

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jalan Luar Kota

Jalan luar kota merupakan segmen tanpa perkembangan yang menerus pada sisi manapun, meskipun mungkin terdapat perkembangan permanen yang sebentar-sebentar terjadi, seperti rumah makan, pabrik, atau perkampungan. (Catatan: Kios kecil dan kedai pada sisi jalan bukan merupakan perkembangan permanen).

2.1.1 Tipe jalan luar kota menurut PKJI 2014

1. 2 lajur 1 arah (2/1)
2. 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2TT)
3. 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2TT)
4. 4 lajur 2 arah terbagi (4/2T)
5. 6 lajur 2 arah terbagi (6/2T)

2.2 Jalan Tol

Jalan Tol (di Indonesia disebut juga sebagai jalan bebas hambatan) adalah suatu jalan yang dikhususkan untuk kendaraan bersumbu dua atau lebih (mobil, bus, truk) dan bertujuan untuk mempersingkat jarak dan waktu tempuh dari satu tempat ke tempat lain. Untuk menggunakan fasilitas ini, para pengguna jalan Tol harus membayar sesuai tarif yang berlaku. Penetapan tarif didasarkan pada golongan kendaraan.

2.3 Biaya Operasi Kendaraan (BOK)

Biaya operasi kendaraan terdiri dari dua komponen utama yaitu biaya tidak tetap (*variable cost* atau *running cost*) dan biaya tetap (*standing cost* atau *fixed cost*). Adapun rumus perhitungan untuk menghitung biaya operasi kendaraan adalah sebagai berikut.

$$\text{BOK} = \text{BTT} + \text{BT} \quad (2.1)$$

Keterangan :

BTT = Biaya tidak tetap

BT = Biaya tetap

2.3.1 Biaya tidak tetap

Biaya tidak tetap merupakan biaya yang terdiri dari beberapa komponen yaitu biaya konsumsi bahan bakar, biaya konsumsi oli, biaya konsumsi suku cadang, biaya upah tenaga pemeliharaan, dan biaya konsumsi ban. Rumus perhitungan untuk penentuan biaya tidak tetap adalah sebagai berikut.

$$\text{BTT} = \text{BiBBMj} + \text{BOi} + \text{BPi} + \text{BUi} + \text{BBi} + \text{Tarif Tol} \quad (2.2)$$

Keterangan :

BTT = Besaran biaya tidak tetap (Rupiah/km)

BiBBMj = Biaya konsumsi bahan bakar minyak (Rupiah/km)

BOi = Biaya konsumsi oli (Rupiah/km)

BPi = Biaya konsumsi suku cadang (Rupiah/km)

BUi = Biaya upah tenaga pemeliharaan (Rupiah/km)

BBi = Biaya konsumsi ban (Rupiah/km)

2.3.2 Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM)

$$BiBBMj = KBBMi \times HBBMj \quad (2.3)$$

Keterangan :

- BiBBMi = Biaya konsumsi bahan bakar minyak untuk jenis kendaraan I (rupiah/km)
KBBMi = Konsumsi bahan bakar minyak untuk jenis kendaraan I (liter/km)
HBBMj = Harga bahan bakar untuk jenis BBM j (rupiah/liter)

1. Konsumsi Bahan Bakar Minyak (KBBM)

Konsumsi bahan bakar minyak untuk masing-masing kendaraan dapat dihitung dengan rumus persamaan berikut, yaitu:

$$KBBMi = (\alpha + \beta_1/VR + \beta_2 \times VR^2 + \beta_3 \times RR + \beta_4 \times FR + \beta_5 \times FR^2 + \beta_6 \times DTR + \beta_7 \times AR + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times AR + \beta_{11} \times BK \times SA)/1000 \quad (2.4)$$

Keterangan :

- A = Konstanta (tabel 2.1)
 β_1, β_{11} = Koefisien-koefisien parameter (tabel 2.1)
VR = Kecepatan rata-rata
RR = Tanjakan rata-rata (tabel 2.2)
FR = Turunan rata-rata (tabel 2.2)
DTR = Derajat tikungan rata-rata (tabel 2.3)
AR = Percepatan rata-rata
SA = Simpangan baku percepatan
BK = Berat Kendaraan

