

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Mardinata (2014) melakukan penelitian mengenai pengaruh gerakan u-turn terhadap kinerja ruas Jalan Raden Eddy Martadinata Samarinda. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik lalu lintas ruas Jalan Raden Eddy Martadinata Samarinda akibat u-turn dan menganalisis waktu tempuh rata-rata serta waktu tundaan yang diakibatkan oleh aktivitas u-turn pada ruas jalan tersebut. Data yang diambil dalam penelitiannya adalah data geometri jalan dan data kinerja jalan 6 (data volume lalu lintas, data kecepatan kendaraan, data waktu tempuh dan waktu tundaan). Metode analisis yang dipergunakan adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 dan Model Analisis Greenshields. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa tingkat pelayanan pada ruas Jalan Raden Eddy Martadinata Samarinda pada tingkat pelayanan level A di mana arus kendaraan dapat berjalan dengan lancar namun pada jam puncak tingkat pelayanan menurun pada level B sehingga terjadi kemacetan pada ruas jalan tersebut yang diakibatkan oleh aktivitas hambatan samping yang cukup tinggi dan kondisi geometri jalan yang kurang memadai. Dari hasil analisis regresi linier model Greenshields yang dilakukan didapatkan volume maksimum rata-rata paling tinggi terjadi di Jalan Pangeran Antasari. Pada lokasi penelitian ini tundaan yang terjadi masih dapat diterima dan tidak mengakibatkan kemacetan yang berarti.

#### **2.2 Pengertian Putar Balik Arah (*U-Turn*)**

Secara harfiah gerakan *u-turn* adalah suatu putaran di dalam suatu sarana (angkutan/kendaraan) yang dilaksanakan dengan mengemudi setengah lingkaran yang bertujuan untuk berpindah menurut arah kebalikan (Rohani,2010)

Menurut Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga (2005) *u-turn* adalah gerak lalu lintas kendaraan untuk berputar kembali dan berbelok arah sedangkan menurut Munawar (2006) *u-turn* adalah suatu tempat khusus untuk

berputarnya kendaraan baik kendaraan bermotor atau tak bermotor yang digunakan pada ruas jalan dengan pemisah.

### **2.3 Karakteristik Arus Lalu – Lintas**

Arus lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada suatu ruas jalan dan lingkungannya. Karena persepsi dan kemampuan individu pengemudi mempunyai sifat yang berbeda maka perilaku kendaraan arus lalu lintas tidak dapat diseregamkan lebih lanjut, arus lalu lintas akan mengalami perbedaan karakteristik akibat dari perilaku pengemudi yang berbeda yang dikarenakan oleh oleh karakteristik lokal dan kebiasaan pengemudi. Arus lalu lintas pada suatu ruas jalan karakteristiknya akan bervariasi baik berdasar waktunya. Oleh karena itu perilaku pengemudi akan berpengaruh terhadap perilaku arus lalu lintas. Dalam menggambarkan arus lalu lintas secara kuantitatif dalam rangka untuk mengerti tentang keragaman karakteristiknya dan rentang kondisi perilakunya, maka perlu suatu parameter. Parameter tersebut harus dapat didefinisikan dan diukur oleh insinyur lalu lintas dalam menganalisis, mengevaluasi, dan melakukan perbaikan fasilitas lalu lintas berdasarkan parameter dan pengetahuan pelakunya. Karakteristik pada tugas akhir ini dapat diamati dengan cara makroskopik, yaitu:

1. Volume arus lalu lintas
2. Kecepatan arus lalu lintas
3. Kepadatan arus lalu lintas

#### **2.3.1 Volume**

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik atau ruas garis pada jalan yang bergerak dalam satuan waktu tertentu. Biasanya dihitung berdasarkan kendaraan/hari atau kendaraan/jam. Pengukuran volume biasanya dilakukan dengan meletakkan alat penghitung pada tempat dimana volume tersebut ingin diketahui besarnya atau dengan cara manual.

Rumus umumnya adalah :

$$Q = \frac{N}{T}$$

Keterangan:

Q : Volume lalu lintas yang melalui suatu titik/baris (kendaraan/satuan waktu)

N : Jumlah kendaraan yang melalui suatu titik/garis

T : Interval waktu

### 2.3.2 Kecepatan

Kecepatan adalah perubahan jarak dibagi dengan waktu. Kecepatan dapat diukur sebagai kecepatan titik, kecepatan perjalanan, kecepatan ruang, dan kecepatan gerak. Kelambatan merupakan waktu yang hilang pada saat kendaraan berhenti, atau tidak dapat berjalan sesuai dengan kecepatan yang diinginkan karena adanya sistem pengendali atau kemacetan lalu-lintas.

