

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Karakteristik Jalan**

Jalan merupakan prasarana darat yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan pengguna jalan dalam berlalu lintas. Menurut keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat Nomor: SK.43/AJ/007/DRJD/97, jalan adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Menurut peranan pelayanan jasa distribusi, sistem jaringan jalan sebagaimana diatur dalam UU. No.38 tahun 2004 pasal 7 tentang jalan, jalan terdiri dari :

##### **1. Sistem Jaringan Jalan Primer**

Sistem jaringan jalan primer, yaitu sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan semua wilayah ditingkat nasional dengan semua simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud pusat-pusat kegiatan.

##### **2. Sistem Jaringan Jalan Sekunder**

Sistem jaringan jalan sekunder, yaitu sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan. Sedangkan pengelompokan jalan berdasarkan peranannya dapat digolongkan menjadi :

- a. Jalan arteri, yaitu jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, dengan kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- b. Jalan kolektor, yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul dan pembagi dengan ciri-ciri merupakan perjalanan jarak dekat, dengan kecepatan rata-rata rendah dan jumlah masuk dibatasi.
- c. Jalan lokal, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dengan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Berdasarkan fungsi/peranannya sistem jaringan jalan primer dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- a. Jalan arteri primer, yaitu jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu yang terletak berdampingan atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.
- b. Jalan kolektor primer, yaitu jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga.
- c. Jalan lokal primer, yaitu jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan persil atau kota di bawah jenjang ketiga dengan persil.

Berdasarkan fungsi/peranannya sistem jaringan jalan sekunder dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- a. Jalan aretri sekunder, yaitu jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.
- b. Jalan kolektor sekunder, yaitu jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.
- c. Jalan lokal sekunder, yaitu jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dengan perumahan dan seterusnya.

## **B. Tipe jalan**

Di dalam MKJI 1997 tentang jalan luar kota, menyebutkan tipe jalan ditentukan sebagai jumlah lajur dan arah pada suatu ruas jalan dimana masing – masing memiliki karakteristik geometrik jalan yang digunakan untuk menentukan kecepatan arus bebas dan kapasitas jalan sebagai berikut:

1. Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2UD)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua arah dengan lebar jalur sampai dengan 11 meter. Untuk jalan dua arah yang lebih lebar dari 11 meter, cara

beroperasi jalan sesungguhnya selama kondisi arus tinggi harus diperhatikan sebagai dasar dalam pemilihan prosedur perhitungan untuk jalan dua lajur atau empat lajur tak terbagi.

Keadaan dasar dari tipe ini yang digunakan untuk menentukan kecepatan arus bebas dan kapasitas dicatat sebagai berikut :

- Lebar jalur lalu lintas efektif 7 meter.
- Lebar bahu efektif 1,5 meter pada masing-masing sisi (bahu tak diperkeras, tidak sesuai untuk lintasan kendaraan bermotor).
- Tidak ada median.
- Pemisahan arah lalu lintas 50 – 50.
- Tipe alinyemen : Datar.
- Guna lahan : Tidak ada pengembangan samping jalan.
- Kelas hambatan samping : Rendah (L).
- Kelas fungsional jalan : Jalan arteri.
- Kelas jarak pandang : A.

## 2. Jalan empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua arah tak terbagi dengan marka lajur untuk empat lajur dan lebar total jalur lalu lintas tak terbagi antara 12 dan 15 meter.

Jalan standar dari tipe ini didefinisikan sebagai berikut :

- Lebar jalur lalu lintas 14 meter.
- Lebar efektif bahu 1,5 meter pada masing-masing sisi (bahu tak diperkeras, tidak sesuai untuk lintasan kendaraan bermotor).
- Tidak ada median.
- Pemisahan arah lalu lintas 50 – 50.
- Tipe alinyemen : Datar.
- Guna lahan : Tidak ada pengembangan samping jalan.
- Kelas hambatan samping : Rendah (L).
- Kelas fungsional jalan : Jalan arteri.
- Kelas jarak pandang : A.

### 3. Jalan empat lajur dua arah terbagi (4/2 D)

Tipe jalan ini meliputi semua jalan dua arah dengan dua jalur lalu lintas yang dipisahkan oleh median. Setiap jalur lalu lintas mempunyai dua lajur bermarka dengan lebar antara 3,0 – 3,75 meter.

Jalan standar dari tipe ini didefinisikan sebagai berikut :

- Lebar jalur lalu lintas 2 x 7,0 meter (tak termasuk median)
- Lebar efektif bahu 2,0 meter diukur sebagai lebar bahu dalam + bahu luar untuk setiap jalur lalu lintas (bahu tak diperkeras, tidak sesuai untuk lintasan lalu lintas).
- Median.
- Tipe alinyemen : Datar.
- Guna lahan : Tidak ada pengembangan samping jalan.
- Kelas hambatan samping : Rendah (L).
- Kelas fungsional jalan : Jalan arteri.
- Kelas jarak pandang : A.

