

**EVALUASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN PINTU TOL
PADA GERBANG TOL AMPLAS**

SKRIPSI

OLEH :

WAHYUDI

NPM : 14-811-0048



**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 8/31/20

Access From (repository.uma.ac.id)

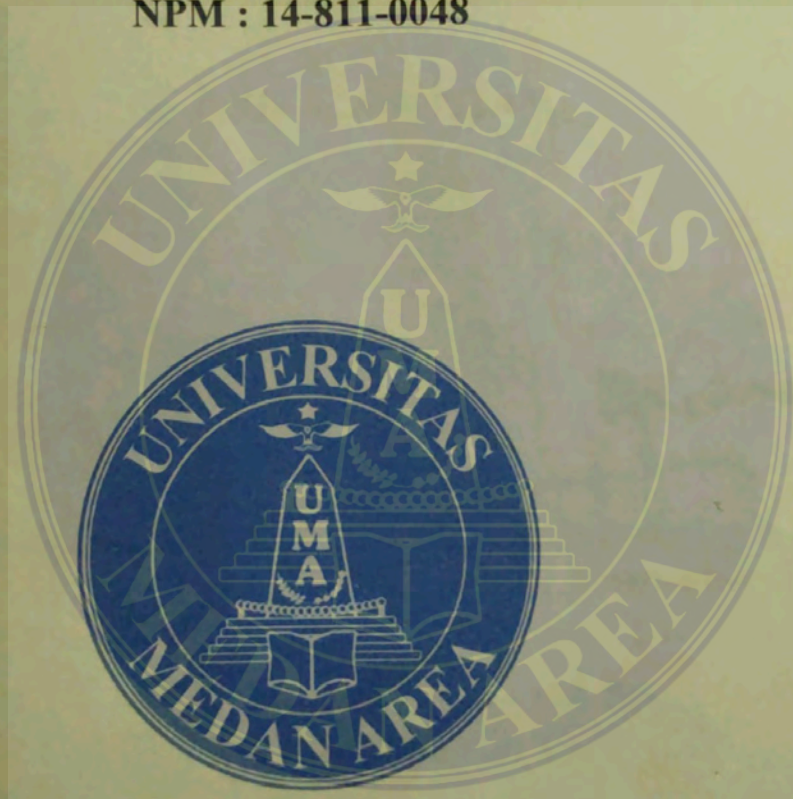
**EVALUASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN PINTU TOL
PADA GERBANG TOL AMPLAS**

SKRIPSI

OLEH :

WAHYUDI

NPM : 14-811-0048



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/31/20

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)

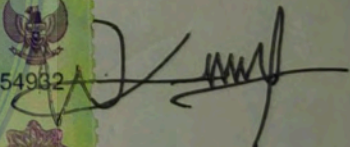
LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri , adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan ini yang saya kutip dari karya orang lain sumbernya secara jelas sesuai dengan norma , kaidah , dan etika penulisan ilmiah .

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar apabila akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku , apabila dikemudian hari ditentukan adanya plagiat dalam skripsi ini .

Medan , Januari 2020




Wahyudi
(14.811.0048)

LEMBAR PENGESAHAN

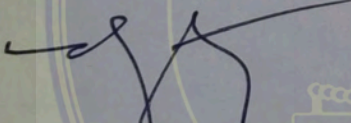
EVALUASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN PINTU TOL PADA GERBANG
TOL AMPLAS

OLEH :

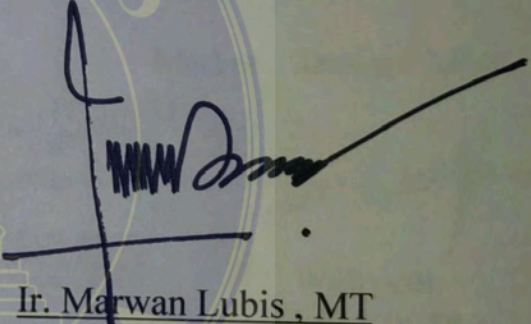
WAHYUDI

NPM : 14.811.0048


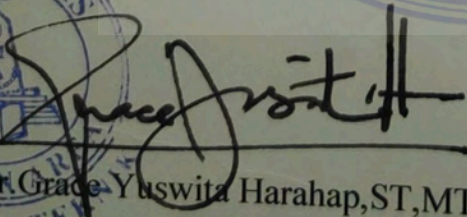
TELAH DISETUJUI OLEH :



Ir. H. Edy Hermanto, MT
Pembimbing I



Ir. Marwan Lubis, MT
Pembimbing II



Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT
Dekan



Ir. Nurmaidah, MT
Ka Prodi

5.2 Format Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah Mahasiswa

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyudi
NPM : 14.011.0048
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Evaluasi Perhitungan Kebutuhan Pintu
Tor Pada Gerbang Tor Ampas

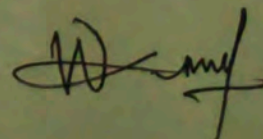
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : ... Medan

Pada tanggal : 06-02-2020

Yang menyatakan



(... Wahyudi

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 8/31/20

Access From (repository.uma.ac.id)

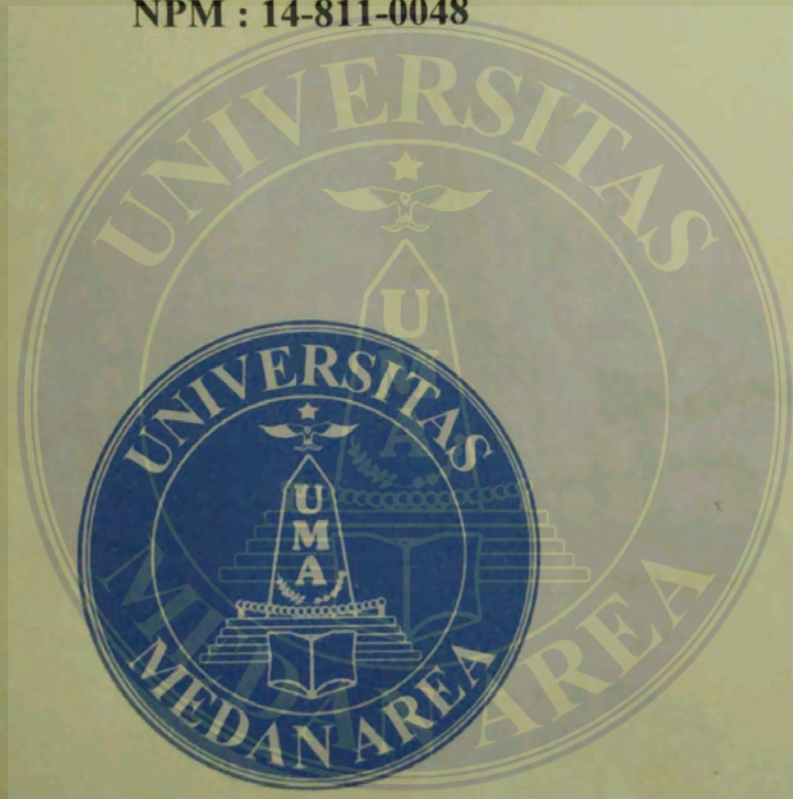
**EVALUASI PERHITUNGAN KEBUTUHAN PINTU TOL
PADA GERBANG TOL AMPLAS**

SKRIPSI

OLEH :

WAHYUDI

NPM : 14-811-0048



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/31/20

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)

ABSTRACT

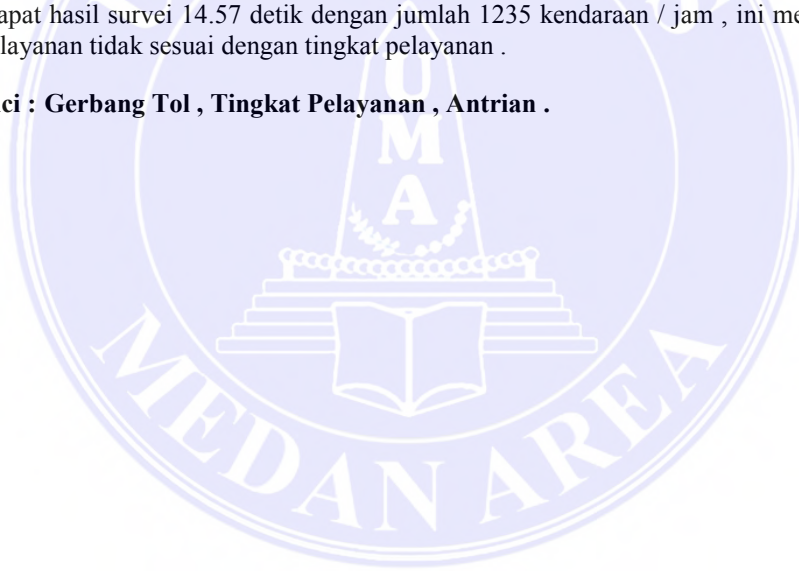
Toll road is a solution for smooth traffic in various countries, in Indonesia is the third most populous country in the world, this needs to be examined about the smooth flow of traffic such as big cities such as Medan, traffic jams occur because the toll gate arrives and the level of service is not balanced at any given hour, because it is necessary to study the question of the high level of arrival flows according to the service level at the toll gate so that there is no queue at the toll gate. This study aims to determine the needs of toll gates in terms of service level and arrival level, this study uses the basis of queuing theory and FIFO queuing discipline as well as related data collection about the relevance of the objectives. compare with the number of arrivals, both in 2018 and 2019 the increase in the number of vehicles continued to increase, seen from the time of service (WP) obtained in the field with the provisions of PT. Jasa Marga. Seen from 2018 the calculation of service time (WP) 7 seconds and the survey results obtained 8.7 seconds at the entrance gate with the number of vehicles 1233 vehicles / hour, and for the toll gate exit 11 seconds and the survey results obtained 17.6 seconds with the number 1022 vehicles / hour, this indicates that the level of service is not in accordance with the level of service . Seen from 2019 the calculation of service time (WP) 7 seconds and obtained the survey results of 8.65 seconds at the entrance gate with the number of vehicles 1249 vehicles / hour, and for the toll gate exit 11 seconds and the results of the survey were 14.57 seconds with 1235 vehicles / hour, this indicates that the level of service does not match the level of service.

