

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Fungsi Jalan**

Pada hakekatnya jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan 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 (Undang-Undang No.38 Tahun 2004). Menurut MKJI 1997 fungsi jalan secara umum adalah menghubungkan satu tempat dengan tempat lainnya.

Berdasarkan fungsinya jalan dapat dibedakan menjadi :

##### 1. Jalan Arteri

Jalan arteri adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan primer dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna

##### 2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi yang mempunyai jenis perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

##### 3. Jalan Lokal

Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat menggunakan karakteristik ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

#### **2.2 Jalan Tol**

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 tahun 2005 tentang Jalan Tol, jalan tol adalah jalan yang merupakan bagian sistem jaringan

jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diharuskan untuk membayar tol.

Umumnya jalan tol lebih dikenal di Indonesia dengan istilah jalan bebas hambatan yang bertujuan untuk mempersingkat waktu tempuh dari satu daerah ke daerah lainnya. Jalan tol memang dibentuk bebas hambatan sehingga laju kendaraan rata-rata melaju dalam kecepatan tinggi di atas 40 km/jam. Kendaraan yang diperbolehkan untuk menggunakan jalan tol terdiri dari mobil, truk hingga bus. Untuk dapat melewati jalan tol umumnya pengemudi akan dikenakan tarif tertentu saat memasuki gerbang tol. Sebelum era modernisasi dibutuhkan uang *cash* untuk membayar tiket tol namun seiring berkembangnya teknologi saat ini pembayaran menggunakan *e-toll card*. *E-toll card* yaitu sebuah kartu yang berisi uang dalam bentuk *e-money* yang dapat digunakan untuk membayar tarif tol.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 16/PRT/M/2014, pasal 3, Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol (SPMJT) mencakup substansi pelayanan, diantaranya yaitu :

1. Kondisi jalan tol
2. Kecepatan tempuh rata-rata
3. Aksesibilitas
4. Mobilitas
5. Keselamatan
6. Unit pertolongan/penyelamatan dan bantuan pelayanan
7. Lingkungan
8. Tempat Istirahat (TI), dan Tempat Istirahat Pelayanan (TIP)

Diantara substansi pelayanan tersebut, yang ditinjau dalam tugas akhir ini adalah substansi pada poin ketiga yaitu tentang aksesibilitas, seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1** Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol 2014

Substansi pelayanan	standar pelayanan minimal		
	Indikator	Cakupan/Lingkup	Tolak ukur
Aksesibilitas	Kecepatan transaksi rata-rata	Gerbang tol sistem terbuka	Maks. 6 detik setiap kendaraan
		Gerbang tol sistem tertutup	Maks. 5 detik setiap kendaraan Maks. 9 detik setiap kendaraan
		Gardu masuk	
		Gardu keluar	
	Jumlah antrian kendaraan	Gerbang Tol Otomatis (GTO) Gardu tol ambil kartu Gardu tol transaksi	Maks. 4 detik setiap kendaraan Maks. 5 detik setiap kendaraan
Gardu tol		Maks. 10 kendaraan per gardu dalam kondisi normal	

(Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol, 2014)

### 2.2.1 Gerbang Tol

Pada jalan bebas hambatan atau yang disebut dengan jalan tol terdapat gerbang tol. Menurut info tol tahun 2005, gerbang tol adalah tempat pelayanan transaksi tol yang diperuntukan pengguna tol yang terdiri dari beberapa gardu dan sarana perlengkapan lainnya. Gerbang tol atau gardu tol digunakan sebagai tempat pekerja untuk melayani proses transaksi pembayaran tiket tol kepada pengguna jalan tol. Pada gerbang tol terdapat beberapa aturan, diantaranya sebagai berikut :

1. Gardu masuk merupakan untuk melayani pemberian tiket tanda masuk kepada pengguna jalan tol.
2. Gardu keluar untuk melayani transaksi kepada pengguna tol.

### 2.2.2 Sistem Gerbang Tol

Tol adalah sistem yang dibangun di jalan yang dimaksudkan untuk menyediakan fasilitas bagi pengguna jalan dengan mengurangi waktu tempuh rata-rata, meningkatkan kecepatan, keselamatan dan meningkatkan kapasitas ruas jalan.

Tol telah menjadi sarana untuk menghasilkan pendapatan dalam membangun jalan bebas hambatan dengan mengurangi masalah kemacetan di banyak jaringan jalan yang ada.

