

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Manual Kapasitas Jalan Indonesia**

Manual kapasitas jalan adalah prosedur perhitungan kapasitas dan ukuran kinerja segmen jalan yang diperlukan untuk analisis operasional, perencanaan, perancangan jalan perkotaan. Nilai-nilai kapasitas dan tingkat pelayanan jalan yang digunakan untuk perencanaan, perancangan dan operasi jalan-jalan di Indonesia pada umumnya berdasarkan pada manual dari negara-negara Eropa dan Amerika. Bagaimanapun juga ada beberapa studi yang mengidentifikasi bahwa dari manual tersebut menghasilkan hasil yang keliru karena sangat berbeda dengan kondisi arus lalu lintas di Indonesia.

#### **2.2 Kapasitas dan Tingkat Pelayanan pada Persimpangan**

##### **2.2.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas dan tingkat pelayanan pada persimpangan**

Menurut Oglesby dan Hicks (1988), yang mempengaruhi kapasitas dan tingkat pelayanan adalah:

- a) Kondisi fisik simpang dan operasi, yaitu ukuran atau dimensi lebar jalan, kondisi parkir dan jumlah lajur.
- b) Kondisi lingkungan, yaitu faktor jam sibuk pada persimpangan.
- c) Karakteristik gerakan lalu lintas, yaitu gerakan membelok dari kendaraan.

- d) Karakteristik lalu lintas kendaraan berat, yaitu jumlah truk dan bus yang melewati persimpangan.

### 2.2.2 Kapasitas Persimpangan

Menurut HCM 1985, kapasitas pendekatan persimpangan adalah arus maksimum kendaraan yang dapat melewati persimpangan menurut kontrol yang berlaku, kondisi lalu lintas, kondisi jalan dan kondisi isyarat lampu lalu lintas. Interval waktu yang dipergunakan untuk analisa kapasitas adalah 15 menit dengan pertimbangan sebagai interval waktu terpendek selama arus stabil. Anggapan yang dipakai ini adalah bahwa kondisi perkerasan jalan dan cuaca sangat baik.

### 2.2.3 Tingkat Pelayanan Jalan (“Level of Service”)

Tingkat pelayanan merupakan perbedaan kondisi operasi yang terjadi pada suatu jalan atau jalur sewaktu jalan tersebut melayani berbagai macam volume lalu lintas. Untuk mengukur kualitas perjalanan digunakan tingkat pelayanan, agar jalan raya memberikan pelayanan yang dapat dianggap cukup oleh pengemudi, maka volume pelayanan arusnya harus lebih kecil daripada kapasitas jalan itu sendiri.

Menurut HCM 1985, tingkat pelayanan pada persimpangan jalan dengan lampu lalu lintas (“traffic light”) didefinisikan berhubungan dengan penundaan (“delay”). Penundaan ini merupakan ukuran dari kegelisahan pengemudi, tingkat frustrasi pengemudi, kebutuhan bahan bakar kendaraan dan waktu perjalanan yang hilang. Kriteria tingkat pelayanan ditetapkan dalam bentuk rata-rata waktu berhenti (“average stopped delay”) tiap kendaraan dalam periode analisis selama 15 menit.

Menurut HCM 1985, hubungan antara tingkat pelayanan dan waktu tertunda dapat digolongkan dalam beberapa tingkat pelayanan, seperti berikut ini.

#### 1. Tingkat Pelayanan A

Menggambarkan pengoperasian penundaan sangat rendah kurang dari 5,0 detik tiap kendaraan. Hal ini terjadi jika gerak maju kendaraan sangat menguntungkan dan kebanyakan kendaraan yang datang pada fase hijau serta tidak berhenti sama sekali. Panjang putaran yang terjadi juga dapat mengurangi waktu penundaan.

#### 2. Tingkat Pelayanan B

Menggambarkan pengoperasian penundaan sangat rendah dalam interval 5,1-15 detik tiap kendaraan. Hal ini terjadi dengan adanya gerak maju kendaraan yang baik atau waktu putar yang pendek dan kendaraan yang berhenti lebih banyak dari tingkat pelayanan A yang menyebabkan tingkat penundaan rata-rata lebih tinggi.

#### 3. Tingkat Pelayanan C

Menggambarkan pengoperasian penundaan yang lebih tinggi dalam interval 15,1-25 detik tiap kendaraan. Hal ini disebabkan oleh gerak maju kendaraan yang sedang saja dan panjang putaran yang lama.

