

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Arus dan Komposisi Lalulintas

Sebagai pengukur jumlah dari arus lalulintas digunakan "*Volume*". Volume lalulintas atau Arus lalulintas dalam MKJI 1997 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 lalulintas (Q) mencerminkan komposisi lalulintas dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalulintas (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, pick 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.

## 2.2 Kecepatan

Kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan. Kecepatan tempuh adalah kecepatan rata-rata (km/jam) dihitung sebagai panjang jalan dibagi waktu tempuh jalan tersebut. (MKJI, 1997)

Kecepatan dapat berubah-ubah tergantung waktu, lokasi jalan, jenis kendaraan, bentuk geometrik jalan, keadaan sekeliling dan pengemudi kendaraan. Macam dan jenis kecepatan dapat dijelaskan seperti di bawah ini:

### 2.2.1 Kecepatan perjalanan (*travel speed/journey speed*)

Kecepatan perjalanan merupakan kecepatan yang dipakai untuk menempuh suatu jarak tertentu selama waktu perjalanannya (termasuk waktu berhenti, macet dan sebagainya). Besarnya kecepatan perjalanan = jarak / waktu perjalanan.

### 2.2.2 Kecepatan jalan (*running speed*)

Kecepatan jalan merupakan kecepatan yang dipakai untuk menempuh suatu jarak tertentu, selama kendaraan dalam keadaan berjalan. Besarnya kecepatan jalan = jarak / waktu jalan.

### 2.2.3 Kecepatan setempat (*spot speed*)

Kecepatan setempat merupakan kecepatan sesaat pada suatu bagian jalan tertentu atau pada suatu tempat tertentu. Kecepatan setempat memberi gambaran yang lebih jelas mengenai karakteristik arus lalu lintas, yang selanjutnya sangat berguna untuk menetapkan alternatif desain yang paling tepat.

### **2.3 Kecepatan Arus Bebas**

Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan.

### **2.4 Kapasitas Jalan**

Kapasitas didefinisikan sebagai arus lalu lintas maksimum yang melewati suatu titik di jalan yang masih dapat dipertahankan per satuan waktu pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), sedangkan untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur. (MKJI, 1997)

### **2.5 Derajat Kejenuhan**

Menurut MKJI (1997), Derajat Kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan segmen jalan.

### **2.6 Karakteristik Geometri Jalan**

Karakteristik geometri jalan antara lain meliputi : tipe jalan, jumlah lajur, lebar jalur efektif, trotoar dan kereb, bahu dan median, yang akan dijelaskan pada bagian dibawah ini.

### 2.6.1 Tipe Jalan

Tipe jalan ditunjukkan dalam tipe potongan melintang, yang ditentukan oleh jumlah lajur dan arah pada suatu segmen jalan. Tipe jalan dibedakan atas :

1. Jalan dua lajur dua arah (2/2 UD)
2. Jalan empat lajur dua arah, terdiri dari :
  - a. Tak terbagi (4/2 UD)
  - b. Terbagi (4/2 D)
3. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D)
4. Jalan satu arah (1 – 3/1 )

### 2.6.2 Jalur dan Lajur Lalulintas

Jalur lalulintas (*travelled way*) adalah keseluruhan bagian jalan yang diperuntukan bagi lalu lintas kendaraan. Jalur lalulintas terdiri beberapa lajur (*lane*) kendaraan yaitu bagian dari lajur lalulintas yang khusus untuk dilalui oleh rangkaian kendaraan beroda empat atau lebih dalam satu arah.

### 2.6.3 Trotoar dan Kereb

Trotoar adalah Bagian jalan yang disediakan untuk pejalan kaki yang biasanya sejajar dengan jalan dan dipisahkan dari jalur jalan oleh kerb. Kereb adalah batas yang ditinggikan berupa bahan kaku antara tepi jalur lalulintas dan trotoar. (MKJI, 1997)

#### **2.6.4 Bahu Jalan**

Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan di sisi jalur lalu lintas yang berfungsi sebagai :

1. Ruang tempat berhenti sementara kendaraan.
2. Ruang untuk menghindarkan diri untuk mencegah kecelakaan.
3. Memberikan kelelahan pada pengemudi.
4. Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan.