Keywords: Toll Gate, Service Level, Queue

ABSTRAK

Jalan tol merupakan solusi untuk kelancaran arus lalu lintas di berbagai negara , di Indonesia merupakan negara no tiga penduduk terbanyak dunia , ini perlu di kaji soal kelancaran lalu lintas seperti kota-kota besar seperti Medan , terjadi kemacetan di karena kan di gerbang tol arus kedatangan dan tingkat pelayanan tidak seimbang di setiap jam tertentu , oleh kareana itu perlu kajian soal tingkat arus kedatangan yang tinggi di sesuaikan dengan tingkat pelayanan pada gerbang tol agar tidak terjadi antrian di gerbang tol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan gerbang tol dilihat dari segi tingkat pelayanan dan tingkat kedatangan , penelitian ini menggunakan dasar teori antrian dan disiplin antrian FIFO serta pengumpulan data yang terkait soal keterkaitan dengan tujuan .pengelola data lapangan gerbang tol amplas saat ini masih kurang tingkat pelayanan di bandingkan dengan jumlah arus kedatangan , baik di tahun 2018 maupun 2019 peningkatan jumlah kendaraan terus meningkat ,dilihat dari waktu pelayanan (WP) yang di dapat di lapangan dengan ketentuan PT.Jasa Marga .Dilihat dari tahun 2018 perhitungan waktu pelayanan (WP) 7 detik dan yang didapat hasil survei 8.7 detik pada gerbang tol masuk dengan jumlah kendaraan 1233 kendaraan /jam , dan untuk gerbang tol keluar 11 detik dan yang di dapat hasil survei 17.6 detik dengan jumlah 1022 kendaraan / jam , ini menunjukkan bahwa tingkat pelayanan tidak sesuai dengan tingkat pelayanan . Dilihat dari tahun 2019 perhitungan waktu pelayanan (WP) 7 detik dan yang didapat hasil survei 8.65 detik pada gerbang tol masuk dengan jumlah kendaraan 1249 kendaraan /jam , dan untuk gerbang tol keluar 11 detik dan yang di dapat hasil survei 14.57 detik dengan jumlah 1235 kendaraan / jam , ini menunjukkan bahwa tingkat pelayanan tidak sesuai dengan tingkat pelayanan .

Kata kunci : Gerbang Tol , Tingkat Pelayanan , Antrian .



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Disiplin Antrian FIFO | 16 |
| Gambar 2.2 Disiplin Antrian FIFO..... | 17 |
| Gambar 2.3 Disiplin Antrian FVFS..... | 17 |
| Gambar 2.4 Single Channel Kakiay , Thomas J . 2004 | 16 |
| Gambar 2.5 Multi Channel Kakiay , Thomas J . 2004 | 16 |
| Gambar 2.6 Multi Channel Banyak Tahap..... | 20 |
| Gambar 2.7 Single Channel - Multi Phase (Saluran)..... | 20 |
| Gambar 4.1 lokasi studi gerbang tol Amplas..... | 33 |
| Gambar 4.2 statistik golongan di gerbang tol Amplas 2018..... | 35 |
| Gambar 4.3 sampel populasi kendaraan I II III IV V | 41 |
| Gambar 4.4 waktu pelayanan (wp)..... | 45 |
| Gambar 4.5 Statistik golongan di gerbang tol Amplas 2019 | 47 |
| Gambar 4.6 sampel populasi setiap golongan I II III IV V | 53 |
| Gambar 4.7 waktu pelayanan (wp)..... | 63 |

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|------------|
| ABSTRACT | i |
| RINGKASAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR NOTASI | vii |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Maksud Dan Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.3 Permasalahan | 4 |
| 1.4 Pembatasan Masalah | 5 |
| 1.5 Metode Pengambilan Data | 5 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Umum | 7 |
| 2.2 Pengertian Jalan Tol | 8 |
| 2.3 Proses Antrian | 10 |
| 2.4 Komponen Antrian | 12 |
| 2.4.1 Tingkat Kedatangan (λ) | 12 |
| 2.4.2 tingkat kedatangan populasi yang akan di layani | 12 |
| 2.4.3 tingkat Pelayanan (μ) | 14 |
| 2.4.4 Di Siplin Antriah | 15 |
| 2.4.4.1 First In First Out (FIFO) | 16 |
| 2.4.4.2 First In First Out (FIFO) | 17 |
| 2.4.4.3 First Vacant First Served (FVFS)..... | 17 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5 Sintem Antrian | 18 |
| 2.6 Model – Model Antrian | 22 |
| 2.7 Parameter Antrian | 24 |
| 2.7.1 Di Siplin Antrian FIFO | 24 |
| 2.8 Sistem Pelayanan Di Gardu Tol | 26 |
| 2.9 Standar Minimal Jalan Tol | 26 |
| 2.10 Golongan Kendaraan | 27 |
| 2.11 Mekanisme dan Jumlah Gerbang Pelayanan | 27 |
| 2.12 Kebijakan Mengurai Waktu Pelayanan | 28 |
| 2.13 Kebijakan Menambah Pintu Tol | 28 |
| 2.14 Kebijakan Sitem Pembayaran Tol Elektronik | 28 |
| III. METODOLOGI PENELITIAN | 30 |
| 3.1 Tahapan Pekerjaan | 30 |
| 3.2 Pengambilan Data | 30 |
| 3.3 Pelaksana Pengumpula Data Primer dan Sekunder | 31 |
| 3.4 Pengolahan Data | 32 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | 34 |
| 4.1 Lokasi Studi | 34 |
| 4.1.1 Penyajian Data Lapangan | 35 |
| 4.2 Pengolahan Data Lapangan 2018 | 39 |
| 4.2.1 Pengujian Data | 39 |
| 4.2.2 Perhitungan Waktu Pelayanan | 42 |
| 4.3 Penyajian Data 2019 | 47 |
| 4.4 Pengolahan Data Lapangan 2019 | 51 |
| 4.4.1 Pengujian Data | 51 |
| 4.4.2 Perhitungan Waktu Pelayanan | 55 |
| 4.4.3 Perhitungan Jumlah Tol | 57 |
| 4.5 Perhitungan Antrian FIFO | 64 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 4.6 Pembahasan | 67 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 68 |
| 5.1 Kesimpulan | 68 |
| 5.2 Saran | 69 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 70 |
| LAMPIRAN | |



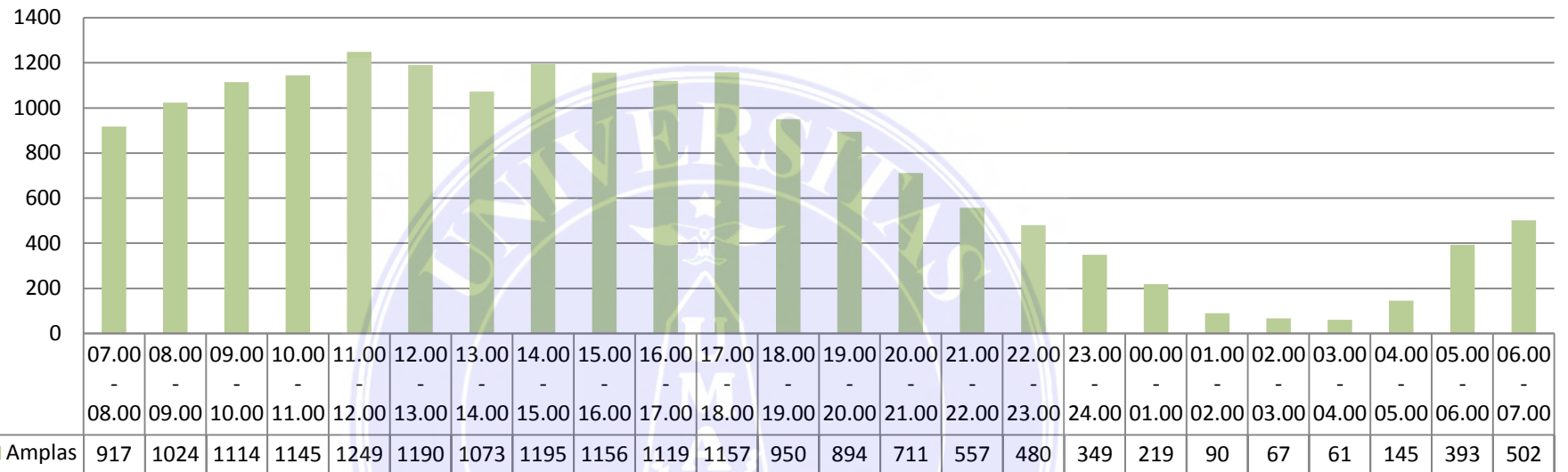
DAFTAR NOTASI

| | | |
|--------------|---|--|
| $P(r, \rho)$ | = | probabilitas n kedatangan dalam waktu ρ |
| λ | = | 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 system |
| q | = | jumlah kendaraan atau orang dalam antrian |
| d | = | waktu kendaraan atau orang dalam system |
| w | = | waktu kendaraan atau orang dalam antrian |
| μ | = | tingkat pelayanan rata-rata |
| ρ | = | intensitas lalu lintas atau faktor pemakaian = $\mu \lambda$ |
| N | = | jumlah gerbang pelayanan |
| Σ | = | sigma |
| N | = | jumlah sampel |
| Z | = | confidence level (tingkat kepercayaan) |
| V | = | variabelitas |
| C | = | confidence limit (%) |
| WP | = | waktu pelayanan |

