

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Permasalahan Transportasi di Perkotaan**

Menurut Herman (2003) salah satu ciri kota modern ditandai dengan tersedianya sarana dan prasarana transportasi yang memadai bagi warganya. Pada hakikatnya ada dua faktor utama yang bekerja sebagai faktor percepat pertumbuhan dan perkembangan suatu kota yaitu aspek penduduk dan aspek kegiatan sosial ekonominya.

Fungsi, peran, serta masalah yang ditimbulkan oleh sarana transportasi ini semakin rumit seiring dengan kemajuan teknologi dan pertumbuhan penduduk. Masalah lalu lintas dan angkutan umum semakin vital perannya sejalan dengan kemajuan ekonomi dan mobilitas masyarakatnya. Hal-hal yang bersangkutan dengan transportasi menyinggung langsung pada kebutuhan pribadi warga kota dan berkaitan langsung dengan ekonomi kota. Masalah lalu lintas di perkotaan pada dasarnya disebabkan oleh:

1. Pertambahan penduduk di kota-kota besar yang sangat pesat yaitu berkisar antara 3 % - 5 % per tahunnya.
2. Tingginya jumlah pertumbuhan pengguna kendaraan pribadi mobil dan motor.
3. Kualitas dan jumlah kendaraan angkutan umum yang belum memadai, sarana, prasarana, jaringan pelayanan, terminal, dan sistem pengendalian pelayanan angkutan umum yang ada belum mampu menarik minat pemakai kendaraan pribadi untuk beralih ke angkutan umum.

Pada umumnya permasalahan transportasi terletak pada ketidakseimbangan antara kebutuhan sarana, prasarana, fasilitas transportasi, serta pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi suatu daerah atau wilayah. Di beberapa kota atau wilayah tertentu di Indonesia masih banyak dijumpai

prasarana transportasi yang tidak seimbang dengan pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi, serta tidak seimbangnya perkembangan ekonomi dengan pembangunan wilayah dan daerah.

Kota Palembang merupakan salah satu kota yang mengalami perkembangan transportasi yang pesat. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya volume kendaraan yang berpengaruh terhadap kepadatan arus lalu lintas.

## **2.2 Definisi Jalan**

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian area darat, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

### **2.2.1 Fungsi Jalan**

Jalan mempunyai dua fungsi utama, yaitu:

- Memberikan aksesibilitas bagi transportasi sehingga dapat dikembangkan kegiatan sosial dan ekonomisnya pada wilayah sekitarnya.
- Menyediakan mobilitas bagi kelancaran lalulintas kendaraan, orang dan barang.

### **2.2.2 Klasifikasi Jalan**

Berdasarkan Undang-Undang (UU) Nomor 22 Tahun 2009, jalan dapat dikelompokkan dalam klasifikasi menurut sistem, fungsi, status, dan kelas seperti berikut ini:

#### **1. Berdasarkan Sistem**

Berdasarkan sistem, jalan dikelompokkan menjadi 2(dua), antara lain :

- a. Sistem jaringan jalan primer adalah sistem jaringan jalan dengan peranan

pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional. Dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.

- b. Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat didalam kawasan perkotaan.

## 2. Berdasarkan Fungsi

Berdasarkan fungsi, jalan umum dikelompokkan menjadi 4(empat), yaitu :

- a. Jalan Arteri merupakan jalan yang fungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah masuk dibatasi secara berdaya guna.
- b. Jalan Kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan Lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan Lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri melayani angkutan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

## 3. Berdasarkan Status

Berdasarkan statusnya, jalan dikelompokkan menjadi 4 (empat), antara lain:

- a. Jalan Provinsi adalah jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota Provinsi dengan ibukota Kabupaten/Kota, atau antar ibukota Kabupaten Kota, dan jalan strategis Provinsi.

- b. Jalan Kabupaten adalah jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota Kabupaten dengan ibukota Kecamatan, antar ibukota Kecamatan, ibukota Kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah Kabupaten, dan jalan strategis Kabupaten.
- c. Jalan Kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam Kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antarpusat pemukiman yang berada didalam Kota.
- d. Jalan Desa adalah jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman didalam Desa, disebut juga jalan lingkungan.

#### 4. Berdasarkan Kelas

Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 43 tahun 1993, kelas jalan dibagi dalam beberapa kelas yaitu:

- a. Jalan Kelas I, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 13 ton.
- b. Jalan Kelas II, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton.
- c. Jalan Kelas III A, yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.
- d. Jalan Kelas III B, yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500

milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

- e. Jalan Kelas III C, yaitu jalan lokal yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

### **2.3 Karakteristik Jalan Perkotaan**

Pengertian jalan perkotaan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) merupakan segmen jalan yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimum pada satu sisi jalan, apakah berupa perkembangan lahan atau bukan. Termasuk jalan didekat pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000, maupun jalan di daerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 dengan perkembangan samping jalan yang permanen dan menerus.

Menurut *Highway Capacity Manual* (HCM) 1994, jalan perkotaan dan jalan luar kota adalah jalan bersinyal yang menyediakan pelayanan lalu lintas sebagai fungsi utama, dan juga menyediakan akses untuk memindahkan barang sebagai fungsi pelengkap.

#### **2.3.1 Karakteristik Geometrik Jalan**

Karakteristik geometrik jalan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) meliputi:

- a. Tipe jalan

Tipe jalan merupakan jumlah lajur dan arah pada jalan, diantaranya:

1. Jalan empat- lajur terbagi (4/2 D)

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

Lebar lajur 3,5 m (lebar jalur lalu lintas total 14,0 m), kereb (tanpa bahu), jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar  $\geq 2$  m, median, pemisah arah lalu lintas 50 -50, hambatan samping rendah, ukuran kota 1,0 -3,0 juta.

2. Jalan empat- lajur tak terbagi (4/2 UD)

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

Lebar lajur 3,5 m (lebar lajur lalu lintas total 14,0 m), kereb (tanpa bahu), tidak ada median, pemisah arah lalu lintas 50-50, hambatan samping rendah, ukuran kota 1,0 – 3,0 juta.

