

**ANALISIS SISTEM ANTRIAN PADA PENGECEKAN
NOMOR FISIK KENDARAAN DI KANTOR SAMSAT
KABUPATEN JEPARA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan
Statistika



**PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR**

Judul : Analisis Sistem Antrian pada Pengecekan Nomor Fisik
Kendaraan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara

Nama Mahasiswa : Nico Ardimas Putra

NIM : 16611025

**TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK
DIUJIKAN**

Yogyakarta, 18 Oktober 2020

Pembimbing



Prof. Akhmad Fauzy, S.Si., M.Si., Ph.D.

NIP. 956110101

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

**ANALISIS SISTEM ANTRIAN PADA PENGECEKAN NOMOR FISIK
KENDARAAN DI KANTOR SAMSAT KABUPATEN JEPARA**

Nama Mahasiswa : Nico Ardimas Putra

NIM 16611025

**TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN
PADA TANGGAL: 24 OKTOBER 2020**

Nama Penguji:

1. Achmad Fauzan, S.Pd., M.Si.

2. Dina Tri Utari, S.Si., M.Sc.

3. Prof. Akhmad Fauzy, S.Si., M.Si., Ph.D.

Tanda Tangan



Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Rivanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.
NIP. 006120101

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillahirobbil 'alamin, Puji Syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta memberikan kemudahan selama menyelesaikan Tugas Akhir sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam tercurah kepada Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para pengikutnya. Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Sistem Antrian pada Pengecekan Nomor Fisik Kendaraan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara**” ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dan menyelesaikan studi di Jurusan Statistika Universitas Islam Indonesia. Selama menyusun Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis bermaksud menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua, Mas Ido, serta Ilo yang sudah memberikan dukungan kepada penulis dalam bentuk materi, motivasi, serta do'a.
2. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
3. Bapak Dr. Edy Widodo, S.Si., M.Si, selaku Ketua Jurusan Statistika, Universitas Islam Indonesia dan Dosen Pembimbing Akademik yang memberikan arahan serta pelajaran bagaimana .
4. Bapak Prof. Akhmad Fauzy S.Si., M.Si., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh staf pengajar Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan ilmunya kepada penulis, semoga semua ilmu yang diberikan dapat bermanfaat dikemudian hari.
6. Anggit Novietasari yang membantu segala hal terutama dalam penyusunan tugas akhir ini. Semoga dimudahkan dalam menjalani kehidupan selanjutnya.
7. Teman-teman kontrakan dan sedaerah (Aflah, Ian, Rizki, Elda, Andre, Dimas, Huda, Lilik dan Agung) yang selalu mensupport dan menghibur.

8. Keluarga Gemawang (Pak Nikun, Pak Mukodi, Biyung, Mas Galih, Andi, Adit, Kayyisa, Dona, Gifa, dan Niken) yang telah mensupport dan menghibur penulis.
9. Aru dan Redho yang rela menunda kelulusannya demi menemani penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga dimudahkan segala urusannya oleh ALLAH SWT.
10. Reynaldi (Mikung) yang selalu memberikan tekanan sehingga penulis terdorong untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga dimudahkan dalam penyusunan Tugas Akhir.
11. Teman-teman TERAS yang sudah memberikan kenyamanan dan ruang bagi penulis untuk berkreasi dalam segala hal.
12. Teman-teman ARTCOS (Angkatan 16 Statistika Universitas Islam Indonesia) yang sudah menemani selama kurang lebih 4 tahun dalam menuntut ilmu baik akademik maupun non akademik.
13. Semua pihak yang terkait dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh sebab itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun selalu penulis harapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi semua pihak yang membutuhkan. Akhir kata, semoga ALLAH SWT selalu melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, Aamiin Ya Robbal 'Alamin.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 21 September 2020

Nico Ardimas Putra

DAFTAR ISI

HALAMAN Sampul	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
PERNYATAAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	13
3.1 SAMSAT	13
3.2 Pengecekan Nomor Fisik Kendaraan	14
3.3 Pelayanan.....	14
3.4 Probabilitas	15
3.5 Variabel Acak.....	16
3.5.1 Distribusi Probabilitas Diskrit	16
3.5.2 Distribusi Probabilitas Kontinu	17
3.5.3 Distribusi Poisson	18
3.5.4 Distribusi Eksponensial	21
3.6 Uji Kecocokan Distribusi	23
3.7 Proses Stokastik.....	24

3.8	Teori Antrian	25
3.8.1	Bentuk Kedatangan.....	26
3.8.2	Bentuk Pelayanan	26
3.8.3	Kapasitas Sistem Antrian.....	27
3.8.4	Disiplin Antrian	27
3.8.5	Notasi Kendall	28
3.8.6	Struktur Antrian	29
3.9	Ukuran <i>Steady State</i>	31
3.10	Model Sistem Antrian.....	31
3.10.1	Model Sistem Antrian (M/M/1):(GD/∞/∞)	31
3.10.2	Model Sistem Antrian (M/M/s):(GD/∞/∞).....	34
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		38
4.1	Populasi Penelitian	38
4.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	38
4.3	Variabel Penelitian	38
4.4	Metode Pengumpulan Data	38
4.5	Metode Analisis Data	39
4.6	Tahapan Penelitian	39
BAB V HASIL dan PEMBAHASAN.....		41
5.1	Kedatangan Kendaraan.....	41
5.2	Waktu Pelayanan	42
5.3	Menentukan Ukuran <i>Steady State</i>	44
5.4	Uji Kecocokan Distribusi	44
5.4.1	Pengujian Distribusi Kedatangan.....	44
5.4.2	Pengujian Distribusi Pelayanan	46
5.5	Model Antrian.....	47
5.6	Pengukuran Kinerja Sistem Antrian	47
5.7	Optimalisasi Fasilitas Pelayanan	49
5.8	Analisis Kinerja dan Optimalisasi Fasilitas Pelayanan Tiap Dua Jam.	50
BAB VI PENUTUP		55
6.1	Kesimpulan.....	55
6.2	Saran	56

DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	60



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kumpulan Penelitian Terdahulu.....	8
Tabel 3.1. Contoh Variabel Acak	16
Tabel 3.2. Contoh Distribusi Probabilitas Diskrit	17
Tabel 4.1. Variabel Penelitian	38
Tabel 5.1. Uji Distribusi Kedatangan Untuk Mencari Nilai D.....	45
Tabel 5.2. Uji Distribusi Kedatangan	45
Tabel 5.3. Uji Distribusi Pelayanan Untuk Mencari Nilai D.....	46
Tabel 5.4. Uji Distribusi Pelayanan.....	47
Tabel 5.5. Pengukuran Kinerja Sistem Antrian dengan 2 Fasilitas Pelayanan.....	49
Tabel 5.6. Pengukuran Kinerja Sistem Antrian dengan 1, 2, 3 dan 4 Fasilitas Pelayanan	50
Tabel 5.7. Rata-Rata Jumlah Kedatangan Kendaraan Tiap Dua Jam Selama Satu Minggu	51
Tabel 5.8. Rata-Rata Jumlah Kendaraan Terlayani Tiap Dua Jam Selama Satu Minggu	51
Tabel 5.9. Uji Distribusi Kedatangan pada Hari Senin-Sabtu.....	52
Tabel 5.10. Uji Distribusi Pelayanan pada Hari Senin-Sabtu	53
Tabel 5.11. Pengukuran Kinerja Sistem Antrian dengan 1, 2, 3 dan 4 Fasilitas Pelayanan pada Hari Senin-Sabtu	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Jepara Atas Dasar Harga Berlaku Menurut Lapangan Usaha (Milyar Rupiah), Sumber: (BPS Jepara, 2019)	2
Gambar 3.1. Komponen Proses Antrian, Sumber: (Kakiay, 2004)	26
Gambar 3.2. Struktur Antrian <i>Single Channel-Single Phase</i> , Sumber: (Kakiay, 2004)	29
Gambar 3.3. Struktur Antrian <i>Single Channel-Multi Phase</i> , Sumber: (Kakiay, 2004)	30
Gambar 3.4. Struktur Antrian <i>Multi Channel-Single Phase</i> , Sumber: (Kakiay, 2004)	30
Gambar 3.5. Struktur Antrian <i>Multi Channel-Multi Phase</i> , Sumber: (Kakiay, 2004)	30
Gambar 4.1. <i>Flowchart</i> Penelitian.....	39
Gambar 4.2. <i>Flowchart</i> Penelitian Lanjutan	40
Gambar 5.1. Grafik Jumlah Kedatangan Kendaraan Selama Satu Minggu	41
Gambar 5.2. Grafik Jumlah Kedatangan Kendaraan Tiap Dua Jam.....	42
Gambar 5.3. Grafik Rata-Rata Waktu Pelayanan Dalam Satuan Menit.....	43
Gambar 5.4. Grafik Jumlah Kedatangan Kendaraan Tiap Dua Jam.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Observasi	61
Lampiran 2 Tabel <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	84