### 4. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D)

Jalan enam lajur dua arah dengan karakteristik umum sama sebagaimana diuraikan untuk 4/2 D diatas.

## **C. Kinerja Ruas Jalan**

Kinerja Ruas Jalan merupakan ukuran kondisi lalu lintas pada suatu ruas jalan yang biasa digunakan sebagai dasar untuk menentukan apakah suatu ruas jalan sudah bermasalah atau belum bermasalah (Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah Propinsi Lampung).

Menurut MKJI (1997), ukuran kinerja ruas jalan ditunjukkan oleh nilai derajat kejenuhan (*DS – Degree of Saturation*) dan kecepatan.

Derajat kejenuhan merupakan nilai perbandingan antara volume lalu lintas dan kapasitas jalan, dimana:

1. Jika nilai derajat kejenuhan  $\geq 0.8$  menunjukkan kondisi lalu lintas padat.
2. Jika nilai derajat kejenuhan  $< 0.8$  menunjukkan kondisi lalu lintas normal (MKJI, 1997).

Kondisi tingkat pelayanan ruas jalan yang ditinjau dapat diketahui dari perbandingan antara volume kendaraan (V) yang lewat dengan kapasitas (C) ruas jalan. Dari hasil hitungan kapasitas, dapat diidentifikasi derajat kejenuhan (DS = *degree of saturation*) yang terjadi, yaitu perbandingan antara volume arus lalu lintas kendaraan yang lewat dengan kapasitas ruas jalan. Derajat kejenuhan merupakan salah satu indikator untuk melihat tingkat kinerja ruas jalan.

$$DS = V/C$$

Dengan:

V = volume arus lalu lintas (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

Tabel 3.1 Tingkat Pelayanan Jalan.

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi terkait
A	Arus bebas Kecepatan perjalanan rata-rata > 80 km/jam V/C ratio < 0,6 Load factor pada simpang = 0
B	Arus stabil Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d > 40 km/jam V/C ratio < 0,7 Load factor < 0,1
C	Arus stabil Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d > 30 km/jam V/C ratio < 0,8 Load factor < 0,3
D	Mendekati arus tidak stabil Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d > 25 km/jam V/C ratio < 0,9 Load factor < 0,7

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi terkait
E	<p>Arus tidak stabil, terhambat dengan tundaan yang tidak dapat ditolerir</p> <p>Kecepatan perjalanan rata-rata sekitar 25 km/jam</p> <p>Volume mendekati kapasitas jalan</p> <p>Load factor pada simpang &lt; 1</p>
F	<p>Arus tertahan, macet</p> <p>Kecepatan perjalanan rata-rata &lt; 15 km/jam</p> <p>V/C ratio permintaan melebihi 1</p> <p>Simpang jenuh</p>

Sumber: Lampiran Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 96 tahun 2015

#### D. Arus Lalu lintas

Arus lalu lintas adalah gerak kendaraan sepanjang jalan (Wells, 1993). Arus lalu lintas (volume) pada suatu ruas jalan diukur berdasarkan jumlah kendaraan yang melewati titik tertentu selama selang waktu tertentu. Dalam beberapa hal lalu lintas dinyatakan dengan *Average Annual Daily Traffic* (AADT) atau Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR), bila periode pengamatannya kurang dari satu tahun (Oglesby, 1998).

Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), definisi dari arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik jalan persatuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan/jam (Q kend), smp/jam (Q smp), atau Lalu lintas Harian Rata-rata tahunan (Q LHRT).

#### E. Volume Lalu lintas

Volume lalu lintas memiliki pengertian antara lain sebagai berikut : menurut Hobbs, (1995) volume merupakan jumlah kendaraan yang terdapat dalam ruang yang diukur dalam satu interval waktu tertentu, namun menurut Wells, (1993) gerak sepanjang jalan, berbeda dengan Oglesby, Heks, (1993) yang beranggapan bahwa volume suatu jalan raya yang dalam beberapa hal dinyatakan

dalam *Average Annual Daily Traffic* (AADT) atau lalu lintas harian rerata (LHR) bila periode pengamatannya kurang dari satu tahun.

