

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pembagian jalan**

Dalam analisis ulang kelayakan pembangunan jalan tol Gempol – Pasuruan ini ada dua macam jalan yang akan dianalisa kelayakannya. Dua macam jalan tersebut adalah jalan arteri Gempol-Pasuruan dan jalan tol Gempol-Pasuruan. Di dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI'97) disebutkan bahwa ruas jalan dibagi menjadi 3 macam yaitu jalan perkotaan, jalan luar kota dan jalan bebas hambatan. Adapun definisi menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 ( MKJI'97 ) adalah sebagai berikut:

##### **1. Jalan Perkotaan**

Menurut MKJI'97 yang dimaksud dengan jalan perkotaan adalah jalan yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimum pada salah satu sisi jalan. Perkembangan tersebut dapat berupa perkembangan lahan atau bukan perkembangan lahan. Jalan pada pusat perkotaan atau yang dekat dengan pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000 jiwa selalu digolongkan kedalam definisi jalan perkotaan. Adapun jalan di daerah perkotaan dengan jumlah penduduk kurang dari 100.000 jiwa, tetap digolongkan sebagai jalan perkotaan apabila mempunyai perkembangan samping jalan yang permanen dan menerus.

Indikasi lain yang merupakan ciri dari jalan perkotaan adalah karakteristik arus lalu lintas puncak pada pagi dan sore hari. Perubahan komposisi lalu lintas ditandai dengan kenaikan prosentase pada kendaraan pribadi dan sepeda motor, sedangkan prosentase truck berat adalah kecil dalam arus lalu lintas. Indikasi lain yang dapat membantu adalah bahwa jalan perkotaan seringkali menggunakan kerb dari pada bahu jalan

## **2. Jalan Luar Kota**

Menurut MKJI'97 yang dimaksud dengan jalan luar kota adalah jalan yang tidak mempunyai perkembangan menerus pada sisi – sisinya, meskipun mungkin saja terdapat perkembangan permanen yang sebentar – sebentar terjadi, misalnya rumah makan, pabrik atau perkampungan ( kios kecil dan kedai yang terdapat pada sisi jalan bukan merupakan perkembangan yang permanen ). Lain halnya dengan jalan perkotaan yang mempunyai perkembangan permanen sepanjang seluruh atau hampir seluruh sisi jalan.

Jalan luar kota pada umumnya juga jarang sekali yang dilengkapi dengan kerb, lain halnya dengan jalan perkotaan yang rata – rata dilengkapi dengan kerb pada sisi – sisinya. Hal ini disebabkan karena pada jalan luar kota jarang terdapat pejalan kaki seperti pada jalan – jalan perkotaan.

## **3. Jalan Bebas Hambatan**

Didalam MKJI'97 dinyatakan bahwa yang dimaksud dengan jalan bebas hambatan adalah jalan untuk lalu lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara penuh, baik jalan tersebut merupakan jalan terbagi ataupun jalan tidak terbagi.

Dinamakan bebas hambatan karena pada seluruh panjang jalan mulai masuk hingga keluarnya bebas dari segala jenis hambatan yang dapat mengganggu kecepatan berlalu lintas. Di Indonesia jalan semacam ini sama artinya dengan “ jalan tol “.

Oleh karenanya analisa tingkat kinerja jalan tol Gempol-Pasuruan ini akan menggunakan prosedur yang terdapat dalam MKJI'97 tentang jalan bebas hambatan ( *motorways* ).

### **2.2. Segmen Jalan**

Didalam MKJI'97 prosedur perhitungan hanya digunakan untuk sepotong segmen jalan, oleh karena itu perlu kiranya untuk diketahui tentang pengertian

segmen jalan itu sendiri. Di dalam penulisan tugas akhir ini pembahasan segmen jalan dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

**a). Segmen jalan perkotaan**

segmen jalan perkotaan didefinisikan sebagai suatu panjang jalan yang :

- diantara dan tidak terpengaruh oleh simpang bersinyal atau simpang tak bersinyal utama, dan
- mempunyai karakteristik yang hampir sama pada seluruh panjangnya

Suatu titik dimana karakteristik jalan berubah secara berarti otomatis menjadi batas segmen sekalipun tidak terdapat simpang didekatnya. Adapun penjelasan mengenai karakteristik jalan akan diuraikan kemudian.

Segmen jalan perkotaan secara umum lebih pendek dari segmen jalan luar kota, karena pada umumnya karakteristik geometrik dan karakteristik lainnya sering sekali mengalami perubahan, dan simpang utamanya banyak yang berdekatan. Akan tetapi jika tidak terjadi perubahan karakteristik yang sangat berarti maka batas segmen tidak perlu dibuat, meskipun segmen yang dihasilkan akan menyamai panjang segmen pada jalan – jalan luar kota.

**b). Segmen jalan luar kota**

Segman jalan luar kota didefinisikan sebagai suatu panjang jalan yang:

- diantara dan tidak terpengaruh oleh simpang utama, dan
- mempunyai rencana geometrik, arus dan komposisi lalu lintas yang serupa diseluruh panjangnya.

Suatu titik dimana karakteristik jalan berubah secara berarti otomatis menjadi batas segmen sekalipun tidak terdapat simpang didekatnya. Adapun penjelasan mengenai karakteristik jalan akan diuraikan kemudian.

Segmen jalan luar kota secara umum jauh lebih panjang dari segmen jalan perkotaan atau semi perkotaan, karena pada umumnya karakteristik geometrik dan karakteristik lainnya jarang sekali mengalami perubahan, dan simpang utamanya juga tidak terlalu berdekatan. Akan tetapi jika terjadi perubahan

karakteristik yang sangat berarti maka batas segmen harus ditentukan, meskipun segmen yang dihasilkan akan menyamai panjang segmen pada jalan – jalan perkotaan.

Batas segmen juga harus ditentukan ketika tipe medan berubah secara berarti ( didalam MKJI'97 keadaan ini dikenal dengan kelandaian khusus), walaupun karakteristik untuk geometrik, lalu lintas dan lingkungan ( hambatan samping ) tetap tidak mengalami perubahan.

**c). Segmen jalan bebas hambatan**

Segmen jalan bebas hambatan didefinisikan sebagai sepotong segmen jalan yang:

- diantara dan tidak terpengaruh oleh simpang susun dengan jalur penghubung keluar dan masuk, dan
- yang mempunyai karakteristik rencana geometrik dan arus lalu lintas yang serupa pada seluruh panjangnya.

Titik-titik dimana karakteristik jalan berubah secara berarti secara otomatis menjadi batas segmen sekalipun tidak ada simpang susun didekatnya. Adapun karakteristik dari pada jalan bebas hambatan akan dijelaskan kemudian.

Segmen jalan bebas hambatan luar kota secara umum jauh lebih panjang dari pada segmen jalan bebas hambatan perkotaan atau semi perkotaan, karena pada umumnya karakteristik geometrik dan karakteristik lainnya tidak sering berubah serta simpang susunnya tidak begitu berdekatan. Walaupun demikian batas segmen perlu dibuat apabila terdapat perubahan karakteristik yang penting, walaupun panjang segmen yang dihasilkan akan menyamai panjang segmen pada jalan bebas hambatan perkotaan atau semi perkotaan. Demikian pula batas segmen harus dibuat apabila tipe medan berubah secara berarti, walaupun karakteristik jalan dan karakteristik lainnya tidak mengalami perubahan.

### 2.3. Karakteristik Jalan

Kapasitas dan kinerja suatu segmen jalan sangat dipengaruhi oleh karakteristik ruas jalan tersebut. Dalam pembahasan tugas akhir ini perlu dibahas karena erat hubungannya dengan kinerja dan kapasitas suatu ruas jalan. Karakteristik utama jalan yang akan mempengaruhi kapasitas dan kinerja suatu segmen jalan jika dibebani lalu-lintas yaitu:

- Median yang direncanakan dengan baik akan dapat meningkatkan kapasitas pada suatu ruas jalan sehingga kinerjanya juga akan semakin bertambah. Akan tetapi banyak juga jalan yang tidak menggunakan median dengan alasan – alasan seperti: terbatasnya lahan atau tempat, minimnya biaya pembangunan dan lain sebagainya.
- Lengkung horisontal: suatu jalan yang mempunyai banyak tikungan tajam akan memaksa kendaraan untuk bergerak lebih lambat dari pada jalan yang lurus. Sehingga makin banyak lengkung horisontal akan semakin mengurangi tingkat kinerja suatu ruas jalan.
- Lengkung vertikal: kondisi lengkung ini mempunyai dua pengaruh yaitu makin berbukit jalannya akan makin memperlambat gerakan kendaraan, kemudian pada pundak bukit ( lengkung ) akan mengurangi jarak pandang. Kedua pengaruh tersebut akan menyebabkan pengurangan terhadap kapasitas dan kinerja ruas jalan pada suatu arus tertentu.

Adapun untuk menentukan tipe alinyemen dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2.1.** *Penentuan tipe alinyemen*

Tipe alinyemen	Keterangan	Lengkung vertikal naik + turun ( m / km )	Lengkung horisontal ( rad. / km )
F	Datar	< 10	< 1.0
R	Bukit	10 – 30	1.0 – 2.5
H	Gunung	> 30	> 2.5

Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

- Jarak pandang: yaitu panjang jalan di depan kendaraan yang masih dapat dilihat dengan jelas diukur dari titik kedudukan pengemudi. Jarak pandang yang cukup akan membuat pengemudi merasa aman dan nyaman dalam mengemudikan

kendaraannya. Jarak pandang yang panjang akan membuat kendaraan lebih mudah menyalip, kecepatan kendaraan dan kapasitas jalan juga akan menjadi lebih besar. Jarak pandang selain tergantung pada lengkung vertikal dan horisontal juga tergantung pada ada atau tidaknya penghalang pandangan lain seperti yang disebabkan oleh tumbuh – tumbuhan, pagar, bangunan dan lain – lainnya. Kelas jarak pandang ini ditentukan berdasarkan prosentase dari segmen jalan yang mempunyai jarak pandang lebih dari atau sama dengan 300 meter, untuk lebih jelasnya lihatlah tabel dibawah ini:

**Tabel 2.2.** Kelas jarak pandang

Kelas jarak pandang	% segmen dengan jarak pandang $\geq$ 300 m
A	> 70%
B	30% - 70%
C	< 30%

*Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

#### 2.4. Komposisi Arus dan Pemisahan Arah

- ◆ Komposisi Arus: komposisi arus lalu lintas akan mempengaruhi hubungan arus kecepatan apabila arus dan kapasitas dinyatakan dalam kendaraan per jam, yaitu tergantung pada rasio sepeda motor atau kendaraan berat dalam arus. Apabila arus dan kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang ( smp ), maka kecepatan dan kapasitas ( smp ) tidak terpengaruh oleh komposisi lalu lintas.
- ◆ Pemisahan Arah: kapasitas pada suatu ruas jalan dua arah tidak terbagi akan mencapai maksimum bila pemisahan arah lalu lintas adalah 50/50 ( arus pada kedua arah adalah sama besar ) pada periode waktu yang dianalisa ( umumnya satu jam ).

