

**ANALISA TINGKAT PELAYANAN GERBANG TOL  
TANJUNG MORAWA**

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam Sidang Ujian Sarjana  
Universitas Medan Area**

**Disusun Oleh:**

**YOGITA KARLINA LUBIS**

**14.811.0120**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2017**

**ANALISA TINGKAT PELAYANAN GERBANG TOL  
TANJUNG MORAWA**

**SKRIPSI**

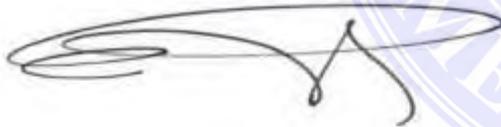
**Diajukan Untuk Memenuhi Dalam Sidang Ujian Sarjana  
Strata Satu Universitas Medan Area**

**Disusun Oleh:**

**YOGITA KARLINA LUBIS**  
**14.811.0120**

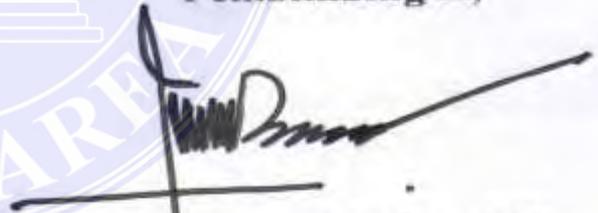
**Disetujui :**

**Pembimbing I,**



**Ir. H. Irwan, MT**

**Pembimbing II,**



**Ir. Marwan Lubis, MT**

**Mengetahui :**

**Dekan Fakultas Teknik**



**(Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng, M.Sc)**

**Ka. Program Studi,**



**(Ir. Kamaluddin Lubis, M.T.)**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa tugas yang saya susun, sebagai syarat perolehan gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tugas akhir ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademi yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran dalam tugas akhir ini.

Medan, Juni 2017

METERAI  
TEMPEL

56ED2AFF322879155

6000  
ENAM RIBURUPIAH

  
YOGITA KARLINA LUBIS

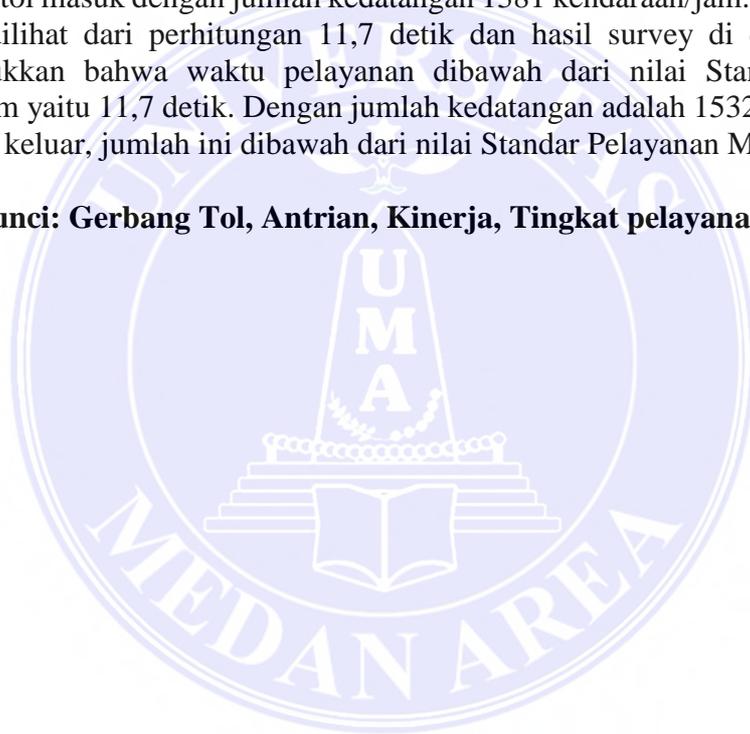
14.811.0120

## ABSTRAK

Pada masa sekarang, jalan tol sangat berperan terhadap kelancaran arus lalu lintas, terutama di kota-kota besar seperti Medan. penyebab kemacetan pada jalan tol adalah adanya arus kedatangan dan arus keberangkatan pada jam tertentu, yang dikarenakan oleh tingkat pelayanan yang rendah dan jumlah server yang terbatas sehingga mengakibatkan terjadinya antrian pada pintu tol.

Penelitian ini bertujuan mengetahui waktu pelayanan, tingkat kedatangan kendaraan, dan antrian. Penelitian ini menggunakan disiplin antrian FIFO dan metode pengumpulan data-data terkait dari instansi pengelola jalan tol dan data lapangan. Hasil analisa kinerja dan pelayanan gerbang tol Tanjung Morawa masih mampu menampung jumlah kendaraan, dilihat dari perhitungan yang menggunakan waktu pelayanan 7,8 detik dan hasil survey didapat waktu pelayanan 7,4 detik pada gerbang tol masuk dengan jumlah kedatangan 1381 kendaraan/jam. dan gerbang tol keluar dilihat dari perhitungan 11,7 detik dan hasil survey di dapat 14 detik, menunjukkan bahwa waktu pelayanan dibawah dari nilai Standar Pelayanan Minimum yaitu 11,7 detik. Dengan jumlah kedatangan adalah 1532 kendaraan/jam di gardu keluar, jumlah ini dibawah dari nilai Standar Pelayanan Minimum.

**Kata Kunci: Gerbang Tol, Antrian, Kinerja, Tingkat pelayanan.**

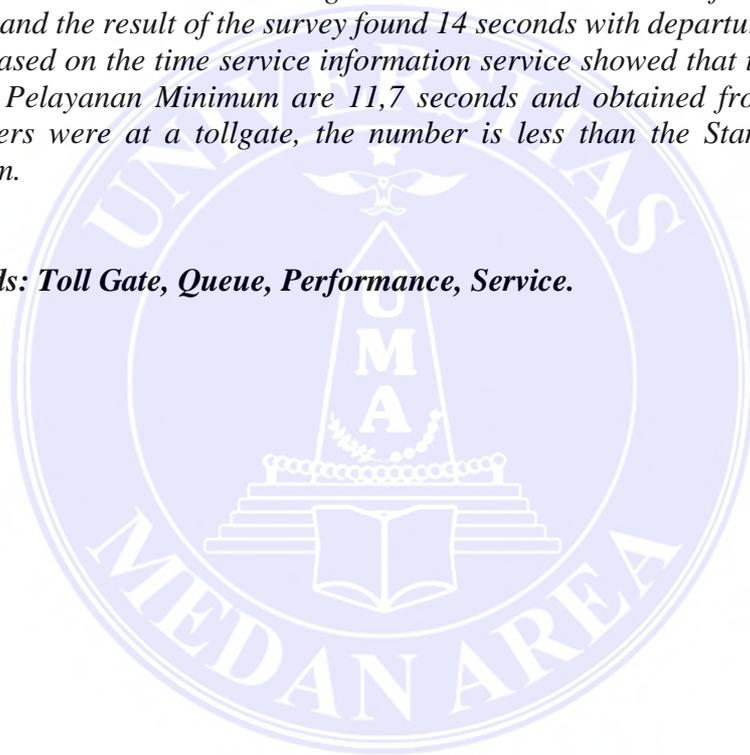


## **ABSTRACT**

*At present, the toll road has an important role to serve traffic flow, especially in big cities such as Medan. causes of congestion on road tolls is the existence of a current of arrival and departure currents at certain times , thecurrent arrival greater than that due to the departure by the level of service that low and the number of server that less at toll gate that resulted in a queue at the occurrence of toll gate. This research aims to understand long queue.*

*This research using a queue FIFO discipline and data collection method related agencies management of the freeway and data From the results of the analysis and the toll gate Tanjung Morawa still able to accommodate the number of vehicles, it can be seen from the discipline queue FIFO using the service of 7,8 seconds and the results of the survey found the 7,4 seconds and arrivals 1381vehicles hours at entrance gate. And then the service of exit gate is 11,7 seconds and the result of the survey found 14 seconds with departure 1531 vehicles hours, based on the time service information service showed that the less than the Standar Pelayanan Minimum are 11,7 seconds and obtained from a number of newcomers were at a tollgate, the number is less than the Standar Pelayanan Minimum.*

**Keywords: Toll Gate, Queue, Performance, Service.**





## KATA PENGANTAR

Mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “**Analisa Tingkat Pelayanan Gerbang Tol Tanjung Morawa**”.

Dimana skripsi ini adalah merupakan salah satu syarat yang wajib dipenuhi oleh setiap mahasiswa yang akan menyelesaikan studinya di jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Medan Area.

Saya menyadari bahwa didalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan atau jauh dari kesempurnaan, maka untuk itulah dengan kerendahan hati saya siap menerima saran ataupun kritik yang bersifat membangun dan bertujuan untuk menyempurnakan skripsi ini.

Saya mengucapkan banyak terima kasih kepada siapa saja yang telah membantu saya, sehingga laporan ini dapat selesai tepat pada waktunya. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H.A Ya'kub Matondang MA, selaku Rektor Universitas Medan area.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng.M.Sc selaku Dekan Teknik Fakultas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area yang telah memberikan bimbingan dan nasehat selama masa perkuliahan dan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

4. Bapak Ir. H. Irwan, M.T. selaku Dosen pembimbing I saya di Universitas Medan Area , yang telah memberikan bimbingan dan nasehat selama masa perkuliahan dan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Marwan Lubis, M.T. selaku Dosen pembimbing II saya di Universitas Medan Area , yang telah memberikan bimbingan dan nasehat selama masa perkuliahan dan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Staff Pegawai pada Fakultas Teknik Universitas Medan area atas bimbingannya kepada saya selama masa perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
7. Kepada kedua orangtua saya ayah dan ibu , saya mengucapkan banyak terimakasih atas dorongan dan semangat, tanpa mereka saya tidak akan pernah berhasil menyelesaikan skripsi ini.
8. Kepada teman saya jurusan Teknik sipil Stambuk 2014, terima kasih atas saran dan motivasinya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan taufiq dan hidayahNya kepada kita semua. Agar kita berguna bagi Bangsa dan Negara.