Menurut PP Nomor 15 Tahun 2005, terdapat dua sistem pada gerbang tol, yaitu:

1. Sistem tertutup adalah sistem pengumpulan tol yang kepada penggunanya diwajibkan mengambil tanda masuk pada gerbang masuk dan membayar tol pada gerbang keluar.
2. Sistem terbuka adalah sistem pengumpulan tol yang kepada penggunanya diwajibkan membayar tol pada saat melewati gerbang masuk atau gerbang keluar

### **2.2.3 Pelayanan Jalan Tol**

Pelayanan jalan tol merupakan hal penting yang harus diberikan oleh pengelola terhadap pengguna jalan tol agar pengguna mendapatkan layanan sesuai dengan biaya yang telah dibayarkannya. Terdapat tiga jenis pelayanan jalan tol, yaitu:

#### **1. Pelayanan Transaksi**

Pelayanan transaksi terlihat jelas pada pengumpul tol karena langsung berhadapan dengan pengemudi. Jadi, dengan adanya dinamika dan perkembangan tuntutan dari pemakai jalan tol, maka perlu diberikan citra yang baik kepada masyarakat mengenai pelayanan saat melakukan transaksi. Pengumpul tol/gerbang tol merupakan bagian penting pelayanan jalan tol. Perilaku pelayanan di gerbang tol merupakan cerminan dari sebagian besar pelayanan yang diberikan.

#### **2. Pelayanan Lalu Lintas**

Pelayanan ini dapat dilihat dari kejadian-kejadian yang terjadi sepanjang jalan tol. Misalnya mengurangi angka kecelakaan pada jalan tol, dengan cara disediakan fasilitas patrol, ambulans, pemadam kebakaran, dan kendaraan *rescue* yang dapat digunakan oleh pengguna jalan tol pada saat mengalami

kesulitan, dan penanggulangan longsor/banjir yang terjadi pada beberapa bagian jalan tol.

#### 2.2.4 Waktu Transaksi Rata-Rata

Waktu transaksi rata-rata merupakan waktu transaksi yang diberikan penyedia jasa dalam melayani penerima jasa secara efektif dan efisien dengan memperhatikan waktu yang cepat dan tepat sehingga penerima jasa merasa puas akan pelayanannya, pada umumnya waktu transaksi rata-rata pada gerbang tol yaitu 3 – 4 detik.

Waktu transaksi pada gerbang tol otomatis didefinisikan sebagai waktu ketika pengemudi menempelkan kartu *e-toll* pada mesin *Automatic Lane Barrier* (ALB) terbuka atau *Customer Display Panel* (CDP) memberikan lampu hijau (PT Jasa Marga).



(Sumber gambar: <https://twitter.com/PTLINTASMARGA>)

**Gambar 2.1** Gerbang tol otomatis

### 2.3 Bahu Jalan

Menurut (Alamsyah 2001) Bahu jalan adalah daerah yang disediakan ditepi luar jalan antara lapis perkerasan dengan kemiringan badan jalan (talud) yang bermanfaat bagi lalu lintas. Bahu jalan mempunyai kemiringan untuk keperluan pengaliran air dari permukaan jalan dan juga untuk memperkokoh konstruksi jalan. Penempatan bahu jalan pada sisi kiri dan kanan dalam untuk jalan dengan kelengkapan median.

Bahu jalan dibuat untuk memberikan sokongan samping terhadap konstruksi perkerasan. Bahu jalan dapat juga terdapat ditepi dalam badan jalan khususnya pada jalan yang menggunakan median. Disamping itu bahu jalan juga bermanfaat terhadap :

- a. Sebagai raung untuk menempatkan rambu-rambu lalu lintas
- b. Sebagai tempat parkir sementara untuk keadaan darurat
- c. Untuk memberikan kenyamanan dan kebebasan samping

#### **2.4 Median**

Median adalah suatu jalur yang memisahkan dua lajur lalu lintas yang berlawanan arah. Untuk jalan yang memiliki 4 lajur atau lebih pada lalu lintas dua arah diperlukan median (Alamsyah 2001). Fungsi dari median diantaranya sebagai berikut :

- a. Menyediakan daerah netral yang diperlukan bagi kendaraan dalam keadaan bahaya
- b. Menyediakan ruang untuk berputar pada arah yang berlawanan.
- c. Menyediakan ruang untuk kanalisasi arus yang berpindah (*channelize traffic*)
- d. Menyediakan ruang perlindungan bagi pejalan kaki

#### **2.5 Antrian**

Menurut Siagian (1987), suatu antrian ialah suatu garis tunggu dari nasabah yang memerlukan layanan dari satu atau lebih pelayanan (fasilitas layanan). Antrian merupakan suatu peristiwa yang biasa terjadi dalam kehidupan sehari-hari, antrian dapat terjadi jika suatu tempat layanan melebihi kapasitas yang dilayani. Pada banyak kasus, tambahan fasilitas pelayanan dapat mengurangi panjangnya antrian, akan tetapi biaya untuk menambahkan fasilitas pelayanan dapat menimbulkan pengurangan keuntungan, sebaliknya jika sering terjadi antrian dapat mengakibatkan hilangnya pelanggan.