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 21 September 2020


Nico Ardimas Putra



INTISARI
ANALISIS SISTEM ANTRIAN PADA PENGECEKAN NOMOR FISIK
KENDARAAN DI KANTOR SAMSAT KABUPATEN JEPARA

Nico Ardimas Putra

Program Studi Statistika, Fakultas MIPA

Universitas Islam Indonesia

Kendaraan merupakan kebutuhan sekunder bagi masyarakat Indonesia yang biasa digunakan untuk bekerja, liburan, ataupun sekedar mengunjungi suatu tempat. Untuk menjamin keabsahan atau keamanan kendaraan biasanya dilakukan pengecekan nomor fisik kendaraan dengan mencocokkan nomor mesin dan rangka dengan dokumen kendaraan yang terdaftar pada negara. Dalam sehari ada banyak masyarakat yang melakukan pengecekan nomor fisik kendaraannya di Kantor SAMSAT terdekat, salah satunya Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara, sehingga terjadi penumpukan atau antrian pengecekan nomor fisik kendaraan yang akan mengurangi kualitas pelayanan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara. Oleh karena itu, dilakukan penelitian secara matematis untuk mengetahui model sistem antrian yang ada dan kinerja dari sistem antrian tersebut serta jumlah fasilitas yang optimal untuk digunakan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara. Berdasarkan hasil analisis, model antrian yang diterapkan oleh Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara yaitu $(M/M/2):(FCFS/\infty/\infty)$. Jumlah fasilitas pelayanan yang disediakan Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara yaitu sebanyak dua fasilitas pelayanan yang sebenarnya kurang optimal karena fasilitas pelayanan bekerja sangat padat. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai tingkat kesibukan fasilitas pelayanan yang mendekati 100%, sedangkan jumlah fasilitas pelayanan yang optimal yaitu sebanyak tiga fasilitas pelayanan dengan tingkat kesibukan menjadi 63,56%. Berbeda hasilnya ketika dilakukan analisis tiap hari dalam satu minggu dengan selang waktu dua jam, yang mana pelayanan menjadi optimal ketika disediakan dua fasilitas pelayanan atau teknisi pada hari Senin dan Jum'at serta satu teknisi pada hari Selasa, Rabu, Kamis dan Sabtu.

Kata Kunci: Antrian, Pelayanan, Sistem Antrian, Fasilitas Pelayanan, SAMSAT Kabupaten Jepara.

ABSTRACT

ANALYSIS OF QUEUE SYSTEM ON VEHICLE NUMBER CHECKING IN THE SAMSAT OFFICE, JEPARA DISTRICT

Nico Ardimas Putra

Departement of Statistics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences

Islam University of Indonesia

Vehicles are a secondary need for Indonesian people who are used to work, vacation, or just visiting a place. To ensure the legality or safety of the vehicle, it is usually necessary to check the physical number of the vehicle by matching the engine and frame number with the vehicle documents registered in the country. In a day there are many people who check the physical number of their vehicles at the nearest SAMSAT office, one of which is the SAMSAT Office in Jepara Regency, so that there is a buildup or queue to check the physical number of the vehicle which will reduce the quality of service at the SAMSAT Office of Jepara Regency. Therefore, a mathematical research was carried out to determine the existing queuing system model and the performance of the queuing system as well as the optimal number of facilities for use at the SAMSAT Office of Jepara Regency. Based on the results of the analysis, the queuing model applied by the SAMSAT Jepara Regency Office is $(M/M/2):(FCFS/\infty/\infty)$. The number of service facilities provided by the Jepara Regency SAMSAT Office is two service facilities which are actually less than optimal because the service facilities work very densely. This is evidenced by the value of level of service facility activity that is close to 100%, while the optimal number of service facilities is three service facilities with a level of activity being 63,56%. The results are different when the analysis is carried out every day of the week with an interval of two hours, where the service is optimal when two service facilities or technicians are provided on Monday and Friday and one technician on Tuesday, Wednesday, Thursday, and Saturday.

Keywords: *Queues, Services, Queuing Systems, Service Facilities, SAMSAT of Jepara Regency.*

BAB I

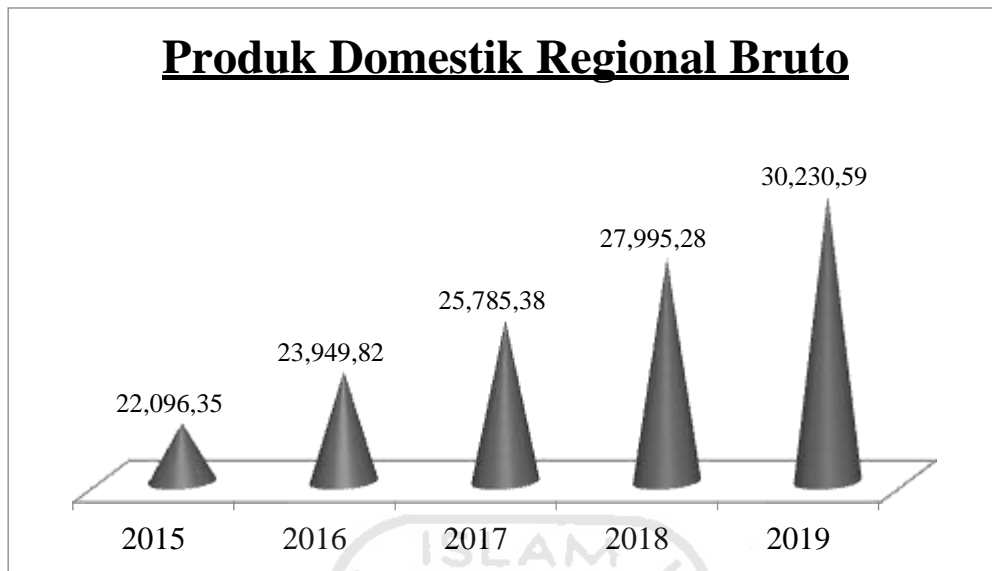
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jepara merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang berbatasan dengan Laut Jawa di bagian barat dan utara, Kabupaten Pati dan Kabupaten Kudus di bagian timur, serta Kabupaten Demak di bagian selatan. Jepara memiliki wilayah seluas 100.413,189 Ha atau sekitar 1.004,13 Km² yang meliputi 16 Kecamatan, 184 Desa, dan 11 Kelurahan. Wilayah Kabupaten Jepara juga meliputi Kepulauan Karimunjawa yang berada di Laut Jawa (Jepara.go.id). Menurut data BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Jepara, pada tahun 2019 jumlah penduduk di Kabupaten Jepara sebanyak 1.257.912 jiwa dengan rata-rata kepadatan penduduk tiap kecamatan sebesar 1.201 jiwa/km². Berdasarkan data ini, pertumbuhan penduduk di Kabupaten Jepara mengalami kenaikan sebesar 2,84% selama 2 tahun jika dilihat dari data kependudukan yang dikeluarkan BPS pada tahun 2017 dengan total penduduk sebanyak 1.223.198 jiwa. Hal ini juga diikuti dengan pertumbuhan ekonomi yang lambat laun mengalami peningkatan (BPS Jepara, 2019).

