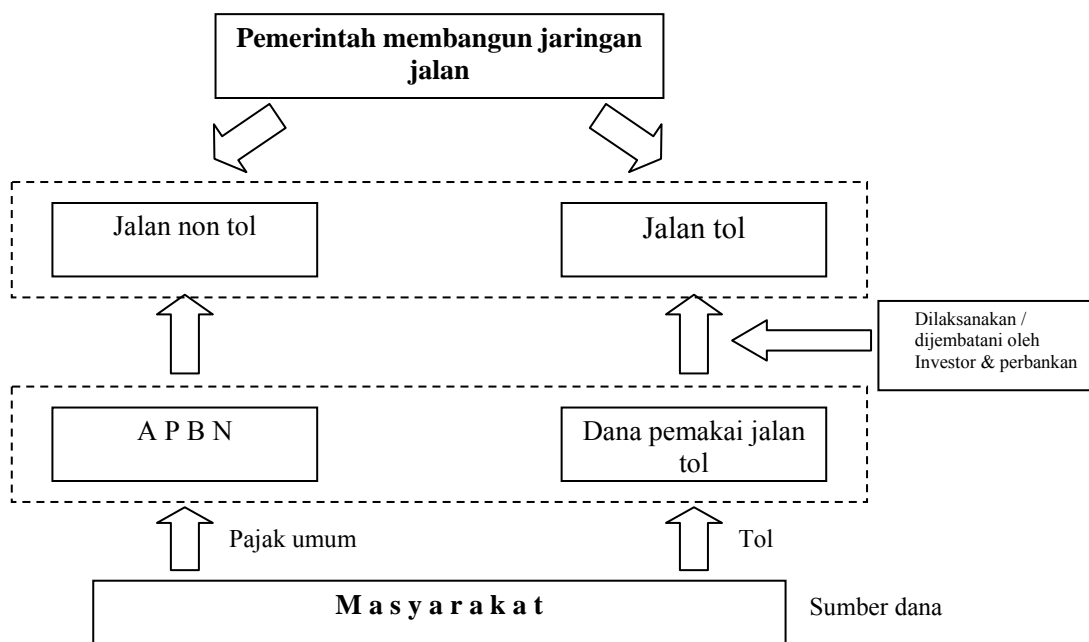


BAB II
STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan umum

Dalam PP No. 15 Tahun 2005 tentang jalan tol, disebutkan definisi dari jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian dari sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol. Jalan tol pertama di Indonesia dibangun pada tahun 1976 yaitu jalan tol Jakarta-Bogor-Ciawi (Jagorawi). Kebijakan ini dilakukan Pemerintah berkaca dari keberhasilan pembangunan jalan tol di negara lain seperti Amerika Serikat yang berhasil dalam mengembangkan sistem jaringan jalan tol. Di Amerika Serikat sendiri konsep jalan tol diperkenalkan karena keterbatasan anggaran pemerintah untuk membangun jalan reguler. PP No. 15 tahun 2005 juga menyebutkan bahwa penyelenggaraan jalan tol bertujuan meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi terutama di wilayah yang sudah tinggi tingkat perkembangannya.



Gambar 2.1. Konsep penyelenggaraan jalan tol

Sumber: PT (Persero) Jasa Marga, 2005

2.1.1 Aspek pendanaan jalan tol

- Jalan yang diselenggarakan dengan didanai seluruhnya atau sebagian oleh pemakai jalan yang bersangkutan melalui pembayaran tol.
- Dijembatani oleh Investor (dan perbankan) yang diberi hak pengusahaan selama kurun waktu tertentu (masa konsesi).
- Dana yang ditanamkan Investor akan kembali, ditambah keuntungan yang wajar, dari pendapatan jalan tol yang bersangkutan.
- Pengusahaan jalan tol didasari kaidah-kaidah bisnis.