Setiap aktivitas manusia akan selalu terdapat proses yang akan menimbulkan deretan tunggu atau disebut antrian. Deretan atau antrian tersebut timbul akibat dari

fasilitas yang ada, baik itu berupa pelayanan seorang manusia atau mesin yang tersedia secara terbatas, sehingga tidak bisa memenuhi pelayanan secara bersamaan. Studi tentang antrian bukan merupakan hal yang baru.

Model sistem antrian adalah representasi abstrak yang tujuannya adalah untuk mengisolasi faktor-faktor yang berhubungan dengan kemampuan sistem untuk memenuhi permintaan layanan yang kejadian dan durasinya acak. Biasanya, model antrian sederhana ditentukan dalam hal proses kedatangan, mekanisme layanan, dan disiplin antrian. Proses kedatangan menentukan struktur probabilistik dari cara permintaan untuk layanan terjadi dalam waktu, mekanisme layanan menentukan jumlah fasilitas layanan dan struktur probabilistik dari durasi waktu yang diperlukan untuk melayani "pelanggan", dan disiplin antrian menentukan urutan pemilihan pelanggan yang menunggu dari antrian untuk layanan (Robert B. Cooper, 1981)

Terjadinya antrian kendaraan selama waktu kemacetan merupakan sumber utama keterlambatan yang perlu dipertimbangkan yang akan berakibat pada menurunnya kinerja sistem jaringan jalan, terutama antrian kendaraan yang terjadi di depan pintu gerbang tol atau antrian kendaraan yang terjadi pada setiap lengan persimpangan berlampu lalu lintas, dan banyak sekali kejadian lainnya yang terjadi sehari-hari yang dapat dijelaskan dengan bantuan analisis teori antrian.

Dalam sistem antrian terdapat beberapa komponen dasar proses antrian meliputi:

1. Kedatangan populasi

Meliputi tingkat kedatangan rata-rata dan probabilitas distribusi pelayanan. Pada masalah antrian melibatkan kedatangan, seperti kendaraan, orang, dan panggilan telepon untuk dilayani.

2. Tingkat pelayanan

Dalam tingkat pelayanan ini meliputi waktu pelayanan dan jumlah kendaraan yang dapat dilayaninya.

3. Mekanisme dan jumlah fasilitas pelayanan

Mekanisme pelayanan adalah terdapat satu atau lebih fasilitas pelayanan. Tiap-tiap fasilitas pelayanan kadang-kadang disebut sebagai saluran (Schroeder, 1997). Dapat dilihat pada jalan tol yang memiliki beberapa gardu. Mekanisme pelayanan memiliki tiga aspek yang perlu diperhatikan yaitu:

a. Tersedianya pelayanan

Dalam mewujudkan terjadinya suatu mekanisme pelayanan dibutuhkan ketersediaan fasilitas pelayanan, namun fasilitas pelayanan tidak selalu tersedia untuk setiap saat. Seperti pada bioskop, yang memiliki loket penjualan karcis namun hanya dibuka pada waktu tertentu, sehingga pada saat loket ditutup tidak terjadi mekanisme pelayanan.

b. Kapasitas pelayanan

Dalam mengukur kapasitas pelayanan dapat diukur berdasarkan jumlah kendaraan yang tidak dapat dilayani secara bersama-sama pada fasilitas pelayanan. Maka dari itu fasilitas pelayanan pada gerbang tol memiliki lebih dari satu fasilitas pelayanan, sehingga dapat melayani kendaraan secara bersama-sama.

c. Lama pelayanan

Lama pelayanan merupakan waktu yang dibutuhkan fasilitas pelayanan dalam melayani kendaraan, seperti pada proses transaksi pada gerbang tol. Lama pelayanan ini dapat mempengaruhi antrian.

4. Disiplin antrian

Disiplin antrian menentukan dimana satuan lalu lintas yang tiba akan dilayani, seperti kendaraan yang mengantri pada gerbang tol. Terjadinya antrian bergantung pada sifat kedatangan dan proses pelayanan. Jika tidak ada antrian berarti terdapat pelayanan yang menganggur atau kelebihan fasilitas pelayanan (Mulyono, 1991).

