

SKRIPSI

**“STUDI TINGKAT PELAYANAN JALAN TOL
MAKASSAR DENGAN KEBIJAKAN TRANSAKSI NON
TUNAI (UANG ELEKTRONIK)”**



Oleh:

AMIN NUR SAID
45 12 041 032

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR
TAHUN 2019**



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No: 987/FT/UNIBOS/VIII/2019, tanggal Dua Puluh Dua bulan Agustus Tahun Dua Ribu Sembilan Belas, Perihal Pembentukan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka:

Pada hari/tanggal : Rabu 10 November 2021

Tugas Akhir Mahasiswa:

Nama Mahasiswa : **Amin Nur Said**

No. Stambuk : **45 12 041 032**

Judul Skripsi : **“STUDI TINGKAT PELAYANAN JALAN TOL MAKASSAR DENGAN KEBIJAKAN TRANSAKSI NON TUNAI (UANG ELEKTRONIK)”**

Dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Sarjana (S1) Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian Sarjana Strata satu (S1), untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dengan susunan sebagai berikut:

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex. Officio) : Ir. Tamrin Mallawangeng, MT.

(.....)

Sekretaris (Ex. Officio) : Ir. Nurhadijah Yunianti, ST., MT.

(.....)

Anggota : 1. Ir. Fauzy Lebang, ST., MT.

(.....)

2. Ir. H. Satriawati Cangara, MSp.

(.....)

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Ridwan, ST., M.Si
NIDN : 09 1012 7101


Ir. Nurhadijah Yunianti, ST., MT
NIDN : 09 1606 8201



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Tugas Akhir :

" **STUDI TINGKAT PELAYANAN JALAN TOL MAKASSAR DENGAN
KEBIJAKAN TRANSAKSI NON TUNAI (UANG ELEKTRONIK)**"

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : **Amin Nur Said**

No. Stambuk : **45 14 041 032**

Sebagai salah satusyarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program
Studi Teknik Sipil/Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa
Makassar.

Telah Disetujui Komisi Pembimbing

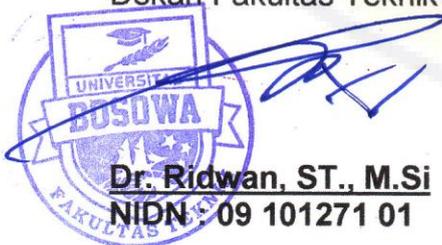
Pembimbing I : Ir. Tamrin Mallawangeng, MT. (.....)

Pembimbing II : Ir. Nurhadijah Yunianti, ST., MT. (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ridwan, ST., M.Si
NIDN : 09 101271 01


Ir. Nurhadijah Yunianti, ST., MT
NIDN : 09 1606 8201

SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Amin Nur Said
Nomor Stambuk : 45 12 041 032
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Studi Tingkat Pelayanan Jalan Tol Makassar
Dengan Kebijakan Transaksi Non Tunai (Uang Elektronik)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri dan Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau hasil pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediadakan/mengalih formatkan, mengelolah dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkan untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak jurusan sipil fakultas teknik Universitas Bosowa dari

semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 10 November 2021

Yang menyatakan



(Amin Nur Said)

UNIVERSITAS
BOSOWA

KATA PENGANTAR

BISMILLAHIRRAHMANIRRAHIM,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah subhanahu wa ta'ala yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya kepada kita, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu, yang kami beri Judul

**“STUDI TINGKAT PELAYANAN JALAN TOL MAKASSAR DENGAN
KEBIJAKAN TRANSAKSI NON TUNAI (UANG ELEKTRONIK)”**

Tujuan dari penyusunan skripsi ini guna memenuhi salah satu persyaratan akademik guna menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Didalam pengerjaan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat membantu dalam banyak hal. Oleh sebab itu, disini penulis sampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Dr. Ridwan, ST, MSi selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar
2. Ibu Nurhadijah Yuniarti, ST, MT selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
3. Bapak Ir. Tamrin Mallawangeng, MT. dan Ibu Nurhadijah Yuniarti, ST, MT selaku pembimbing I dan II yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Seluruh Staf Dosen Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
5. Kepada seluruh Direksi PT. Bosowa Marga Nusantara & PT. Jalan Tol Seksi Empat Makassar (Bapak H. Anwar Toha dan Bapak H. Ismail Malliungan) beserta seluruh staf dan Karyawan yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan arahan selama penulis melanjutkan pendidikan di universitas Bosowa Makassar.
6. Kepada kedua orang tua tercinta (Bapak H. Muhammad Said Oddang & Ibu Hj. Hapiah Dalle) atas doa, dukungan dan bantuannya, berupa moril maupun materil selama penulis menuntut ilmu di Universitas Bosowa Makassar.
7. Secara khusus kepada Istriku tercinta (Satriani Kasim, SP.d.) beserta Anak-anakku (Ahmad Raihan Amin & Ahmad Azzam Fathurrahman) yang telah memberikan dukungan moril maupun materil .
8. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, Khususnya untuk angkatan 2012 yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dengan penuh kesadaran diri dan segala kerendahan hati penulis, menyadari bahwa hanya Allah yang memiliki segala kesempurnaan, sehingga tentu masih banyak lagi rahasia-Nya yang belum tergalikan dan belum kita ketahui. Oleh karena itu, kami mengharapkan

saran-saran dan kritik yang positif demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tulisan yang sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Amien.

Makassar, Juli 2019

PENULIS

AMIN NUR SID



ABSTRAK

PT. Bosowa Marga Nusantara dan PT. Jalan Tol Seksi Empat Makassar sebagai pengelola jalan tol senantiasa melakukan peningkatan kualitas layanan transportasi.. salah satu penilaian efektivitas layanan dapat dilihat berdasarkan waktu pelayanan dan tingkat kedatangan. kajian ini membandingkan efektivitas untuk tiga jenis layanan yaitu pada Gerbang Tol Otomatis (GTO), Gerbang Tol Semi Otomatis (GSE), dan Gerbang tol Semi Otomatis Isi Ulang (GIU).

Penelitian merupakan penelitian survei dengan berfokus pada dua variabel yaitu waktu pelayanan dan tingkat kedatangan. Pengambilan data kendaraan diambil pada saat jam sibuk (peak hour) dengan asumsi waktu jam sibuk dimulai pukul 07.00 – 12.00 WITA dan pukul 16.00 – 20.00 wita. Pengambilan data yaitu Senin, Selasa, Kamis dan Sabtu, selama dua pekan sejak tanggal 10 hingga tanggal 21 Juni 2019. Penelitian dilakukan pada tiga gerbang tol yaitu di gerbang tol cambaiya, gerbang tol kaluku bodoa dan gerbang tol biringkanaya Gerbang Tol Biringkanaya yang melayani arus kendaraan dari Bandara. Gerbang Tol Kaluku Bodoa yang melayani arus kendaraan dari jalan A.P. Pettarani Gerbang Tol Cambaya yang melayani arus kendaraan dari pelabuhan.

Hasil penelitian menunjukkan menunjukkan bahwa pada layanan semi otomatis pada Gerbang Tol Cambaya bernilai 1.4 untuk pagi hari dan 1.3 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Kaluku Bodoa diperoleh nilai efektivitas layanan Semi Otomatis sebesar 1.4 pada pagi hari dan 1.2 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Biringkanaya diperoleh nilai efektivitas layanan Semi Otomatis sebesar 1.9 pada pagi hari dan 2.1 pada sore hari. Berdasarkan dari hasil analisis efektivitas di atas dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata efektivitas gerbang tol semi otomatis sebesar 1.55 untuk pagi dan sore pada

tiga gerbang tol. Hasil analisis efektivitas menunjukkan bahwa pada tingkat kedatangan semi otomatis pada Gerbang Tol Cambaya bernilai 0.90 untuk pagi hari dan 0.90 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Kaluku Bodoa diperoleh nilai efektivitas tingkat kedatangan Semi Otomatis sebesar 1.00 pada pagi hari dan 0.90 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Biringkanaya diperoleh nilai efektivitas tingkat kedatangan Semi Otomatis sebesar 0.90 pada pagi hari dan 1.00 pada sore hari. Berdasarkan dari hasil analisis efektivitas di atas dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata efektivitas gerbang tol semi otomatis sebesar 0.93 untuk pagi dan sore pada tiga gerbang tol.

Hasil analisis efektivitas menunjukkan bahwa pada layanan isi ulang pada Gerbang Tol Cambaya bernilai 2.8 untuk pagi hari dan 2.7 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Kaluku Bodoa diperoleh nilai efektivitas layanan isi ulang sebesar 2.4 pada pagi hari dan 2 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Biringkanaya diperoleh nilai efektivitas layanan isi ulang sebesar 4.6 pada pagi hari dan 5.2 pada sore hari. Berdasarkan dari hasil analisis efektivitas di atas dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata efektivitas gerbang tol semi otomatis sebesar 3.28 untuk pagi dan sore pada tiga gerbang tol. Sedangkan pada Hasil tingkat kedatangan gerbang tol isi ulang pada Gerbang Tol Cambaya bernilai 0.70 untuk pagi hari dan 0.90 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Kaluku Bodoa diperoleh nilai efektivitas tingkat kedatangan gerbang tol isi ulang sebesar 0.80 pada pagi hari dan 0.80 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Biringkanaya diperoleh nilai efektivitas tingkat kedatangan gerbang tol isi ulang sebesar 0.90 pada pagi hari dan 0.90 pada sore hari. Berdasarkan dari hasil analisis efektivitas di atas dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata efektivitas gerbang tol isi ulang sebesar 0.83 untuk pagi dan sore pada tiga gerbang tol.

Kata Kunci: Waktu Pelayanan, Tingkat Kedatangan, Efektivitas.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengajuan	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Pernyataan Keaslian Skripsi.....	iv
Pra Kata.....	v
Abstrak	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Notasi	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Lampiran	xiv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-5
1.3. Tujuan dan Manfaat Penulisan	I-6
1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	I-7
1.5. Sistematika Penulisan	I-8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1. Landasan teori.....	II-1
2.1.1. Pelayanan Jalan Tol	II-3
2.1.2. Kapasitas Gerbang Tol	II-6

2.1.3. Teori Antrian	II-7
2.1.4. Proses Pada Sistem Antrian	II-8
2.1.5. Karakteristik Sistem Antrian	II-11
2.1.6. Parameter Antrian	II-20
2.1.7. Proses Antrian	II-23
2.1.8. Analisa Kebijakan Yang Dapat Dilakukan	II-25
2.2. Hasil Penelitian Terdahulu	II-29
2.3. Kerangka Pemikiran	II-32
BAB III METODE PENELITIAN	III-1
3.1. Fokus Penelitian	III-1
3.2. Lokasi Penelitian	III-1
3.3. Teknik Pengumpulan Data.....	III-1
3.4. Teknik Analisis Data	III-2
3.5. Flow Chart	III-5
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1. Analisa Data Penelitian	IV-1
4.1.1. Perbandingan Waktu Pelayanan Gerbang Otomatis, Gerbang Semi Otomatis dan Gerbang Isi Ulang.....	IV-1
4.1.2. Perbandingan Tingkat Kedatangan Gerbang Pada Gerbang Tol.....	IV-6
4.2. Pembahasan Hasil Penelitian	IV-9
4.2.1. Perbandingan Waktu Pelayanan Antara Gerbang	

Tol Reguler dan Gerbang Tol Semi Otomatis, Pada Rentang Waktu Yang Sama.....	IV-9
4.2.2. Perbandingan Tingkat Kedatangan Antara Gerbang Tol Reguler dan Gerbang Tol Semi Otomatis, Pada Rentang Waktu Yang Sama.....	IV-11
4.2.3. Perbandingan Waktu Pelayanan Antara Gerbang Tol Layanana Isi Ulang dan Gerbang Tol Otomatis, Pada Rentang Waktu Yang Sama.....	IV-13
4.2.4. Perbandingan Tingkat Kedatangan Kendaraan Antara Gerbang Layanan Isi Ulang dan Gerbang Otomatis, Pada Rentan Waktu Yang Sama.....	IV-14
4.2.5. Faktor Penyebab Tingkat Efektifitas Layanan Gerbang Tol.....	IV-15
4.2.6. Penerapan Pelayanan Transaksi Non Tunai Pada Gerbang Tol Makassar	IV-15
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1. Kesimpulan.....	V-1
5.2. Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR NOTASI

GTO	= Gardu Tol Otomatis
GUI	= Gardu Tol Semi Otomatis Isi Ulang
GSE	= Gardu Tol Semi Otomatis



DAFTAR TABEL

Nomor	Nama	Halaman
Tabel 2.1	: Kondisi Jalan Tol.....	II-3
Tabel 2.2	: Kecepatan Tempu Rata-Rata	II-3
Tabel 2.3	: Aksesibilitas.....	II-3
Tabel 2.4	: Mobilitas	II-4
Tabel 2.5	: Keselamatan	II-4
Tabel 2.6	: Unit Pertolongan / Penyelamatan dan Bantuan Penyelamatan.....	II-4
Tabel 2.7	: Lingkungan.....	II-5
Tabel 2.8	: TI dan TIP	II-5
Tabel 2.9	: Penelitian Terdahulu.....	II-30
Tabel 4.1	: Waktu Pelayanan Gerbang Tol Cambaya Pada Pagi Hari.....	IV-2
Tabel 4.2	: Waktu Pelayanan Gerbang Tol Kaluku Bodoa Pada Pagi Hari	IV-2
Tabel 4.3	: Waktu Pelayanan Gerbang Tol Biringkanaya Pada Pagi Hari	IV-3
Tabel 4.4	: Waktu Pelayanan Gerbang Tol Cambaya Pada Sore Hari	IV-4
Tabel 4.5	: Waktu Pelayanan Gerbang Tol Kaluku Bodoa Pada Sore Hari	IV-4
Tabel 4.6	: Waktu Pelayanan Gerbang Tol Biringkanaya Pada Sore Hari	IV-5
Tabel 4.7	: Tingkat Kedatangan Pada Gerbang Tol Cambaya Pada Pagi Hari.....	IV-6
Tabel 4.8	: Tingkat Kedatangan Pada Gerbang Tol Kaluku Bodoa Pada Pagi Hari	IV-7
Tabel 4.9	: Tingkat Kedatangan Pada Gerbang Tol Biringkanaya Pada Pagi Hari ..	IV-7
Tabel 4.10	: Tingkat Kedatangan Pada Gerbang Tol Cambaya Pada Sore Hari	IV-8
Tabel 4.11	: Tingkat Kedatangan Pada Gerbang Tol Kaluku Bodoa Pada Sore Hari	IV-8
Tabel 4.12	: Tingkat Kedatangan Pada Gerbang Tol Biringkanaya Pada Sore Hari	IV-9

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Nama	Halaman
Gambar 2.1	: Model Single Channel-Single Phase	II-10
Gambar 2.2	: Model Single Channel-Multi Phase	II-10
Gambar 2.3	: Model Multi Channel-Single Phase	II-10
Gambar 2.4	: Model Multi Channel-Multi Phase	II-11
Gambar 2.5	: Disiplin Model Antrian FIFO	II-17
Gambar 2.6	: Disiplin Model Antrian FILO	II-18
Gambar 2.7	: Disiplin Antrian FVFS	II-19
Gambar 2.8	: Tahapan Dalam Proses Antrian	II-25
Gambar 2.9	: Sistem Tandem	II-26
Gambar 2.10	: Sistem Tandem Dengan Waktu Pelayanan Antar Kendaraan Tidak Sama	II-27
Gambar 2.11	: Kerangka Pemikiran	II-32
Gambar 3.1	: Flow Chart	III-3
Gambar 4.1	: Perbandingan Waktu Pelayanan Antara Gerbang Tol Reguler Dan Gerbang Tol Semi Otomatis Pada Rentang Waktu Yang Sama	IV-10
Gambar 4.2	: Perbandingan Tingkat Kedatangan Kendaraan Antara Gerbang Tol Reguler Dan Gerbang Tol Semi Otomatis Pada Rentang Waktu Yang Sama	IV-12
Gambar 4.3	: Perbandingan Waktu Pelayanan Antara Gerbang Tol Layanan Isi Ulang Dan Gerbang Tol Otomatis Pada Rentang Waktu Yang Sama	IV-13
Gambar 4.4	: Perbandingan Tingkat Kedatangan Kendaraan Antara Gerbang Tol Layanan Isi Ulang Dan Gerbang Tol Otomatis Pada Rentang Waktu Yang Sama	IV-14

DAFTAR LAMPIRAN

1. Rekapitulasi Data Primer
2. Dokumentasi Penelitian



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang Masalah

Pertumbuhan sarana transportasi darat yang terus meningkat menjadi penyebab banyak jalan yang mengalami kemacetan (Kadarisman, Gunawan, & Ismiyati, 2016). Tentunya dengan kemacetan yang semakin menjamur di beberapa daerah masyarakat akan lebih memilih untuk memanfaatkan fasilitas jalan tol, menurut Jasamarga pada tahun 2016 (Roberto, Sari, & Vidyarini, 2018). Dalam rangka mendukung pertumbuhan ekonomi, Indonesia senyatanya memerlukan jaringan jalan yang handal. Dimana PT. Bosowa Marga Nusantara, PT. Jalan Tol Seksi Empat memiliki tugas utama yaitu untuk merencanakan, membangun, mengoperasikan serta memelihara jalan tol serta sarana kelengkapannya agar jalan tol dapat berfungsi sebagai jalan bebas hambatan yang memberikan manfaat lebih tinggi daripada jalan umum bukan tol. PT. Bosowa Marga Nusantara, PT. Jalan Tol Seksi Empat memiliki dua sistem untuk jalan tol yaitu sistem tertutup dan sistem terbuka. Sistem tertutup merupakan sistem dimana menghitung biaya tol sesuai dengan ruas jalan yang dilalui. Sedangkan sistem terbuka adalah sistem dimana tidak melihat ruas jalan yang dilalui (Zuna, Hadiwardoyo, Rahadian, Marga, & Umum, 2014).