2.1.2 Kelayakan ekonomi jalan tol

- Mewakili kepentingan pemerintah dan masyarakat
- Penghematan biaya operasi kendaraan (BOK)
- Penghematan nilai waktu (waktu tempuh)

2.1.3 Kelayakan finansial jalan tol

- Faktor Kunci: volume lalu lintas ($LHR \geq 17.000$; $\Delta 7-8\%/th$)
- Apabila jalan tol layak secara finansial maka dapat dibiayai sepenuhnya dari hasil tol.
- Apabila jalan tol perlu dibangun karena alasan pengembangan wilayah, meskipun secara finansial belum layak → perlu subsidi
- Bentuk subsidi:
 - Bantuan pembebasan tanah
 - Bantuan sebagian biaya proyek
 - Keringanan pajak
- Sumber subsidi
 - APBN;
 - APBD;

- Dana pihak-pihak yang diuntungkan dengan adanya jalan tol yang bersangkutan, misal: pengembang, industri, dsb.

2.1.4 Aspek teknis jalan tol

- Jalan tol merupakan alternatif lintas jalan umum yang ada dan merupakan jalan baru.
- Jalan tol di desain mampu menahan muatan sumbu terpusat yang lebih besar daripada jalan biasa, yaitu 8.2 ton (tunggal), dan 14.5 ton (tandem).
- Akses harus dibatasi atau terkendali dengan tujuan pelayanan kelancaran arus lalu lintas.

2.1.5 Penggolongan jenis kendaraan

Tabel 2.1. Penggolongan jenis kendaraan

Golongan	Jenis Kendaraan
I	Sedan/Jeep/MVP Pickup, Truk kecil, bus
II	Truk dengan 2 (dua) gandar
III	Truk dengan 3 (tiga) gandar
IV	Truk dengan 4 (empat) gandar
V	Truk dengan 5 (lima) gandar atau lebih

Sumber: Kepmen PU No 370 Tahun 2007

2.2 Biaya operasi kendaraan

Komponen utama biaya pengguna jalan antara lain terdiri dari biaya operasi kendaraan (*vehicle operating cost*), nilai waktu perjalanan (*value of travel time saving*), dan biaya kecelakaan (*accident cost*). BOK terdiri dari dua komponen utama yaitu biaya tidak tetap (*variable cost* atau *running cost*) dan biaya tetap (*standing cost* atau *fixed cost*). Biaya tidak tetap komponen-komponennya antara lain adalah: biaya konsumsi bahan bakar, biaya oli, biaya konsumsi suku cadang, biaya upah tenaga pemeliharaan, dan biaya ban. Sedangkan biaya tetap komponen-komponennya antara lain adalah biaya depresiasi kendaraan, biaya awak kendaraan, biaya bunga, dan biaya *overhead*.

Beberapa metode yang dipakai untuk menghitung biaya operasional kendaraan:

1. Metode yang digunakan IRMS (*Intra-Urban Road Management System*)

Dalam metode ini biaya operasi kendaraan yang merupakan penyesuaian dari Metode HDM III (*Highway Design Manual*), model diatur berdasarkan nilai IRI (*International Roughness Index*) sebesar 3, berarti bahwa kondisi jalan sangat baik atau ideal, dengan kata lain bahwa nilai IRI yang lebih dari 3 untuk model biaya operasi kendaraan-nya harus dikalikan dengan *cost index* yang diperoleh dari analisa regresi. Formulasi yang digunakan untuk memperoleh biaya operasi kendaraan adalah sebagai berikut:

$$\text{BOK}_{\text{index}} = \left[a + \left(\frac{b}{V} \right) + cV^2 + d(V * \text{IRI}) + e(\text{IRI}^2) \right]$$

Konstanta – konstanta tersebut akan ditunjukkan oleh **Tabel 2.2** di bawah ini.

Tabel 2.2. Indeks biaya operasi kendaraan

<i>Vehicle</i>	<i>Constant (a)</i>	<i>1/V (b)</i>	<i>V² (c)</i>	<i>V*IRI (d)</i>	<i>IRI² (e)</i>	<i>r²</i>
<i>Car</i>	0.6655	26.902	0.00000246	0.0001020	261.4	0.99
<i>Utility</i>	0.5348	30.022	0.00000893	0.0001360	213.5	0.99
<i>Small Bus</i>	0.4430	33.180	0.00001010	0.0003120	273.3	0.99
<i>Light Bus</i>	0.5014	28.039	0.00001850	0.0000678	441.8	0.99
<i>Light Truck</i>	0.5278	25.520	0.00000093	0.0003330	290.0	0.99
<i>Medium Truck</i>	0.4937	21.674	0.00002300	0.0003580	390.0	0.99
<i>Heavy Truck</i>	0.5499	17.427	0.00002250	0.0003390	531.3	0.99

