

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Umum**

Transportasi yang menyangkut pergerakan orang dan barang pada hakekatnya telah dikenal secara alamiah semenjak manusia ada di bumi, meskipun pergerakan atau perpindahan itu masih dilakukan secara sederhana. Sepanjang sejarah transportasi baik volume maupun teknologinya berkembang sangat pesat. Sebagai akibat dari adanya kebutuhan pergerakan manusia dan barang, maka muncul tuntutan untuk menyediakan prasarana dan sarana agar pergerakan tersebut bisa berlangsung dengan kondisi aman, nyaman, lancar, dan ekonomis dari segi waktu dan biaya.

Dalam usahanya untuk dapat meningkatkan kapasitas bergerak secara efektif dan efisien, manusia telah mengembangkan dan menyempurnakan berbagai teknologi untuk membantunya dalam bidang transportasi. Suatu teknologi di bidang transportasi harus dapat melakukan hal-hal berikut (Morlok, 1978) :

1. Membuat suatu obyek (baik untuk benda mati atau benda hidup) menjadi lebih mudah diangkut dan mampu diangkut tanpa membuat kerusakan.
2. Menyediakan kontrol dari gerakan yang terjadi, yaitu dengan pemakaian gaya yang secukupnya untuk dapat mempercepat ataupun memperlambat obyek tersebut, mengatasi hambatan-hambatan yang biasa terjadi, dan mengarahkan obyek tersebut tanpa menimbulkan kerusakan.

3. Melindungi obyek dari kerusakan atau kehancuran yang dapat terjadi sebagai akibat samping dari suatu pergerakan. Ini penting untuk benda hidup ataupun bahan makanan, dimana pemeliharaannya berupa temperatur lingkungan yang tepat, tekanan, kelembaban, dan sebagainya memegang peranan penting dalam mempertahankan nilai benda tersebut.

## **2.2. Solo Grand Mall**

Sebelum mengenal jauh tentang Solo Grand Mall, alangkah lebih baik jika kita mengerti tentang definisi *mall* dan *grand mall* itu sendiri. Ada beberapa pengertian tentang *mall*, antara lain sebagai pusat perbelanjaan. *Mall* juga berarti bagian dari toko-toko dan tempat berjualan, sedangkan *grand mall* adalah *mall* yang terdiri dari beberapa bangunan yang bergabung menjadi satu dengan kapasitas yang besar. Di dalam *grand mall* terdapat beberapa fasilitas penunjang, yaitu supermarket, *restaurant*, tempat parkir kendaraan yang luas, dan gedung bioskop.

Solo Grand Mall adalah mall terbesar di Jawa Tengah yang terletak di Jalan Slamet Riyadi, Kota Surakarta. Bangunan ini semula adalah bangunan bekas pabrik kecap yang sudah tergusur karena di pusat kota tidak boleh didirikan pabrik. Pembangunan dilakukan dengan cara merobohkan bangunan lama yang diganti dengan bangunan baru. Proyek pembangunan Solo Grand Mall menghabiskan dana sebesar ± 100 miliar rupiah. Bangunan ini terdiri dari 5 lantai dan basement dengan tinggi bangunan ± 30 m. Setiap lantai mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a. Lantai basement : supermarket, area parkir kendaraan roda 2 dan mobil.

- b. Lantai dasar : *departement store*, area pameran, *cafe*, matahari, dan ruko.
- c. Lantai 1 : *departement store*, area pameran, matahari, dan ruko.
- d. Lantai 2 : *book store*, *electronic center*, area pameran, dan ruko.
- e. Lantai 3 : *kids club*, *restaurant*, *time zone*, dan *hand phone center*.
- f. Lantai 4 : serba guna, *billiard*, *bowling center*, dan ruang parkir.
- g. Lantai 5 : area parkir, ruang *chiber*, dan ruang *genset*.



Gambar 2.1. Solo Grand Mall

### **2.3. Arus Lalu Lintas**

Menurut Hobbs, F.D. (1995), ada beberapa cara yang dipakai para ahli lalu lintas untuk mendefinisikan arus lalu lintas, akan tetapi ukuran dasar yang sering digunakan adalah konsentrasi aliran dan kecepatan. Aliran dan volume sering dianggap sama, meskipun istilah aliran lebih tepat untuk menyatakan arus lalu lintas yang mengandung pengertian bahwa jumlah kendaraan yang terdapat dalam satu ruang yang diukur dalam satu interval waktu tertentu.