Rumus umumnya adalah :

$$U_s = \frac{L}{T}$$

Keterangan :

U<sub>s</sub> : Kecepatan rata-rata kendaraan (km/jam)

L : Panjang segmen (km)

T : Waktu tempuh rata-rata (jam)

### 2.3.3 Kepadatan

Kepadatan adalah rata-rata jumlah kendaraan per satuan panjang jalan

Rumus umumnya :

$$D = \frac{Q}{U_s}$$

Keterangan:

D : Kepadatan lalu lintas (smp/km)

Q : Volume (smp/jam)

U<sub>s</sub> : Kecepatan rata-rata (km/jam)

## 2.4 Klasifikasi Kendaraan

Didalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, Nilai arus lalu lintas mencerminkan komposisi lalu lintas, dengan menyatakan arus lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan berikut :

1. Kendaraan Ringan (*Light Vehicle*) [LV]

Meliputi kendaraan bermotor dua as beroda empat dengan jarak as 2.0-3.0 m (termasuk mobil penumpang, mikrobis, pick up, truk kecil, sesuai sistem klasifikasi bina marga)

2. Kendaraan berat (*Heavy Vehicle*) [HV]

Meliputi kendaraan motor dengan jarak as lebih dari 3.5 m biasanya beroda lebih dari empat (termasuk bis, truk dua as, truk tiga as, dan truk kombinasi).

3. Sepeda Motor (*Motor Cycle*) [MC]

Meliputi kendaraan bermotor roda dua atau tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

4. Kendaraan Tidak Bermotor (*Un Motorized*) [UM]

Meliputi kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia, hewan dan lain-lain (termasuk becak, sepeda, kereta kuda, kereta dorong dan lain-lain sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

## 2.5 Faktor Konversi Kendaraan

Data hasil survei yang dilakukan dilapangan merupakan jumlah dan waktu tempuh kendaraan yang bermacam-macam, maka data tersebut harus dinyatakan dalam satuan yang sama. Oleh karena itu, dilakukan suatu proses pengubahan satuan atau yang disebut dengan proses pengkonversian menjadi satu satuan yang sama. Satuan dasar yang digunakan adalah Satuan Mobil Penumpang (SMP). Menurut Manual Kapasitas Jalan Raya Indonesia (MKJI) tahun 1997 yang di keluarkan oleh Direktorat Bina Marga dijelaskan pengertian dasar dari satuan

mobil penumpang (smp) yaitu sebuah besaran yang menyatakan ekivalensi pengaruh suatu tipe kendaraan dibandingkan terhadap arus lalu lintas secara keseluruhan. Dengan besaran/satuan ini kita dapat mengetahui kepadatan lalu lintas. Satuan mobil penumpang (smp) untuk masing-masing kendaraan tergantung tipe jalan dan arus lalu lintas total yang dinyatakan dalam smp/jam. Untuk daftar ekivalen satuan penumpang bisa dilihat pada **tabel 2.1** berikut :

**Tabel 2.1** Daftar emp untuk Jalan Empat Lajur Dua Arah Terbagi

Tipe jalan : Jalan satu arah dan jalan terbagi	Arus lalu-lintas per lajur (kendaraan/jam)	emp	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/1)	0	1.30	0.40
Empat lajur terbagi (4/2D)	> 1050	1.20	0.25
Tiga lajur satu arah (3/1)	0	1.30	0.40
Enam lajur terbagi (6/2D)	> 110	1.20	0.25

(Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*)

## 2.6 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan adalah volume maksimum dimana lalu lintas dapat lewat sepanjang jalan tersebut pada keadaan tertentu (geometrik, distribusi arah dan komposisi lalulintas, faktor lingkungan). Hal ini berguna sebagai tolak ukur dalam penetapan keadaan lalu lintas sekarang atau pengaruh dari usulan pengembangan. Ada dua ukuran kapasitas jalan yang sering digunakan, selain yang didefinisikan di atas lainnya adalah kapasitas aktual, yaitu kapasitas yang operasional, sebagai akibat pengaruh lingkungan jalan (hambatan samping) dan lebar efektif jalan.