Sumber: LAPI ITB-PT (Persero) Jasa Marga

Dimana:

V = kecepatan pada ruas jalan (km/jam)

IRI = roughness (m/km)

a,b,c,d,e = koefisien yang telah diestimasi pada table diatas

exp = konstanta eksponensial (2,718282)

r² = koefisien kuadrat dari korelasi perkalian

Untuk kendaraan berat dalam studi ini konstanta regresinya diasumsikan sebagai rata-rata dari bus besar dan truk medium, dan untuk sepeda motor konstanta regresinya sebesar 0,3 dari konstanta mobil dan untuk kendaraan tidak bermotor digunakan nilai sebesar 0,5 dari konstanta mobil. Metode ini digunakan oleh Bina Marga.

2. Metode yang didasarkan pada kecepatan tempuh

Metode ini menggunakan persamaan-persamaan yang bergantung pada besarnya kecepatan. Persamaan BOK ini meliputi:

- Konsumsi bahan bakar (liter/1000km)
- Konsumsi minyak pelumas (liter/1000km)
- Konsumsi pemakaian ban (ban/1000km)
- Biaya pemeliharaan (depresiasi/1000km)
- Biaya mekanik (jam kerja/1000km)
- Biaya suku bunga (interest/1000km, sebesar ½ nilai depresiasi)
- Asuransi (asuransi/1.000km, sebesar nilai depresiasi)

Metode ini biasa digunakan oleh Bina Marga.

Berdasarkan model perhitungan BOK yang dikembangkan oleh PT. Jasa Marga bekerja sama dengan 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 kondisi geometri jalan, lalu lintas dan kekasaran permukaan jalan (*roughness*).

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/1000km

kk = koreksi akibat kelandaian

kl = koreksi akibat kondisi lalu lintas

kr = koreksi akibat kekasaran jalan (*roughness*)

- Konsumsi bahan bakar gol. I = $0.0284 V^2 - 3.0644V + 141.68$
- Konsumsi bahan bakar gol. IIA = $2.26533 * \text{basic fuel gol. I}$
- Konsumsi bahan bakar gol. II B = $2.90805 * \text{basic fuel gol. I}$

Jalan non tol

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

Dimana: *basic fuel* dalam liter/1000km

kk = koreksi akibat kelandaian

kl = koreksi akibat kondisi lalu lintas

kr = koreksi akibat kekasaran jalan (*roughness*)

- Konsumsi bahan bakar gol. I = $0.05693 V^2 - 6.42593V + 269.18576$
- Konsumsi bahan bakar gol. IIA = $0.21692 V^2 - 24.11549V + 954.78624$
- Konsumsi bahan bakar gol. II B = $0.21557 V^2 - 24.17699V + 947.80862$

Faktor koreksi konsumsi bahan bakar dinyatakan dalam **Tabel 2.3** dan **Tabel 2.4**

berikut:

Tabel 2.3. Faktor koreksi akibat kelandaian

Koreksi kelandaian negatif (kk)	$g \leq -5\%$	-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-PT (Persero) Jasa Marga

Tabel 2.4. Faktor koreksi akibat kekasaran dan (v/c)

Koreksi lalu lintas (kl)	$0 \leq v/c \leq 0.6$	-0.337
	$0.6 \leq g \leq 0.8$	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-PT (Persero) Jasa Marga

2.2.1.2 Konsumsi minyak pelumas

Berdasarkan survei 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 2.5** 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 2.6**.

Tabel 2.5. Konsumsi dasar minyak pelumas (liter/km)

Kecepatan (km/jam)	Jenis kendaraan		
	Golongan I	Golongan II	Golongan III
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-PT (Persero) Jasa Marga

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

- Konsumsi minyak pelumas gol. I = $0.00037 V^2 - 0.04070V + 2.20403$
- Konsumsi minyak pelumas gol. IIA = $0.00209 V^2 - 0.24413V + 13.29445$
- Konsumsi minyak pelumas gol.IIB = $0.00186 V^2 - 0.22035V + 12.06486$

Tabel 2.6. Faktor koreksi konsumsi minyak pelumas

Nilai kekasaran	Faktor koreksi
< 3 m/km	1.00
> 3 m/km	1.50

Sumber: LAPI ITB-PT (Persero) Jasa Marga

2.2.1.3 Konsumsi ban

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

1. *Rolling friction*, yaitu gesekan antara ban dengan permukaan jalan.
2. Gaya longitudinal dan transversal yang menyebabkan gesekan pada sebagian permukaan ban. Gaya tersebut terjadi akibat pengereman, akselerasi dan tikungan.
3. Gesekan akibat *driving force*, yang diakibatkan tekanan udara yang terjadi pada saat kendaraan melakukan tanjakan dan atau pengurangan kecepatan.