Medan, 22 Juni 2017

Penulis

YOGITAKARLINA LUBIS  
(14.811.0120)

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Maksud dan Tujuan.....	3
I.3. Permasalahan.....	3
I.4. Pembatasan Masalah.....	4
I.5. Metodologi Penelitian.....	5
I.6. Sistematika Penulisan.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
2.1. Umum.....	8
2.2. Pengertian Jalan Tol.....	9
2.3. Teori Antrian.....	10
2.4. Proses Pada Sistem Antrian.....	12
2.5. Komponen Antrian.....	15
2.5.1. Tingkat Kedatangan.....	15
2.5.1.1. Kedatangan Populasi yang akan di layani.....	16
2.5.2. Tingkat Pelayanan.....	18
2.5.2.1. Mekanisme dan Jumlah Gerbang Pelayanan ..	19
2.5.3. Disiplin Antrian.....	19
2.5.3.1 Disiplin Antrian FIFO.....	20
2.5.3.2. Disiplin Antrian FILO.....	21
2.5.3.3. Disiplin Antrian FVFS.....	22

2.5.4. Parameter Antrian .....	23
2.5.4.1. Disiplin Antrian FIFO .....	23
2.5.4.2. Disiplin Antrian FVFS .....	25
2.6. Proses Antrian .....	27
2.7. Analisa Kebijakan Yang dapat dilakukan .....	27
2.7.1. Kebijakan Mengurangi waktu Pelayanan .....	28
2.7.2. Kebijakan Menambah Pintu Tol .....	28
2.7.3. Kebijakan Menambah Pintu Tandem .....	28
2.8. Sistem Pelayanan di Gardu Tol .....	29
2.9. Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol .....	29
<b>BAB III METEDEOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
3.1. Tahapan Pekerjaan .....	30
3.2. Tahapan Persiapan .....	30
3.3. Tahapan Pengumpulan Data .....	31
3.3.1. Pengumpulan Data Sekunder .....	31
3.3.2. Pengumpulan Data Primer .....	31
3.4. Tahap Pengolahan Data .....	33
3.5. Tahap Analisa Data .....	33
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA .....</b>	<b>36</b>
4.1. Lokasi Studi .....	35
4.1.1. Penyajian Data .....	36
4.2. Pengolahan Data .....	39
4.2.1. Pengujian Kecukupan Data .....	39
4.2.2. Perhitungan Waktu Pelayanan .....	43
4.2.3. Perhitungan Jumlah Pintu Gerbang Tol .....	45
4.2.4. Perhitungan Antrian Pintu Tol .....	54
4.3. Pembahasan .....	66

<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>70</b>
	5.1. Kesimpulan	70
	5.2. Saran-saran	71
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>72</b>
<b>LAMPIRAN</b>		



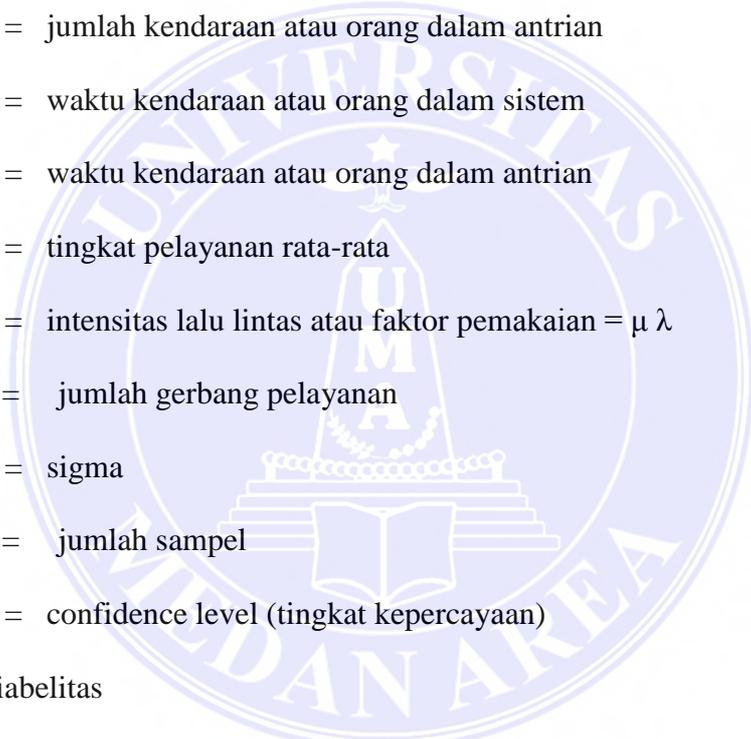
## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Model Single Channel-Single Phase.....	13
Gambar 2.2 Model Single Channel-Multi Phase.....	14
Gambar 2.3 Model Multi Channel-Single Phase.....	14
Gambar 2.4 Model Multi Channel-Multi Phase.....	15
Gambar 2.5 Disiplin antrian FIFO.....	21
Gambar 2.6 Disiplin Antrian FILO.....	22
Gambar 2.7 Disiplin antrian FVFS.....	22
Gambar 3.1 Gambar Bagan Metedeologi.....	34
Gambar 4.1 Gambar Lokasi Studi GT. T. Morawa.....	35
Gambar 4.2 Gambar Statistik Realisasi Lalulintas.....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Statistik Realisasi lalin tol Tanjung Morawa 2016.....	36
Tabel 4.2	Volume lalin jam perencanaan kedatangan .....	38
Tabel 4.3	Volume kendaraan tol Tanjung Morawa bulan Puncak .....	38
Tabel 4.4	Rata-rata waktu pelayanan kedatangan gerbang tol .....	43
Tabel 4.5	Rata-rata Waktu Pelayanan Keluar .....	43
Tabel 4.6	Antrian Kendaraan Masuk dengan Waktu Pelayanan 5 detik.....	56
Tabel 4.7	Antrian Kendaraan keluar dengan Waktu Pelayanan 5 detik .....	57
Tabel 4.8	Antrian Kendaraan Masuk dengan Waktu Pelayanan 7 detik .....	59
Tabel 4.9	Antrian Kendaraan keluar dengan Waktu Pelayanan 7 detik .....	60
Tabel 4.10	Antrian Kendaraan Masuk dengan Waktu Pelayanan 11,7 detik ..	62
Tabel 4.11	Antrian Kendaraan Keluar dengan Waktu Pelayanan 11,7 detik .	64
Tabel 4.12	Antrian Kendaraan Keluar dengan Waktu Pelayanan 11,7 detik .	65

## DAFTAR NOTASI



$P(r,T)$	=	probabilitas $n$ kedatangan dalam waktu $T$
$\lambda$	=	rata-rata kedatangan persatuan waktu
$e$	=	bilangan logaritma natural ( $e = 2.7182818$ )
$r$	=	jumlah kedatangan dalam waktu $T$ ; ( $n=0,1,2,\dots$ )
$n$	=	jumlah kendaraan atau orang dalam sistem
$q$	=	jumlah kendaraan atau orang dalam antrian
$d$	=	waktu kendaraan atau orang dalam sistem
$w$	=	waktu kendaraan atau orang dalam antrian
$\mu$	=	tingkat pelayanan rata-rata
$\rho$	=	intensitas lalu lintas atau faktor pemakaian = $\mu \lambda$
$K,N$	=	jumlah gerbang pelayanan
$\Sigma$	=	sigma
$n$	=	jumlah sampel
$Z$	=	confidence level (tingkat kepercayaan)
$V$	=	variabelitas
$C$	=	confidence limit (%)
$WP$	=	waktu pelayanan



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring semakin banyaknya jumlah volume kendaraan di kota Medan ini, sehingga menyebabkan kemacetan yang terjadi di daerah Medan dan sekitarnya semakin sulit diatasi terutama pada jam-jam sibuk, maka dari pada itu prasarana transportasi khususnya transportasi darat yaitu jalan bebas hambatan sangat berperan besar dalam mengatasi masalah tersebut. Selain itu pembangunan jalan tol Tanjung Morawa ini sangat berperan besar dalam menentukan laju perekonomian dan tingkat kemakmuran masyarakat. Karena, kelancaran arus kendaraan yang keluar-masuk ke dan dari suatu daerah dapat menjamin penyediaan kebutuhan akan barang dan jasa di wilayah tersebut. Seiring dengan hal tersebut telah dibangun jalan-jalan tol baik di dalam maupun diluar kota.

Gerbang tol Tanjung Morawa merupakan gerbang tol terpadat yang dilalui kendaraan baik yang masuk maupun yang keluar gerbang tol. Terlebih dengan dipindahkannya bandara Polonia Medan ke Kualanamu, sehingga jalan tol Tanjung Morawa ini menjadi akses jalan menuju ke bandara Kualanamu International. Gerbang tol ini adalah akses masuk (*entrance*) kendaraan yang bergerak dari wilayah Sumatera Utara bagian Timur, Barat dan Selatan menuju wilayah Medan sekitarnya. Untuk akses keluar (*exit*) gerbang tol ini melayani kendaraan yang masuk melalui gerbang tol Amplas, B. Selamat, Mabar, Tanjung

Mulia, dan Belawan, yang bergerak meninggalkan kota Medan dan sekitarnya. Jalan tol ini berfungsi sebagai jalan antar kota, yaitu sebagai alternatif utama dalam pencapaian jarak dengan waktu yang lebih singkat dan akibat makin padatnya pergerakan di dalam kota Medan. Jalan tol tersebut memiliki fungsi ekonomi yang sangat tinggi, karena hasil-hasil komoditas yang akan dikirim dari maupun ke wilayah kabupaten/kota di sekitar Medan akan melawati jalan tol ini.

Mengingat fungsi jalan tol harus memberikan pelayanan berupa kelancaran arus kendaraan tanpa adanya hambatan yang berarti, maka permasalahan-permasalahan yang mengakibatkan timbulnya kemacetan perlu diteliti lebih lanjut. Salah satu faktor yang sering menimbulkan kemacetan di jalan tol selain kondisi dan kapasitas jalan tol itu sendiri adalah proses antrian di gerbang tol. Pada saat pemrosesan di gerbang tol pengguna jalan tol diwajibkan mengambil tiket tanda masuk pada gerbang masuk dan membayar tol pada gerbang keluar. Dengan demikian lamanya pemrosesan di gerbang tol sangat mempengaruhi kelancaran arus kendaraan. Apabila gerbang tol yang dioperasikan tidak seimbang dengan jumlah arus kendaraan, maka kelancaran lalu lintas dapat terganggu. Jika terlalu sedikit dapat menimbulkan antrian yang panjang, tetapi jika terlalu banyak hanya menimbulkan biaya pengoperasian yang tinggi.