Tabel 2.1 Nilai konstanta dan koefisien-koefisien paramater model konsumsi BBM

	α	$1/V_R$	V_R^2	R_R	F_R	F_R^2	DT_R	A_R	SA	BK	$BK \times A_R$	$BK \times SA_R$
		β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_7	β_8	β_9	β_{10}	β_{11}
Sedan	23,78	1181,2	0,0037	1,265	0,634	-	-	-0,638	36,21	-	-	-
Utiliti	29,61	1256,8	0,0059	1,765	1,197	-	-	132,2	42,84	-	-	-
Bus Kecil	94,35	1058,9	0,0094	1,607	1,488	-	-	166,1	49,58	-	-	-
Bus Besar	129,60	1912,2	0,0092	7,231	2,790	-	-	266,4	13,86	-	-	-
Truk Ringan	70,00	524,6	0,0020	1,732	0,945	-	-	124,4	-	-	-	50,02
Truk Sedang	97,70	-	0,0135	0,7365	5,706	0,0378	-0,0858	-	-	6,661	36,46	17,28
Truk Berat	190,30	3829,7	0,0196	14,536	7,225	-	-	-	-	-	11,41	10,92

Sumber : Pedoman perhitungan BOK Departemen PU tahun 2005

Tabel 2.2 Alinemen vertikal yang direkomendasikan pada berbagai medan jalan

No	Kondisi Median	Tanjakan rata-rata	Turunan rata-rata
1	Datar	2,5	-2,5
2	Bukit	12,5	-12,5
3	Pegunungan	22,5	-22,5

Sumber : Pedoman perhitungan BOK Departemen PU tahun 2005

Tabel 2.3 Nilai tipikal derajat tikungan di berbagai medan

No	Kondisi Medan	Derajat tikungan ($^{\circ}$ /km)
1	Datar	5
2	Bukit	25
3	Pegunungan	45

Sumber : Pedoman perhitungan BOK Departemen PU tahun 2005

- 1) Percepatan rata-rata lalu lintas dalam suatu ruas

$$AR = 0,0128 \times (V/C) \quad (2.5)$$

Keterangan :

AR = percepatan rata-rata
 C = kapasitas jalan (smp/jam)
 V = Volume lalu lintas (smp/jam)

- 2) Kapasitas jalan untuk jalan luar kota

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{PA} \times FC_{HS} \quad (2.6)$$

Keterangan :

C = Kapasitas (smp/jam)
 C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam)
 FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalan
 FC_{PA} = Faktor penyesuaian kapasitas terhadap pemisah arah lalu lintas
 FC_{HS} = Faktor penyesuaian kapasitas terhadap hambatan samping

Tabel 2.4 Kapasitas dasar tipe jalan 4/2TT

Tipe Jalan	Tipe alinemen	Kapasitas dasar (smp/jam/lajur)
4/2TT	Datar	1900
	Bukit	1850
	Gunung	1800
4/2TT	Datar	1700
	Bukit	1650
	Gunung	1600

Sumber : PKJI 2014

Tipe Jalan	Tipe alinemen	Kapasitas dasar (smp/jam/lajur)
2/2TT	Datar	3100
	Bukit	3000
	Gunung	29000

Tabel
2.5

Kapasitas dasar tipe jalan 2/2TT

Sumber : PKJI 2014

Tabel 2.6 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FCLj)

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (LLj-E), m	FCLj
4/2T &	Per Lajur	3,00
		3,25
6/2T		3,50
		3,75
4/2T ●	Per Lajur	3,00
		3,25
2/2TT	Total dua arah	3,50
		3,75
		5,00
		6,00
		7,00
		0,91
		0,96
		1,00
		1,03
		0,91
		0,96
		1,00
		1,03
		0,69
		0,91
		1,00
		1,08
		1,15
		1,21
		1,27

Sumber : PKJI 2014

Tabel 2.7 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FCPA)

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _{SP}	Dua lajur 2L2A	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat Lajur 4L2A	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber : PKJI 2014