#### 2.5. Pengaturan/ Pengendalian Lalu Lintas

Pengendalian kecepatan, pergerakan kendaraan berat, parkir, penanganan kendaraan yang mogok, pembatasan akses pada kendaraan tertentu akan berpengaruh pada kapasitas jalan.

## 2.6. Hambatan Samping

Hambatan Samping didefinisikan sebagai pengaruh kegiatan di samping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas. Dalam penulisan thesis ini ada 2 macam jalan yang dibahas yaitu jalan arteri Gempol-Pasuruan dan jalan tol Gempol-Pasuruan, maka pengaruh hambatan samping ini hanya berlaku pada jalan arteri saja. Sedangkan jalan tol Gempol-Pasuruan sebagai jalan bebas hambatan adalah tidak terpengaruh oleh hambatan samping.

Adapun penentuan kelas hambatan samping untuk jalan perkotaan dan jalan luar kota adalah sebagai berikut:

### 1. Penentuan frekwensi berbobot hambatan samping

Untuk menentukan frekwensi berbobot hambatan samping pada jalan perkotaan dan jalan luar kota harus diketahui data-data seperti pada tabel berikut:

**Tabel 2.3.** *penentuan frekwensi berbobot hambatan samping*

Tipe kejadian samping ( 1 )	Simbol ( 2 )	Faktor bobot ( 3 )	Frekwensi kejadian ( 4 )	Frekwensi berbobot kejadian ( 5 ) = ( 3 )*( 4 )
Pejalan kaki	PED	0,5	.../ jam, 200 m	...
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,0	.../ jam, 200 m	...
Kendaraan masuk, keluar	EEV	0,7	.../ jam, 200 m	...
Kendaraan lambat	SMV	0,4	.../ jam	...
Jumlah frekwensi berbobot kejadian =				...

Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

### 2. Penentuan kelas hambatan samping

Setelah diketahui jumlah frekuensi berbobot kejadian maka akan dapat ditentukan kelas hambatan sampingnya dengan menggunakan tabel 2.4 untuk jalan perkotaan dan tabel 2.5. untuk jalan luar kota. Akan tetapi bila data yang diperlukan pada tabel 2.3 tidak tersedia, maka dapat langsung menggunakan tabel 2.4 atau tabel 2.5. yaitu dengan melihat kondisi khas pada segmen jalan yang diamati atau distudi.

**Tabel 2.4.** penentuan kelas hambatan samping jalan perkotaan

Frekwensi berbobot kejadian ( per jam, 200 m )	Kondisi khas	Kelas hambatan samping	
		Keterangan	Kode
< 100	Permukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100 – 299	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll	Rendah	L
300 – 499	Daerah industri dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	M
500 – 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	H
> 900	Daerah niaga dengan aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.5.** penentuan kelas hambatan samping jalan luar kota

Frekwensi berbobot kejadian ( per jam, 200 m )	Kondisi khas	Kelas hambatan samping	
		Keterangan	Kode
< 50	Pedesaan, pertanian atau belum berkembang	Sangat rendah	VL
50 – 150	Pedesaan, beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan	Rendah	L
150 – 250	Kampung, kegiatan pemukiman	Sedang	M
250 – 350	Kampung, beberapa kegiatan pasar	Tinggi	H
> 350	Hampir perkotaan, banyak pasar atau kegiatan niaga	Sangat tinggi	VH

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

## 2.7. Fungsi Jalan dan Guna Lahan

Kelas fungsional jalan (arteri, kolektor, lokal) dapat mempengaruhi kecepatan arus bebas, karena kelas fungsional cenderung mencerminkan jenis perjalanan yang terjadi di jalan yang bersangkutan. Ada hubungan yang kuat antara kelas fungsional dengan kelas administratif jalan (nasional, propinsi, kabupaten).

Jika terdapat keraguan tentang kelas fungsional dari suatu jalan, maka kelas administratif dapat digunakan sebagai indikator

Pengembangan lahan di sepanjang jalan (guna lahan) dapat juga mempengaruhi analisa lalu lintas. Untuk tujuan analisa tersebut maka guna lahan ditentukan sebagai prosentase dari segmen jalan dengan pengembangan tetap dalam bentuk bangunan.

## **2.8. Perilaku Pengemudi dan Populasi Kendaraan**

Perilaku pengemudi dan populasi kendaraan (umur, tenaga, kondisi dan komposisi kendaraan) adalah berbeda untuk berbagai daerah di Indonesia. Kendaraan yang lebih tua dari suatu tipe tertentu atau perilaku pengemudi yang kurang gesit dapat menghasilkan kapasitas dan kinerja yang lebih rendah. Pengaruh-pengaruh ini tidak dapat diukur secara langsung tetapi dapat diperhitungkan melalui pemeriksaan setempat dari parameter kunci (seperti kecepatan arus bebas dan kapasitas) pada sejumlah kecil lokasi yang mewakili di dalam wilayah yang sedang distudi, dan untuk menerapkan faktor penyesuaian setempat pada kecepatan arus bebas dan kapasitas jika nilai-nilai yang didapat sangat berbeda dari nilai-nilai yang didapat dengan menggunakan MKJI 1997.

## **2.9. Karakteristik Lalu Lintas**

### **a. Arus Lalu Lintas**

Di dalam MKJI 1997 nilai arus lalu lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu lintas yaitu dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp) yaitu satuan untuk arus lalu lintas di mana arus berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan. Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp).

## **b. Komposisi Lalu Lintas**

Pembagian komposisi lalu lintas di dalam MKJI 1997 adalah berbeda antara jalan perkotaan, jalan luar kota dan jalan bebas hambatan. Oleh karena itu perlu kiranya diketahui pembagian komposisi lalu lintas masing-masing jalan tersebut menurut MKJI 1997.

### ➤ **Komposisi lalu lintas untuk perkotaan**

1. Kendaraan ringan (LV) : yaitu kendaraan bermotor beroda empat dengan 2 gandar berjarak 2,0 samapai 3,0 meter (seperti mobil penumpang, oplet, minibus, pickup dan truk kecil)
2. Kendaraan berat (HV) : yaitu kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 meter dan biasanya mempunyai roda lebih dari empat (seperti bis, truck 2 as, truck 3 as dan truck kombinasi).
3. Sepeda motor (MC): yaitu kendaraan bermotor beroda dua atau tiga.

Adapun kendaraan tidak bermotor dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam faktor penyesuaian terhadap hambatan samping

### ➤ **Komposisi lalu lintas untuk jalan luar kota**

1. Kendaraan ringan (LV): yaitu kendaraan bermotor beroda empat dengan 2 gandar berjarak 2,0 samapai 3,0 meter (seperti mobil penumpang, oplet, minibus, pickup dan truk kecil)
2. Kendaraan menengah berat (MHV): yaitu kendaraan bermotor dengan 2 gandar berjarak 3,5 samapi 5,0 meter (seperti bis kecil, truck dua as dengan enam roda)
3. Truck besar (LT): yaitu truck tiga gandar dan truck kombinasi dengan jarak gandar pertama dan kedua lebih kecil dari 3,5 meter (tseperti ruck 3 gandar, truck gandeng)
4. Bus besar (LB): yaitu bus dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5,0 sampai 6,0 meter.
5. Sepeda motor (MC): yaitu kendaraan bermotor beroda dua atau tiga.

Adapun kendaraan tidak bermotor dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam faktor penyesuaian terhadap hambatan samping

➤ **Komposisi lalu lintas untuk jalan bebas hambatan**

Komposisi lalu lintas untuk jalan bebas hambatan adalah sama dengan pada jalan luar kota tanpa sepeda motor (MC). Perlu diketahui bahwa tidak ada pengaruh hambatan samping untuk jalan bebas hambatan .