Peningkatan pertumbuhan ekonomi suatu daerah dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan potensi-potensi yang ada di daerah tersebut, misalnya dari sektor perikanan, pertanian, industri, pariwisata dan lain sebagainya. Seperti halnya di Kabupaten Jepara yang memiliki wilayah lautan, hutan, sawah, tambang, dan lain-lain yang masih bisa dioptimalkan guna untuk meningkatkan pendapatan daerah. Kabupaten Jepara juga mempunyai produk-produk daerah seperti kain tenun, furnitur kayu, bahan pakan bersumber dari laut, kerajinan- kerajinan, dan sebagainya. Meningkatkan hasil produksi dari produk-produk daerah juga merupakan peranan yang sangat penting untuk meningkatkan perekonomian daerah. Salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan ekonomi suatu daerah adalah dengan menghitung Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) daerah tersebut. Berikut adalah data yang dikeluarkan BPS tahun 2015 sampai dengan 2019 tentang Produk Domestik Regional Bruto

Kabupaten Jepara atas dasar harga berlaku menurut lapangan usaha dalam satuan Milyar Rupiah:



Gambar 1.1. Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Jepara Atas Dasar Harga Berlaku Menurut Lapangan Usaha (Milyar Rupiah), Sumber: (BPS Jepara, 2019)

Dari **Gambar 1.1** menjelaskan bahwa total Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Jepara mengalami kenaikan rata-rata sebesar 8,15% tiap tahunnya dan diharapkan masih dapat terus meningkat untuk tahun-tahun berikutnya. Dengan pertumbuhan ekonomi yang semakin naik ini, secara otomatis juga akan meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang akan dikelola untuk mendukung pelaksanaan otonomi daerah. Semakin tinggi pendapatan suatu daerah maka menandakan tingkat kemakmuran yang tinggi pula di daerah tersebut. Ini akan memberikan dampak yang baik untuk mencapai tingkat kemakmuran yang tinggi bagi daerah tersebut. Karena menurut UU Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah, tujuan dari otonomi daerah adalah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, pelayanan umum, dan daya saing daerah. Pelayanan umum yang dimaksud salah satunya adalah infrastruktur transportasi seperti penyediaan jalan raya yang digunakan kendaraan bermotor (BPK RI, 2017). Kendaraan bermotor di Indonesia merupakan kebutuhan sekunder bagi masyarakat yang dipergunakan untuk bepergian. Hampir setiap KK (Kartu Keluarga) memiliki minimal satu kendaraan bermotor. Menurut data dari BPS Kabupaten Jepara, di tahun 2015 kendaraan baru yang terdaftar mencapai 36.583

unit dengan jenis kendaraan yang bervariasi seperti sepeda motor, mobil, truk, bus, dan lain-lain (BPS Jepara, 2015). Hal ini membuat lalu lintas jalan semakin ramai dan diperlukan penambahan infrastruktur jalan yang tentunya memerlukan biaya. Pembangunan infrastruktur jalan merupakan salah satu alokasi dana anggaran pemerintah daerah yang didapatkan dari Pendapatan Asli Daerah. Salah satu Pendapatan Asli Daerah yaitu melalui penarikan pajak dari setiap kepemilikan kendaraan bermotor. Menurut UU Nomor 28 Tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah BAB I Pasal 1 Ayat 12, “Pajak Kendaraan Bermotor adalah pajak atas kepemilikan dan/atau penguasaan kendaraan bermotor” (DJPK KEMENKEU, 2015). Penyelesaian administrasi perpajakan kendaraan bermotor dapat dilakukan di Kantor Sistem Administrasi Manunggal Satu Atap (SAMSAT).

SAMSAT merupakan serangkaian kegiatan dalam penyelenggaraan Registrasi dan Identifikasi Kendaraan bermotor (Regiden Ranmor), pembayaran Pajak Kendaraan Bermotor (PKB), Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB), dan Sumbangan Wajib Dana Kecelakaan Lalu Lintas Jalan (SWDKLLJ) dan Angkutan Jalan secara terintegrasi dan terkoordinasi dalam “Kantor Bersama SAMSAT”. Dalam pengelolaannya, Kantor SAMSAT dibentuk berdasarkan kerjasama secara terpadu oleh tiga instansi yaitu POLRI, Dinas Pendapatan Provinsi, dan PT. Jasa Raharja dengan ketentuan tugas masing-masing dan tidak boleh saling ikut campur. Salah satu fungsi dari SAMSAT adalah untuk menerbitkan Surat Tanda Nomor Kendaraan (STNK) yang mana merupakan tanda bukti pendaftaran dan pengesahan suatu kendaraan bermotor berdasarkan identitas dan kepemilikannya yang telah terdaftar. Pembayaran pajak kendaraan bermotor ada dua macam yaitu pembayaran pajak kendaraan 1 tahunan dan 5 tahunan. Pengecekan nomor fisik kendaraan merupakan syarat dalam melakukan pembayaran pajak kendaraan 5 tahunan. Tujuan dari pengecekan nomor fisik kendaraan ini adalah untuk menjamin dan melindungi keabsahan, keamanan, serta kebenaran tanda bukti pendaftaran dengan mencocokkan nomor fisik kendaraan dengan surat-surat kendaraan. Pengecekan nomor fisik kendaraan ini dapat dilakukan ketika pengguna layanan telah melakukan registrasi dengan menyerahkan beberapa dokumen seperti BPKB, STNK, dan KTP. Setelah

melakukan registrasi, pengguna layanan akan mendapatkan kertas blangko pengecekan nomor fisik. Kemudian pengguna layanan menyerahkan blangko tersebut kepada fasilitas pelayanan atau teknisi pengecekan nomor fisik kendaraan beserta kendaraanya. Teknisi akan menggesek nomor mesin dan rangka kendaraan dengan menggunakan pensil sehingga nomor-nomor tersebut tertulis pada kertas blangko. Setelah itu pengguna layanan menyerahkan kertas blangko tersebut kepada petugas penerbitan dokumen kendaraan. Dari penerbitan dokumen tersebut dapat diketahui apakah nomor mesin dan rangka kendaraan sesuai dengan dokumen yang sudah didaftarkan oleh negara atau tidak. (Bapenda Jabar, 2017).

Jika dilihat dari proses pengecekan nomor fisik, tentunya akan menimbulkan suatu antrian. Menurut Ginting (2014), antrian disebabkan oleh kebutuhan akan pengguna layanan yang melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan atau fasilitas layanan, sehingga pengguna fasilitas yang tiba tidak bisa segera mendapat layanan disebabkan kesibukan layanan. Pada banyak hal, tambahan fasilitas pelayanan dapat diberikan untuk mengurangi antrian atau untuk mencegah timbulnya antrian dan mencegah hilangnya pengguna layanan. Mengingat pentingnya tugas SAMSAT dalam melayani masyarakat perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis sistem antrian di Kantor SAMSAT tersebut agar dapat memberikan pelayanan yang baik terhadap masyarakat.