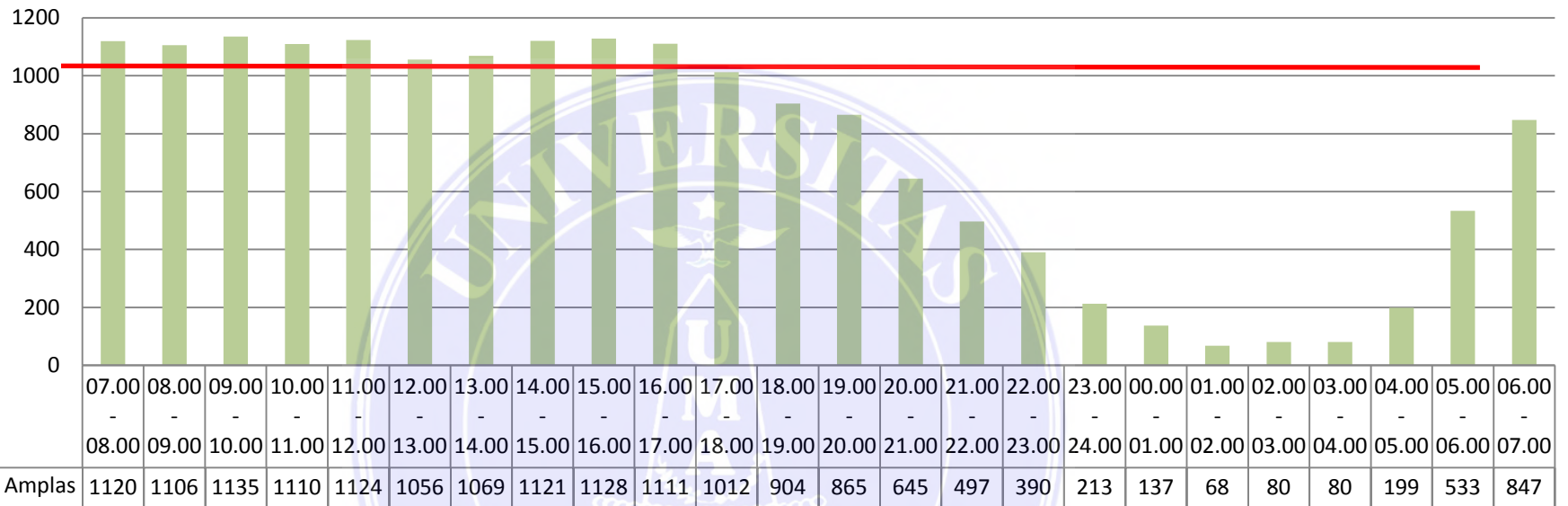
DAFTAR TABEL

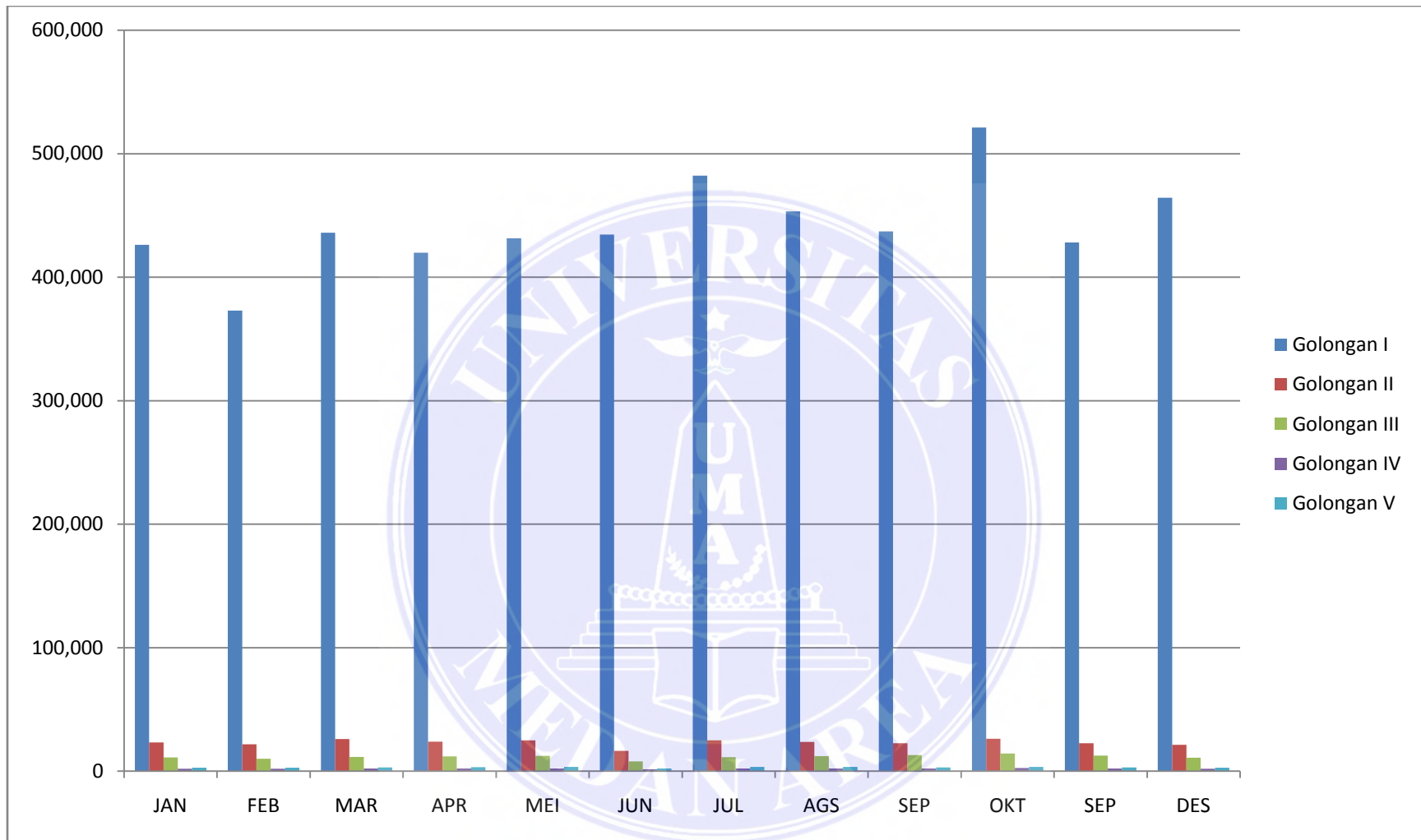
| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Model Antrian | 23 |
| Tabel 2.2 Golongan Kendaraan | 27 |
| Tabel 4.1 Realisasi Golongan lalu lintas di tahun 2018 | 34 |
| Tabel 4.2 volume lalu lintas perjam | 37 |
| Tabel 4.3 volume kendaraan pada bulan terpuncak | 37 |
| Tabel 4.4 sampel populasi setiap golongan I II III IV V | 41 |
| Tabel 4.5 Data untuk menentukan jumlah gerbang tol 2018..... | 46 |
| Tabel 4.6 waktu pelayanan (wp) | 46 |
| Tabel 4.7 realisasi lalin tahun 2019 | 47 |
| Tabel 4.8 volume lalu lintas perjam perencanaan kedatangan ... | 49 |
| Tabel 4.9 bulan terpuncak di tahun 2019 | 49 |
| Tabel 4.10 sampel populasi setiap golongan I II III IV V | 54 |
| Tabel 4.11 Rata-rata pelayanan kedatangan gerbang tol | 55 |
| Tabel 4.12 Data untuk menentukan jumlah gerbang tol 2019.... | 63 |
| Tabel 4.13 waktu pelayanan (wp)..... | 63 |

GRAFIK LALIN PER JAM PER ASAL GERBANG JALUR EXIT GERBANG TOL AMPLAS CABANG BELMERA



GRAFIK LALIN PER JAM PER ASAL GERBANG JALUR ENTRANCE GERBANG TOL AMPLAS CABANG BELMERA





Gambar 4.3 statistik realisasi lalu lintas sesuai golongan di Tol Amplas pada tahun 2018

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Tuhan YME dengan segala nikmat yang diturunkan seperti hujan kepada kita semua, sehingga kita selalu berbahagia, tercukupi segala kebutuhan hidup. Oleh karena ribuan nikmat yang tak bisa disebutkan itu akhirnya penulis mampu menyelesaikan Skripsi dengan judul “Evaluasi Perhitungan Kebutuhan Pintu Tol Pada Gerbang Tol Amplas .

Ucapan terima kasih patut lah penulis sampaikan kepada seluruh insan yang telah membantu, memberi saran, semangat dan masukan kepada penulis selama proses menyelesaikan skripsi ini. Pertama kepada junjungan alam, nabi besar Muhammad Saw dan para keluarganya serta para penerusnya yang telah memberikan penulis inspirasi agar kuat dalam menjalani hidup, dan berbagai petuah hidup yang sangat membantu penulis menyelesaikan tahap-tahap dalam hidup. Selanjutnya penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Ucapan terima kasih paling spesial terutama keluarga saya, yang saya uatamakan bapak, mamak, abang, kakak dan keluarga besar , yang selama ini telah mendukung dalam bentuk moral maupun moril sehingga terpenuhi lah kebutuhan dalam menimba ilmu, terimakasih atas segala keringat dan doa yang tak henti-hentinya .
2. Terima kasih kepada Bapak Prof . Dr . Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc. sebagai Rektor Universitas Medan Area .

3. Terima kasih penulis ucapkan pada Ibu Dr.Grace Yuswita Harahap,ST,MT yang telah memimpin Fakultas Teknik dengan baik sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
4. Terimakasih juga penulis sampaikan pada para pembimbing antara lain, Bapak Ir. H. Edy Hermanto, MT dan Bapak Ir. Marwan Lubis, MT yang telah banyak memberikan saran dan masukan yang bermanfaat bagi penulis.
5. Terimakasih penulis ucapkan kepada Ibu Kepala Prodi Teknik Sipil, Ir.Nurmaidah ,MT yang telah membimbing hingga dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Terimakasih kepada para para Dosen tanpa terkecuali, para Staff Fakultas dan petugas kebersihan yang telah memberikan kami kenyamanan dalam belajar.
7. Terima kasih kepada Irpasyah siregar selaku pegawai Jasa Marga yang telah banyak memberikan masukan saran yang bermanfaat .
8. Terimakasih penulis ucapkan kepada para senior/alumni dari organisasi maupun dari Fakultas yang telah menjadi panutan penulis, dengan tidak henti-henti memberikan nasehat yang bermanfaat.
9. Terimakasih penulis ucapkan kepada rekan yang telah memberikan bantuan moral maupun moril yaitu , Probahenta sinamo ,M.Bahrijal ,Andi Sumawijaya, M.Ardiansyah, sapta pernandes, dan rekan-rekan lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.
10. Terimakasih penulis ucapkan terakhir kepada abang dan adik PBV UMA yang selalu memberikan semangat .

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Melihat fungsi gerbang tol adalah memberikan layanan berupa kelancaran arus kendaraan tanpa hambatan yang menimbulkan kemacetan di gerbang tol amplas perlu di teliti lebih lanjut. Apabila gerbang tol yang dioperasikan tidak seimbang dengan jumlah volume kendaraan, maka kelancaran arus lalu lintas dapat terganggu. Jika terlalu sedikit dapat menimbulkan antrian yang sangat panjang tetapi jika terlalu banyak dapat menimbulkan biaya operasional yang tinggi.

Gerbang tol Amplas merupakan gerbang tol yang terpadat yang dilalui kendaraan baik masuk maupun keluar gerbang tol. Di karenakan memiliki ketiga wilayah tersebut yang tidak sebanding dengan jumlah gardu tol amplas .Sementara di satu sisi Tol Amplas juga terlihat panjang. Sebab lokasi ini menjadi satu pintu prioritas pilihan pengendaraan untuk berangkat keluar dari kota medan selain belawan , mabar , tanjung mulia , haji Anif dan bandar selamat.