Sedangkan menurut pandangan Silvia Sukirman, (1994) volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik dalam satuan waktu hari, jam, menit. Volume lalu lintas juga dapat didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melalui suatu titik pada jalan raya untuk suatu satuan waktu. (Morlok, 1985) tetapi bila kita merujuk analisis dari (MKJI,1997) disampaikan bahwa volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu, yang dapat dinyatakan dalam kendaraan/jam (Q kend), smp/jam (Q smp) atau LHRT (Lalu lintas Harian Rerata Tahunan). Namun Hobbs, (1995) kembali menambahkan bahwa volume lalu lintas merupakan sebuah variabel yang menentukan tingkat kinerja jalan, dan pada dasarnya merupakan proses perhitungan yang berhubungan dengan jumlah gerakan persatuan waktu pada lokasi tertentu (Hobbs, 1995). Volume jenis kendaraan penumpang, bus, truk, dan sepeda motor.

Tujuan dari penentuan volume lalu lintas antara lain adalah :

- a. Menentukan fluktuasi arus lalu lintas pada suatu ruas jalan
- b. Kecenderungan pemakaian jalan
- c. Distribusi lalu lintas pada sebuah sistem jalan

Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan adalah Lalu lintas Harian Rerata (LHR).

Persamaan dasar menurut Silvia Sukirman (1994) LHR adalah sebagai berikut :

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah kend. Selama survey (smp/hari)}}{\text{Lamanya waktu survey}}$$

Tabel 3.2 Nilai emp Untuk Jalan Luar Kota 4/2D.

Tipe alinemen	Arus total (kend/Jam)		emp				
	Jalan terbagi per arah (kend/jam)	Jalan tak terbagi	MHV	LB	LT	MC	LV
Datar	0	0	1,2	1,2	1,6	0,5	1
	1000	1700	1,4	1,4	2	0,6	1
	1800	3250	1,6	1,7	2,5	0,8	1
	> 2180	> 3950	1,3	1,5	2	0,5	1

Sumber : MKJI, (1997) Nilai emp Untuk Jalan Luar Kota 4/2D.

### F. Kapasitas

Menurut (MKJI,1997) kapasitas dapat didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada. Untuk jalan dua-lajur dua-arah, kapasitas didefinisikan untuk arus dua-arah (kedua arah kombinasi), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah perjalanan dan kapasitas didefinisikan per lajur. Nilai kapasitas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan sejauh memungkinkan. Oleh karena kurangnya lokasi yang arusnya mendekati kapasitas segmen jalan sendiri (sebagaimana ternyata dari kapasitas simpang sepanjang jalan), kapasitas juga telah diperkirakan secara teoritis dengan menganggap suatu hubungan matematik antara kerapatan, kecepatan dan arus, lihat Bagian di bawah. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), lihat di bawah. Persamaan dasar untuk penentuan kapasitas adalah sebagai berikut :

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$$

di mana:

C = kapasitas (smp/jam)

C<sub>0</sub> = kapasitas dasar (smp/jam)

FC<sub>w</sub> = faktor penyesuaian lebar jalan

FC<sub>sp</sub> = faktor penyesuaian pemisahan arah

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



### 1. Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar adalah kapasitas segmen jalan untuk suatu kondisi yang ditentukan sebelumnya (geometri, pola arus lalu lintas, dan faktor lingkungan). Menurut MKJI tahun 1997 nilai dari faktor ini dapat dilihat pada Tabel 3.3 dibawah ini.

Tabel 3.3 Kapasitas Dasar Pada Jalan Luar Kota.

Tipe jalan	Kapasitas Dasar (Co)
Empat lajur terbagi	Co
Datar	1900
Bukit	1850
Gunung	1800
Empat lajur terbagi	Co
Datar	1700
Bukit	1650
Gunung	1600

Sumber : MKJI 1997 Kapasitas Dasar Jalan Luar Kota.

### 2. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu-lintas (FCw)

Merupakan faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat lebar jalur lalu lintas. Menurut MKJI tahun 1997 nilai dari faktor ini dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu-lintas (FCw).

Tipe Jalan	Lebar efektif (Wc) (m)	FCw
Empat lajur terbagi dan Enam lajur terbagi	3	0,91
	3,25	0,96
	3,5	1
	3,75	1,03
Empat lajur tak terbagi	3	0,91
	3,25	0,96
	3,5	1
	3,75	1,03
Dua lajur tak terbagi	total kedua arah	
	5	0,69
	6	0,91
	7	1

<b>Tipe Jalan</b>	<b>Lebar efektif (Wc) (m)</b>	<b>FCw</b>
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

*Sumber : MKJI 1997 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu-lintas (FCw) Jalan Luar Kota.*

### 3. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FC<sub>SP</sub>)

Merupakan penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat pemisah arah dan hanya diperuntukkan untuk jalan 2 arah tak terbagi. Berdasarkan MKJI tahun 1997 nilai dari faktor ini dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FC<sub>SP</sub>)

<b>Pemisahan arah SP % - %</b>		<b>50-50</b>	<b>55-45</b>	<b>60-40</b>	<b>65-35</b>	<b>70-30</b>
FC <sub>spb</sub>	Dua lajur 4/2	1	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat lajur 4/2	1	0,975	0,95	0,925	0,9

*Sumber : MKJI 1997 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arah (FC<sub>SP</sub>) Jalan Luar Kota.*

### 4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC<sub>SF</sub>)

Merupakan penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping. Menurut MKJI 1997 nilai faktor ini dapat dilihat dari Tabel 3.6.