Pada Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara, fasilitas pelayanan yang hanya berjumlah dua orang dengan banyaknya pengguna layanan menyebabkan terjadinya kesibukan layanan. Kondisi ini tentunya akan berpengaruh dalam penurunan kecepatan pelayanan yang ada di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara, padahal pelayanan harus dilakukan secara cepat agar semua pengguna layanan dapat terlayani dengan baik, karena itu masuk ke dalam Janji Pelayanan SAMSAT yaitu “Pelayanan Cepat dan Terbaik Tujuan Kami” (DPPAD Prov Jateng, 2013). Pelaksanaan janji pelayanan tersebut tentunya akan mengalami kendala jika antrian yang ada di Kantor SAMSAT belum tersistem dengan baik, karena pelayanan yang baik adalah pelayanan yang mampu melayani semua pengguna layanan dengan efektif dan efisien. Oleh karena itu diperlukan suatu keputusan tentang fasilitas pelayanan yang ideal untuk meningkatkan kualitas pelayanan di Kantor SAMSAT tersebut. Permasalahan ini dapat dipecahkan

dengan mencari elemen-elemen yang dibutuhkan dalam proses penentuan sistem pelayanan yang optimal sehingga nantinya bisa diperoleh suatu solusi yang sekurang-kurangnya dapat mengurangi panjang atau waktu antrian. Penyelesaian masalah antrian dapat dilakukan menggunakan teori antrian yang memiliki formula yang telah ditetapkan dengan suatu pemodelan sehingga dapat diamati waktu tunggu, waktu antar kedatangan dan tingkat kesibukan pelayanan. Sehingga penulis melakukan penelitian mengenai sistem antrian yang ada di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan agar dapat mengetahui keoptimalan fasilitas pelayanan yang diberikan.

12 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dirumuskan masalah yang dapat diidentifikasi:

1. Bagaimana model sistem antrian pada Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan?
2. Bagaimana tingkat kesibukan, jumlah rata-rata pengguna layanan dalam sistem dan antrian, serta rata-rata waktu yang dihabiskan pengguna layanan dalam sistem dan antrian pada fasilitas pelayanan pengecekan nomor fisik kendaraan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara?
3. Berapakah jumlah fasilitas pelayanan yang optimal di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan?

13 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data jumlah dan waktu kendaraan bermotor di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara mulai dari kedatangan hingga meninggalkan lokasi pelayanan.
2. Penelitian ini tidak memperhatikan jenis kendaraan bermotor.
3. Pengambilan data dilakukan pada saat Pandemi Covid-19.
4. Jumlah fasilitas pelayanan yang disediakan berjumlah dua teknisi.
5. Penelitian ini hanya memperhatikan sistem antrian pada bagian pengecekan nomor fisik kendaraan.
6. Tidak adanya batasan terhadap jumlah pengunjung.

7. *Software* yang digunakan adalah *Ms. Excel*.

14 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui model sistem antrian pada Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan.
2. Untuk mengetahui tingkat kesibukan, jumlah rata-rata pengguna layanan dalam sistem dan antrian, serta rata-rata waktu yang dihabiskan pengguna layanan dalam sistem dan antrian pada fasilitas pelayanan pengecekan nomor fisik kendaraan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara.
3. Untuk mengetahui jumlah fasilitas pelayanan yang optimal di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan.

15 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Penelitian ini berguna untuk menambah pengetahuan mahasiswa mengenai teori antrian sehingga dapat diaplikasikan pada kasus-kasus antrian yang lainnya.
2. Penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi untuk membantu pihak Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara dalam pengambilan keputusan terutama pada pengoptimalan pelayanan.
3. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya dengan tipe kasus yang sama.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini dilakukan dengan meninjau hasil penelitian-penelitian terdahulu agar dapat memperkuat hipotesis yang penulis ajukan serta dapat menghindari terjadinya plagiasi. Berikut ini merupakan penelitian-penelitian terdahulu terkait sistem antrian yang dijadikan acuan oleh penulis.

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Mukarrama dkk (2017), yang memiliki tujuan untuk memberikan kepuasan kepada pengguna layanan, dengan memberikan pelayanan yang cepat sehingga pengguna layanan tidak dibiarkan menunggu lama. Oleh sebab itu, dilakukan analisis teori antrian menggunakan struktur antrian *Single Channel-Multi Phase* dan diperoleh rata-rata waktu pelayanan yang dihabiskan wajib pajak melebihi batas waktu pelayanan yang telah ditetapkan yaitu 30 menit sehingga untuk mengefisienkan pelayanan maka pihak SAMSAT perlu melakukan penambahan jumlah fasilitas pelayanan.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Aji dkk (2013) dengan melakukan simulasi antrian *Multi Channel-Single Phase* di Apotek Purnama Semarang, simulasi dilakukan karena kecekatan dari seorang asisten Apoteker tidak seimbang dengan banyaknya jumlah pasien yang ada dalam antrian di Apotek Purnama Semarang. Simulasi pada penelitian ini menghasilkan bahwa dengan jumlah petugas 3 orang asisten Apoteker dan 4 pembantu asisten Apoteker, pelayanan yang diberikan oleh Apotek Purnama Semarang dapat diminimalisir dan jumlah pembeli obat yang dilayani bisa meningkat.

Penelitian terhadap upaya pengoptimalan pelayanan pembayaran pajak kendaraan bermotor di Kantor SAMSAT Kota Palu dilakukan oleh Serlyng dkk (2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa fase 1,2,3 dan 4 masing-masing terdiri dari 2 orang, dengan model *Multi Channel-Multi Phase* serta lama pembayaran pajak kendaraan bermotor di SAMSAT Kota Palu selama 108,9 menit per pelanggan. Setelah dilakukan optimalisasi, didapatkan solusi alternatif dari permasalahan antrian di Kantor SAMSAT Kota Palu berupa penambahan orang yaitu 3, 4, 5, dan 5 orang disetiap fase. Solusi ini berhasil mengurangi lama antrian dari 108,9 menit menjadi 29,76 menit per pelanggan.