Dalam peneltian ini lebih di fokuskan pada tingkat pelayanan pintu gerbang yang harus dimiliki enam elemen utama yaitu sumber (populasi), kedatangan pelanggan , barisan antrian , disiplin pelayanan , mekanisme pelayanan dan kepergian pelanggan. Di karenakan kegiatan distribusi barang dan jasa yang terjadi pada komponen jalan tol ini sering menimbulkan keterlambatan atau kemacetan sehingga terjadi antrian pada jam – jam sibuk. Studi kasus ini di ambil di gerbang tol Amplas dikarenakan gerbang tol ini merupakan salah satu

pintu masuk dan keluarnya dari ketiga wilayah Belawan – Medan – Tanjung morawa . sejak di operasikan gerbang tol ini tahun 1986 pertumbuhan lalu lintas sampai saat ini meningkat pesat sehingga perlu untuk di teliti lebih lanjut guna untuk melihat kemampuan waktu pelayanan pada gerbang tol Amplas tersebut .

Meskipun sekarang ini Tol Amplas sudah menggunakan pintu tol otomatis semua masih juga mengalami kemacetan di pintu tol tersebut ,sekarang Amplas memiliki delapan fungsi pintu tol pembayaran transaksi ,di sisi pintu *entrance* hanya memiliki tiga pintu tol , dua pintu *entrance* GTO , satu menggunakan pintu yang memiliki dua model pembayan baik uang tunai dan menggunakan kartu, maksud pintu yang memiliki dua model pembayaran adalah apabila dalam keadaan mesin reader tidak bekerja atau tidak terbacanya kartu Tol maka bisa menggunakan uang tunai .Sedangkan untuk pintu *exit* memiliki lima pintu dua pintu menggunakan GTO tiga menggunakan pintu sama sama menggunakan dua model pembayaran .

Apabila gardo tol yang dioperasikan tidak seimbang dengan volume arus kendaraan , makan kelancaran arus lalu lintas dapat terganggu . Tujuan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah gardu keluar yang optimal dalam melayani transaksi pengguna tol .(Anwar¹, Mukhlis² dan Ahmad Septiyan³.2017)

Penelitian evaluasi kapasitas dan waktu pelayanan ini dilakukan pada gerbang .penelitian ini dilakukan untuk melihat kemampuan pelayanan gerbang tol dari segi besar kapasitas dan lama rata-rata waktu pelayanan pada gerbang .pengumpulan data dilihat dari tingkat kedatangan dan lama waktu pelayanan .(Kadek Adi Suryawan, I M Suardana Kader, I N Sedana Triadi, I W Sudiasa. 2015)

Untuk menganalisis kebutuhan gardu tol pada volume kendaraan tertinggi dan jumlah gardu tol terbanyak yang beroperasi dalam satu hari pada gerbang tol, maka diperlu di kaji tentang permasalahan yang ada. faktor yang sering terjadi adalah jumlah gardu tol. (M. Fakhuriza Pradana¹, Dwi Esti Intari², Febri Kurniawan³. 2017)

Gerbang tol merupakan tempat transaksi pelayanan yang sering terjadinya kemacetan, oleh karena itu perlu di kaji mengenai permasalahan tersebut untuk mengetahui apakah waktu pelayanan dan kapasitas gerbang tol masih belum memenuhi Standar Pelayanan Minimal (SPM) jalan tol. (neneng winarsih¹. jennie kusumaningrum². 2013)

Gerbang tol adalah akses masuk-keluar dengan tingkat kemacetan lalu lintas cukup tinggi khususnya pada jam puncak (peak hour) pagi, sore. pengumpulan data yaitu mensurvei lapangan, geometrinya, arus lalu lintas. Analisa pada kondisi eksisting dan jangka waktu lima tahun kedepan, menggunakan metode MKJI 1977 dengan bantuan program KAJI. (Amalia Firdaus Mawardi, Machsus, Syafira Khayam, 2017)

Pengembangan sarana dan prasana pada jalan tol berupa perencanaan, perancangan operasional, dan riset memerlukan nilai lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT), namun survey volume lalu lintas selama satu tahun (365 hari) akan memerlukan waktu dan biaya yang besar, sehingga dilakukann studi ini untuk memperoleh prediksi LHRT menggunakan data lalu lintas tahun sebelumnya. (Mauren Ninata Shiky, Ronald Jeferson Simbolon, Ismiyati, Epf. Eko Yulipriyono 2015)

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan, jumlah gardu tol yang sesuai dengan tingkat kedatangan kendaraan yang ada, sehingga tidak akan terjadi antrian yang panjang di gardu konvensional. Mempertimbangkan nilai efektifitas jumlah gardu tol konvensional dapat di konversi menjadi gardu single channe multiple phase dengan syarat waktu pelayanan pada phase pertama dan kedua harus relatif sama. (Zaenal Abidin, Aripurnomo Kartohardjono 2017)

1.2 Maksud Dan Tujuan Penelitian

1. Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini mengevaluasi kebutuhan gerbang tol Amplas, Medan.

2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini memperhitungkan kebutuhan gerbang Tol Amplas dengan melihat jumlah kendaraan yang masuk maupun keluar.

1.3 Permasalahan

Penumpukan yang terjadi di gerbang Tol Amplas lantaran masih ada yang kurang siap dengan transaksi non tunai. dan untuk melihat seberapa besar volume kendaraan harus diperhatikan dan di bahas dalam penelitian ini.

1. Bagaimana kesiapan gerbang tol untuk melayani keluar masuknya kendaraan di jam – jam sibuk pada gerbang Tol Amplas ?
2. Bagaimana waktu pelayanan yang di berikan gardu untuk mengurangi tingkat kemacetan di gerbang tol tersebut ?
3. Apakah dengan jumlah gerbang tol di Amplas saat ini sudah mencukupi tingkat kelancaran lalu lintas saat ini ?

1.4 Pembatasan Masalah

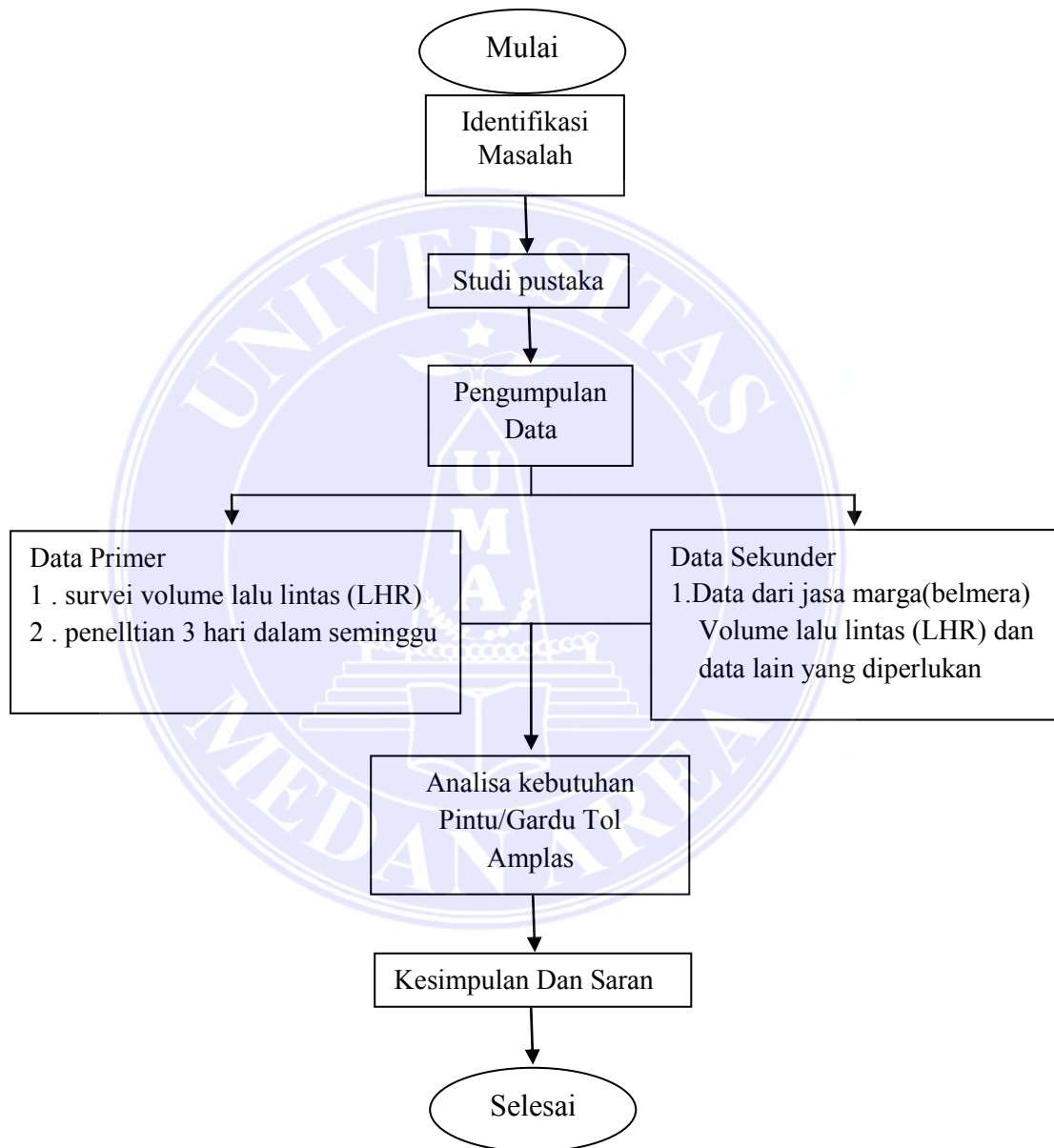
Mengingat banyaknya masalah yang timbul dalam penelitian ini, maka dibuatlah batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini. Dengan adanya batasan masalah ini diharapkan penelitian akan mendapatkan tujuan penelitian yang diinginkan. Batasan masalah yang dibatasi adalah sebagai berikut penelitian ini tidak menghitung jumlah anggaran pembuatan gerbang tol.

1.5 Metode Pengambilan Data

Metode penelitian adalah melakukan pengamatan dan pengumpulan data dengan cara mensurvei langsung ke lapangan. Pada pengumpulan data menggunakan data primer dan data sekunder, data primer didapat langsung di lapangan data tersebut mencakup kondisi geometri, kondisi lingkungan dan kondisi lalu lintas, sedangkan data sekunder didapat dari PT. Jasa Marga (Persero) Tbk yang merupakan perusahaan BUMN yang bergerak pada jasa penyedia layanan jalan tol di Indonesia.