## 2.10. Ekuivalensi Mobil Penumpang ( emp )

a) **Emp untuk perkotaan**

➤ Jalan perkotaan tidak terbagi

**Tabel 2.6.** ekuivalensi mobil penumpang (emp) untuk jalan perkotaan tak terbagi

Tipe jalan tidak terbagi	Arus lalulintas total dua arah (kend/ jam)	Emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalulintas Cw (m)	
		≤ 6	> 6	
2/ 2 UD	0	1,3	0,5	0,4
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25
4/ 2 UD	0	1,3	0,4	
	≥ 3700	1,2	0,25	

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

➤ Jalan perkotaan terbagi

**Tabel 2.7.** Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah

Tipe jalan satu arah dan jalan terbagi	Arus lalulintas per lajur (kend/ jam)	Emp	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/ 1) dan Empat lajur dua arah terbagi (4/ 2 D)	0	1,3	0,4
	1050	1,2	0,25
Tiga lajur satu arah (3/ 1) dan Enam lajur terbagi (6/ 2 D)	1	1,3	0,4
	1100	1,2	0,25

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

b) **Emp untuk jalan luar kota**

➤ Jalan luar kota dua arah tidak terbagi ( 2/ 2 UD )

**Tabel 2.8.** ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk jalan 2/ 2 UD

Tipe alinyemen	Arus total (kend./ jam)	Emp					
		MHV	LB	LT	MC		
					Lebar jalur lalu lintas ( m )		
					< 6 m	(6 – 8) m	> 8 m
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

- Jalan luar kota empat lajur dua arah terbagi atau tidak terbagi (4/ 2 D atau 4/ 2 UD)

**Tabel 2.9.** ekivalensi mobil penumpang (emp ) untuk jalan 4/ 2 D atau 4/ 2 UD

Tipe alinyemen	Arus total (kend./ jam)		Emp			
	Jalan terbagi per arah (kend./ jam)	Jalan tidak terbagi total (kend./ jam)	MHV	LB	LT	MC
Datar	0	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1000	1700	1,4	1,4	2,0	0,6
	1800	3250	1,6	1,7	2,5	0,8
	≥ 2150	≥ 3950	1,3	1,5	2,0	0,5
Bukit	0	0	1,8	1,6	4,8	0,4
	750	1350	2,0	2,0	4,6	0,5
	1400	2500	2,2	2,3	4,3	0,7
	≥ 1750	≥ 3150	1,8	1,9	3,5	0,4
Gunung	0	0	3,2	2,2	5,5	0,3
	550	1000	2,9	2,6	5,1	0,4
	1100	2000	2,6	2,9	4,8	0,6
	≥ 1500	≥ 2700	2,0	2,4	3,8	0,3

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

- Jalan luar kota enam lajur dua arah terbagi ( 6/ 2 D )

**Tabel 2.10.** ekivalensi mobil penumpang (emp ) untuk jalan 6/ 2 D

Tipe alinyemen	Arus lalu lintas per arah (kend./ jam)	Emp			
		MHV	LB	LT	MC
Datar	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1500	1,4	1,4	2,0	0,6
	2750	1,6	1,7	2,5	0,8
	≥ 3250	1,3	1,5	2,0	0,5
Bukit	0	1,8	1,6	4,8	0,4

	1100	2,0	2,0	4,6	0,5
	2100	2,2	2,3	4,3	0,7
	≥ 2650	1,8	1,9	3,5	0,4
Gunung	0	3,2	2,2	5,5	0,3
	800	2,9	2,6	5,1	0,4
	1700	2,6	2,9	4,8	0,6
	≥ 2300	2,0	2,4	3,8	0,3

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

### c). Emp untuk jalan bebas hambatan

- Jalan bebas hambatan dua arah dua lajur tidak terbagi (MW 2/ 2 UD)

**Tabel 2.11.** ekivalensi mobil penumpang untuk jalan MW 2/ 2 UD

Tipe alinyemen	Arus total (kend./ jam)	Emp		
		MHV	LB	LT
Datar	0	1,2	1,2	1,8
	900	1,8	1,8	2,7
	1450	1,5	1,6	2,5
	≥ 2100	1,3	1,5	2,5
Bukit	0	1,8	1,6	5,2
	700	2,4	2,5	5,0
	1100	2,0	2,0	4,0
	≥ 1800	1,7	1,7	3,2
Gunung	0	3,5	2,5	6,0
	450	3,0	3,2	5,5
	1000	2,5	2,5	5,0
	≥ 1450	1,9	2,2	4,0

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

- Jalan bebas hambatan dua arah empat lajur terbagi (MW 4/ 2 D)

**Tabel 2.12.** ekivalensi mobil penumpang untuk jalan MW 4/ 2 D

Tipe alinyemen	Arus total per arah (kend./ jam)	Emp		
		MHV	LB	LT
Datar	0	1,2	1,2	1,6
	1250	1,4	1,4	2,0
	2250	1,6	1,7	2,5
	≥ 2800	1,3	1,5	2,0
Bukit	0	1,8	1,6	4,8
	900	2,0	2,0	4,6
	1700	2,2	2,3	4,3
	≥ 2250	1,8	1,9	3,5
Gunung	0	3,2	2,2	5,5
	700	2,9	2,6	5,1
	1450	2,6	2,9	4,8
	≥ 2000	2,0	2,4	3,8

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

- Jalan bebas hambatan dua arah enam lajur terbagi (MW 6/ 2 D)

**Tabel 2.13.** *ekivalensi mobil penumpang untuk jalan MW 6/ 2 D*

Tipe alinyemen	Arus total per arah (kend./ jam)	Emp		
		MHV	LB	LT
Datar	0	1,2	1,2	1,6
	1900	1,4	1,4	2,0
	3400	1,6	1,7	2,5
	≥ 4150	1,3	1,5	2,0
Bukit	0	1,8	1,6	4,8
	1450	2,0	2,0	4,6
	2600	2,2	2,3	4,3
	≥ 3300	1,8	1,9	3,5
Gunung	0	3,2	2,2	5,5
	1150	2,9	2,6	5,1
	2150	2,6	2,9	4,8
	≥ 3000	2,0	2,4	3,8

*Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

### 2.11. Volume Lalu Lintas

Sebagai pengukur jumlah dari arus lalu-lintas digunakan istilah “volume”. Volume lalu-lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan pada jangka waktu tertentu dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit)

Volume lalu-lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih besar, sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan. Sebaliknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu-lintas rendah cenderung membahayakan, karena pengemudi cenderung untuk mengemudikan kendaraannya pada kecepatan yang lebih tinggi sedangkan kondisi jalan belum tentu memungkinkan, disamping itu mengakibatkan peningkatan biaya pembangunan jalan yang jelas tidak pada tempatnya.

Satuan volume lalu-lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur adalah:

- ☑ *lalu-lintas harian rata-rata*
- ☑ *volume jam perencanaan*

## 2.12. Lalu-lintas harian rata-rata

Lalu-lintas harian rata-rata adalah volume lalu-lintas rata-rata dalam satu hari. Dari cara memperoleh data tersebut dikenal 2 jenis Lalu lintas Harian Rata-rata, yaitu Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) dan Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)

LHRT (*Average Annual Daily Traffic = AADT*) adalah jumlah lalu-lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun.

$$LHRT = \frac{\text{jumlah lalu-lintas dalam 1 tahun}}{365}$$

LHRT dinyatakan dalam SMP/hari/2 arah atau kendaraan /hari/2 arah untuk jalan 2 jalur 2 arah. SMP/hari/1 arah atau kendaraan/hari/1 arah untuk jalan berlajur banyak dengan median.

Untuk dapat menghitung LHRT haruslah tersedia data jumlah kendaraan yang terus menerus selama satu tahun penuh. Mengingat akan biaya yang diperlukan dan membandingkan dengan ketelitian yang dicapai serta tak semua tempat di Indonesia mempunyai data volume lalu-lintas selama 1 tahun, maka untuk kondisi tersebut dapat pula dipergunakan satuan “Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR atau ADT = *Average Daily Traffic*)”

LHR adalah hasil bagi jumlah kendaraan yang diperoleh selama pengamatan dengan lamanya pengamatan

$$LHR = \frac{\text{jumlah lalu-lintas selama pengamatan}}{\text{Lamanya pengamatan}}$$

Data LHR ini cukup teliti jika :

1. Pengamatan dilakukan pada interval-interval waktu yang cukup menggambarkan fluktuasi arus lalu-lintas selama 1 tahun

2. Hasil LHR yang dipergunakan adalah harga rata-rata dari perhitungan LHR beberapa kali.

LHR atau LHRT untuk perencanaan jalan baru diperoleh dari analisa data yang diperoleh dari traffic counting dan survei asal - tujuan serta volume lalu-lintas di sekitar jalan tersebut.

### **2.13. Volume jam perencanaan (VJP)**

LHR dan LHRT adalah volume lalu-lintas dalam satu hari, merupakan volume harian, sehingga nilai LHR dan LHRT itu tak dapat memberikan gambaran tentang fluktuasi arus lalu-lintas lebih pendek dari 24 jam. LHR dan LHRT itu tak dapat memberikan gambaran perubahan-perubahan yang terjadi pada berbagai jam dalam sehari, yang nilainya dapat bervariasi antara 0-100 % LHR. Oleh karena itu LHR atau LHRT tak dapat langsung dipergunakan dalam perencanaan geometrik.

Arus lalu-lintas bervariasi dari satu jam ke jam berikutnya dalam satu hari, maka sangat cocoklah jika volume lalu-lintas dalam 1 jam dipergunakan untuk perencanaan. Volume dalam 1 jam yang dipakai untuk perencanaan dinamakan "Volume Jam Perencanaan (VJP)", atau sering disebut juga *Design Hour Volume (DHV)*.

Volume Jam Perencanaan (VJP) haruslah sedemikian rupa sehingga:

1. Volume tersebut tidak boleh terlalu sering terdapat pada distribusi arus lalu-lintas setiap jam untuk periode satu tahun
2. Apabila terdapat volume arus lalu-lintas per jam yang melebihi volume jam perencanaan, maka kelebihan tersebut tidak boleh mempunyai nilai yang terlalu besar.
3. Volume tersebut tidak boleh mempunyai nilai yang sangat besar, sehingga akan mengakibatkan jalan lenggang dan biaya lebih mahal.

Menurut AASTHO tumpukan terjadi pada jam sibuk ke 30, dengan volume lalu-lintas/jam = 15% LHR. Berarti terdapat 30 jam dalam setahun yang volume lalu-lintasnya jauh lebih tinggi dari kondisi di tumpukan

VJP untuk jalan arteri sebaiknya diambil pada kondisi ini. Secara teoritis jalan yang direncanakan VJP pada kondisi di tumpukan akan mengalami volume lalu-lintas lebih besar dari volume perencanaan selama  $\pm 30$  jam dari  $365 \times 24$  jam yang ada dalam setiap tahunnya. Hal ini cukup dapat diterima daripada merencanakan jalan dengan volume maksimum yang hanya akan terjadi dalam periode yang sangat pendek setiap tahunnya. Untuk dapat menghemat biaya pada jalan-jalan yang kurang penting, VJP dapat diambil pada kondisi volume lalu-lintas pada jam sibuk ke 100 atau ke 200. Hal ini masih dapat diterima karena hanya antara 100-200 jam dalam  $365 \times 24$  jam jalan akan mengalami kemacetan, dan kemacetan itu pun tersebar selama satu tahun.

$$VJP = K \times LHR \text{ atau } LHR = VJP/K$$

dimana, K = faktor VJP yang dipengaruhi oleh pemilihan jam sibuk beberapa, dari jalan antar kota atau jalan di dalam kota. Nilai K dapat bervariasi antara 7-18 % untuk jalan dalam kota (urban) dan 11- 20% untuk jalan luar kota (rural).