### 2.5.1 Kedatangan Populasi

Populasi yang akan dilayani (*calling population*), setiap masalah antrian melibatkan kedatangan, misalnya orang, mobil, panggilan telepon untuk dilayani, dan lain – lain. Unsur ini sering dinamakan proses *input*. Proses *input* meliputi sumber kedatangan atau biasa dinamakan *calling population*, dan cara terjadinya kedatangan yang umumnya merupakan variabel acak. Menurut Levin (2002), variabel acak adalah suatu variabel yang dapat menghasilkan nilai berapa saja sebagai hasil dari percobaan acak. Variabel acak dapat berupa diskrit atau kontinu. Bila variabel acak hanya dimungkinkan memiliki beberapa nilai saja, maka ia merupakan variabel acak diskrit. Sebaliknya bila nilainya dimungkinkan bervariasi pada rentang tertentu, ia dikenal sebagai variabel acak kontinu.

### 2.5.2 Tingkat Pelayanan Antrian

Tingkat pelayanan merupakan jumlah kendaraan atau manusia yang dapat dilayani pada suatu tempat pelayanan dalam satuan waktu tertentu, satuan tingkat pelayanan ini dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau orang/menit.

Tingkat pelayanan biasanya berhubungan dengan waktu pelayanan. Waktu pelayanan adalah waktu tempuh yang dibutuhkan oleh satu tempat pelayanan dalam melayani satu kendaraan atau orang, satuan waktu pelayanan ini adalah menit/kendaraan atau menit/orang. Lama waktu pelayanan pada saat melakukan transaksi pembayaran yang tidak sebanding dengan tingkat kedatangan kendaraan dapat menyebabkan antrian di gardu tol tersebut semakin panjang (Neneng Winarsi & Jennie Kusumaningrum, 2013). (Winarsih & Kusumaningrum, 2013)

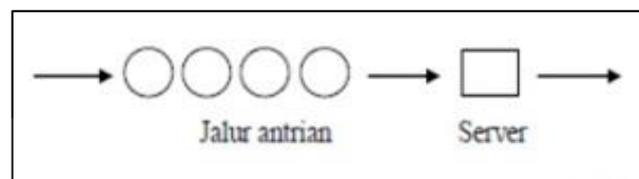
### 2.5.3 Mekanisme dan jumlah Gerbang Pelayanan

Mekanisme pelayanan terdiri dari satu atau lebih fasilitas yang seri. Setiap fasilitas dapat mempunyai satu atau lebih gerbang pelayanan yang paralel. Jika sistem mempunyai lebih dari satu fasilitas pelayanan maka populasi akan menerima pelayanan secara seri yaitu harus melewati rangkaian pelayanan lebih dahulu, baru boleh meninggalkan sistem. Jika sistem mempunyai lebih dari satu gerbang pelayanan yang paralel, maka beberapa populasi dapat melayani secara simultan.

Suatu model antrian disebut layanan tunggal, apabila sistem hanya mempunyai satu gerbang pelayanan dan disebut model pelayanan ganda apabila sistem mempunyai sejumlah satuan pelayanan paralel yang masing-masing dilayani oleh seperangkat pelayanan.

Dari beberapa model struktur antrian dasar yang paling sesuai dengan gerbang tol yaitu sistem antrian :

### 1. *Single Channel – Single Phase*

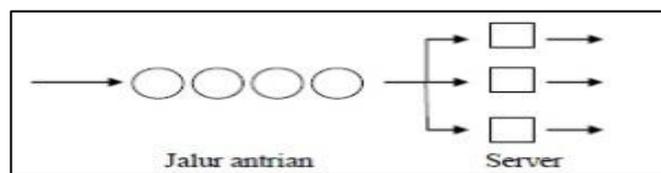


(Sumber gambar: <https://komekstensi.wordpress.com/author/ilkomeks2013/>)

**Gambar 2.2** *Single Channel – Single Phase*

*Single Channel* adalah hanya ada satu jalur yang memasuki sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan, sedangkan *Single Phase* berarti hanya ada satu fasilitas pelayanan. Contohnya yaitu gerbang tol yang memiliki satu gardu tol dengan satu jalur antrian dan kantor pos yang hanya mempunyai satu loket pelayanan ataupun supermarket yang hanya memiliki satu kasir sebagai tempat pembayaran.

### 2. *Multi Channel – Single Phase*



(Sumber gambar: <https://komekstensi.wordpress.com/author/ilkomeks2013/>)

**Gambar 2.3** *Multi Channel - Single Phase*

Dalam sistem antrian ini terdapat dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal. Contohnya, merupakan antrian pada sebuah bank

