaian Positif (kk)	$0\% \leq g \leq 5\%$	0,400
	$g \geq 5\%$	0,820
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

2.2.1.2. Konsumsi Minyak Pelumas

Berdasarkan survei literatur, dengan kriteria kemudahan dalam mengimplementasikan model, maka dipilih spesifikasi model yang dipakai oleh Bina Marga untuk studi kelayakan jalan. Model ini memperhatikan pengaruh

dari kecepatan perjalanan dan kekasaran jalan terhadap konsumsi minyak pelumas.

Pada Tabel 2.2 dapat dilihat konsumsi dasar ini kemudian dikoreksi lagi menurut tingkatan *roughness* seperti terlihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2 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

Tabel 2.3 Faktor Koreksi Konsumsi Minyak Pelumas terhadap Kondisi Kekasaran Permukaan

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

2.2.1.3. Konsumsi Ban

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

1. *Rolling Friction*

Gesekan antara ban dengan permukaan jalan.

2. Gaya Longitudinal dan Transversal

Gaya yang menyebabkan terjadinya gesekan pada sebagian permukaan ban akibat pengereman, akselerasi, dan tikungan.

3. Gesekan akibat *Driving Force*

Gesekan yang diakibatkan tekanan udara yang terjadi pada saat kendaraan melakukan tanjakan dan atau pengurangan kecepatan.

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

- ♦ Golongan I : $Y = 0,0008848 V - 0,0045333$

Y : Pemakaian ban per 1000 km.

V : Kecepatan berjalan (*running speed*)

2.2.1.4. 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 :

a. Suku Cadang

- Golongan I : $Y = 0,0000064 V + 0,0005567$

Y : pemeliharaan suku cadang per 1000 km.

b. Montir

- Golongan I : $Y = 0,00362 V + 0,36267$

Y : jam montir per 1000 km.

2.2.1.5. Depresiasi

Biaya depresiasi berlaku untuk perhitungan BOK pada jalan tol maupun jalan non tol. Persamaannya adalah sebagai berikut :

- ♦ Golongan I : $Y = 1 / (2,5 V + 125)$

Y : Depresiasi per 1000 km, sama dengan ½ nilai depresiasi dari kendaraan.

2.2.1.6. Bunga Modal

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

$$INT = AINT / AKM$$

dimana :

AINT : rata-rata bunga modal tahunan dari kendaraan yang diekspresikan sebagai fraksi dari kendaraan baru.

$$= 0,001 (AINV / 2)$$

AINV : bunga modal tahunan dari kendaraan baru.

AKM : rata-rata jarak tempuh tahunan (kilometer) kendaraan.

Dalam hal ini bunga modal diasumsikan tidak dipengaruhi oleh pilihan pemakai tol atau non tol.

2.2.1.7. Asuransi

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

- ♦ Golongan I : $Y = 38 / (500 V)$

Y : Asuransi per 1000 km.

2.2.2. Kecepatan

Dalam analisa ini menggunakan kecepatan tempuh / kecepatan perjalanan sebagai ukuran kinerja dari segmen jalan (jalan tol dan jalan non tol) 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 :

$$V = \frac{L}{TT}$$

dimana :

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

L : Panjang segmen jalan (km)

TT : Waktu tempuh rata-rata kendaraan (jam)

2.2.3. Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan pada saat arus nol, sesuai dengan kecepatan yang akan digunakan pengemudi pada saat mengendarai kendaraan bermotor tanpa dihalangi kendaraan bermotor lainnya di jalan:

$$FV = FV_0 + FFV_w$$

Dimana :

FV : Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan pada kondisi lapangan.

FV_0 : Kecepatan arus bebas dasar bagi kendaraan ringan pada kondisi jalan dan tipe alinyemen yang dipelajari.

FFV_w : Penyesuaian untuk lebar jalur lalu lintas dan bahu jalan.

Kecepatan arus bebas diperoleh melalui data lapangan, dimana hubungan antara kecepatan arus bebas dengan kondisi geometrik ditetapkan dengan cara regresi. Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan dipilih sebagai kriteria dasar untuk kinerja jalan pada saat arus nol. Kecepatan arus bebas mobil penumpang biasanya adalah 10 % – 15 % lebih tinggi dari tipe kendaraan ringan lain.