Menurut (Humaedi, 2018) perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang semakin berkembang saat ini semakin memberikan

kemudahan dalam melakukan transaksi. Sejalan dengan perkembangan teknologi yang pesat, pola hidup masyarakat dan sistem pembayaran dalam transaksi ekonomi terus mengalami perubahan dalam bidang pembayaran. Perubahan yang signifikan terlihat pada pola perubahan alat pembayaran, kemajuan teknologi yang mengarah ke dunia digital dalam sistem pembayaran menggeser peran uang tunai sebagai alat pembayaran ke bentuk pembayaran non-tunai yang lebih efisien dan ekonomis. Salah satu perkembangan teknologi di Jalan tol yang mengubah cara dalam bertransaksi, yaitu dengan munculnya instrumen pembayaran yang dikenal sebagai uang elektronik (unik). Penggunaan uang elektronik sebagai alternatif alat pembayaran non-tunai di jalan tol (Tenaya, Wiryawan, & Mudana, n.d.).

Menurut (Putri, 2018) Pembayaran secara non tunai pada jalan tol akan memberi keuntungan bagi pengguna jalan, seperti kecepatan transaksi pembayaran tol dapat diselesaikan hanya lebih kurang 2 detik jauh lebih cepat dari transaksi secara manual. Keuntungan lainnya adalah kemudahan transaksi karena pengguna jalan tol tidak perlu membawa uang tunai dalam jumlah banyak, termasuk menyimpan uang kembalian dalam pecahan kecil.

Teknologi Uang elektronik akhirnya dimanfaatkan oleh PT. Bosowa Marga Nusantara dan PT. Jalan Tol Seksi Empat dalam melakukan transaksi yang disebut dengan uang elektronik (unik) mulai di berlakukan sejak tahun 2012 di Makassar. Uang elektronik (unik) adalah bentuk modernisasi pelayanan dan pemanfaatan teknologi uang elektronik

yang dilakukan oleh PT. Bosowa Marga Nusantara dan PT. Jalan Tol Seksi Empat sebagai pengelola jalan tol di Indonesia dalam rangka meningkatkan pelayanan kepada pengguna jalan. Oleh karena itu, PT. Bosowa Marga Nusantara, PT. Jalan Tol Seksi Empat menyediakan beberapa Gardu Tol Otomatis (GTO) untuk para pengguna jalan yang mulai menggunakan uang elektronik (unik) sebagai media transaksinya, september 2017 (sdh 60 % menggunakan Unik) , dan apabila pengguna jalan belum memiliki uang elektronik (unik) pengguna juga dapat menggunakan Gerbang Tol Reguler (GTR) seperti transaksi pembayaran tol sebelumnya . keberadaan uang elektronik (unik) sebagai alat pembayaran di tol. Fenomena yang terjadi pada gerbang tol yaitu terjadinya antrian yang Panjang pada gerbang tol regular atau untuk transaksi tunai. Sedangkan pada Gerbang Tol Otomatis, layanan relative cepat dan tidak menimbulkan tundaan. PT. Bosowa Marga Nusantara & PT. Jalan Tol Seksi Empat Makassar berupaya untuk memberikan layanan yang efektif pada dua jenis transaksi pembayaran.

Pelayanan transportasi yang efektif adalah salah satu tujuan PT. Bosowa Marga Nusantara & PT. Jalan Tol Seksi Empat. Penilaian efektivitas layanan dapat dilihat berdasarkan panjang antrian dan waktu pelayanan saat memasuki gerbang tol. Efektivitas pelayanan dapat dihitung melalui perbandingan variabel tersebut pada Gerbang Tol Otomatis (GTO), Gerbang Tol Semi Otomatis (GSE), dan Gerbang tol Isi Ulang (GIU). GTO adalah gerbang tol dengan mekanisme pembayaran otomatis menggunakan kartu yang biasa juga disebut UNIK (uang

elektronik), pembayaran dilakukan dengan cara menempelkan kartu yang berisi uang elektronik kemudian saldo pada kartu tersebut akan terpotong sesuai dengan tarif tol yang berlaku. GSE adalah gerbang tol dengan mekanisme pembayaran yang sama dengan GTO, akan tetapi dalam pelaksanaannya, pelanggan tol dibantu dengan petugas pada saat melakukan transaksi. Sedangkan GIU adalah gerbang tol dengan layanan isi ulang kartu UNIK Jadi secara keseluruhan penggunaan uang elektronik telah direlisasikan 100% menggunakan uang elektronik di Makassar dalam hal ini PT. Bosowa Marga Nusantara & PT. Jalan Tol Seksi Empat.. (Listyono, Darjat, & Amien, 2016).

Pelayanan transportasi yang efektif adalah salah satu tujuan PT. Bosowa Marga. Penilaian efektivitas layanan dapat dilihat berdasarkan panjang antrian dan waktu pelayanan saat memasuki gerbang tol. Efektivitas pelayanan dapat dihitung melalui perbandingan variabel tersebut pada Gerbang Tol Otomatis (GTO), Gerbang Tol Semi Otomatis (GSE), dan Gerbang tol Isi Ulang (GIU). GTO adalah gerbang tol dengan mekanisme pembayaran otomatis menggunakan kartu yang biasa juga disebut UNIK (uang elektronik), pembayaran dilakukan dengan cara menempelkan kartu yang berisi uang elektronik kemudian saldo pada kartu tersebut akan terpotong sesuai dengan tarif tol yang berlaku. GSE adalah gerbang tol dengan mekanisme pembayaran yang sama dengan GTO, akan tetapi dalam pelaksanaannya, pelanggan tol dibantu dengan petugas pada saat melakukan transaksi. Sedangkan GIU adalah gerbang tol dengan layanan isi ulang kartu UNIK (Karsaman, n.d.).

Antrian merupakan fenomena yang lazim pada pelayanan transportasi disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan. Akibatnya pengguna fasilitas yang tiba tidak dapat segera mendapat layanan (Mehri & Djemel, 2007). Pada sistem pelayanan gerbang Tol antrian terjadi akibat input mobil yang akan dilayani, dan output proses yaitu pembayaran tol selesai.

Olehnya, penelitian ini berfokus pada waktu pelayanan dan panjang antrian pada gerbang tol. Hasil kajian ini diharapkan menjadi rujukan bagi pengembangan layanan gerbang tol.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan fenomena yang terjadi akibat penerapan transaksi non-tunai, maka kajian ini mengevaluasi efektivitas pelayanan transaksi tunai dibandingkan dengan layanan transaksi non-tunai.

Dari rumusan masalah di atas maka muncul pertanyaan-pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan waktu pelayanan antara gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol otomatis pada rentang waktu yang sama?
2. Bagaimana perbandingan tingkat kedatangan kendaraan antara gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol otomatis pada rentang waktu yang sama?
3. Bagaimana perbandingan waktu pelayanan antara gerbang tol layanan isi ulang dan gerbang tol otomatis pada rentang waktu yang sama?

4. Bagaimana perbandingan tingkat kedatangan kendaraan antara gerbang tol layanan isi ulang dan gerbang tol otomatis pada rentang waktu yang sama?

1.3. Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk membandingkan waktu pelayanan antara Gerbang Tol Regular dan Gerbang Tol Otomatis pada rentang waktu yang sama.
- b. Untuk membandingkan tingkat kedatangan kendaraan antara Gerbang Tol Regular dan Gerbang Tol Otomatis pada rentang waktu yang sama.
- c. Untuk membandingkan waktu pelayanan antara gerbang tol layanan isi ulang dan gerbang tol otomatis pada rentang waktu yang sama.
- d. Untuk membandingkan tingkat kedatangan kendaraan antara gerbang tol layanan isi ulang dan gerbang tol otomatis pada rentang waktu yang sama.

1.3.2 Manfaat Penelitian

1.3.2.1 Kegunaan Teoritis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan terkhusus dalam bidang layanan transportasi di jalan tol. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan referensi bagi penelitian selanjutnya.

1.3.2.2 Kegunaan Praktis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai masukan dan pertimbangan serta sebagai bahan pengembangan bagi pihak manajemen PT. PT. Bosowa Marga Nusantara, PT. Jalan Tol Seksi Empat (Persero) serta berbagai pihak yang mengeluarkan produk Uang Elektronik (unik) sebagai sumber informasi dan merumuskan strategi perusahaan yang tepat. Selain itu hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan pemerintah setempat terhadap kebijakan pemberlakuan pembayaran tol secara non-tunai sehingga dapat memenuhi kepuasan masyarakat yang maksimal.

1.4. Pokok bahasan dan Batasan Masalah

Agar tidak terjadi perluasan masalah pada penelitian ini maka diberikan suatu batasan permasalahan yang akan ditinjau, sehingga bisa diperoleh sebuah penelitian yang sistematis. Adapun batasan permasalahan tersebut sebagai berikut :

1. Pengamatan dilakukan di sekitar jalan tol yaitu di Gerbang Tol Cambaiya, Gerbang Tol Kaluku Bodoa dan Gerbang Tol Biringkanaya.
2. Analisis pengambilan data primer pada hari kerja yaitu hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu. Pengambilan data kendaraan diambil pada saat jam sibuk (peak hour) dengan asumsi waktu jam sibuk dimulai pukul 07.00 – 12.00 WITA dan pukul 16.00 – 20.00 wita.

3. Mengidentifikasi perbandingan antara jumlah pengguna uang elektronik (unik) dan uang cash serta mengupayakan penyelesaian masalahnya

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan, didalam penulisan penelitian ini disusun secara sistematis ke dalam lima bab, yaitu :

Bab I : Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II : Landasan Teori

Bab ini berisi landasan teori dan penelitian terdahulu, kerangka pemikiran, dan pengembangan hipotesis.

Bab III : Metode Penelitian

Bab ini berisi variabel penelitian dan definisi operasional, penentuan sampel, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, metode pengolahan data, dan metode analisis.

Bab IV : Hasil Dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang uraian deskripsi objek penelitian serta analisis data dan pembahasannya.

Bab V : Penutup

Bab ini merupakan bab terakhir yang berisi kesimpulan penelitian dan saran-saran yang merupakan hasil analisis data untuk mengatasi masalah yang ada.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Jalan Tol

Dalam sistem transportasi, jalan raya dikenal jalan tol dan jalan non tol, Jalan tol adalah jalan yang memiliki spesifikasi tinggi, dengan minimal 2 lajur untuk masing-masing arah dengan akses terkontrol, tanpa persilangan sebidang dan penggunaanya diwajibkan untuk membayar tarif tol. Sementara jalan non tol, pada umumnya memiliki spesifikasi yang lebih rendah, dibangun atas biaya masyarakat melalui pajak dan dapat digunakan oleh masyarakat tanpa ada pungutan biaya (Prima, Iskandar, & Joewono, 2014).

Dalam Undang Undang No.38 Tahun 2004 tentang jalan diuraikan definisi Jalan tol yaitu jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaanya diwajibkan membayar tol. Menurut (Elfiansyah, 2007) Jalan tol diselenggarakan untuk beberapa tujuan, yaitu: a) Memperlancar lalu lintas di daerah yang telah berkembang; b) Meningkatkan hasil guna dan daya guna pelayanan distribusi barang dan jasa guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi; c) Meringankan beban dana Pemerintah melalui partisipasi pengguna jalan; dan d) Meningkatkan pemerataan hasil pembangunan dan keadilan

Kebijakan tersebut juga mengatur tentang syarat-syarat jalan tol (Joesoef, 2015) yaitu:

1. Jalan tol sebagai bagian dari sistem jaringan jalan umum merupakan lintas alternative
2. Dalam keadaan tertentu jalan tol tidak dapat merupakan lintas alternative
3. Jalan tol harus mempunyai spesifikasi dan pelayanan yang lebih daripada jalan umum yang ada.

Sedangkan manfaat jalan tol (Joesoef, 2015) adalah: a) Pembangunan jalan tol akan berpengaruh pada perkembangan wilayah & peningkatan ekonomi; b) Meningkatkan mobilitas dan aksesibilitas orang dan barang; c) Pengguna jalan tol akan mendapatkan keuntungan berupa penghematan biaya operasi kendaraan (BOK) dan waktu dibanding apabila melewati jalan non tol; d) Badan Usaha mendapatkan pengembalian investasi melalui pendapatan tol yang tergantung pada kepastian tarif tol.

Untuk memperlancar pelayanan transportasi, jalan tol harus dilengkapi dengan bangunan penunjang yaitu

- Kantor cabang
- Kantor gerbang tol
- Pos tol

Untuk bangunan yang termasuk dalam bagian dari kantor diatas adalah sebagai berikut:

- Pelataran tol (Toll Plaza)
- Gerbang tol (Toll Gate)
- Gardu tol (Toll Booth)
- Pulau tol (Toll Island)

- Lajur tol
- Bangunan kantor
- Rumah genset
- Ground watertank
- Utilitas lainnya

2.1.1 Pelayanan Jalan Tol

Menurut (Rakyat, 2007), bahwa standar pelayanan minimal jalan tol di Indonesia mencakup 8 aspek yaitu:

Tabel 2.1 Kondisi Jalan Tol

NO	Indikator	Tolak Ukur
1	Kesehatan	>0,33 μm
2	Kerataan	IRI < 4 m/km
3	Lubang	100%
4	Rutting	100%
5	Retak	100%

Tabel 2.2 Kecepatan Tempuh Rata-Rata

NO	Indikator	Tolak Ukur
1	Kecepatan tempuh rata-rata	>1,80 kali kecepatan non tol (jalan tol luar kota), <1,60 kali kecepatan non tol (jalan tol dalam kota)

Tabel 2.3 Aksesibilitas

NO	Indikator	Tolak Ukur
1	Kecepatan rata-rata transaksi	Terbuka < 8 detik setiap Kendaraan Tertutup Gardu Masuk < 7 detik setiap Kendaraan Gardu Keluar < 11 detik setiap kendaraan
2	kapasitas gardu tol	< 450 kendaraan per jam per Gardu

Tabel 2.4 Mobilitas

No	Indikator	Tolak Ukur
1	Wilayah pengamatan/observasi patrol	30 menit per siklus pengamatan
2	Mulai informasi diterima sampai tempat kejadian	< 30 menit
3	Penanganan akibat kendaraan mogok	Melakukan penderekan ke Pintu Gerbang Tol terdekat
4	Patroli kendaraan derek	30 menit per siklus pengamatan

Tabel 2.5 Keselamatan

No	Indikator	Tolak Ukur
1	Perambuan	Kelengkapan dan Kejelasan 100%
2	Marka jalan	Jumlah 100 % dan Reflektifitas > 80%
3	Guide post dan reflector	Jumlah 100 % dan Reflektifitas > 80%
4	Patok KM	100%
5	Penerangan Jalan Umum	Lampu Menyala 100%
6	Pagar rumija	Keberadaan 100%
7	Penanganan kecelakaan	Melakukan penderekan gratis sampai ke pool derek
8	Pengamanan dan penegakan hukum	Keberadaan Polisi Patroli Jalan Raya (PJR) yang siap panggil 24 jam

Tabel 2.6 Unit Pertolongan/Penyelamatan dan Bantuan Penyelamatan

No	Indikator	Tolak Ukur
1	Ambulan	1 Unit per 25 km atau minimum 1 unit
2	Kendaraan Derek	1 Unit per 5 km atau minimum 1 unit (LHR > 100.000) 1 Unit per 10 km atau minimum 1 unit (LHR ≤ 100.000)
3	Polisi PJR	1 Unit per 15 km atau minimum 1 unit (LHR > 100.000) 1 Unit per 20 km atau minimum 1 unit (LHR ≤ 100.000)
4	Patroli jalan raya (operator)	1 Unit per 15 km atau minimum 2 unit
5	Rescue	1 Unit per ruas Jalan Tol (dilengkapi dengan peralatan penyelamatan)
6	Sistem informasi	Setiap Gerbang Masuk

Tabel 2.7 Lingkungan

No	Indikator	Tolak Ukur
1	Kebersihan	
2	Tanaman	
3	Rumput	

Tabel 2.8 TI dan TIP

No	Indikator	Tolak Ukur
1	Kondisi Jalan	
2	On/Off Ramp	
3	Toilet	
4	Parkir Kendaraan	
5	Penerangan	
6	Stasiun Pengisian Bahan Bakar	
7	Bengkel Umum	
8	Tempat Makan & Minum	

Pelayanan jalan tol terbagi atas tiga, yaitu :

- 1) Pelayanan Transaksi
- 2) Pelayanan Lalu Lintas
- 3) Layanan Terhadap Pemeliharaan

1. Pelayanan Transaksi

Pelayanan transaksi terlihat jelas pada pengumpul tol karena langsung berhadapan dengan pengemudi. Jadi dengan adanya dinamika dan perkembangan tuntutan dari pemakai jalan tol maka perlu diberikan image yang baik kepada masyarakat mengenai pelayanan saat melakukan transaksi. Pengumpul tol gerbang tol merupakan ujung tombak pelayanan jalan tol. Citra pelayanan di gerbang tol merupakan cerminan dari sebagian besar dari pelayanan yang diberikan (Pancawati & Kartika, 2013).

2. Pelayanan Lalu Lintas

Pelayanan lalu lintas yang dilakukan terhadap kendaraan yang melalui jalan tol. Pelayanan ini dapat dilihat dari kejadian-kejadian yang terjadi sepanjang jalan tol. Misalnya menurunkan angka kecelakaan pada jalan tol. Disediakkannya fasilitas patroli, ambulans, pemadam kebakaran, dan kendaraan rescue yang dapat digunakan pada saat pengguna jalan tol mengalami kesulitan. Juga penanggulangan wabah longsor/banjir yang terjadi pada beberapa bagian jalan tol (Nurbasari, 2014).