1. Data Primer, yaitu pengambilan data langsung di lapangan dengan mengadakan survei lapangan, data – data yang diambil sewaktu melakukan waktu pelayanan (*service time*), panjang antrian, tingkat kedatangan. Di samping survei yang dilakukan adanya pengambilan dokumentasi atau pengambilan foto penting yang terjadi di lokasi
2. Data sekunder didapat dari PT. Jasa Marga (Persero) Tbk yang merupakan perusahaan yang bergerak pada jasa penyedia layanan jalan tol Indonesia.

Dalam penulisan ini diperlukan yang menjelaskan tahapan – tahapan proses dari awal hingga akhir. Metodologi penelitian yang dapat dilihat melalui *flow chart* berikut.



Gambar 1.1 Bagan Alir

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Transportasi adalah perpindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Di negara maju, mereka biasanya menggunakan kereta bawah tanah (subway) dan taksi. Penduduk di sana jarang yang mempunyai kendaraan pribadi karena mereka sebagian besar menggunakan angkutan umum sebagai transportasi mereka. Transportasi sendiri dibagi 3 yaitu, transportasi darat, laut, dan udara. Transportasi udara merupakan transportasi yang membutuhkan banyak uang untuk memakainya. Selain karena memiliki teknologi yang lebih canggih, transportasi udara merupakan alat transportasi tercepat dibandingkan dengan alat transportasi lainnya serta memiliki tingkat kecelakaan yang relatif lebih rendah daripada transportasi darat dan air.

Menurut Wikipedia pengertian transportasi adalah perpindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan (<https://id.wikipedia.org/wiki/Transportasi>). Di dalam pengertian transportasi tersebut, terdapat unsur-unsur yang terkait erat dalam berjalannya konsep transportasi itu sendiri. Unsur-unsur dalam transportasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Manusia yang membutuhkan
2. Barang yang dibutuhkan
3. Kendaraan sebagai alat/sarana
4. Jalan dan terminal sebagai prasarana transportasi
5. Organisasi (pengelola transportasi)

Pengertian transportasi sangat beragam berdasarkan para ahli. Namun yang dituliskan di atas ada garis besar dan definisi umum mengenai transportasi. Pengertian transportasi dimasa yang akan datang mungkin akan mengalami banyak perkembangan akibat kemajuan teknologi. Tetapi konsep pengertian transportasi secara mendasar di atas harus dipahami sebagai dasar dan sejarah transportasi.

2.2 Pengertian jalan Tol

Jalan tol adalah suatu lintas jalan yang merupakan alternatif dari lintas jalan umum yang ada, mempunyai spesifikasi jalan bebas hambatan dan jalan tol hanya diperuntukkan bagi pemakai jalan yang menggunakan kendaraan bermotor roda 4 atau lebih dengan membayar tol (pasal 14 UU No.13 tahun 1980).

Untuk mengatasi masalah penambahan kapasitas akibat jumlah pemakai jalan tol yang menambah, maka diperlukan suatu data mengenai kapasitas suatu gerbang tol. Pendapatan jumlah kendaraan yang melewati jalan tol dapat dihitung besarnya kapasitas untuk gerbang tol berbeda – beda tergantung tingkat pelayanan yang singkat dan tepat akan menambah besarnya kapasitas suatu gerbang tol.

Untuk menciptakan akses tol yang bebas hambatan , maka perlu di teliti dan di kaji tentang permasalahan–permasalahan yang ada.faktor yang sering menimbulkan permasalahan adalah jumlah gardu tol .Karena pada saat jumlah gardu tol diperbanyak namun tidak seimbang dengan volume kendaraan hanya akan mengakibatkan pembekakan biaya operasional .

2.2.1 Spesifikasi Jalan Tol

Dalam pasal 6 peraturan pemerintah republik Indonesia no . 15 tahun 2005 jalan tol harus mempunyai spesifikasi sebagai berikut .

1. Tidak ada persimpangan sebidang dengan ruas jalan lain atau dengan prasarana transportasi lainnya .
2. Jumlah jalan masuk dan keluar dari jalan tol di batasi secara efisien dan semua jalan masuk dan jalan keluar harus terkendali secara penuh .
3. Jarak antar simpang susun paling rendah 5 km untuk jalan tol luar perkotaan dan paling rendah 2 km untuk jalan tol perkotaan .
4. Jumlah lajur sekurang – kurangnya dua lajur per arah .
5. Menggunakan pemisahan tengah atau median .
6. Lebar bahu jalan sebelah luar harus dapat dipergunakan sebagai jalur lalu lintas sementara dalam keadaan darurat .

2.3 Proses Antrian

Proses antrian dimulai saat pelanggan – pelanggan yang memerlukan pelayanan mulai datang . Mereka berasal dari suatu populasi yang disebut sebagai sumber masukan . Proses antrian sendiri merupakan suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan pelanggan pada suatu fasilitas pelayanan , menunggu dalam baris antrian jika belum dapat dilayani , dilayani dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut sesudah dilayani .

Sebuah system antrian adalah suatu himpunan pelanggan , pelayan dan suatu aturan yang mengatur pelayanan kepada pelanggan . Sedangkan keadaan system menunjuk pada jumlah pelanggan yang berada dalam suatu fasilitas pelayanan , termasuk dalam antriannya . Salah satu populasi adalah jumlah pelanggan yang datang pada fasilitas pelayanan. Besar populasi merupakan jumlah pelanggan yang memerlukan pelayanan .

Dalam jumlah antrian , banyaknya populasi dibedakan menjadi dua , yaitu populasi terbatas (finite) dan populasi tidak terbatas (infinite). Populasi yang terbatas dapat ditemukan pada suatu perusahaan yang mempunyai sejumlah mesin yang memerlukan perawatan atau perbaikan pada periode tertentu .

populasi yang tidak terbatas merupakan pelanggan yang tidak terhingga , yang setiap hari melayani pelanggan yang datang secara random dan tidak dapat ditentukan berapa jumlahnya . Dalam system antrian ada lima komponen dasar yang harus diperhatikan agar penyedia fasilitas pelayanan dapat melayani para pelanggan yang berdatangan yaitu :

1. Bentuk kedatangan para pelanggan
2. Bentuk fasilitas pelayanan
3. Jumlah pelayana atau banyaknya tempat service
4. Kapasitas fasilitas pelayanan untuk menampung para pelangga
5. Disiplin antrian yang mengatur pelayanan kepada para pelanggan sejak pelanggan itu datang sampai pelanggan tersebut meninggalkan tempat pelayanan.

Suatu antrian merupakan formasi baris-baris penungguan dari pelanggan (satuan) yang memerlukan pelayanan dari satu atau lebih pelayan (fasilitas layanan). Peristiwa antrian merupakan fenomena yang biasa terjadi apabila kebutuhan akan pelayanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan pada waktu yang sama, sehingga pelanggan yang tiba tidak dapat segera mendapat pelayanan dan membentuk suatu formasi baris-baris penungguan .

Untuk mengurangi antrian dan mencegah timbulnya antrian, maka sering kali dilakukan penambahan fasilitas pelayanan maka diperlukan biaya yang lebih besar, dan hal itu akan mengurangi keuntungan. Sebaliknya antrian yang panjang juga akan menimbulkan biaya, baik berupa biaya sosial, kehilangan pelanggan ataupun pengurangan pekerja. Pada umumnya, teori antrian dapat diklasifikasikan menjadi sistem yang berbeda – beda dimana teori antrian sering diterapkan secara luas.

2.4 komponen Antrian

Ada tiga unsur/komponen utama dalam teori antrian yang benar diketahui dan dipahami yaitu (Tamin ,2003)

1. Tingkat kedatangan (λ)
2. Tingkat pelayanan (μ)
3. Disiplin antrian

2.4.1 Tingkat kedatangan (λ)

Tingkat kedatangan (λ) 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 di tentukan oleh waktu antar kedatangan ,waktu antara kedatangan dua atau lebih pelanggan yang secara berurutan pada suatu fasilitas pelayanan .bila tingkat kedatangan ini tidak disebut khusus , maka asumsinya bahwa pelanggan tiba satu per satu . Asumsinya adalah kedatangan pelanggan mengikuti suatu proses dengan disitribusi probabilitas tertentu .

2.4.2. tingkat 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 di ketahui jumlah nya (finite) ,sedangkan

jumlah nasabah bank yang mau nyetor, menarik tabungan, maupun buat rekening baru bisa tak terbatas (infinite)

Populasi adalah wilayah generalisasi berupa subjek atau objek yang diteliti untuk di pelajari dan di ambil kesimpulan. menurut sumaatmadja (1988:54) mengatakan bahwa “sampel merupakan bagian populasi yang bersipat mewakili populasi yang bersangkutan .

Jumlah besarnya sampel yang di ambil pada gerbang tol Amplas dapat mewakili suatu populasi, maka formula yang digunakan Dixon dan B. Leach (dalam Tika, 1997 :35) dengan rumus .
menentukan jumlah sampel kendaraan per golongan

$$P = \frac{\text{Jumlah Golongan}}{\text{Total}} \times 100 \quad (2.1)$$

Dimana

$$P = \text{persentase karakteristik}$$
$$v = \sqrt{p(100 - p)} \quad (2.2)$$

dimana

v = variabel yang dapat di peroleh oleh rumus

$$n = \frac{\{z \times v\}^2}{c} \quad (2.3)$$

Dimana ;

n = jumlah sampel

z = tingkat kepercayaan (*confidence level*) dinyatakan dalam persen dan nilai konversinya dapat di cari dalam tabel statistik , nilai *confidence level* 95% adalah 1.96 %

c = *confidence limit* / batas kepercayaan

adalah perbedaan rata-rata sampel dengan rata-rata yang diharapkan untuk memperoleh nilai *confidence level* 1.96 % dan *confidence limit* sebesar 10%

$$n^1 = \frac{n}{1 + (\frac{n}{N})} \quad (2.4)$$

Dimana :

n^1 = jumlah sampel yang di koreksi

n = jumlah sampel hasil perhitungan dengan rumus

N = jumlah populasi

(Sumber : C Dixon dan B.Leach.1997 *Metode Pengambilan Sampel Untuk Penelitian Geografi*. Yogyakarta Ombak .)