Untuk faktor penyesuaian kapasitas 6 lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FC<sub>SF</sub> untuk jalan empat lajur yang diberikan pada Tabel 3.6, disesuaikan dengan rumus sebagai berikut :

$$FC_{6SF} = 1 - 0,8x(1 - FC_{4SF})$$

Dimana : FC<sub>6SF</sub> = faktor penyesuaian kapasitas untuk enam lajur.

FC<sub>4SF</sub> = faktor penyesuaian kapasitas untuk empat lajur.

Tabel 3.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping ( $FC_{SF}$ ) dengan bahu.

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	$FC_{SF}$			
		lebar bahu efektif $W_s$ (m)			
		< 0,5	1	1,5	>2,0
4/2 D	VL	0,99	1	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,9	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,9	0,93	0,94
2/2 UD dan 4/2 UD	VL	0,97	0,99	1	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1
	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,8	0,83	0,88	0,93

Sumber : MKJI 1997 Jalan Luar Kota Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping ( $FC_{SF}$ ) dengan bahu.

### G. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu-lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai Derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

Dimana  $DS = Q/C$  ;

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus total

C = Kapasitas

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas yang dinyatakan dalam smp/jam. Batas lingkup  $Q/C$  rasio untuk masing-masing tingkat pelayanan (*Level Of Service*).

Di dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan pada ruas jalan di klasifikasikan atas :

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi :
  - a. Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan sekurang-kurangnya 80 km/jam.
  - b. Kepadatan lalu lintas sangat rendah.
  - c. Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang di inginkan tanpa atau dengan sedikit tundaan.
2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi :
  - a. Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan sekurang-kurangnya 70 km/jam.
  - b. Kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan.
  - c. Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang di gunakan.
3. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi :
  - a. Arus stabil tetapi pergerakan kendaraan di kendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi dengan kecepatan sekurang-kurangnya 60 km/jam.
  - b. Kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat.
  - c. Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.
4. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi :
  - a. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan sekurang-kurangnya 50 km/jam.
  - b. Masih di tolerir namun sangat terpengaruhi oleh perubahan kondisi arus.
  - c. Kepadatan kondisi lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar.
  - d. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat di tolerir untuk waktu yang singkat.

5. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi :
  - a. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sekurang-kurangnya 30 km/jam pada jalan antar kota dan kecepatan sekurang-kurangnya 10 km/jam pada jalan perkotaan.
  - b. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi.
  - c. Pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek.
6. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi :
  - a. Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang dengan kecepatan kurang dari 30 km/jam.
  - b. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama.
  - c. Dengan keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0 (nol).

### **H. Kecepatan**

Menurut Hobbs tahun (1995), kecepatan adalah parameter utama untuk menggambarkan arus lalu lintas dan merupakan laju perjalanan yang biasanya dinyatakan dalam kilometer per/jam (km/jam).

Kecepatan ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

#### 1. Kecepatan setempat (*Spot Speed*)

Kecepatan rata-rata pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak dan diperoleh dengan membagi panjang jalur dengan lama waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.

Persamaan dasar menurut MKJI (1997), adalah sebagai berikut :

$$S = \frac{d}{t}$$

Keterangan :

s = kecepatan (km/ jam)

d = jarak tempuh (km)

t = waktu tempuh (jam)

## 2. Kecepatan bergerak (*Running Speed*)

Kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak dan diperoleh dengan membagi panjang jalur dengan lama waktu kendaraan bergerak. Persamaan dasar menurut Hobbs (1995) adalah sebagai berikut :

$$Sr = \frac{d}{Tt}$$

## 3. Kecepatan perjalanan (*Journey Speed*)

Kecepatan efektif kendaraan yang sedang dalam perjalanan antara 2 tempat, dibagi dengan lamanya waktu bagi kendaraan menyelesaikan perjalanan termasuk waktu akibat adanya hambatan samping. Persamaan dasar menurut Hobbs (1995), adalah sebagai berikut :

$$St = \frac{d}{Tt}$$

Keterangan :

St = kecepatan perjalanan (km/jam)

d = jarak tempuh (panjang ruas) (km)