Arus lalu lintas tersusun mula-mula dari kendaraan tunggal yang terpisah, bergerak menurut kecepatan yang dikehendaki oleh pengemudinya, tanpa halangan dan berjalan tidak bergantung pada kendaraan lainnya. Karena perbedaan kecepatan antar kendaraan yang mempunyai kecepatan yang lebih tinggi akan menyusul dan mendekati kendaraan yang lebih lambat, namun bila keadaan lalu lintas tidak memungkinkan untuk mendahului, maka akan terbentuk antrian yang bergerak. Variabel-variabel utama yang dipakai untuk menerangkan arus kendaraan pada suatu jalur gerak adalah volume, kecepatan, dan kepadatan.

#### **2.4. Volume Lalu Lintas**

Parameter untuk mengukur jumlah dari lalu lintas adalah volume. Menurut Silvia Sukirman (1994), volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, atau menit). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan perkerasan yang lebih besar, sehingga tercipta keamanan dan kenyamanan bagi pengemudi. Perencanaan jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas yang rendah cenderung membahayakan, karena pengemudi mengendarai kendaraannya dengan kecepatan tinggi sedangkan kondisi jalan belum tentu memungkinkan dan itu juga mengakibatkan peningkatan pembangunan jalan yang jelas tidak pada tempatnya.

#### **2.5. Kemacetan Lalu Lintas**

Menurut F.D. Hobbs (1995), kemacetan disebabkan oleh tuntutan arus kedatangan kendaraan pada suatu sistem yang membutuhkan pelayanan yang mempunyai keterbatasan ketersediaan dan disebabkan oleh tidak beraturannya pada tuntutan maupun sistem pelayanannya, atau kedua-duanya. Hal ini merupakan

sistem antrian dan lalu lintas dapat disebut sebagai antrian bila pengemudi yang mengikuti kendaraan harus cepat-cepat bereaksi terhadap pengurangan kecepatan oleh kendaraan yang ada di depannya.

Kemacetan sering terjadi di negara-negara maju dan berkembang. Kemacetan terjadi ketika pemakai suatu fasilitas transportasi mulai terganggu oleh pengguna lainnya karena kapasitas infrastruktur dari fasilitas tersebut terganggu. Gangguan itu dapat berupa tundaan atau tambahan volume kendaraan yang melebihi kapasitas kinerja jalan. Sehingga hal yang langsung dirasakan oleh pengguna jalan saat kemacetan terjadi adalah makin berkurangnya kecepatan kendaraan yang berakibat pada bertambahnya waktu tempuh perjalanan. Untuk mengatasi permasalahan ini, pemerintah di negara-negara yang mengalami kemacetan menerapkan beberapa kebijakan strategis untuk mengatasi kemacetan. Beberapa kebijakan strategis yang telah diterapkan adalah melalui penetapan pajak kemacetan, pembatasan parkir, pembatasan kendaraan pribadi, dan lain-lain.



Gambar 2.2. Kemacetan Lalu Lintas di New York

## **2.6. Kapasitas Jalan**

Menurut HCM (1994), pengertian kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu penampang jalan atau ruas jalan yang seragam selama waktu tertentu pada kondisi jalan, lalu lintas, dan kontrol yang ada.

Kapasitas suatu ruas jalan dapat dilakukan dengan dua pengukuran, yaitu :

### **1. Pengukuran kuantitas**

Pengukuran mengenai kemampuan maksimum suatu ruas jalan atau jalur jalan dalam melayani lalu lintas ditinjau dari volume kendaraan yang dapat ditampung oleh jalan tersebut pada kondisi tertentu.