Berikut ini persamaan tentang kapasitas suatu ruas jalan menurut metode *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1997)* untuk daerah perkotaan:

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

Dimana :

C : Kapasitas (smp/jam)

C<sub>o</sub> : Kapasitas dasar (smp/jam)

FC<sub>w</sub> : Faktor penyesuaian lebar jalan

FC<sub>sp</sub> : Faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tak berbagi)

FC<sub>sf</sub> : Faktor penyesuaian hambatan samping jalan dan bahu/kereb

FC<sub>cs</sub> : Faktor penyesuaian ukuran kota

### 2.6.1 Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar jalan tergantung kepada tipe jalan, jumlah lajur, apakah jalan ada pemisah fisik atau tidak sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 2.2**

**Tabel 2.2** Kapasitas Dasar Jalan

Tipe jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Keterangan
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	Per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

### 2.6.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Lebar Jalur Lalu-Lintas (FC<sub>w</sub>)

Lebar jalur lalu lintas yang efektif sangat mempengaruhi kapasitas jalan, besarnya faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas (FC<sub>w</sub>) seperti pada **Tabel 2.3**.

**Tabel 2.3** Faktor Penyesuain Lebar Jalur Lalu Lintas

Type jalankota	Lebar jalanefektif ( m )	F <sub>Cw</sub>	Keterangan
4 lajur dipisah atau jalan satu arah	3,00	0,92	Per lajur
	3,25	0,96	
	3,50	1,00	
	3,75	1,04	
	4,00	1,08	
4 lajur tidak dipisah	3,00	0,91	Per lajur
	3,25	0,95	
	3,50	1,00	
	3,75	1,05	
	4,00	1,09	
2Lajur tidak dipisah	5,5	0,56	Kedua arah
	6,0	0,87	
	7,0	01,00	
	8,0	1,14	
	9,0	1,25	
	10,0	1,29	
	11,0	1,34	

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

### 2.6.3 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FC<sub>SF</sub>)

Kelas hambatan samping dapat dilihat pada **tabel 2.4**. Faktor ini terdiri dari dua kondisi yaitu jalan dengan bahu serta jalan dengan kerb. Untuk kondisi jalan dengan kerb dapat dilihat pada **tabel 2.5** sedangkan untuk faktor penyesesuaian dengan bahu pada **tabel 2.6**.

**Tabel 2.4** Penentuan Kelas Hambatan Samping

Kelas hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah per 200m/jam (dua sisi)	Kondisi Khusus
Sangat Rendah	VL	< 100	Daerah pemukiman dengan jalan samping
Rendah	L	100 - 299	Daerah pemukiman , beberapa kendaraan umum
Sedang	M	300 - 399	Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan
Tinggi	H	500 - 899	Daerah komersial, aktifitas pasar di samping jalan
Sangat Tinggi	VH	> 900	Daerah komersial, dengan aktifitas perbelanjaan di samping jalan

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Catatan :

VL : sangat rendah

L : rendah

M : sedang

H : tinggi

VH : sangat tinggi

**Tabel 2.5** Faktor Penyesuaian Hambatan Samping untuk jalan dengan Kerb

Type Jalan	GesekanSamping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kerb ke penghalang $FC_{SF}$			
		Jarak :kerb-penghalang Wk			
		<0.5	1.0	1.5	>2,0
4/2 di pisah median	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 Tidak dipisah	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 tidak dipisah atau jalan satu arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

**Tabel 2.6** Faktor Penyesuaian Hambatan Samping dan Lebar Bahu

Type Jalan (1)	KelashambatanSa mping (2)	Faktor penyesuaian untu hambatan samping dan lebar bahu $FC_{SF}$			
		Lebar bahu efektif $W_s$			
		<0.5 (3)	1.0 (4)	1.5 (5)	>2,0 (6)
4/2 di pisah median	VL	0,96	0,98	1.01	1,03
	L	0,94	0,97	1.00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1.00
	H	0,88	0,92	0,95	0,98
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 Tidak dipisah	VL	0,96	0,99	1.01	1,03
	L	0,94	0,97	1.00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1.00
	H	0,87	0,91	0,94	0,98
	VH	0, 80	0,86	0,90	0,95
2/2 tidak dipisah atau jalan satu arah	VL	0,94	0,96	0,99	1.01
	L	0,92	0,94	0,97	1.00
	M	0,89	0,92	0,95	0,98
	H	0,82	0,86	0,90	0,95
	VH	0,73	0,79	0,85	0,91