3. Pelayanan Terhadap Pemeliharaan

Pelayanan terhadap pemeliharaan dikelompokkan dalam tiga kategori, yaitu pemeliharaan rutin, pemeliharaan periodik, dan pemeliharaan khusus. Pemeliharaan rutin dilakukan setiap waktu-waktu tertentu terhadap seluruh aset jalan tol (Darypradipto, 2017).

2.1.2. Kapasitas Gerbang Tol

Kapasitas jalan menurut (Lalenoh, Sendow, & Jansen, 2015) yaitu, jumlah maksimum kendaraan yang dapat melintasi suatu arus atau lajur jalan raya dalam satu arah selama periode waktu tertentu. Kapasitas jalan dipengaruhi oleh faktor jalan dan faktor lalu lintas. Faktor jalan mencakup bentuk fisik jalan seperti lebar jalan, kebebasan lateral, bahu jalan, kondisi permukaan jalan, kelandaian dan trotoar. Sedang factor lalu lintas mencakup volume lalu lintas, distribusi lajur dan gangguan. Kapasitas gerbang tol dapat diperoleh berdasarkan hasil survei asal tujuan (Origin – Destination) dan sistem Trial and Error, dimana data yang diperoleh biasanya digunakan untuk prediksi pada tahun-tahun yang akan datang.

Akan tetapi jumlah data terdapat diperkirakan tidak lagi mampu menampung kapasitas pemakai jalan tol tersebut, sehingga hal ini dapat menimbulkan adanya penambahan kapasitas pintu tol.

Besarnya kapasitas untuk gerbang tol berbeda-beda tergantung tingkat pelayanannya. Dengan tingkat pelayanan yang singkat dan tepat akan menambah besarnya kapasitas suatu gerbang tol. Secara spesifik untuk pelayanan jalan tol, kapasitas gerbang tol didefinisikan sebagai nilai maksimum dari jumlah kendaraan yang melewati suatu gerbang tol dalam periode waktu tertentu (Hutahaean, 2007). Nilai maksimum tersebut dapat dipengaruhi beberapa faktor, yaitu jalan itu sendiri, kontrol operasional, fasilitas dari gerbang tol, kelakuan para pengemudi, tindakan petugas jalan tol, dan beberapa faktor lingkungan, seperti faktor cuaca.

2.1.3. Teori Antrian

Menurut Morlok, 1978 dan Hobbs, 1979 dalam (Arsyad & Stellamaris, 2016), Teori antrian (*queueing*) merupakan referensi penting dalam mengenal perilaku pergerakan arus lalu lintas baik manusia maupun kendaraan. Antrian adalah masalah utama pada sektor transportasi dan pada sistem jaringan jalan dengan berbagai fakta seperti antrian kendaraan yang terjadi di depan pintu gerbang tol, antrian kendaraan yang terjadi pada setiap lengan persimpangan berlampu lalu lintas dan antrian kendaraan truk pada saat bongkar/muat barang di pelabuhan (Sodikin, 2006).

Di dermaga terkadang terjadi antrian kapal laut yang ingin merapat. Sedang antrian orang juga sering terjadi pada antrian manusia pada loket pembelian karcis di bandara, stasiun kereta api, dan lain-lain

Antrian tersebut pada dasarnya terjadi akibat adanya gangguan pada proses pergerakan arus lalu lintas (manusia dan/atau kendaraan). Gangguan disebabkan 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 (Haryono & Supriyono, 2007).

Permasalahan antrian biasanya diidentifikasi oleh pengguna dengan lamanya waktu antrian sedang pengelola biasanya memperlumahkan panjang antrian. Olehnya, 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 (Sodikin, 2006).

2.1.4. Proses Pada Sistem Antrian

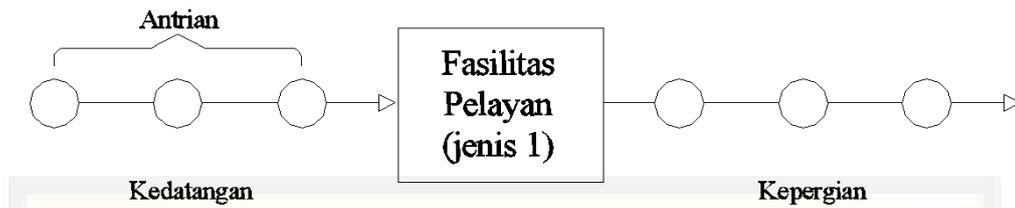
Proses masuknya populasi pada suatu sistem antrian berbentuk barisan. Salah satu anggota atau beberapa anggota dari barisan antrian tersebut dipilih untuk mendapat pelayanan. Pemilihan ini berdasarkan pada aturan-aturan tertentu yang disebut disiplin antrian. Populasi yang

telah dilayani selanjutnya pergi meninggalkan gerbang pelayanan (Sodikin, 2006).

Dalam sistem antrian dikenal Sistem antrian jalur tunggal (*single channel-single phase*) atau hanya terdapat satu pemberi layanan serta satu jenis layanan yang diberikan. Sedang model sistem lainnya yaitu sistem antrian jalur tunggal tahapan berganda (*single channel-multi phase*) atau 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. Dalam studi ini akan dibahas gerbang tunggal satu tahap (*single channel-single phase*) dan gerbang ganda satu tahap (*multi channel- single phase*) (Siregar, Samsir, & Daulay, 2015).

A. *Single Channel-Single Phase*

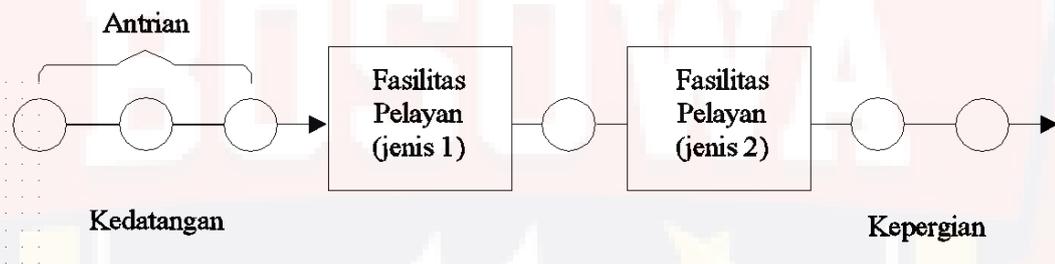
Struktur antrian pada *single channel-single phase* ini hanya memilih satu jalur pelayanan dan dalam jalur ini hanya memiliki satu tahap saja. Stuktur ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.1. Model *Single Channel - Single Phase* (Kakiay, 2004)

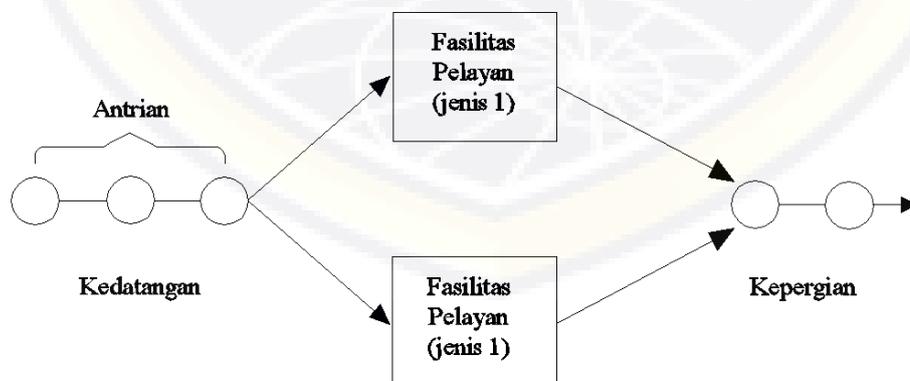
B. *Single Channel-Multi Phase*

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.



Gambar 2.2. Model *Single Channel - Multi Phase* (Kakiay, 2004)

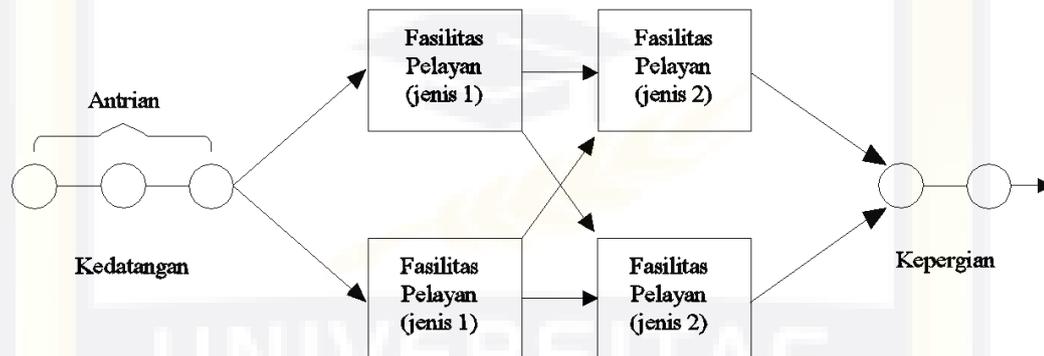
C. *Multi Channel-Single Phase*



Gambar 2.3. Model *Multi Channel - Single Phase* (Kakiay, 2004)

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* (Kakiay, 2004)

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

2.1.5. Karakteristik Sistem Antrian

Pada suatu sistem antrian terdapat 4 (empat) komponen utama, yaitu : a) Kedatangan populasi, yang meliputi tingkat kedatangan rata-rata dan probabilitas distribusi pelayanan; b) Tingkat pelayanan, yang meliputi tingkat layanan rata-rata dan probabilitas distribusi waktu pelayanan; c) Jumlah dan susunan gerbang pelayanan; d) Disiplin antrian, yaitu menentukan antrian dimana satuan lalu lintas yang tiba akan dilayani (Fink, Render, & Heizer, 2001).

Masing–masing komponen dalam sistem antrian tersebut mempunyai karakteristik sendiri-sendiri. Karakteristik dari masing-masing komponen tersebut adalah :

2.1.5.1. Kedatangan Populasi yang akan dilayani (*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*) (Daulay, Aleksander, & Permata, 2012).

Gambaran kedatangan lalu lintas pada sistem transportasi dapat berbentuk konstan dan dapat pula mengikuti pola kedatangan acak (*Poisson*). Kedatangan yang teratur ditandai dengan jumlah populasi yang masuk tetap dengan kecepatan layanan juga tetap. Sedangkan pola kedatangan yang sifatnya acak (*random*) tidak tertentu jumlah dan kecepatan layanannya. Pola kedatangan yang sifatnya acak dapat digambarkan dengan distribusi statistik dan dapat ditentukan dengan dua cara yaitu kedatangan per satuan waktu dan distribusi waktu antar kedatangan.

Contoh : Kedatangan digambarkan dalam jumlah satu waktu, dan bila kedatangan terjadi secara acak, informasi yang penting adalah

Probabilitas n kedatangan dalam periode waktu tertentu, dimana $n = 0, 1, 2, \dots$

Jika kedatangan diasumsikan terjadi dengan kecepatan rata-rata yang konstan dan bebas satu sama lain disebut distribusi probabilitas Poisson. Ahli matematika dan fisika, (Hu, 2008) menemukan sejumlah aplikasi manajerial, seperti kedatangan pasien di RS, sambungan telepon melalui central switching system, kedatangan kendaraan di pintu tol, dan lain-lain. Semua kedatangan tersebut digambarkan dengan variabel acak yang terputus-putus dan nonnegatif integer (0, 1, 2, 3, 4, 5, dst). Selama 10 menit mobil yang antri di pintu tol bisa 3, 5, 8, dst.

Ciri Distribusi Poisson menurut (Pudjoatmodjo & Hendayun, 2016):

1. rata-rata jumlah kedatangan setiap interval waktu bisa diestimasi dari data sebelumnya.
2. bila interval waktu diperkecil misalnya dari 10 menit menjadi 5 menit, maka pernyataan berikut ini benar :
 - a) probabilitas bahwa seorang pasien datang merupakan angka yang sangat kecil dan konstan untuk setiap interval. $\lambda \lambda$
 - b) probabilitas bahwa 2 atau lebih pasien akan datang dalam waktu interval sangat kecil sehingga probabilitas untuk 2 atau lebih dikatakan 0 (nol)
 - c) jumlah pasien yang datang pada interval waktu bersifat independen.
 - d) Jumlah pasien yang datang pada satu interval tidak tergantung pada interval yang lain.

Probabilitas n kedatangan dalam waktu T menurut (Daulay et al., 2012) ditentukan dengan rumus :

$$P(r, T) = \frac{e^{-\lambda T} (\lambda T)^r}{r!} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

λ = rata-rata kedatangan persatuan waktu

T = periode waktu

e = bilangan logaritma natural ($e = 2,7182818$)

r = jumlah kedatangan dalam waktu T ; ($n = 0, 1, 2, \dots$)

$P(r, T)$ = probabilitas n kedatangan dalam waktu T

Jika kedatangan mengikuti Distribusi Poisson dapat ditunjukkan secara matematis bahwa antar kedatangan akan terdistribusi sesuai dengan distribusi eksponensial.

$$P(s \leq t) = e^{-\lambda t}, 0 \leq t \leq \infty \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

$P(s \leq t)$ = probabilitas di mana waktu antar kedatangan persatuan waktu

λ = rata-rata kedatangan persatuan waktu

t = waktu rata-rata dalam system (dtk)

Suatu faktor yang mempengaruhi penilaian distribusi kedatangan adalah ukuran populasi panggilan.

Perilaku kedatangan. Populasi yang akan dilayani mempunyai perilaku yang berbeda-beda dalam membentuk antrian. Ada tiga jenis perilaku : reneging, balking, dan jockeying. Reneging menggambarkan situasi dimana seseorang masuk dalam antrian, namun belum

memperoleh pelayanan, kemudian meninggalkan tempat antrian tersebut. Balking menggambarkan orang yang tidak masuk dalam antrian dan langsung meninggalkan tempat antrian. Jockeying menggambarkan orang yang pindah-pindah antrian.

2.1.5.2. Tingkat Pelayanan

Menurut (Pardede, 2018) tingkat pelayanan yang dinyatakan dengan notasi μ 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 :

$$WP = \frac{1}{\mu} \dots\dots\dots(2.3)$$

Selain itu dikenal juga notasi ρ yang didefinisikan sebagai nisbah antara tingkat kedatangan (λ) dengan tingkat pelayanan (μ) dengan persyaratan bahwa nilai tersebut selalu harus lebih kecil dari 1.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1 \dots\dots\dots(2.4)$$

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).

2.1.5.3. Mekanisme dan jumlah Gerbang Pelayanan

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

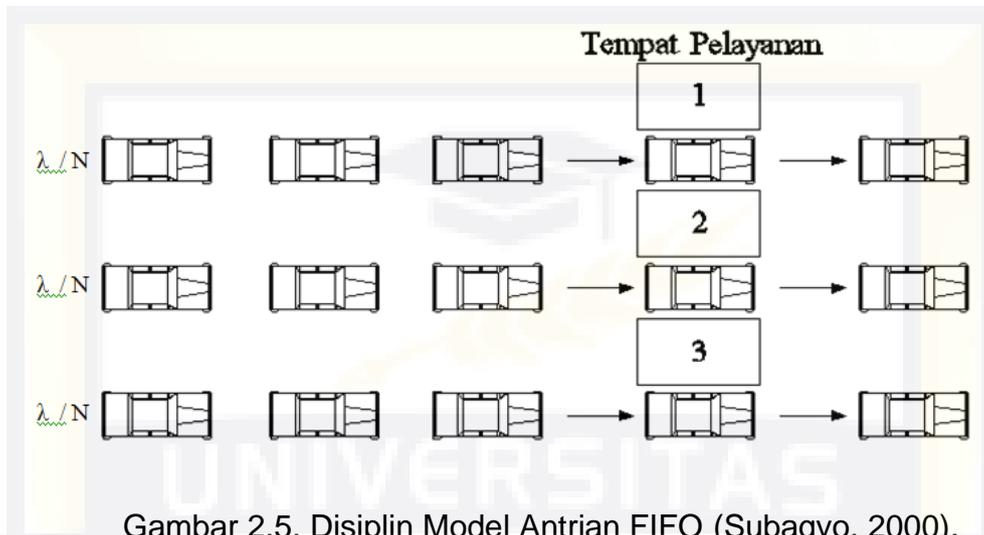
Suatu model antrian disebut layanan tunggal, apabila sistem hanya mempunyai satu gerbang pelayanan dan disebut model pelayanan ganda apabila sistem mempunyai sejumlah satuan pelayanan paralel yang masing-masing dilayani oleh seperangkat pelayanan.

2.1.5.4. Disiplin Antrian

Disiplin antrian mempunyai pengertian tentang bagaimana tata cara kendaraan atau manusia mengantri. 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 (Sinaga, Syahrizal, & Panjaitan, 2017).