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

➤ Golongan I : $Y = 0.0008848 V - 0.0045333$

➤ Golongan IIA : $Y = 0.0012356 V - 0.0064667$

➤ Golongan IIB : $Y = 0.0015553 V - 0.0059333$

Dimana : Y = pemakaian ban per 1000km

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 adalah sebagai berikut:

1. Suku Cadang

➤ Golongan I : $Y = 0.0000064 V + 0.0005567$

➤ Golongan IIA : $Y = 0.0000332 V + 0.0020891$

➤ Golongan IIB : $Y = 0.0000191 V + 0.0015400$

Dimana: Y = pemeliharaan suku cadang per 1000km

2. Montir

➤ Golongan I : $Y = 0.00362 V + 0.36267$

➤ Golongan IIA : $Y = 0.02311 V + 1.97733$

➤ Golongan IIB : $Y = 0.01511 V + 1.21200$

Dimana: Y = jam montir per 1000km

2.2.1.5 Depresiasi

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

➤ Golongan I : $Y = 1/(2.5 V + 125)$

➤ Golongan IIA : $Y = 1/(9.0 V + 450)$

➤ Golongan IIB : $Y = 1/(6.0 V + 300)$

Dimana: Y = depresiasi per 1000km, sama dengan nilai $\frac{1}{2}$ 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 diberikan dalam persamaan berikut:

$$INT = AINT/AKM$$

Dimana:

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

$$= 0.01 (AINV/2)$$

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 pengguna jalan tol maupun jalan non tol.

2.2.1.7 Asuransi

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

- Golongan I : $Y = 38/(500 V)$
- Golongan IIA : $Y = 6/(2571.42857 V)$
- Golongan IIB : $Y = 61/(1714.28571 V)$

Dimana: Y = asuransi per 1000km

2.2.1.8 Nilai waktu

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

2.2.2 *Kecepatan*

Dalam analisa ini menggunakan kecepatan tempuh (sinonim dengan 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 Geometri 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 (%). Kelandaian jalan berpengaruh terhadap kecepatan perjalanan dari kendaraan. Kecepatan perjalanan sendiri merupakan faktor yang sangat penting dalam perhitungan biaya operasi kendaraan.

Panjang jalan tol merupakan panjang total lintasan yang ditempuh kendaraan, mulai dari pintu masuk (gerbang) tol sampai dengan akhir tol. Untuk panjang jalan non tol diterapkan berdasarkan panjang lintasan yang paling mungkin dan sering digunakan sebagai jalan alternatif apabila tidak menggunakan jalan tol.

2.2.4 Kekasaran permukaan jalan

Kekasaran permukaan jalan sangat mempengaruhi tingkat kenyamanan mengemudi. Kekasaran permukaan jalan merupakan perbandingan dari kondisi 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 Condition Index* = RCI) dengan metode pengamatan secara langsung (visual) dan dengan

alat *Roughometer* yang dinyatakan dalam *International Roughness Index* (IRI) dinyatakan dalam m/km. Data kekasaran permukaan jalan ini hanya digunakan sebagai data penunjang dalam perhitungan biaya operasi kendaraan. Semakin kecil nilai IRI maka kondisi jalan semakin baik (rata dan teratur). Skala RCI bervariasi antara 2-10, dengan pengertian sebagai berikut.

Tabel 2.7. 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-PT (Persero) Jasa Marga

Tabel 2.8. 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-PT (Persero) Jasa Marga

Dimana: $RCI = 10 \times e^{(-0.0501 \times IRI^{1.220326})}$

2.3 Tarif tol

Dalam Peraturan Pemerintah No 15 Tahun 2005 Pasal 67 disebutkan bahwa tarif tol awal ditetapkan bersamaan dengan penetapan pengoperasian jalan tol. Pada pasal 66 disebutkan bahwa:

Pasal 1. Tarif tol dihitung berdasarkan kemampuan bayar pengguna jalan tol, besar keuntungan biaya operasi kendaraan, dan kelayakan investasi.

