

## BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu sejenis yang pernah dilakukan oleh para peneliti lain yang kami sajikan dalam table 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu

No	Nama	Judul	Keimpulan
1	2	3	4
1	Yesika Rizki Febriastanti	Analisa Kapasitas Simpang Jrasah, Kota Semarang (tahun 2006)	Simpang tersebut lebar efektif yang ada tidak dapat menampung arus lalu lintas pada jam puncak, solusi menambah lebar pendekat pada lengan simpang
2	Abdul Munif	Analisis Kinerja Persimpangan Jalan Ciledug Raya Jakarta Selatan (tahun 2007)	Simpang tersebut kurang memadai pada jam puncak, solusi merubah fase sinyal dan rambu lalu lintas Pelarangan belok kanan
3	Gati Rahayu	Analisa arus jenuh dan panjang antrian pada simpang bersinyal Jl. Dr.Sutomomo-Suryopranoto Yogyakarta ( th 2009)	Panjang antrian menurut hasil analisis MKJI (1997) besarnya antara 3,3-11,3 smp panjang antrian 31-74 m, sedangkan penelitian langsung dilapangan besarnya antara 3-10,5 smp panjang antrian 23-69 m

1	2	3	4
4	Eko Nugoho Julianto	Analisis kinerja simpang bersinyal Simpang Bangkong dan Simpang Milo Semarang berdasarkan konsumsi bahan bakar	Nilai derajat kejenuhan pada masing masing pendekatan memiliki nilai lebih besar dari 0,80 menunjukkan bahwa lau lintas yang melalui simpang tersebut cukup padat. Terutama pada waktu pagi . Untuk simpang Bankong pada waktu jam puncak pagi untuk kondisi awal tundaan rata rata simpang yang terjadi sebesar 838,05 detik, sehingga untuk meninggalkan simpang diperlukan bahan bakar minyak sebesar 0,326 liter/smp
5	Charles Asenime and Dayo Mobereolo	Traffic behavior at a Signalised Intersection in Metropolitan Lagos	Meskipun studi menunjukkan Simpang Mariland lalu lintas tidak jenuh, namun analisa lingkungan menunjukkan kegiatan ekonomi berpengaruh besar yang mana menyebabkan keterlambatan opsional pada akhir melimpah ke lalu lintas utama sampai ketika waktu hijau mobil masih terjebak diantrian.

## 2.2 Dasar Teori

Dasar teori yang digunakan dalam penyusunan Tesis ini mengacu pada pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997). Dasar dasar teori yang

digunakan diantaranya berisi tentang tipe-tipe jalan, klasifikasi jalan, karakteristik jalan, derajat kejenuhan (degree of saturation) dan lain sebagainya.

Adapun penjelasan dan uraian mengenai metode-metode dan dasar dasar teori yang digunakan akan dijelaskan pada subbab-subbab berikut ini.

#### 2.2.1 Peraturan Pemerintah No 34 tahun 2006 tentang jalan

Kecepatan Rencana, Lebar Badan Jalan Minimum dan Lebar Jalur Lalu Lintas Minimum, Lebar Rumija Minimum disajikan dalam bentuk table sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Kecepatan Rencana dan Lebar badan Jalan

<b>Kelas Jalan</b>	<b>V rencana minimum (Km/Jam)</b>	<b>Lebar badan jalan minimum(m)</b>
<b>PRIMER</b>		
Arteri primer	60	11
Kolektor primer	40	9
Lokal primer	20	7.5
Lingkungan primer	15	6.5
<b>SEKUNDER</b>		
Arteri sekunder	30	11
Kolektor sekunder	20	9
Lokal sekunder	10	7.5
Lingkungan sekunder	10	6.5

Sumber : Peraturan Pemerintah RI No. 34 th 2006

Tabel 2. 3 Lebar Jalur Lalu Lintas Minimum &amp; Lebar Rumija Minimum

Kelas Jalan	Lebar Jalur Lalu lintas minimum (m)	Rumija minimum(m)
<b>Jalan bebas hambatan</b>	2 (2 x 3,5) = 14 m	30
Jalan Raya	2 ( 2 x 3,5 ) = 14 m	25
Jalan Sedang	2 x 3,5 = 7 m	9
Jalan Kecil	2 x 2,75 = 5,5 m	11