3. Jalan satu arah

Tipe jalan ini meliputi semua jalan satu arah dengan lebar jalur lalu lintas dari 5,0 m sampai dengan 10,5 m, lebar bahu efektif paling sedikit 2 m pada setiap sisi, tidak ada median, hambatan samping rendah, ukuran kota 1,0 – 3,0 juta.

b. Trotoar

Menurut Sukirman (1994) trotoar adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas lalu yang khusus dipergunakan pejalan kaki.

c. Kereb

Kereb adalah penonjolan/peninggian tepi perkerasan atau bahu jalan yang dimaksudkan untuk keperluan drainase, mencegah keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan dan memberikan ketegasan tepi perkerasan. Menurut MKJI (1997) kereb adalah batas yang ditinggikan berupa bahan kaku antaranya tepi jalur lalu lintas dan trotoar. Menurut Sukirman (1994) pada umumnya kereb digunakan pada jalan- jalan di daerah perkotaan, sedangkan untuk jalan-jalan antar kota kereb digunakan jika jalan tersebut direncanakan untuk lalu lintas dengan kecepatan tinggi apabila melintasi perkampungan.

d. Median Jalan

Menurut Sukirman (1994) median jalan adalah jalur yang terletak di tengah jalan untuk membagi jalan dalam masing-masing arah. Median serta batas-batasnya harus terlihat oleh setiap mata pengemudi baik pada siang hari maupun malam hari serta segala cuaca dan keadaan. Fungsi median jalan adalah sebagai berikut:

1. Menyediakan daerah netral yang cukup lebar dimana pengemudi masih dapat mengontrol keadaannya pada saat-saat darurat.
2. Menyediakan jarak yang cukup untuk membatasi/mengurangi kesilauan terhadap lampu besar dari kendaraan yang berlawanan.
3. Menambah rasa kelegaan, kenyamanan, dan keindahan bagi setiap pengemudi.
4. Mengamankan kebebasan samping dari masing-masing arah lalu lintas.

e. Bahu jalan

Menurut Sukirman (1994) bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas. Bahu jalan berfungsi sebagai berikut:

1. Ruang untuk bertempat berhenti sementara untuk kendaraan yang mogok atau yang sekedar berhenti karena pengemudi ingin berorientasi mengenai jurusan yang akan ditempuh atau untuk beristirahat.
2. Ruang untuk menghindarkan diri dari saat-saat darurat sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.
3. Memberikan kelegaan pada pengemudi, dengan demikian dapat meningkatkan kapasitas jalan bersangkutan.
4. Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping.

5. Ruang pembantu pada waktu mengerjakan pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan  
(untuk penempatan alat – alat dan penimbunan bahan material).
6. Ruang untuk pelintasan kendaraan – kendaraan patrol, ambulans, yang sangat membutuhkan pada saat keadaan darurat seperti terjadinya kecelakaan.

### **2.3.2 Komposisi Arus dan Pemisah Arah**

#### **a. Komposisi Arus**

Menurut MKJI (1997) komposisi arus lalu lintas mempengaruhi hubungan kecepatan arus jika arus dan kapasitasnya dinyatakan dalam kend/jam, yaitu tergantung pada rasio sepeda motor atau kendaraan berat dalam arus lalu lintas. Jika arus dan kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp), maka kecepatan kendaraan ringan dan kapasitas (smp/jam) tidak dipengaruhi oleh komposisi lalu lintas.

#### **b. Pemisah Arah**

Menurut MKJI (1997) pemisah arah lalu lintas kapasitas jalan dua arah paling tinggi pada pemisah arah 50 –50, yaitu jika arus pada kedua arah adalah sama pada periode waktu yang di analisa.

#### **c. Distribusi Arah**

Jalan prasarana transportasi khususnya jalan yang kapasitas arus lalu lintasnya dipengaruhi oleh faktor distribusi arah, Arah lalu lintas perhari pada umumnya berbeda pada masing-masing arah pada ruas jalan perkotaan. Untuk jam sibuk pada pagi hari arus lalu lintas arah ke pusat kota akan lebih besar dibandingkan dengan arah yang berlawanan pada ruas jalan tersebut sedangkan pada jam sibuk sore hari arus lalu lintas arah ke pusat kota akan lebih kecil sedangkan arah yang berlawanan pada ruas

jalan tersebut akan lebih besar arus lalu lintasnya. Ketidakseimbangan arus lalu lintas ini dipengaruhi oleh pola *land use* dalam wilayah yang bersangkutan, apabila perencanaan suatu ruas jalan dan pola *land use* tersebut tidak berfungsi secara baik maka akan mengakibatkan pemborosan pada ruas jalan tersebut. Faktor penyesuaian distribusi arah digunakan untuk prosedur analisa jalan dua lajur dua arah dalam menentukan kapasitasnya. Distribusi arah ini tidak langsung berpengaruh pada pengoperasian jalan dengan lajur banyak, karena setiap arah akan dianalisa tersendiri.

d. Distribusi Lajur

Pengaturan distribusi lajur yang tepat harus disesuaikan dengan kebutuhan besarnya volume dan arus lalu lintas agar tidak terjadi pemborosan pada ruas jalan tersebut. Ruas jalan dengan dua arah tidak harus diatur dengan dua lajur pada masing-masing arah, akan tetapi kombinasi dari empat lajur, tiga lajur dan satu lajur pada masing-masing arah dapat diterapkan, jika perbandingan distribusi volume dan arus lalu lintas pada ruas jalan tersebut memang demikian.

### 2.3.3 Pengatur Lalu Lintas

Batas kecepatan jarang diberlakukan di daerah perkotaan di Indonesia, dan karenanya hanya sedikit berpengaruh pada kecepatan arus bebas. Aturan lalu lintas lainnya yang berpengaruh pada kinerja lalu lintas diantaranya adalah pembatasan parkir yang berhenti sepanjang jalan, pembatasan akses tipe kendaraan tertentu, pembatasan akses dari lahan samping jalan dan sebagainya.

a. Batas Kecepatan

Batas kecepatan yang diterapkan pada suatu ruas jalan dengan besarnya kapasitas ruas jalan tersebut, maka mengakibatkan besarnya kecepatan pada ruas jalan tersebut, sedangkan kecilnya kapasitas pada suatu ruas jalan maka akan timbul kecilnya kecepatan pada ruas jalan maka akan timbul kecilnya kecepatan pada ruas jalan tersebut. Pengaruh batas kecepatan terhadap perhitungan sangat kecil selama kecepatan merupakan penentu utama kriteria tingkat pelayanan, akan tetapi perubahan kecepatan akan berpengaruh terhadap kerapatan, volume dan tingkat pelayanan.

b. Pengaturan Penggunaan Jalan

Pengaturan penggunaan lahan berpengaruh terhadap jenis karakteristik suatu ruas jalan terhadap arus kendaraan dalam distribusi lajur yang ada, karena pengaturan lahan untuk menjadikan karakteristik suatu ruas jalan yang baik sangat memegang peranan penting untuk memperlancar arus lalu lintas yang ada pada ruas jalan tersebut.