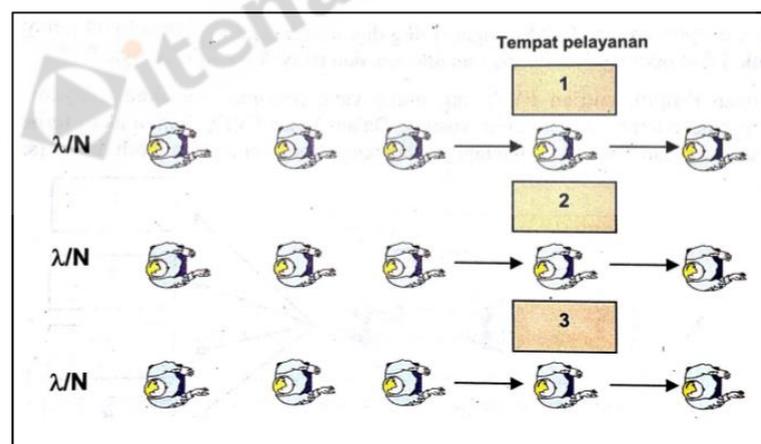
dengan beberapa teller, pembelian tiket atau karcis yang dilayani oleh beberapa loket seperti pada gerbang tol yang mempunyai beberapa gardu.

#### 2.5.4 Disiplin Antrian

Disiplin antrian adalah pengertian tentang bagaimana tata cara kendaraan atau manusia mengantri. Beberapa jenis disiplin antrian yang sering digunakan dalam bidang transportasi atau arus lalu lintas (Hobbs, 1979). Dari beberapa disiplin antrian, parameter yang cocok digunakan dalam menganalisis antrian untuk gerbang tol adalah *First In First Out* (FIFO).

##### 1. *First In First Out* (FIFO)

Antrian FIFO sangat sering digunakan di bidang transportasi di mana orang dan/atau kendaraan yang pertama tiba pada suatu tempat pelayanan akan dilayani pertama. Disiplin antrian FIFO ini sering dijumpai pada saat antrian kendaraan yang terbentuk di depan pintu gerbang tol, atau antrian manusia pada loket pembayaran listrik atau telepon, loket pelayanan bank. (Tamin, 2008).

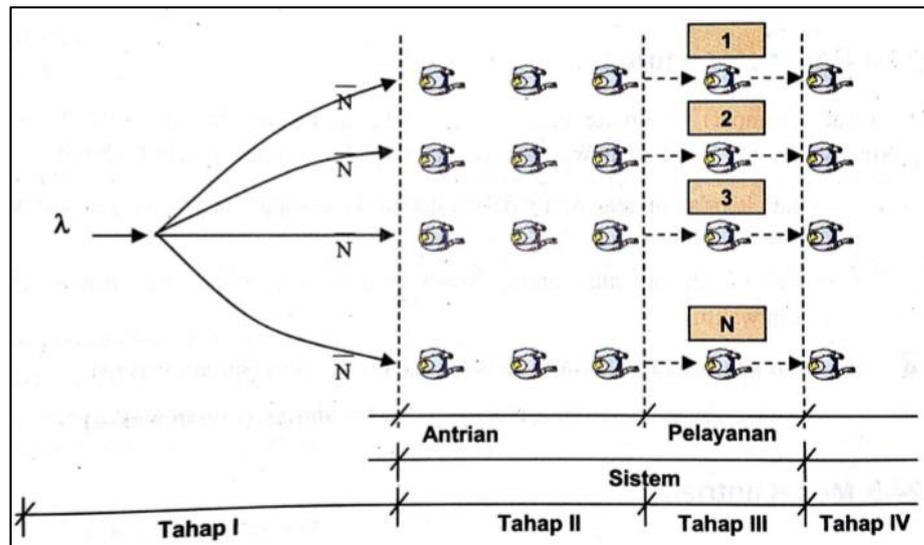


(Sumber gambar: Buku Perencanaan, pemodelan, dan rekayasa transportasi, 2008)

Gambar 2.4 Disiplin antrian FIFO

#### 2.5.5 Proses Antrian

Untuk memahami lebih lanjut tentang antrian, hal utama yang diperlukan adalah mengetahui bagaimana proses terjadinya antrian. Proses terjadinya antrian ini terbagi menjadi 4 (empat) tahap, seperti yang dijelaskan pada **Gambar 2.4**.



(Sumber gambar: Buku Perencanaan, pemodelan, dan rekayasa transportasi, 2008)

Gambar 2.5 Proses terjadinya antrian

Tahap I : di mana arus lalu lintas bergerak dengan kecepatan tertentu menuju suatu tempat pelayanan. Jika digunakan disiplin antrian FIFO dan terdapat lebih dari 1 (satu) tempat pelayanan, bisa diasumsikan bahwa tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) tersebut akan membagi dirinya secara merata untuk setiap tempat pelayanan.

Tahap II : di tahap ini arus lalu lintas mulai bergabung dengan antrian yang menunggu untuk dilayani, waktu antrian merupakan waktu sejak kendaraan mulai bergabung dengan antrian sampai dengan waktu kendaraan mulai dilayani.