2.2.4. Geometrik Jalan

Data geometrik jalan yang digunakan dalam perhitungan biaya operasi kendaraan adalah kelandaian dan panjang jalan, untuk jalan tol maupun jalan non tol.

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

Panjang jalan tol merupakan lintasan yang ditempuh kendaraan, mulai pintu masuk (gerbang) tol sampai dengan akhir tol. Untuk panjang jalan non tol ditetapkan berdasarkan panjang lintasan yang paling mungkin dan sering digunakan sebagai alternatif apabila tidak menggunakan jalan tol. Klasifikasi medan dan besarnya lereng melintang yang bersangkutan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.4 Data Kelandaian Jalan

Golongan medan	Lereng melintang
Datar (D)	0 - 9 %
Perbukitan (B)	10 - 24,9 %
Pegunungan (P)	> 25 %

Sumber : P T. Jasa Marga

2.2.5. Kekasaran Permukaan Jalan (*Roughness*)

Kekasaran permukaan jalan sangat mempengaruhi tingkat kenyamanan mengemudi. Kekasaran permukaan jalan merupakan perbandingan dari kondisi profil vertikal badan jalan terhadap panjang jalan itu sendiri, yang dinyatakan dalam IRI (m/km). Data kekasaran permukaan jalan ini hanya digunakan sebagai data penunjang dalam perhitungan biaya operasi kendaraan. Semakin kecil nilai IRI maka kondisi permukaan jalan semakin baik (rata dan teratur). Skala RCI bervariasi antara 2-10, dengan pengertian sebagai berikut :

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 permukaan pekerasan hancur
≤ 2	Tidak dapat dilalui kecuali dengan kendaraan 4 WD (Jeep)

Sumber : Bina Marga

Untuk jalan non tol, pengamatan kondisi permukaan jalan dilakukan secara visual. Adapun hubungan antara nilai RCI dengan nilai IRI (*International Roughness Index*) dirumuskan secara empiris sebagai berikut :

$$RCI = 10 * e^{(-0,0501 * IRI^{1,220326})}$$

2.2.6. Nilai Waktu

Nilai waktu atau nilai penghematan didefinisikan sebagai jumlah uang yang rela dikeluarkan oleh seseorang untuk menghemat satu satuan waktu perjalanan. Besaran nilai waktu yang digunakan oleh PT. Jasa Marga untuk daerah selain Jakarta.

Tabel 2.6 Nilai Waktu Kendaraan Golongan I

Kecepatan (Km/jam)	dF''/dV	Tcost	Dcost	Koefisien (Tcost/Dcost)	Distribusi Normal	Nilai Waktu (Rp/Jam)
30	-1,938.364	1,279,694.22	226,194.22	5.6575	0.0013	12.83
35	-1,318.004	1,154,141.53	218,053.30	5.2929	0.0049	41.87
40	-697.644	1,057,826.68	213,014.18	4.9660	0.0165	91.46
45	-77.284	982,489.14	211,076.86	4.6547	0.0441	32.12
50	543.076	923,091.34	212,241.34	4.3493	0.0919	542.66
55	1,163.436	876,371.25	216,507.62	4.0478	0.1498	2,134.00
60	1,783.796	840,114.33	223,875.70	3.7526	0.1915	4,614.75
65	2,404.156	812,758.62	234,345.58	3.4682	0.1915	6,746.26
70	3,024.516	793,167.26	247,917.26	3.1993	0.1498	7,102.67
75	3,644.876	780,490.74	264,590.74	2.9498	0.0919	5,557.94
80	4,265.236	774,079.96	284,366.02	2.7221	0.0441	3,276.95
85	4,885.596	773,429.37	307,243.10	2.5173	0.0165	1,466.15
90	5,505.956	778,138.64	333,221.98	2.3352	0.0049	510.31
95	6,126.316	787,886.14	362,302.66	2.1747	0.0013	156.31

Tabel 2.7. Nilai Waktu Kendaraan untuk Non Tol

Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
6000	9050,54	6723,30