Dalam penelitian ini lebih difokuskan pada tingkat pelayanan gerbang tol, karena kegiatan distribusi barang dan jasa yang terjadi pada komponen jalan tol ini sering menimbulkan kelambatan atau kemacetan sehingga terjadi antrian pada jam-jam sibuk. Studi kasus penelitian masalah ini dipilih pada gerbang tol Tanjung Morawa disebabkan gerbang tol ini merupakan salah satu gerbang tol terpadat di Sumatera Utara ini, dan merupakan akses jalan untuk membantu

kinerja, jalan tol menuju ke Bandara Kualanamu. Gerbang tol ini merupakan gerbang tol pintu terakhir yaitu persoalan kemacetan karena banyak angkutan yang masuk dari kota Medan ke Deli Serdang. Banyak kendaraan yang terkonsentrasi menuju gerbang tol ini khususnya kendaraan angkutan barang seperti truk dan trailer yang *notabene* membutuhkan waktu pelayanan yang cukup lama saat memasuki gardu tol. Dari tahun ke tahun sejak mulai dioperasikannya gerbang tol ini tahun 1987 pertumbuhan lalu lintas meningkat dengan pesat sehingga dirasa perlu meneliti lebih lanjut guna melihat efisiensi kemampuan pelayanan gerbang tol tersebut.

## **1.2 Maksud Dan Tujuan Penelitian**

Analisa pada lokasi gerbang tol Tanjung Morawa ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat pelayanan yang diberikan kepada pemakai jalan tol pada saat pengambilan tiket pada pintu tol masuk, dan pada saat mengadakan transaksi (membayar tol) di gardu (loket) gerbang tol pintu keluar, dan waktu pelayanannya (*service time*).

Tujuan analisa pada gerbang tol Tanjung Morawa ini ialah untuk menganalisis jumlah kendaraan yang masuk dan keluar, waktu pelayanan ideal, parameter antrian dan jumlah gerbang tol yang optimal. Beserta mencari alternatif pemecahan masalah atau solusi apabila sistem dan pelayanan yang telah ada sekarang tidak efektif lagi.

## **1.3 Permasalahan**

Untuk mengetahui seberapa besar jumlah volume kendaraan, waktu pelayanan, dan antrian kendaraan pada gerbang pintu tol Tanjung Morawa. Ada

berbagai masalah yang harus diperhatikan. Adapun masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakter tingkat kedatangan dan pelayanan gardu tol pintu masuk dan keluar pada jalan tol Tanjung Morawa?
2. Bagaimana waktu pelayanan yang diberikan operator gardu untuk mengurangi panjang antrian pada pintu tol tersebut?
3. Apakah jumlah gerbang pintu tol Tanjung Morawa saat ini, sudah optimalkah dengan tingkat kedatangan kendaraan sesuai standar pelayanan minimum?

#### **1.4 Pembatasan Masalah**

Dengan pertimbangan agar permasalahan lebih terpusat dan memberikan hasil yang baik, penulis memandang perlunya membatasi permasalahan yang timbul diluar jangkauan penulis, sehingga penelitian ini dibatasi hanya mengenai:

1. Analisa waktu pelayanan gerbang tol terhadap lalu lintas yang memakainya mencakup lingkup pembahasan yang luas, arus kendaraan yang dianalisis hanya kendaraan yang keluar (exit) dan masuk (entrance) melalui gerbang tol Tanjung Morawa.
2. Pada penelitian ini, kendaraan yang di analisis ialah kendaraan roda 4.
3. Analisis jumlah volume kendaraan, antrian, waktu pelayanan dan jumlah pintu gerbang tol, yang dianalisis untuk kondisi saat ini tahun 2016.

4. Ada beberapa faktor mikroskopis yang menentukan kondisi akhir lalu-lintas yaitu kondisi jalan dan mobil (jenis kendaraan, muatan mobil) serta perilaku pengemudi/profil pengemudi (nominal pembayaran, kesiapan dalam membayar tol, usia pengemudi dan emosi pengemudi). Namun untuk menyederhanakan penelitian, faktor-faktor tersebut belum sepenuhnya disertakan dalam penulisan ini.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Dalam melakukan analisis ini, penyusun menganalisis tingkat pelayanan gerbang Tol Tanjung Morawa, metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

1. **Tahapan persiapan** yaitu, tahapan ini menyangkut pengumpulan data dan analisa awal untuk mengidentifikasi permasalahan di lokasi studi. Sebelum melakukan survei ke lapangan, data sekunder awal yang digunakan sebagai pendukung dalam analisa awal yaitu: Peta dasar dan administrasi lokasi studi, Peta jaringan jalan ekisting kota Medan.
2. **Tahapan pengumpulan data** yaitu, pengambilan data-data dilapangan dengan melakukan survei lapangan ini dibagi menjadi dua tahapan yaitu:
  - a) *Data Sekunder*, yaitu merupakan data atau informasi yang tersusun dan terukur yang sesuai dengan kebutuhan tujuan penelitian ini. Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui studi literature melalui jurnal-jurnal , *teks book* (buku-buku)

yang dikumpulkan langsung dari perpustakaan dan informasi internet serta diperoleh dari dinas terkait seperti, PT. Jasa Marga selaku pengelola jalan tol BELMERA , Dinas Perhubungan darat, Dinas Pekerjaan umum Tk II Medan Bapedda Tk I Sumatera Utara , Pemko Medan serta Badan Pusat Statistik (BPS) Tk I Sumatera Utara.

b) *Data Primer*, yaitu pengambilan data primer dilakukan langsung dilapangan dengan mengadakan survei lapangan. Data-data yang diambil sewaktu melakukan survei ialah Waktu pelayanan (*service time*), Panjang antrian, Tingkat kedatangan. Disamping kegiatan survei di atas, juga dilakukan pengambilan data dokumentasi atau pemotretan momen-momen penting di lokasi studi.

**3. Tahap Pengolahan data** yaitu, tahapan ini meliputi pentabulasian data-data hasil survei , penetapan jam puncak volume lalulintas yang terbesar yang terjadi selama 1 tahun dan perhitungan waktu Pelayanan serta panjang antrian.

**4. Tahap analisa Data yaitu**, tahapan ini meliputi pengerjaan analisis data yang telah ada. Berikut Langkah-langkah yang dibuat dalam penganalisaan data :

a) Pengujian kecukupan data yang telah dikumpulkan melalui PT. Jasa Marga yang akan di gunakan sebagai acuan untuk memperoleh sampel.

- b) Perhitungan waktu pelayanan.
- c) Perhitungan Jumlah pintu gerbang tol.
- d) Perhitungan Antrian pintu gardu tol masuk dan keluar.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisikan tentang latar belakang penelitian, maksud dan tujuan penelitian, permasalahan yang dihadapi dan batasannya, metodeologi penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisikan tentang kerangka teori penelitian serta mendudukkan istilah yang tertera pada judul penelitian ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisikan tentang tahapan metode pekerjaan penelitian termasuk yang dipakai dalam penelitian ini, termasuk pengambilan data sekunder dan primer, langkah penelitian, dan analisis data, serta pemilihan wilayah penelitian.

### **BAB IV PENYAJIAN DAN ANALISIS DATA**

Berisikan tentang data yang telah dikumpulkan, lalu dianalisis, sehingga dapat diperoleh kesimpulan.

### **BAB V PENUTUP**

Berisikan tentang kesimpulan yang telah diperoleh dari pembahasan pada bab sebelumnya, dan saran mengenai hasil penelitian yang dapat dijadikan masukan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Transportasi adalah perpindahan manusia atau barang dari satu tempat ketempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang di gerakkan manusia ataupun mesin. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas kegiatan sehari-hari. Transportasi sendiri di bagi atas tiga yaitu: Transportasi darat, laut, dan udara.

Transportasi darat merupakan salah satu elemen (sarana) yang penting dalam sistem transportasi diperkotaan ini. Terlebih pada kota besar seperti Medan, ruas jalan menampung volume lalu lintas yang lebih besar dari kapasitas jalan, terutama pada jam-jam sibuk. Hal tersebut mengakibatkan turunnya tingkat pelayanan jalan, ini ditandai dengan turunnya kecepatan lalu lintas dan timbulnya kemacetan. Kondisi ini akan mengurangi efisiensi dari sistem transportasi. Pertumbuhan penduduk suatu kota akan selalu menuntut pertumbuhan fasilitas transportasi yang semakin lengkap dan baik. Jika ketentuan tersebut tidak diimbangi oleh kemampuan kota yang bersangkutan maka akan muncul berbagai masalah transportasi. Masalah yang ditimbulkan dapat diatasi dengan mengadakan pelebaran jalan, peningkatan kapasitas persimpangan maupun memperbaiki perkerasan, sementara lahan yang akan digunakan untuk pelebaran jalan tidak lagi mencukupi. Oleh sebab itu PT. Jasa

Marga mengantisipasi dengan membuka jalan bebas hambatan yang dikenal sebagai jalan tol. Dalam hal ini jalan tol harus memberi keandalan yang lebih tinggi dari pada jalan alternatif yang ada.

## **2.2 Pengertian Jalan tol**

Jalan tol menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol. Tol (*Tax On Location*) adalah sejumlah uang tertentu yang dibayar kan untuk penggunaan jalan tol.

Dalam Pasal 2 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 15 Tahun 2005 penyelenggaraan jalan tol dimaksudkan untuk mewujudkan pemerataan pembangunan dan hasil - hasilnya serta keseimbangan dalam pengembangan wilayah dengan memperhatikan keadilan, yang dapat dicapai dengan membina jaringan jalan yang dananya berasal dari pengguna jalan. Penyelenggaraan jalan tol bertujuan meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi terutama di wilayah yang sudah tinggi tingkat perkembangannya.

Jalan tol yang akan di bahas pada judul ini yaitu jalan tol Tanjung Morawa. Jalan tol Belmera (Belawan-Medan-Tanjung Morawa) yaitu menghubungkan ketiga wilayah tersebut. Jalan tol ini dikelola oleh PT. Jasa Marga dan di bangun oleh kontraktor Takenaka Nippo Utama dan konsultan Jepang Pacific Consultant International. Dengan bentangan sekitar 34 kilometer dan 2x2 lajur. Mulai beroperasi pada tahun 1986.