Tabel 2.8 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCHS)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FCHS)			
		Lebar bahu efektif L _{BE} , m			
		≤0,5	1,0	1,5	≥2,0
4/2T	Sangat rendah	0,99	1,00	1,01	1,03
	Rendah	0,96	0,97	0,99	1,01
	Sedang	0,93	0,95	0,96	0,99
	Tinggi	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sangat Tinggi	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2TT & 4/2TT	Sangat rendah	0,97	0,99	1,00	1,02
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
4/2TT	Sedang	0,88	0,91	0,94	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,91	0,95
	Sangat Tinggi	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber : PKJI 2014

3) Kapasitas jalan untuk jalan tol

$$C = C_0 \times FC_L$$

(2.7)

Keterangan :

C = Kapasitas (smp/jam)

C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_L = Faktor penyesuaian kapasitas terhadap lebar jalur

Tabel 2.9 kapasitas dasar JBH

Tipe JBH/Tipe alinyemen	Kapasitas dasar (skr/jam/jalur)
JBH 4/2 dan 6/2	
Datar	2300
Bukit	2250
Gunung	2150

Sumber : PKJI 2014

Tabel 2.10 penyesuaian kapasitas terhadap lebar jalur

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas (L_{LJ-e}), m	FC_L
JBH 4/2	Per lajur	3,25
dan		0,96
		3,50
JBH 6/2		1,00
		3,75
		1,03

Sumber : PKJI 2014

4) Simpangan baku percepatan

$$SA = SA \max (1,04/(1+e^{(a0 + a1)*V/C}) \quad (2.8)$$

Keterangan :

SA = Simpangan baku percepatan (m/s^2)

SA max = Simpangan baku percepatan maksimum (m/s^2)
(tipikal/default = 0,75)

a_0, a_1 = koefisien parameter (tipikal/default a_0
= 5,140 ; a_1 = -8,264

V = volume lalu lintas (smp/jam)

C = kapasitas jalan (smp/jam)

2.3.3 Biaya konsumsi oli

$$BO_i = KO_i \times HO_j \quad (2.9)$$

Keterangan :

BO_i = Biaya konsumsi oli untuk jenis kendaraan I (rupiah/km)

KO_i = Konsumsi oli untuk jenis kendaraan i (liter/km)

HO_j = Harga oli untuk jenis oli j, dalam rupiah/liter

i = Jenis kendaraan

j = Jenis oli

2.3.4 Konsumsi oli (KO)

$$Koi = OHKi + OHOi \times KBBMi \quad (2.10)$$

Keterangan :

OHKi = oli hilang akibat kontaminasi (liter/km)

OHOi = oli hilang akibat operasi (liter/km)

KBBMi = konsumsi bahan bakar (liter/km)

1) Oli hilang akibat kontaminasi

$$OHKi = KAPOi / JPOi \quad (2.11)$$

Keterangan :

KAPOi = kapasitas oli (liter)

JPOi = jarak penggantian oli (km)

Tabel 2.11 Nilai tipikal (default)

Jenis kendaraan	JPOi (km)	KPOi (liter)	OHOi (liter/km)
Sedan	2000	3,5	2.8×10^{-6}
Utiliti	2000	3,5	2.8×10^{-6}
Bus Kecil	2000	6	2.1×10^{-6}
Bus Besar	2000	12	2.1×10^{-6}
Truck Ringan	2000	6	2.1×10^{-6}
Truck Sedang	2000	12	2.1×10^{-6}
Truck Berat	2000	24	2.1×10^{-6}

Sumber : Pedoman perhitungan BOK Departemen PU tahun 2005

2.3.5 Biaya Konsumsi Suku Cadang

$$B_{pi} = P_i \times HKBi / 1000000 \quad (2.12)$$

Keterangan :

B_{pi} = Biaya pemeliharaan kendaraan untuk jenis kendaraan i , (Rupiah/km)

$HKBi$ = Harga kendaraan baru rata-rata untuk jenis kendaraan i , (Rupiah)

P_i = Nilai relatif biaya suku cadang terhadap harga kendaraan baru jenis i

I = Jenis kendaraan.