Tt = waktu perjalanan (detik)

Persamaan dasar untuk menentukan waktu perjalanan (*travel time*) adalah sebagai berikut :

$$Tt = tr + td$$

Keterangan :

Tt = waktu perjalanan (detik)

tr = waktu running (detik)

td = waktu tundaan (detik)

### **I. Putaran Balik (*U-Turn*)**

Didalam Pedoman Perencanaan Putaran Balik (*U-Turn*) No : 06/ BM/ 2005, Putaran balik adalah gerak lalu lintas kendaraan untuk berputar kembali atau berbelok 180<sup>0</sup>. Perencanaan lokasi putaran balik harus memperhatikan aspek-aspek perencanaan geometri jalan dan lalu lintas, yaitu :

1. Fungsi jalan
2. Klasifikasi jalan
3. Lebar median
4. Lebar lajur lalu lintas
5. Lebar bahu jalan
6. Volume lalu lintas per lajur
7. Jumlah kendaraan berputar balik per menit

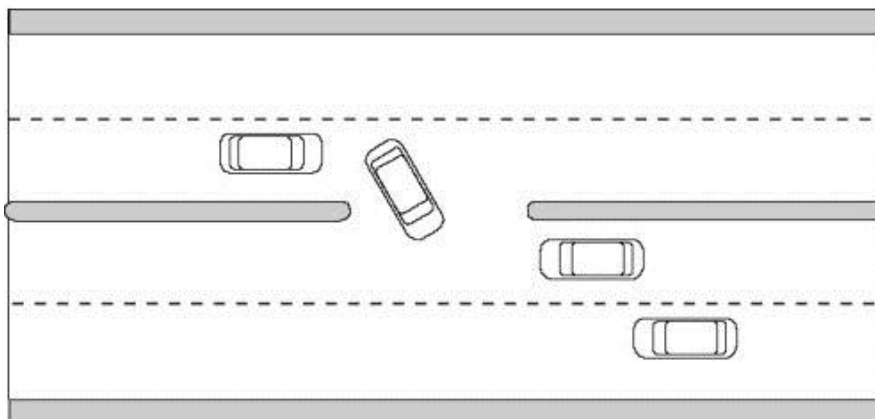
Putaran balik diijinkan pada lokasi yang memiliki lebar jalan yang cukup untuk kendaraan melakukan putaran tanpa adanya pelanggaran atau kerusakan pada bagian luar perkerasan.

Putaran balik seharusnya tidak diijinkan pada lalu lintas menerus karena dapat menimbulkan dampak pada operasi lalu lintas, antara lain berkurangnya kecepatan dan kemungkinan kecelakaan.

Perencanaan putaran balik dapat dilaksanakan apabila memenuhi persyaratan-persyaratan pada ketentuan teknis berikut. Perencanaan putaran balik pada lokasi yang tidak memenuhi persyaratan harus dilengkapi dengan studi khusus yang mengantisipasi kemungkinan dampak lalu lintas yang akan timbul.

Menurut Agah, 2007, Guna tetap mempertahankan tingkat pelayanan jalan secara keseluruhan pada daerah perputaran balik arah, secara proporsional kapasitas jalan yang terganggu akibat sejumlah arus lalu-lintas yang melakukan gerakan putar arah perlu diperhitungkan. Fasilitas median yang merupakan area pemisahan antara kendaraan arus lurus dan kendaraan arus balik arah perlu disesuaikan dengan kondisi arus lalu-lintas, kondisi geometrik jalan dan komposisi arus lalu-lintas.

Gerakan putar arah melibatkan beberapa kejadian yang berpengaruh terhadap kondisi arus lalu-lintas (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Gerakan Kendaraan Berputar Balik

(Sumber : <http://transportasijupri.wordpress.com>)

(Catatan : kendaraan belakang terhadap oleh kendaraan di mukanya, kendaraan yang berbelok harus menunggu *gap* antara pada arus arah yang berlawanan)

Tahapan pergerakan *U-Turn* seperti Gambar 3.1 (May, 1965; Drew, 1968, Wardrop, 1962, Roess, Crowley, dan Lee, 1975) sebagai berikut :