### 2.3 Teori Antrian

Antrian adalah suatu garis tunggu (waiting line) dari pengguna jasa, yang datang dan memerlukan layanan pada satu atau lebih sarana pelayanan (Siagian, 1987). Pengertian antrian secara umum ialah suatu proses yang berhubungan dengan suatu kedatangan seseorang pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan, kemudian menunggu dalam suatu antrian dan pada akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut.

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 tersedia secara terbatas, sehingga tidak bisa memenuhi pelayanan secara bersamaan. Studi tentang antrian bukan merupakan hal yang baru.

Teori antrian (*queueing*) sangat perlu dipelajari dalam usaha mengenal perilaku pergerakan arus lalu lintas baik manusia maupun kendaraan (Morlok, 1978 dan Hobbs, 1979). Hal ini disebabkan sangat banyak kejadian yang terjadi di sektor transportasi dan permasalahan lalu lintas yang terjadi sehari-hari pada sistem jaringan jalan dapat dijelaskan dan dipecahkan dengan bantuan analisis teori antrian, seperti misalnya:

1. Antrian kendaraan yang terjadi di depan pintu gerbang tol atau antrian kendaraan yang terjadi pada setiap lengan persimpangan berlampunya lalu lintas,
2. Antrian kendaraan truk pada saat bongkar/muat barang di pelabuhan,

3. Antrian manusia pada loket pembelian karcis di bandara, stasiun kereta api, dan lain-lain
4. Antrian manusia pada loket pelayanan bank, loket pembayaran listrik atau telepon, serta pasar swalayan, dan
5. Sangat banyak kejadian lainnya yang terjadi sehari-hari yang dapat dijelaskan dengan bantuan analisis teori antrian.

Antrian tersebut pada dasarnya terjadi karena proses pergerakan arus lalu lintas (manusia dan/atau kendaraan) terganggu oleh adanya suatu kegiatan pelayanan yang harus dilalui, seperti misalnya: antrian kendaraan yang terbentuk di depan pintu gerbang tol terjadi karena pergerakan arus kendaraan tersebut terpaksa harus terganggu oleh adanya kegiatan pengambilan dan/atau pembayaran karcis tol. Kegiatan inilah yang menyebabkan gangguan pada proses pergerakan arus kendaraan sehingga mengakibatkan terjadinya antrian kendaraan dimana pada suatu kondisi, antrian kendaraan tersebut akan dapat mengakibatkan permasalahan baik buat pengguna (dalam bentuk waktu antrian) maupun buat pengelola (dalam bentuk panjang antrian).

Bagi pengguna biasanya hal yang selalu dipermasalahkan adalah waktu menunggu selama proses mengantri, setiap pengendara akan selalu berpikir bagaimana cara agar dapat menyelesaikan antrian ini secepatnya. Sedangkan bagi pengelola, hal yang selalu dipermasalahkan biasanya adalah panjang antrian yang terjadi. Sebagai contoh: antrian kendaraan yang terlalu panjang akan dapat menyebabkan tambahan permasalahan baru berupa terganggunya sistem pergerakan arus lalu lintas lainnya akibat terhambat oleh antrian yang terlalu panjang tersebut.

Teori antrian merupakan suatu alat analisa yang sangat membantu di dalam memecahkan *problem* tersebut di atas. Teori ini memberikan informasi penting yang dibutuhkan dalam pengambilan keputusan dengan meramalkan berbagai karakteristik dengan sistem antrian tersebut. Jumlah rata-rata dari satuan (antrian dan pelayanan) adalah penting untuk mendimensi luas areal yang dibutuhkan.

#### **2.4 Proses Pada Sistem Antrian**

Sistem antrian adalah suatu sistem yang mencakup barisan dan gerbang pelayanan. Sedangkan populasi yang terbentuk dari waktu ke waktu berasal dari suatu sumber disebut *calling population*. Populasi tersebut datang ke sistem dan bergabung membentuk barisan antrian. Pada waktu tertentu, salah satu atau beberapa anggota dari barisan antrian tersebut dipilih untuk mendapat pelayanan. Pemilihan ini berdasarkan pada aturan-aturan tertentu yang disebut disiplin antrian. Populasi yang telah dilayani selanjutnya pergi meninggalkan gerbang pelayanan.

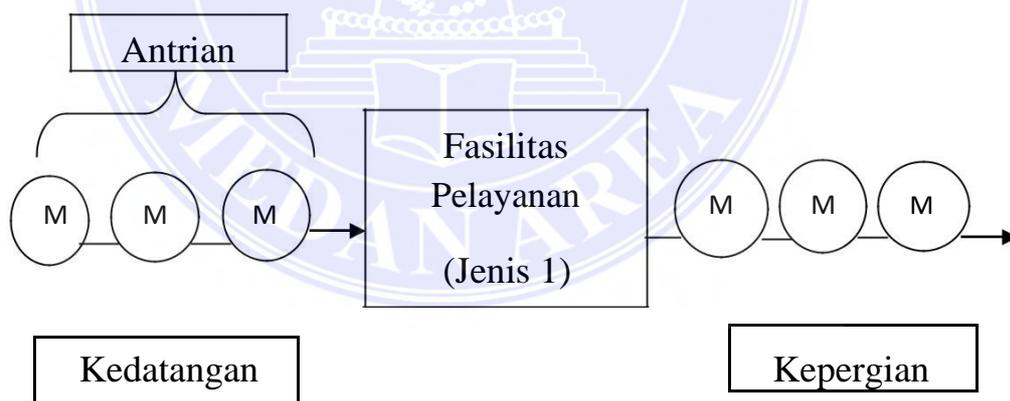
Struktur antrian dapat diklasifikasikan berdasarkan banyaknya gerbang atau jalur dan banyaknya tahap pelayanan yang ada. Tata letak fisik dari sistem antrian digambarkan dengan jumlah saluran, juga disebut sebagai pelayanan. Sistem antrian jalur tunggal (*single channel-single phase*) berarti bahwa dalam sistem antrian tersebut hanya terdapat satu pemberi layanan serta satu jenis layanan yang diberikan. Sementara sistem antrian jalur tunggal tahapan berganda (*single channel-multi phase*) berarti dalam sistem antrian tersebut terdapat lebih dari satu jenis layanan yang diberikan, tetapi dalam setiap jenis layanan hanya terdapat satu pemberi layanan. Sistem antrian jalur berganda satu tahap (*multi*

*channel-single phase*) adalah terdapat satu jenis layanan dalam sistem antrian tersebut, namun terdapat lebih dari satu pemberi layanan. Sedangkan sistem antrian jalur berganda dengan tahapan berganda (*multi channel-multi phase*) adalah sistem antrian dimana terdapat lebih dari satu jenis layanan dan terdapat lebih dari satu pemberi layanan dalam setiap jenis layanan. Berikut akan dijelaskan tiga jenis layanan dalam sistem antrian dan contohnya yaitu :

#### A. *Single Channel-Single Phase*

Struktur antrian pada *single channel-single phase* ini hanya memilih satu jalur pelayanan dan dalam jalur ini hanya memiliki satu tahap saja. Struktur ini sangat sederhana dan dapat dilihat pada gambar berikut :

Sebelum struktur dapat di lihat saya memberikan keterangan pada setiap gambar yaitu: M : kendaraan dalam antrian. Fasilitas pelayanan : Gardu tol

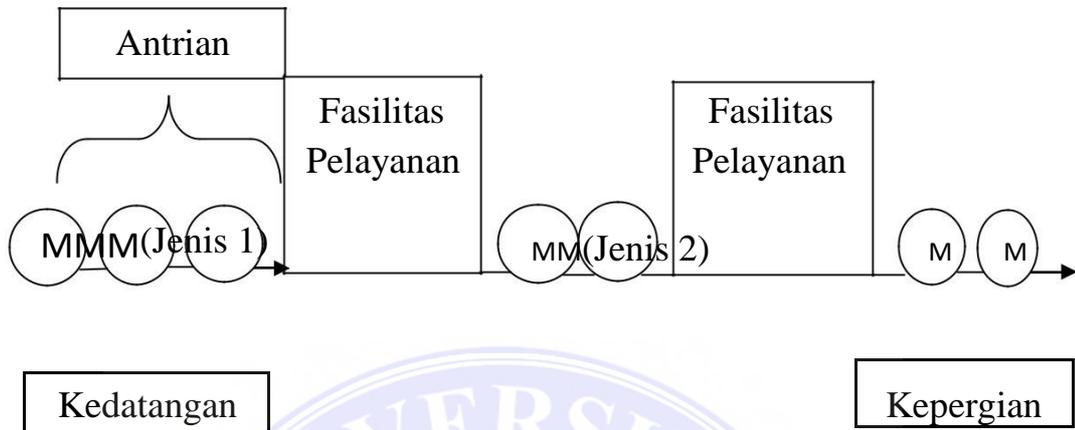


Gambar. 2.1. Model Single Channel-Single Phase

#### B. *Single Channel-Multi Phase*

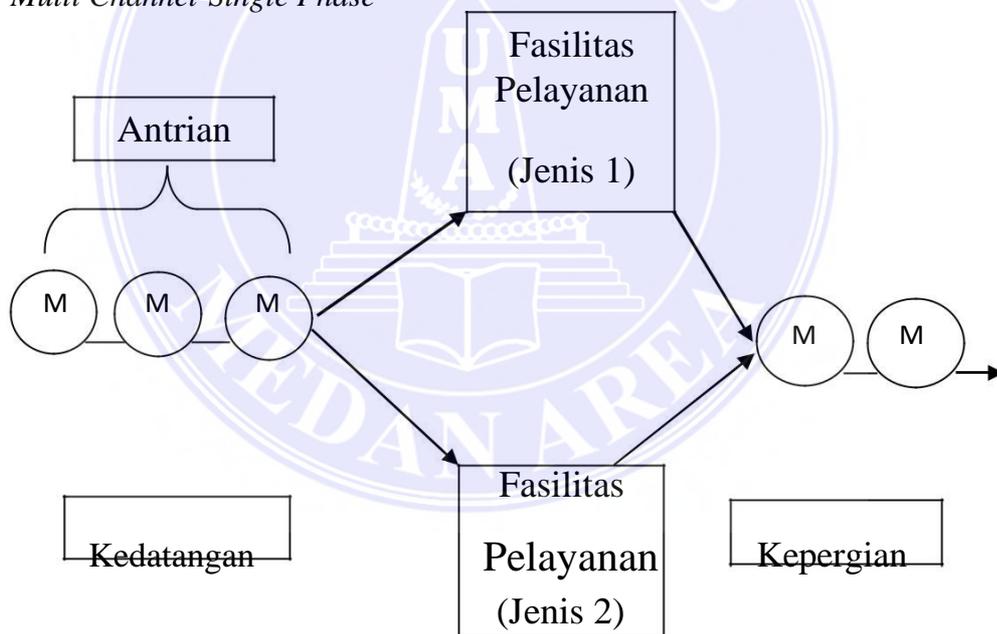
Struktur antrian pada *single channel-multi phase* ini hanya memiliki satu jalur pelayanan dan dalam jalur ini memiliki dua tahap (lebih dari satu layanan),

tetapi dalam setiap jenis layanan hanya terdapat satu pemberi layanan. Atau disebut gardu sistem tandem yang dilayani oleh 2 gardu kembar.