### **2. Pengukuran kualitas**

Pengukuran mengenai kemampuan maksimum suatu jalan dalam melayani lalu lintas yang dicerminkan oleh kecepatan yang dapat ditempuh serta besarnya tingkat gangguan arus lalu lintas di jalan tersebut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas, adalah sebagai berikut :

### **1. Kondisi ideal**

Kondisi ideal dapat dinyatakan sebagai kondisi yang mana peningkatan kondisi jalan lebih lanjut dan perubahan kondisi cuaca tidak akan menghasilkan penambahan kapasitas.

### **2. Kondisi jalan**

Kondisi jalan yang mempengaruhi kapasitas meliputi :

- a. Tipe fasilitas atau kelas jalan
- b. Lingkungan sekitar (misalnya antar kota atau pedesaan)

- c. Lebar lajur atau jalan
- d. Lebar bahu jalan
- e. Kebebasan lateral (dari fasilitas pelengkap lalu lintas)
- f. Kecepatan rencana
- g. Alinyemen horisontal dan vertikal
- h. Kondisi permukaan jalan dan cuaca

### 3. Kondisi medan

Kondisi medan umumnya dikenal ada tiga kategori, yaitu :

- a. Medan datar, yaitu semua kombinasi dari alinyemen horisontal dan vertikal dan kelandaian yang tidak menyebabkan kendaraan angkutan barang kehilangan kecepatan sehingga dapat mempertahankan kecepatan yang sama seperti kecepatan mobil penumpang.
- b. Medan bukit, yaitu semua kombinasi dari alinyemen horisontal dan vertikal dan kelandaian yang menyebabkan angkutan barang kehilangan kecepatan jauh dibawah kecepatan mobil penumpang, tetapi tidak menyebabkan mereka merayap untuk periode waktu yang panjang.
- c. Medan gunung, yaitu semua kombinasi dari alinyemen horisontal dan vertikal dan kelandaian yang menyebabkan angkutan barang merayap untuk periode waktu yang cukup panjang dengan interval yang sering.

### 4. Kondisi lalu lintas

Tiga kategori kondisi lalu lintas yang umumnya dikenal, yaitu :

- a. Mobil penumpang, yaitu kendaraan yang terdaftar sebagai mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya seperti van, pick-up, jeep, dan mobil.
- b. Kendaraan barang, yaitu kendaraan yang mempunyai lebih dari empat roda dan umumnya digunakan untuk transportasi barang.
- c. Bus, yaitu kendaraan yang mempunyai lebih dari empat roda dan umumnya digunakan untuk transportasi penumpang.

#### 5. Populasi pengemudi

Karakteristik arus lalu lintas seringkali dihubungkan dengan kondisi lalu lintas pada hari kerja yang teratur, misalnya pemakai jalan yang rutin. Kapasitas di luar hari kerja atau bahkan di luar jam sibuk pada hari kerja mungkin akan lebih rendah.

#### 6. Kondisi pengendalian lalu lintas

Kondisi pengendalian lalu lintas mempunyai pengaruh yang nyata pada kapasitas jalan, tingkat pelayanan, dan arus jenuh. Bentuk-bentuk pengendalian lalu lintas seperti lampu lalu lintas dan rambu berhenti

### **2.7. Tingkat Pelayanan Lalu lintas (*Level of Service*)**

Tingkat pelayanan adalah ukuran kuantitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang kualitas dalam mengendarai kendaraan pada saat melakukan perjalanan. Tingkat pelayanan berhubungan dengan ukuran kuantitatif, seperti kerapatan atau waktu persen tundaan. Kecepatan dan derajat kejenuhan digunakan sebagai indikator perilaku lalu lintas dan parameter yang sama telah digunakan



dalam pengembangan panduan rekayasa lalu lintas berdasarkan analisa ekonomi. (MKJI, 1997)

Tingkat pelayanan berkaitan dengan kecepatan operasi dan fasilitas jalan, yang tergantung pada perbandingan antara arus terhadap kapasitas. Oleh karena itu, tingkat pelayanan jalan tergantung pada arus lalu lintas. Sedangkan pembagian tingkat pelayanan menurut *Highway Capacity Manual* 1994 (dalam Tamin, 2000), adalah sebagai berikut :

a. Tingkat pelayanan A

Kondisi arus lalu lintasnya bebas antara satu kendaraan dengan kendaraan lainnya, besarnya kecepatan sepenuhnya ditentukan oleh keinginan pengemudi dan sesuai dengan batas kecepatan yang telah ditentukan.