- a. Tahap Pertama, kendaraan yang melakukan gerakan balik arah akan mengurangi kecepatan dan akan berada pada jalur paling kanan. Perlambatan arus lalu-lintas yang terjadi sesuai teori *car following* mengakibatkan terjadinya antrian yang ditandai dengan panjang antrian, waktu tundaan dan gelombang kejut.
- b. Tahap Kedua, saat kendaraan melakukan gerakan berputar menuju ke jalur berlawanan, dipengaruhi oleh jenis kendaraan (kemampuan manuver, dan radius putar). Manuver kendaraan berpengaruh terhadap lebar median dan gangguannya kepada kedua arah (searah dan berlawanan arah). Lebar lajur berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas jalan untuk kedua arah. Apabila jumlah kendaraan berputar cukup besar, lajur penampung perlu disediakan untuk mengurangi dampak terhadap aktivitas kendaraan di belakangnya.
- c. Tahap Ketiga, adalah gerakan balik arah kendaraan, sehingga perlu diperhatikan kondisi arus lalu-lintas arah berlawanan. Terjadi interaksi antara kendaraan balik arah dan kendaraan gerakan lurus pada arah yang berlawanan, dan penyatuan dengan arus lawan arah untuk memasuki jalur yang sama. Pada kondisi ini yang terpenting adalah penetapan pengemudi sehingga gerakan



menyatu dengan arus utama tersedia. Artinya, pengendara harus dapat mempertimbangkan adanya senjang jarak antara dua kendaraan pada arah arus utama sehingga kendaraan dapat dengan aman menyatu dengan arus utama (*gap acceptance*), dan fenomena *merging* dan *weaving* (May, 1965; Drew, 1968, Wardrop, 1962, Roess, Crowley, dan Lee, 1975).

Pada tahap pertama dan ketiga, parameter analisis adalah senjang waktu antara kendaraan pada suatu arus lalu-lintas, senjang jarak, *gap* dan *time + space gap*. Untuk itu perlu diperhitungkan frekuensi kedatangan dan *critical gap*. Pada tahap pertama, karena ada gerakan kendaraan membelok, arus utama akan terpengaruh oleh perlambatan arus dan ini mempengaruhi kapasitas jalan. Dengan demikian perlu diperhitungkan kecepatan arus bebas dan kapasitas aktualnya.

Faktor yang berpengaruh terhadap kapasitas adalah sebagai berikut :

- a) Rasio antara arus belok dan arus utama,
- b) Panjang daerah *weaving* ( $L_v$ ),
- c) Lebar daerah *weaving* ( $W_w$ ), dan
- d) Lebar rata-rata daerah putar. Panjang antrian dan waktu yang ditimbulkan harus diminimumkan, dihitung dengan:  $Delay\ total = \text{fungsi} (flow\ rate\ lalu-lintas\ searah, flow\ rate\ lalu-lintas\ berlawanan, jumlah\ lajur\ searah, jumlah\ lajur\ berlawanan, komposisi\ kendaraan)$  (Agah, 2007).

## **J. Teori Antrian**

Menurut Siagian (1987), antrian adalah suatu garis tunggu dari nasabah (satuan) yang memerlukan layanan dari satu atau lebih pelayan (fasilitas layanan). Pada umumnya, sistem antrian dapat di klasifikasikan menjadi sistem yang berbeda – beda dimana teori antrian dan simulasi sering diterapkan secara luas.

Klasifikasi sebagai berikut :

- Sistem pelayanan komersial
- Sistem pelayanan bisnis – industri
- Sistem pelayanan transportasi
- Sistem pelayanan sosial

## 1. Komponen Dasar Antrian

Komponen dasar proses antrian adalah :

### a. Kedatangan

Setiap masalah antrian melibatkan kedatangan, misalnya orang, mobil, panggilan telepon untuk dilayani, dan lain – lain. Unsur ini sering dinamakan proses input. Proses input meliputi sumber kedatangan atau biasa dinamakan *calling population*, dan cara terjadinya kedatangan yang umumnya merupakan variabel acak. Menurut Levin, (2002), variabel acak adalah suatu variabel yang nilainya bisa berapa saja sebagai hasil dari percobaan acak. Variabel acak dapat berupa diskrit atau kontinu. Bila variabel acak hanya dimungkinkan memiliki beberapa nilai saja, maka ia merupakan variabel acak diskrit. Sebaliknya bila nilainya dimungkinkan bervariasi pada rentang tertentu, ia dikenal sebagai variabel acak *continue*.

### b. Pelayan

Pelayan atau mekanisme pelayanan dapat terdiri dari satu atau lebih pelayan, atau satu atau lebih fasilitas pelayanan. Tiap – tiap fasilitas pelayanan kadang – kadang disebut sebagai saluran (*channel*) (Schroeder, 1997).

### c. Antri

Inti dari analisa antrian adalah antri itu sendiri. Timbulnya antrian terutama tergantung dari sifat kedatangan dan proses pelayanan. Jika tak ada antrian berarti terdapat pelayan yang menganggur atau kelebihan fasilitas pelayanan (Mulyono, 1991).