Sumber : Peraturan Pemerintah RI No. 34 th 2006

### 2.2.2 Arus Jenuh menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

Yang dimaksud dengan arus jenuh nyata adalah hasil perkalian dari arus jenuh dasar ( $S_0$ ) untuk keadaan ideal dengan faktor penyesuaian ( $F$ ) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dalam satu- an smp/jam hijau (Departemen P.U., 1997)

$$S = S_0 \cdot FCS \cdot FSF \cdot FP \cdot FG \cdot FRT \cdot FLT \dots (1)$$

Dimana:

$S$  = Arus jenuh nyata (smp/jam hijau)

$S_0$  = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

$FCS$  = Faktor koreksi ukuran kota

$FSF$  = Faktor penyesuaian hambatan samping

$FP$  = Faktor penyesuaian parkir tepi jalan

$FG$  = Faktor penyesuaian akibat gradien jalan;

$FRT$  = Faktor koreksi belok kanan

$FLT$  = Faktor penyesuaian belok kiri.

#### a. Faktor Ukuran Kota ( $FCS$ )

Yaitu ukuran besarnya jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah per- kotaan (MKJI 1997). Untuk menentukan nilai factor penyesuaian ukuran kota digunakan :

Tabel 2. 4 Faktor penyesuaian ukuran kota

Jumlah Penduduk dalam Kota ( Juta Jiwa)	Faktor penyesuaian Ukuran Kota
>3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 -0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber : MKJI 1997

*b. Faktor Hambatan Samping Jalan (FSF)*

FSF adalah kegiatan di samping jalan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh di dalam pendekat (MKJI 1997). Dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor didapat faktor penyesuaian hambatan samping .

Tabel 2. 5 *Faktor Hambatan Samping Jalan (FSF)*

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor (%)					
			0,00	0,05	0,1	0,15	0,2	>0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83

Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi, Sedang	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	Rendah	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : MKJI 1997

*c. Faktor Adanya Parkir Tepi Jalan (FP)*

Faktor parkir tepi jalan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$FP = [ LP/3 - (Wa - 2) \cdot (LP/3 - g)/Wa ]/g \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

$FP$  = Faktor jarak parkir tepi jalan

$Wa$  = Lebar pendekat (m)

$g$  = Waktu hijau (detik)

$LP$  = jarak antara garis henti dan kendaraan yang parkir pertama (m).

*d. Faktor Belok Kanan (FRT)*

Faktor koreksi terhadap arus belok kanan pada pendekat yang ditinjau, dapat dihitung dengan rumus:

$$FR = 1 + PRT \cdot 0,26 \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

$PRT$  = rasio arus belok kanan pada pendekat.

*e. Faktor Belok Kiri (FLT)*

Pengaruh arus belok kiri dihitung dengan rumus:

$$FLT = 1 - PLT \cdot 0,16 \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

$PLT$  = rasio arus belok kiri pada pendekat

### 2.2.3 Rasio Arus (FR)

Rasio arus (FR) merupakan rasio arus lalu lintas terhadap arus jenuh masing-masing pendekat.

Rasio arus (FR) dihitung dengan rumus:

$$FR = Q/S \dots\dots\dots (5)$$

Dimana,

$Q$  = Arus lalu lintas (smp/jam);

$S$  = Arus Jenuh (smp/jam hijau).

Nilai kritis  $FR_{crit}$  (maksimum) dari rasio arus yang ada dihitung rasio arus pada simpang dengan penjumlahan rasio arus kritis tersebut:

$$IFR = (FR_{crit}) \dots\dots\dots(6)$$

Dari kedua nilai di atas maka diperoleh rasio fase PR (*Phase Ratio*) untuk tipe fase yaitu:

$$PR = FR_{crit}/IFR \dots\dots\dots(7)$$

### Waktu Siklus dan Waktu Hijau

#### Waktu siklus sebelum Penyesuaian ( $C_{ua}$ )

Waktu siklus adalah waktu untuk urutan lengkap dan indikasi sinyal dari awal waktu hijau sampai waktu hijau berikutnya (MKJI 1997). Waktu siklus sebelum penyesuaian ( $C_{ua}$ ) untuk pengendalian waktu tetap dihitung dengan rumus:

$$C_{ua} = (1,5 \cdot LTI + 5)/(1 - IFR) \dots (8)$$

Dimana:

$C_{ua}$  = Panjang Siklus (detik)

$LTI$  = Jumlah waktu yang hilang setiap siklus (detik)

$IFR$  = Rasio arus perbandingan dari arus terhadap arus jenuh, arus / arus jenuh ( $Q/S$ )

$FR_{crit}$  = Nilai tertinggi rasio arus dari seluruh pendekatan yang terhenti pada suatu fase.