Untuk ruas jalan diperkotaan berbeda dengan jalan tol, karena untuk jalan tol tingkat pelayanan merupakan kontrol terhadap jalan masuk dimana akses jalan masuk dapat dibuat pada lokasi yang dikehendaki pemiliknya dipinggir jalan perkotaan. Jalan masuk ini sering berpotongan dengan jalan-jalan utama diperkotaan akan menimbulkan titik konflik yang tinggi, apalagi pada pertemuan pada suatu ruas jalan yang volume lalu lintasnya sangat tinggi, dimana arus-arus kendaraan yang akan melintasi ruas jalan tersebut menjadi terhambat. Walaupun dapat ditanggulangi dengan adanya peraturan lalu lintas, tetapi masih saja dampak yang akan terjadi pada titik konflik tersebut menjadi kemacetan pada ruas jalan yang disekitarnya.

c. Lampu Lalu Lintas dan Rambu-Rambu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas merupakan suatu alat pengatur pada suatu ruas jalan dimana di ruas jalan tersebut terdapatnya titik konflik yang akan mengakibatkan kemacetan apabila tidak terdapatnya pengaturan pada ruas jalan tersebut .

Rambu – rambu lalu lintas juga merupakan alat pengaturan pada ruas jalan agar tidak terjadinya kemacetan pada ruas jalan tersebut dimana pada ruas jalan tersebut terdapatnya titik konflik saja tetapi juga pada suatu ruas jalan dimana para pemakai jalan tersebut tidak beraturan, maka dipasang suatu alat pengaturan berupa rambu-rambu lalu lintas.

d. Aktifitas Samping Jalan (Gangguan Samping)

Gangguan samping adalah dampak terhadap kinerja lalu lintas dari aktifitas samping segemen jalan. Banyak aktifitas samping jalan di ruas jalan di Indonesia yang sering menimbulkan konflik. Kadang-kadang besar pengaruhnya terhadap arus lalu lintas yang ada pada suatu ruas jalan. Pengaruh gangguan samping diberikan perhatian utama terhadap akan timbulnya konflik yang mempengaruhi arus lalu lintas pada suatu ruas jalan. Gangguan samping yang terutama berpengaruh pada kapasitas dan kinerja jalan perkotaan adalah :

- Pejalan kaki
- Angkutan umum dan kendaraan lain yang berhenti
- Kendaraan lambat (misalnya: becak dan sepeda )
- Kendaraan masuk dan keluar dari lahan di samping jalan
- Perilaku Pengemudi dan Populasi Kendaraan.

e. Perilaku Pengemudi dan Populasi Kendaraan

Ukuran dan keanekaragaman serta tingkat perkembangan daerah perkotaan di Indonesia menunjukkan bahwa perilaku pengemudi dan populasi kendaraan (umur, tenaga, kondisi, kendaraan dan komposisi kendaraan) beraneka ragam. Karakteristik ini termasuk kedalam prosedur Analisa secara tidak langsung melalui ukuran kota. Kota yang lebih kecil menunjukkan perilaku pengemudi yang kurang gesit dan kendaraan yang kurang modern, menyebabkan kecepatan dari kapasitas yang lebih rendah pada arus lalu lintas jalan tertentu, jika dibandingkan dengan ruas jalan yang terdapat di kota yang lebih besar dan lebih maju.

## 2.4 Karakteristik Lalu Lintas

Menurut Adolf .D. Mayer (1990), Karakteristik lalulintas pada dasarnya adalah terdiri dari volume, kecepatan dan kepadatan/kerapatan. Karakteristik ini dapat diamati dan diselidiki secara *macroscopic* maupun *microscopic*. Secara *macroscopic* dijelaskan sebagai berikut :

### 2.4.1 Volume

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

Rumus umumnya adalah :

$$Q = N / T \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

Q = Volume lalu lintas yang melalui suatu titik/baris  
kendaraan/satuan waktu

N = Jumlah kendaraan yang melalui titik/garis

T = Internal waktu

### 2.4.2 Kecepatan

Pengetahuan kecepatan ini selalu digunakan dalam perencanaan atau studi lalulintas jalan baik menyangkut design atau operasinya. Kecepatan berubah-ubah menurut waktu, tempat, jenis kendaraan, geometric, pengemudi maupun cuaca sekelilingnya. Kecepatan kendaraan bergerak adalah Panjang lintasan yang dilalui dibagi dengan waktu tempuh yang diperlukan untuk melewati lintasan tersebut.

Rumus umumnya adalah :

$$V = L / T \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

V = Kecepatan pergerakan (km/jam)

L = Panjang lintasan yang di lalui (km)

T = Waktu tempuh (jam)

### 2.4.3 Kepadatan

Kepadatan adalah rata-rata jumlah kendaraan per satuan panjang jalan.