Gambar.2.2 Model Single Channel-Multi Phase

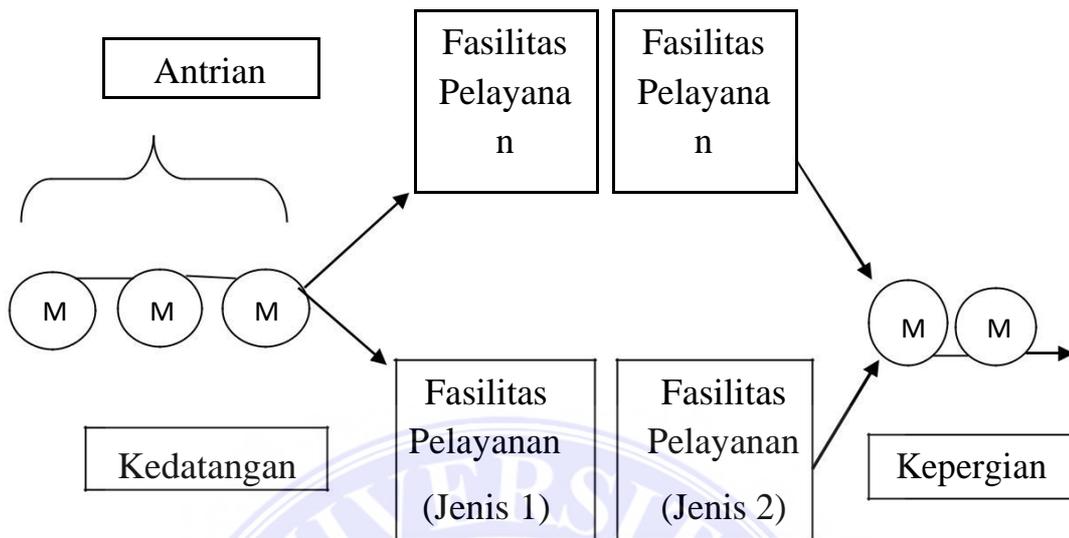
C. Multi Channel-Single Phase



Gambar. 2.3 Model Multi Channel-Single Phase

*Multi Channel single phase* terjadi apabila dua atau lebih fasilitas pelayanan diakhiri oleh antrian tunggal. Sebagai contoh dari model ini adalah pembelian tiket yang dilayani oleh lebih dari satu loket.

#### D. Multi Channel-Multi Phase



Gambar. 2. 4 Model Multi Channel-Multi Phase

*Multi Channel-Multi Phase* terjadi apabila terdapat lebih dari satu jenis layanan dan terdapat lebih dari satu pemberi layanan dalam setiap jenis layanannya.

### 2.5 Komponen Antrian

Terdapat tiga unsur/komponen utama dalam teori antrian yang harus benar-benar diketahui dan dipahami, yaitu (Tamin, 2003):

1. Tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) dan populasi
2. Tingkat pelayanan ( $\mu$ ) dan waktu pelayanan ( $w_p$ )
3. Disiplin antrian

#### 2.5.1 Tingkat Kedatangan

Tingkat kedatangan yaitu jumlah kendaraan atau manusia yang bergerak menuju satu atau lebih tempat fasilitas pelayanan dalam satuan waktu tertentu,

biasa dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau orang/menit. Tingkat kedatangan pelanggan biasanya ditentukan oleh waktu antar kedatangan, yaitu waktu antara kedatangan dua atau lebih pelanggan yang secara berurutan pada suatu fasilitas pelayanan. Bentuk tingkat kedatangan dapat bergantung pada jumlah pelanggan yang berada dalam sistem ataupun tidak bergantung pada keadaan sistem tersebut. Bila tingkat kedatangan ini tidak disebut secara khusus, maka diasumsi bahwa pelanggan tiba satu per satu. Asumsinya adalah kedatangan pelanggan mengikuti suatu proses dengan distribusi probabilitas tertentu. Distribusi probabilitas yang sering digunakan adalah distribusi Poisson (pola kedatangan acak), dimana kedatangan bersifat bebas, tidak terpengaruh kedatangan sebelum ataupun sesudahnya. Asumsi distribusi Poisson menunjukkan bahwa kedatangan pelanggan sifatnya acak dan mempunyai rata-rata kedatangan sebesar lamda ( $\lambda$ ).

#### **2.5.1.1 Kedatangan Populasi yang akan di layani (*calling population*)**

Karakteristik dari populasi yang akan dilayani (*calling population*) dapat dilihat menurut ukurannya, pola kedatangan, serta perilaku dari populasi yang akan dilayani. Menurut ukurannya, populasi yang akan dilayani bisa terbatas (*finite*) bisa juga tidak terbatas (*infinite*). Sebagai contoh jumlah mahasiswa yang antri untuk registrasi di sebuah perguruan tinggi sudah diketahui jumlahnya (*finite*), sedangkan jumlah nasabah bank yang antri untuk setor, menarik tabungan, maupun membuka rekening baru bisa tak terbatas (*infinite*).

Populasi adalah wilayah generalisasi berupa subjek atau objek yang diteliti untuk dipelajari dan diambil kesimpulan. Menurut Sumaatmadja (1988:54) mengatakan bahwa “Sampel merupakan bagian dari populasi yang bersifat

mewakili populasi yang bersangkutan”. Dan menurut Suharsimi Arikunto (1987) mengemukakan bahwa penarikan sampel tergantung pada :

- 1) Kemampuan penelitian dilihat dari segi waktu, tenaga, dan biaya.
- 2) Sempit dan luasnya pengamatan dari setiap subjek karena hal ini menyangkut banyak sedikitnya data.
- 3) Besar kecilnya resiko yang ditanggung oleh peneliti

Jumlah besarnya sampel yang diambil pada gerbang tol Tanjung Morawa, dapat mewakili suatu populasi, maka formula yang digunakan Dixon dan B.Leach ( dalam Tika, 1997:35) dengan rumus :

$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q}{e^2} \quad ( )$$

Dimana :

n = jumlah sampel

Z = confidence level (tingkat kepercayaan) 1.96

V = variabelitas yang dapat diperoleh dengan rumus :

$$V = \frac{P \cdot Q}{P + Q} \quad ( )$$

P = persentase karakteristik C

Q = confidence limit (%)

Dianggap bahwa level (Z) adalah 95 % dan tingkat kepercayaan 1,96 sedangkan Confidence limit (C ) sebesar 10.

$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q}{e^2} \quad ( )$$

Dimana :

$n'$  = Jumlah sampel yang telah dikoreksi

$n$  = Jumlah sampel hasil perhitungan dengan

rumus  $N$  = Jumlah populasi

### 2.5.2 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan yang dinyatakan dengan notasi  $\mu$  adalah jumlah kendaraan atau manusia yang dapat dilayani oleh satu tempat pelayanan dalam satu satuan waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau orang/menit.

Selain tingkat pelayanan, juga dikenal Waktu Pelayanan (WP) yang dapat didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh satu tempat pelayanan untuk dapat melayani satu kendaraan atau satu orang, biasa dinyatakan dalam satuan menit/kendaraan atau menit/orang, sehingga bisa disimpulkan bahwa :

$$WP = \frac{1}{\mu} \quad ( )$$

Dimana :

WP = Waktu Pelayanan

$\mu$  = Tingkat Pelayanan

Selain itu dikenal juga notasi  $\rho$  yang didefinisikan sebagai nisbah antara tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) dengan tingkat pelayanan ( $\mu$ ) dengan persyaratan bahwa nilai tersebut selalu harus lebih kecil dari 1.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad ( )$$

Dimana:

$\rho$  = perbandingan antara tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan

$N$  = jumlah gerbang

$\lambda$  = tingkat kedatangan (kend/jam)

$\mu$  = tingkat pelayanan (kend/jam)

Jika nilai  $\rho > 1$ , hal ini berarti bahwa tingkat kedatangan lebih besar dari tingkat pelayanan. Jika hal ini terjadi, maka dapat dipastikan akan terjadi antrian yang akan selalu bertambah panjang (tidak terhingga).