#### **2.6.5 Median**

Pada arus lalu lintas yang tinggi dibutuhkan median guna memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah. Median adalah daerah yang memisahkan arus lalu lintas pada suatu segmen jalan. (Silvia Sukirman, 1994)

#### **2.6.6 Tinjauan Lingkungan**

Faktor lingkungan mempengaruhi perhitungan analisis kinerja lalu lintas. Beberapa faktor lingkungan yang cukup berpengaruh adalah ukuran kota, hambatan samping dan lingkungan jalan.

##### **2.6.6.1 Ukuran Kota**

Ukuran kota didefinisikan sebagai jumlah penduduk di dalam kota (juta). Dalam MKJI 1997 ukuran kota terbagi menjadi lima kategori yaitu, sangat kecil ( $< 0,1$  juta), kecil ( $0,1 - 0,5$  juta), sedang ( $0,5 - 1,0$  juta), besar ( $1,0 - 3,0$ ), dan sangat besar ( $> 3,0$ )

### 2.6.6.2 Hambatan Samping

Menurut MKJI (1997), hambatan samping (*side friction*) didefinisikan sebagai dampak terhadap perilaku lalu lintas akibat kegiatan sisi jalan. Kegiatan sisi jalan sebagai hambatan samping antara lain adalah :

1. Pejalan kaki (*Pedestrian atau PED*)
2. kendaraan parkir dan kendaraan berhenti (*Parking and Stop Vehicle atau PSV*)
3. Kendaraan lambat (*Slow Moving Vehicle atau SMV*) misalnya sepeda, becak, andong dan sebagainya.
4. Kendaraan keluar dan masuk dari lahan disamping jalan (*Entry and Exit Vehicle atau EEV*)

### 2.6.6.3 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. Pemukiman (*Residential/RES*), adalah tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
3. Akses terbatas (*restricted Acces/RA*), adalah tata guna lahan dengan jalan masuk langsung dibatasi atau tidak sama sekali. Sebagai contoh karena adanya hambatan fisik, penghalang, jalan samping dan sebagainya.

## **2.7 Simpang Jalan**

Menurut F. D. Hobbs Simpang jalan merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekat/lengan, dimana arus kendaraan dari beberapa pendekat tersebut bertemu dan memencar meninggalkan simpang. Pada sistem transportasi jalan dikenal tiga macam simpang yaitu pertemuan sebidang, pertemuan jalan tak sebidang dan kombinasi keduanya. Sedangkan menurut MKJI 1997 simpang bersinyal berdasarkan pengaturan lalulintasnya ada dua jenis yaitu simpang tiga lengan dan simpang empat lengan.

## **2.8 Karakteristik Lampu Lalulintas**

### **2.8.1. Fungsi Lampu Lalulintas**

Setiap pemasangan lampu lalulintas menurut Oglesby dan Hick (1998) bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi-fungsi berikut :

1. Mendapatkan gerakan lalulintas yang teratur.
2. Meningkatkan kapasitas lalulintas pada persimpangan jalan.
3. Mengurangi frekwensi kecelakaan.
4. Mengkoordinasikan lalulintas dibawah kondisi jarak lampu lalulintas yang cukup baik, sehingga arus lalulintas tetap berjalan menerus pada kesempatan tertentu.
5. Memutuskan arus lalulintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberangan kendaraan lain atau pejalan kaki.
6. Mengatur penggunaan jalur lalulintas.

7. Sebagai pengendali pertemuan jalan masuk menuju jalan bebas hambatan.
8. Memutuskan arus lalulintas bagi lewatnya kendaraan darurat (*ambulance*) atau pada jembatan gerak.

Fungsi secara umum pemasangan lampu lalulintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut :

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalulintas.
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang kecil untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalulintas akibat tabrakan antar kendaraan-kendaraan dari arah yang berlawanan.

### **2.8.2. Ciri-ciri Fisik Lampu Lalulintas**

Ciri-ciri fisik lampu lalulintas yang disebutkan oleh Oglesby dan Hicks (1982) adalah :

1. Sinyal yang dikendalikan oleh tenaga listrik.
2. Setiap unit terdiri dari lampu yang berwarna merah, kuning, hijau yang terpisah dengan diameter 8 – 12 inchi (20,4 cm – 30,4 cm).
3. Lampu lalulintas dipasang pada tiang diluar batas jalan atau digantung diatas pertemuan jalan, tinggi lampu lalu lintas di pasang pada tiang adalah 8 ft – 15 ft (2,4 m – 4,6 m) diatas trotoar atau diatas perkerasan

bila tidak ada trotoar. Sedangkan sinyal yang digantung harus diberi kebebasan vertikal 15 – 19 ft (4,6 – 5,8 m).