Rumus umunya adalah :

$$D = V / Q \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

D = Kepadatan lalu lintas (smp/jam)

Q = Volume (smp/jam)

V = Kecepatan rata-rata (km/jam)

## 2.5 Klasifikasi Kendaraan

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melalui titik tertentu per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan per jam atau smp/jam, arus lalu lintas perkotaan tersebut terbagi menjadi empat (4) jenis, yaitu:

1. Kendaraan Ringan (*Light Vehicle*)

Meliputi kendaraan bermotor 2 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*)

Meliputi kendaraan bermotor 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*)

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

4. Kendaraan Tidak Bermotor (*Un Motorized*)

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

## 2.6 Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Setiap jenis kendaraan mempunyai karakteristik pergerakan yang berbeda karena dimensi, kecepatan, percepatan maupun kemampuan maneuver masing-masing tipe kendaraan berbeda, dan pengaruh dari geometrik jalan. Oleh karena itu, menyamakan satuan dari masing-masing jenis kendaraan digunakan suatu satuan yang bisa dipakai dalam perencanaan lalulintas yang disebut satuan mobil penumpang (smp). Besarnya smp yang direkomendasikan sesuai dengan hasil penelitian MKJI sebagai berikut:

Tabel 2.1 Faktor Satuan Mobil Penumpang

No.	Jenis Kendaraan	Kelas	emp	
			Ruas	Simpang
1.	Kendaraan Ringan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sedan/Jeep</li> <li>• Oplet</li> <li>• Mikrobus</li> <li>• Pick-up</li> </ul>	LV	1.00	1.00
2.	Kendaraan Berat <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bus Standar</li> <li>• Truk Ringan</li> <li>• Truk Sedang</li> <li>• Truk Berat</li> </ul>	HV	1.20	1.30
3.	Sepeda Motor	MC	0.25	0.40
4.	Kendaraan tak Bermotor <ul style="list-style-type: none"> <li>• Becak</li> <li>• Sepeda</li> <li>• Gerobak, dll</li> </ul>	UM	0.80	1.00

Sumber :MKJI, 1997.

## 2.7 Kapasitas Jalan

Salah satu aspek yang penting dalam pengendalian lalu lintas adalah kapasitas jalan. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1997),

Kapasitas adalah volume kendaraan maksimum yang dapat melewati jalan persatuan waktu dalam kondisi tertentu. Besarnya kapasitas jalan tergantung pada lebar jalan dan gangguan terhadap arus lalu lintas yang melewati jalan tersebut.

Rumus umumnya :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

- 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 pemisahan arah (hanya untuk jalan tak terbagi)
- FC<sub>sf</sub> = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb
- FC<sub>cs</sub> = Faktor penyesuaian ukuran kota

Kapasitas juga didefinisikan sebagai banyaknya jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi ruas jalan, selama periode waktu tertentu, dalam kondisi jalan dan lalu lintas yang ada. Kapasitas ideal yang direduksi oleh faktor faktor lalu lintas dan jalan.

Kapasitas tidak dapat diketahui dengan menggunakan rumus yang sederhana. Yang penting dalam penilaian kapasitas jalan adalah pemahaman akan berbagai kondisi yang berlaku, antara lain:

a. Kondisi Ideal

Kondisi ideal adalah suatu kondisi pada salah satu ruas jalan yang merupakan kondisi yang layak untuk ruas jalan tersebut. Apabila pada salah satu ruas jalan mengalami kemacetan akibat dari volume kendaraan yang berlebihan pada ruas jalan tersebut, maka pada ruas jalan tersebut sudah tidak layak lagi digunakan dan cara menanggulangnya dapat dilakukan dengan menambah kapasitas dengan cara menambah lajur atau

mengalihkan arus lalu lintas agar dicapai kondisi ideal pada ruas jalan tersebut.

b. Kondisi Jalan

Kondisi jalan juga mempengaruhi kapasitas pada ruas jalan, dengan kondisi jalan yang tidak ada hambatan maka pada ruas jalan tersebut tidak adanya kemacaetan, tundaan dan hambatan samping. Pada ruas jalan yang memiliki klasifikasi kelas jalan dan juga kondisi jalan yang harus memenuhi kriteria untuk klarifikasi kelas jalan tersebut.

Adapun kondisi jalan yang mempengaruhi kapasitas pada salah satu ruas jalan adalah:

- Lebar jalur ruas jalan
- Lebar bahu jalan
- Fasilitas perlengkapan lalu lintas
- Kecepatan kendaraan
- Alinyemen horizontal dan vertical

c. Kondisi Medan

Kondisi medan yang dimaksud adalah letak dimana ruas jalan tersebut di bangun dengan alinyemen yang diatur sesuai dengan kondisi medan pada ruas jalan tersebut.

Adapun kategori-kategori dari kondisi medan untuk ruas jalan adalah:

- Medan datar

Kondisi jalan yang tidak terdapatnya tanjakan pada ruas jalan tersebut dan tidak menyebabkan kendaraan kehilangan kecepatan akibat tundaan serta dapat mempertahankan kecepatan yang sama pada ruas jalan tersebut.

- Medan bukit

Kondisi jalan yang terletak di daerah, umumnya di ruas jalan tersebut terdapatnya tanjakan yang dapat mengakibatkan kendaraan mengalami kecepatan untuk melintasi ruas menyebabkan kendaraan tersebut mengalami kecepatan yang minimal.

- Medan gunung

Medan yang dimaksud disini adalah letak dari ruas jalan tersebut terletak di daerah pegunungan dimana pada ruas jalan tersebut sudah dapat dipastikan terdapatnya tanjakan-tanjakan pada ruas jalan tersebut. Kecepatan yang relatif rendah dikarenakan medan pada ruas jalan tersebut.

d. Kondisi Lalu Lintas

Pada suatu ruas jalan pasti memiliki kondisi lalu lintas pada masing-masing ruas jalan. Kondisi lalu lintas yang dimaksudkan disini adalah kondisi dari arus, kecepatan, kepadatan lalu lintas pada ruas jalan tersebut. Apabila pada ruas jalan tersebut memiliki kondisi lalu lintas yang kurang memadai maka pada ruas jalan tersebut memerlukan perhatian khusus untuk ditindaklanjuti.

e. Populasi Pengemudi

Untuk mengetahui karakteristik lalu lintas pada salah satu ruas jalan, sering berhubungan dengan bertambahnya arus lalu lintas pada ruas jalan tersebut dengan waktu-waktu tertentu jumlah arus lalu lintas pada suatu ruas jalan berkurang. Dapat disimpulkan bahwa bertambahnya atau berkurangnya suatu arus lalu lintas berhubungan dengan populasi pengemudi yang menggunakan ruas jalan tersebut pada waktu-waktu tertentu.

f. Kondisi Pengendalian Lalu Lintas

Kondisi pengendalian lalu lintas mempunyai pengaruh yang nyata pada kapasitas, tingkat pelayanan dan arus lalu lintas. Tanpa adanya pengendalian lalu lintas yang baik pada salah satu ruas jalan maka pada ruas jalan tersebut akan mengakibatkan timbulnya permasalahan-permasalahan lalu lintas yang tidak diinginkan. Bentuk dari pengendalian lalu lintas adalah sebagai berikut :

- Lampu lalu lintas
- Rambu-rambu lalu lintas
- Marka jalan
- Peraturan-peraturan lalu lintas
- Meningkatkan tingkat disiplin pada pemakai jalan

Tipe jalan empat lajur dan arah meliputi semua jalan dua arah dengan lebar jalur lalu lintas lebih dari 10,5 meter dan kurang dari 16,0 meter. Pada jalan empat lajur dua arah terbagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- Untuk Jalan Tak Terbagi

Cara menganalisa kapasitas pada ruas jalan tak terbagi dilakukan pada kedua arah lalu lintas pada ruas jalan tersebut.