2.4.3 Tingkat pelayanan (μ)

Tingkat pelayanan dinyatakan dengan notasi μ , yaitu jumlah kendaraan atau manusia yang dapat dilayani oleh satu tempat fasilitas pelayanan dalam satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau orang/menit.

$$WP = \frac{1}{\mu} \quad (2.5)$$

Dimana

WP = waktu pelayanan

μ = tingkat pelayanan

notasi ρ diartikan sebagai perbandingan antara tingkat kedatangan (λ) dan tingkat pelayanan (μ) memiliki persyaratan bahwa nilai tersebut harus lebih kecil dari 1(satu)

$$\rho = \frac{\lambda/N}{\mu} < 1 \quad (2.6)$$

Di mana :

ρ = perbandingan antara tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan

λ = Tingkat kedatangan (kend/jam)

μ = Tingkat Pelayanan(kend/jam)

jika nilai $\rho > 1$, berarti kedatangan lebih besar dari tingkat pelayanan , dan apabila ini terjadi maka antrian panjang akan bertambah .

(Sumber : Thomas J . Kakiay . 2004 .*Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata* . Yogyakarta Andi .)

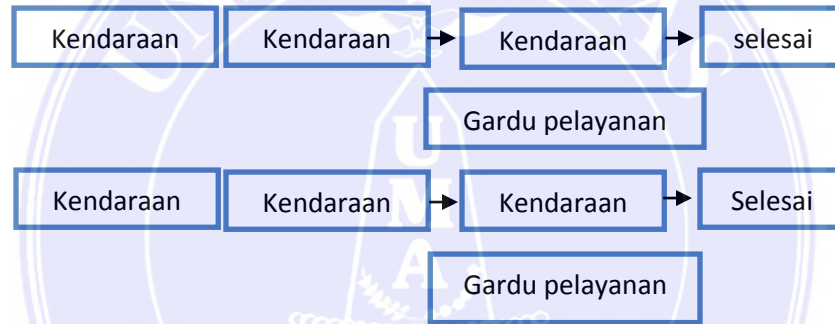
2.4.4 Disiplin antrian

Disiplin antrian adalah aturan dalam mana para pelanggan dilayani atau disiplin pelayanan (service time) yang memuat urutan (order) para pelanggan menerima layanan .Aturan pelayanan menurut urutan kedatangan ini dapat didasarkan pada :

1. Pertama masuk pertama keluarga (FIFO)
2. Yang terakhir masuk pertama keluar (LIFO)
3. Pelayanan dalam urutan acak (SIRO)

2.4.4.1 *First In First Out* (FIFO) atau *First Come First Served* (FCFS)

FIFO (*first in out*) merupakan suatu peraturan di mana yang akan dilayani daahulu adalah pelanggan yang datang terlebih dahulu .FIFO ini sering juga disebut FCFS (*First Come First Served*).



Gambar 2.1. Disiplin Antrian FIFO

Gambar tersebut diatas memperlihatkan ilustrasi bagaimana tata cara disiplin antrian FIFO .Disiplin antrian FIFO sangat sering digunakan dalam bidang transportasi dimana orang dan/atau kendaraan yang pertama tiba pada suatu tempat pelayanan akan dilayani pertama .

2.4.4.2 *First In Last Out (FIFO)* atau *First Come Last Served (FCLS)*

LIFO (*Last In First Order*) merupakan antrian di mana yang datang paling akhir adalah yang dilayani paling awal atau paling dahulu , yang sering juga dikenal dengan LCFS (*Last Come First Served*)

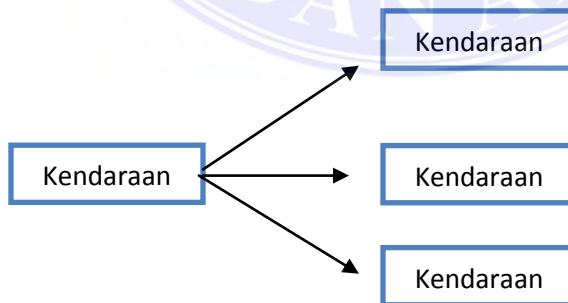


Gambar 2.2 .Displin Antrian FIFO

Disiplin FIFO juga cukup sering digunakan dibidang transportasi dimana orang dan/atau kendaraan yang pertama tiba akan dilayani terakhir

2.4.4.3 *First Vacant First Served (FVFS)*

SIRO (*Service In Random Order*) di mana pelayanan dilakukan secara acak .Sering juga dikenal dengan RSS (*Random Selection For Service*)



Gambar 2.3 Dsiplin Antrian FVFS

Dapat dilihat pada gambar , disiplin antrian FVFS sangat sering digunakan pada beberapa loket pembayaran listrik atau telepon , dan banyak contoh lainnya . Dengan disiplin antrian FVFS ini ,orang yang pertama tiba akan dilayani oleh tempat pelayanan yang pertama tiba akan dilayani oleh tempat pelayanan yang pertama kosong . Dalam kasus FVFS , hanya akan terbentuk 1 (satu) antrian tunggal saja , tetapi jumlah tempat pelayanan bisa lebih 1 (satu).

2.5 Sistem Antrian

Terdapat beberapa sistem antrian yang berbeda-beda yang menggunakan suatu notasi yang dikenal sebagai notasi kendali ,tujuan notasi ini adalah untuk mengidentifikasi suatu antrian seperti V/W/X/Y/Z ,dimana :

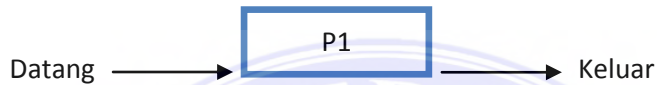
- V =Menunjukkan pola kedatangan
- W =Menunjukkan pola pelayanan
- X =Menyatakan jumlah pelayanan yang ada
- Y =Menyatakan kapasitas system
- Z =Menandakan disiplin antrian

Jika Y dan Z tidak ditentukan berarti Y tak terhingga (∞) dan Z adalah FIFO

Ada beberapa model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian, yaitu sebagai berikut .

1 Single Channel - Single Phase atau satu antrian satu pelayanan

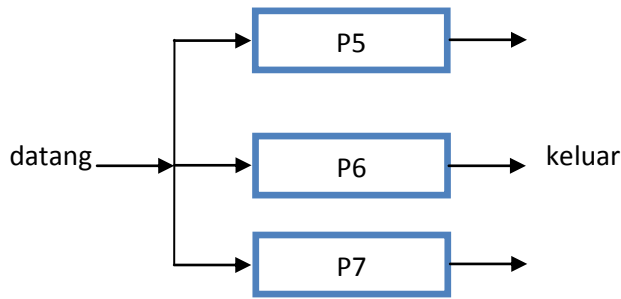
Struktur antrian pada single channel – single phase ini hanya memilih satu jalur pelayanan dan dalam jalur ini memiliki satu tahap saja . Struktur ini sangat sederhana dan dapat dilihat pada gambar berikut ini .



Gambar 2.4 .Single Channel - Single Phase (Saluran Tunggal - Satu Tahap). Kakiay ,
Thomas J . 2004 .

2 Multi Channel - Single Phase (Banyak Saluran - Satu Tahap)

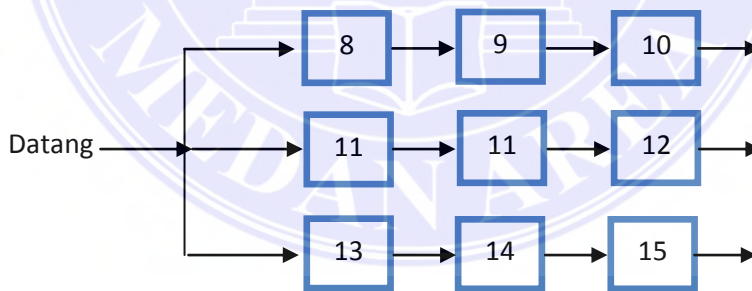
Multi Channel – single phase terjadi apabila dua atau lebih fasilitas pelayanan diakhiri oleh antrian tunggal . sebagai contoh dari model ini adalah pembelian tiket yang dilayani oleh lebih dari satu loket . Struktur ini sangat sederhana dan dapat dilihat pada gambar berikut ini .



Gambar 2.5 . Multi Channel - Single Phase (Banyak Saluran - Satu Tahap . Kakiay , Thomas J . 2004 .

3 Multi Channel - Multi Phase (Banyak Saluran – Banyak Tahap)

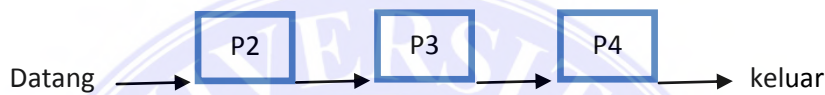
Multi channel – multi phase terjadi apabila terdapat lebih dari satu jenis layanan dan terdapat lebih dari satu pemberi layanan dalam setiap jenis layanan . Stuktur ini sangat sederhana dan dapat dilihat pada gambar berikut ini .



Gambar 2.6. Multi Channel - Multi Phase (Banyak Saluran – Banyak Tahap) Kakiay , Thomas J . 2004 .

4 Single Channel - Multi Phase atau satu antrian beberapa pelayanan seri

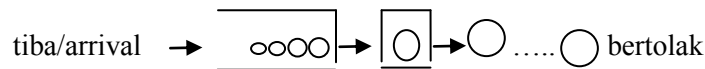
Struktur antrian pada single channel – multi phase ini hanya memiliki satu jalur pelayanan dan dalam jalur ini memiliki dua tahap (lebih dari satu layanan) , tetapi dalam setiap jenis layanan hanya terdapat satu pemberi layanan . Struktur ini sangat sederhana dan dapat dilihat pada gambar berikut ini .