#### **2.14. Kecepatan arus bebas**

Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan.

Kecepatan arus bebas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan, dimana hubungan antara kecepatan arus bebas dengan kondisi geometrik dan lingkungan telah ditentukan dengan metode regresi. Kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan telah dipilih sebagai kriteria dasar untuk kinerja

segmen jalan pada arus = 0. Kecepatan arus bebas untuk kendaraan berat dan sepeda motor juga diberikan sebagai rujukan. Kecepatan arus bebas mobil penumpang biasanya 10-15 % lebih tinggi dari tipe kendaraan ringan lain. Persamaan untuk penentuan kecepatan arus bebas adalah sebagai berikut:

◆ **Kecepatan arus bebas untuk jalan perkotaan**

$$FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{sf} \times FFV_{cs}$$

dimana :

FV = kecepatan arus bebas kendaraan ringan sesungguhnya (km/jam)

$FV_o$  = kecepatan arus bebas dasar untuk kendaraan ringan (km/jam)

$FV_w$  = penyesuaian kecepatan arus bebas untuk lebar jalur lalu lintas efektif

$FFV_{sf}$  = faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu

$FFV_{cs}$  = faktor penyesuaian ukuran kota

**Tabel 2.14.** Kecepatan arus bebas dasar  $FV_o$  untuk jalan perkotaan

Tipe jalan	Fvo (km/ jam)			
	Kendaraan ringan (LV)	Kendaraan berat (HV)	Sepeda motor (MC)	Semua kendaraan (rata <u>2</u> )
6/ 2 D atau 3/ 1	61	52	48	57
4/ 2 D atau 2/ 1	57	50	47	55
4/ 2 UD	53	46	43	51
2/ 2 UD	44	40	40	42

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.15.** Penyesuaian lebar lalu lintas efektif ( $FV_w$ ) untuk jalan perkotaan

Tipe jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (Wc) (m)	$FV_w$ (km/ jam)
4/ 2 D atau jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4
4/ 2 UD	Per lajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4

2/ 2 UD	Total	
	5	-9,5
	6	-3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
	11	7

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.16.** Penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu jalan perkotaan  
(untuk jalan perkotaan yang menggunakan bahu)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu ( $FFV_{SF}$ )			
		Lebar bahu efektif rata-rata $W_s$ (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	$\geq 2$ m
Empat lajur terbagi (4 / 2 D)	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,94	0,97	1,00	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,96	0,99
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
Empat lajur tak terbagi (4 / 2 UD)	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,93	0,96	0,99	1,02
	Tinggi	0,87	0,91	0,94	0,98
	Sangat tinggi	0,80	0,86	0,90	0,95
Dua lajur tak terbagi (2 / 2 UD) atau Jalan satu arah	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,90	0,93	0,96	0,99
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.17.** Penyesuaian akibat hambatan samping dan jarak kerb ke penghalang  
(untuk jalan perkotaan yang menggunakan kerb)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kerb ke penghalang ( $FFV_{SF}$ )			
		Jarak kerb ke penghalang, $W_g$ (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	$\geq 2$ m
Empat lajur terbagi (4 / 2 D)	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,97	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,93	0,95	0,97	0,99
	Tinggi	0,87	0,90	0,93	0,96
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
Empat lajur tak terbagi (4 / 2 UD)	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,96	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,90	0,94
	Sangat tinggi	0,77	0,81	0,85	0,90

Dua lajur tak terbagi (2 / 2 UD) atau Jalan satu arah	Sangat rendah	0,98	0,99	0,99	1,00
	Rendah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.18.** Faktor Penyesuaian akibat ukuran kota (FFVcs)

Ukuran kota (juta jiwa)	FFVcs
< 0,1	0,90
0,1 – 0,5	0,93
0,5 – 1,0	0,95
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,03

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

◆ **Kecepatan arus bebas untuk jalan luar kota**

$$FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{sf} \times FFV_{rc}$$

dimana :

FV = kecepatan arus bebas kendaraan ringan sesungguhnya (km/jam)

FV<sub>o</sub> = kecepatan arus bebas dasar untuk kendaraan ringan (km/jam)

FV<sub>w</sub> = penyesuaian untuk lebar jalur lalu lintas efektif

FFV<sub>sf</sub> = faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu

FFV<sub>rc</sub> = faktor penyesuaian akibat kelas fungsional jalan dan guna lahan

**Tabel 2.19.** Kecepatan arus bebas dasar FVo untuk jalan luar kota

Tipe jalan/ Tipe alinyemen/ (Kelas jarak pandang)	Kecepatan arus bebas dasar Fvo ( km/ jam )				
	Kendaraan ringan ( LV )	Kendaraan berat menengah ( MHV )	Bus besar ( LB )	Truck besar ( LT )	Sepeda motor ( MC )
Enam lajur terbagi					
- Datar	83	67	85	64	64
- Bukit	70	56	67	51	58
- Gunung	61	45	54	39	55
Empat lajur terbagi					
- Datar	78	65	81	62	64
- Bukit	68	55	66	51	58
- Gunung	60	44	53	39	55

Empat lajur tak terbagi					
- Datar	74	63	78	60	60
- Bukit	66	54	65	50	56
- Gunung	58	43	52	39	53
Dua lajur tak terbagi					
- Datar SDC: A	68	60	73	58	55
Datar SDC: B	65	57	69	55	54
Datar SDC: C	61	54	63	52	53
- Bukit	61	52	62	49	53
- Gunung	55	42	50	38	51

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.20.** Penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas (FV<sub>w</sub>) jalan luar kota

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas ( W <sub>c</sub> ) ( m )	FV <sub>w</sub> (km/ h )		
		Datar SDC: A,B	- Bukit SDC: A,B,C - Datar SDC: C	Gunung
Empat lajur & enam lajur terbagi	Per lajur			
	3,00	-3	-3	-2
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
	3,75	2	2	2
Empat lajur tak terbagi	Per lajur			
	3,00	3	-2	-1
	3,25	1	-1	-1
	3,50	0	0	0
	3,75	2	2	2
Dua lajur tak terbagi	Total			
	5	-11	-9	-7
	6	-3	-2	-1
	7	0	0	0
	8	1	1	0
	9	2	2	1
	10	3	3	2
11	3	3	2	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 21.** Faktor penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu (FFV <sub>SF</sub> )			
		Lebar bahu efektif rata-rata W <sub>s</sub> (m)			
		≤ 0,5 m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Empat lajur terbagi (4 / 2 D)	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,98	0,98	0,98	0,99
	Sedang	0,95	0,95	0,96	0,98
	Tinggi	0,91	0,92	0,93	0,97
	Sangat tinggi	0,86	0,87	0,89	0,96
Empat lajur tak terbagi (4 / 2 UD)	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,92	0,94	0,95	0,97
	Tinggi	0,88	0,89	0,90	0,96
	Sangat tinggi	0,81	0,83	0,85	0,95

Dua lajur tak terbagi (2 / 2 UD) atau Jalan satu arah	Sangat rendah	1,00	1,00	1,00	1,00
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,91	0,92	0,93	0,97
	Tinggi	0,85	0,87	0,88	0,95
	Sangat tinggi	0,76	0,79	0,82	0,93

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.22.** Faktor penyesuaian akibat kelas fungsional jalan dan guna lahan

Tipe jalan	Faktor penyesuaian FFVrc				
	Pengembangan samping jalan (%)				
	0	25	50	75	100
Empat lajur terbagi					
Arteri	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
Kolektor	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
Lokal	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93
Empat lajur tak terbagi					
Arteri	1,00	0,99	0,97	0,96	0,945
Kolektor	0,97	0,96	0,94	0,93	0,915
Lokal	0,95	0,94	0,92	0,91	0,895
Dua lajur tak terbagi					
Arteri	1,00	0,98	0,97	0,96	0,94
Kolektor	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88
Lokal	0,90	0,88	0,87	0,86	0,84

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

◆ **Kecepatan arus bebas untuk jalan bebas hambatan**

$$FV = FVo + FVw$$

Dimana:

FV = kecepatan arus bebas kendaraan ringan sesungguhnya (km/ jam)

FVo = Kecepatan arus bebas dasar (km/ jam)

FVw = Faktor penyesuaian akibat lebar efektif jalur lalu lintas

**Tabel 2.23.** Kecepatan arus bebas dasar FVo untuk jalan bebas hambatan

Tipe jalan/ Tipe alinyemen	Kecepatan arus bebas dasar Fvo (km/ jam)			
	Kendaraan ringan ( LV )	Kendaraan menengah ( MHV )	Bus besar ( LB )	Truk besar ( LT )
Enam lajur terbagi				
- Datar	91	71	93	66
- Bukit	79	59	72	52
- Gunung	64	45	56	40
Empat lajur terbagi				
- Datar	88	70	90	65
- Bukit	78	58	71	53
- Gunung	64	45	56	40

Dua lajur tak terbagi				
- Datar SDC: A	82	66	85	63
Datar SDC: B,C	78	63	81	60
- Bukit	71	56	69	52
- Gunung	63	45	56	40

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 24. Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

Tipe jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (W <sub>e</sub> ) (m)	FVw (km/ jam)		
		Tipe alinyemen		
		Datar	Bukit	Gunung
Empat atau enam lajur terbagi	Per lajur			
	3,25	-1	-1	-1
	3,50	0	0	0
	3,75	2	1	1
Dua lajur tak terbagi	Total			
	6,5	-2	-1	-1
	7,0	0	0	0
	7,5	1	1	1

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

## 2.15. Kapasitas

Menurut MKJI '97 kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah, tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur.