4. Sinyal dilengkapi dengan sinyal pengatur untuk pejalan kaki atau penyeberang jalan.

### 2.8.3. Pengoperasian Lampu Lalulintas

Menurut Highway Capacity Manual 1994 (HCM 1994) terdapat tiga macam cara pengoperasian lampu isyarat lalulintas yaitu :

1. *Pretimed Operation* yaitu pengoperasian lampu lalulintas dalam putaran konstan dimana tiap siklus sama dan panjang tiap fase tetap.
2. *Semi Actuated Operation* pada pengoperasian jalan utama (*major street*) selalu berisarat (menyala) hijau sampai alat deteksi pada jalan samping (*side street*) menentukan bahwa terdapat kendaraan yang datang pada sisi jalan simpang tersebut.
3. *Full Actuated Operation* pada pengoperasian lampu lalulintas ini semua fase lampu lalulintas di kontrol dengan dengan alat kontrol, sehingga panjang siklus dari tiap fasenya berubah-ubah tergantung dari permintaan yang dirasakan oleh alat kontrol.

Di Indonesia untuk pengoperasian lampu isyarat lalulintas dipakai sistem *Pretimed Operation*. Untuk urutan nyala lampu lalulintas yang dipakai adalah merah-hijau-kuning (amber) merah, kondisi ini sesuai dengan pendapat Morlok (1978) bahwa sinyal lampu lalulintas terdiri dari tiga macam , yaitu hijau untuk berjalan, kuning berarti membolehkan kendaraan memasuki pertemuan apabila

tidak terdapat kendaraan lainnya sebelum lampu merah muncul, dan merah untuk berhenti.

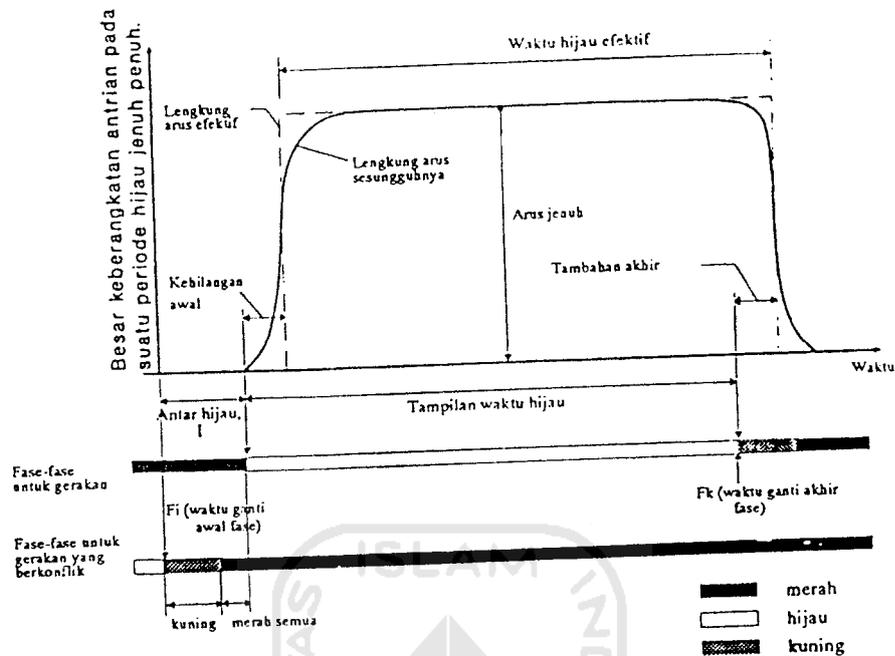
#### **2.8.4. Waktu hijau minimum dan waktu hijau maksimum**

Waktu hijau minimum adalah waktu hijau minimum yang diperlukan oleh pejalan kaki untuk menyebrangi suatu ruas jalan. Lama waktu hijau minimum ditentukan sebesar 7 – 13 detik (Sumber : R.J. Salter, 1976)