### **2.5.2.1 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.

### **2.5.3 Disiplin Antrian**

Disiplin antrian mempunyai pengertian tentang aturan pelanggan (manusia atau kendaraan) dalam mengantri untuk menerima pelayanan. Ada dua klasifikasi dalam disiplin mengantri yaitu prioritas dan *first come first served*. Disiplin

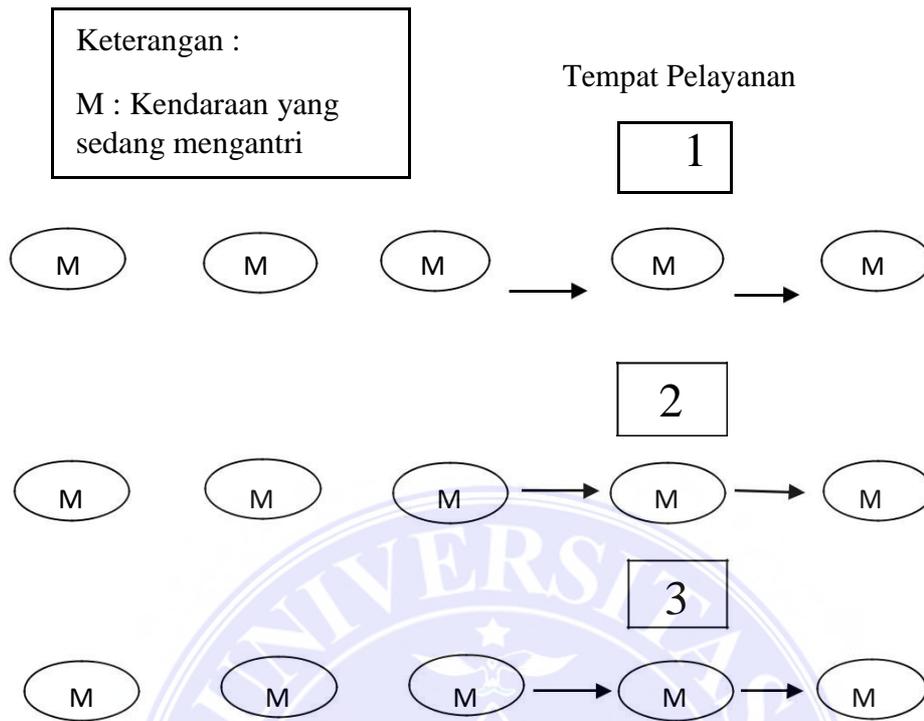
prioritas dikelompokkan menjadi dua, yaitu *preemptive* dan *non preemptive*. Disiplin *preemptive* menggambarkan situasi dimana pelayan sedang melayani seseorang, kemudian beralih melayani orang yang diprioritaskan meskipun belum selesai melayani orang sebelumnya. Sementara disiplin *non preemptive* menggambarkan situasi dimana pelayan akan menyelesaikan pelayanaanya baru kemudian beralih melayani orang yang diprioritaskan. Sedangkan disiplin *first come first served* menggambarkan bahwa orang yang lebih dahulu datang akan dilayani lebih dahulu. Ada beberapa jenis disiplin antrian yang sering digunakan untuk memecahkan permasalahan antrian dalam bidang transportasi (Tamin, 2003) yaitu:

1. *First In First Out* (FIFO) atau *First Come First Served* (FCFS)
2. *First In Last Out* (FILO) atau *First Come Last Served* (FCLS)
3. *First Vacant First Served* (FVFS)

Berikut Penjelasan dari disiplin antrian diatas yaitu:

#### **2.5.3.1 *First In First Out* (FIFO) atau *First Come First Served* (FCFS)**

Dalam bidang transportasi, disiplin antrian FIFO sangat sering digunakan untuk menyelesaikan permasalahan antrian dimana orang dan/atau kendaraan yang datang pertama pada suatu tempat fasilitas pelayanan akan mendapatkan pelayanan pertama. Salah satu contoh disiplin FIFO adalah : antrian kendaraan yang terbentuk di depan gerbang tol, atau antrian manusia pada loket pembayaran listrik atau telepon, loket pelayanan bank, loket bioskop. Disiplin antrian FIFO ini juga di gunakan pada antrian Gerbang tol Tanjung Morawa. Gambar 2.5 memperlihatkan gambaran bagaimana sistem disiplin antrian FIFO.



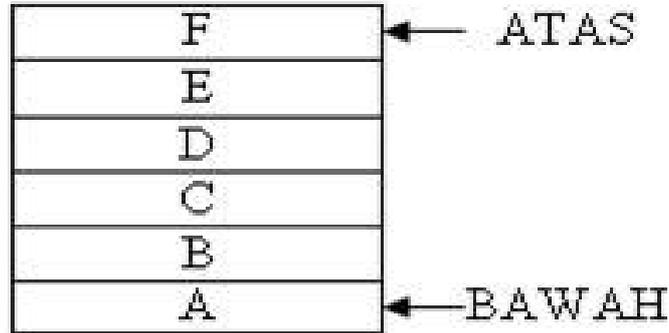
Gambar 2.5 Disiplin antrian FIFO

### 2.5.3.2 *First In Last Out (FILO)* atau *First Come Last Served (FCLS)*

Tata cara disiplin antrian FILO yaitu dimana orang dan/atau kendaraan yang datang pertama ke tempat pelayanan, menerima pelayanan terakhir. Disiplin antrian FILO sering digunakan dalam bidang transportasi, salah satunya yaitu antrian kendaraan pada pelayanan kapal feri di pelabuhan (kendaraan yang masuk pertama ke kapal feri, akan keluar terakhir), atau pada saat bongkar muat barang (barang yang masuk pertama ke gudang pada saat pemuatan akan keluar terakhir pada saat pembongkaran).

Tata cara disiplin antrian FILO sering juga ditemukan di perkantoran, dimana berkas laporan yang pertama tiba akan terletak paling bawah sehingga laporan tersebut diproses paling akhir. Sedangkan berkas laporan yang masuk

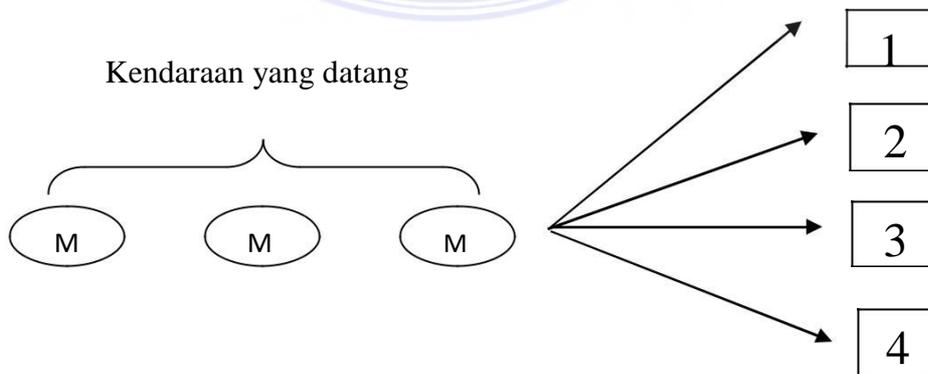
paling akhir akan terletak paling atas, sehingga laporan tersebut diproses paling awal. Hal ini dapat terlihat pada Gambar di bawah ini:



Gambar 2.6 Disiplin antrian FILO atau FCLS

### 2.5.3.3. *First Vacant First Served* (FVFS)

Tata cara disiplin antrian FVFS, sangat sering kita temui pada beberapa fasilitas pelayanan, salah satunya loket pelayanan bank, loket pembayaran listrik atau telepon. Dalam sistem antrian ini, orang atau kendaraan yang pertama tiba akan dilayani oleh tempat fasilitas pelayanan pertama yang kosong. Dalam kasus FVFS, hanya akan terbentuk satu antrian tunggal saja, tetapi jumlah fasilitas pelayanan bisa lebih dari satu. Ilustrasi tata cara disiplin antrian FVFS dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.7 Disiplin antrian FVFS

Kinerja disiplin antrian FVFS akan sangat baik jika standar deviasi waktu pelayanan antar tempat pelayanan relatif besar. Salah satu contoh tempat pelayanan yang mempunyai standar deviasi waktu pelayanan yang sangat bervariasi yaitu: loket pelayanan bank, loket pelayanan imigrasi, pasar swalayan, dan lain-lain. Salah satu kelebihan utama dengan menerapkan disiplin antrian FVFS adalah hanya membentuk satu lajur antrian tunggal (lajur tunggal). Pada penerapan kesehariannya antrian disiplin FVFS dapat dengan sistem kartu tunggu sehingga secara fisik antrian tersebut tidak perlu terbentuk (tidak terlihat), karena dapat digantikan dengan nomor urut kartu.

#### **2.5.4 Parameter Antrian**

Terdapat 4 (empat) parameter utama yang selalu digunakan dalam menganalisis antrian, yaitu :  $n$  ,  $q$  ,  $d$ , dan  $w$ . Defenisi dari setiap parameter tersebut adalah :

- $n$  = jumlah kendaraan atau orang dalam sistem (kendaraan atau orang per satuan waktu)
- $q$  = jumlah kendaraan atau orang dalam antrian (kendaraan atau orang per satuan waktu)
- $d$  = waktu kendaraan atau orang dalam sistem (satuan waktu)
- $w$  = waktu kendaran atau orang dalam antrian (satuan waktu)

##### **2.5.4.1 Disiplin antrian FIFO**

Berikut merupakan yang dapat digunakan untuk menghitung  $n$  ,  $q$  ,  $d$ , dan  $w$  untuk disiplin antrian FIFO.

$$L = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.6)$$

$$L_q = \frac{\lambda(\lambda/\mu)}{c(\mu - \lambda/\mu)} \quad (2.7)$$

$$W = \left( \frac{L_q}{\lambda} + \frac{1}{\mu} \right) \quad (2.8)$$

$$W_q = \left( \frac{L_q}{\lambda} \right) \quad (2.9)$$

dimana :

$L$  = jumlah kendaraan atau orang dalam sistem

$L_q$  = jumlah kendaraan atau orang dalam antrian

$W$  = waktu kendaraan atau orang dalam sistem

$W_q$  = waktu kendaraan atau orang dalam antrian

$\lambda$  = tingkat kedatangan rata-rata

$N$  = Jumlah pintu Gerbang / lajur

$\mu$  = tingkat pelayanan rata-rata

$\rho$  = intensitas lalu lintas atau faktor pemakaian

Beberapa asumsi yang diperlukan dalam penggunaan disiplin antrian FIFO

adalah:

- a. Persamaan (2.6) – (2.9) hanya berlaku untuk lajur-tunggal dan dengan

nilai  $\rho < 1$ . Jika nilai  $\rho > 1$ , maka diharuskan menambah beberapa

lajur-tunggal (multi lajur).

- b. Jika terdapat lebih dari 1 (satu) lajur (katakan N lajur), maka diasumsikan bahwa tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) akan membagi dirinya secara merata untuk setiap lajur, dimana N adalah jumlah lajur. Dengan demikian, dapat diasumsikan akan terbentuk N buah antrian berlajur-tunggal dimana setiap antrian berlajur-tunggal akan dapat menggunakan persamaan (2.6) – (2.9).
- c. Kendaraan yang sudah antri pada suatu lajur antrian diasumsikan tidak boleh berpindah antrian ke lajur lainnya.
- d. Waktu pelayanan antara tempat pelayanan diasumsikan relatif sama (atau dengan kata lain standar deviasi waktu pelayanan antar tempat pelayanan relatif kecil).