Perbedaan antara VJP dan kapasitas adalah VJP menunjukkan jumlah arus lalu-lintas yang direncanakan akan melintasi suatu penampang jalan selama satu jam, sedangkan kapasitas menunjukkan jumlah arus lalu-lintas yang maksimum dapat melewati penampang tersebut dalam waktu 1 jam sesuai dengan kondisi jalan (sesuai dengan lebar lajur, kebebasan samping, kelandaian, dll). Nilai kapasitas bisa diperoleh dari penyesuaian kapasitas dasar/ ideal dengan kondisi dari jalan yang direncanakan.

Nilai kapasitas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan selama memungkinkan, karena lokasi yang mempunyai arus mendekati kapasitas maka akan semakin jenuh kondisi lalu-lintasnya. Kapasitas suatu segmen jalan

telah bisa diperkirakan dengan cara analisa dari kondisi iringan lalu-lintas. Kapasitas(C) dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp).

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut:

♦ **Persamaan kapasitas untuk jalan perkotaan**

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

Dimana :

C = kapasitas sesungguhnya (smp/jam)

C<sub>o</sub> = kapasitas dasar (smp/jam)

FC<sub>w</sub> = faktor penyesuaian lebar jalur lalu-lintas

FC<sub>sp</sub> = faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

FC<sub>sf</sub> = faktor penyesuaian hambatan samping

FC<sub>cs</sub> = faktor penyesuaian ukuran kota

Jika kondisi sesungguhnya sama dengan kasus dasar (ideal) tertentu (lihat bagian karakteristik geometrik), maka semua faktor penyesuaian menjadi 1,0 dan kapasitas menjadi sama dengan kapasitas dasar.

**Tabel 2.25.** Kapasitas dasar C<sub>o</sub> untuk perkotaan

Tipe jalan	C <sub>o</sub> (smp/ jam)	Keterangan
4/ 2 D atau jalan satu arah	1650	Per lajur
4/ 2 UD	1500	Per lajur
2/ 2 UD	2900	Total dua arah

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.26.** Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalulintas (FC<sub>w</sub>)

Tipe jalan	Lebar jalur lalulintas efektif (W <sub>c</sub> ) (m)	FC <sub>w</sub>
4/ 2 D atau jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
4/ 2 UD	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09

2/ 2 UD	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
11	1,34	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.27.** Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah ( $FC_{sp}$ )

Pemisahan arah SP (% - %)		50 - 50	60 - 40	70 - 30	80 - 20	90 - 10	100 - 0
FC <sub>sp</sub>	2/ 2 UD	1,00	0,94	0,88	0,82	0,76	0,70
	4/ 2 U2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.28.** Penyesuaian akibat hambatan samping dan lebar bahu ( $FC_{sf}$ )  
(untuk jalan perkotaan yang menggunakan bahu)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu ( $FC_{SF}$ )			
		Lebar bahu efektif rata-rata $W_s$ (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	$\geq 2$ m
Empat lajur terbagi (4 / 2 D)	Sangat rendah	0,96	0,98	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	Tinggi	0,88	0,92	0,95	0,98
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
Empat lajur tak terbagi (4 / 2 UD)	Sangat rendah	0,96	0,99	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	Tinggi	0,87	0,91	0,94	0,98
	Sangat tinggi	0,80	0,86	0,90	0,95
Dua lajur tak terbagi (2 / 2 UD) atau Jalan satu arah	Sangat rendah	0,94	0,96	0,99	1,01
	Rendah	0,92	0,94	0,97	1,00
	Sedang	0,89	0,92	0,95	0,98
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.29.** Penyesuaian akibat hambatan samping dan jarak kerb ke penghalang ( $FC_{sf}$ )(untuk jalan perkotaan yang menggunakan kerb)

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kerb ke penghalang ( $FC_{SF}$ )			
		Jarak kerb ke penghalang, $W_g$ (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	$\geq 2$ m
Empat lajur terbagi (4 / 2 D)	Sangat rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,94	0,96	0,98	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,95	0,98
	Tinggi	0,86	0,89	0,92	0,95
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92

Empat lajur tak terbagi (4 / 2 UD)	Sangat rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
	Sedang	0,90	0,92	0,95	0,97
	Tinggi	0,84	0,87	0,90	0,93
	Sangat tinggi	0,77	0,81	0,85	0,90
Dua lajur tak terbagi (2 / 2 UD) atau Jalan satu arah	Sangat rendah	0,93	0,95	0,97	0,99
	Rendah	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sedang	0,86	0,88	0,91	0,94
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.30. Faktor Penyesuaian akibat ukuran kota (FCcs)**

Ukuran kota (juta jiwa)	FCcs
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

◆ **Persamaan kapasitas untuk jalan luar kota**

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$$

Dimana :

C = kapasitas sesungguhnya (smp/jam)

C<sub>o</sub> = kapasitas dasar (smp/jam)

FC<sub>w</sub> = faktor penyesuaian penyesuaian lebar jalur lalu-lintas

FC<sub>sp</sub> = faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

FC<sub>sf</sub> = faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

Jika kondisi sesungguhnya sama dengan kasus dasar (ideal) tertentu (lihat bagian karakteristik geometrik), maka semua faktor penyesuaian menjadi 1,0 dan kapasitas menjadi sama dengan kapasitas dasar.

**Tabel 2.31. Kapasitas dasar C<sub>o</sub> untuk jalan luar kota**

Tipe jalan/ tipe alinyemen	Kapasitas dasar (smp/ jam)	Catatan
Empat lajur terbagi		Per lajur
- Datar	1900	
- Bukit	1850	
- Gunung	1800	

Empat lajur tak terbagi		Per lajur
- Datar	1700	
- Bukit	1650	
- Gunung	1600	Total kedua arah
Dua lajur tak terbagi		
- Datar	3100	
- Bukit	3000	
- Gunung	2900	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Kapasitas dasar untuk jalan lebih dari empat lajur (banyak lajur) dapat ditentukan dengan menggunakan kapasitas per lajur yang diberikan dalam tabel 2.17, walaupun lajur tersebut mempunyai lebar yang tidak standar .

**Tabel 2.32.** *Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC<sub>sp</sub>)*

Pemisahan arah SP % - %		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC <sub>sp</sub>	2/ 2 UD	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	4/ 2 UD	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Untuk jalan terbagi, faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah tidak dapat diterapkan. Oleh karena itu untuk jalan terbagi FC<sub>sp</sub> = 1,00.

**Tabel 2.33.** *Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas*

Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W <sub>c</sub> ) (m)	FC <sub>w</sub>
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
Dua lajur tak terbagi	Total dua arah	
	5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
11	1,27	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.34.** Faktor penyesuaian pengaruh hambatan samping dan lebar bahu

Tipe jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu (FCsf)			
		Lebar bahu Ws (m)			
		≤ 0,5m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Empat lajur terbagi (4 / 2 D)	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
Empat lajur tak terbagi ( 4/ 2 UD) atau 2/ 2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping FCsf untuk jalan enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FCsf untuk jalan empat lajur seperti pada tabel 2.20.diatas, dengan perumusan sebagai berikut:

$FC6sf = 1 - 0,8 * (1 - FC4sf)$  ,dimana:

FC6sf = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam lajur

FC4sf = faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan empat lajur

#### ◆ Persamaan kapasitas untuk jalan bebas hambatan

$$C = Co \times FCw \times FCsp$$

Dimana:

C = kapasitas sesungguhnya ( smp/ jam )

Co = kapasitas dasar ( smp/ jam )

FCw = faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

FCsp = faktor penyesuaian akibat pemisahan arah ( hanya untuk jalan tak terbagi )

**Tabel 2.35.** Kapasitas dasar Co jalan bebas hambatan

Tipe jalan/ Tipe alinyemen	Kapasitas dasar (kend./hari)	Catatan
Empat atau enam lajur terbagi		Per lajur
- Datar	2300	
- Bukit	2250	
- Gunung	2150	

Dua lajur tak terbagi		Total dikedua arah
- Datar	3400	
- Bukit	3300	
- Gunung	3200	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.36.** Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas

Tipe jalan	Lebar jalur lalu lintas ( Wc) ( m )	FCw
Empat atau enam lajur terbagi	Per lajur	
	3,25	0,95
	3,50	0,98
	3,60	1,00
	3,75	1,03
Dua lajur tak terbagi	Total kedua arah	
	6,5	0,96
	7,00	1,00
	7,50	1,03

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Tabel 2.37.** Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

Pemisahan arah SP(% - %)		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	MW 2/ 2 UD	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

## 2.16. Derajat kejenuhan

Menurut MKJI '97 derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

$$DS = Q / C$$

Dimana :

DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

Q = jumlah arus lalu-lintas (smp/jam)

Dengan melihat nilai dari derajat kejenuhan ini bisa sebagai salah satu tolak ukur tingkat kinerja suatu ruas jalan, yaitu dengan cara membandingkannya dengan pertumbuhan lalu-lintas tahunan dan umur fungsional yang diinginkan

dari segmen jalan tersebut. Nilai derajat kejenuhan harus  $< 0,8$  untuk bisa dikatakan tingkat kinerjanya masih baik.