Pada sistim pengaturan *traffic actuated control* jika terjadi arus lalulintas yang terus menerus pada suatu cabang simpang maka lampu hijau pada cabang simpang tersebut akan terus menerus menyala. Akibatnya arus lalulintas dari cabang simpang yang lain tidak dapat lewat. Untuk menghindari hal ini maka diperlukan batas waktu hijau maksimum. Waktu hijau maksimum ini di tentukan sebesar 8 sampai 68 detik (Sumber : R.J. Salter, 1976)

#### **2.8.5. Waktu hijau efektif**

Menurut MKJI 1997 waktu hijau efektif adalah waktu yang dipergunakan untuk melewati kendaraan dalam satu fase, terdiri dari waktu hijau dan sebagian waktu kuning. Pada gambar 2.1 dapat dilihat hubungan antara arus arus yang dilewatkan dengan waktu periode hijau. Daerah di bawah kurva menunjukkan jumlah kendaraan yang melewati garis henti (*stop line*) selama waktu hijau. Daerah di bawah kurva tidak dapat ditentukan dengan mudah sehingga diambil suatu penyederhanaan berupa persegi panjang dimana tinggi persegi panjang tersebut menunjukkan arus jenuh, sedangkan lebar persegi panjang menunjukkan waktu hijau efektif.



Gambar 2.1 Model dasar arus jenuh ( Akceklík 1989 )

Arus lalu lintas dilewatkan melalui simpang pada waktu awal hijau sampai waktu kuning. Sedangkan waktu antara waktu hijau dengan awal hijau efektif dan selang waktu antara akhir waktu hijau efektif dengan waktu kuning disebut waktu yang hilang (*lost time*).

Menurut F. V. Webster (1966) dalam desain umumnya waktu hilang (*lost time*) ini diambil sebesar 2 detik. Jadi dapat dilihat bahwa waktu hijau efektif adalah penjumlahan antara waktu hijau dengan waktu kuning di kurangi dengan waktu hilang (*lost time*).

Menurut R. J. Salter (1976), dalam prakteknya waktu hilang akibat ketertundaan berangkat diambil 2 detik.

### 2.8.6. *Intergreen periode*

Menurut R.J. Salter (1976) *Intergreen periode* adalah waktu hijau suatu fase dengan hijau fase berikutnya. Dihitung mulai akhir suatu fase sampai tempat akhir hijau fase berikutnya. Lama *Intergreen periode* minimum adalah 4 detik. *Intergreen periode* juga merupakan penjumlahan antara waktu kuning, dalam desain umumnya diambil 3 detik, dengan waktu merah semua (*all red*), dalam desain umumnya diambil 2 detik.

### 2.9. Arus Jenuh

Menurut Siti Malkamah (1994), Suatu siklus disebut jenuh apabila pada akhir siklus (akhir nyala hijau) masih terdapat kendaraan antri. Model keberangkatan kendaraan dibuat dengan asumsi bahwa tidak ada kendaraan yang melewati garis henti pada saat lampu merah menyala efektif.

Menurut MKJI 1997, Derajat kejenuhan (*degree of saturation*) menunjukkan rasio arus lalu lintas pada pendekatan terhadap kapasitas. Pada nilai tertentu, derajat kejenuhan dapat menyebabkan antrian yang panjang pada kondisi lalu lintas puncak.

### 2.10. Kapasitas Persimpangan

Menurut Highway Capacity Manual 1994 (HCM 1994), kapasitas persimpangan adalah arus maksimum kendaraan yang dapat melewati persimpangan menurut kontrol yang berlaku, kondisi lalu lintas, kondisi jalan, dan isyarat lampu lalu lintas dalam satu satuan waktu tertentu.

### 2.11. Faktor Ekuivalen Jenis Kendaraan

Jenis kendaraan yang melewati suatu simpang diekivalenkan dalam satuan mobil penumpang (smp) yang besarnya tergantung dari efek yang diakibatkannya terhadap kapasitas simpang relatif terhadap mobil penumpang. Faktor ekivalensi diambil dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997).

### 2.12. Waktu Siklus Optimum Suatu Simpang

Menurut MKJI 1997, Waktu Siklus (*Cycle time*) harus mampu melewati arus lalu lintas sedemikian rupa sehingga dapat meminimumkan tundaan yang terjadi. Waktu siklus yang terlalu singkat menimbulkan banyak terjadi lost time sehingga pengaturan dengan lampu lalu lintas menjadi tidak efisien dan menimbulkan tundaan yang besar. Jika waktu siklus terlalu besar maka arus lalu lintas akan dilewatkan pada sebagian waktu hijau dan tidak ada kendaraan yang tertahan di garis henti.