$IFR_{crit}$  = Rasio arus simpang = Jumlah  $FR_{crit}$  dari seluruh fase pada simpang.

Waktu siklus yang didapat kemudian disesuaikan dengan waktu siklus yang direkomendasikan seperti pada Tabel 2.2.2b berikut.

Tabel 2. 6 Pengaturan waktu siklus

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus yang Layak (detik)
2 Phase	40 – 80
3 Phase	50 -100
4 Phase	80 - 130

Sumber : MKJI 1997

*Waktu Hijau (g)*

Waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam suatu pendekatan. Perhitungan waktu hijau untuk tiap fase dijelaskan dengan rumus:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \cdot PR_i \quad 10 \text{ dtk} \dots (9)$$

Dimana:

$g_i$  = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

$C_{ua}$  = Waktu siklus (detik)



$LT =$  Waktu hilang total persiklus (detik)

$PR_i =$  Rasio fase =  $FR_{crit} / (FR_{crit})$

*Waktu Siklus yang Disesuaikan (c)*

Waktu siklus yang disesuaikan (c) di- hitung berdasarkan pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang. Dinyatakan dengan rumus:

$$c = g + LTI \dots\dots\dots (10)$$

### 2.3. Kinerja Simpang

Unsur terpenting didalam pengevaluasian kinerja simpang adalah lampu lalu lintas, kapasitas dan tingkat pelayanan, sehingga untuk menjaga agar kinerja simpang dapat berjalan dengan baik, kapasitas dan tingkat pelayanan perlu dipertimbangkan dalam mengevaluasi operasi simpang dengan lampu lalu lintas. Ukuran dari kinerja simpang dapat ditentukan berdasarkan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan.

Ukuran kualitas dari kinerja simpang adalah dengan menggunakan variabel sebagai berikut (MKJI, 1997):

#### 2.3.1 Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dinyatakan dalam smp/jam hijau. Kapasitas pada simpang dihitung pada setiap pendekatan ataupun kelompok lajur didalam suatu pendekatan. Kapasitas simpang dinyatakan dengan rumus:

$$C = S \cdot g/c \dots\dots\dots (11)$$

Dimana:

$C$  = Kapasitas (smp/jam hijau)

$S$  = Arus jenuh (smp/jam hijau)

$g$  = Waktu hijau (detik)

$c$  = Panjang siklus (detik).

Arus lalu lintas ( $Q$ ) untuk setiap gerakan (QLT, QRT, dan QST) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan

Tabel 2. 7 Konversi kendaraan terhadap satuan mobil penumpang

Jenis Kendaraan	Emp untuk tipe pendekatan	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Kendaraan Ringan	1,0	1,0
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber : MKJI 1997

### ***Derajat Kejenuhan (DS)***

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio volume ( $Q$ ) terhadap kapasitas ( $C$ ). Rumus untuk menghitung derajat kejenuhan adalah:

$$DS = Q/C \dots\dots\dots (12)$$

### ***Panjang Antrian (NQ)***

Panjang antrian adalah banyaknya kendaraan yang berada pada simpang tiap jalur saat nyala lampu merah (MKJI, 1997). Rumus untuk menentukan

rata-rata panjang antrian berdasarkan MKJI 1997, adalah:

Untuk derajat kejenuhan ( $DS$ )  $> 0.5$ :

$$NQ_1 = 0,25 \cdot C \cdot \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \cdot (DS - 0,5)}{C}} \right] \dots\dots\dots(13)$$

Untuk  $DS < 0,5$  ;  $NQ_1 = 0$

Dimana:

$NQ_1$  = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya;  $DS$  = Derajat kejenuhan;  $C$  = Kapasitas (smp/jam).

Jumlah antrian selama fase merah ( $NQ_2$ )

$$NQ_2 = c \cdot \frac{1 - GR}{1 - GR \cdot DS} \cdot \frac{Q_{masuk}}{3600} \dots\dots\dots (14)$$

Dimana:

$NQ_2$  = Jumlah smp yang datang ada fase merah.

$GR$  = Rasio hijau

$c$  = Waktu siklus (detik)

$Q_{masuk}$  = Arus lalu lintas yang masuk diluar LTOR (smp/jam).