b. Tingkat pelayanan B

Kondisi arus lalu lintas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kendaraan lainnya dan mulai dirasakan hambatan oleh kendaraan lainnya.

c. Tingkat pelayanan C

Kondisi arus lalu lintas masih dalam batas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi dan hambatan dari kendaraan lain semakin besar.

d. Tingkat pelayanan D

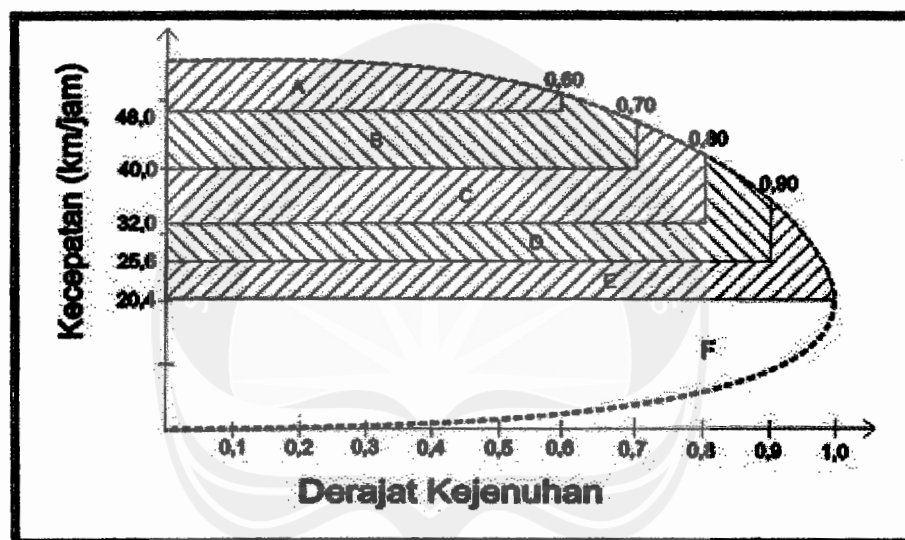
Kondisi arus lalu lintas mendekati tidak stabil, kecepatan operasi menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul, dan kebebasan bergerak relatif kecil.

e. Tingkat pelayanan E

Volume lalu lintas sudah mendekati kapasitas ruas jalan, kecepatan kira-kira lebih rendah dari 40 km/jam. Pergerakan lalu lintas kadang terhambat.

f. Tingkat pelayanan F

Pada tingkat pelayanan ini arus lalu lintas berada dalam keadaan dipaksakan, kecepatan relatif rendah, arus lalu lintas sering berhenti sehingga menimbulkan antrian kendaraan yang panjang.



Sumber : *Highway Capacity Manual* (1994)

Gambar 2.3. Tingkat Pelayanan

## 2.8. Biaya Operasional Kendaraan

Biaya operasional kendaraan (*BOK*) adalah jumlah biaya yang dikeluarkan dari sebuah kendaraan sewaktu beroperasi atau berjalan di jalan raya. *BOK* merupakan biaya yang penting. Perbaikan atau peningkatan mutu prasarana dan sarana transportasi kebanyakan bertujuan mengurangi jenis biaya ini.

Pada umumnya *BOK* meliputi : konsumsi bahan bakar, konsumsi pelumas, penggantian ban, biaya perawatan, dan gaji sopir. Bahan bakar merupakan komponen yang nilainya 50 % lebih dari *BOK* yang dikeluarkan per unit

kendaraan. Biaya pelumas biasanya kecil, yaitu kurang dari 3 % dari total *BOK*, dan agak sulit dianalisis. Biaya ban adalah biaya untuk membeli ban baru atau biaya vulkanisir jika ban masih dalam kondisi layak (masih berada dalam umur layanan). Umur layanan ban dipengaruhi oleh beban yang dibawa, posisi pada kendaraan, kecepatan kendaraan, sifat pengemudi, dan kondisi jalan. Biaya perawatan kendaraan dipengaruhi oleh ciri jalan, terutama kondisi permukaan jalan. Dengan bertambahnya usia kendaraan, efisiensi mesin berkurang dan dibutuhkan pemeriksaan dengan teliti dan menyeluruh yang membutuhkan biaya yang tidak murah. (Tamin, 2000)