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

- Lebar lajur 3,5 m ( lebar jalur lalu lintas total 14,0 m )
- Kereb ( tanpa bahu )
- Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar  $\geq 2$  m
- Tidak ada median
- Pemisahan arah lalu lintas 50 -50
- Hambatan samping rendah
- Ukuran kota 1,0 -3,0 juta

- Tipe alinyemen dasar
- Untuk Jalan Terbagi
 

Cara menganalisa pada ruas jalan terbagi dilakukan secara terpisah pada masing-masing arah lalu lintas seolah-olah pada masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah.

Kondisi dasar tipe jalan ini didefinisikan sebagai berikut:

  - Lebar lajur 3,5 m ( lebar jalur lalu lintas total 14,0 m )
  - Kereb ( tanpa bahu )
  - Jarak antara kereb dan penghalang terdekat pada trotoar  $\geq 2$  m
  - Tidak ada median
  - Pemisahan arah lalu lintas 50 -50
  - Hambatan samping rendah
  - Ukuran kota 1,0 -3,0 juta
  - Tipe alinyemen dasar

Berikut Penjelasan dari persamaan dasar dalam menentukan kapasitas, yaitu:

1. Kapastias Dasar (  $C_0$  )

Kapastias dasar pada suatu ruas jalan tergantung dari tipe jalan, jumlah lajur, apakah dipisah oleh pemisah jalan baik secara fisik atau tidak.

Tabel 2.2 Kapasitas Dasar (  $C_0$  )

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Keterangan
Jalan 4 lajur berpembatas median atau jalan satu arah	1650	Per lajur
Jalan 4 lajur tanpa pembatas median atau jalan satu arah	1500	Per lajur
Jalan 2 lajur tanpa pembatas median	2900	Total dua arah

Sumber : MKJI (1997)

Kapasitas dasar untuk jalan lebih dari 4 lajur dapat diperkirakan dengan menggunakan kapasitas per lajur diatas maksimum mempunyai lebar jalan yang tidak baku.

## 2. Faktor Penyesuaian Kapasitas atau Lebar Jalan

Lebar efektif pada suatu ruas jalan sangat mempengaruhi kapasitas jalan, apabila lebar jalan tersebut kecil maka didapat kapasitas yang kecil serta dengan kecilnya lebar jalan pada suatu ruas jalan maka besar kemungkinan terjadinya kemacetan yang diakibatkan oleh volume lalu lintas berlebihan dan hambatan samping yang ada pada ruas jalan tersebut.

Lebar lajur lalu lintas merupakan bagian yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan. Besarnya lebar lajur lalu lintas hanya dapat ditentukan dengan pengamatan langsung dilapangan karena:

- a. Lintasan kendaraan yang satu tidak mungkin akan dapat diikuti oleh lintasan kendaraan lain dengan tepat.
- b. Lebar lalu lintas tak mungkin tepat sama dengan lebar kendaraan maksimum. Untuk keamanan dan kenyamanan setiap pengemudi membutuhkan ruang gerak antara kendaraan.
- c. Lintasan kendaraan tak mungkin dibuat tetap sejajar sumbu lajur lalu lintas, karena kendaraan selama bergerak akan mengalami gaya-gaya samping seperti tidak rata permukaan, gaya sentrigual di tikungan, dan gaya angin akibat kendaraan lain yang menyiap.

Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan lebih dari empat lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai perlajur yang diberikan untuk jalan empat lajur pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalan (FCw)

Tipe Jalan	Lebar Jalan Efektif (Wc) (m)	FCw
4 lajur berpembatas median atau jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
4 lajur tanpa pembatas median	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
2 lajur tanpa pembatas median	Per lajur	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
11	1,34	

Sumber : MKJI (1997)

### 3. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Arah Lalu Lintas

Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah untuk jalan dua lajur-dua arah (2/2) dan empat lajur-dua arah (4/2).

Tabel 2.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pembagian Arah Lalu Lintas

Pembagian Arah (%-%)		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
F <sub>csp</sub>	2 lajur 2 arah tanpa pembatas median (2/2UD)	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	4 lajur 2 arah tanpa pembatas median (4/2UD)	1,00	0,985	0,97	0,966	0,94

Sumber : MKJI (1997)

Penentuan faktor penyesuaian untuk pembagian pembagian arah didasarkan pada kondisi arus lalu lintas dari kedua arah untuk jalan tanpa pembatas median. Untuk jalan satu arah dan atau jalan dengan pembatas median, faktor penyesuaian kapasitas akibat pembagian arah selalu 1,00.

#### 4. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Gangguan Samping

Gangguan samping adalah dampak terhadap kinerja lalu lintas dari aktifitas samping segmen jalan, seperti pejalan kaki (bobot = 0,5) kendaraan umum/kendaraan lain berhenti (bobot = 1,0), kendaraan masuk/keluar sisi jalan ( bobot = 0,7), dan kendaraan lambat (bobot = 0,4)

Banyak aktifitas samping jalan di Indonesia sering menimbulkan konflik, kadang-kadang besar pengaruhnya terhadap arus lalu lintas. Pengaruh konflik ini diberikan perhatian utama dalam manual ini, jika dibandingkan dengan manual negara barat. Gangguan samping yang terutama berpengaruh pada kapasitas dan kinerja jalan perkotaan adalah:

- Pejalan kaki
- Angkutan umum dan kendaraan lain berhenti

- Kendaraan lambat ( misalnya becak, gerobak )
- Kendaraan masuk dan keluar dari lahan di samping jalan.