Pasal 2. Besar keuntungan biaya operasi kendaraan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dihitung berdasarkan pada selisih biaya operasi kendaraan dan nilai waktu pada jalan tol dengan jalan lintas alternatif jalan umum yang ada.

Pasal 3. Kelayakan investasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dihitung berdasarkan pada taksiran transparan dan akurat dari semua biaya selama jangka waktu perjanjian perusahaan, yang memungkinkan badan usaha memperoleh keuntungan yang memadai atas investasinya.

Sedangkan evaluasi dan penyesuaian tarif tol dilakukan setiap 2 (dua) tahun sekali oleh BPJT (Badan Pengelola Jalan Tol) berdasarkan tarif lama yang disesuaikan dengan pengaruh inflasi sesuai dengan formula:

$$\text{Tarif baru} = \text{tarif lama} (1 + \text{inflasi})$$

Menurut hasil studi perhitungan biaya operasi kendaraan PT. Jasa Marga dan LAPI ITB, besarnya tarif tol tidak boleh melebihi 70% nilai BKBOOK (Besar Keuntungan Biaya Operasional Kendaraan) yang merupakan selisih antara BOK melalui jalan non tol dan BOK melalui jalan tol. Dimana:

$$\text{Tarif tol} \leq 70\% \text{ BKBOOK}$$

$$\text{BKBOOK} = \text{BOK}_{\text{non tol}} - \text{BOK}_{\text{tol}}$$

Pertimbangan-pertimbangan penentuan tarif tol

1. Penghematan biaya operasi kendaraan

Biaya operasi kendaraan sangat dipengaruhi oleh waktu perjalanan. Sebagai contoh, terjadinya kemacetan-kemacetan lalu lintas akan menyebabkan naiknya biaya operasi kendaraan karena bahan bakar yang digunakan menjadi tidak efektif. Di samping itu, kemacetan akan memperpanjang waktu perjalanan.

2. Keuntungan bersama

Pengguna jalan tol mempunyai keuntungan dari segi penghematan biaya operasi kendaraan maupun waktu perjalanan. Di sisi lain tol harus dapat menghasilkan keuntungan bagi pemilik. Jadi tarif harus bisa menghasilkan “keuntungan bersama” bagi pengolah maupun pengguna jalan tol dan tidak merugikan salah satu pihak yang terlibat langsung dalam jalan tol.

2.4 Model kurva diversifikasi

Kurva diversifikasi adalah kurva yang digunakan untuk memperkirakan arus lalu lintas yang tertarik ke jalan baru. Kurva diversifikasi biasanya dibentuk berdasarkan waktu, jarak, biaya atau kombinasi.

2.4.1 Model kurva diversifikasi di Jepang

Model kurva diversifikasi untuk jalan tol bergantung pada perbandingan biaya tol dan selisih waktu perjalanan yang dihemat melalui prasarana yang lebih baik seperti jalan tol. Beberapa model kurva diversifikasi yang telah dibuat di Jepang dapat dibedakan menjadi dua kelompok (Sakurai, T., 1989) yaitu:

- 1 Kurva diversifikasi berdasarkan Nihon Doro Kodan
- 2 Kurva diversifikasi berdasarkan Metropolitan Expressway Public Corporation.

2.4.1.1 Model Nihon Doro Kodan

Model yang didapat dari survei yang dilakukan pada Meishin Express (Nagoya-Kobe) yang merupakan jalan bebas hambatan pertama di Jepang adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{K}{\alpha + X^\beta}$$

Dengan:

P = nilai diversi

$$X = \frac{C}{T}; C = \text{tarif tol}$$

T = selisih waktu perjalanan menggunakan jalan tol dan jalan non tol

K, α , β = nilai parameter

Nilai K, α , β diperlihatkan pada **Tabel 2.9**.