#### 2.5.4.2 Disiplin antrian FVFS

Pada persamaan (2.10) – (2.14) merupakan persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung  $n$ ,  $q$ ,  $d$ , dan  $w$  untuk disiplin antrian FVFS (Tamin, 2003).

$$P(0) = \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^{K-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} + \frac{\lambda^K}{K! \mu^K} \frac{1}{1 - \frac{\lambda}{\mu}}} \quad (2.10)$$

Dimana  $p(0)$  adalah besarnya peluang terjadinya kondisi dimana tidak ada kendaraan dalam sistem antrian dan  $K$  adalah jumlah tempat pelayanan.

$$P(1) = \frac{\lambda}{\mu} P(0) + \frac{\lambda}{\mu} P(0) \quad (2.11)$$

$$P(n) = \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} P(0) + \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} P(0) \quad (2.12)$$

$$P_n = \frac{\lambda^n}{n!} P_0 \quad (2.13)$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{K-1} \frac{\lambda^n}{n!} + \frac{\lambda^K}{K!} \frac{1}{1 - \rho}} \quad (2.14)$$

dimana :

$\lambda$  = tingkat kedatangan rata-rata

$\mu$  = tingkat pelayanan rata-rata

$K$  = jumlah gerbang pelayanan

Asumsi yang diperlukan dalam penggunaan disiplin antrian FVFS adalah terdapat hanya 1 (satu) antrian (lajur-tunggal) dimana kendaraan atau orang yang berada pada antrian terdepan akan dilayani oleh suatu tempat pelayanan yang pertama kosong (*vacant*).

## 2.6 Proses Antrian

Proses terjadinya antrian terdiri dari 4 (empat) tahap yang akan dijelaskan yaitu :

- a. **Tahap I** : tahap dimana arus lalu lintas (misalkan kendaraan) bergerak dengan kecepatan tertentu menuju suatu tempat pelayanan. Besarnya arus lalu lintas yang datang disebut dengan tingkat kedatangan ( $\lambda$ ). Jika digunakan disiplin antrian FIFO dan terdapat lebih dari 1 (satu) tempat pelayanan (multi lajur) maka dapat diasumsikan bahwa tingkat kedatangan ( $\lambda$ ) tersebut akan membagi dirinya secara merata untuk setiap pelayanan sebesar  $\lambda/N$  dimana  $N$  adalah jumlah tempat

pelayanan. Dengan demikian, dapat diasumsikan akan terbentuk  $N$  buah antrian berlajur-tunggal dimana setiap antrian berlajur-tunggal akan berlaku disiplin antrian FIFO.

**b. Tahap II** : tahap dimana arus lalu lintas (kendaraan) mulai bergabung dengan antrian menunggu untuk dilayani. Jadi, waktu antrian dapat didefinisikan sebagai waktu sejak kendaraan mulai bergabung dengan antrian sampai dengan waktu kendaraan mulai dilayani oleh suatu tempat pelayanan.

**c. Tahap III** : tahap dimana arus lalu lintas (kendaraan) dilayani oleh satu tempat pelayanan. Jadi, waktu pelayanan (WP) dapat didefinisikan sebagai waktu sejak dimulainya kendaraan dilayani sampai dengan waktu kendaraan selesai dilayani.

**d. Tahap IV** : tahap dimana arus lalu lintas (kendaraan) meninggalkan tempat pelayanan melanjutkan perjalanannya.

Gabungan tahap II dan III disebut **sistem antrian**. Jadi **waktu dalam sistem antrian** dapat didefinisikan sebagai waktu sejak kendaraan mulai bergabung dengan antrian sampai dengan waktu kendaraan selesai dilayani (atau meninggalkan waktu pelayanan).

## 2.7 Analisa Kebijakan yang dapat dilakukan

Dalam usaha untuk meminimumkan nilai  $n$ ,  $q$ ,  $d$ , dan  $w$ , terdapat beberapa kebijakan yang dapat dilakukan, yaitu :

1. Kebijakan mengurangi waktu pelayanan
2. Kebijakan menambah pintu tol
3. Kebijakan sistem tandem.

### **2.7.1 Kebijakan mengurangi waktu pelayanan**

Kebijakan ini merupakan pilihan terbaik, karena dapat dikatakan membutuhkan biaya besar (mungkin hanya berupa dana insentif bagi karyawan yang dapat menurunkan waktu pelayanan). Akan tetapi, waktu pelayanan tersebut hanya bisa ditekan seminimal mungkin, tidak bisa dihilangkan sama sekali.

### **2.7.2 Kebijakan menambah pintu tol**

Kebijakan menambah pintu tol merupakan suatu kebijakan yang berbiaya besar, karena penambahan pintu berarti menambah lahan baru untuk pintu tol tersebut, menambah bangunan pintu tol, peralatan baru, tenaga manusia, dan cukup banyak biaya terkait lainnya. Permasalahan lahan merupakan permasalahan kritis bagi daerah perkotaan, karena ketersediaan lahan yang sudah sangat terbatas dan harga lahan yang sudah sangat mahal tentunya.

### **2.7.3 Kebijakan Sistem Tandem**

Kebijakan sistem tandem merupakan usaha untuk meningkatkan kinerja pintu tol, karena dapat menurunkan waktu pelayanan sampai 50 % (Morlok,1978 dan Hobbs,1079). Gambar berikut memperlihatkan bagaimana proses sistem tandem. Sebagai ilustrasi dengan waktu pelayanan 10 detik, tanpa sistem tandem pintu tol tersebut hanya dapat melayani 1 (satu) buah kendaraan dalam 10 detik. Akan tetapi dengan sistem tandem, dalam 10 detik yang sama pintu tol tersebut akan dapat melayani 2 (dua) buah kendaraan sekaligus. Sehingga, dapat dikatakan bahwa waktu pelayanan seakan-akan dapat ditekan menjadi 5 detik. Dengan kata lain, tingkat pelayanan pintu tol tersebut meningkat dari 360 kendaraan/jam menjadi 720 kendaraan/jam. Akan tetapi, sistem tandem hanya akan menguntungkan dengan persyaratan bahwa pelayanan kendaraan tersebut harus

relatif sama. Jika tidak sama, maka dampaknya akan jauh lebih merugikan dari sistem antrian biasa.

## **2.8 Sistem Pelayanan di Gardu Tol**

Sistem pelayanan di gardu tol adalah suatu cara pengoperasian yang diselenggarakan oleh pengelola gardu tol untuk melakukan pengumpulan tol atau transaksi pembayaran tol yang dilaksanakan oleh pengguna jalan tol. PP No. 15 Tahun 2005, Pasal 39 ayat satu pengumpulan tol dapat dilakukan secara sistem tertutup dan/atau sistem terbuka dengan memperhatikan kepentingan pengguna dan efisiensi pengoperasian jalan tol serta kelancaran lalu lintas. Pada saat melakukan transaksi di gerbang tol, pengguna jalan wajib menghentikan kendaraannya saat mengambil atau menyerahkan kembali karcis masuk dan/atau membayar tol, kecuali dengan sistem pengumpulan tol elektronik (PP No. 15 Th 2005, Pasal 41 ayat empat butir b).

## **2.9 Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol**

Peraturan Menteri PU Nomor 392/392 Tahun 2005, standar pelayanan minimal adalah ukuran yang harus dicapai dalam pelaksanaan penyelenggaraan jalan tol. Dalam Peraturan Menteri PU ini, SPM jalan tol mencakup kondisi jalan tol, kecepatan tempuh rata-rata, aksesibilitas, mobilitas, keselamatan serta unit pertolongan/penyelamatan dan bantuan pelayanan. Besaran ukuran yang harus dicapai untuk masing-masing aspek dievaluasi secara berkala berdasarkan hasil pengawasan fungsi dan manfaat. Standar pelayanan minimal jalan tol diselenggarakan untuk meningkatkan pelayanan kepada masyarakat sebagai pengguna jalan tol.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tahapan pekerjaan

Rencana pelaksanaan pekerjaan tersusun atas tahapan pekerjaan sebagai berikut:

1. Tahapan persiapan
2. Tahapan pengumpulan data
3. Tahapan pengolahan data
4. Tahapan analisa data

#### 3.2 Tahapan persiapan

Tahapan ini menyangkut pengumpulan data dan analisa awal untuk mengidentifikasi permasalahan di lokasi studi. Sebelum melakukan survei ke lapangan perlu dilakukan suatu survei awal untuk melihat situasi/kondisi di gerbang tol tersebut. Dimana survei ini dibutuhkan untuk mengetahui jam-jam puncak (*peak hour*) atau saat-saat kapan saja terjadi antrian di gerbang tol dan untuk menentukan gerbang tol yang akan ditinjau.

Sebelum dilakukan survei lapangan, diperlukan data sekunder awal yang digunakan sebagai pendukung dalam analisa awal, data-data tersebut meliputi:

1. Peta dasar dan administrasi lokasi studi
2. Peta jaringan jalan eksesting kota Medan

### **3.3 Tahapan pengumpulan data**

Tahapan pengumpulan data pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan sesuai dengan jenis dan kebutuhan data-data tersebut, secara terperinci dua tahapan tersebut meliputi :

1. Pengumpulan data skunder
2. Pengumpulan data primer

#### **3.3.1 Pengumpulan data sekunder.**

Data sekunder merupakan data atau informasi yang tersusun dan terukur yang sesuai dengan kebutuhan tujuan penelitian ini.

Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui studi literature melalui jurnal-jurnal, teks book (buku-buku) yang dikumpulkan langsung dari perpustakaan dan informasi internet serta diperoleh dari dinas terkait seperti, PT. Jasa Marga selaku pengelola jalan tol BELMERA , Dinas Perhubungan darat, Dinas Pekerjaan umum Tk II Medan Bapedda Tk I Sumatera Utara , Pemko Medan serta Badan Pusat Statistik (BPS) Tk I Sumatera Utara.

#### **3.3.2 Pengumpulan data primer ( data lapangan )**

Pada penelitian ini data primer atau data lapangan di kumpulkan langsung melalui survei-survei lapangan.