Berikut ini adalah beberapa metode perumusan dalam mencari nilai *BOK* yang dikembangkan oleh para peneliti, yaitu :

1. Persamaan *BOK* model LAPI-ITB

Perhitungan komponen *BOK* ini dikembangkan oleh LAPI-ITB (1997) yang bekerja sama dengan KBK Rekayasa Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, ITB melalui proyek kajian 'Perhitungan Besar Keuntungan Biaya Operasi Kendaraan' yang didanai oleh PT Jasa Marga. Dalam penelitian tersebut menggunakan komponen bunga modal yang dikembangkan oleh Bina Marga melalui proyek *Road User Cost Model* (1991).

Komponen *BOK* pada model ini terdiri dari biaya konsumsi bahan bakar, biaya konsumsi minyak pelumas, biaya pemakaian ban, biaya pemeliharaan, biaya penyusutan, bunga modal, dan biaya asuransi. Meskipun masih banyak komponen lain yang perlu diperhitungkan, komponen tersebut tidak terlalu dominan. Rumus komponen *BOK* pada model ini dapat dilihat dalam rumusan di bawah ini.

a. Konsumsi bahan bakar (*KKB*)

$$\text{Rumus dasar} : KBB = KBB_{\text{dasar}} \times [1 \pm (k_k + k_l + k_r)]$$

$$\text{Golongan I} : Y = 0,0284 V - 3,0644 V + 141,68$$

$$\text{Golongan II} : Y = 2,26533 \times (KBB_{\text{dasar}} \text{ Golongan I})$$

$$\text{Golongan III} : Y = 2,90805 \times (KBB_{\text{dasar}} \text{ Golongan I})$$

$k_k$  = faktor koreksi akibat kelandaian

$k_l$  = faktor koreksi akibat kondisi arus lalu lintas

$k_r$  = faktor koreksi akibat kekasaran jalan

$V$  = kecepatan kendaraan (km/jam)

Tabel 2.1. Faktor Koreksi Konsumsi Bahan Bakar Dasar Kendaraan

Faktor koreksi akibat kelandaian negatif ( $k_k$ )	$g < -5\%$	-0,337
	$-5\% \leq g < 0\%$	-0,158
Faktor koreksi akibat kelandaian positif ( $k_k$ )	$0\% \leq g < 5\%$	0,400
	$g \geq 5\%$	0,820
Faktor koreksi akibat kondisi arus lalu lintas ( $k_l$ )	$0 \leq NVK < 0,6$	0,050
	$0,6 \leq NVK < 0,8$	0,185
	$NVK \geq 0,8$	0,253
Faktor koreksi akibat kekasaran jalan ( $k_r$ )	$< 3 \text{ m/km}$	0,035
	$\geq 3 \text{ m/km}$	0,085

Sumber : LAPI – ITB (1997)

Keterangan :  $g$  = kelandaian

$NVK$  = nisbah volume per kapasitas

b. Konsumsi minyak pelumas

Besarnya konsumsi dasar minyak pelumas (liter/km) sangat tergantung pada kecepatan kendaraan dan jenis kendaraan. Konsumsi dasar ini kemudian dikoreksi lagi menurut tingkat kekasaran jalan. Konsumsi dasar minyak

pelumas dan nilai koreksi untuk tingkat kekasaran jalan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.2. Faktor Koreksi Konsumsi Bahan Bakar Dasar Kendaraan

Kecepatan (km/jam)	Jenis Kendaraan		
	Golongan I	Golongan II	Golongan III
10 - 20	0,0032	0,006	0,0049
20 - 30	0,003	0,0057	0,0049
30 - 40	0,0028	0,0055	0,0044
40 - 50	0,0027	0,0054	0,0043
50 - 60	0,0027	0,0054	0,0043
60 - 70	0,0029	0,0055	0,0044
70 - 80	0,0031	0,0057	0,0046
80 - 90	0,0033	0,006	0,0049
90 - 100	0,0035	0,0064	0,0053
100 - 110	0,0038	0,007	0,0059

Sumber : LAPI – ITB (1997)

Tabel 2.3. Faktor Koreksi Konsumsi Pelumas Terhadap Kondisi Kekasaran Jalan

Kondisi Kekasaran	Faktor Koreksi
< 3 m/km	1
> 3 m/km	1,5

Sumber : LAPI – ITB (1997)

c. Biaya pemakaian ban

Besarnya biaya pemakaian ban sangat tergantung pada kecepatan kendaraan dan jenis kendaraan.