Beberapa jenis disiplin antrian yang sering digunakan dalam bidang transportasi atau arus lalu lintas, adalah :

1. First In First Out (FIFO) atau First Come First Served (FCFS)

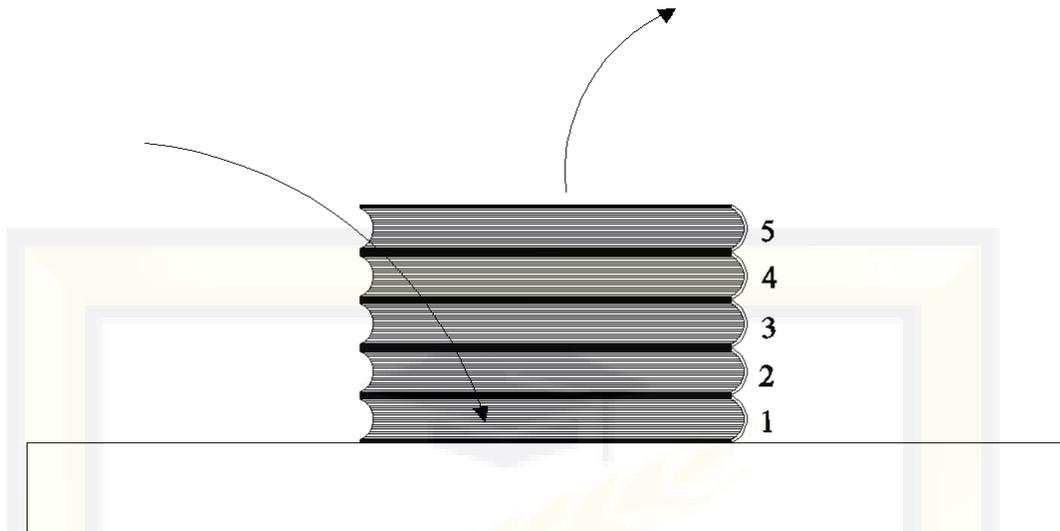


Gambar 2.5. Disiplin Model Antrian FIFO (Subagyo, 2000).

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. Sebagai contoh disiplin FIFO yaitu antrian kendaraan yang terbentuk di depan pintu tol, atau antrian manusia pada loket pembayaran listrik atau telepon, loket pelayanan bank, dan banyak contoh-contoh lainnya.

2. First In Last Out (FILO) atau First Come Last Served (FCLS)

Gambar berikut memperlihatkan ilustrasi bagaimana tata cara disiplin antrian FILO. Terlihat pada gambar bahwa berkas laporan yang pertama tiba akan terletak paling bawah sehingga akan diproses paling akhir. Sedangkan berkas laporan yang masuk paling akhir akan terletak paling atas, sehingga akan diproses paling awal.

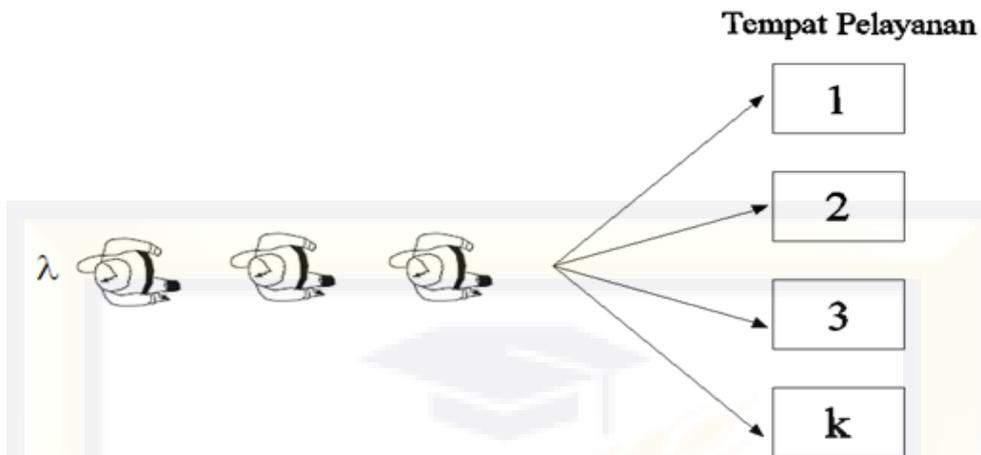


Gambar 2.6. Disiplin Model Antrian FILO (Subagyo, 2000).

Disiplin FILO juga cukup sering digunakan di bidang transportasi dimana orang dan/atau kendaraan yang pertama tiba akan dilayani terakhir. Salah satu contoh disiplin FILO adalah : antrian kendaraan pada pelayanan feri di terminal penyeberangan (kendaraan yang pertama masuk ke feri, akan keluar terakhir, atau barang yang pertama masuk pada gudang pada saat pemuatan akan keluar terakhir pada saat pembongkaran), dan cukup banyak contoh lainnya.

3. First Vacant First Served (FVFS)

Gambar berikut memperlihatkan ilustrasi bagaimana tata cara disiplin antrian FVFS.



Gambar 2.7. Disiplin Antrian FVFS (Subagyo, 2000).

Dapat dilihat pada gambar, disiplin antrian FVFS sangat sering digunakan pada beberapa loket pelayanan bank, 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 dari 1 (satu).

Kinerja disiplin akan sangat baik jika waktu pelayanan di setiap tempat pelayanan sangat bervariasi (atau dengan kata lain jika standar deviasi waktu pelayanan antartempat pelayanan relatif besar). Hal ini disebabkan penggunaan disiplin FIFO akan menjadi sangat tidak efektif jika waktu pelayanan sangat bervariasi antar tempat pelayanan, yang akan mengakibatkan panjang antrian yang tidak merata untuk setiap lajur antrian. Contoh kegiatan pelayanan yang mempunyai standar deviasi waktu pelayanan antartempat pelayanan yang sangat bervariasi adalah:

loket pelayanan bank, imigrasi atau pabean, pasar swalayan, dan lain – lain.

Salah satu kelebihan utama dalam penerapan disiplin antrian FVFS adalah hanya akan terbentuk 1 (satu) lajur antrian saja (lajur-tunggal). Pada prakteknya, antrian tersebut dapat digantikan dengan sistem kartu tunggu sehingga secara fisik antrian tersebut tidak perlu terbentuk, karena dapat digantikan dengan nomor urut kartu.

2.1.6 Parameter Antrian

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

\bar{n} = jumlah kendaraan atau orang dalam sistem (kendaraan atau orang per satuan waktu).

\bar{q} = jumlah kendaraan atau orang dalam antrian (kendaraan atau orang per satuan waktu).

\bar{d} = waktu kendaraan atau orang dalam sistem (satuan waktu)

\bar{w} = waktu kendaraan atau orang dalam antrian (satuan waktu)

2.1.6.1 Disiplin Antrian FIFO

Persamaan (2.5) – (2.8) berikut merupakan yang dapat digunakan untuk menghitung : \bar{n} , \bar{q} , \bar{d} dan \bar{w} . untuk disiplin antrian FIFO.

$$\bar{n} = \frac{\lambda}{(\mu-\lambda)} = \frac{\rho}{(1-\rho)}$$

.....(2.5)0

$$\bar{q} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)} = \frac{\rho^2}{(1-\rho)}$$

.....(2.6)

$$\bar{d} = \frac{1}{(\mu-\lambda)}$$

.....(2.7)

$$\bar{w} = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)} = \bar{d} - \frac{1}{\mu}$$

.....(2.8)

dimana :

λ = tingkat kedatangan rata-rata

μ = tingkat pelayanan rata-rata

ρ = intensitas lalu lintas atau faktor pemakaian = $\frac{\lambda}{\mu}$

Beberapa asumsi yang diperlukan dalam penggunaan disiplin antrian

FIFO adalah :

- a. Persamaan (2.5) – (2.8) hanya berlaku untuk lajur-tunggal dan dengan nilai $\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$. Jika nilai $\rho > 1$, maka diharuskan menambah beberapa lajur-tunggal (multilajur).
- b. Jika terdapat lebih dari 1 (satu) lajur (katakana N lajur), maka diasumsikan bahwa tingkat kedatangan (λ) akan membagi dirinya secara merata untuk setiap lajur sebesar $N\lambda$ 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 (2.5) – (2.8).
- c. Kendaraan yang sudah antri pada suatu lajur antrian diasumsikan tidak boleh berpindah antrian ke lajur lainnya.

- d. Waktu pelayanan antartempat pelayanan diasumsikan relatif sama (atau dengan kata lain standar deviasi waktu pelayanan antartempat pelayanan relatif kecil).

2.1.6.2. Disiplin FVFS

Persamaan (2.10) – (2.14) berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung \bar{n} , \bar{q} , \bar{d} , dan \bar{w} untuk disiplin antrian FVFS.

$$p(0) = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{K-1} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \right] + \left[\frac{1}{K!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K \left(\frac{K\mu}{K\mu-\lambda}\right) \right]} \dots\dots\dots(2.10)$$

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

$$\bar{n} = \frac{\lambda\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K}{(K-1)!(K\mu-\lambda)^2} p(0) + \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\bar{q} = \frac{\lambda\mu^2}{(K-1)!(K\mu-\lambda)^2} p(0) = \bar{n} - \frac{\lambda}{\mu} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\bar{d} = \frac{\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K}{(K-1)!(K\mu-\lambda)^2} p(0) + \frac{1}{\mu} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\bar{w} = \frac{\mu\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K}{(K-1)!(K\mu-\lambda)^2} p(0) = \bar{d} - \frac{1}{\mu} \dots\dots\dots(2.14)$$

dimana :

λ = tingkat kedatangan rata-rata

μ = 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*).

Penurunan secara matematis untuk kondisi tetap ini disebut hasil-hasil (rumusan-rumusan) keadaan tetap (*steady state result*) yang berarti bahwa ini merupakan hasil yang diamati sesudah sistem beroperasi pada waktu yang lama hingga nilai rata-rata atau probabilitasnya tidak akan berubah. Persamaan tersebut diturunkan dari situasi dengan periode operasi tidak terhingga. Pendekatan dengan cara ini logis digunakan untuk evaluasi efektif berbagai segi perencanaan jalan tol.

2.1.7. Proses Antrian

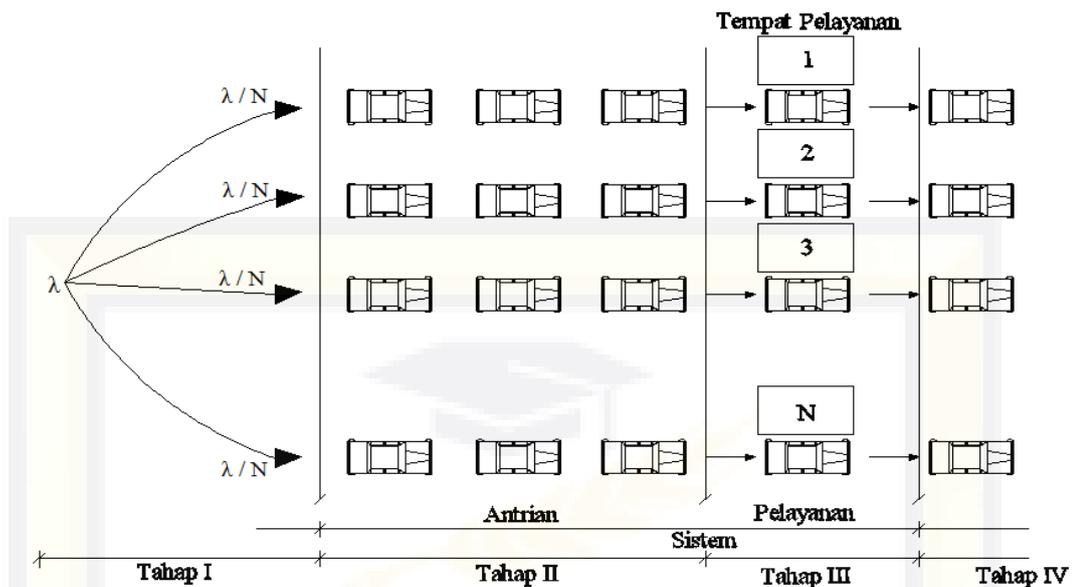
Pada dasarnya untuk lebih memahami lebih lanjut mengenai antrian, hal utama yang sangat diperlukan adalah mengerti bagaimana sebenarnya proses terjadinya antrian. Proses terjadinya antrian menurut (Batti, n.d.) terdiri dari 4 (empat) tahap yang akan dijelaskan dengan menggunakan gambar berikut.

- 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 (λ). Jika digunakan disiplin antrian FIFO dan terdapat lebih dari 1 (satu) tempat pelayanan (multilajur) maka dapat diasumsikan bahwa tingkat kedatangan (λ) tersebut akan membagi dirinya secara merata untuk setiap pelayanan sebesar λ/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).



Gambar 2.8. Tahapan dalam Proses Antrian (Subagyo, 2000).

2.1.8. Analisa Kebijakan yang dapat dilakukan

Dalam usaha untuk meminimumkan nilai \bar{n} , \bar{q} , \bar{d} dan \bar{w} . terdapat beberapa kebijakan yang dapat dilakukan, yaitu :

- Kebijakan menambah pintu tol
- Kebijakan mengurangi waktu pelayanan
- Kebijakan sistem tandem

2.1.8.1. Kebijakan mengurangi waktu pelayanan

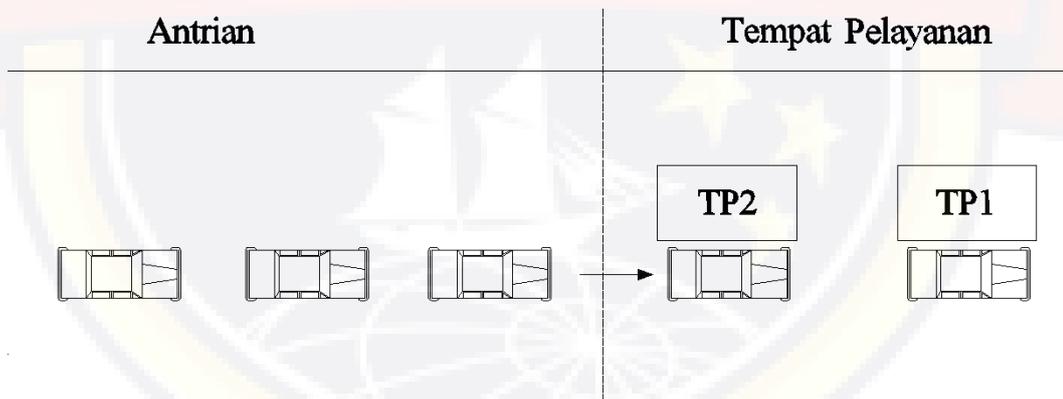
Kebijakan ini merupakan pilihan terbaik, karena dapat dikatakan tidak membutuhkan biaya besar (mungkin hanya berupa dana insentif bagi karyawan yang dapat menurunkan waktu pelayanan). Akan tetapi, waktu pelayanan tersebut hanya bisa ditekan seminimal mungkin, tidak bisa dihilangkan sama sekali.

2.1.8.2. 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 (Budiman & Bethary, n.d.).

2.1.8.3. Kebijakan Sistem Tandem

Kebijakan sistem tandem merupakan usaha untuk meningkatkan kinerja pintu tol, karena dapat menurunkan waktu pelayanan sampai 50 %. Gambar berikut memperlihatkan bagaimana proses sistem tandem.

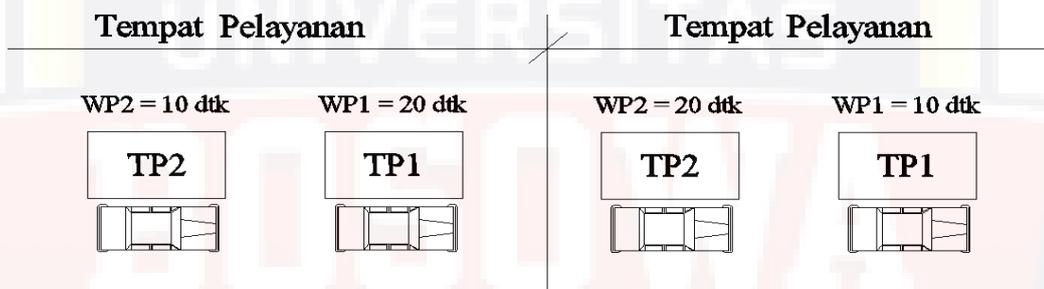


Gambar 2.9. Sistem Tandem

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, penggunaan 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. Hal ini dapat dijelaskan dengan gambar berikut.



Gambar.2.10 Sistem tandem dengan waktu pelayanan antar kendaraan tidak sama

Pada gambar. terlihat kendaraan (1) membutuhkan waktu 20 detik untuk dilayani sedangkan kendaraan (2) hanya membutuhkan waktu 10 detik. Pada saat kendaraan (2) telah selesai dilayani, kendaraan (1) masih belum selesai dilayani, sehingga kendaraan (1) akan menghalangi pergerakan kendaraan (2) dan akhirnya waktu pelayanan kendaraan (2) berubah menjadi 20 detik. Dengan demikian, tingkat pelayanan sistem tandem tersebut menjadi hanya sebesar 180 kendaraan /jam jauh lebih buruk dibandingkan dengan sistem antrian biasa (360 kendaraan/jam).

Hal yang sama sebaliknya terlihat pada gambar (b). Kendaraan (1) hanya membutuhkan waktu 10 detik untuk dilayani sedangkan kendaraan

(2) membutuhkan waktu 20 detik. Pada saat kendaraan (1) telah selesai dilayani, kendaraan (2) masih belum selesai, sehingga kendaraan (2) akan menghalangi pergerakan kendaraan urutan berikutnya. Dengan demikian, tingkat pelayanan sistem tandem tersebut tetap hanya sebesar 180 kendaraan/jam jauh lebih buruk dibandingkan dengan sistem antrian biasa (360 kendaraan/jam).

2.1.8.4. Kebijakan Sistem Pembayaran Tol Elektronik

Pembayaran tol elektronik, adalah sebuah adaptasi dari teknologi militer identifikasi teman atau lawan, 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 (Suharyo, Pamungkas, & Rahmawati, 2019).

Penggunaan teknologi sistem pembayaran elektronik seperti penggunaan smart card sebagai alat pembayaran sudah digunakan pada ruas tol di Singapura dan Malaysia. Dengan karu ini, pengguna jalan tol tidak perlu membayar tiket di gerbang tol tujuan, tetapi cukup menyentuh kartu ke sensor (*touch and pass*) sehingga secara langsung akan mendebit biaya tol. Pengguna tol tidak perlu lagi berhenti lama untuk membayar tol namun secara otomatis mengurangi account yang dimiliki pengguna tol melalui mekanisme scanning yang sangat cepat. Smart

card seperti ini di negara maju digunakan tidak hanya untuk pembayaran suatu ruas jalan tol, tetapi juga digunakan untuk berbagai keperluan transportasi, misalnya bisa digunakan untuk kereta api, parkir dan sebagainya (Karsaman, n.d.).