Tabel 2.1. Kumpulan Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Isi	Persamaan	Perbedaan
1.	Devi Yuliana, Julius Santony, dan Sumijan	Model Antrian <i>Multi Channel-Single Phase</i> Berdasarkan Pola Kedatangan Pasien untuk Pengambilan Obat di Apotik	2019	<ul style="list-style-type: none"> Model simulasi antrian <i>Multi Channel-Single Phase</i> yang berdasarkan pola kedatangan pasien untuk kedatangan di RSI Ibnu Sina Padang telah diketahui berapa jumlah pasien dalam sistem antrian dan waktu tunggu pasien dalam sistem (Yuliana, Santony, & Sumijan, 2019). 	Melakukan ukuran kinerja sistem antrian.	Penulis melakukan optimalisasi pada fasilitas pelayanan.
2.	Puput Retno Muninggar, Lilik Linawati, dan Hanna Arini Parhusip	Analisis Sistem Antrian dengan Simulasi di Puskesmas Cebongan Kota Salatiga	2019	<ul style="list-style-type: none"> Model antrian pada bagian Pendaftaran, Cek Tekanan Darah, dan Pengambilan Obat yaitu (G/G/1):(FIFO/∞/∞) dimana jumlah pelayanan 1, sedangkan model antrian pada bagian Periksa yaitu (G/G/2):(FIFO/∞/∞) dimana jumlah pelayanan adalah 2. Waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan berdistribusi <i>general</i>. Pada bagian Periksa: rata-rata jumlah pasien yang menunggu dalam sistem sekitar 3 orang, rata-rata jumlah pasien yang menunggu dalam antrian sekitar 2 orang, rata-rata waktu pasien dalam sistem sekitar 9 menit 2 detik, rata-rata pasien dalam antrian sekitar 4 menit 39 detik, dan probabilitas tidak ada pasien dalam sistem sebesar 12,59%. Pada bagian Pengambilan Obat hampir tidak ada pasien yang menunggu dalam sistem maupun antrian. Rata-rata waktu pasien dalam sistem sekitar 42 detik, rata-rata waktu pasien dalam antrian sekitar 10 detik, dan probabilitas tidak ada pasien dalam sistem sebesar 77,12% (Muninggar, Linawati, & Parhusip, 2019). 	Melakukan ukuran kinerja sistem antrian.	Penulis melakukan optimalisasi pada fasilitas pelayanan.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Isi	Persamaan	Perbedaan
3.	Serlyng, A.I. Jaya, dan A. Sahari	Penerapan Sistem Antrian Sebagai Upaya Mengoptimalkan Pelayanan Pembayaran Pajak Kendaraan Bermotor di Kantor SAMSAT Kota Palu	2019	<ul style="list-style-type: none"> Karakteristik dari sistem antrian pembayaran pajak kendaraan bermotor di Kantor SAMSAT Kota Palu menggunakan <i>Multi Channel-Multi Phase</i>. Setelah dilakukan penambahan orang pada fase 1, 2, 3, dan 4 masing-masing penambahan fase 1 terdiri 1, fase 2 terdiri 2, fase 3 terdiri 3, dan fase 4 terdiri 3 orang. Model antrian M/M/s sudah memenuhi target yaitu waktu yang dihabiskan pelanggan menunggu dalam sistem selama 30 menit. Oleh karena itu, sistem antrian dengan kombinasi orang merupakan solusi alternatif yang optimal (Serlyng, Jaya, & Sahari, 2019). 	Penelitian dilakukan di Kantor SAMSAT Kota Palu.	Penulis melakukan penelitian di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara.
4.	F.A. Mukarrana, Nur'Eni, dan Fadjryani	Sistem Antrian <i>Single Channel-Multi Phase</i> dalam Meningkatkan Pelayanan Pembayaran Pajak Kendaraan Bermotor di Kantor Sistem Administrasi Manunggal Satu Atap (SAMSAT) Kota Palu	2017	<ul style="list-style-type: none"> Model sistem antrian SAMSAT Kota Palu adalah (M/M/3):(FCFS/∞/∞). Rata-rata waktu pelayanan melebihi batas waktu yang ditetapkan, sehingga untuk mengurangi waktu kepadatan serta mengefisienkan waktu pelayanan perlu melakukan penambahan jumlah server (Mukarrama, Nur'Eni, & Fadjryani, 2017). 	Melakukan optimalisasi pada fasilitas pelayanan.	Penulis melakukan penelitian hanya pada satu tahapan penelitian saja yaitu pada tahapan pengecekan nomor fisik kendaraan.
5.	Melati Puspa Nur Fadlilah, Sugito, dan Rita Rahmawati	Sistem Antrian Pada Pelayanan <i>Customer Service</i> PT. Bank X	2017	<ul style="list-style-type: none"> PT. Bank X memiliki 3 tempat pelayanan <i>customer service</i> dan model antrian yang sesuai adalah (M/G/c):(GD/∞/∞) dengan spesifikasi (<i>Poisson/Weibull/3</i>) :(FCFS/∞/∞). Model tersebut menyatakan bahwa jumlah kedatangan berdistribusi <i>Poisson</i> dan waktu pelayanan berdistribusi <i>Weibull</i>. Sistem pelayanan dalam keadaan baik dan efektif 	Melakukan optimalisasi pada fasilitas pelayanan.	Penulis melakukan penelitian di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Isi	Persamaan	Perbedaan
				<p>dalam melayani pelanggan jika dilihat dari ukuran kinerja sistem.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penambahan jumlah <i>customer service</i> tidak disarankan karena hasil simulasi menunjukkan bahwa ketika jumlah <i>customer service</i> menjadi 4 maka terjadi penurunan tingkat kesibukan pada masing-masing <i>customer service</i>. • Tingkat pemanfaatan kinerja pelayan masih sedikit rendah, namun waktu tunggu pelanggan masih lebih cepat dibandingkan dengan 2 <i>customer service</i> (Nur Fadlilah, Sugito, & Rahmawati, 2017). 		
6.	Fatimah Maharani Siregar	Analisis Sistem Antrian Pada Bengkel PT. Global Jaya Perkasa Pekanbaru	2015	<ul style="list-style-type: none"> • Dari kondisi <i>layout</i> bengkel, disediakan 20 buah kursi untuk pelanggan untuk menunggu antrian. Jika dilihat dari kondisi ini, sistem antrian sudah optimal karena jumlah pelanggan yang datang tidak melebihi kursi yang disediakan. • Jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian sebanyak 7 orang. • Rata-rata pelanggan dalam sistem berjumlah 11 orang. • Waktu rata-rata yang dihabiskan pelanggan dalam antrian sebanyak 23,63259603 menit. • Waktu rata-rata yang dihabiskan pelanggan dalam sistem sebanyak 35,63259603 menit. • Utilisasi pada sistem antrian sebesar 0,01% (Siregar, 2015). 	Melakukan ukuran kinerja sistem antrian.	Penulis melakukan optimalisasi pada fasilitas pelayanan.
7.	Noor Saif Muhammad Mussafi	Pemodelan Sistem Antrian <i>Multi-Channel</i> Jasa <i>Teller</i> Pada Bank	2015	<ul style="list-style-type: none"> • Model antrian untuk layanan jasa <i>teller</i> pada Bank Syariah di Yogyakarta adalah $(M_1/M_2/3):(GD/\infty/\infty)$ berbasis <i>First Come First</i> 	Melakukan ukuran kinerja sistem antrian.	Penulis melakukan optimalisasi pada fasilitas pelayanan.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Isi	Persamaan	Perbedaan
		Syariah di Yogyakarta Untuk Meningkatkan Kinerja Perusahaan		<p><i>Service.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Probabilitas petugas menganggur sekitar 30% dan waktu menunggu dalam sistem tidak lebih dari 8,22 menit, maka secara umum dapat dikatakan pelayanan pada Bank Syariah di Yogyakarta dalam kondisi yang efektif (Muhammad Mussafi, 2015). 		
8.	Siti Aminah, Marisi Aritonang, dan Evy Sulistianingsih	Analisis Antrian <i>Multi Channel-Multi Phase</i> pada Antrian Pembuatan Surat Izin Mengemudi dengan Model Antrian (M/M/c):(GD/∞/∞)	2015	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem antrian pembuatan SIM baru di Poltabes Kota Pontianak memiliki pola kedatangan berdistribusi <i>Poisson</i> dan waktu pelayanan berdistribusi <i>Eksponensial</i>. • Rata-rata waktu tunggu pemohon SIM baru dalam antrian adalah 21,6 menit, sedangkan rata-rata waktu tunggu dalam sistem adalah 70,2 menit. • Sistem pembuatan SIM di Poltabes Kota Pontianak dapat dikatakan stabil karena <i>Steady State</i> di setiap tahap <1 yaitu 0,57 ditahap pertama, 0,54 ditahap kedua, 0,28 ditahap ketiga, 0,75 ditahap keempat, dan 0,24 ditahap kelima. • Probabilitas tidak ada pemohon SIM ditahap pertama 0,27, ditahap kedua 0,30, ditahap ketiga 0,11, ditahap keempat 0,04, dan ditahap kelima 0,58 (Aminah, Aritonang, & Sulistianingsih, 2015). 	Melakukan ukuran kinerja sistem antrian.	Penulis melakukan optimalisasi pada fasilitas pelayanan dan melakukan penelitian hanya pada satu tahapan penelitian saja yaitu pada tahapan pengecekan nomor fisik kendaraan
9.	Siti Anisah, Sugito, dan Suparti	Analisis Antrian Dalam Optimalisasi Sistem Pelayanan Kereta Api di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan	2015	<ul style="list-style-type: none"> • Model antrian pada jalur 1 dan 4, 2 dan 3, serta 1 dan 5 di stasiun Purwosari adalah (M/M/2):(GD/∞/∞). • Model antrian jalur 2, 3, dan 4 di stasiun Solo Balapan adalah (M/M/3):(GD/∞/∞). • Model antrian pada jalur 6 di stasiun Solo 	Melakukan ukuran kinerja sistem antrian.	Penulis melakukan optimalisasi pada fasilitas pelayanan.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Isi	Persamaan	Perbedaan
				<p>Balapan adalah $(M/M/1):(GD/\infty/\infty)$.</p> <ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan nilai ukuran kinerja, sistem pelayanan kereta api di stasiun Purwosari dan Solo Balapan sudah cukup baik (Anisah, Sugito, & Suparti, 2015). 		
10.	Soma Purnama Aji dan Tri Bodroastuti	Penerapan Model Simulasi Antrian <i>Multi Channel-Single Phase</i> pada Antrian di Apotek Purnama Semarang	2013	<ul style="list-style-type: none"> Model yang selama ini digunakan belum mencapai standar pelayanan yang diterapkan oleh Apotek Purnama Semarang. Untuk mengurangi waktu lama mengantri, dilakukan perbaikan dengan menggunakan model sistem antrian berganda menambah jumlah asisten apoteker dari semula 2 asisten apoteker dan 2 reseptir menjadi 3 asisten apoteker dan 4 reseptir. Setelah dilakukan penambahan satu asisten apoteker dan dua reseptir, ada penurunan waktu tunggu dari 19 menit 5 detik menjadi 10 menit 36 detik dan setiap server hanya terdapat 3 antrian saja (Aji & Bodroastuti, 2013). 	Melakukan optimalisasi pada fasilitas pelayanan	Penulis melakukan penelitian di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 SAMSAT