#### 4. Tingkat Pelayanan D

Menggambarkan pengoperasian dengan penundaan kisaran waktu 25,1- 40 detik tiap kendaraan. Pengaruh kemacetan sudah terlihat jelas. Penundaan yang lebih lama, mungkin disebabkan oleh kombinasi dari gerak maju yang tidak menguntungkan, waktu putaran yang lama atau perbandingan  $V/C$  yang tinggi. Banyak kendaraan yang berhenti dan sebagian kendaraan yang tidak berhenti jumlahnya menurun serta kegagalan individu mulai terlihat.

### 5. Tingkat Pelayanan E

Menggambarkan pengoperasian dengan penundaan kisaran waktu 40,1- 60 detik tiap kendaraan dan dianggap sebagai batas penundaan yang dapat diterima. Nilai tersebut menunjukkan gerak maju tiap kendaraan yang tidak baik, waktu putaran yang panjang dan perbandingan  $V/C$  yang tinggi serta kemacetan individual terjadi.

### 6. Tingkat Pelayanan F

Menggambarkan tingkat pengoperasian dengan penundaan lebih dari 60 detik tiap kendaraan. Ini dianggap sebagai penundaan yang tidak dapat diterima oleh pengemudi. Kondisi tersebut sering terjadi bersamaan dengan keadaan terlalu jenuh, yaitu pada saat angka arus kedatangan melebihi kapasitas persimpangan jalan. Hal ini terjadi pada perbandingan  $V/C$  yang lebih dari 1 dengan beberapa kemacetan individual. Gerak maju kendaraan yang tersendat dan waktu putaran yang panjang adalah penyebab utama dari tingkat penundaan yang demikian.

Tabel 2.1 Kriteria Tingkat Pelayanan Persimpangan dengan "Traffic Light"

| Tingkat Pelayanan | Penundaan Per Kendaraan (det) |
|-------------------|-------------------------------|
| A                 | $\leq 5,0$                    |
| B                 | 5,1 - 15,0                    |
| C                 | 15,1 - 25,0                   |
| D                 | 25,1 - 40,0                   |
| E                 | 40,1 - 60,0                   |
| F                 | $> 60,0$                      |

Sumber : HCM 1985

## 2.3 Gerakan Belok Pada Persimpangan

Menurut Oglesby dan Hicks (1988), gerakan membelok sangat mempengaruhi besarnya kapasitas, yaitu:

- a) Pengaruh pada kapasitas untuk setiap kendaraan yang berbelok akan berkurang bila jumlah kendaraan yang berbelok meningkat.
- b) Pada jalan dua arah, pengaruh kendaraan yang belok ke kanan berhubungan dengan jumlah kendaraan dari arah berlawanan.
- c) Pengaruh gerakan membelok terhadap kapasitas tergantung pada konflik dengan arus pejalan kaki.
- d) Kendaraan-kendaraan yang berbelok menyebabkan pengurangan kapasitas yang relatif lebih besar pada jalan yang sempit dibandingkan dengan jalan yang lebar.
- e) Jalan memotong (persimpangan) yang lebih lebar dapat meningkatkan kapasitas karena belokan ke kanan dapat dilakukan lebih mudah, menyediakan ruang yang lebih luas dan meningkatkan kecepatan gerakan. Pengaruh lebar jalan yang memotong pada belokan kiri sangat bervariasi, tergantung pada faktor-faktor seperti jari-jari tikungan dan gerakan pejalan kaki.
- f) Perlengkapan lajur terpisah untuk belok kanan, yang mungkin dilengkapi dengan fase lampu lalu lintas tersendiri, akan memberikan pengaruh yang besar pada kapasitas sehingga memerlukan analisis khusus.

HCM 1985, membedakan gerakan belok pada persimpangan berisyarat lampu lalu lintas menjadi dua yaitu diijinkan ("permitted") dan dilindungi ("protected"). Gerakan belok "permitted" adalah gerakan yang akan menemui konflik dengan penyeberang jalan atau kendaraan yang berlawanan arah, sedangkan gerakan belok "protected" adalah gerakan belok tanpa menemui konflik seperti tersebut diatas.

## 2.4 Arus dan Komposisi Lalu Lintas

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, arus lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik jalan per satuan waktu yang dinyatakan dalam kend/jam, smp/jam, atau LHRT (Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan). Nilai arus lalu lintas ( $Q$ ) mencerminkan komposisi lalu lintas dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tiap tipe kendaraan sebagai berikut:

- 1) Kendaraan ringan (LV), yaitu kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2,0 - 3,0 m (termasuk mobil penumpang, oplet, mikrobis, pik-up, dan truk kecil).
- 2) Kendaraan berat (HV), yaitu kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi).
- 3) Sepeda motor (MC), yaitu kendaraan bermotor beroda dua atau tiga.