2.2. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu telah melakukan penelitian yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang ingin dilakukan, variabel yang digunakan dan hubungan antar variabel penelitian.



Tabel 2.9 Penelitian Terdahulu

no	Penulis	Judul	Sumber	Variabel	Hasil
1	Wahyu Sudrajat	Evaluasi Kemampuan Pelayanan Gerbang Tol Studi Kasus Gerbang Tol Padalarang	Institut Teknologi Bandung	Panjang antrian dan lama antrian	<p>kondisi Gerbang Tol Padalarang dengan Sistim Pelayanan Banyak Saluran dan dilengkapi dengan saluran fleksibel (dwi fungsi), masih belum optimum, walaupun kadangkadang pada jam atau periode tertentu terjadi antrian yang panjang. Usaha untuk meningkatkan Pelayanan atau memperpanjang masa optimum tersebut sangat tergantung kepada beberapa faktor antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memperkecil Waktu Pelayanan atau memperbesar tingkat pelayanan (a). - Lahan yang tersedia untuk perluasan Gerbang Tol - Sistim Model Pelayanan

2	Marthyn Hutahaeen	Evaluasi Kapasitas dan Pelayanan Gerbang Tol Tanjung Morawa	Universitas Sumatera Utara 2007	Panjang antrian dan tingkat pelayanan	Dengan tingkat kedatangan 336 kendaraan/jam per gardu maka Gerbang Tol Tanjung Morawa tidak lagi memenuhi persyaratan Standar Pelayanan Minimal (SPM) Jalan Tol dengan gerbang tol sistem tertutup pada gardu exit yaitu < 300 kendaraan/jam per gardu.
3	I Made Aryantha Anthara	Analisis Sistem Antrian Gerbang Tol Pasteur Bandung Di Pt Jasa Marga (Persero) Tbk	Universitas Komputer Indonesia	Volume kendaraan dan sistem antrian	faktor utilisasi dari tiap gardu tol pada shiftnya masih belum maksimal sehingga salah satu dampaknya adalah kepadatan yang cukup signifikan di gerbang pintu tol.

Sumber :diolah,2016

2.3 Kerangka Pemikiran

Layanan gerbang tol PT. Bosowa Marga terdiri atas dua bentuk yaitu Gerbang Tol Reguler dan Gerbang Tol Otomatis. Gerbang Tol Reguler diadakan untuk pelayanan kendaraan yang melakukan transaksi pembayaran tunai sedang Gerbang Tol Otomatis disediakan bagi pengguna jalan yang melakukan transaksi dengan uang elektronik. Fakta lapangan dalam beberapa tahun menunjukkan bahwa kedua jenis pelayanan memiliki efektivitas yang berbeda. Kajian ini berfokus pada dua variabel pada dua jenis pelayanan yaitu waktu pelayanan dan panjang antrian



Gambar 2.11
Kerangka Pemikiran

BAB III.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif atau data yang dikumpulkan dan dianalisis berupa angka-angka.

3.1. Fokus Penelitian

Fokus pada penelitian ini adalah efektivitas pelayanan pada gerbang tol PT. Bosowa Marga Nusantara dalam tiga jenis pelayanan yaitu pelayanan transaksi otomatis (GTO), pelayanan transaksi semi otomatis dan pelayanan transaksi isi ulang.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada tiga gerbang tol yaitu di gerbang tol cambaiya, gerbang tol kaluku bodoa dan gerbang tol Biringkanaya

- Gerbang Tol Biringkanaya yang melayani arus kendaraan dari Bandara.
- Gerbang Tol Kaluku Bodoa yang melayani arus kendaraan dari jalan A.P.Pettarani
- Gerbang Tol Cambaya yang melayani arus kendaraan dari pelabuhan.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

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

- Waktu pelayanan (*service time*), dilakukan pada saat kendaraan berhenti di depan gardu (loket) untuk mengadakan transaksi (saat pembayaran tol sedang berlangsung) sampai kendaraan tersebut bergerak meninggalkan gardu.
- Tingkat kedatangan adalah jumlah kendaraan yang datang pada setiap menit.

Pengambilan data kendaraan diambil pada saat jam sibuk (*peak hour*) dengan asumsi waktu jam sibuk dimulai pukul 07.00 – 12.00 WITA dan pukul 16.00 – 20.00 wita. Pengambilan data yaitu Senin, Selasa, Kamis dan Sabtu, selama dua pekan sejak tanggal 10 hingga tanggal 21 Juni 2019.

3.4. Teknik Analisis Data

Data-data waktu pelayanan dan panjang antrian dimasukkan dalam tabulasi data dan dianalisis dengan menggunakan Microsoft Excel. Adapun data-data yang disusun adalah tingkat kedatangan (λ) dan waktu pelayanan / *service time* (t)

Perhitungan tingkat kedatangan menggunakan rumus :

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

x = banyaknya kendaraan

N = waktu pengamatan (jam)

Perhitungan waktu pelayanan ideal menggunakan rumus :

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

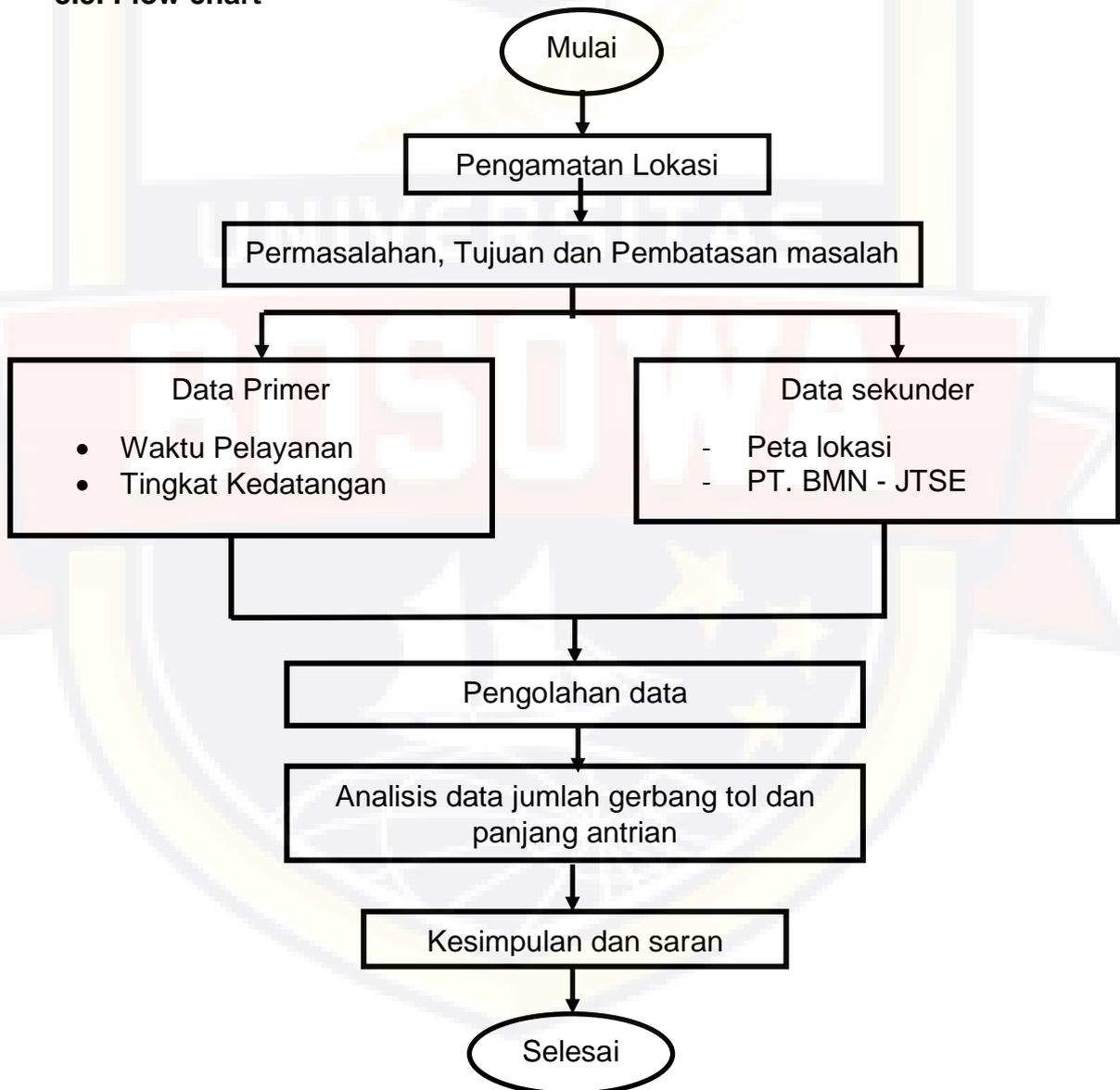
ρ = waktu pelayanan (detik)

λ = tingkat kedatangan (kend/jam)

μ = waktu pelayanan ideal (detik/kendaraan)

Analisa selanjutnya adalah menghitung jumlah gardu tol yang diperlukan dan panjang antrean pada lima waktu pelayanan (5 detik/kendaraan, 6 detik/kendaraan, 7 detik/kendaraan, 8 detik/kendaraan, 9 detik/kendaraan dan 10 detik/kendaraan).

3.5. Flow chart



Gambar 3.1 Flow Chart

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data Penelitian

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini terdiri atas data primer. Data primer yang diperoleh meliputi data waktu pelayanan kendaraan dan data tingkat kedatangan di tiga gerbang tol yaitu, gerbang tol Cambayya, gerbang tol Kaluku Bodoa dan gerbang tol Biringkanaya. Pengambilan data primer dilakukan pada hari senin, selasa, kamis dan sabtu pada jam puncak (*peak hour*). Data primer yang diperoleh juga bertujuan untuk mengidentifikasi perbandingan pengguna tunai dan non-tunai serta mengupayakan penyelesaian masalahnya.

Waktu pelayanan merupakan waktu yang dibutuhkan oleh satu tempat pelayanan untuk dapat melayani satu kendaraan atau satu orang, yang biasa dinyatakan dalam satuan detik/kendaraan atau detik/orang.

4.1.1. Perbandingan Waktu Pelayanan Gerbang Otomatis (GO), gerbang Semi Otomatis (SE) dan gerbang Isi Ulang (IU)

Parameter pertama yang diukur untuk menentukan efektifitas dari pelayanan gerbang tol otomatis, gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol isi ulang adalah waktu pelayanan. Berikut ini adalah hasil rekapitulasi data survey waktu pelayanan pada tiga gerbang tol yaitu, gerbang tol Cambayya, gerbang tol Kaluku Bodoa dan gerbang tol Biringkanaya pada pagi hari (pukul 07.00 – 12.00) serta pada sore hari (pukul 16.00 – 20.00).

Rata rata waktu pelayanan antara gerbang tol otomatis dengan gerbang tol semi otomatis pada pagi hari memiliki selisih sebesar 4.48 detik/mobil.

Tabel 4.1. Waktu Pelayanan Gerbang Tol Cambaya pada Pagi Hari

Hari	GO	SE	IU
Waktu pelayanan (detik/mobil)			
Senin	11	16	31
Selasa	11	14	30
Kamis	11	15	30
Sabtu	11	16	30
	11	15	30

Sedangkan rata-rata perbandingan pelayanan antara gerbang tol semi otomatis dengan gerbang tol isi ulang adalah sebesar 15.24 detik/mobil, sedangkan rata-rata selisih waktu antara gerbang otomatis dan isi ulang pada pagi hari di gerbang tol Cambaya adalah sebesar 19.72 detik. Hal ini menunjukkan bahwa waktu layanan pada gerbang otomatis lebih cepat dibanding dengan gerbang tol semi isi ulang dan gerbang tol isi ulang.

Tabel 4.2. Waktu pelayanan Gerbang Tol Kaluku Bodoa pada pagi hari

Hari	GO	SE	IU
Waktu pelayanan (detik/mobil)			
Senin	12	186	28
Selasa	12	186	28
Kamis	10	15	29
Sabtu	12	14	30
	12	17	29

Pada gerbang tol Kaluku Bodoa, rata rata waktu pelayanan antara gerbang tol otomatis dengan gerbang tol semi otomatis pada pagi hari memiliki selisih sebesar 4.81 detik/mobil. Adapun rata-rata selisih waktu pelayanan antara gerbang tol semi otomatis dengan gerbang tol isi ulang

adalah sebesar 12.43 detik/mobil, sedangkan rata-rata selisih waktu antara gerbang otomatis dan isi ulang pada pagi hari di gerbang tol Kaluku Bodoa adalah sebesar 17.25 detik. Hal ini menunjukkan bahwa waktu layanan pada gerbang otomatis lebih cepat dibanding dengan gerbang tol semi isi ulang dan gerbang tol isi ulang.

Tabel 4.3. Waktu pelayanan Gerbang tol Biringkanaya pada pagi hari

Hari	GO	SE	IU
Waktu pelayanan (detik/mobil)			
Senin	10	21	50
Selasa	10	20	50
Kamis	10	21	50
Sabtu	12	20	45
	10	20	49

Pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa rata-rata waktu pelayanan pada gerbang tol biringkanaya pada gerbang otomatis lebih efisien dibanding dengan gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol isi ulang. Selisih waktu pelayanan antara gerbang otomatis dan gerbang semi otomatis adalah sebesar 10.04 detik/mobil, sedangkan selisih waktu pelayanan antara gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol isi ulang adalah sebesar 28.49 detik/mobil. Adapun selisih waktu pelayanan antara gerbang tol isi ulang dengan gerbang tol otomatis adalah sebesar 38.53 detik/mobil. Tabel 4.3 menunjukkan waktu pelayanan pada gerbang tol Biringkanaya di pagi hari.

Tabel 4.4 Waktu pelayanan pada Gerbang tol Cambaya pada sore hari

Hari	GO	SE	IU
Waktu pelayanan (detik/mobil)			
Senin	12	15	31
Selasa	11	15	31
Kamis	11	15	30
Sabtu	10	16	27
	11	15	30

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa rata-rata waktu pelayanan pada gerbang tol Cambaya pada gerbang otomatis lebih efisien dibanding dengan gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol isi ulang. Selisih waktu pelayanan antara gerbang otomatis dan gerbang semi otomatis adalah sebesar 4.4 detik/mobil, sedangkan selisih waktu pelayanan antara gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol isi ulang adalah sebesar 14.41 detik/mobil. Adapun selisih waktu pelayanan antara gerbang tol isi ulang dengan gerbang tol otomatis adalah sebesar 18.82 detik/mobil. Tabel 4.4 menunjukkan waktu pelayanan pada gerbang tol Cambaya di sore hari.

Tabel 4.5 Waktu pelayanan pada Gerbang tol Kaluku Bodoa pada sore hari

Hari	GO	SE	IU
Waktu pelayanan (detik/mobil)			
Senin	11	12.	13
Selasa	11	14	28
Kamis	12	14	30
Sabtu	15	19	30
	12	15	25

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa rata-rata waktu pelayanan pada gerbang tol Kaluku Bodoa pada gerbang otomatis lebih efisien dibanding dengan gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol isi ulang. Selisih waktu pelayanan antara gerbang otomatis dan gerbang semi otomatis adalah sebesar 2.64 detik/mobil, sedangkan selisih waktu pelayanan antara

gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol isi ulang adalah sebesar 10.2 detik/mobil. Adapun selisih waktu pelayanan antara gerbang tol isi ulang dengan gerbang tol otomatis adalah sebesar 12.85 detik/mobil. Tabel 4.5 menunjukkan waktu pelayanan pada gerbang tol Cambaya di sore hari.

Tabel 4.6. Waktu pelayanan pada Gerbang tol Biringkanaya pada sore hari

Hari	GO	SE	IU
Waktu pelayanan (detik/mobil)			
Senin	10	20	51
Selasa	10	20	50
Kamis	10	20	50
Sabtu	9	21	50
	10	20	50

Tabel 4.6. menunjukkan bahwa rata-rata waktu pelayanan pada gerbang tol Biringkanaya pada gerbang otomatis lebih efisien dibanding dengan gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol isi ulang. Selisih waktu pelayanan antara gerbang otomatis dan gerbang semi otomatis adalah sebesar 10.73 detik/mobil, sedangkan selisih waktu pelayanan antara gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol isi ulang adalah sebesar 29.87 detik/mobil. Adapun selisih waktu pelayanan antara gerbang tol isi ulang dengan gerbang tol otomatis adalah sebesar 40.6 detik/mobil. Tabel 4.6. menunjukkan waktu pelayanan pada gerbang tol Biringkanaya di sore hari (pukul 16.00 - 20.00).

Uraian hasil penelitian menunjukkan bahwa Gerbang Tol Otomatis pada ketiga titik pengamatan memberikan tingkat pelayanan yang efektif dibandingkan dengan layanan semi otomatis dan layanan isi ulang. Lama pelayanan pada gerbang tol otomatis yang tertinggi adalah 15 detik per

mobil. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa transaksi non tunai efektif untuk diterapkan pada gerbang tol.

4.1.2. Perbandingan Tingkat Kedatangan Gerbang pada gerbang Tol

Parameter kedua yang diukur untuk menentukan efektifitas dari pelayanan gerbang tol otomatis, gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol isi ulang adalah tingkat kedatangan. Parameter ini adalah jumlah kendaraan yang masuk pada gerbang tol dalam satu jam. Nilai ini merupakan rata-rata hasil pengamatan tingkat kedatangan dalam satu hari. Berikut ini adalah hasil rekapitulasi data survey tingkat kedatangan kendaraan pada tiga gerbang tol yaitu, gerbang tol Cambaya, gerbang tol Kaluku Bodoa dan gerbang tol Biringkanaya pada pagi hari (pukul 07.00 – 12.00) serta pada sore hari (pukul 16.00 – 20.00).