Kendaraan golongan I :  $Y = 0,0008848 V - 0,0045333$

Kendaraan golongan II :  $Y = 0,0012356 V - 0,0064667$

Kendaraan golongan III :  $Y = 0,0015553 V - 0,0059333$

$Y$  = pemakaian ban per 1000 km

d. Biaya pemeliharaan

Komponen biaya pemeliharaan yang paling dominan adalah biaya suku cadang dan upah montir.

a) Suku cadang

$$\text{Kendaraan golongan I} \quad : Y = 0,0000064 V - 0,0005567$$

$$\text{Kendaraan golongan II} \quad : Y = 0,0000332 V - 0,0020891$$

$$\text{Kendaraan golongan III} \quad : Y = 0,0000191 V - 0,0015400$$

$Y$  = biaya pemeliharaan suku cadang per 1000 km

b) Montir

$$\text{Kendaraan golongan I} \quad : Y = 0,00362 V - 0,36267$$

$$\text{Kendaraan golongan II} \quad : Y = 0,02311 V - 1,97733$$

$$\text{Kendaraan golongan III} \quad : Y = 0,01511 V - 0,2120$$

$Y$  = jam kerja montir per 1000 km

e. Biaya penyusutan

Biaya penyusutan hanya berlaku untuk perhitungan *BOK* pada jalan tol dan jalan arteri, besarnya berbanding terbalik dengan kecepatan kendaraan.

$$\text{Kendaraan golongan I} \quad : Y = 1 / (2,5 V + 125)$$

$$\text{Kendaraan golongan II} \quad : Y = 1 / (9,0 V + 450)$$

$$\text{Kendaraan golongan III} \quad : Y = 1 / (6,0 V + 300)$$

$Y$  = biaya penyusutan per 1000 km

f. Bunga modal

Menurut *Road User Cost Model* (1991), biaya bunga modal per kendaraan per 1000 km adalah sebesar 0,22 % dari harga kendaraan baru.

g. Biaya asuransi

Besarnya biaya asuransi berbanding terbalik dengan kecepatan. Semakin tinggi kecepatan kendaraan, semakin kecil biaya asuransi.

Kendaraan golongan I :  $Y = 38 / (500 V)$

Kendaraan golongan II :  $Y = 6 / (2571,42857 V)$

Kendaraan golongan III :  $Y = 61 / (171,28571 V)$

$Y$  = biaya asuransi per 1000 km

2. Persamaan BOK model DLLAJ Denpasar – *Public Transport Study Concultant*

Apabila dilihat dari rumus yang dikembangkan oleh Chesser dan Harrison 1987 (dalam Cahyani, N.K.B. 2000), secara umum konsumsi bahan bakar sangat berhubungan erat dengan kecepatan, sehingga dapat dirumuskan dengan persamaan :  $F = a + b/v + cv^2$ , dimana  $a$  adalah konstanta dan  $b, c$  adalah koefisien regresi yang disesuaikan dengan kondisi lalu lintas di negara yang ditinjau. Pada tahun 1999, DLLAJ Denpasar yang bekerja sama dengan *Public Transport Study Concultant* dalam proyek *Bali Urban Infrastructure Project* (BUIP) melakukan penelitian untuk memperkirakan besarnya biaya operasional kendaraan di kawasan Denpasar yang hanya berdasarkan konsumsi bahan bakar. Penelitian tersebut menghasilkan besarnya nilai  $a$ ,  $b$ , dan  $c$ . Persamaan BOK hasil penelitian DLLAJ Denpasar dan *Public Transport Study Concultant* inilah yang akan digunakan dalam perhitungan biaya kemacetan di kawasan Solo Grand Mall.