### 2.13. Tundaan

Menurut MKJI 1997, Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpang. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG). Tundaan lalu lintas adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan geometri disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok disimpang atau yang terhenti oleh lampu merah.

#### 2.14. Tugas Akhir Yang Terdahulu

Menurut Dafwyal dan Susianto Handoyo, tahun 1999 yang mengambil judul “Evaluasi Tingkat Pelayanan Pada Ruas jalan Dan Persimpangan Bersinyal Di Jalan Magelang Daerah Istimewa Yogyakarta” dengan lokasi penelitian pada ruas jalan Magelang bagian Utara (antara simpang Jombor – Borobudur Plaza) dan ruas jalan Magelang bagian Selatan (antara simpang Borobudur Plaza – Pingit) mengevaluasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan ruas jalan maupun persimpangan yang ada di jalan Magelang pada masa penelitian dilakukan. Disamping itu juga evaluasi juga dilakukan terhadap perilaku lalu lintas pada ruas jalan tersebut. Metode yang dilakukan dalam analisis ruas jalan dan simpang bersinyal ruas jalan Magelang adalah dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Dari hasil analisis, untuk ruas jalan Magelang bagian Utara dan Selatan menunjukkan bahwa kondisi ruas jalan tersebut cukup baik dengan nilai Derajat Kejenuhan sebesar 0.372 dan 0.456. Sedangkan hasil analisis simpang bersinyal Ringroad Utara – jalan Magelang menunjukkan terjadinya tundaan (*mean intersection delay*) selama 39.13 detik/smp dan tingkat pelayanan pada tingkat D. Pada simpang bersinyal jalan Magelang – jalan Wolter Monginsidi menunjukkan terjadinya tundaan sebesar 310.54 detik/smp dengan tingkat pelayanan berada pada tingkat F. Dengan pengaturan ulang lama waktu hijau untuk setiap pendekat, tingkat pelayanan dapat dinaikkan menjadi D dengan lama waktu tundaan sebesar 37.53 smp/detik.

Menurut Eko Sujatmiko dan Nursapta Nugraha, tahun 2001 yang mengambil judul “Evaluasi Tingkat Pelayanan Ruas Jalan Dan Persimpangan Di

JL. K.H.A. Dahlan Yogyakarta”, dimana pada ruas jalan tersebut memiliki 3 (tiga) persimpangan bersinyal dan 1 (satu) persimpangan tidak bersinyal (simpang jalan K.H.A. Dahlan – jalan P. senopati – jalan A. yani – jalan Trikora, simpang jalan K.H.A. Dahlan – jalan Bhayangkara, simpang K.H.A. Dahlan – jalan Nyai A. Dahlan, dan simpang jalan K.H.A. Dahlan – jalan Wahid Hasyim – jalan Wirobrajan – jalan Letjend Suprpto) menganalisis Kapasitas dan Derajat Kejenuhan persimpangan bersinyal dan tak bersinyal maupun ruas jalan pada masa penelitian dilakukan (tahun 2000). Hasil analisis menunjukkan untuk ruas jalan K.H.A. Dahlan yang dibagi dalam tiga segmen jalan menunjukkan bahwa kinerja lalulintas di ruas jalan tersebut masih cukup baik, yang terlihat pada nilai Derajat Kejenuhan kurang dari 0,75. Sedangkan untuk analisis simpang bersinyal Ngabean, jalan Bhayangkara, dan Kantor Pos Besar menunjukkan bahwa kapasitas ketiga simpang tersebut sudah tidak sesuai lagi dengan kondisi lalulintas yang ada sehingga perlu dilakukan pengaturan ulang lama waktu hijau. Hasil analisis simpang tak bersinyal Nyai A. Dahlan menunjukkan bahwa kinerja lalulintas pada simpang tersebut menurun. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai Derajat Kejenuhan yang mencapai 0,923. Pada simpang ini dilakukan pelarangan berbelok kekanan bagi arus lalulintas dari jalan Nyai A. Dahlan ke jalan K.H.A. Dahlan dan sebaliknya juga pelarangan parkir di sekitar simpang dapat menurunkan nilai Derajat Kejenuhan menjadi 0,830. Kriteria tingkat pelayanan berada pada tingkat C.