Tingkat kedatangan kendaraan pada gerbang tol Cambaya pada pagi hari disajikan pada tabel 4.7. Tabel ini memuat hasil pengamatan selama 4 hari.

Tabel 4.7. Tingkat Kedatangan pada Gerbang Tol Cambaya pada pagi hari

Hari	GO	SE	IU
Senin	139	124	99
Selasa	140	125	100
Kamis	141	125	98
Sabtu	14	127	98
	140	125	99

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa gerbang tol otomatis memiliki tingkat kedatangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan dua gerbang tol lainnya. Bahkan, gerbang layanan isi ulang hanya melayani 98-99

kendaraan dalam sejam pada pagi hari. Berbeda halnya, dengan gerbang tol Kaluku bodoa yang disajikan pada tabel 4.8

Tabel 4.8. Tingkat Kedatangan pada Gerbang Tol Kaluku Bodoa pada pagi hari

Hari	GO	SE	IU
Senin	130	130	102
Selasa	129	123	104
Kamis	129	122	104
Sabtu	129	122	104
	129	124	104

Tingkat kedatangan pada gerbang tol otomatis relatif sama pada gerbang tol semi otomatis. Pada gerbang ini, jumlah pengguna yang memanfaatkan jasa isi ulang lebih dari 100 kendaraan/jam.

Tabel 4.9. Tingkat Kedatangan pada Gerbang Tol Biringkanaya pada pagi hari

Hari	GO	SE	IU
Senin	117	99	101
Selasa	116	100	100
Kamis	117	101	100
Sabtu	117	101	100
	117	100	100

Rata-rata tingkat kedatangan pada gerbang tol Biringkanaya relatif sama antara gerbang tol isi ulang dengan gerbang tol semi otomatis. Gerbang tol otomatis memiliki tingkat kedatangan tertinggi yaitu sebesar 116.65 mobil/jam.

Tingkat kedatangan pada gerbang tol Cambaya di sore hari disajikan pada tabel 4.9, tingkat kedatangan kendaraan diamati pada hari Senin, Selasa, Kamis dan Sabtu.

Tabel 4.10. Tingkat Kedatangan pada Gerbang Tol Cambaya pada sore hari

Hari	GO	SE	IU
Senin	134	120	100
Selasa	133	121	98
Kamis	134	120	99
Sabtu	134	120	99
	145	137	130

Tingkat kedatangan kendaraan per jam pada sore hari lebih banyak dibanding tingkat kedatangan kendaraan pada pagi hari. Gerbang tol isi ulang memiliki tingkat kedatangan paling sedikit yaitu rata-rata sebesar 130 kendaraan/jam, sedangkan rata-rata tingkat kedatangan kendaraan pada gerbang otomatis dan gerbang semi otomatis berturut-turut adalah sebesar 145 dan 137 kendaraan per jam.

Tabel 4.11. Tingkat Kedatangan pada Gerbang Tol Kaluku Bodoa pada sore hari

Hari	GO	SE	IU
Senin	131	122	98
Selasa	130	122	100
Kamis	131	122	100
Sabtu	130	122	100
	150	142	119

Pada gerbang tol Kaluku Bodoa yang ditunjukkan pada tabel 4.11. menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara gerbang tol isi ulang dengan gerbang tol otomatis dan gerbang tol semi otomatis. Gerbang tol otomatis memiliki tingkat kedatangan paling tinggi yaitu rata-rata sebesar 150 kendaraan/jam, sedangkan rata-rata tingkat kedatangan kendaraan pada gerbang semi otomatis dan gerbang tol isi ulang berturut-turut adalah sebesar 142 dan 119 kendaraan per jam.

Tabel 4.12. Tingkat Kedatangan pada Gerbang Tol Biringkanaya pada sore hari

Hari	GO	SE	IU
-------------	-----------	-----------	-----------

Senin	114	105	97
Selasa	114	105	98
Kamis	113	104	99
Sabtu	112	105	101
	130	124	118

Pada gerbang tol Biringkanaya yang ditunjukkan pada tabel 4.12. menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang tidak terlalu jauh antara gerbang tol isi ulang dengan gerbang tol otomatis dan gerbang tol semi otomatis. Gerbang tol otomatis memiliki tingkat kedatangan paling tinggi yaitu rata-rata sebesar 130 kendaraan/jam, sedangkan rata-rata tingkat kedatangan kendaraan pada gerbang semi otomatis dan gerbang tol isi ulang berturut-turut adalah sebesar 124 dan 118 kendaraan per jam.

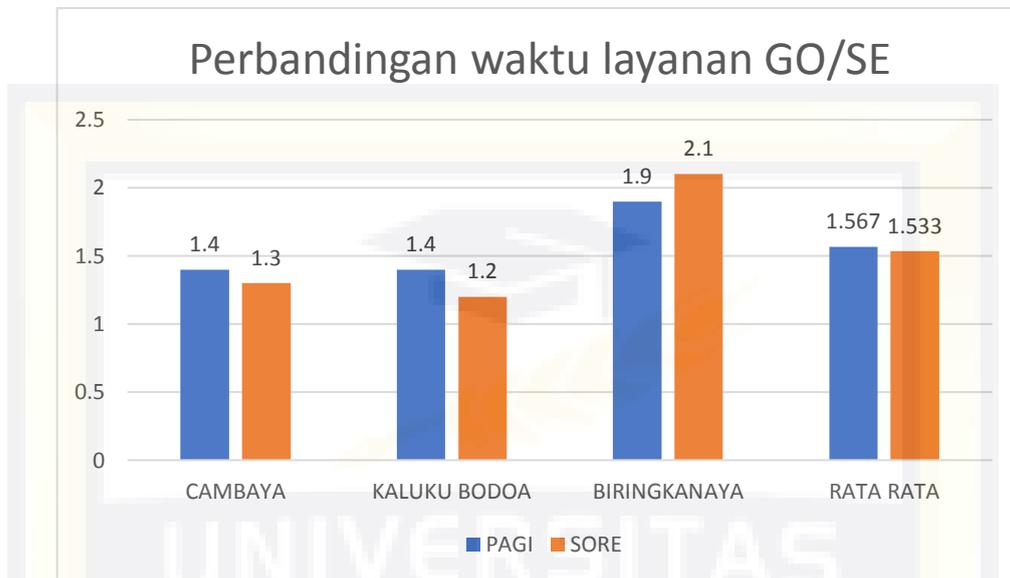
4.2. Pembahasan Hasil penelitian

4.2.1. Perbandingan waktu pelayanan antara Gerbang Tol Regular dan Gerbang Tol Semi Otomatis pada rentang waktu yang sama.

Analisis efektivitas yang pertama yaitu membandingkan layanan Gerbang Tol Regular dan Gerbang Tol Semi Otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa layanan gerbang otomatis (GO) yang paling singkat, sehingga layanan ini yang menjadi acuan ukuran efektivitas. Analisis efektivitas yang menghasilkan nilai lebih besar dari 1.00 menunjukkan pelayanan yang kurang efektif.

Pada gambar 4.3 dapat dilihat bahwa Gerbang Tol Semi Otomatis (SE) memiliki waktu pelayanan yang lebih lama dengan nilai perbandingan

yang lebih besar dari 1.00. maka dapat disimpulkan bahwa Gerbang Tol Semi Otomatis kurang efektif.



Gambar 4.1. Perbandingan waktu pelayanan antara Gerbang Tol Regular dan Gerbang Tol Semi Otomatis pada rentang waktu yang sama.

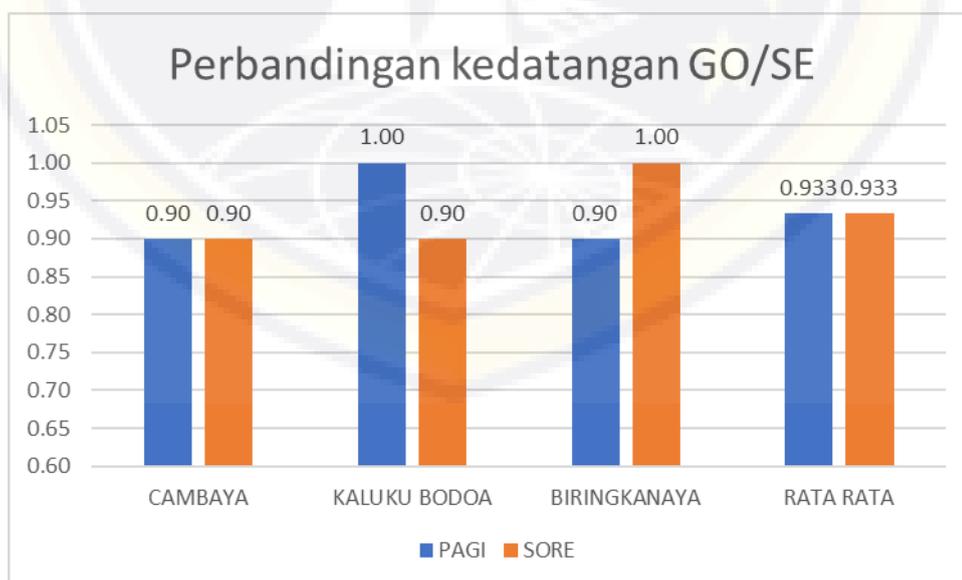
Hasil analisis efektivitas menunjukkan bahwa pada layanan semi otomatis pada Gerbang Tol Cambaya bernilai 1.4 untuk pagi hari dan 1.3 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Kaluku Bodoa diperoleh nilai efektivitas layanan Semi Otomatis sebesar 1.4 pada pagi hari dan 1.2 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Biringkanaya diperoleh nilai efektivitas layanan Semi Otomatis sebesar 1.9 pada pagi hari dan 2.1 pada sore hari. Berdasarkan dari hasil analisis efektivitas di atas dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata efektivitas gerbang tol semi otomatis sebesar 1.55 untuk pagi dan sore pada tiga gerbang tol.

Efektivitas jalan tol juga dihitung berdasarkan perbandingan tingkat kedatangan pada gerbang otomatis dan gerbang semi otomatis. Nilai efektivitas sebesar 1.00 menunjukkan bahwa tingkat kedatangan gerbang semi otomatis sama efektifnya dengan gerbang otomatis.

Jumlah pengguna kendaraan yang menggunakan layanan non tunai dengan memasuki gerbang tol otomatis relatif sama dengan pengguna yang menggunakan layanan tunai. Hal ini mengindikasikan bahwa pelayanan non tunai diminati oleh pengendara akibat kemudahannya. Pengendara tidak perlu menyediakan uang tunai serta lama pelayanan yang relatif singkat karena tidak ada kemungkinan pengembalian uang.

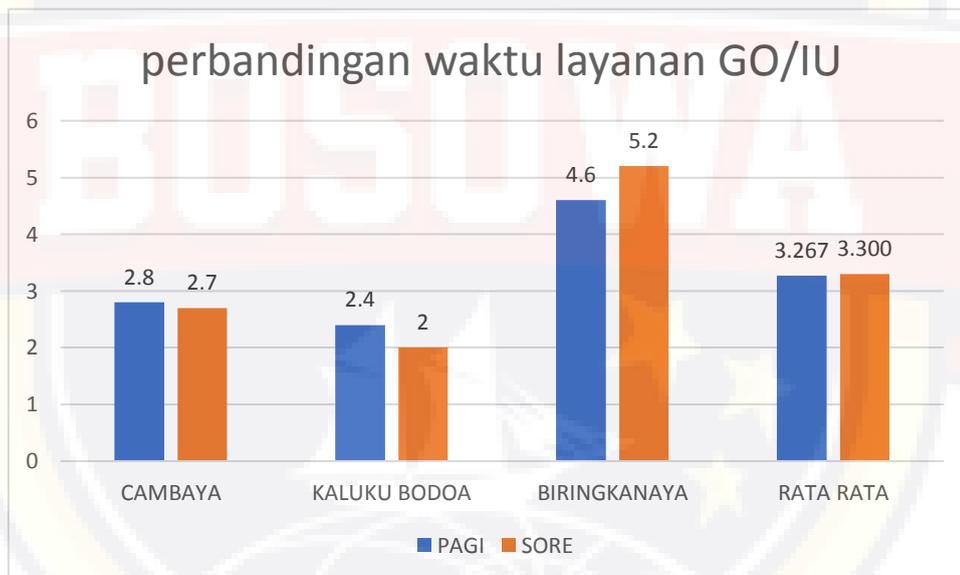
4.2.2. Perbandingan tingkat kedatangan kendaraan antara Gerbang Tol Regular dan Gerbang Tol Semi Otomatis pada rentang waktu yang sama.

Gerbang tol otomatis ditujukan untuk pelayanan yang cepat dan akurat bagi pengguna. Olehnya pada gerbang tol ini diharapkan tidak adanya tundaan atau antrean yang panjang. Minat pengguna untuk masuk pada pilihan gerbang layanan tergantung pada panjangnya antrean. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya tingkat kedatangan pada salah satu gerbang.



Gambar 4.2. Perbandingan tingkat kedatangan kendaraan antara Gerbang Tol Regular dan Gerbang Tol Semi Otomatis pada rentang waktu yang sama.

Hasil analisis efektivitas menunjukkan bahwa pada tingkat kedatangan semi otomatis pada Gerbang Tol Cambaya bernilai 0.90 untuk pagi hari dan 0.90 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Kaluku Bodoa diperoleh nilai efektivitas tingkat kedatangan Semi Otomatis sebesar 1.00 pada pagi hari dan 0.90 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Biringkanaya diperoleh nilai efektivitas tingkat kedatangan Semi Otomatis sebesar 0.90 pada pagi hari dan 1.00 pada sore hari. Berdasarkan dari hasil analisis efektivitas di atas dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata efektivitas



gerbang tol semi otomatis sebesar 0.93 untuk pagi dan sore pada tiga gerbang tol.

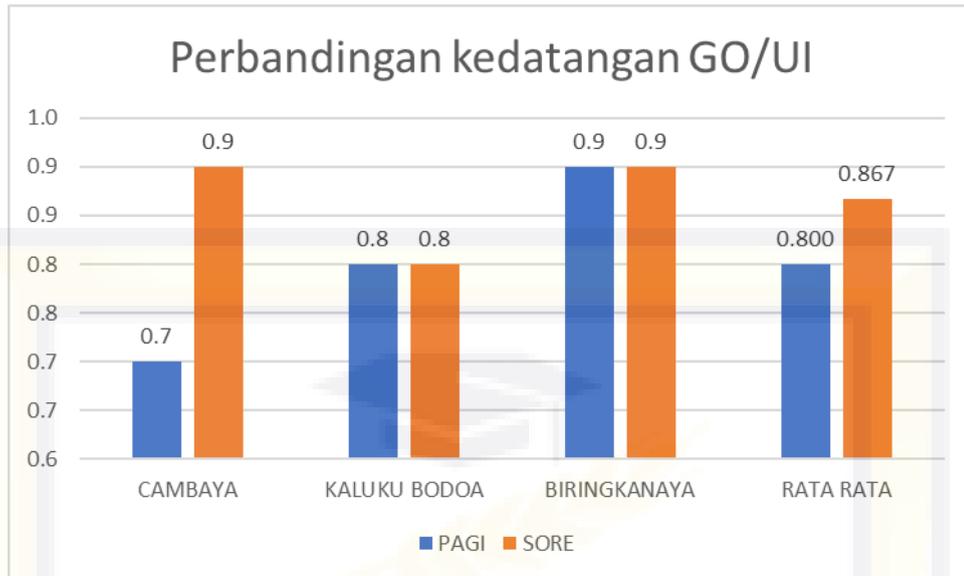
4.2.3. Perbandingan waktu pelayanan antara gerbang tol layanan isi ulang dan gerbang tol otomatis pada rentang waktu yang sama.

Gambar 4.3. Perbandingan waktu pelayanan antara gerbang tol layanan isi ulang dan gerbang tol otomatis pada rentang waktu yang sama

Hasil analisis efektivitas menunjukkan bahwa pada layanan isi ulang pada Gerbang Tol Cambaya bernilai 2.8 untuk pagi hari dan 2.7 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Kaluku Bodoa diperoleh nilai efektivitas layanan isi ulang sebesar 2.4 pada pagi hari dan 2 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Biringkanaya diperoleh nilai efektivitas layanan isi ulang sebesar 4.6 pada pagi hari dan 5.2 pada sore hari. Berdasarkan dari hasil analisis efektivitas di atas dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata efektivitas gerbang tol semi otomatis sebesar 3.28 untuk pagi dan sore pada tiga gerbang tol.

Efektivitas jalan tol juga dihitung berdasarkan perbandingan tingkat kedatangan pada gerbang otomatis dan gerbang layanan isi ulang. Nilai efektivitas sebesar 1.00 menunjukkan bahwa tingkat kedatangan gerbang semi otomatis sama efektifnya dengan gerbang otomatis.

4.2.4. Perbandingan tingkat kedatangan kendaraan antara gerbang tol layanan isi ulang dengan gerbang tol otomatis pada rentang waktu yang sama.



Gambar 4.4. Perbandingan tingkat kedatangan kendaraan antara gerbang tol layanan isi ulang dan gerbang tol otomatis pada rentang waktu yang sama.