Tahap III : pada tahap ketiga, arus lalu lintas dilayani oleh suatu tempat pelayanan, jadi waktu pelayanan (WP) adalah waktu sejak dimulainya kendaraan dilayani sampai dengan waktu kendaraan selesai dilayani.

Tahap IV : di tahap yang terakhir ini arus lalu lintas sudah mulai meninggalkan tempat pelayanan dan melanjutkan kembali perjalanannya.

## 2.6 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu ruas jalan. Data pencacahan volume lalu lintas adalah informasi yang diperlukan untuk fase perencanaan, desain, manajemen hingga

pengoperasian jalan (Sukirman 1994). Menurut Sukirman (1994), volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur, satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan adalah lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan dan kapasitas.

Menurut Kepmen PU No 370/KPTS/M/2007 kendaraan dikelompokkan menjadi beberapa golongan, yaitu :

- Golongan I = sedan, jip, *Pick Up*/Truk Kecil, dan Bus
- Golongan II = truk dengan 2 (dua) gandar
- Golongan III = truk dengan 3 (tiga) gandar
- Golongan IV = truk dengan 4 (empat) gandar
- Golongan V = truk dengan 5 (lima) gandar

#### 1. Volume Jam Perencanaan

Arus lalu lintas bervariasi dari jam ke jam berikutnya dalam satu hari. LHR dan LHRT adalah hanya merupakan volume lalu lintas dalam satu hari, sehingga tidak dapat memberikan gambaran perubahan-perubahan yang terjadi pada berbagai jam dalam hari (nilainya dapat bervariasi antara 0 – 100% LHR). LHR dan LHRT tidak dapat langsung digunakan dalam perencanaan geometrik.

Untuk keperluan perencanaan geometrik jalan (menghitung jumlah lajur jalan dan fasilitas lalu lintas lainnya yang diperlukan) digunakan volume lalu lintas dalam satu jam (Volume Jam Perencanaan, VJP atau Volume Jam Rencana, VJR). Volume Jam Perencanaan (VJP) atau Volume Jam Rencana (VJR) adalah prakiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/jam. Volume Lalu Lintas Harian Rencana (VLHR) adalah prakiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam SMP/hari. Volume Jam Perencanaan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$VJP = LHR \times K \dots\dots\dots(2.1)$$

Di mana:

VJP = volume jam perencanaan, yaitu jumlah lalu lintas yang direncanakan akan melintasi suatu penampang jalan selama satu jam untuk perencanaan (Suwardo, Imam Haryanto 2018).

LHR = Lalu Lintas Harian Rata-Rata.

K = faktor VJP, dipengaruhi oleh pemilihan jam sibuk seberapa, serta jenis jalan antar kota (bernilai 10 – 15%) atau jalan dalam kota (bernilai lebih kecil) (Suwardo dan Imam Haryanto 2018).

## 2.7 Kecepatan Kendaraan

Kecepatan merupakan kemampuan untuk menempuh jarak tertentu dalam satuan waktu yang dinyatakan kilometer per jam (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 111, 2015).

Kecepatan dinyatakan sebagai laju dari suatu pergerakan kendaraan dihitung dalam jarak persatuan waktu (km/jam) (F.D Hobbs, 1995). Kecepatan terbagi dalam 3 jenis klasifikasi, diantaranya yaitu :

### 1. Kecepatan setempat (*Spot Speed*)

Kecepatan setempat merupakan kecepatan kendaraan yang diukur pada saat kendaraan melewati suatu titik yang ditentukan. Dalam mengukur kecepatan setempat dapat dilakukan dengan alat ukur dengan sistem radar misalnya menggunakan radar gun. Terdapat 2 (dua) jenis analisis kecepatan setempat yang digunakan untuk studi kecepatan arus lalu lintas, diantaranya yaitu *Time Mean Speed* (TMS) dan *Space Mean Speed* (SMS).

#### a. *Time Mean Speed*

Kecepatan rata-rata waktu merupakan rata-rata dari data kecepatan setempat pada tempat yang sama. Survei dilakukan pada banyak kendaraan di tempat yang sama, nilai rata-rata dari hasil survey menjadi kecepatan setempat rata-rata (*Time Mean Speed*). Kecepatan setempat rata-rata dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$TMS = \frac{\sum U_i}{n} \dots \dots \dots (2.2)$$

di mana :

$U_i$  = *spot speed*

$n$  = banyaknya data

b. *Space Mean Speed*

Kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang menempati bagian jalan selama interval waktu tertentu, kecepatan rata-rata ruang dapat dihitung secara matematis dengan menggunakan persamaan berikut.

$$SMS = \frac{n}{\sum \frac{1}{U_i}} \dots \dots \dots (2.3)$$

di mana :

$U_i$  = *spot speed*

$n$  = jumlah pengamatan

2. Kecepatan Gerak (*Running Speed*)

Kecepatan gerak adalah kecepatan kendaraan pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak, untuk mendapatkan kecepatan gerak yaitu dengan membagi panjang jalur yang ditempuh oleh kendaraan dengan waktu Bergeraknya kendaraan tertentu.