### 2.17. Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan jalan atau *Level Of Service* (LOS) adalah suatu parameter yang menunjukkan kondisi suatu ruas jalan secara keseluruhan. Tingkat pelayanan suatu ruas jalan ditentukan berdasarkan pada nilai kuantitatif seperti kecepatan perjalanan, derajat kejenuhan, dan berdasarkan pada nilai kualitatif seperti kebebasan pengemudi dalam memilih kecepatan, derajat hambatan lalu lintas dan tingkat kenyamanan berlalu lintas. Menurut Highway Capacity Manual LOS suatu ruas jalan dibedakan menjadi 6 macam yaitu :

1. LOS A dengan ciri-ciri antara lain :
  - arus lalu lintas bebas tanpa hambatan
  - volume dan kepadatan lalu lintas rendah
  - kecepatan kendaraan merupakan pilihan pengemudi
2. LOS B dengan ciri-ciri antara lain :
  - arus lalu lintas stabil
  - kecepatan kendaraan mulai dipengaruhi oleh kendaraan yang lain, tetapi tetap dapat dipilih sesuai kehendak pengemudi
3. LOS C dengan ciri-ciri antara lain :
  - arus lalu lintas masih stabil
  - kecepatan kendaraan dan kebebasan bergerak sudah dipengaruhi oleh besarnya volume lalu lintas sehingga pengemudi tidak dapat lagi memilih kecepatan yang diinginkannya
4. LOS D dengan ciri-ciri antara lain :
  - arus lalu lintas sudah mulai tidak stabil
  - kecepatan kendaraan dan kebebasan bergerak semakin mengalami penurunan karena semakin meningkatnya volume lalu lintas
5. LOS E dengan ciri-ciri antara lain :
  - arus lalu lintas sudah tidak stabil
  - volume lalu lintas hampir menyamai besarnya kapasitas jalan
  - sering terjadi kemacetan

6. LOS F dengan ciri-ciri antara lain :

- arus lalulintas tertahan pada kecepatan rendah
- sering terjadi antrian yang panjang
- arus lalulintas sering terhenti

Adapun untuk menentukan tingkat pelayanan suatu ruas jalan, salah satunya dapat di lihat dalam tabel di bawah ini

**Tabel 2.38.** LOS berdasarkan pada nilai kecepatan arus bebas dan derajat kejenuhan

Level Of Service (LOS)	% kecepatan arus bebas	Derajat kejenuhan (DS)
A	≥ 90	≤ 0,35
B	≥ 70	≤ 0,54
C	≥ 50	≤ 0,77
D	≥ 40	≤ 0,93
E	≥ 33	≤ 1,0
F	< 33	> 1,0

Sumber : Perencanaan dan Permodelan Transportasi, 2000

**Tabel 2.39.** LOS berdasarkan pada nilai kecepatan rata-rata perjalanan

Kelas arteri	I	II	III
Kecepatan (km/jam)	72 – 56	56 - 48	56 - 40
Level Of Service (LOS)	Kecepatan perjalanan rata-rata (km/jam)		
A	≥ 56	≥ 48	≥ 40
B	≥ 45	≥ 38	≥ 31
C	≥ 35	≥ 29	≥ 21
D	≥ 28	≥ 23	≥ 15
E	≥ 21	≥ 16	≥ 11
F	< 21	< 16	< 11

Sumber : Perencanaan dan Permodelan Transportasi, 2000

## 2.18. Kecepatan tempuh

Kecepatan tempuh merupakan ukuran utama kinerja suatu segmen jalan. Karena mudah dimengerti dan diukur, dan merupakan masukan yang penting untuk biaya pemakai jalan dalam analisa ekonomi. Kecepatan tempuh didefinisikan dalam MKJI'97 sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan.

$$V = L / TT$$

Dimana :

V = kecepatan rata-rata kendaraan ringan (km/jam)

L = panjang segmen (km)

TT = waktu tempuh rata-rata kendaraan ringan sepanjang segmen jalan (jam)

### 2.19. Peramalan lalu-lintas

Peramalan lalu-lintas sangat penting dalam suatu studi ekonomi jalan raya, karena dengan ini kita bisa memperkirakan biaya-biaya yang akan dikeluarkan di masa depan seiring dengan bertambahnya jumlah kendaraan. Dengan metode peramalan lalu-lintas yang ada paling tidak hasilnya akan mendekati tergantung data-data yang ada. Pada sub bab ini akan dibahas beberapa urutan dan metode yang akan dipakai dalam peramalan lalu-lintas.

- Trip generation

Trip generation atau pembangkitan perjalanan yaitu pemisahan perjalanan yang dihasilkan (trip production) pada tempat pemberangkatan dan tarikan perjalanan (trip attraction) pada tempat tujuan. Perkiraan bangkitan perjalanan umumnya didasarkan atas proyeksi penduduk, tata guna lahan dan aktivitas ekonomi, misalnya perumahan atau lahan terbuka yang akan diubah menjadi perumahan dan tata guna lahan lainnya yang akan menghasilkan sejumlah perjalanan tertentu selama jam-jam tertentu. Perjalanan ini bisa diketahui dari survei O-D (*origin-destination*) atau data lainnya seperti yang dikumpulkan dalam studi keadaan yang serupa.

Perkiraan bangkitan perjalanan dibuat berdasarkan maksud dari perjalanan (trip) misal, kegiatan-kegiatan seperti bekerja, berbelanja, pendidikan, dan rekreasi. Faktor-faktor lainnya yang akan mempengaruhi jumlah perjalanan dan moda perjalanan yang akan diperkirakan adalah jumlah mobil yang dimiliki oleh tiap rumah tangga, jumlah penduduk dan konsentrasinya di daerah studi, tersedianya alternatif untuk mobil pribadi, dan pendapatan. Perkiraan ini kemudian dapat dinyatakan sebagai tingkat perjalanan (trip rates) atau dalam bentuk persamaan.

Dari data inventori akan didapatkan :

- ☑ Data trip yang dibangkitkan oleh masing-masing zone pada saat ini.
- ☑ Trip interchange antar zone pada saat ini.

- ☒ Data-data penduduk dan sosio ekonomi lainnya.

Beberapa metode yang dipakai untuk mengestimasi jumlah perjalanan yang dibangkitkan yaitu :

- ☒ Linear Regression (Regresi Linier)
- ☒ Cross Classification Analysis (Analisa Klasifikasi Silang)

Dalam thesis ini digunakan metode Linear regression atau sering disebut juga metode selisih kuadrat minimum, karena garis penyimpangan dibuat sekecil mungkin disesuaikan dengan data yang dimiliki. Dengan metode ini maka akan menghasilkan hasil yang lebih baik bila dibandingkan dengan metode lain.

Pengambilan model di suatu zone tergantung dari data-data yang tersedia dan faktor-faktor yang berkaitan. Bila dibandingkan dengan model yang lain, maka regresi linier ini lebih sering digunakan karena metode ini dapat lebih banyak menggunakan beberapa parameter. Sehingga model regresi linier ini lebih fleksibel dalam penggunaannya dan hubungan juga hasil yang didapatkan lebih mendekati kenyataan.

Untuk saat ini dengan berkembangnya teknologi pemrograman komputer regresi lebih mudah dilakukan. Salah satunya adalah menggunakan program spread sheet yaitu excel. Dengan cara memasukkan data ke bentuk grafik maka sudah bisa kita mendapatkan persamaan regresi dari persamaan tersebut dan kuadrat minimumnya. Pada tugas akhir ini data-data yang ada yaitu data penduduk, PDRB, dan PDRB perkapita .Dengan trip generation ini maka akan didapat faktor pertumbuhan dari masing-masing zone dengan formula sebagai berikut:

$$F_1^o = \frac{T_1^*}{T_1^o}$$

Dimana :  $F_1^o$  = faktor pertumbuhan zone 1

$T_1^*$  = jumlah trip tahun mendatang

$T_1^o$  = jumlah trip saat ini

Sehingga kita bisa memperkirakan pertumbuhan beberapa jenis kendaraan yang akan membebani ruas jalan yang kita studi untuk tahun-tahun mendatang. Yaitu dengan cara mengasumsikan bahwa beberapa jenis kendaraan pertumbuhannya akan ekuivalen dengan pertumbuhan penduduk, PDRB dan PDRB perkapita.

- Trip distribution

Trip distribution merupakan proses penyebaran perjalanan dari zone asal ke zone tujuan. Proses ini merupakan pengembangan dari trip generation (pembangkitan perjalanan) yang terdiri dari trip production dan trip attraction. Dimana ada zone penghasil perjalanan (zone yang tertarik) dan zone penarik perjalanan. Sehingga dengan adanya saling ketertarikan antar zone maka akan timbul perjalanan (trip). Penyebaran perjalanan (trip distribution) ini tidak bersifat statis tetapi bisa berubah sesuai dengan perkembangan waktu, tergantung dari aktifitas tata guna lahan (land use) yang ada pada zone tersebut.

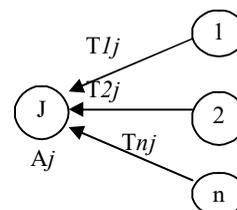
Dalam perhitungan trip distribution ada beberapa model untuk mengestimasi penyebaran perjalanan yang terjadi di masa yang akan datang. Penerapan model yang tepat harus memperhatikan kondisi dari batasan studi yang dianalisa, beberapa model itu antara lain:

- ☑ Growth Factor Model
- ☑ Gravity Model
- ☑ Intervening opportunity Model

Persyaratan yang harus dipenuhi dalam trip distribution yaitu bahwa hasil analisa harus memenuhi hukum konservasi trip sebagai berikut:

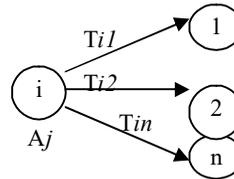
- ☑ Attraction yaitu zone penarik perjalanan dimana:

$$\sum_i T_{ij} = A_j$$



- ☑ Production yaitu zone penghasil perjalanan maka:

$$\sum_j T_{ij} = O_i$$



- ☑ Total trip harus memenuhi;

$$\sum_i \sum_j T_{ij} = T = \sum_j A_j = \sum_i O_i$$

Maksudnya jumlah dari seluruh trip antara zona i dan j untuk semua i dan semua j adalah sama dengan jumlah total trip di seluruh area studi, dimana sama dengan jumlah total atraksi di seluruh zona tujuan (destination) dan sama dengan jumlah total produksi di seluruh zona asal (origin). Misal ada trip dari luar zona-zona yang telah ada dan dominan maka zona harus diperbesar.

Dalam tesis ini akan dipakai metode Growth Faktor Model dengan alasan karena metode ini pengerjaannya didasarkan atas perubahan faktor pertumbuhan daerah (jumlah penduduk, PDRB, dan PDRB perkapita), dimana jenis model ini masih terbagi lagi atas empat model yaitu :

- ☑ Uniform Factor Model
- ☑ Average Faktor Model
- ☑ Fratar Model
- ☑ Detroit Model

Adapun model yang akan dipilih dalam pengerjaan thesis ini adalah Detroit Model, dengan alasan karena pengerjaannya lebih sederhana dan proses iterasi yang dilakukan lebih singkat dan efisien.