## **2.9. Biaya Kemacetan Lalu Lintas**

Biaya kemacetan didefinisikan sebagai biaya tambahan perjalanan sebagai akibat adanya tambahan waktu perjalanan, baik yang disebabkan oleh tundaan lalu lintas maupun volume kendaraan yang melebihi kapasitas pelayanan jalan. Konsep dari biaya kemacetan adalah memperlakukan jalan sebagai barang ekonomi, yaitu pelaku perjalanan harus membayar biaya marginal sosial sehingga dapat membuat keputusan yang benar dalam melakukan suatu perjalanan. (Hutahuruk 1994 dalam Cahyani, N.K.B. 2000)

Menurut Vikrey (dalam Hendrawan, I G.S., 2003), kemacetan dapat dibedakan menjadi lima tipe, yaitu :

### **1. *Simple interaction***

Kemacetan ini terjadi pada level arus lalu lintas rendah, dimana jumlah unit mobil yang ada masih sedikit. Tundaan yang terjadi juga minimal dan biasanya para pelaku perjalanan sangat berhati-hati dalam berkendara untuk menghindari kecelakaan.

### **2. *Multiple interaction***

Kemacetan ini terjadi pada level arus lalu lintas yang lebih tinggi, walaupun kapasitas jalan belum tercapai. Tambahan kendaraan menyebabkan makin terhalangnya kendaraan lain atau menambah jumlah antrian yang sudah ada di jalan tersebut.

### **3. *Bottleneck situations***

Kondisi kemacetan ini terjadi bila kapasitas jalan tercapai, yaitu kapasitas sama dengan volume kendaraan. Apabila arus yang ada berkurang dan



kapasitas jalan lebih besar dari volume kendaraan, maka kemacetan akan kembali pada kondisi *Simple Interaction* dan *Multiple Interaction*.

#### 4. *Triggerneck situations*

Secara ekstrim kondisi kemacetan ini dapat dijelaskan bahwa arus lalu lintas menjadi benar-benar berhenti, dan baru bisa berjalan lagi setelah beberapa kendaraan keluar dari ruas jalan yang menjadi pusat kemacetan itu.

#### 5. *Network and control congestion*

Kemacetan jenis ini terjadi akibat adanya kebijakan yang ditetapkan untuk mengatasi masalah kemacetan, kebijakan tersebut menjadi penyebab kemacetan baru pada jalan yang berbeda.

Tzedakis 1980 (dalam Hendrawan, I G.S. 2003), menyatakan bahwa rendahnya kecepatan kendaraan adalah penyebab utama kemacetan. Hal ini diperlihatkan dengan terjadinya antrian pada bagian jalan yang seharusnya bebas hambatan dan antrian yang terjadi di luar jam-jam sibuk. Asumsi-asumsi yang dipakai dalam model biaya kemacetan Tzedakis ini adalah :

- a. Kemacetan disebabkan oleh kendaraan berkecepatan rendah yang menghalangi laju kendaraan dengan kecepatan tinggi yang berada dibelakangnya.
- b. Arus lalu lintas diperlakukan sebagai arus heterogen. Kondisi ini menyebabkan hasil pembebanan biaya kemacetan dapat lebih seimbang karena nilai ekivalensi mobil penumpang sebagai faktor konversi umum tidak digunakan, sehingga dapat diketahui besarnya biaya kemacetan untuk masing-masing jenis kendaraan.

- c. Kecepatan sebagai suatu fungsi kepadatan diabaikan. Hal ini berarti bahwa kecepatan kendaraan rendah dianggap sebagai suatu sebab dan bukan akibat dari kemacetan, terbukti dengan kemacetan yang dapat terjadi di luar jam-jam sibuk atau saat kapasitas jalan belum tercapai akibat adanya tundaan.
- d. Tundaan-tundaan yang terjadi diasumsikan rata-rata disebabkan oleh kendaraan yang melaju dengan kecepatan rendah sehingga menghalangi kendaraan dengan kecepatan tinggi yang berada dibelakangnya.
- e. Perilaku kendaraan yang bersifat stokastik turut dipertimbangkan. Kondisi stokastik disini berarti perilaku kecepatan kendaraan yang masih berupa perkiraan awal dan belum terjadi atau baru mungkin akan terjadi turut dianalisis, namun keakuratan hasilnya perlu dibandingkan dengan realitas yang ada.
- f. Kondisi dibuat dimana kendaraan tidak dimungkinkan untuk saling mendahului (*overtaking*), namun perbedaan kecepatan antar jenis kendaraan tetap ada.