1) Nilai relatif biaya suku cadang terhadap harga kendaraan baru (P)

$$P_i = (\phi + \gamma_1 \times IRI) (KJTi / 100000)^{\gamma_2} \quad (2.13)$$

Keterangan :

P_i = Konsumsi suku cadang kendaraan jenis i perjuta kilometer

Φ = Konstanta (Tabel 2.12)

γ_1 & γ_2 = Koefisien parameter (tabel 2.12)

IRI = Kekasaran jalan, dalam m/km

$KJTi$ = Kumulatif jarak tempuh kendaraan jenis i , dalam km

i = Jenis kendaraan

Tabel 2.12 Nilai tipikal Φ , γ_1 dan γ_2

Jenis Kendaraan	Koefisien Parameter		
	Φ	γ_1	γ_2
Sedan	-0,69	0,42	0,10
Utiliti	-0,69	0,42	0,10
Bus kecil	-0,73	0,43	0,10
Bus besar	-0,15	0,13	0,10
Truk ringan	-0,64	0,27	0,20
Truk sedang	-1,26	0,46	0,10
Truk Berat	-0,86	0,32	0,40

Sumber : Pedoman perhitungan BOK Departemen PU tahun 2005

2.3.6 Biaya Upah Tenaga Pemeliharaan (BU)

$$\text{Bui} = \text{JPi} \times \text{UTP}/1000 \quad (2.14)$$

Keterangan :

Bui = Biaya upah perbaikan kendaraan (Rp/km)

JPi = Jumlah Jam Pemeliharaan (jam/1000km)

UTP = Upah Tenaga Pemeliharaan (Rp/jam)

1) Kebutuhan jam pemeliharaan (Jpi)

$$\text{Jpi} = a_0 \times \text{P}1^{a1} \quad (2.15)$$

Keterangan :

JPi = Jumlah jam pemeliharaan (jam/1000km)

Pi = Konsumsi suku cadang kendaraan jenis i

a_0, a_1 = konstanta

Nilai tipikal (default) untuk model parameter persamaan jumlah jam pemeliharaan adalah seperti pada (Tabel 2.13).

Tabel 2.13 Nilai tipikal a_0 dan a_1

Jenis Kendaraan	a_0	a_1
Sedan	77,14	0,547
Utiliti	77,14	0,547
Bus kecil	242,03	0,519
Bus Besar	293,44	0,517
Truk Ringan	242,03	0,519
Truk Sedang	242,03	0,517
Truk Berat	301,46	0,519

Sumber : Pedoman perhitungan BOK Departemen PU tahun 2005

2.3.7 Biaya Konsumsi Ban (BB)

$$BB_i = KB_i \times HB_j / 1000 \quad (2.16)$$

Keterangan :

BB_i = Biaya konsumsi ban untuk jenis kendaraan i, dalam rupiah/km

KB_i = Konsumsi ban untuk jenis kendaraan i, dalam EBB/1000km

HB_j = Harga ban baru jenis j, dalam rupiah/ban baru

i = Jenis kendaraan

j = Jenis ban

1) Konsumsi ban (KB)

$$KB_i = \chi + \delta_1 \times IRI + \delta_2 \times TT_R + \delta_3 \times DT_R \quad (2.17)$$

Keterangan :

χ = Konstanta (tabel 2.14)

δ_1, δ_3 = Koefisien-koefisien parameter (Tabel 2.14)

TTR = Tanjakan+turunan rata-rata

DTR = Derajat tikungan rata-rata

Tabel 2.14 Nilai tipikal χ , δ_1 , δ_2 dan δ_3

Jenis Kendaraan	χ	IRI δ_1	TT _R δ_2	DT _R δ_3
Sedan	-0,01471	0,01489	-	-
Utiliti	0,01905	0,01489	-	-
Bus Kecil	0,02400	0,02500	0,003500	0,000670
Bus Besar	0,10153	-	0,000963	0,000244
Truk Ringan	0,02400	0,02500	0,003500	0,000670
Truk Sedang	0,095835	-	0,001738	0,000184
Truk Berat	0,158350	-	0,002560	0,000280

Sumber : Pedoman perhitungan BOK Departemen PU tahun 2005

2) IRI (*International Roughness Index*)

IRI adalah parameter kekerasan yang dihitung dari jumlah kumulatif naik turunnya permukaan arah profil memanjang dibagi dengan jarak/panjang permukaan. Metode yang digunakan dalam memperoleh nilai IRI adalah dengan menggunakan aplikasi Android (RoadBump), dengan cara mengendarai mobil dengan smartphone ditempelkan pada dashboard mobil dan berjalan sesuai dengan segmen jalan yang ingin diukur angka kerataan jalannya dengan sambil menjalankan aplikasi Roadroid. Tingkat kekasaran jalan dapat dilihat pada tabel 2.15 berikut.