## 2.5 Derajat Kejenuhan

Menurut MKJI 1997, Derajat Kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas pada bagian jalan tertentu. Derajat Kejenuhan digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan permasalahan kapasitas pada segmen jalan. Nilai  $DS < 0,75$  menyatakan bahwa segmen jalan masih dapat menampung arus lalu lintas. Apabila nilai  $DS > 0,75$  maka pada segmen jalan tersebut mulai terlihat

adanya kemacetan. Hal ini disebabkan meningkatnya arus lalu lintas yang begitu besar ditampung dalam kapasitas jalan yang tetap.

## **2.6 Lampu Lalu Lintas**

### **2.6.1 Fungsi Lampu Lalu Lintas**

Pada umumnya setiap persimpangan dengan arus lalu lintas yang padat dilengkapi dengan lampu isyarat lalu lintas. Menurut Oglesby dan Hicks (1988), definisi lampu lalu lintas adalah semua peralatan pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik kecuali flasher (lampu kedip), rambu dan marka jalan. Setiap pemasangan lampu lalu lintas bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi-fungsi sebagai berikut:

- a) Mendapatkan gerakan lalu lintas teratur.
- b) Meningkatkan kapasitas lalu lintas pada persimpangan jalan.
- c) Mengurangi frekuensi kecelakaan.
- d) Memutuskan arus lalu lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberangan kendaraan lain atau pejalan kaki.
- e) Sebagai pengendali pertemuan jalan pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan.

### **2.6.2 Pengoperasian Lampu Lalu Lintas**

Menurut HCM 1985 terdapat 3 macam pengoperasian lampu lalu lintas yaitu:

1. "Pre-timed Operation", yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dalam putaran konstan dimana tiap siklus sama dan panjang siklus serta fase tetap.
2. "Semi Actuated Operation", pada operasi isyarat lampu lalu lintas ini, jalan utama ("major street") selalu berisyarat hijau sampai alat deteksi pada jalan

samping (“side street”) menentukan bahwa terdapat kendaraan yang datang pada satu atau kedua sisi jalan samping tersebut.

3. “Full Actuated Operation”, pada operasi isyarat lampu lalu lintas ini semua fase lampu lalu lintas dikontrol dengan alat detektor, sehingga panjang siklus untuk tiap fasenya berubah-ubah tergantung dari permintaan yang dirasakan oleh detektor.

Di Indonesia untuk pengoperasian isyarat lampu lalu lintas dipakai sistem “Pretimed Operation”. Untuk urutan nyala lampu isyarat lalu lintas yang dipakai adalah merah, hijau dan kuning. Menurut Oglesby dan Hicks (1988), bahwa sinyal lampu lalu lintas terdiri atas tiga macam, yaitu hijau untuk berjalan, kuning berarti memperbolehkan kendaraan memasuki pertemuan apabila tidak terdapat kendaraan lainnya sebelum lampu merah muncul dan merah untuk berhenti.

## 2.7 Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas dihitung berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dari tahun-tahun yang lalu. Angka pertumbuhan ini sebetulnya tidaklah sama untuk setiap tahunnya. Pada tahun pertama mungkin lebih besar dari tahun sebelumnya atau sebaliknya. Tetapi karena perencanaan dimaksudkan untuk suatu kurun waktu yang akan datang (10 tahun), jelasnya untuk setiap perencanaan harus dapat memperkirakan berbagai situasi yang akan datang di kemudian hari. Pertumbuhan lalu lintas biasanya dinyatakan dalam % pertahun. Pertumbuhan ini dapat disebabkan oleh hal-hal berikut ini.

- a. Pertumbuhan lalu lintas normal (“Normal Traffic Growth”), yaitu naiknya jumlah kendaraan yang berada di jalan atau naiknya perjalanan.



- b. Lalu lintas bangkitan (“Generated Traffic”) yang terdiri dari “Diverted Traffic”, yaitu lalu lintas yang merubah rute perjalanan karena alasan tertentu, dan “Converted Traffic”, yaitu lalu lintas yang terjadi karena ada angkutan yang sebelumnya tidak melewati jalan raya, sekarang melewati jalan raya.
- e. “Development traffic” atau “induce traffic”, yaitu lalu lintas yang ditimbulkan oleh adanya pembangunan atau perbaikan jalan.

Secara singkat dapat dikatakan pertumbuhan lalu lintas pada suatu daerah dapat dipengaruhi oleh hal-hal berikut:

#### 1. Pertambahan Penduduk

Pertambahan penduduk di suatu daerah akan menyebabkan bertambahnya kebutuhan akan sarana transportasi.