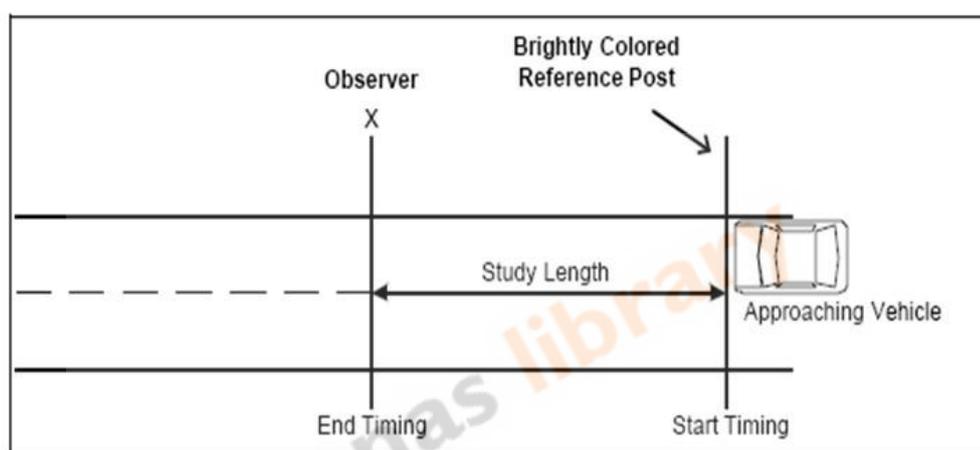
3. Kecepatan Perjalanan (*Journey Speed*)

Kecepatan perjalanan adalah kecepatan kendaraan yang sedang menempuh perjalanan dari suatu tempat ke tempat lain, didapat dengan membagi jarak antara dua tempat dengan lama waktu perjalanan yang dibutuhkan oleh kendaraan.

Perhitungan kecepatan kendaraan dilapangan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, yaitu :

a) *Manual Count*

*Manual Count* adalah pencatatan waktu tempuh kendaraan, seperti kendaraan yang melewati segmen/penggal jalan pengamatan. Pencatatan waktu tempuh ini dilakukan dengan menghidupkan *stopwatch* saat roda depan kendaraan melewati garis injak pertama, seterusnya mengikuti lajur kendaraan, dan *stopwatch* dimatikan tepat pada saat roda kendaraan tersebut melewati garis injak kedua, seperti pada **Gambar 2.6**.



(Sumber gambar: <https://slideplayer.info/slide/3948377/>)

**Gambar 2.6** Survei kecepatan kendaraan menggunakan metode *manual count*

## 2.8 Pemodelan Dengan Vissim

Model dapat dikatakan sebagai media untuk merealisasikan bentuk penyederhanaan suatu realita. Semua model tersebut merupakan cerminan dan penyederhanaan realita untuk maksud dan tujuan tertentu, seperti memberikan penjelasan, pemahaman, dan peramalan (Tamin, 1997).

Dalam pemodelan, sering dijumpai beberapa model utama yang digunakan, yaitu model grafis dan model matematis. Model grafis adalah model yang menggunakan gambar, warna, dan bentuk sebagai media penyampaian informasi mengenai keadaan sebenarnya sedangkan model matematis menggunakan persamaan atau fungsi matematika sebagai media dalam usaha mencerminkan realita.

Walaupun penyederhanaan, model tersebut bisa menjadi sangat rumit dan membutuhkan data yang banyak serta waktu penyelesaian yang sangat lama, maka dari itu dibutuhkan suatu *software* yang membantu untuk mempermudah dalam proses pemodelan, yaitu dapat menggunakan *software* PVT Vissim 9.00.

Vissim adalah perangkat lunak simulasi mikroskopis untuk model lalu lintas perkotaan (PTV-AG, 2015). Vissim adalah simulasi mikroskopik atau mikrosimulasi, yang berarti setiap karakteristik kendaraan dan pejalan kaki akan disimulasikan secara individual. Pengguna dapat memasukkan data-data yang dibutuhkan untuk dianalisis lalu disesuaikan dengan keinginan pengguna. Vissim sudah banyak dipergunakan untuk menganalisis jaringan-jaringan berdasarkan segala jenis ukuran jarak persimpangan individual sampai keseluruhan daerah perkotaan. Dalam menganalisis tingkat pelayanan pada gerbang tol yang ditinjau dari jumlah antrian kendaraan, dimasukkan data volume kendaraan dan kecepatan kendaraan.