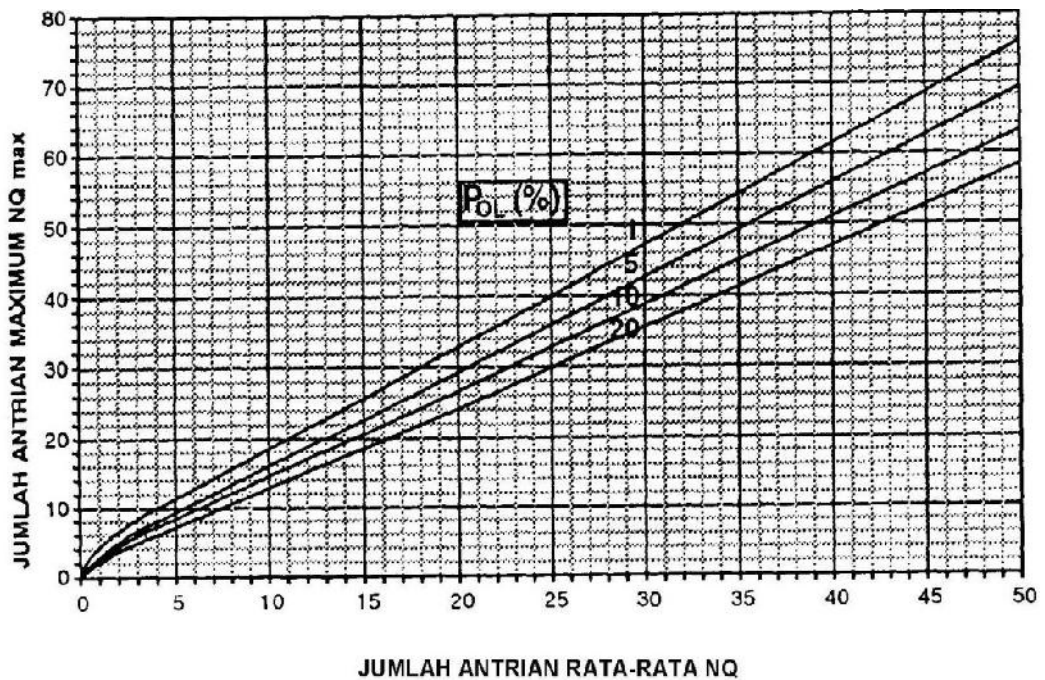
Jumlah kendaraan antri menjadi:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots (15)$$

Maka panjang antrian kendaraan adalah dengan mengalikan  $NQ_{max}$  dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ( $20 \text{ m}^2$ ) kemudian dibagi dengan lebar masuk- nya.  $NQ_{max}$  didapat dengan menyesuaikan nilai  $NQ$

dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih POL (%) dengan menggunakan Gambar 1. untuk perencanaan dan perancangan disarankan POL 5 %, untuk operasi suatu nilai POL = 5–10 % mungkin dapat diterima:

$$QL=(NQ_{max} \cdot 20) / W_{masuk} \dots\dots\dots (16)$$



Sumber: MKJI 1997

**Gambar 2.1** Peluang untuk pembebanan lebih POL

Kendaraan Terhenti (NS)

Angka henti (NS) masing-masing pendekatan yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata kendaraan berhenti per smp, ini termasuk henti berulang sebelum melewati garis stop simpang.

Dihitung dengan rumus:  $NS = 0,9 \cdot \frac{NQ}{Q \cdot c} \cdot 3600 \dots\dots\dots (17)$

Dimana:

$c$  = Waktu siklus (detik);

$Q$  = Arus lalu lintas (smp/jam).

Jumlah kendaraan terhenti ( $N_{SV}$ ):

$$N_{SV} = Q \cdot NS \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots (18)$$

Laju henti untuk seluruh simpang

$$NS_{Total} = \frac{\sum N_{sv}}{Q_{Total}} \dots\dots\dots(19)$$

Tundaan (Delay)

Tundaan adalah rata-rata waktu tunggu tiap kendaraan yang masuk dalam pen- dekat. Tundaan pada simpang terdiri dari 2 komponen, yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG):

$$D_j = DT_j + DG_j \dots\dots\dots 20)$$

Dimana:

$D_j$ = Tundaan rata rata pendekat j ( detik/smp)).

$DT_j$ = Tundaan lalu lintas rata-rata pendekat j (detik/smp).