Faktor penyesuaian kapasitas untuk gangguan samping ditinjau juga dari segi jalan dengan menggunakan kereb, untuk menyederhanakan peranannya dalam prosedur perhitungan, tingkat gangguan samping telah dikelompokkan dalam lima kelas dari sangat rendah sampai sangat tinggi sebagai fungsi dari frekuensi kejadian hambatan samping sepanjang segmen jalan yang diamati. Faktor penyesuaian kapasitas untuk arah lalu lintas dapat dilihat pada tabel 2.5 dan 2.6.

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Gangguan Samping (FCsf) untuk Jalan Yang Mempunyai Bahu Jalan

Tipe Jalan	Kelas Gangguan Samping	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FCsf)			
		Jarak : Bahu - Gangguan Wk (m)			
		<0,5 m	1,0 m	1,5 m	>2m
4 Lajur 2 Arah Berpembatas Median (4/2D)	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	1,98
	Sangat Tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
4 Lajur 2 Arah Tanpa Pembatas Median (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
2 Lajur 2 Arah Tanpa Pembatas Median (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: MKJI (1997)

Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Gangguan Samping (FCsf) untuk Jalan Yang Mempunyai Kereb

Tipe Jalan	Kelas Gangguan Samping	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Jarak Kereb (FCsf)			
		Jarak : Kereb - Gangguan Wk (m)			
		<0,5 m	1,0 m	1,5 m	>2m
4 Lajur 2 Arah Berpembatas Median (4/2D)	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
4 Lajur 2 Arah Tanpa Pembatas Median (4/2UD)	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
2 Lajur 2 Arah Tanpa Pembatas Median (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: MKJI (1997)

Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan 6 lajur diperkirakan dengan menggunakan faktor koreksi kapasitas untuk jalan 4 lajur dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$FC_{6,sf} = 1 - 0,8 (1 - FC_{4,sf}) \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

$FC_{6,sf}$  = Faktor penyesuaian kapasitas untuk 6 lajur

$FC_{4,sf}$  = Faktor penyesuaian kapasitas untuk 4 lajur

Untuk mendapatkan kelas hambatan samping yang ada pada ruas jalan banyaknya hambatan samping yang terjadi pada ruas jalan tersebut sesuai dengan faktor pengali yang telah ditentukan.

Tabel 2.7 Klasifikasi Gangguan Samping

Kelas Gangguan Samping (SFC)	Jumlah Gangguan per 200 Meter per Jam (dua arah)	Kondisi Tipikal
Sangat rendah	<100	Daerah permukiman,jalan dengan jalan samping
Rendah	100-299	Daerah permukiman,beberapa kendaraan umum
Sedang	300-499	Daerah industri,beberapa toko disisi jalan
Tinggi	500-899	Daerah komersial,aktivitas sisi jalan tinggi
Sangat tinggi	>900	Daerah komersial,dengan aktifitas perbelanjaan pinggir jalan

Sumber : MKJI (1997)

Pada ruas jalan terdapat berbagai macam gangguan samping, dimana masing-masing hambatan samping tersebut memiliki faktor bobot yang telah ditetapkan di Manual Kapasitas Jalan Indonesia ( MKJI,1997), sebagai faktor pengali besarnya jumlah hambatan samping pada ruas jalan tersebut.

Tabel 2.8 Faktor Bobot Gangguan Samping

Tipe Kejadian Gangguan Samping	Simbol	Faktor Bobot
Pejalan Kaki	PED	0,50
Parkir Kendaraan Berhenti	PSV	1,00
Kendaraan Masuk dan Keluar	EEV	0,70
Kendaraan Lambat	SMV	0,40

Sumber : MKJI (1997)

Faktor Penyesuaian ukuran kota tergantung dari banyaknya jumlah penduduk pada kota tersebut.

Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran Kota ( Juta Penduduk )	Faktor
< 0,10	0,90
0,10 – 0,50	0,93
0,50 – 1,00	0,95
1,00 – 3,00	1,00
>3,00	1,03

Sumber : MKJI (1997)

## 2.8 Derajat Kejenuhan

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

Rumus umumnya adalah:

$$DS = Q / C \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

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

C = Kapasitas (smp/jam)

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas yang dinyatakan dalam smp/jam. DS digunakan untuk perilaku lalu lintas berupa kecepatan.

## 2.9 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan (*level of service*) merupakan kondisi operasi yang berbeda yang terjadi pada lajur jalan ketika menampung bermacam-macam volume lalu lintas. Tingkat pelayanan juga merupakan ukuran kualitas dan pengaruh faktor aliran lalu lintas seperti kecepatan, waktu perjalanan, hambatan, kebebasan manuver, kenyamanan pengemudi dan secara tidak langsung biaya operasi dan kenyamanan. *Highway Capacity Manual* (1997) menetapkan 6 macam tingkat pelayanan :

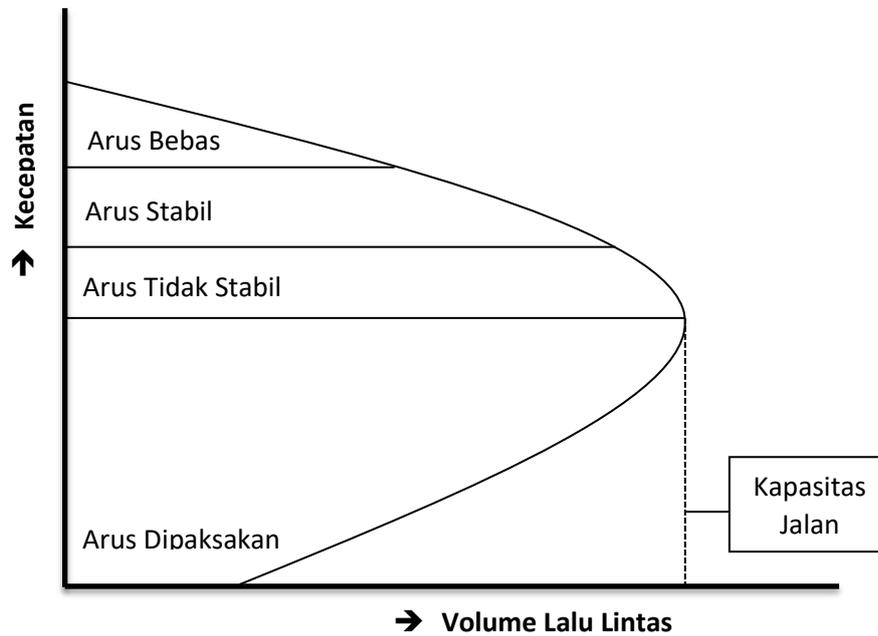
- Tingkat Pelayanan A : *Free Flow* (Arus Bebas )

Pada tingkat pelayanan ini dimana volume dan kecepatan rendah pada ruas jalan, kecepatan tinggi untuk kendaraan yang melintas, pengemudi dapat menjaga kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan atau sedikit hambatan.