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

#### 2.6.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCsp)

Khusus untuk jalan tak berbagi, tetntukan faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah pada **tabel 2.7** berikut ini :

**Tabel 2.7** Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FCsp)

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Dua lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

(Sumber : *Manual Kasitas Jalan Indonesia, 1997*)

Untuk jalan terbagi satu arah dan jalan pembatas median, faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah tidak dapat di terapkan sehingga nilainya adalah 1,00.

#### 2.6.5 Faktor Ukuran Kota

Penyesuaian untuk ukuran kota mempengaruhi kapasitas ruas jalan seperti pada **tabel 2.8**berikut :

**Tabel 2.8** Faktor Penyesuaian Kapasitas Ukuran Kota

Ukuran kota (juta orang)	Faktor ukurankota Fcs
< 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*)

## 2.7 Antrean

Pada tahun 1909, seorang insinyur dan juga ahli matematika berkebangsaan Denmark bernama Agner Krarup Erlang mengembangkan model antrean dengan tujuan menentukan jumlah yang optimal dari fasilitas *telephone switching* melayani permintaan penggunaan jasa telepon. Analisis antrean sering digunakan dalam pemecahan masalah transportasi. Teori antrean (*queueing*) sangat perlu dipelajari dalam usaha mengenal perilaku pergerakan arus lalu lintas baik manusia ataupun kendaraan (Morlok, 1978 dan Hobbs, 1979). Kegiatan pelayanan menyebabkan gangguan pada proses pergerakan arus lalu lintas sehingga terjadinya antrean, dimana pada suatu kondisi antrean akan mengakibatkan permasalahan baik untuk pengguna (dalam bentuk waktu antrean) maupun untuk pengelola (dalam bentuk panjang antrean).

### 2.7.1 Komponen Antrean

Menurut Hobbs, 1979 komponen antrian terdiri dari :

#### A. Tingkat Kedatangan ( $\lambda$ )

Tingkat kedatangan yang dinyatakan dengan notasi  $\lambda$  adalah jumlah kendaraan atau orang yang bergerak menuju satu atau beberapa tempat pelayanan dalam satu-satuan tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau orang/menit.

#### B. Tingkat Pelayanan ( $\mu$ )

Tingkat pelayanan yang dinyatakan dengan notasi  $\mu$  adalah jumlah kendaraan atau manusia yang dapat dilayani oleh suatu tempat pelayanan dalam satu-satuan waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau orang/menit

#### C. Disiplin Antrian

Disiplin antrian mempunyai pengertian bagaimana tata cara kendaraan atau manusia mengantri.

Menurut Tamin (2008), selain tingkat pelayanan dikenal waktu pelayanan (WP) yang didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk melayani satu

kendaraan atau orang pada suatu tempat pelayanan, biasa dinyatakan dalam menit/orang atau menit/kendaraan.

Dapat di simpulkan bahwa :

$$WP : 1/\mu$$

Selain itu dikenal dengan tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) dengan tingkat pelayanan ( $\mu$ ) dikenal dengan notasi  $\rho$ , sehingga  $\rho : \lambda / \mu > 1$ .

### 2.7.2 Proses Antrian

Menurut Tamin (2008), menuayakan ada empat tahapan dalam proses antrian seperti perihal berikut :

#### A. Tahap 1

Tahap dimana arus lalu lintas kendaraan atau orang bergerak dengan kecepatan tertentu menuju satu tempat pelayanan. Besar arus lalu lintas yang datang disebut dengan tingkat kedatangan ( $\lambda$ ). Jika digunakan disiplin antrian FIFO dan terdapat lebih dari satu tempat pelayanan (multi lajur) maka dapat diasumsikan bahwa tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) tersebut membagi dirinya secara merata untuk setiap pelayanan sebesar  $\lambda/N$  ( $N$  adalah jumlah tempat pelayanan).