Lahirnya Sistem Manunggal Satu Atap (SAMSAT) diawali oleh sebuah gagasan brilian yang disampaikan pada forum penataran para pimpinan Dinas Pendapatan Daerah Tingkat I se-Indonesia pada bulan April 1976 di Jakarta. Hasil penataran menghasilkan suatu rekomendasi berupa usulan kepada pemerintah, khususnya pimpinan Departemen Dalam Negeri agar SAMSAT dijadikan sistem pemungutan Pajak Kendaraan Bermotor (PKB) / Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB) untuk seluruh Indonesia. Terbentuknya SAMSAT ditandai dengan dikeluarkannya Surat Keputusan Bersama Tiga Menteri, yaitu Menteri Pertahanan dan Keamanan/Panglima ABRI, Menteri Keuangan dan Menteri Dalam Negeri NO.POL KEP/13/XXI/76 Nomor: KEP-1693/MK/IV/12/1976; 311 Tahun 1976 tentang peningkatan kerjasama antara Pemerintah Daerah Tingkat I, Komando Daerah Kepolisian dan Aparat Departemen Keuangan dalam rangka peningkatan pelayanan kepada masyarakat serta peningkatan pendapatan daerah khususnya mengenai pajak-pajak kendaraan bermotor (Bapenda Jabar, 2017).

Berdasarkan Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Sistem Administrasi Manunggal Satu Atap (SAMSAT), SAMSAT merupakan serangkaian kegiatan dalam penyelenggaraan Registrasi dan Identifikasi Kendaraan Bermotor (Regiden Ranmor), pembayaran Pajak Kendaraan Bermotor (PKB), Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB), dan pembayaran Sumbangan Wajib Dana Kecelakaan Lalu Lintas Jalan (SWDKLLJ) dan Angkutan Jalan secara terintegrasi dan terkoordinasi dalam Kantor Bersama SAMSAT. Penyelenggaraan SAMSAT dilaksanakan oleh POLRI khususnya bagian lalu lintas, Satuan Kerja Pengelola Keuangan Daerah yang melakukan pemungutan pajak Provinsi, dan Badan Usaha PT. Jasa Raharja. Tujuan dari Kantor Bersama SAMSAT adalah melakukan fungsi yang tertera pada Perpres No. 5 Tahun 2015 dengan cepat, tepat, transparan, akuntabel, dan informatif.

Sistem SAMSAT yang dikelola oleh tiga instansi berbeda bertujuan untuk memudahkan dalam berkoordinasi. Dalam penyelenggaraan pelayanan, dibentuk

Tim Pembina SAMSAT Pusat yang berkedudukan di Jakarta dan Provinsi yang berkedudukan di Ibukota Provinsi.

SAMSAT juga mendirikan kantor cabang di tingkat Kabupaten dan Kota guna untuk mempermudah dalam menjalankan fungsinya. Salah satunya adalah Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara yang berlokasi di Jl. M.T. Haryono No.2, Rw. II, Bulu, Kec. Jepara, Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah. SAMSAT Kabupaten Jepara mempunyai visi yaitu untuk mewujudkan pelayanan prima berbasis teknologi informasi menuju pemerintahan yang bersih. Adapun misi SAMSAT Kabupaten Jepara adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kualitas pelayanan kepada masyarakat.
2. Meningkatkan sumber daya manusia.
3. Meningkatkan identifikasi dan keamanan kepemilikan kendaraan bermotor.
4. Meningkatkan penerimaan daerah dan pusat.

(DPPAD Prov Jateng, 2013)

3.2 Pengecekan Nomor Fisik Kendaraan

Pengecekan nomor fisik kendaraan dilakukan guna melindungi keabsahan dan kebenaran serta keamanan segala data pengaju. Konsep dasar pengecekan nomor fisik kendaraan ialah sebagai langkah pembuktian kecocokan antara nomor fisik kendaraan dengan dokumennya. Pengecekan yang dilakukan adalah pada nomor rangka mesin yang terdapat pada kendaraan tersebut. Pengecekan ini telah rutin dilakukan oleh pihak SAMSAT saat pemilik kendaraan bermotor baik sepeda motor maupun mobil ingin memperpanjang STNK yang telah mati pajaknya atau pada saat melakukan pembayaran pajak 5 tahunan (Bapenda Jabar, 2017).

3.3 Pelayanan

Menurut Tangkilisan (2005) pelayanan merupakan proses pemenuhan kebutuhan melalui aktifitas orang lain secara langsung, sedangkan menurut UU Nomor 25 Tahun 2009, "*Pelayanan publik adalah kegiatan atau rangkaian kegiatan dalam rangka pemenuhan kebutuhan pelayanan sesuai dengan peraturan perundang-undangan bagi setiap warga negara dan penduduk atas barang, jasa, dan/atau pelayanan administratif yang disediakan oleh*

penyelenggara pelayanan publik”. Pelayanan ini bertujuan untuk memberikan kepuasan kepada pengguna layanan dan harapannya akan mempunyai dampak yang positif bagi penyedia layanan. Untuk melakukan penilaian pada kualitas pelayanan, umumnya menggunakan 5 dimensi sebagai berikut:

1. *Tangibles* (bukti langsung), merupakan salah satu bukti nyata dari kepedulian dan perhatian yang diberikan oleh penyedia layanan kepada pengguna layanan.
2. *Reliability* (keandalan), merupakan sebuah kemampuan penyedia layanan untuk memberikan layanan sesuai dengan apa yang telah dijanjikan secara tepat waktu.
3. *Responsiveness* (ketanggapan), merupakan kemampuan penyedia layanan yang dilakukan langsung oleh karyawan untuk memberikan pelayanan dengan cepat dan tanggap.
4. *Assurance* (jaminan), adalah berbagai ilmu pengetahuan dan perilaku *employee* untuk membangun kepercayaan dan keyakinan pada pengguna layanan dalam menggunakan layanan yang ditawarkan.
5. *Emphaty* (empati), merupakan kemampuan penyedia layanan untuk memberikan perhatian kepada pengguna layanan secara individu, termasuk juga kepekaan terhadap kebutuhan pengguna layanan.