$DG_j$  = Tundaan geometric rata-rata pendekat (detik/smp)

Tundaan lalu lintas (DT) yaitu akibat interaksi antar lalu lintas pada simpang dengan faktor luar seperti kemacetan pada hilir (pintu keluar) dan pengaturan manual oleh polisi, dengan rumus:

$$DT_j = c \cdot \frac{0,5 \cdot (1 - GR_j)}{(1 - GR_j \cdot DS_j)} \cdot \frac{NQ_1 \cdot 3600}{C_j} \dots (21)$$

Atau,

$$DT_j = c \cdot A + \frac{NQ_1 \cdot 3600}{C_j} \dots (22)$$

Dimana:

$$A = \frac{0,5 \cdot (1 - GR_j)}{(1 - GR_j \cdot DS_j)} \dots (23)$$

$C$  = Kapasitas (smp/jam)

$DS$  = Derajat kejenuhan.

$GR$  = Rasio hijau (g/c) (detik).

$NQ$  = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

Tundaan geometrik ( $DG$ ) adalah tundaan akibat perlambatan atau percepatan pada simpang atau akibat terhenti karena lampu merah.

$$DG_j = (1 - PSV) \cdot PT \cdot 6 + (PSV \cdot 4) \dots (24)$$

Atau masukan  $DG_j$  rata-rata 6 detik/smp.

Dimana

$PSV$  = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat;

$PT$  = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat.

### 2.3.2 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan adalah ukuran kualitas kondisi lalu lintas yang dapat diterima oleh pengemudi kendaraan. Tingkat pelayanan umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume setiap ruas jalan yang dapat digolongkan pada tingkat tertentu yaitu antara A sampai F. Apabila volume meningkat maka tingkat pelayanan menurun,

suatu akibat dari arus lalu lintas yang lebih buruk dalam kaitannya dengan karakteristik pelayanan.

Hubungan tundaan dengan tingkat pelayanan sebagai acuan penilaian simpang, seperti Tabel 2.8

Tabel 2. 8 Kriteria Tingkat Pelayanan untuk Simpang bersinyal

Tundaan perkendaraan (detik/kend)	Tingkat Pelayanan
< 5	A
5,1 - 15	B
15,1 - 25	C
25,1 - 40	D
40,1 - 60	E
>60	F

Sumber Perencanaan dan Permodelan Transportasi 2000

Tingkat pelayanan / Level Of Service (LOS) dilihat dari ciri cirinya menurut

Highway Capacity Manual sebagai berikut :

Level Of Service (LOS) A :

- Arus lalu lintas bebas tanpa hambatan
- Volume dan kepadatan lalu lintas rendah
- Kecepatan kendaraan merupakan pilihan pengemudi

Level Of Service (LOS) B :

- Arus lalu lintas stabil
- Kecepatan kendaraan mulai dipengaruhi oleh kendaraan yang lain, tetapi tetap dapat dipilih sesuai kehendak pengemudi

#### Level Of Service (LOS) C :

- 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.

#### Level Of Service (LOS) D

- Arus lalu lintas sudah mulai tidak stabil
- Kecepatan kendaraan dan kebebasan bergerak semakin mengalami penurunan karena meningkatnya volume lalu lintas

#### Level Of Service (LOS) E

- Arus lalu lintas sudah tidak stabil
- Volume lalu lintas hampir menyamai besarnya kapasitas jalan
- Sering terjadi kemacetan

#### Level Of Service (LOS) F

- Arus kecepatan tertahan pada kecepatan rendah
- Sering terjadi antrian yang panjang
- Arus lalu lintas sering terhenti.



Tabel 2. 9 Level Of Service (LOS) berdasarkan pada nilai kecepatan arus bebas dan derajat kejenuhan

Level Of Service (LOS)	% Kecepatan arus bebas	Derajat Kejenuhan (DS)
A	$\geq 90$	$\leq 0,35$
B	$\geq 90$	$\leq 0,54$
C	$\geq 90$	$\leq 0,77$
D	$\geq 40$	$\leq 0,93$
E	$\geq 33$	$\leq 1,0$
F	$\leq 33$	$\geq 1$

Sumber : Perencanaan dan Permodelan Transportasi 2000

Tabel 2. 10 Level Of Service (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	$\geq 56$	$\geq 48$	$\geq 40$
B	$\geq 45$	$\geq 38$	$\geq 31$
C	$\geq 35$	$\geq 29$	$\geq 21$
D	$\geq 28$	$\geq 23$	$\geq 15$
E	$\geq 21$	$\geq 16$	$\geq 11$
F	$< 21$	$< 16$	$< 11$

Sumber : Perencanaan dan Permodelan Transportasi 2000