#### B. Tahap II

Tahap dimana arus lalu lintas mulai bergabung dengan antrian menunggu untuk dilayani. Jadi waktu antrian dapat didefinisikan sebagai waktu sejak arus lalu lintas bergabung dengan antrian sampai dengan waktu kendaraan dimulai dilayani oleh suatu pelayanan

#### C. Tahap III

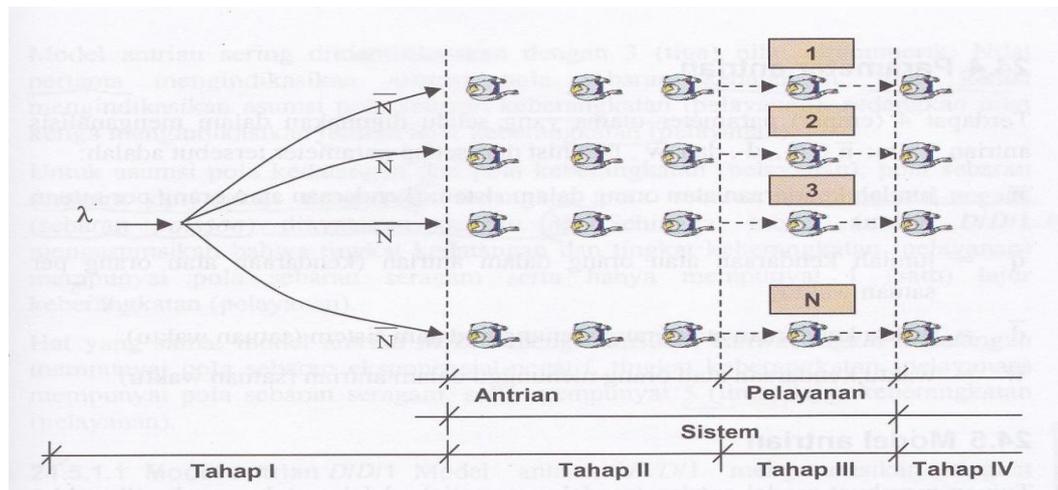
Tahap dimana arus lalu lintas kendaraan dilayani oleh suatu tempat pelayanan. Jadi waktu pelayanan (WP) didefinisikan sebagai waktu sejak dimulai kendaraan dilayani sampai dengan waktu kendaraan selesai dilayani.

#### D. Tahap IV

Tahap dimana kendaraan meninggalkan tempat pelayanan melanjutkan perjalanan.

Gabungan antara tahap II dan tahap III disebut sistem antrian yang di definisikan sebagai waktu sejak kendaraan mulai bergabung dengan antrian sampai dengan waktu kendaraan selesai dilayani.

Berikut **gambar 2.1** tahapan dalam proses antrian



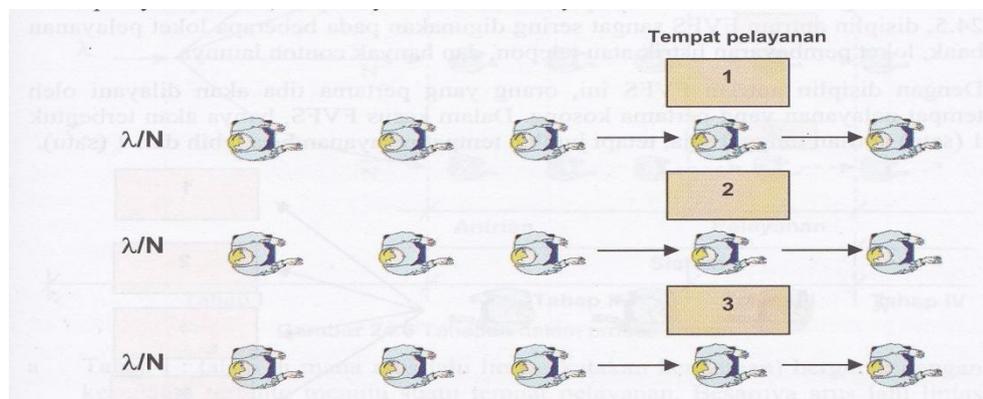
**Gambar 2.1** Tahapan dalam Proses Antrian

### 2.7.3 Disiplin Antrian

Disiplin antrian yang sering di pakai dalam bidang arus lalu lintas (Hobbs,1979) adalah :