Tabel 2.15 Tingkat Kerataan Jalan

Kondisi Jalan	IRI (m/km)	Kebutuhan Penanganan	Tingkat Kemantapan
Baik	IRI rata-rata $\leq 4,0$	Pemeliharaan rutin	Jalan Mantap
Sedang	$4,1 \leq$ IRI rata-rata $\leq 8,0$	Pemeliharaan Berkala	
Rusak Ringan	$8,1 \leq$ IRI rata-rata ≤ 12	Peningkatan Jalan	Jalan Tidak Mantap
Rusak Berat	IRI rata-rata ≤ 12	Peningkatan Jalan	

Sumber : Jurnal Analisis Perbandingan Nilai IRI Berdasarkan Variasi Rentang Pembacaan NAASRA

3) RCI (*Road Condition Index*)

RCI adalah metode untuk mengetahui tingkat kerataan jalan dengan cara visual dengan menggunakan formulir RCI, dan kemudian dari formulir RCI tersebut dikonversikan ke satuan IRI

Tabel 2.16 Nilai 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 prkerasan hancur
≤ 2	Tidak dapat dilalui, kecuali dengan kendaraan 4 WD (Jeep)

Sumber : LAPI-ITB (1997)

Tabel 2.17 Konversi Nilai RCI ke IRI

RCI	IRI
0-2	24-17
2-3	17-12
3-4	12-9
4-5	9-7
5-6	7-5
6-7	5-3
7-8	3-2
8-10	2-0

Sumber : JDIH kementerian PUPR tahun 2016

2.4 Biaya Tetap

Biaya tetap merupakan biaya yang terdiri dari beberapa komponen yaitu biaya bunga modal, depresiasi, asuransi dan tarif tol jika melewati jalan tol. Adapun rumus perhitungan yang bersumber dari PCI(Pacific Consultants International) adalah sebagai berikut :

$$\text{Biaya tetap} = \text{Bunga modal} + \text{Depresiasi} + \text{Asuransi} \quad (2.18)$$

2.4.1 Bunga Modal (/1000 KM dari harga kendaraan)

$$1. \text{ Gol I} = 150/500V \quad (2.19)$$

$$2. \text{ Gol IIA} = 150/2571,42857V \quad (2.20)$$

$$3. \text{ Gol IIB} = 150/1714,2857V \quad (2.21)$$

2.4.2 Depresiasi (/1000 KM dari harga kendaraan)

$$1. \text{ Gol I} = 1/(2,5V + 125) \quad (2.22)$$

$$2. \text{ Gol IIA} = 1/(9V + 450) \quad (2.23)$$

$$3. \text{ Gol IIB} = 1/(6V + 300) \quad (2.24)$$

2.4.3 Asuransi (/1000 KM dari harga kendaraan)

$$1. \text{ Gol I} = 38/500V \quad (2.25)$$

$$2. \text{ Gol IIA} = 60/2571,42857V \quad (2.26)$$

$$3. \text{ Gol IIB} = 61/1714,2857V \quad (2.27)$$

Dimana V adalah kecepatan kendaraan.

2.4.5 Golongan Kendaraan Pada Jalan Toll

- a) Gol I = Sedan, Jip, Pick Up, Bus Kecil, Truk Kecil
- b) Gol IIA = Truk Besar dan Bus Besar, dengan 2 (dua) gandar.
- c) Gol IIB = Truk Besar dan Bus Besar, dengan 3 (tiga) gandar atau lebih.

2.4.6 Tarif Toll

Untuk perhitungan tariff tol digunakan tariff tol yang sudah ditentukan oleh jasa marga.

2.5 Waktu Tempuh

Waktu tempuh adalah durasi perjalanan yang diperlukan oleh kendaraan untuk menuju suatu tempat. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$T = V/S \quad (2.28)$$

Keterangan :

T = waktu tempuh

V = kecepatan rata-rata

S = jarak tempuh