Jadi, biaya kemacetan yang disebabkan oleh lalu lintas yang lambat per satuan waktu diperkirakan sebagai berikut : akibat kendaraan yang melaju dengan kecepatan rendah, kendaraan yang melaju dengan kecepatan tinggi mengalami tundaan selama perjalanannya. Kemudian dilakukan penjumlahan terhadap waktu antrian dan jumlah panjang jalan sejauh kendaraan tersebut mengalami antrian. Nilai perkiraan antrian yang dialami kendaraan dengan kecepatan tinggi akibat kendaraan yang berkecepatan rendah kemudian dihitung. Berdasarkan perkiraan nilai waktu antrian tersebut lalu dihitung perkiraan nilai biaya tundaan dan

perubahan biaya operasional kendaraan. Nilai biaya yang disebabkan kendaraan berkecepatan rendah per jam diperkirakan dengan mengalikan biaya perjalanan tiap kendaraan dengan jumlah perjalanan kendaraan dibagi dengan satuan waktu (jam).

Pemilihan model Tzedakis untuk menghitung biaya kemacetan pada penelitian ini didasarkan pada beberapa kelebihan yang ada pada model ini, yaitu :

- a. Perhitungan biaya kemacetan dapat diperkirakan lebih rinci karena dapat ditentukan dalam satuan Rp/jam, Rp/hari, Rp/bulan, dan Rp/tahun untuk masing-masing jenis kendaraan.
- b. Pembebanan biaya lebih adil karena mempertimbangkan perbedaan tingkat kecepatan kendaraan yang rendah dan tinggi.
- c. Lebih realistis karena penyeragaman arus lalu lintas diabaikan, sehingga biaya kemacetan tiap jenis kendaraan dapat diketahui.
- d. Harus mengetahui berbagai tingkat kecepatan untuk tiap jenis kendaraan, sehingga membutuhkan banyak waktu, dana, dan tenaga dalam survey di lapangan untuk memperoleh data.
- e. Variabel-variabel penentu biaya kemacetan seperti biaya operasional kendaraan dan nilai waktu harus benar-benar berdasarkan penelitian yang teruji dan teliti untuk menghasilkan perhitungan biaya kemacetan yang lebih akurat.

## **2.10. Nilai Waktu Perjalanan**

Nilai waktu perjalanan adalah sejumlah uang yang disediakan seseorang untuk dikeluarkan yang bertujuan untuk menghemat satu unit waktu pekerjaan.

Untuk menghitung biaya kemacetan, sangat penting mengubah waktu perjalanan menjadi sebuah nilai uang. Terdapat banyak pendekatan yang dapat digunakan untuk mengubah waktu menjadi nilai uang. Yang paling umum digunakan adalah metode pendekatan pendapatan (*income approach*) dan metode pendekatan pilihan moda angkutan (*mode choice approach*). Metode pendekatan pendapatan sangat sederhana karena hanya dua faktor yang diperhitungkan, yaitu pendapatan per kapita dan jumlah waktu tahunan kerja seseorang. Sedangkan pada metode pendekatan pilihan moda angkutan, nilai waktu diperoleh dengan jalan memperkirakan perbandingan pilihan dari arus lalu lintas moda tertentu.

Metode penghitungan nilai waktu pada penelitian ini akan menggunakan pendekatan pendapatan. Nilai waktu yang digunakan untuk perhitungan biaya kemacetan pada penelitian ini adalah nilai waktu perjalanan sewaktu berada dalam kendaraan dengan tujuan bekerja dan bukan bekerja. Nilai perjalanan bukan bekerja ditetapkan 25 % dari nilai perjalanan bekerja. (LAPI-ITB, 1997)