- Tingkat Pelayanan B : *Stable Flow* ( Arus Stabil )

Dimana pada tingkat pelayanan ini kecepatan operasi mulai sedikit terhambat oleh kondisi lalu lintas. Pengemudi kendaraan masih memiliki kecepatannya. Kondisi sesuai untuk jalan antar kota.

- Tingkat Pelayanan C : *Stable Flow* (Arus Stabil)  
Dimana pada tingkat pelayanan ini kecepatan operasi semakin terkendali oleh volume yang makin tinggi. Untuk kendaraan kecepatan yang dimilikinya berkurang, Kondisi ini sesuai untuk jalan perkotaan.
- Tingkat Pelayanan D : *Approach Unstable Flow* (Arus Mulai Tidak Stabil)  
Pada tingkat pelayanan ini dapat ditoleransi dalam waktu singkat, kecepatan-kecepatan operasi dapat ditoleransi, akan tetapi cukup dipengaruhi oleh kondisi-kondisi operasi (perubahan-perubahan kondisi operasi) Pengemudi kendaraan memiliki sedikit kebebasan dalam berkendara.
- Tingkat Pelayanan E : *Unstable Flow* (Arus Tidak Stabil)  
Pada tingkat pelayanan ini kecepatan operasi lebih rendah (jarang mendekati 50km/jam). Volume lalu lintas hampir mendekati kapasitas pada ruas jalan.
- Tingkat Pelayanan F : *Forced Flow* (Arus Dipaksakan)  
Kecepatan operasi lebih rendah (dibawah kapasitas). Kecepatan dan volume menjadi nol bila pada kondisi macet. Kondisi ini biasanya akibat dari antrian atau kemacetan kendaraan yang berasal dari hambatan pada ruas jalan.



Gambar 2.1 Tingkat Pelayanan

Tabel 2.10 Karakteristik Tingkat Pelayanan (LOS)

Tingkat Pelayanan	Karakteristik-karakteristik	Batas Lingkup VC
A	Arus bebas ; Volume rendah dan kecepatan tinggi pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki	0,00-0,20
B	Arus stabil ; Kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas, volume pelayanan yang di pakai untuk disain jalan luar kota.	0,20-0,44
C	Arus stabil ; tetapi kecepatan dikontrol oleh lalu lintas, volume pelayanan yang dipakai untuk desain jalan perkotaan.	0,45-0,74
D	Arus mendekati tidak stabil ; Kecepatan operasi menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul dan kebebasan bergerak relatif kecil.	0,75-0,84
E	Arus tidak stabil ; Kecepatan yang rendah dan berbeda-beda terkadang berhenti, volume mendekati kapasitas.	0,85-1,00
F	Arus yang dipaksakan atau macet ; Kecepatan rendah, volume dibawah kapasitas, antrian Panjang, dan terjadi hambatan-hambatan yang besar.	>1,00

Sumber : HCM (1994)

## 2.10 Hubungan Volume dengan Kecepatan dan Kepadatan

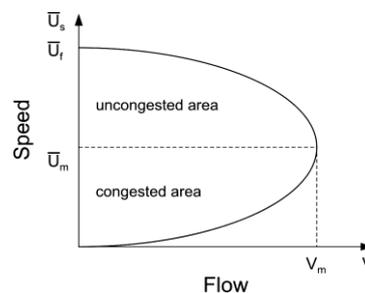
Aliran lalu lintas pada suatu ruas jalan terdapat 3 (tiga) variabel utama yang digunakan untuk mengetahui karakteristik arus lalu lintas, yaitu :

1. Volume (*flow*), yaitu jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tinjau tertentu pada suatu ruas jalan per satuan waktu tertentu.
2. Kecepatan (*speed*), yaitu jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan pada ruas jalan per satuan waktu.
3. Kepadatan (*density*), yaitu jumlah kendaraan per satuan panjang jalan tertentu.

Variabel-variabel tersebut memiliki hubungan antara satu dengan lainnya. Hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan dapat digambarkan secara grafis dengan menggunakan persamaan matematis.

### 2.10.1 Hubungan Volume – Kecepatan

Hubungan mendasar antara volume dan kecepatan adalah dengan bertambahnya volume lalu lintas maka kecepatan rata-rata ruangnya akan berkurang sampai kepadatan kritis (volume maksimum) tercapai. Hubungan keduanya ditunjukkan pada gambar berikut ini.

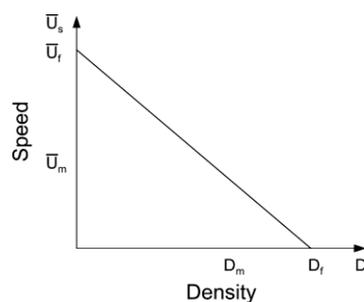


Gambar 2.2 Hubungan Volume – Kecepatan

Setelah kepadatan kritis tercapai, maka kecepatan rata-rata ruang dan volume akan berkurang. Jadi kurva diatas menggambarkan dua kondisi yang berbeda, lengan atas menunjukkan kondisi stabil dan lengan bawah menunjukkan kondisi arus padat.