#### 1. First In First Out (FIFO)

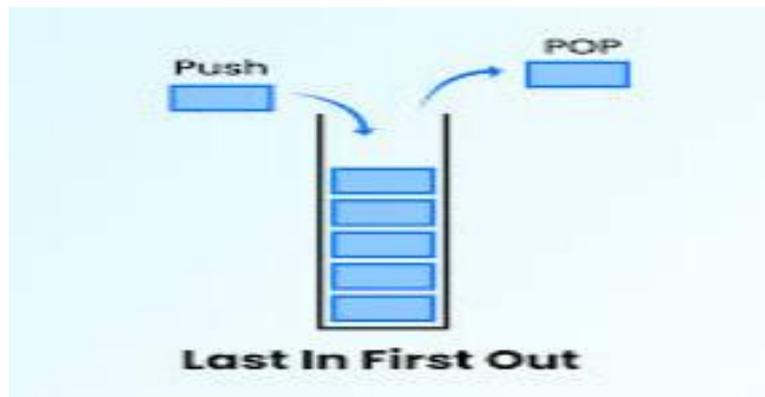
Dimana orang atau kendaraan yang pertama disuatu tempat pelayanan akan di layani pertama. Seperti pada **gambar 2.2** berikut :



**Gambar 2.2** Disiplin Antrian FIFO

## 2. First In Last Out (LIFO)

Dimana orang atau kendaraan yang pertama tiba akan di layani terakhir. Salah satu contoh antrian kendaraan pada pelayanan feri di terminal penyebrangan (kendaraan yang pertama masuk feri akan keluar terakhir). Seperti **gambar 2.3** berikut :



**Gambar 2.3** Disiplin Antrian LIFO

### 2.7.4 Model Antrean

Model antrean terdiri dari 2 (dua) yaitu :

#### a. Disiplin antrean FIFO atau FCFS

Menurut Tamin (2008), model antrean dapat dilihat sebagai berikut:

$$\eta = \lambda / (\mu - \lambda) = \rho / (1 - \rho)$$

$$q = \lambda^2 / (\mu - \lambda) = \rho^2 / (1 - \rho)$$

$$d = 1 / (\mu - \lambda)$$

$$w = \lambda / \mu (\mu - \lambda) = d - 1 / \mu$$

Beberapa asumsi yang diperlukan dalam disiplin antrean FIFO:

- 1) Persamaan hanya berlaku lajur tunggal  $\rho = \lambda / \mu < 1$ . Jika  $\rho = \lambda / \mu > 1$ , maka diharuskan menambah beberapa lajur (multi lajur)
- 2) Jika terdapat lebih satu lajur (misalkan N), maka di asumsikan bahwa tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) akan menjadi  $\lambda / \eta$ .
- 3) Kendaraan yang sudah antre pada lajur antrean di asumsikan tidak boleh berpindah antrean ke lajur lainnya.

4) Waktu pelayanan antar tempat pelayanan di asumsikan relative sama atau dengan standar deviasi waktu pelayanan antar tempat pelayanan relative kecil.

Model antrean diidentifikasi dengan 3 (tiga) nilai alfanumerik. Nilai pertama mengindikasikan asumsi pola sebaran kedatangan, nilai kedua mengindikasikan asumsi pola sebaran pelayanan, sedangkan nilai ketiga mengindikasikan jumlah lajur pelayanan. Untuk asumsi kedatangan dan pelayanan dinyatakan dengan D apabila pola sebarannya seragam, dan dinyatakan dengan M bila polanya adalah sebaran Poisson (eksponensial negatif).

1) Model antrean D/D/I

Model dengan asumsi tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan mempunyai pola sebaran seragam, dan mempunyai 1 (satu) lajur pelayanan.

2) Model antrean M/D/I

Model dengan asumsi sebaran Poisson untuk tingkat kedatangan, tingkat pelayanan mempunyai pola sebaran seragam, dan mempunyai 1 (satu) lajur pelayanan. Model antrean M/D/I sering digunakan karena dalam beberapa kasus pergerakan arus lalu lintas, tingkat kedatangan Poisson lebih realistis dibandingkan pola seragam.

3) Model antrean M/M/I

Model ini mengasumsikan bahwa hanya terdapat 1 (satu) lajur pelayanan dengan tingkat kedatangan dan pelayanan mempunyai pola sebaran eksponensial-negatif (sebaran Poisson).