Tabel 2.9. Nilai parameter model kurva diversi pada Meishin (Nagoya-Kobe) Express

Jenis kendaraan	Parameter		
	K	α	β
Kendaraan penumpang	1	0,1348	1,71742
Truk kecil	0,9	0,02918	1,60347
Truk besar	0,8	0,04579	1,55449

Sumber: Tatsuyuki Sakurai

2.4.1.2 Model Metropolitan Expressway Public Corporation

Persamaan kurva diversi yang digunakan adalah:

$$P = \left(\frac{1}{1 + X^6} - 0,05 \right)$$

$$X = \frac{TH}{TG}$$

Dengan:

TH = waktu tempuh menggunakan jalan tol

TG = waktu tempuh menggunakan jalan non tol

2.4.2 Model kurva diversifikasi di Indonesia

2.4.2.1 Model JICA

Pada tahun 1990, dua buah model diversifikasi telah dikembangkan oleh JICA pada proyek ruas jalan tol Cikampek-Cirebon untuk memodel diversifikasi lalu lintas pada jalan tol tersebut.

Model I

Model ini dikalibrasi dengan menggunakan peubah tidak bebas berupa selisih waktu tempuh jika menggunakan jalan tol dan jalan non tol. Peubah lainnya yang juga dianalisa adalah tarif tol dan nilai waktu tempuh. Model tersebut disebut model regresi-perkalian :

$$P = a \Delta T^b$$

Dimana :

P = tingkat diversifikasi jalan tol (%)

$$\Delta T = A - (T + TR/TV)$$

A = waktu tempuh jika menggunakan jalan non tol (menit)

T = waktu tempuh jika menggunakan jalan tol (menit)

TR = tarif tol (rupiah/menit)

TV = nilai waktu tempuh (rupiah/menit)

a dan b = parameter yang harus dikalibrasi

Model II

Model ini memperhitungkan faktor yang didapat dari nilai tarif tol dibagi dengan perbedaan waktu tempuh. Dengan model ini, faktor pergeseran digunakan untuk mencerminkan peningkatan keinginan untuk membayar tol yang sejalan dengan peningkatan tingkat pendapatan.

$$P = \left(\frac{1}{1 + X^6} - 0,05 \right)$$

Dimana:

P = tingkat diversi jalan tol (%)

T = nisbah tarif tol/selisih waktu tempuh (rupiah/menit)

S = faktor pergeseran (nisbah PDRB perkapita/pendapatan tahunan)

a, b, c = parameter yang harus dikalibrasi

2.4.2.2 Model logit binomial

Model ini mengganti fungsi utilitas dengan biaya perjalanan yang dihemat (BPH) dalam rupiah, maka model logit binomial tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk lain, yaitu:

$$P = \frac{\exp[a + b(BPH)]}{1 + \exp[a + b(BPH)]}$$

Dimana:

P = nilai diversi

BPH = biaya perjalanan yang dihemat dalam rupiah

a, b = parameter yang harus dikalibrasi

2.4.2.3 Model regresi pengali

Model ini menunjukkan hubungan antara tingkat diversi dan nisbah antara biaya perjalanan (NBP) jalan tol dengan jalan alternatif. Formula model ini adalah:

$$P = \frac{1}{1 + a(NBP)^b}$$

Dimana:

P = nilai diversi

NBP = nisbah waktu perjalanan

a, b = parameter yang harus dikalibrasi

2.5 Model yang dipilih dalam studi ini

Dalam studi ini, model yang dipilih untuk menyelesaikan persamaan probabilitas pemilihan jalan tol adalah model logit binomial.

Persamaan model logit binomial dapat disusun sebagai berikut:

Probabilitas pemilihan jalan reguler (P(A)) adalah:

$$P(A) = \frac{\exp^{U_A}}{\exp^{U_A} + \exp^{U_B}} + \frac{\exp^{U_A - U_B}}{1 + \exp^{U_A - U_B}} \dots\dots\dots (1)$$

Probabilitas pemilihan jalan tol (P(B)) adalah:

$$P(B) = 1 - P(A) = \frac{1}{1 + \exp^{(U_A - U_B)}} \dots\dots\dots (2)$$

yang mana:

P(A) = probabilitas pemilihan jalan reguler

P(B) = probabilitas pemilihan jalan tol

U_A = utilitas jalan reguler

U_B = utilitas jalan tol

Sedangkan model utilitas yang digunakan pada persamaan (2) di atas adalah:

$$U_i = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_nx_n \dots\dots\dots (3)$$

yang mana:

U_i = utilitas pilihan i

x_1, \dots, x_n = nilai atribut

a_0 = konstanta model

a_1, \dots, a_n = koefisien model