Pengambilan data primer dilakukan langsung di lapangan dengan mengadakan survei lapangan. Survei dilakukan pada tiap gardu keluar dan masuk yang beroperasi di Gerbang Tol Tanjung Morawa. Data-data yang diambil sewaktu melakukan survei adalah :

1. Waktu pelayanan (*service time*), dilakukan pada saat kendaraan berhenti di depan gardu (loket) untuk mengambil tiket masuk atau mengadakan transaksi (saat pembayaran tol sedang berlangsung) sampai kendaraan tersebut bergerak meninggalkan gardu.
2. Panjang antrian, dilakukan dengan mengukur panjang antrian yang terjadi sesaat setelah kendaraan berada tepat didepan gardu untuk melakukan transaksi.
3. Tingkat kedatangan, dilakukan dengan menghitung jumlah kendaraan yang datang dalam tiap menit.

Disamping kegiatan survei di atas, juga dilakukan pengambilan data dokumentasi atau pemotretan momen-momen penting di lokasi studi. Kegiatan dokumentasi ini juga dilakukan secara bersamaan waktunya dengan survei arus masuk dan keluar serta saat pencatatan waktu pelayanan.

Data-data yang dibutuhkan untuk penelitian langsung diambil di lapangan dengan mengadakan survei lapangan. Survei dilakukan di gerbang tol yang dijadikan objek penelitian yaitu Gerbang Tol Tanjung Morawa. Pengambilan data dilakukan pada gardu *exit* (keluar) yang sedang beroperasi.

Pengambilan waktu pelayanan (*service time*) dilakukan pada saat kendaraan berhenti di depan gardu (loket) untuk mengambil tiket pada pintu tol masuk dan mengadakan transaksi (saat pembayaran tol sedang berlangsung) pada pintu tol keluar sampai kendaraan tersebut bergerak meninggalkan gardu.

Waktu pelayanan dihitung dengan menggunakan *stopwatch*, dan mulai dihitung ketika pengemudi mengambil tiket pada pintu tol masuk dan menyerahkan uang dan karcis tol sampai petugas mengembalikan uang kembali dan bukti tol kepada pengemudi pada pintu keluar.

Untuk pengambilan data tingkat kedatangan dilakukan dengan menghitung jumlah kendaraan yang datang per 15 menit. Sedangkan untuk pengambilan data panjang antrian dilakukan dengan mengukur panjang antrian yang terjadi sesaat setelah kendaraan berada tepat di depan gardu untuk melakukan transaksi.

#### **3.4 Tahap Pengolahan data.**

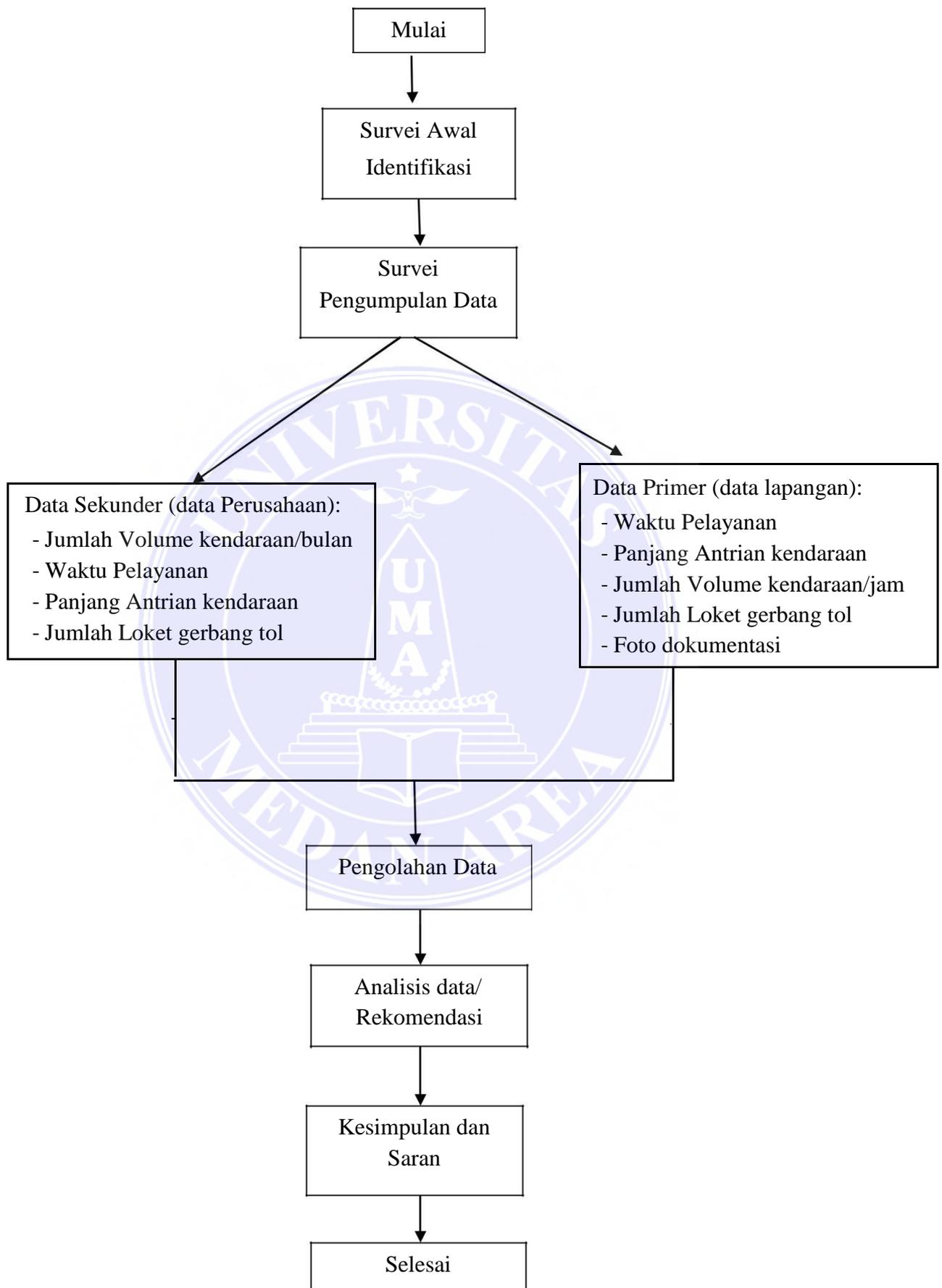
Tahapan ini meliputi pentabulasian data-data hasil survei , penetapan jam puncak volume lalu lintas yang terbesar yang terjadi selama 1 tahun dan perhitungan waktu Pelayanan serta panjang antrian.

#### **3.5 Tahap Analisa Data**

Tahapan ini meliputi pengerjaan analisis data yang telah ada. Berikut Langkah-langkah yang dibuat dalam penganalisaan data :

- e) Pengujian kecukupan data yang telah dikumpulkan melalui PT. Jasa Marga yang akan di gunakan sebagai acuan untuk memperoleh sampel.
- f) Perhitungan waktu pelayanan.
- g) Perhitungan Jumlah pintu gerbang tol.
- h) Perhitungan Antrian pintu gardu tol masuk dan keluar.

Berikut dapat dilihat Bagan alir prosedur untuk menentukan parameter kinerja gerbang tol Tanjung Morawa pada gambar 3.1 di bawah ini:





## DAFTAR PUSTAKA

- Morlok, Edward K., 1988. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta
- Moh. Pabundu, Tika, *Pengantar Statistika*, PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta
- Tamin, Ofyar Z., 1997. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung, ITB Bandung
- Jotin, C. Khisty dan B. Kent Lall, 2003. *Dasar – Dasar Rekayasa Transportasi*, Jilid 1. Erlangga, Jakarta
- PT. Jasa Marga, 1993. *Melaju Bebas Menuju Cakrawala 15 Tahun Penyelenggara Jalan Tol di Indonesia*, Jakarta
- Kantor Wilayah Departemen Pekerjaan Umum Provinsi Sumatera Utara, 1988. *Jalan Tol Belmera*
- [www. Jasamarga.com](http://www.Jasamarga.com)



# Lampiran Dokumentasi

1. Gambar Pintu Exit Gerbang Tol Tanjung Morawa



2. Gambar Pintu Keluar (Exit) Gerbang Tol Tanjung Morawa



3. Gambar gerbang pintu masuk (*Entrance*) Tol Tanjung Morawa



# Lampiran Dokumentasi

4. Gambar Gerbang Tol keluar (*Exit*) Tanjung Morawa



5. Gambar pintu Gerbang Tol masuk (*Entrance*) Tanjung Morawa



6. Gambar Gerbang Tol Pada saat masuk ke loket

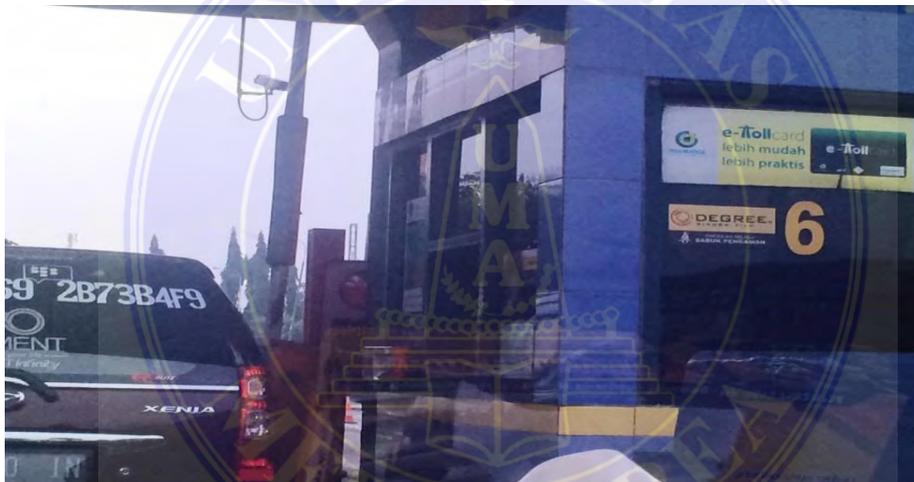


# Lampiran Dokumentasi

7. Gambar gardu pelayanan pengambilan tiket masuk



8. Gambar gardu pelayanan pengambilan pembayaran tol Keluar



9. Gambar Pintu tol Exit



# Lampiran Dokumentasi

10. Gambar Pintu tol GTO (Exit)



11. Gambar Pintu tol GTO (Exit)



12. Gambar panjang nya antrian menuju ke gerbang tol keluar