### 2.8.1 Kalibrasi Vissim

Kalibrasi berarti menyesuaikan parameter yang bertujuan untuk mendapatkan kesesuaian antara nilai simulasi dengan data yang diamati. Digunakan data arus lalu lintas sebagai perbandingan dalam proses kalibrasi. Dalam *software* Vissim terdapat 168 parameter, dari berbagai banyaknya parameter dipilih beberapa yang sesuai dengan kondisi lalu lintas di Indonesia, bertujuan untuk menghasilkan model yang sesuai dengan kondisi di lapangan (Saputra, 2016). Parameter yang cocok untuk lalu lintas antar kota termasuk jalan tol adalah parameter Widemann 99, yaitu :

1. *Standstill distance* (jarak aman antara dua kendaraan yang berhenti).
2. *Headway time* (perbedaan waktu antara kendaraan yang di depan dengan kendaraan berikutnya, dinyatakan dalam satuan detik).
3. *Following variation* (jarak dari jarak aman kendaraan yang diizinkan sebelum pengemudi mendekati kendaraan yang ada di depannya. Pada *software* Vissim,

nilai *default following variation* tersebut adalah 4 m, menghasilkan proses *following* yang stabil.

4. *Lateral distance behavior* (perilaku pengemudi dalam menjaga jarak aman samping antara kendaraan lain).
5. *Desire position at free flow / Lane change behaviour* (perilaku pengemudi dalam berpindah ke lajur yang kosong untuk mengefisienkan jarak dan waktu).
6. *Observed position at free flow* (pengemudi memiliki kemampuan untuk melihat pergerakan kendaraan lain).

### 2.8.2 Validasi Model Simulasi

Pada proses validasi ini yaitu membandingkan hasil data observasi yang didapatkan di lapangan dengan hasil simulasi pada *software* Vissim. Metode validasi yang digunakan adalah metode rumus dasar *Chisquared* yaitu rumus statistic Geoffrey E. Harvers (Gustavsson, 2007). Pada metode ini terdapat rumus GEH yang dapat dilihat pada persamaan 2.12 dan memiliki ketentuan nilai *error* GEH yang dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \dots \dots \dots (2.4)$$

Di mana :

q = data arus lalu lintas (kendaraan/jam)

**Tabel 2.2** Nilai GEH

Nilai GEH	Keterangan
GEH < 5	Diterima
5 ≤ GEH ≤ 10	Peringatan : Kemungkinan model <i>error</i> atau data buruk
GEH > 10	Ditolak

### 2.9 Karya Ilmiah Sebelumnya

Dalam mengerjakan tugas akhir ini, terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir ini. Adapun penelitian sebelumnya yang menggunakan metode mikrosimulasi Vissim dalam mengevaluasi pelayanan pada gerbang tol yang dapat dilihat pada **Tabel 2.3**

Tabel 2.3 Karya ilmiah sebelumnya

No.	Nama, Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1	Nida Nurfauziyyah Kultsum, 2019	Penilaian Pelayanan Gerbang Tol Pasteur 1 Ditinjau Dari Jumlah Antrian Kendaraan Menggunakan Mikrosimulasi Vissim	Untuk mengetahui pelayanan Gerbang Tol Otomatis Pasteur 1 ditinjau dari jumlah antrian kendaraan dengan merujuk pada SPMJT 2014 dengan membuat mikrosimulasi kedatangan kendaraan pada Vissim	Jumlah antrian kendaraan di Gerbang Tol Pasteur 1 menunjukkan jumlah antrian kendaraan telah memenuhi persyaratan karena kurang dari 10 kendaraan per gardu dalam kondisi normal
2	Zulhiar, 2018	Analisa Pengaruh Gerbang Tol Medan - Binjai Terhadap Kinerja Ruas Jalan Kapten Sumarsono Di Kota Medan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Untuk mengukur kinerja lalu lintas pada ruas jalan yang diperkirakan akan terpengaruh oleh adanya pergerakan dari Gerbang Tol Medan - Binjai</li> <li>2. Untuk menghitung nilai tarikan perjalanan yang terjadi akibat adanya Gerbang Tol Medan - Binjai</li> </ol>	kinerja ruas jalan arah Jalan Kapten Sumarsono ke arah Utara dan ke arah Selatan adalah tidak stabil, dan nilai bangkitan tarikan akibat adanya Gerbang Tol Medan - Binjai yaitu 917,5 smp/jam