Penentu antrian lain yang penting adalah disiplin antri. Disiplin antri adalah aturan keputusan yang menjelaskan cara melayani pengantri. Menurut Siagian (1987), ada 5 bentuk disiplin pelayanan yang biasa digunakan, yaitu :

➤ *First Come First Served (FCFS)* atau *First In First Out (FIFO)* artinya, lebih dulu datang (sampai), lebih dulu dilayani (keluar). Misalnya, antrian pada loket pembelian tiket bioskop.

- *Last Come First Served (LCFS)* atau *Last In First Out (LIFO)* artinya, yang tiba terakhir yang lebih dulu keluar. Misalnya, sistem antrian dalam elevator untuk lantai yang sama.
- *Service In Random Order (SIRO)* artinya, panggilan didasarkan pada
- Peluang secara random, tidak melihat dari siapa yang lebih dulu tiba.
- *Priority Service (PS)* artinya, prioritas pelayanan diberikan kepada pelanggan yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas lebih rendah, meskipun yang terakhir ini kemungkinan sudah lebih dahulu tiba dalam garis tunggu. Kejadian seperti ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, misalnya seseorang yang dalam keadaan penyakit lebih berat dibanding dengan orang lain dalam suatu tempat praktek dokter.

Dalam hal di atas telah dinyatakan bahwa entitas yang berada dalam garis tunggu tetap tinggal di sana sampai dilayani. Hal ini bisa saja tidak terjadi. Misalnya, seorang pembeli bisa menjadi tidak sabar menunggu antrian dan meninggalkan antrian. Untuk entitas yang meninggalkan antrian sebelum dilayani digunakan istilah pengingkaran (*reneging*). Pengingkaran dapat bergantung pada panjang garis tunggu atau lama waktu tunggu. Istilah penolakan (*balking*) dipakai untuk menjelaskan entitas yang menolak untuk bergabung dalam garis tunggu (Setiawan, 1991).

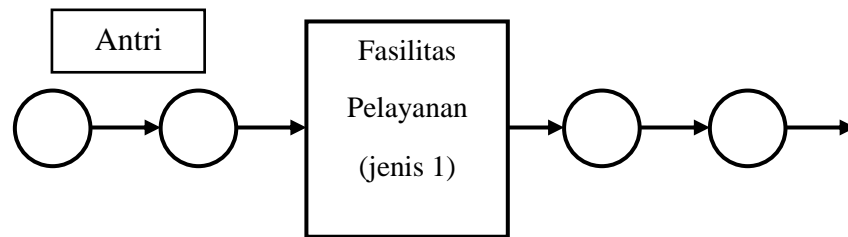
## 2. Struktur Antrian

Atas dasar sifat proses pelayanannya, dapat di klasifikasikan fasilitas-fasilitas pelayanan dalam susunan atau *channel (Single atau Multiple)* yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda-beda (Jay dan Barry, 2005).

Ada 4 model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian :

### a. *Single Channel – Single Phase*

Sistem ini adalah yang paling sederhana. *Single Channel* berarti hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan (Jay dan Barry, 2005).

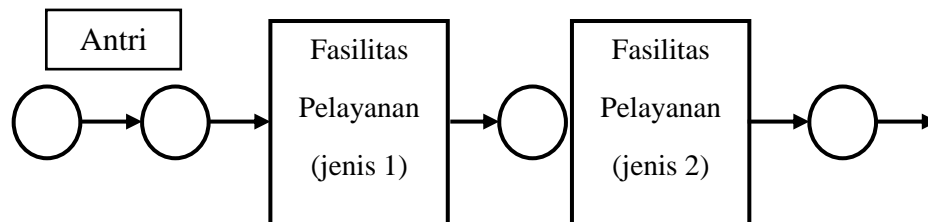


Gambar 3.2 Struktur Antrian *Single Channel – Single Phase*.

(Sumber : Jay dan Barry, 2005)

b. *Single Channel – Multi Phase*

Istilah *Multi Phase* menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam *phase phase*) (Jay dan Barry, 2005).

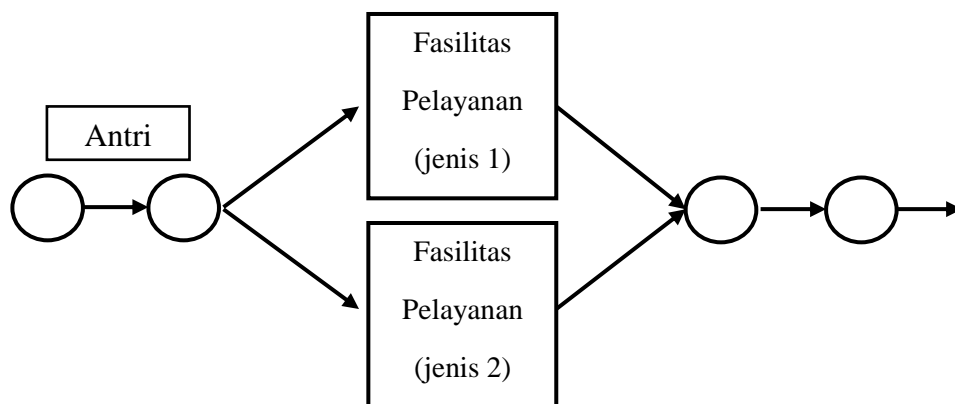


Gambar 3.3 Struktur Antrian *Single Channel – Multi Phase*.