Hasil analisis efektivitas menunjukkan bahwa pada tingkat kedatangan gerbang tol isi ulang pada Gerbang Tol Cambaya bernilai 0.70 untuk pagi hari dan 0.90 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Kaluku Bodoa diperoleh nilai efektivitas tingkat kedatangan gerbang tol isi ulang sebesar 0.80 pada pagi hari dan 0.80 pada sore hari. Pada Gerbang Tol Biringkanaya diperoleh nilai efektivitas tingkat kedatangan gerbang tol isi ulang sebesar 0.90 pada pagi hari dan 0.90 pada sore hari. Berdasarkan dari hasil analisis efektivitas di atas dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata efektivitas gerbang tol isi ulang sebesar 0.83 untuk pagi dan sore pada tiga gerbang tol.

4.2.5. Faktor Penyebab Tingkat Efektivitas Layanan Gerbang Tol

Hasil pengamatan peneliti pada gerbang tol otomatis mengindikasikan bahwa penyebab terjadinya antrean pada gerbang tol otomatis yaitu:

- 1) Beberapa pengguna jalan tol seringkali mengalami hambatan pada saat menempelkan kartu elektronik pada *reader*. Kartu ditempelkan tidak rapat sehingga kartu tidak terbaca atau jarak driver dengan mesin reader cukup jauh. Akibatnya waktu layanan lebih lama dan membutuhkan waktu lebih dari 5 detik.
- 2) Saldo pengguna pada kartu tidak mencukupi. Akibatnya, pengguna harus melakukan transaksi pada gardu isi ulang. Proses ini membutuhkan waktu yang lama dan bahkan hingga mencapai 2 menit.
- 3) Terdapat pengguna tol yang tidak dapat menunjukkan kartu namun masuk dalam area layanan gerbang tol. Akibat masalah ini, maka pada gerbang tol terjadi antrean yang panjang. Dalam situasi ini, pengguna harus membeli kartu baru pada layanan gerbang isi ulang. Layanan ini dapat melebihi waktu 2 menit. Selain itu, terdapat pula pengguna yang meminjam kartu elektronik pada pengguna lain.

4.2.6. Penerapan Pelayanan Transaksi Non Tunai Pada Gerbang Tol Makassar

Hasil analisis menunjukkan bahwa layanan non tunai mulai diminati oleh pengguna kendaraan. Hal ini dibuktikan dengan jumlah pengendara yang memasuki gerbang tol otomatis sama besarnya dengan layanan semi otomatis. Olehnya itu, transaksi non tunai layak diterapkan pada gerbang tol Makassar. Hasil penelitian Ginting (2018) menguraikan bahwa sistem pembayaran berbasis elektronik berdampak pada munculnya

inovasi baru sehingga memberi kemudahan, fleksibilitas dan efisiensi dalam melakukan transaksi. Minat masyarakat menggunakan fasilitas ini cukup tinggi yaitu sejak April 2007 jumlah pengguna e-money telah mencapai 430.000. Dengan demikian, penggunaan transaksi non tunai sudah menjadi kebiasaan baru. Selain itu, penerapan kebijakan ini juga menghadapi berbagai kendala sebagaimana ungkapan Nasution (2018) bahwa berbagai kendala dalam pelaksanaan transaksi non tunai pada gerbang tol yaitu saldo pengguna yang tidak cukup, mesin top up belum tersedia di berbagai tempat serta kesulitan melakukan pengisian saldo secara mandiri.

Sebagai upaya penerapan transaksi non tunai pada gerbang tol Makassar, maka pihak manajemen jalan tol hendaknya mempertimbangkan persepsi masyarakat tentang layanan tersebut. Santosa & Christian (2017) menguraikan bahwa masyarakat menggunakan kartu tol elektronik dengan alasan manfaat dan kemudahan dalam penggunaannya. Olehnya, segala hambatan yang terkait dengan layanan tersebut perlu diantisipasi oleh manajemen jalan tol.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Perbandingan waktu pelayanan antara gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol otomatis yaitu sebesar 1.55. Gerbang tol otomatis lebih efektif dibandingkan dengan gerbang tol semi otomatis.
2. Perbandingan tingkat kedatangan kendaraan antara gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol otomatis yaitu sebesar 0.93. Tingkat kedatangan pada kedua jenis layanan relatif sama.
3. Perbandingan waktu pelayanan antara gerbang tol isi ulang dan gerbang tol otomatis yaitu sebesar 3.28. Gerbang tol otomatis lebih efektif dibandingkan dengan gerbang tol semi otomatis.
4. Perbandingan tingkat kedatangan kendaraan antara gerbang tol semi otomatis dan gerbang tol otomatis yaitu sebesar 0.83. Tingkat kedatangan pada kedua jenis layanan relatif berbeda

5.2. Saran

1. Kepada pengelola tol agar lebih mengefektifkan layanan isi ulang atau tidak memberi layanan semi otomatis.
2. Petugas pada layanan semi otomatis lebih diintensipkan dengan waktu shift lebih pendek sehingga layanan dapat dipercepat
3. Perlu adanya papan informasi mengenai penggunaan uang elektronik pada gerbang tol.

4. Perlu adanya tempat pengisian ulang uang elektronik sebelum masuk jalan tol.



DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, M., & Stellamaris, Y. (2016). Analisa Antrian Di Terminal Keberangkatan Bandara Syamsudin Noor Banjarmasin. *Info-Teknik*, 13(2), 140–162.
- Batti, J. F. (N.D.). Analisis Antrian Pada Terminal Karombasan Kota Manado. *Smartek*, 6(3).
- Budiman, A., & Bethary, R. T. (N.D.). Evaluasi Kinerja Dan Pelayanan Pada Gerbang Tol Serang Timur.
- Darypradipto, D. (2017). Analisis Perbandingan Pemeliharaan Jalan Tol Semarang-Manyaran Berdasarkan Standar Pelayanan Minimal Dan Bina Marga 2013. Universitas Gadjah Mada.
- Daulay, I. N., Aleksander, M., & Permata, W. I. (2012). Study Of Queuing Theory M/M/M And Optimization Services Teller At Retail Banking. *Jurnal Ekonomi*, 20(04).
- Elfiansyah, T. (2007). Fasilitas Rest Area Tipe A Pada Ruas Jalan Tol Cipularang. Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik.
- Fink, R. L., Render, B., & Heizer, J. (2001). *Operations Management. Principles Of Operations Management: Test Item File*. Prentice Hall.
- Ginting, R. W. (2018). Aspek Hukum Kebijakan Kewajiban Penggunaan Emoney Dalam Penggunaan Layanan Jalan Tol Berdasarkan Undang-Undang Tentang Mata Uang.
- Haryono, J., & Supriyono, H. (2007). Pencatat Volume Kendaraan Otomatis Berbasis Pc Pada Pintu Jalan Tol. *Jurnal Fakultas Hukum Uii*.
- Hu, H. (2008). Poisson Distribution And Application. *A Course In Department Of Physics And Astronomy. University Of Tennessee At Knoxville, Knoxville*.
- Humaedi, J. A. (2018). Analisis Hukum Ekonomi Syariah Terhadap Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 16/Prt/M/2017 Tahun 2017 Tentang Transaksi Tol Nontunai Di Jalan Tol. Uin Sunan Gunung Djati Bandung.
- Hutahaeen, M. (2007). Evaluasi Kapasitas Dan Pelayanan Gerbang Tol Tanjung Morawa.
- Joesoef, I. E. (2015). Tanah Dan Pembangunan Infrastruktur Jalan Tol Oleh Swasta: Publics Goods Atau Private Goods. *Ius Constitutum*, 1(2).
- Kadarisman, M., Gunawan, A., & Ismiyati, I. (2016). Kebijakan Manajemen Transportasi Darat Dan Dampaknya Terhadap Perekonomian

Masyarakat Di Kota Depok. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 3(1), 41–58.

- Kakiay, T. J. (2004). Pengantar Sistem Simulasi. Yogyakarta: Andi.
- Karsaman, R. H. (N.D.). Rencana Penerapan Sistem Pengumpulan Tol Elektronik (Electronic Toll Collection System) Di Indonesia. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 16(1), 11–25.
- Lalenoh, R. H., Sendow, T. K., & Jansen, F. (2015). Analisa Kapasitas Ruas Jalan Sam Ratulangi Dengan Metode Mkji 1997 Dan Pkji 2014. *Jurnal Sipil Statik*, 3(11).
- Listyono, A. F., Darjat, D., & Amien, W. (2016). Perancangan Prototipe Identifikasi Kendaraan Jalan Tol Berbasis Rfid Dan Notifikasi Pembayaran Via Sms. *Transient*, 4(4), 902–908.
- Mehri, H., & Djemel, T. (2007). Etude De L'attente Prioritaire Dans Les Ports. *Institut Supérieur De Gestion Industriel De Sfax. Tunisia*.
- NASUTION, A. R. ASPEK HUKUM PENGGUNAAN KARTU TOL ELEKTRONIK (E-TOLL CARD) DALAM LAYANAN PUBLIK.
- Nurbasari, A. (2014). Kajian Pengaruh Pelayanan Umum Terhadap Lalu-Lintas Jalan Tol. *Jurnal Manajemen Maranatha*, 1(1).
- Pancawati, E., & Kartika, A. G. (2013). Analisis Layanan Jalan Tol Berdasarkan Kebutuhan Pengguna (Studi Kasus Ruas Jalan Tol Surabaya–Gresik). In *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi Xix*.
- Pardede, A. M. H. (2018). Simulasi Antrian Kedatangan Berkelompok Dengan Pelayanan Weibull Oleh Banyak Server.
- Prima, G. R., Iskandar, H., & Joewono, T. B. (2014). Kajian Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang Berdasarkan Data Waktu Antara Pada Ruas Jalan Tol.
- Pudjoatmodjo, B., & Hendayun, M. (2016). Keandalan Software Berdasarkan Data Sekunder Menggunakan Distribusi Poisson Dan Kualifikasi Cronbach's Alpha. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 5(2), 57–62.
- Putri, S. L. (2018). Pelaksanaan Transaksi Elektronik Tol Dihubungkan Dengan Pasal 23 Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2011 Tentang Mata Uang Jo Pasal 4 Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 Tentang Perlindungan Konsumen. Uin Sunan Gunung Djati Bandung.
- Rakyat, D. P. (2007). Republik Indonesia. *Undang–Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 Dalam Satu Naskah*.
- Roberto, A., Sari, Y. D., & Vidyarini, T. N. (2018). Strategi Komunikasi Humas Pt Jasa Marga (Persero) Tbk Cabang Surabaya–Gempol Dalam Menyosialisasikan Sistem Pembayaran Elektronik. *Jurnal E-*

Komunikasi, 6(2).

- Santosa, R. M., & Christian, M. (2017). FAKTOR-FAKTOR TERPERSEPSI YANG MEMENGARUHI PENGGUNAAN KARTU TOL ELEKTRONIK. *Journal of Business & Applied Management*, 10(2).
- Sinaga, A. T., Syahrizal, M., & Panjaitan, M. (2017). Aplikasi Simulasi Antrian Pembayaran Pajak Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode First In First Out (Fifo)(Studi Kasus Samsat Tamiang). *Pelita Informatika: Informasi Dan Informatika*, 16(3).
- Siregar, F. M., Samsir, S., & Daulay, I. N. (2015). Analisis Sistem Antrian Pada Bengkel Pt. Global Jaya Perkasa Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Riau*, 2(2), 1–13.
- Sodikin, S. (2006). Kajian Masalah Antrian Pada Sistem Pengumpulan Tol Konvensional Terhadap Rancangan Sistem Pengumpulan Tol Elektronik. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Subagyo, P. (2000). Manajemen Operasi. *Bpfe Yogyakarta*.
- Suharyo, S., Pamungkas, W. G., & Rahmawati, D. (2019). Tinjauan Metode Pembayaran Kartu Tol Elektronik (Lokasi Di Gerbang Tol Banyumanik, Jalan Tol Semarang-Solo). *Teknika*, 13(2), 28–33.
- Tenaya, N. P. Q. M., Wiryawan, I. W., & Mudana, I. N. (N.D.). Pelaksanaan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 16/Prt/M/2017 Tentang Transaksi Tol Non Tunai Pada Pt. Jasa Marga Di Jalan Tol Bali Mandara Badung. *Kertha Semaya: Journal Ilmu Hukum*, 4(2), 1–12.
- Zuna, H. T., Hadiwardoyo, S. P., Rahadian, H., Marga, D. J. B., & Umum, K. P. (2014). Atribut Pelayanan Jalan Tol Dalam Peningkatan Kualitas Berkendara (Studi Kasus: Jalan Tol Makassar). *Proceeding Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-13, Makassar*.

LAMPIRAN 1. Rekapitulasi Data Waktu Pelayanan

CAMBAYYA

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Senin	07.00 - 07.59	12.23	16.36	32.05
	08.00 - 08.59	12.25	15.43	34.14
	09.00 - 09.59	8	17.02	29.34
	10.00 - 10.59	10	15.25	28.47
	11.00 - 11.59	10.28	14.46	31.02
	Rata-rata	10.552	15.704	31.004

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Senin	16.00 - 16.59	13.15	16.27	30.18
	17.00 - 17.59	12.25	15.07	33.28
	18.00 - 18.59	12.17	14.36	32.18
	19.00 - 19.59	10.05	15.02	30.19
	Rata-rata	11.905	15.18	31.4575

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Selasa	07.00 - 07.59	12.15	14.07	31.23
	08.00 - 08.59	12.25	13.05	33.08
	09.00 - 09.59	11.24	13.28	28.45
	10.00 - 10.59	10.06	15.3	29.32
	11.00 - 11.59	9.08	16.15	30.15
	Rata-rata	10.956	14.37	30.446

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Selasa	16.00 - 16.59	13.12	15.09	32.24
	17.00 - 17.59	11.27	14.26	33.15
	18.00 - 18.59	9.45	16.15	29.35
	19.00 - 19.59	10.06	16.19	29.45
	Rata-rata	10.975	15.4225	31.0475

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Kamis	07.00 - 07.59	12.15	16.29	32.24
	08.00 - 08.59	12.38	17.04	30.39
	09.00 - 09.59	10.15	15.05	29.21
	10.00 - 10.59	10.06	14.25	29.37
	11.00 - 11.59	10	14	30.03
	Rata-rata	10.948	15.326	30.248

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Kamis	16.00 - 16.59	11.12	15.1	32.24
	17.00 - 17.59	12	16.25	30.39
	18.00 - 18.59	11.34	16.18	29.21
	19.00 - 19.59	10	14.36	29.37
	Rata-rata	11.115	15.4725	30.3025

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Sabtu	07.00 - 07.59	12.02	17.03	29.36
	08.00 - 08.59	10	16.17	30
	09.00 - 09.59	9.5	15	31.25
	10.00 - 10.59	11.15	14.45	30.29
	11.00 - 11.59	10	15.05	30.15
	Rata-rata	10.534	15.54	30.21

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Senin	16.00 - 16.59	12.02	17.03	29.36
	17.00 - 17.59	10	16.17	30
	18.00 - 18.59	9.5	15	17.45
	19.00 - 19.59	10	15	30
	Rata-rata	10.38	15.8	26.7025

KALUKU BODOA

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Senin	07.00 - 07.59	13	20	29.04
	08.00 - 08.59	11.46	19.14	30
	09.00 - 09.59	12.15	18.15	28.16
	10.00 - 10.59	12.34	18.05	27.48
	11.00 - 11.59	11.45	17.57	27.55
	Rata-rata	12.08	18.582	28.446

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Senin	16.00 - 16.59	11.35	17.2	35.25
	17.00 - 17.59	14	16	32
	18.00 - 18.59	11	17.2	16.25
	19.00 - 19.59	9.4	18	32
	Rata-rata	11.4375	17.1	28.875

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Selasa	07.00 - 07.59	12.48	20	29.04
	08.00 - 08.59	12	19.14	30
	09.00 - 09.59	12.15	18.15	28.16
	10.00 - 10.59	12.34	18.05	27.48
	11.00 - 11.59	11.45	17.57	27.55
	Rata-rata	12.084	18.582	28.446

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Selasa	16.00 - 16.59	9.25	12	38
	17.00 - 17.59	13.32	21	23
	18.00 - 18.59	11.8	13	31
	19.00 - 19.59	10.24	12	18
	Rata-rata	11.1525	14.5	27.5

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Kamis	07.00 - 07.59	12.02	17.03	29.36
	08.00 - 08.59	10	16.17	30
	09.00 - 09.59	9.5	15	31.25
	10.00 - 10.59	10	15	30
	11.00 - 11.59	11.5	12.8	23
	Rata-rata	10.604	15.2	28.722

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Kamis	16.00 - 16.59	11.32	18	45
	17.00 - 17.59	12.25	12	32
	18.00 - 18.59	11.8	8	31.67
	19.00 - 19.59	11.35	18	12.35
	Rata-rata	11.68	14	30.255

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Sabtu	07.00 - 07.59	13.45	19	32
	08.00 - 08.59	12.34	17.25	28
	09.00 - 09.59	11.2	15.4	31.25
	10.00 - 10.59	11	15	28
	11.00 - 11.59	11.5	1.2	31
	Rata-rata	11.898	13.57	30.05

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Sabtu	16.00 - 16.59	13.34	12.45	34.23
	17.00 - 17.59	17	34	34.5
	18.00 - 18.59	18.34	12	32
	19.00 - 19.59	12.4	18.34	18.35
	Rata-rata	15.27	19.1975	29.77

BIRINGKANAYA

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Senin	07.00 - 07.59	8.4	21.08	48.49	Senin	16.00 - 16.59	9.36	23.01	51.15
	08.00 - 08.59	10.23	19.5	50		17.00 - 17.59	11.25	20	52
	09.00 - 09.59	11	20	51.05		18.00 - 18.59	10.36	18.45	50.24
	10.00 - 10.59	11	20.25	50.16		19.00 - 19.59	9	19.16	49.56
	11.00 - 11.59	8.56	22.06	50.38		Rata-rata	9.9925	20.155	50.7375
	Rata-rata	9.838	20.578	50.016					