#### 2. Kondisi Sosial Ekonomi

Semakin baik kondisi sosial ekonomi masyarakat maka akan meningkat pula jumlah pemilikan kendaraan sehubungan dengan kebutuhan akan sarana transportasi.

#### 3. Tata Guna Lahan

Tata guna lahan seperti daerah pertanian, industri, perdagangan, pariwisata dan lain-lain juga mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas.

### 2.8 Kondisi Lingkungan

#### 2.8.1 Ukuran Kota

Ukuran kota didefinisikan sebagai jumlah penduduk di dalam kota (juta). Lima kelas ukuran kota dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kelas Ukuran Kota

| Ukuran kota (juta pend.) | Kelas ukuran kota |
|--------------------------|-------------------|
| < 0,10                   | Sangat kecil      |
| 0,10 - 0,50              | Kecil             |
| 0,50 - 1,00              | Sedang            |
| 1,00 - 3,00              | Besar             |
| > 3,00                   | Sangat besar      |

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

Ukuran kota di Indonesia serta keaneka ragaman dan tingkat perkembangan daerah perkotaan menunjukkan bahwa perilaku pengemudi dan populasi kendaraan (umur, komposisi kendaraan, tenaga dan kondisi kendaraan) adalah beraneka ragam. Kota yang lebih kecil menunjukkan perilaku pengemudi yang kurang gesit dan kendaraan yang kurang modern, sehingga menyebabkan kapasitas dan kecepatan lebih rendah pada arus tertentu jika dibandingkan dengan kota yang lebih besar (MKJI, 1997).

### 2.8.2 Lingkungan Jalan

Lingkungan jalan dapat dibedakan menjadi:

- 1) Komersial ("Comersial"/COM), yaitu tata guna lahan komersial, seperti toko, restoran dan kantor, dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- 2) Permukiman ("Residential"/RES), adalah tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- 3) Akses terbatas ("Restrictted Acces"/RA), adalah tata guna lahan dengan jalan masuk langsung dibatasi atau tidak ada sama sekali. Sebagai contoh karena adanya hambatan fisik, penghalang, jalan samping dan sebagainya.

### 2.8.3 Hambatan Samping

Menurut MKJI 1997, hambatan samping ("side friction") didefinisikan sebagai dampak terhadap kinerja lalu lintas dari aktivitas samping segmen jalan seperti pejalan kaki, kendaraan parkir dan berhenti, kendaraan lambat (becak, andong, dll), kendaraan masuk dan keluar dari lahan disamping jalan.

## 2.9 Analisis Statistik Dengan Metode Regresi dan Bunga Berganda

### 2.9.1 Pengertian Statistik

Menurut Iqbal Hasan (1999), statistik adalah ilmu yang mempelajari tentang seluk-beluk, yaitu tentang pengumpulan, pengolahan, penganalisisan, penafsiran, dan penarikan kesimpulan dari data-data yang berbentuk angka-angka.

### 2.9.2 Metode Regresi

Menurut Iqbal Hasan (1999), regresi merupakan suatu alat ukur yang juga digunakan untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antar variabel. Regresi dibedakan atas 2 macam, yaitu :

1. Regresi Linear adalah regresi yang variabel bebasnya ( variabel x ) berpangkat paling tinggi satu. Untuk regresi linear sederhana, yaitu regresi linear yang hanya melibatkan dua variabel ( variabel x dan y ).
2. Regresi Non Linear adalah regresi yang variabel-variabelnya ada yang berpangkat. Bentuk grafik regresi nonlinear adalah berupa lengkungan.

Menurut Suwardjoko Warpani (1984), perkiraan jumlah penduduk dengan pendekatan statistik yang banyak digunakan adalah dengan cara regresi linear, karena garis regresi memberikan penyimpangan minimum atas data penduduk masa lampau (dengan menganggap bahwa karakteristik perkembangan penduduk

masa lampau berlaku untuk masa depan). Sedangkan secara teoritis regresi berganda akan memberikan hasil yang jauh lebih teliti dibandingkan dengan regresi linear. karena faktor penentu perkembangan yang turut diperhitungkan lebih banyak.

### **2.9.3 Bunga Berganda**

Metode ini menganggap bahwa perkembangan jumlah penduduk akan berganda dengan sendirinya, sehingga tambahan jumlah penduduk akan membawa konsekuensi bertambahnya tambahan jumlah penduduk (Suwardjoko Warpani, 1984).