4) Model antrean M/M/N

Merupakan pengembangan model antrean M/M/I, dimana N adalah jumlah lajur pelayanan.

b. Disiplin antrean FVF

Dalam penggunaan disiplin antrean FVFS di asumsikan terdapat hanya 1 (satu) antrean (lajur tunggal) dimana kendaraan atau orang yang berada pada antrean terdepan akan dilayani oleh suatu tempat pelayanan yang pertama kosong (*vacant*).

## 2.8 Analisa Tingkat Pelayanan *U-Turn*

*U-turn* merupakan fasilitas kendaraan untuk berputar balik arah, *U-turn* terletak di antara median yang terpisah serta ditambah dengan adanya rambu boleh berbalik arah. Perhitungan tingkat pelayanan fasilitas *U-turn* dapat dihitung dengan model antrian. Model antrian merupakan model yang biasanya digunakan untuk menganalisa suatu tingkat pelayanan. Pelayanan dapat dikatakan berhasil apabila nilai pelayanan lebih besar dibandingkan dengan nilai permintaan.

Formula Antrian :

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

Dimana :

P : Tingkat pelayanan

$\lambda$  : satu per *headway* kendaraan yang akan melakukan *U-turn*

$\mu$  : satu per waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk melakukan *U-turn*

Menurut model antrian FIFO, antrian akan terjadi apabila  $\rho = \lambda/\mu > 1$ , maka diharuskan untuk menambah lajur atau menambah fasilitas pelayanan.

## 2.9 Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan kinerja simpang dan bagian jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah pada bagian jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

Rumus Umum:

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Keterangan :

DS : Derajat Kejenuhan

Q : Arus rata-rata kendaraan (smp/jam)

C : Kapasitas

Derajat kejenuhan dihitung dengan cara membandingkan antara arus dan kapasitas pada ruas jalan yang dinyatakan dalam smp/jam. Derajat kejenuhan digunakan untuk perilaku lalu lintas pada suatu ruas jalan.

### 2.10 Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan pada ruas jalan berkaitan dengan kecepatan kendaraan pada ruas jalan tersebut, juga tergantung pada perbandingan antara ruas dan kapasitas yang ada, maka semakin besar kapasitas pada suatu ruas jalan maka semakin kecil pula kecepatan kendaraan pada ruas jalan tersebut.

Tingkat pelayanan (*Level of service*) merupakan :

- A. Kondisi operating yang berbeda dan terjadi pada lajur jalan ketika menampung bermacam-macam volume lalu lintas yang melalui ruas jalan tersebut.
- B. Merupakan ukuran kualitas dari pengaruh faktor aliran lalu lintas seperti kecepatan, waktu perjalanan, hambatan samping, kenyamanan pengemudi dan secara tidak langsung yaitu biaya operasi.

Tingkat pelayanan jalan pada **tabel 2.9** berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM 14 Tahun 2006 Tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Di Jalan yaitu sebagai berikut :

**Tabel 2.9** Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi Terkait
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arus bebas</li> <li>• Kecepatan perjalanan rata-rata <math>\geq 80</math> Km/jam</li> <li>• V/C ratio <math>\leq 0,6</math></li> <li>• <i>Load factor</i> pada simpang = 0</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arus stabil</li> <li>• Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d <math>\geq 40</math> Km/jam</li> <li>• V/C ratio <math>\leq 0,7</math></li> <li>• <i>Load factor</i> <math>\leq 0,1</math></li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arus stabil</li> <li>• Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d <math>\geq 30</math> Km/jam</li> <li>• V/C ratio <math>\leq 0,8</math></li> <li>• <i>Load factor</i> <math>\leq 0,3</math></li> </ul>
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendekati arus tidak stabil</li> <li>• Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d <math>\geq 25</math> Km/jam</li> <li>• V/C ratio <math>\leq 0,9</math></li> <li>• <i>Load factor</i> <math>\leq 0,7</math></li> </ul>
E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arus tidak stabil, terhambat, dengan tundaan yang tidak dapat ditolerir</li> <li>• Kecepatan perjalanan rata-rata sekitar 25 Km/jam</li> <li>• Volume pada kapasitas</li> <li>• <i>Load factor</i> pada simpang <math>\leq 1</math></li> </ul>
F	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arus tertahan, macet</li> <li>• Kecepatan perjalanan rata-rata <math>\leq 15</math> Km/jam</li> <li>• V/C ratio permintaan melebihi 1</li> <li>• Simpang jenuh</li> </ul>

(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : KM 14 tahun 2006)