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Selasa	07.00 - 07.59	9.54	20.05	51	Selasa	16.00 - 16.59	10.19	18.55	48.58
	08.00 - 08.59	11.24	18.55	48.58		17.00 - 17.59	9.56	21	51.03
	09.00 - 09.59	10.15	21	51.03		18.00 - 18.59	10	20.4	50.28
	10.00 - 10.59	9.48	20.4	50.28		19.00 - 19.59	9.37	21.15	51
	11.00 - 11.59	9.36	21.15	51		Rata-rata	9.78	20.275	50.2225
	Rata-rata	9.954	20.23	50.378					

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Kamis	07.00 - 07.59	11.19	22	51	Kamis	16.00 - 16.59	11	19.55	48.58
	08.00 - 08.59	10	19.36	49		17.00 - 17.59	8.54	20.05	49.35
	09.00 - 09.59	11	22.04	51		18.00 - 18.59	9.14	21	50.18
	10.00 - 10.59	8.46	20.5	50.36		19.00 - 19.59	9.28	21.15	51
	11.00 - 11.59	9	20.15	49.45		Rata-rata	9.49	20.4375	49.7775
	Rata-rata	9.93	20.81	50.162					

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Sabtu	07.00 - 07.59	18.23	21	48	Sabtu	16.00 - 16.59	10	20.07	51
	08.00 - 08.59	13.25	18.24	49		17.00 - 17.59	8.56	20.15	49.35
	09.00 - 09.59	11	23.05	34.3		18.00 - 18.59	9.11	21	49.35
	10.00 - 10.59	8.56	20.5	50.36		19.00 - 19.59	9.3	21.02	51
	11.00 - 11.59	9.45	19.05	50/2		Rata-rata	9.2425	20.56	50.175
	Rata-rata	12.098	20.368	45.415					

LAMPIRAN 2. Rekapitulasi Data Kedatangan Pada Tiga Gerbang Tol

CAMBAYYA									
Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Senin	07.00 - 07.59	164	138	115	Senin	16.00 - 16.59	140	135	126
	08.00 - 08.59	156	135	118		17.00 - 17.59	134	126	110
	09.00 - 09.59	120	125	90		18.00 - 18.59	130	120	85
	10.00 - 10.59	133	112	86		19.00 - 19.59	131	100	80
	11.00 - 11.59	124	110	85		Rata-rata	133.75	120.25	100.25
	Rata-rata	139.4	124	98.8					

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Selasa	07.00 - 07.59	158	140	118	Selasa	16.00 - 16.59	145	137	130
	08.00 - 08.59	161	141	113		17.00 - 17.59	130	125	100
	09.00 - 09.59	140	138	100		18.00 - 18.59	128	110	82
	10.00 - 10.59	122	108	88		19.00 - 19.59	130	110	80
	11.00 - 11.59	120	98	79		Rata-rata	133.25	120.5	98
	Rata-rata	140.2	125	99.6					

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Kamis	07.00 - 07.59	163	150	120	Senin	16.00 - 16.59	144	136	132
	08.00 - 08.59	159	138	100		17.00 - 17.59	140	130	100
	09.00 - 09.59	137	110	98		18.00 - 18.59	130	115	85
	10.00 - 10.59	124	125	88		19.00 - 19.59	120	98	80
	11.00 - 11.59	120	100	85		Rata-rata	133.5	119.75	99.25
	Rata-rata	140.6	124.6	98.2					

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Sabtu	07.00 - 07.59	165	125	128	Sabtu	16.00 - 16.59	150	138	135
	08.00 - 08.59	159	128	100		17.00 - 17.59	145	129	100
	09.00 - 09.59	135	125	96		18.00 - 18.59	130	115	80
	10.00 - 10.59	128	127	85		19.00 - 19.59	110	98	79
	11.00 - 11.59	115	128	79		Rata-rata	133.75	120	98.5
	Rata-rata	140.4	126.6	97.6					

KALUKU BODOA

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Senin	07.00 - 07.59	147	156	112	Senin	16.00 - 16.59	147	139	117
	08.00 - 08.59	132	140	110		17.00 - 17.59	135	120	116
	09.00 - 09.59	120	131	105		18.00 - 18.59	130	117	80
	10.00 - 10.59	128	122	102		19.00 - 19.59	110	110	78
	11.00 - 11.59	125	100	82		Rata-rata	130.5	121.5	97.75
	Rata-rata	130.4	129.8	102.2					

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Selasa	07.00 - 07.59	151	142	118	Selasa	16.00 - 16.59	150	142	119
	08.00 - 08.59	145	135	115		17.00 - 17.59	135	131	110
	09.00 - 09.59	123	122	106		18.00 - 18.59	120	115	90
	10.00 - 10.59	118	115	95		19.00 - 19.59	115	100	79
	11.00 - 11.59	110	100	87		Rata-rata	130	122	99.5
	Rata-rata	129.4	122.8	104.2					

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Kamis	07.00 - 07.59	151	156	120	Kamis	16.00 - 16.59	152	144	120
	08.00 - 08.59	139	143	114		17.00 - 17.59	132	129	110
	09.00 - 09.59	127	115	103		18.00 - 18.59	120	110	91
	10.00 - 10.59	115	98	94		19.00 - 19.59	119	105	80
	11.00 - 11.59	113	98	88		Rata-rata	130.75	122	100.25
	Rata-rata	129	122	103.8					

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Sabtu	07.00 - 07.59	168	155	125	Sabtu	16.00 - 16.59	156	144	120
	08.00 - 08.59	140	139	112		17.00 - 17.59	135	130	100
	09.00 - 09.59	112	117	102		18.00 - 18.59	120	115	98
	10.00 - 10.59	114	100	92		19.00 - 19.59	110	100	82
	11.00 - 11.59	110	101	89		Rata-rata	130.25	122.25	100
	Rata-rata	128.8	122.4	104					

BIRINGKANAYA

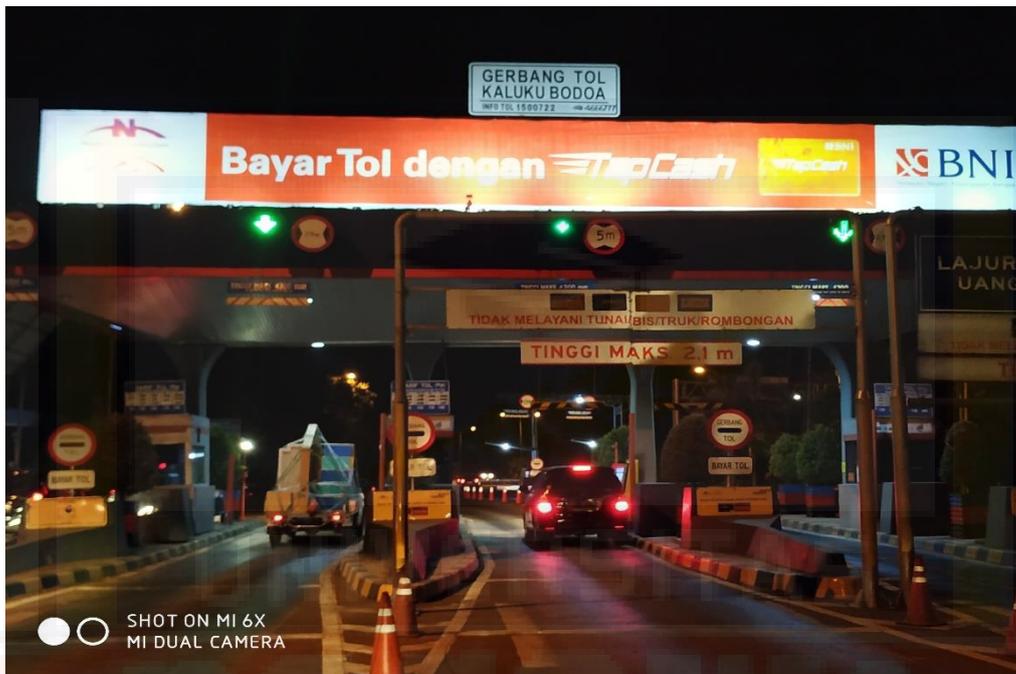
Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Senin	07.00 - 07.59	137	115	118	Senin	16.00 - 16.59	118	120	125
	08.00 - 08.59	130	105	110		17.00 - 17.59	117	118	100
	09.00 - 09.59	121	102	100		18.00 - 18.59	115	98	84
	10.00 - 10.59	100	90	92		19.00 - 19.59	105	84	80
	11.00 - 11.59	97	85	85		Rata-rata	113.75	105	97.25
	Rata-rata	117	99.4	101					

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Selasa	07.00 - 07.59	140	120	121	Selasa	16.00 - 16.59	130	124	118
	08.00 - 08.59	129	110	100		17.00 - 17.59	116	115	110
	09.00 - 09.59	117	100	100		18.00 - 18.59	110	90	87
	10.00 - 10.59	100	85	93		19.00 - 19.59	98	90	78
	11.00 - 11.59	95	85	87		Rata-rata	113.5	104.75	98.25
	Rata-rata	116.2	100	100.2					

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Kamis	07.00 - 07.59	141	122	119	Kamis	16.00 - 16.59	132	124	120
	08.00 - 08.59	132	113	100		17.00 - 17.59	120	117	100
	09.00 - 09.59	115	101	100		18.00 - 18.59	100	90	91
	10.00 - 10.59	98	84	94		19.00 - 19.59	100	86	85
	11.00 - 11.59	97	83	87		Rata-rata	113	104.25	99
	Rata-rata	116.6	100.6	100					

Waktu Pengamatan		GO	SE	IU	Waktu Pengamatan		GO	SE	IU
Sabtu	07.00 - 07.59	144	121	125	Sabtu	16.00 - 16.59	135	126	117
	08.00 - 08.59	130	117	115		17.00 - 17.59	115	120	100
	09.00 - 09.59	110	100	90		18.00 - 18.59	100	89	102
	10.00 - 10.59	100	85	87		19.00 - 19.59	99	85	84
	11.00 - 11.59	100	84	85		Rata-rata	112.25	105	100.75
	Rata-rata	116.8	101.4	100.4					

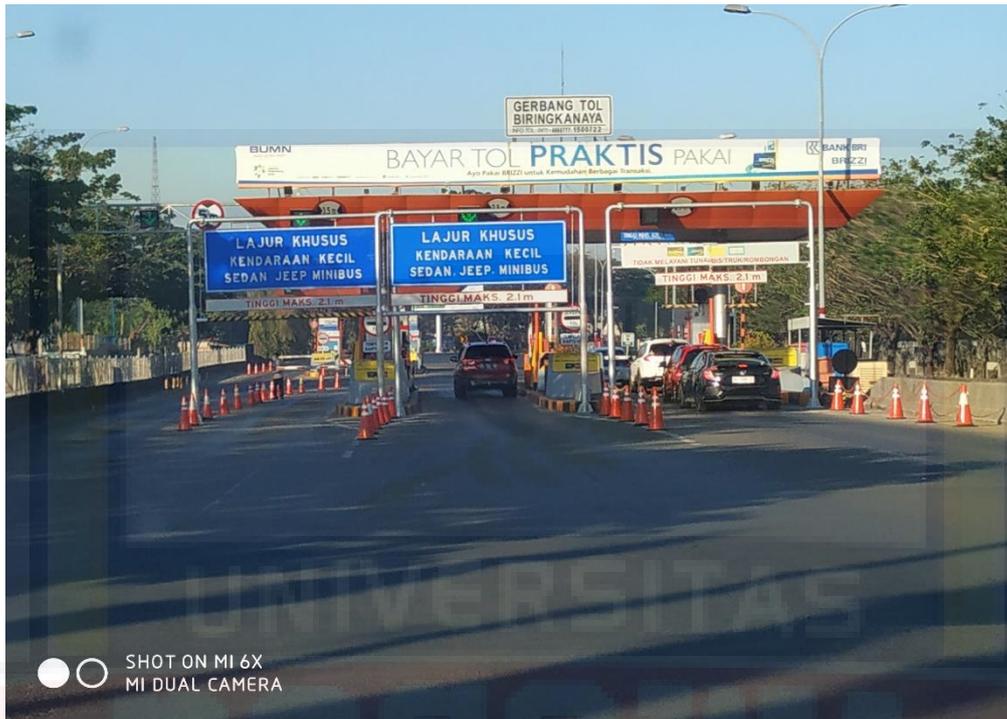
1. Gerbang Tol Kaluku Bodoa



2. Gerbang Tol Camabaya



3. Gerbang Tol Biringkanaya



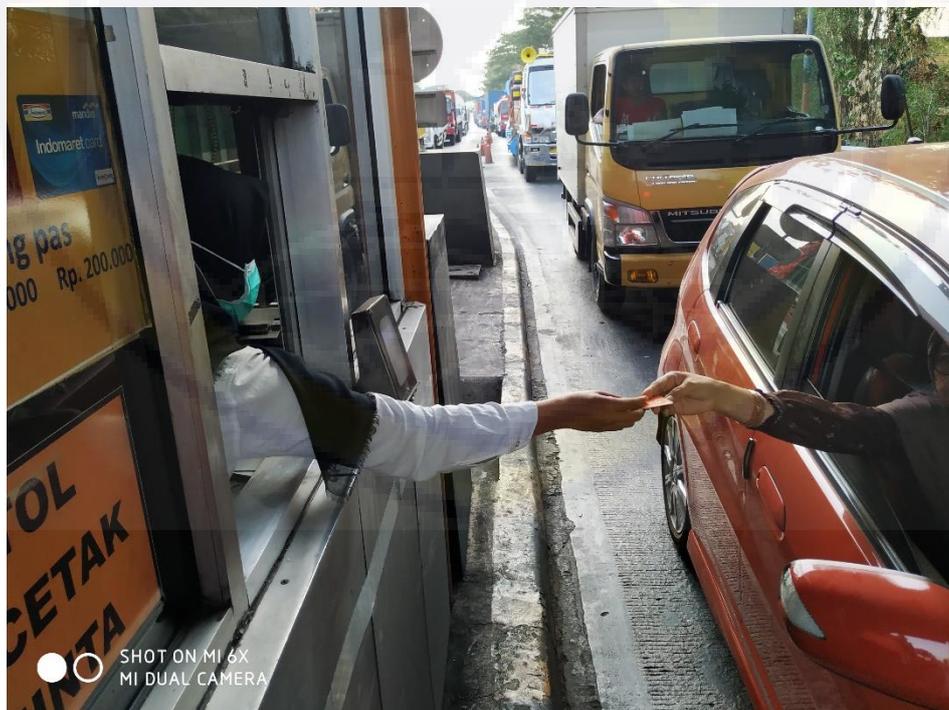
4. Gardu Tol Otomatis



5. Gardu Tol Semi Otomatis



6. Gardu Tol Semi Otomatis Isi Ulang



7. Model Gerbang / Gardu Tol Tandem



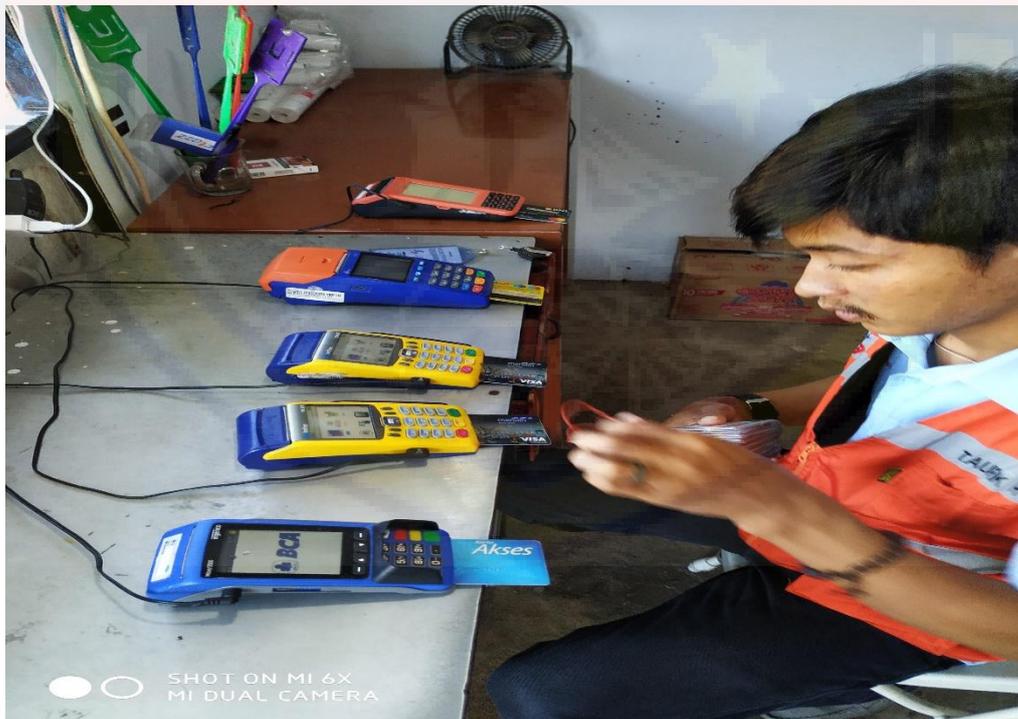
8. Tempat Isi Ulang Unik Sebelum Gerbang Tol



9. Model Alat Isi Ulang Unik Di GSO



10. Contoh Model Reader Yang Di Gunakan



11. Pengambilan Data Primer Di Gardu Tol GSO



12. Pengambilan Data Primer Di Gardu Tol GTO



13. Pengambilan Data Primer Di Gardu Tol GSO Isi Ulang



14. Foto Team Survey Penelitian



15. Foto Kantor Operasional Gerbang Tol



16. Kantor Operasional Pelayanan Lalin



17. Kantor Traffic Information Sistem



18. Long Booth Ruang Ka Shift