Gambar 2.7 . Single Channel - Multi Phase (Saluran)

1. Dalam teori antrian selalu ditentukan kombinasi di mana kegiatan yang dimulai dari pelanggan datang pada suatu tempat tertentu dan kemudian dapat langsung mengikuti aturan antrian untuk selanjutnya dilayani dan akhirnya meninggalkan tempat tersebut.
2. Apa bila ditinjau banyaknya kebutuhan pelanggan (*customer*) yang memerlukan pelayanan (*service*) , maka terdapat beberapa model antrian dan service sekaligus untuk melayani pelanggan , yaitu sebagai berikut :

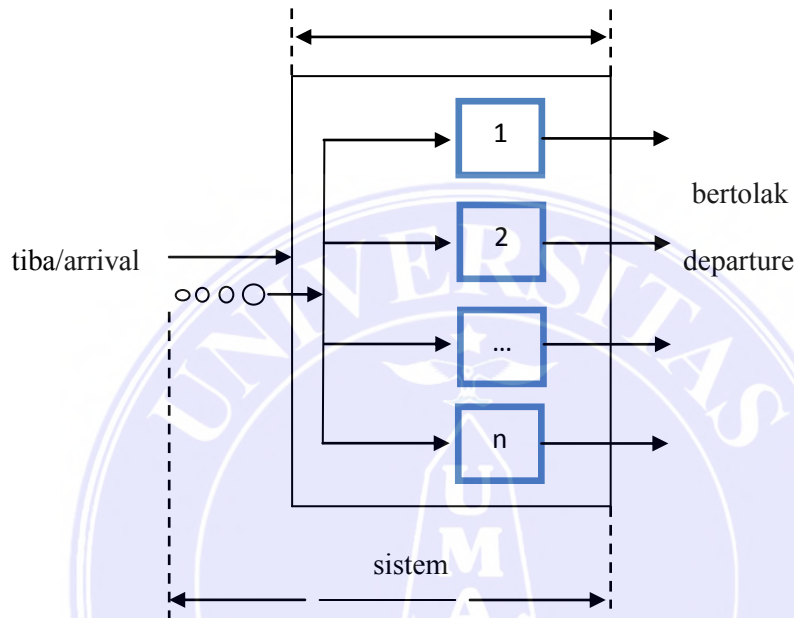
1. Pelayanan tunggal dengan antrian tunggal



fasilitas pelayanan
(service)

Ini bentuk yang umum yang banyak ditemukan di berbagai tempat .

2. Pelayanan (*service*) berbentuk paralel sedangkan kedatangan pelanggan mengikuti baris (*line*) di mana pelayanan akan diberikan dengan bergantung pada pelayanan yang kosong .contoh



system ini terdapat pada system pelayanan bank , aturan untuk memasuki jembatan/terowongan dan lain – lain .

2.6 Model-model Antrian

Suatu model antrian disebut layanan tunggal , apabila system hanya mempunyai satu gerbang pelayanan dan disebut model pelayanan ganda apabila system mempunyai sejumlah satuan pelayanan paralel yang masing – masing dilayani oleh seperangkat pelayanan . Untuk mengoptimalkan suatu pelayanan , kita dapat memperkirakan waktu pelayanan dan dapat menentukan jumlah saluran atau jalur antrian dan jumlah pelayanan atau tenaga kerja yang tepat yang akan digunakan

dengan menggunakan model-model antrian .Terdapat empat model antrian , antara lain [2][3][4]:

1. Model A: model antrian jalur tunggal dengan kedatangan berdistribusi poisson dan waktu pelayanan Eksponensial(M/M/1).
2. Model B : model antrian jalur berganda (M/M/S).
3. Model C : model waktu pelayanan konstan (M/D/1).
4. Model D : model popasi yang terbatas

Tabel 2.1. Model Antrian

| Model | nama | Jumlah Jalur | Jumlah Tahapan | Pola tingkat Kedatangan | Pola waktu Pelayanan | Ukuran Antrian | Aturan |
|-------|--------------------------------|--------------|----------------|-------------------------|----------------------|----------------|--------|
| A | System Sederhana (M/M/1) Jalur | Tunggal | Tunggal | Poisson | Eksponensial | Tidak Terbatas | FIFO |
| B | Berganda (M/M/S) Pelayana | Ganda | Tunggal | Poisson | Eksponensial | Tidak Terbatas | FIFO |
| C | Konstan (M/D/1) Populasi | Tunggal | Tunggal | Poisson | Konstan | Tidak Terbatas | FIFO |
| D | Terbatas | Tunggal | Tunggal | Poisson | Eksponensial | Tidak Terbatas | FIFO |

Ke empat antrian diatas , memiliki karakteristik umum dengan asumsi yaitu :

1. Kedatangan berdistribusi poisson
2. Penggunaan aturan FIFO
3. Pelayanan satu tahap

2.7 Parameter Antrian

Ada empat parameter utama yang selalu digunakan untuk menganalisis antrian, oleh karena itu jumlah gardu tol yang sesuai dengan tingkat kedatangan kendaraan yang ada sehingga tidak terjadi antrian yang panjang, berikut merupakan yang dapat digunakan untuk menghitung n , q , d , dan w untuk disiplin antrian FIFO

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 menunggu rata-rata dalam sistem (satuan waktu)

w = waktu menunggu antrian (satuan waktu)

2.7.1 Disiplin Antrian FIFO

a. jumlah kendaraan dalam system

$$n = \frac{\lambda N}{\mu - (\lambda/N)} \quad (2.7)$$

b. jumlah kendaraan yang antri

$$q = \frac{(\lambda/N)^2}{\mu(\mu - (\lambda/N))} \quad (2.8)$$

c. waktu menunggu rata-rata dalam system

$$d = \frac{1}{\mu - (\lambda/N)} \times 3600 \quad (2.9)$$

d. waktu menunggu rata-rata dalam antrian

$$w = \frac{(\lambda/N)}{\mu(\mu - (\lambda/N))} \times 3600 \quad (2.10)$$

dimana :

- n = jumlah rata-rata kendaraan didalam system
- q = jumlah kendaraan yang antrian
- d = waktu menunggu rata-rata dalam sistem
- w = waktu menunggu antrian
- λ = tingkat kedatangan rata-rata
- N = jumlah pintu gerbang /jalur
- μ = tingkat pelayanan rata-rata
- ρ = intensitas lalu lintas atau faktor pemakaian

(Sumber : Thomas J . Kakiay . 2004 .*Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata* . Yogyakarta Andi .)

Beberapa asumsi yang di perlukan dalam penggunaan disiplin antrian FIFO adalah

1. persamaan (2.3) – (2.9) hanya berlaku untuk lajur tunggal dengan nilai $\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$. jika nilai $\rho > 1$ maka diharuskan menambah beberapa lajur
2. jika terdapat lebih dari 1 (satu) lajur (katakan N lajur) maka asumsinya bahwa tingkat kedatangan (λ) akan membagi dirinya secara merata untuk setiap lajur , dimana N adalah lajur dengan demikian dapat di asumsikan akan terbentuk N antrian tunggal dimana setiap antrian berlajur tunggal akan dapat menggunakan persamaan (2.3)-(2.9)
3. kendaraan yang sudah antri pada suatu lajur antrian di asumsikan tidak boleh berpindah antrian ke jalur lainnya

4. waktu pelayanan antara tempat pelayanan di asumsikan relative sama .

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 di laksanakan oleh pengguna jalan .PP No . 15 tahun 2005 , pasal 39 ayat satu pengumpulan tol dapat di lakukan secara sisitem tertutup/terbuka dengan memperhatikan kepentingan pengguna dan efisiensi pengoperasian jalan tol serta kelancaran lalu lintas .

Sistem tertutup adalah sistem pengumpulan tol yang kepada pengguna nya diwajibkan mengambil tanda masuk pada gerbang masuk dan membayar tol pada gerbang keluar (PP No , 15 tahun 2005 ,pasal 39 ayat 2) . Sedangkan sistem terbuka adalah sistem pengumpulan tol yang kepada pengguna di wajibkan membayar tol pada saat melewati gerbang tol masuk atau keluar (PP No ,15 tahun 2005 , pasal 39 ayat 2) . Pada saat melakukan transaksi di gerbang tol , pengguna jalan wajib menghentikan kendaraannya saat mengambil atau menyerahkan kembali karcis masuk dan / membayar tol , terkecuali dengan sistem pengumpulan elektronik (PP No, 15 tahun 2005 , pasal 41 ayat 4 butir b)

2.9 Standar Minimal Jalan Tol

Peraturan menteri PU Nomor 392 Tahun 2005 , standar pelayanan minimal adalah ukuran yang harus di capai dalam pelaksaannya penyelenggaraan jalan tol. Dalam peraturan menteri PU ini SMP jalan tol mencakup kondisi jalan tol , kecepatan rata-

rata ,elaktibilitas ,mobilitas , keselamatan serta unit pertolongan /penyelamatan dan bantuan pelayanan . besar ukuran yang harus di capai untuk masing-masing aspek di evaluasi secara berkala berdasarkan hasil pengawasan fungsi dan manfaat . Standar pelayanan minimal jalan tol diselenggarakan untuk meningkatkan pelayanan kepada masyarakat sebagai pengguna jalan tol .

2.10 Golongan Kendaraan

Golongan jenis kendaraan bermotor pada jalan tol yang sudah beroperasi berdasarkan kepmen pekerjaan umum No .370/KPTS/M/2007dapat dilihat pada tabel

Tabel 2.2 Golongan Kendaraan

| Golongan | Jenis Kendaraan |
|--------------|--|
| Golongan I | sedan , jip ,pick up , truck kecil , bus kecil |
| Golongan II | truk besar , dan bus besar dengan 2 as |
| Golongan III | truk dengan 3 as |
| Golongan IV | truk dengan 4 as |
| Golongan V | truk dengan 5 as atau lebih |

2.11 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 .

2.12 Kebijakan mengurangi waktu pelayanan

Kebijakan ini merupakan pilihan terbaik, karena dapat dikatakan tidak 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.

2.13 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.

2.14 Kebijakan Sistem Pembayaran Tol Elektronik

Pembayaran tol elektronik, adalah sebuah adaptasi dari teknologi yang bertujuan untuk menghilangkan kemacetan di jalan tol. Metode tersebut merupakan implementasi teknologi konsep pembayaran jalan dan menentukan apakah mobil-

mobil yang melewati terdaftar dalam program, alarm bagi yang tidak terdaftar, dan mendebit secara elektronik rekening dari mobil terdaftar tanpa harus berhenti, atau membuka jendela. ETC (*Electronic Tol Collection*) pertama kali diperkenalkan pada 1987 di Aalesund Norwegia.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapa Pekerjaan

Penelitian ini merupakan *observational survey* dengan mengadakan pengamatan dan pengumpulan data dengan melihat dan mencatat volume lalu lintas, sebelum melakukan survey ke lapangan perlu dilakukan survey di awal untuk melihat situasi/kondisi di gerbang tol Amplas. Survei ini dibutuhkan untuk mengetahui jam-jam puncak (*peak hour*) atau saat – saat kapan saja terjadinya kemacetan di Gerang tol Amplas dan volume lalu lintas hariannya pada gerbang tol yang akan di tinjau.

1. Pengambilan data
2. Pelaksanaan pengumpulan data
3. Pengolahan data

3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan observasi dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian guna mengumpulkan terkait meliputi .

- a. Data Volume dan kecepatan lalu lintas pengambilan data volume lalu lintas dilaksanakan selama 3 hari dalam seminggu.
- b. Alat yang digunakan dalam pengambilan data volume dan kecepatan lalu lintas ini menggunakan hp.