Detroit model menggunakan asumsi bahwa trip untuk masa yang akan datang dari zone i ke zone j adalah sebanding dengan growth faktor zone j, yang dimodifikasi dengan growth faktor zone j, dibagi dengan growth faktor rata-rata dari seluruh daerah studi, sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

**Trip dari zone i ke zone j**

- ☑ Untuk iterasi ke 1:

$$T^{1ij} = T^{0ij} \times \frac{F^0_i \times F^0_j}{F^0}$$

$$F^0_i = T^*_i / T^0_i$$

- ☑ Untuk iterasi ke k

$$T^{kij} = T^{k-1ij} \times \frac{F^{k-1}_i \times F^{k-1}_j}{F^0}$$

**Trip dari zone j ke zone i**

- ☑ Untuk iterasi ke 1:

$$T^{1ji} = T^{0ji} \times \frac{F^0_i \times F^0_j}{F^0}$$

$$F^0_j = T^*_j / T^0_j$$

- ☑ Untuk iterasi ke k

$$T^{kji} = T^{k-1ji} \times \frac{F^{k-1}_i \times F^{k-1}_j}{F^0}$$

Dimana :

$T^{0ij}$  = jumlah trip dari zone i ke zone j saat ini

$T^{kij}$  = jumlah trip dari zone i ke zone j untuk masa yang akan datang

$F^0_i; F^0_j$  = growth faktor untuk zone i dan zone j

$F^0$  = faktor pertumbuhan (growth faktor) regional

Dengan melakukan beberapa kali iterasi sehingga diperoleh harga  $F_i$  yang konvergen , yaitu sampai harga  $F^k_i$  adalah sama dengan harga  $F^{k-1}_i$  untuk seluruh daerah studi. Kriteria konvergensi  $F_i$  untuk semua i adalah:

$$0,95 < F_i < 1,05 \quad \text{atau} \quad 0,99 < F_i < 1,01$$

- **Trip assignment**

Trip assignment (penugasan lalu-lintas ) merupakan langkah terakhir dalam meramal kebutuhan atau penggunaan transportasi pada masa depan terutama

dalam menentukan kapasitas yang harus disediakan dalam berbagai hubungan perjalanan.

Analisa trip assignment diperlukan untuk mengetahui dan menghitung prosentase jumlah kendaraan yang melewati masing-masing ruas jalan, dalam penulisan tugas akhir ini digunakan untuk menghitung arus yang memisah (*diverted traffic*) dari jaringan jalan yang ada sebelumnya (jalan arteri Gempol-Pasuruan) ke jaringan jalan yang baru (jalan tol Gempol- Pasuruan)

Untuk menghitung prosentase jumlah lalu-lintas yang melewati masing-masing ruas jalan ada beberapa metode yang dapat digunakan antara lain :

- ◆ Metode All or Nothing
- ◆ Metode Stokastik
- ◆ Metode Batasan Kapasitas
- ◆ Metode Keseimbangan
- ◆ Metode Kurva Diversi

Dalam penulisan tesis ini akan digunakan metode Kurva Diversi yaitu suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan arus lalu lintas yang tertarik ke jalan baru atau jalan dengan fasilitas baru. Oleh karena itu, perlu dibandingkan biaya perjalanan dengan atau tanpa fasilitas transportasi yang baru. Keputusan seseorang untuk menggunakan fasilitas yang baru tersebut didasari perbandingan atau perbedaan biaya jika dia menggunakan atau tidak menggunakan fasilitas baru itu. Kurva Diversi biasanya dibentuk berdasarkan waktu, jarak atau biaya, atau kombinasinya.

Adapun Kurva Diversi yang kami gunakan adalah berdasarkan pada waktu tempuh dan jarak, dengan alasan:

- variabel yang digunakan merupakan variabel kombinasi (waktu dan jarak), yang tentunya akan dapat menghasilkan hasil perhitungan yang lebih

akurat bila dibandingkan dengan metode yang hanya menggunakan satu variabel saja ( waktu, jarak atau biaya)

- untuk menggunakan metode yang memasukkan tarif tol didalam perhitungan adalah tidak mungkin, karena harga tarif tol belum dapat ditentukan sebelum diketahui besarnya “*user cost benefit*” dari kedua alternatif tersebut. *User cost benefit* belum dapat diketahui sebelum volume kendaraan yang melalui jalan tol dan arteri didapatkan. Sedangkan besarnya volume kendaraan yang menggunakan tol dan arteri baru dapat ditentukan setelah proses *trip assignment*.

Adapun perumusan atau persamaan Kurva Diversi yang didasarkan pada waktu dan jarak adalah sebagai berikut :

$$P = 50 + \frac{50 * (d + 0,5 * t)}{[(d - 0,5t)^2 + 4,5]^{0,5}}$$

dimana :

d = selisih jarak antara jalan arteri dengan jalan tol (mile).

t = selisih waktu antara jalan arteri dengan jalan tol (menit).

P = prosentase dari kendaraan yang melewati jalan tol (%).

## 2.20. Analisa ekonomi dan Finansial

Suatu studi ekonomi untuk jalan raya didasarkan atas ramalan-ramalan biaya dari pokok-pokok seperti pembangunan, pemeliharaan, dan operasi kendaraan. Disamping itu studi ekonomi juga memasukkan beberapa asumsi sembarang mengenai pertumbuhan lalu-lintas, umur pelayanan, inflasi dan suku bunga. Sangat penting bahwa para pembuat keputusan harus waspada mengenai sejauh mana perubahan-perubahan kecil dalam ramalan-ramalan dan asumsi-asumsi dasar dapat mengubah hasil-hasil dari suatu studi ekonomi.

- Kerangka untuk studi ekonomi

Ekonomi jalan raya telah mulai dibahas Lebih dari seratus tahun yang lalu. W.M.Gillepsie, Profesor Teknik sipil pada Union college, dalam bukunya

yang berjudul *Manual of the Principles and Practise of road Making*, menyatakan bahwa “ suatu pengeluaran yang minimum sudah tentu sangat diinginkan, tetapi jalan yang sebetulnya paling murah bukanlah jalan yang biayanya paling sedikit, tetapi jalan yang memberikan pengembalian yang paling menguntungkan bila dibandingkan dengan jumlah yang dikeluarkan

Tahap yang paling sulit dan mudah terjadi kesalahan dari suatu studi ekonomi adalah menempatkan studi dalam kerangka atau prespektif yang benar. Jika tahap ini dikerjakan dengan salah, data yang paling dapat dipercaya dan prosedur analisa yang tanpa salah akan memberikan hasil-hasil yang keliru. Beberapa petunjuk yang harus diikuti dalam mengembangkan kerangka ini adalah:

- ☒ Studi ekonomi jalan raya hanya melihat atau memperhatikan konsekuensi-konsekuensi di masa mendatang. Kejadian di masa lalu jika tidak mempengaruhi masa depan, tidak dipertimbangkan.
- ☒ Setiap alternatif yang akan dipilih harus diuraikan dengan lengkap dan jelas sehingga tidak akan terjadi kelalaian yang tidak perlu.
- ☒ Sudut pandang yang diambil dalam analisis harus ditentukan dengan jelas. Sebagai contoh dalam hal perorangan atau perusahaan swasta misalnya, sudut pandangnya akan lebih sempit. Tujuan dari studi adalah untuk menentukan konsekuensi-konsekuensi alternatif bentuk tindakan, terutama jika mempengaruhi perorangan atau perusahaan. Tetapi dalam bidang pekerjaan umum, jika dipertimbangkan dalam tingkat daerah atau nasional, pendekatan tersebut harus luas dan memasukkan segala faktor.
- ☒ Pemisahan yang jelas antara analisis ekonomi dengan analisis finansial. Karena suatu studi layak secara ekonomi belum tentu layak secara finansial. Sebagai contoh dalam suatu studi peningkatan jalan misalnya, analisa ekonomi akan sangat memperhatikan kepentingan pengguna jalan, sedangkan analisa finansial lebih memperhatikan kepentingan investor dan tidak memperhatikan *user cost* lagi. Tetapi yang penting kapan modal bisa kembali.

- ☒ Perhitungan ganda (*double counting*) atas biaya atau manfaat harus dihindarkan dalam studi ekonomi jalan raya. Dalam mengevaluasi sistem atau proyek, ada bahaya bahwa biaya atau keuntungan akan dimasukkan lebih dari sekali dalam analisis. Sebagai contoh, jika suatu peningkatan jalan pada suatu daerah, biaya operasional kendaraan untuk pemakai akan berkurang, pada saat yang sama, nilai tanah dalam daerah yang dipengaruhi akan meningkat karena jalan akses yang diperbaiki. Dalam keadaan ini, hanya satu dari dua manfaat tersebut yang harus dimasukkan dalam analisis, untuk memasukkan keduanya merupakan menghitung dua kali.
- ☒ Pajak tidak dimasukkan sebagai biaya dalam studi ekonomi untuk kepentingan umum. Karena pajak atas kendaraan, ban, bahan bakar, dan barang lainnya merupakan suatu bagian yang nyata dari biaya pemilikan dan operasi kendaraan bermotor, maka dimasukkan atau dikeluarkannya dalam biaya operasi kendaraan bisa mengakibatkan suatu perbedaan dalam hasil studi.
- ☒ Konsekuensi-konsekuensi yang tidak langsung berhubungan dengan pengguna jalan dievaluasi secara terpisah. Sebagai contoh, dampak lingkungan yang ditimbulkan.

### **2.21. Biaya operasional kendaraan**

Biaya operasional kendaraan merupakan suatu biaya yang harus ditanggung oleh pemilik kendaraan atau pemakainya. Semakin banyak faktor yang menghambat di dalam pengoperasian kendaraan, maka semakin besar pula biaya yang harus ditanggung.

Pada penulisan tesis ini menggunakan metode dari PCI karena dibanding dengan metode lain (TRRL) metode ini lebih cocok karena kendaraan model yang digunakan adalah kendaraan yang umum digunakan, sehingga lebih mendekati keadaan yang sebenarnya di Indonesia.

Menurut metode atau model yang diperkenalkan oleh Pasifik Consultan Internasional, Inc. Tokyo, Jepang ini ada dua bentuk biaya operasional

kendaraan bermotor, yaitu biaya gerak (*running cost*) dan biaya tetap (*standing cost*). Beberapa persamaan biaya-biaya operasional tersebut adalah sbb:

**a. Biaya gerak (*running cost*) terdiri dari:**

1. Konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*), dengan  $s = \text{running speed}$  dalam (km/jam) sebagai variabel.