### 2.10.2 Hubungan Kecepatan – Kepadatan

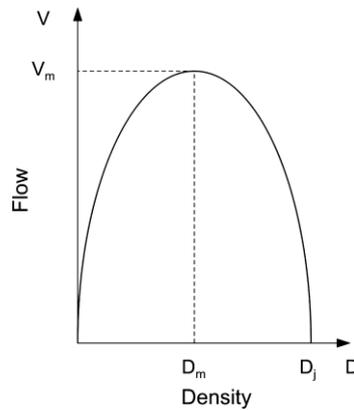
Kecepatan akan menurun apabila kepadatan bertambah. Kecepatan arus bebas akan terjadi apabila kepadatan sama dengan nol, dan pada saat kecepatan sama dengan nol maka akan terjadi kemacetan (*density*). Hubungan keduanya ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 2.3 Hubungan Kecepatan – Kepadatan

### 2.10.3 Hubungan Volume – Kepadatan

Volume maksimum terjadi ( $V_m$ ) terjadi pada saat kepadatan mencapai titik  $D_m$  (kapasitas jalur jalan sudah tercapai). Setelah mencapai titik ini volume akan menurun walaupun kepadatan bertambah sampai terjadi kemacetan di titik  $D_j$ . Hubungan keduanya ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 2.4 Hubungan Volume – Kepadatan

Pada analisa hubungan antara volume dengan kecepatan dan kepadatan akan dibahas perbandingan ketiga model karakteristik yang ada yaitu model *Greenshield*, model *Greenberg*, dan model *Underwood*.

a. Model *Greenshield*

Model ini adalah model paling awal yang tercatat dalam usaha mengamati perilaku lalu lintas. Model *Greenshield* mengadakan studi pada jalur jalan di luar kota Ohio, dengan kondisi lalu lintas memenuhi syarat karena tanpa gangguan dan bergerak secara bebas ( *steady state condition*). Model *Greenshield* mendapatkan hasil, bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan bersifat linier.

Hubungan linier kecepatan dan kepadatan ini menjadi hubungan yang paling populer dalam tinjauan pergerakan lalu lintas, mengingat fungsi hubungannya adalah yang paling sederhana dan mudah diterapkan. Berikut rumus -rumus yang digunakan di Model *Greenshield*.

Tabel 2.11 Rumus-Rumus Model *Greenshield*

Hubungan	Rumus
Kecepatan dan kepadatan ( V-D )	$V = V_f - \frac{V_f}{D_j} \times D$
Volume dan Kepadatan ( Q-D )	$Q = V_f \times D - \frac{V_f}{D_j} \times D^2$
Volume dan Kecepatan ( Q-V )	$Q = D_j \times V - \frac{D_j}{V_f} \times V^2$
D <sub>m</sub> ( Kepadatan pada saat volume maksimum)	$D_m = \frac{D_j}{2}$
V <sub>m</sub> ( Kecepatan pada saat volume maksimum)	$V_m = \frac{V_f}{2}$
Q <sub>m</sub> (Volume Maksimum)	$Q_m = \frac{D_j \times V_f}{4}$

Sumber : Tamin Ofyar .Z, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi (2000)*

#### b. Model *Greenberg*

Model *Greenberg* menyatakan hubungan matematis antara Kecepatan dan Kepadatan bukan suatu fungsi linier melainkan merupakan bentuk eksponensial. Model *Greenberg* tidak cocok digunakan pada kondisi kepadatan arus lalu lintas yang rendah. Ini dapat dilihat jika memasukkan nilai kepadatan sama dengan nol (  $D=0$ ), maka diperoleh harga kecepatan rata-rata arus bebas (*free flow speed*). Namun model ini sangat cocok untuk kondisi kepadatan lalu lintas yang tinggi karena dapat menghasilkan harga pada saat terjadi macet total ( $D_j=D$ ) dimana kecepatan rata-rata ruangnya sama dengan nol ( $V_s=0$ ).

Tabel 2.12 Rumus-Rumus Model Greenberg

Hubungan	Rumus
Kecepatan dan kepadatan ( V-D )	$V = A + B \ln D$
Volume dan Kepadatan ( Q-D )	$Q = V_m \times D_m$
Volume dan Kecepatan ( Q-V )	$V \times e^{x \left[ \frac{V}{B} \right]}$
$D_m$ ( Kepadatan pada saat volume maksimum)	$D_m = D$
$V_m$ ( Kecepatan pada saat volume maksimum)	$V_m = V$ $= A + B \ln D$
$Q_m$ (Volume Maksimum)	$Q_m = V_m \times D_m$

Sumber : Tamin Ofyar .Z, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi (2000)*

c. Model *Underwood*

Model *Underwood* mengemukakan suatu hipotesis bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan merupakan hubungan eksponensial. Model *Underwood* berlaku pada kondisi kepadatan arus lalu lintas yang rendah karena dapat menghasilkan harga kecepatan rata-rata sama dengan kecepatan pada arus bebas ( $V_s = V_f$ ) ini dapat dilihat dengan memasukkan nilai kepadatan sama dengan nol 0 ( $D=0$ ) . Berikut rumus yang di pakai Model *Underwood* :

Tabel 2.13 Rumus-Rumus di Model *Underwood*

Hubungan	Rumus
Kecepatan dan kepadatan ( V-D )	$V = V_f \cdot e^{-\frac{D}{D_m}}$
Volume dan Kepadatan ( Q-D )	$Q = V_f \times D \times e^{-\frac{D}{M}}$
Volume dan Kecepatan ( Q-V )	$Q = V \cdot D_m \cdot (\ln V_f - \ln V)$
$D_m$ ( Kepadatan pada saat volume maksimum)	$D_m = -\frac{1}{B}$
$V_m$ ( Kecepatan pada saat volume maksimum)	$V_m = e^{(\ln V_f - 1)}$
$Q_m$ (Volume Maksimum)	$Q_m = Q$

Sumber : Tamin Ofyar .Z, *Perencanaan dan Pemodelan Transportas (2000)*

### 2.11 Kendaraan Pribadi

Menurut Mayor Polisi Sonny Harsono (1996), yang termasuk dalam kategori kendaraan pribadi adalah jenis sedan, jeep, dan lain-lain. Sedangkan kenyataan dilapangan kendaraan mini bus sering dipakai sebagai kendaraan pribadi. Untuk menghindari kerancuan ini penulis mengelompokkan kendaraan pribadi kedalam: sedan, jeep, minibus (yang tidak berplat kuning/bukan angkutan umum).