- c. Dan untuk mengukur kecepatan menggunakan stop watch hp , dimana data tersebut kemudian dimasukkan pada kertas formulir pengisian data ya.
- d. Data volume yang diamati dilakukan pada saat kepadatan lalu lintas : yaitu pagi ,siang, sore .
- e. Semua data yang didapat dicatat dalam rentang waktu berdasarkan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia.
- f. Untuk mencatat jenis kendaraan dikelompokkan menjadi ;
 - kendaraan ringan (L/V) misalnya mobil penumpang , sedan ,minibus ,minibus ,pickup ,jeep .
 - kendaraan berat (HV) misalnya dump truck ,trailer ,bus .

3.3 Pelaksanaan pengumpulan data primer dan sekunder

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

- a. Waktu pelayanan (*service time*), dilakukan pada saat kendaraan berhenti di depan gardu (loket) untuk mengandakan transaksi (saat pembayaran tol sedang berlangsung) sampai kendaraan tersebut bergerak meninggalkan gardu.
- b. Panjang antrian, dilakukan dengan mengukur panjang antrian yang terjadi sesaat setelah kendaraan berada tepat didepan gardu untuk melakukan transaksi.
- c. Tingkat kedatangan, dilakukan dengan menghitung jumlah kendaraan yang datang dalam tiap menit.

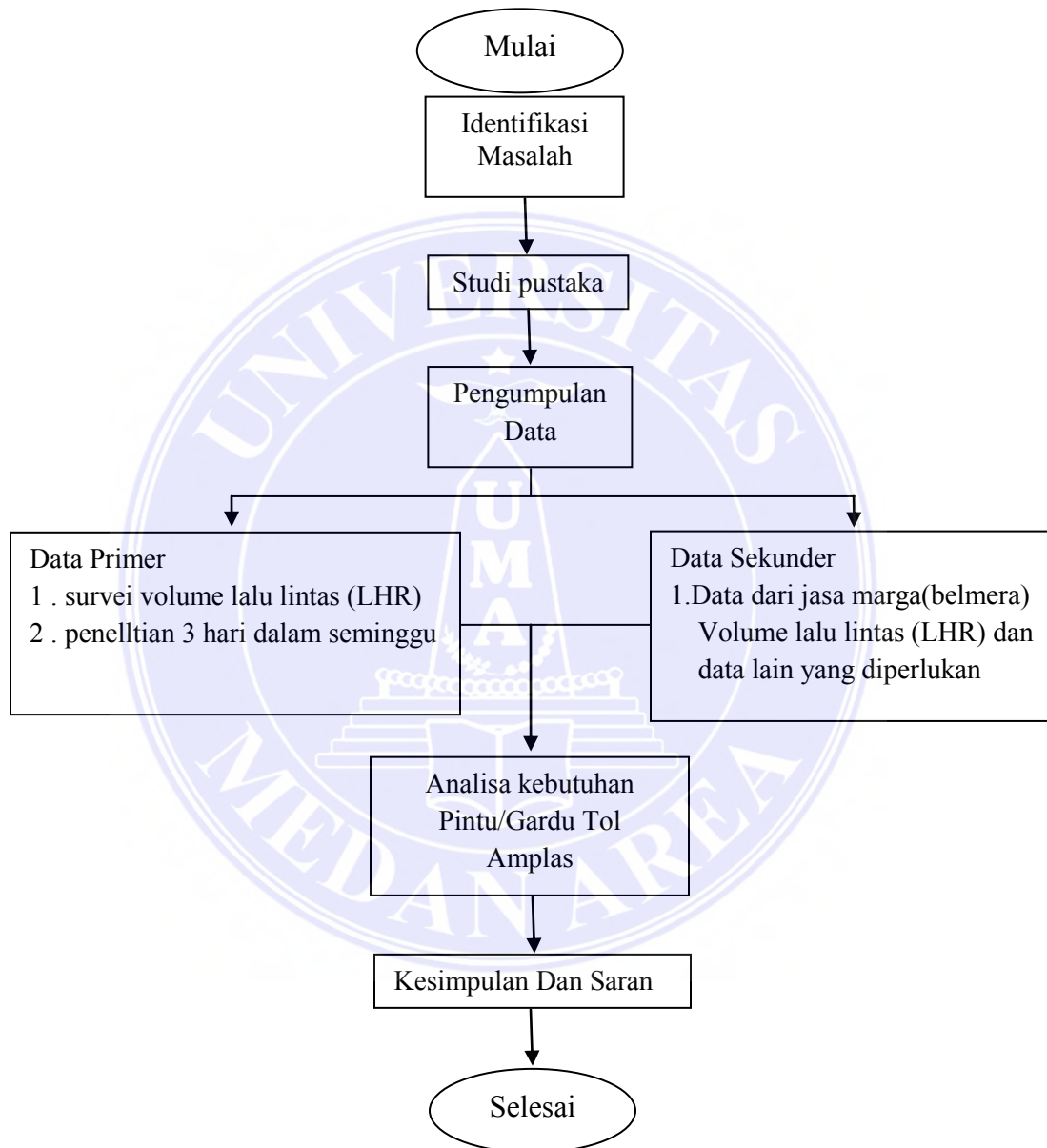
Pengambilan data sekunder, diperoleh dari pihak PT. Jasa Marga selaku pengelola jalan tol belmera. Data yang diambil adalah data-data yang berhubungan dengan tugas akhir ini. Data yang dibutuhkan terlampir.

3.4 Pengolahan data

Setelah formulir data diisi dengan lengkap maka data-data tersebut disusun ke dalam komputer dengan menggunakan Microsoft Exel sebagai data base. Pada data base tersebut semua informasi yang diperoleh dari survei disusun ke dalam bentuk tabel. Adapun data-data yang disusun adalah :

- a. Tingkat kedatangan (λ)
- b. Tingkat pelayanan (μ)
- c. Panjang antrian (q)
- d. Waktu pelayanan / *service time* (t)

Dalam penulisan ini diperlukan yang menjelaskan tahapan – tahapan proses dari awal hingga akhir. Metodologi penelitian yang dapat dilihat melalui *flow chart* berikut.



Gambar 3.1 Bagan Alir

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang di dapat beberapa kesimpulan yang di antaranya :

1. Volume kendaraan total di tahun 2018 sebesar 5.783.642 kendaraan, dengan rincian jumlah tingkat kedatangan $\lambda_{masuk} = 1233$ kendaraan/jam diperoleh bahwa kondisi ideal waktu pelayanan (WP) pada gerbang tol Amplas sebesar 8.7 detik, dan tingkat keluar $\lambda_{keluar} = 1022$ kendaraan/jam diperoleh bahwa kondisi ideal waktu pelayanan (WP) pada gerbang tol Amplas sebesar 17,6 detik.
2. Volume kendaraan di tahun 2019 pada bulan terpuncak yaitu bulan mei sebesar 497.592 kendaraan, untuk gerbang masuk tol Amplas tingkat kedatangan $\lambda_{masuk} = 1249$ kendaraan/jam diperoleh bahwa kondisi ideal waktu pelayanan (WP) pada gerbang tol Amplas sebesar 8.65 detik. Pada tingkat keluar $\lambda_{keluar} = 1235$ kendaraan/jam di peroleh bahwa kondisi ideal waktu pelayanan (WP) pada gerbang tol Amplas sebesar 14,57 detik.
3. Jadi di tahun 2018 dan tahun 2019 dengan jumlah gerbang tol 8 unit diantaranya yaitu 3 gerbang pintu masuk dan 5 pintu keluar. Sehingga dapat dikatakan bahwa gerbang tol untuk proyeksi pertumbuhan kendaraan di tahun 2018 dan tahun 2019 meningkat, jadi dibutuhkan sebanyak 12 unit gerbang dengan rincian 5 gardu masuk dan 7 gardu keluar.

5.2 saran

1. Untuk pengendaran pentingnya menyiapkan saldo supaya tidak ada antrian di lapangan guna untuk menghindari antrian yang panjang
2. Pembaharuan sistem mesin reader diperlukan per lima tahun sekali
3. Menyiapkan lokasi khusus bagi pengendara yang akan melakukan pengisian saldo
4. Mempercepat proses kesalahan dalam mesin reader atau kartu
5. Lokasi gerbang tol dengan jalan raya di usahkan jauh , karena apabila terjadi kemacetan tidak akan mempengaruhi jalan raya tersebut .
6. Pelatihan bagi setiap operator guna untuk mengantisipasi apabila terjadi kesalahan pada kartu pengendara mobil supaya cepat di atasi , agar tidak terjadi kemacetan di gerbang pintu tol itu sendiri .
7. Sebaiknya pada pintu tol Amplas menggunakan alat *On Board Unit* (OBO).

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar¹, Mukhlis² dan Ahmad Septiyan³ . Analisa Sistem Antrian Untuk Menentukan Jumlah Gardu Keluar Yang Optimal Pada Gerbang Tol Tanjung Mulia .Medan 2015 Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Kampus Bukit Jimbara .
- Anonim .2014 . Peraturan Menteri Pu Nomor 16/Prt/M/2014 Tentang Standar Pelayanan Jalan Tol.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, 2009. Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol. Jakarta .
- Hutahaean, Marthyn , 2007 , Evaluasi Kapasitas dan Pelayanan Gerbang tol Tanjung morawa . <http://repository.usu.ac.id/> .
- Kakiay, Thomas J. 2004 Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata Andi, Yogyakarta.
- Karlina, Yogita 2017 . Analisa Tingkat Pelayanan Gerbang Tol Tanjung Morawa ,Fakultas Teknik . Universitas Medan Area .Medan .
- PT Jasamarga (Persero) Tb, 2018. Laporan Harian Gerbang Tol Volume Lalu Lintas dan Pendapatan Tol, Semarang.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 392/PRT/M/2005 tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol.

- Zaenal Abidin 1 , Aripurnomo Kartohardjono 2 , *Evaluasi Kinerja Gerbang Tol Studi Kasus Di Gardu Tol Jakarta Utara*. 1-2 november 2017 .Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta .
- Peraturan Jasa Marga .<http://www.jasamarga.com>.



LAMPIRAN DOKUMENTASI

1. Gambar pintu keluar



2. Gambar pintu Masuk tol



3. Gambar gerbang tol keluar GTO



4. Gambar gerbang masuk



5. Gambar antrian panjang pada gerbang masuk (entrance)



6. Gambar rambu – rambu lalu lintas



7. Gambar jalur khusus kendaraan masuk (entrance)



8. Gambar jalur khusus kendaraan keluar (exit)



9. Gambar jalur khusus kendaraan masuk (entrance)



10. Gambar jalur khusus kendaraan keluar (exit)