(Sumber : Jay dan Barry, 2005)

c. *Multi Channel – Single Phase*

Sistem *Multi Channel – Single Phase* terjadi kapan saja di mana ada dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal (Jay dan Barry, 2005).

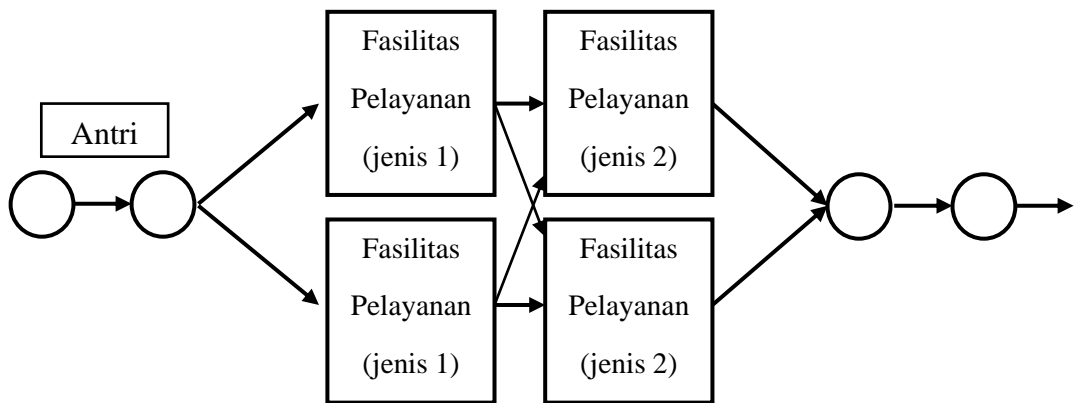


Gambar 3.4 Struktur Antrian *Multi Channel – Single Phase*.

(Sumber : Jay dan Barry, 2005)

d. *Multi Channel – Multi Phase*

Setiap sistem-sistem ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada suatu waktu (Jay dan Barry, 2005).



Gambar 3.5 Struktur Antrian *Multi Channel – Multi Phase*.

(Sumber : Jay dan Barry, 2005)

3. Rumus Model Antrian Jalur Tunggal.

Pada model ini kedatangan berdistribusi Poisson dan waktu pelayanan eksponensial. Dalam situasi ini, kedatangan membentuk satu jalur tunggal untuk dilayani oleh satu stasiun tunggal (Jay dan Barry, 2005).

Berikut persamaan dalam model antrian jalur tunggal menurut Jay dan Barry, (2005) :

- a.  $p = \frac{\lambda}{\mu}$
- b.  $P_n = (1 - p)^n$
- c.  $L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$
- d.  $L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$
- e.  $W = \frac{1}{\mu - \lambda}$
- f.  $W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$

Keterangan :

$\lambda$  = jumlah rata-rata pelanggan yang datang persatuan waktu

$\mu$  = jumlah rata-rata pelanggan yang dilayani per satuan waktu

$p$  = tingkat pelayanan fasilitas

$L$  = jumlah rata-rata pelanggan yang diharapkan dalam sistem

$L_q$  = jumlah pelanggan yang diharapkan menunggu dalam antrian

$W$  = waktu yang diharapkan oleh pelanggan selama dalam sistem

$W_q$  = waktu yang diharapkan oleh pelanggan selama menunggu dalam antrian

Beberapa kasus yang menyangkut model tingkat pelayanan fasilitas (Jay dan Barry, 2005), sebagai berikut :

a.  $\lambda < \mu$

dapat diartikan bahwa tidak terdapat satuan yang menunggu atau antri untuk dilayani.

b.  $\lambda = \mu$

dapat diartikan bahwa tidak terdapat satuan yang menunggu atau antri untuk dilayani, tetapi semua stasiun pelayanan akan sibuk, ini merupakan batas periode sibuk untuk semua pelayanan atau sistem.

c.  $\lambda > \mu$

dapat diartikan bahwa terdapat satuan yang menunggu atau antri untuk dilayani, dan semua stasiun pelayanan sibuk.