☑ Kendaraan penumpang (PC)

$$Y = 0,03719 S^2 - 4,19966 S + 175,9911$$

☑ Bus ukuran besar

$$Y = 0,12922 S^2 - 13,68742 S + 541,0279$$

☑ Truk ukuran kecil

$$Y = 0,06427 S^2 - 7,06130 S + 318,3326$$

☑ Truk ukuran besar

$$Y = 0,11462 S^2 - 12,85594 S + 503,7179$$

☑ Bus ukuran kecil/sedang

$$Y = 0,06846 S^2 - 8,02987 S + 340,6040$$

Dengan  $Y = \text{konsumsi bahan bakar (lt/1000 km)}$

2. Konsumsi oli mesin (*engine oil consumption*), dengan persamaan

☑ Kendaraan penumpang (PC)

$$Y = 0,00025 S^2 - 0,02664 S + 1,441710$$

☑ Bus ukuran besar

$$Y = 0,00230 S^2 - 0,12968 S + 7,062390$$

☑ Truk ukuran kecil

$$Y = 0,00048 S^2 - 0,05608 S + 3,0378930$$

☑ Truk ukuran besar

$$Y = 0,00100 S^2 - 0,11715 S + 6,409620$$

☑ Bus ukuran kecil/sedang

$$Y = 0,00057 S^2 - 0,06130 S + 3,317530$$

3. konsumsi pemakaian ban (*tire wire*), dengan persamaan

☑ Sedan (PC)

$$Y = 0,0008848 S - 0,0045333$$

☑ Bus ukuran besar

$$Y = 0,0012356 S - 0,0064667$$

- ☑ Truk ukuran kecil  
 $Y = 0,0015553 S - 0,0005933$
- ☑ Truk ukuran besar  
 $Y = 0,0015553 S - 0,0005933$
- ☑ Bus ukuran kecil/sedang  
 $Y = 0,0012356 S - 0,0064667$

Dengan Y = konsumsi ban (buah/1000 km)

4. Biaya pemeliharaan suku cadang (*maintenance part*), dengan persamaan Perbandingan konsumsi suku cadang di jalan tol dan jalan arteri:

Jenis = biaya di jalan arteri / biaya di jalan tol

Dimana :	kendaraan penumpang	= 1,73
	Bus	= 1,27
	Truck	= 1,26

Biaya pemeliharaan untuk suku cadang dari kendaraan yang lewat tol :

- ☑ Kendaraan penumpang (PC)  
 $Y = 0,0000064 S + 0,0005567$
- ☑ Bus ukuran besar  
 $Y = 0,0000320 S + 0,0020891$
- ☑ Truk ukuran kecil  
 $Y = 0,0000191 S + 0,0015400$
- ☑ Truk ukuran besar  
 $Y = 0,0000191 S + 0,0015400$
- ☑ Bus ukuran kecil/sedang  
 $Y = 0,0000320 S + 0,0020891$

Dengan Y = pemeliharaan onderdil dikalikan dengan nilai penyusutan dari kendaraan per 1000 km

5. Biaya mekanik (*labour cost*), dengan persamaan

- ☑ Kendaraan penumpang (PC) :  $Y = 0,00362 S + 0,36267$
- ☑ Bus :  $Y = 0,02311 S + 1,97733$
- ☑ Truk :  $Y = 0,01511 S + 1,21200$

Dengan Y = jam kerja mekanik per 1000 km

6. Biaya penyusutan kendaraan (*vehicle depreciation*), dengan persamaan

☑ Kendaraan penumpang (PC):  $Y = 1/(2,5 S + 125)$

☑ Bus :  $Y = 1/(8,756 S + 360)$

☑ Truk :  $Y = 1/(6,129 S + 245)$

Dengan  $Y =$  depresiasi per 1000 km, dikalikan dengan nilai susut dari kendaraan.

b. Biaya tetap (standing cost) terdiri dari:

1. Suku bunga, dengan persamaan :

☑ Kendaraan penumpang (PC):  $Y = 120/(500 S)$

☑ Bus :  $Y = 120/(2500 S)$

☑ Truk :  $Y = 120/(1750 S)$

Dengan  $Y =$  biaya akibat suku bunga per 1000 km berdasarkan setengah harga kendaraan. Suku bunga 15 % / tahun.

2. Asuransi kendaraan, dengan persamaan

☑ Kendaraan penumpang (PC) :  $Y = (35 \times 0.5)/(500 S)$

☑ Bus :  $Y = (40 \times 0.5)/(2500 S)$

☑ Truk :  $Y = (60 \times 0.5)/(1750 S)$

Dengan  $Y =$  biaya asuransi per 1000 km berdasarkan harga kendaraan.

3. Upah perjalanan untuk awak kendaraan

☑ Bus :  $Y = 1000/S$

☑ Truk :  $Y = 1000/S$

$Y =$  waktu perjalanan per 1000 km

Rata-rata faktor pengali untuk crew per kendaraan

☑ Bus kecil : Sopir =1  
Kondektur =1.7

☑ Bus besar : Sopir =1  
Kondektur =2

☑ Truk kecil : Sopir =1  
Kondektur =1

☑ Truk besar : Sopir =1  
Kondektur =2

#### 4. Persamaan untuk Over Head :

- ☑ Bus : 10 % dari sub total biaya operasi di atas
- ☑ Truk : 10 % dari sub total biaya operasi di atas

#### Catatan :

- ☑ Rumus di atas adalah berdasarkan feasibility study jalan TOL Cikampek Cirebon (maret 1990).
- ☑ Persamaan BOK di jalan tol dan arteri adalah sama (tidak dibedakan)

### 2.22. Nilai waktu perjalanan

Nilai waktu (*time value*) berbeda-beda menurut jenis kendaraan dan daerah studi. Hal ini disebabkan perbedaan karakteristik penduduknya misal pendapatan perkapitanya, sehingga nilai waktu daerah yang satu akan berbeda dengan daerah yang lain. Sampai saat ini belum didapatkan besaran nilai waktu yang berlaku untuk indonesia. Tabel 2.40 menampilkan besaran nilai waktu beberapa kajian yang pernah dilakukan.

**Tabel 2.40.** Nilai waktu setiap golongan kendaraan

Rujukan	Nilai waktu (Rp/ jam/ kendaraan)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
PT Jasa Marga (1990-1996)	12.287	18.534	13.768
Padalarang-Cileunyi (1996)	3.385-5.425	3.827-38.344	5.716
Semarang (1996)	3.411-6.221	14.541	1.506
IHCM (1995)	3.281	18.212	4.971
PCI (1979)	1.341	3.827	3.152
JIUTR Northern Extension (PCI, 1989)	7.067	14.670	3.659
Surabaya-Mojokerto (JICA, 1991)	8.880	7.960	7.980

Sumber: Perencanaan dan Permodelan Transportasi

Dengan asumsi kenaikan nilai waktu 10% / tahun dan data travel time dari hasil perhitungan KAJI dan jumlah kendaraan dari perhitungan trip distribusi, maka penghematan (*benefit*) dari nilai waktu dapat ditentukan antara jika tidak dibangun jalan tol dan jika dibangun jalan tol

### 2.23. Bunga majemuk

Untuk tujuan analisa ekonomi dan evaluasi ekonomi, nilai uang untuk alternatif-alternatif yang berbeda untuk suatu proyek harus diakumulasikan dengan suatu cara sedemikian sehingga dapat dibandingkan. Dasar-dasar perbandingan yang biasa digunakan dalam analisa ekonomi jalan raya yaitu:

- ☑ Annual Cost Method (Metode Biaya Tahunan)
- ☑ Present Worth of Cost (Metode Nilai Sekarang dari Biaya)
- ☑ Rate of Return Method (Metode Tingkat Pengembalian)
- ☑ Benefit Cost Ratio Method (Metode Perbandingan Manfaat Biaya)

Dalam tesis ini akan menggunakan *Benefit Cost Ratio Method* dan *Rate of Return Method* untuk menganalisa kelayakan pembangunan jalan tol Gempol-Pasuruan. Rumus- rumus yang digunakan untuk membuat equivalensi nilai uang terhadap waktu adalah :

- $P = F \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right]$  atau ditulis dengan simbol ( P/ F, i%, n )
- $F = P [ 1 + i ]^n$  atau ditulis dengan simbol ( F/ P, i%, n )

Dimana :

- P = Present Worth ( nilai uang dimasa sekarang )
- F = Future Worth ( nilai uang dimasa yang akan datang )
- i = Tingkat suku bunga
- n = Jangka waktu

### 2.24. Benefit cost ratio (BCR)

Benefit cost ratio sering disebut juga dengan metode perbandingan manfaat-biaya, dengan cara perbandingan dari nilai-nilai biaya investasi dengan manfaat suatu proyek yang diberikan. BCR merupakan suatu cara menentukan kelayakan suatu proyek secara ekonomi, terutama jika proyek tersebut menyangkut kepentingan umum dengan keuntungan secara tidak langsung seperti kenyamanan, keamanan, dan fasilitas yang lebih baik. Nilai-nilai yang

dibandingkan bisa berupa nilai sekarang dan nilai tahunan uniform ekivalen.

Perumusan perbandingan manfaat biaya tersebut adalah :

$$BCR = \frac{\text{User cost (X - Y)}}{\text{Cost}}$$

dimana:

User cost X = biaya pemakai fasilitas tanpa dibangunnya jalan alternatif  
(jalan tol)

User cost Y = biaya pemakai fasilitas dengan dibangunnya jalan alternatif  
(jalan tol)

Cost = total biaya akibat investasi awal pembangunan jalan tol  
(meliputi biaya konstruksi dan biaya pembebasan lahan)  
serta biaya operasi & pemeliharaan jalan pada kondisi  
improvement

Jika nilai  $BCR > 1,0$  maka dikatakan jalan alternatif (jalan tol dalam hal ini)  
layak untuk dilaksanakan.