(Parasuraman, Zeithaml, & Berry, 1998)

3.4 Probabilitas

Probabilitas merupakan sebuah nilai yang menunjukkan besarnya kemungkinan suatu peristiwa akan terjadi. Probabilitas suatu peristiwa memiliki nilai antara 0 sampai dengan 1. Jika nilai probabilitasnya adalah 0 maka sudah dipastikan tidak ada peristiwa yang terjadi, namun jika nilai probabilitasnya adalah 1 maka peristiwa tersebut pasti terjadi. Sudaryono (2012) merumuskan probabilitas sebagai berikut:

$$P(E) = \frac{m}{N} \quad (3.1)$$

dengan:

$P(E)$: Probabilitas atau kemungkinan terjadinya peristiwa E

m : Banyaknya peristiwa E

N : Banyaknya semua peristiwa yang mungkin terjadi

Contoh 3.1

Dalam suatu kelas yang berisikan 10 siswa sedang diadakan pemilihan ketua kelas. Setiap siswa memiliki kesempatan yang sama untuk menjadi ketua kelas, maka:

$$P(E) = \frac{1}{10} = 0,2$$

Probabilitas setiap siswa terpilih menjadi ketua kelas sebesar 0,2.

3.5 Variabel Acak

Variabel acak merupakan suatu fungsi yang mengaitkan suatu bilangan real pada setiap unsur dalam ruang sampel (Walpole & Myers, 1995). Variabel acak biasa dinotasikan menggunakan huruf kapital misalnya “X” dan nilainya dinotasikan dengan huruf kecil misalnya “x”.

Contoh 3.2

Ada dua buah mata uang logam dengan dua sisi (angka dan gambar) dilempar sebanyak dua kali. Bila A menyatakan sisi angka dan G menyatakan sisi gambar serta x menyatakan jumlah keluarnya sisi gambar, maka:

Tabel 3.1. Contoh Variabel Acak

Ruang Sampel	x
AA	0
AG	1
GA	1
GG	2

Jika himpunan kemungkinan terjadinya suatu peristiwa hasilnya terhitung dinamakan variabel acak diskrit, misalnya pada **Contoh 3.2**. Variabel acak yang dapat memperoleh semua nilai pada skala kontinu disebut variabel acak kontinu, misalnya kemungkinan berat suatu benda.

3.5.1 Distribusi Probabilitas Diskrit

Distribusi probabilitas diskrit adalah distribusi probabilitas dengan variabel acak yang nilai-nilainya berupa himpunan yang dapat dihitung. Dalam bukunya, (Walpole & Myers, 1995) menjelaskan bahwa suatu fungsi $f(x)$ dikatakan fungsi probabilitas diskrit dari variabel acak X jika memenuhi syarat sebagai berikut:

1. $f(x) \geq 0$ (3.2)

$$2. \sum_x f(x) = 1 \quad (3.3)$$

$$3. P(X = x) = f(x) \quad (3.4)$$

Contoh 3.3

Jika melanjutkan persoalan pada **Contoh 3.2** yang sudah diperoleh nilai variabel acak pada **Tabel 3.1**, maka fungsi probabilitas dari variabel acak X adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2. Contoh Distribusi Probabilitas Diskrit

Ruang Sampel	x	m	f(x)
AA	0	1	1/4
AG dan GA	1	2	2/4
GG	2	1	1/4

Berdasarkan **Tabel 3.2**, peluang tidak munculnya sisi gambar dan munculnya dua sisi gambar pada pelemparan mata uang logam adalah sebesar masing-masing 1/4 atau 25%, sedangkan peluang munculnya satu sisi gambar sebesar 2/4 atau 50%.

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{m}{N} \rightarrow \text{untuk } x = 0 \text{ adalah } f(0) = \frac{1}{4}$$

$$\text{untuk } x = 1 \text{ adalah } f(1) = \frac{2}{4}$$

$$\text{untuk } x = 2 \text{ adalah } f(2) = \frac{1}{4}$$

3.5.2 Distribusi Probabilitas Kontinu

Distribusi probabilitas kontinu adalah distribusi probabilitas dengan variabel acak yang nilainya dalam skala interval. Dalam bukunya, Walpole & Myers (1995) menjelaskan bahwa suatu fungsi $f(x)$ dikatakan fungsi probabilitas kontinu dari variabel acak X jika memenuhi syarat sebagai berikut:

$$1. f(x) \geq 0, \text{ untuk semua } x \in R \quad (3.5)$$

$$2. \int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1 \quad (3.6)$$

$$3. P(a < X < b) = \int_a^b f(x)dx \quad (3.7)$$

Contoh 3.4

Misalkan galat suhu reaksi dalam °C pada percobaan laboratorium yang dikontrol merupakan variabel acak X yang mempunyai fungsi peluang kontinu

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x^2}{3}, & -1 < x < 2 \\ 0, & x \text{ lainnya} \end{cases}$$

maka nilai $P(0 < x \leq 1)$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P(0 < x \leq 1) &= \int_0^1 \frac{x^2}{3} dx \\ &= \frac{x^3}{9} \Big|_0^1 \\ &= \frac{(1)^3}{9} - \frac{(0)^3}{9} \end{aligned}$$

$$P(0 < x \leq 1) = \frac{1}{9}$$

Jadi nilai dari $P(0 < x \leq 1)$ adalah 1/9.

(Walpole & Myers, 1995)

3.5.3 Distribusi *Poisson*

Distribusi *Poisson* adalah distribusi probabilitas diskrit yang menyatakan banyaknya hasil peristiwa yang terjadi dalam interval waktu tertentu. Interval waktu disini bisa dalam periode detik, menit, jam, hari, minggu, bulan, bahkan tahun (Walpole & Myers, 1995). Untuk menghitung distribusi *Poisson* digunakan rumus persamaan sebagai berikut (Kakiy, 2004):

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}, \quad x = 0, 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.8)$$

dimana:

- $P(x)$: Probabilitas terjadinya kedatangan
- λ : Rata-rata kedatangan per satuan waktu tertentu
- x : Banyaknya kedatangan per satuan waktu tertentu
- e : Bilangan natural ($e = 2,71828$)

Walpole dan Myers (1995) dalam bukunya menyatakan bahwa nilai λ sama dengan nilai rataan dan variansi distribusi *Poisson*. Nilai rataan distribusi *Poisson* dapat diperoleh dengan mencari

$$\begin{aligned} E(x) &= \sum_{x=1}^{\infty} x \cdot P(x; \lambda) \\ &= \sum_{x=1}^{\infty} x \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \end{aligned} \quad (3.9)$$

$$\begin{aligned}
&= \sum_{x=1}^{\infty} x \frac{e^{-\lambda} \lambda^{(x-1)}}{(x-1)!} \\
&= \sum_{x=1}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^{(x-1)}}{(x-1)!} \\
E(x) &= \lambda \sum_{x=1}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^{(x-1)}}{(x-1)!} \tag{3.10}
\end{aligned}$$

jika dimisalkan $y = x - 1$, maka diperoleh

$$\begin{aligned}
E(x) &= \lambda \sum_{y=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!} \tag{3.11} \\
&= \lambda \sum_{y=0}^{\infty} p(y; \lambda) \\
&= \lambda \cdot 1
\end{aligned}$$

$$E(x) = \lambda \tag{3.12}$$

Variansi distribusi *Poisson* dapat diperoleh dengan melakukan permisalan

$$\begin{aligned}
E(x^2) &= E(x^2) - E(x) + E(x) \tag{3.13} \\
&= E(x^2 - x) + E(x)
\end{aligned}$$

$$E(x^2) = E[x(x - 1)] + E(x) \tag{3.14}$$

selanjutnya dengan mencari nilai $E[x(x - 1)]$

$$\begin{aligned}
E[x(x - 1)] &= \sum_{x=0}^{\infty} x(x - 1) \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \tag{3.15} \\
&= \sum_{x=2}^{\infty} x(x - 1) \frac{e^{-\lambda} \lambda^{x-2} \lambda^2}{x(x-1)(x-2)!}
\end{aligned}$$

$$E[x(x - 1)] = \lambda^2 \sum_{x=2}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^{x-2}}{(x-2)!} \tag{3.16}$$

jika dimisalkan $y = x - 2$, maka diperoleh

$$\begin{aligned}
E[x(x - 1)] &= \lambda^2 \sum_{y=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!} \tag{3.17} \\
&= \lambda^2 \sum_{y=0}^{\infty} p(y; \lambda) \\
&= \lambda^2 \cdot 1
\end{aligned}$$

$$E[x(x - 1)] = \lambda^2 \tag{3.18}$$

sehingga diperoleh nilai $E(x^2)$

$$E(x^2) = \lambda^2 + \lambda \tag{3.19}$$

jadi

$$\text{Var}(x) = E(x^2) - [E(x)]^2 \quad (3.20)$$



$$= \lambda^2 + \lambda - \lambda^2$$

$$\text{Var}(x) = \lambda \tag{3.21}$$

Untuk memperkirakan nilai parameter (karakteristik dari populasi) ketika data yang dimiliki merupakan data sampel, perlu dilakukan estimasi dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Berikut langkah-langkahnya:

1. Membuat fungsi *likelihood* untuk distribusi *Poisson*.

$$\begin{aligned} L(\lambda) &= \prod_{i=1}^n f(x) \\ &= \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \end{aligned} \tag{3.22}$$

$$\begin{aligned} L(\lambda) &= \frac{e^{-n\lambda} \lambda^{\sum_{i=1}^n x_i}}{\prod_{i=1}^n x!} \end{aligned} \tag{3.23}$$

2. Mentransformasikan fungsi *likelihood* kedalam bentuk *ln*.

$$\begin{aligned} \ln L(\lambda) &= \ln \left[\frac{e^{-n\lambda} \lambda^{\sum_{i=1}^n x_i}}{\prod_{i=1}^n x!} \right] \\ &= \ln(e^{-n\lambda}) + \ln(\lambda^{\sum_{i=1}^n x_i}) - \ln \prod_{i=1}^n x! \\ &= -n\lambda \ln e + \sum_{i=1}^n x_i \ln \lambda - \ln \prod_{i=1}^n x! \end{aligned} \tag{3.24}$$

$$\ln L(\lambda) = -n\lambda + \sum_{i=1}^n x_i \ln \lambda - \ln \prod_{i=1}^n x! \tag{3.25}$$

3. Membuat turunan fungsi terhadap parameter λ .

$$\frac{d(\ln L(\lambda))}{d\lambda} = \frac{d(-n\lambda + \sum_{i=1}^n x_i \ln \lambda - \ln \prod_{i=1}^n x!)}{d\lambda} \tag{3.26}$$

$$\frac{d(\ln L(\lambda))}{d\lambda} = -n + \frac{1}{\lambda} \sum_{i=1}^n x_i \tag{3.27}$$

4. Menyamakan hasil turunannya dengan nol.

$$\begin{aligned} \frac{d(\ln L(\lambda))}{d\lambda} &= 0 \\ -n + \frac{1}{\lambda} \sum_{i=1}^n x_i &= 0 \end{aligned} \tag{3.28}$$

$$\lambda = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.29)$$

Rumus pada **persamaan 3.29** dapat digunakan untuk mengestimasi nilai rata-rata kedatangan pengguna layanan dalam rentang waktu tertentu secara umum ketika data yang digunakan merupakan data sampel.



3.5.4 Distribusi Eksponensial

Distribusi *Eksponensial* merupakan salah satu distribusi probabilitas kontinu yang digunakan untuk memodelkan kasus selang waktu antara dua peristiwa (Walpole & Myers, 1995). Untuk menghitung nilai distribusi *Eksponensial* digunakan rumus persamaan sebagai berikut (Kakiay, 2004):

$$f(x) = \frac{1}{\theta} e^{-\frac{x}{\theta}}, x > 0 \quad (3.30)$$

dimana:

$f(x)$: Fungsi densitas peluang dari interval waktu x

θ : Parameter skala

e : Bilangan natural ($e = 2,71828$)

Nilai θ sama dengan nilai rata-rata pada distribusi *Eksponensial*. Nilai rata-rata distribusi *Eksponensial* dapat diperoleh dengan mencari

$$E(x) = \int_0^{\infty} x \cdot f(x) dx \quad (3.31)$$

$$E(x) = \int_0^{\infty} x \frac{1}{\theta} e^{-\frac{x}{\theta}} dx \quad (3.32)$$

jika dimisalkan $x = y\theta$, maka $dx = \theta dy$

$$E(x) = \theta \int_0^{\infty} ye^{-y} dy \quad (3.33)$$

digunakan integral parsial yang dimisalkan $y = u$ dan $e^{-y} = dv$, dengan menggunakan rumus persamaan

$$\int u \cdot dv = u \cdot v - \int v \cdot du \quad (3.34)$$

maka perhitungannya

$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} ye^{-y} dy &= (-ye^{-y}) - \int (-e^{-y}) dy \\ &= (-ye^{-y}) - e^{-y} \end{aligned} \quad (3.35)$$

$$\int_0^{\infty} ye^{-y} dy = (-ye^{-y}|_0^{\infty}) - (e^{-y}|_0^{\infty}) \quad (3.36)$$

jadi diperoleh hasil

$$E(x) = \theta [(-ye^{-y}|_0^{\infty}) - (e^{-y}|_0^{\infty})] \quad (3.37)$$

$$= \theta [0 - (0 - 1)]$$

$$E(x) = \theta \quad (3.38)$$

Variansi distribusi *Eksponensial* diperoleh dengan mencari



$$E(x) = \int_0^{\infty} x \frac{1}{\theta} e^{-x/\theta} dx \quad (3.39)$$

$$E(x^2) = \theta \int_0^{\infty} \frac{x^2}{\theta^2} e^{-x/\theta} dx \quad (3.40)$$

jika dimisalkan $x = y\theta$, maka $dx = \theta dy$

$$E(x^2) = \theta \int_0^{\infty} \frac{y^2 \theta^2}{\theta^2} e^{-y} \theta dy \quad (3.41)$$

$$= \theta \int_0^{\infty} y^2 e^{-y} dy$$

$$E(x^2) = \theta^2 \int_0^{\infty} y^2 e^{-y} dy \quad (3.42)$$

dengan menggunakan integral parsial yang dimisalkan $y^2 = u$ dan $e^{-y} = dv$, maka perhitungannya

$$\int_0^{\infty} y^2 e^{-y} dy = y^2(-e^{-y}) - \int 2y(-e^{-y}) dy \quad (3.43)$$

$$= -y^2 e^{-y} - (2(y+1)e^{-y})$$

$$\int_0^{\infty} y^2 e^{-y} dy = -y^2 e^{-y} \Big|_0^{\infty} - ((2(y+1)e^{-y}) \Big|_0^{\infty}) \quad (3.44)$$

kemudian diperoleh hasil

$$E(x^2) = \theta^2 [-y^2 e^{-y} \Big|_0^{\infty} - ((2(y+1)e^{-y}) \Big|_0^{\infty})] \quad (3.45)$$

$$= \theta^2 [0 - ((2(y+1)e^{-y}) \Big|_0^{\infty})]$$

$$= \theta^2 [0 - (0 - 2)]$$

$$E(x^2) = 2\theta^2 \quad (3.46)$$

jadi

$$Var(x) = E(x^2) - [E(x)]^2 \quad (3.47)$$

$$= 2\theta^2 - \theta^2$$

$$Var(x) = \theta^2 \quad (3.48)$$

Untuk memperkirakan nilai parameter (karakteristik dari populasi) ketika data yang dimiliki merupakan data sampel, perlu dilakukan estimasi dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Berikut langkah-langkahnya:

1. Membuat fungsi *likelihood* untuk distribusi *Eksponensial*.

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n f(x) \tag{3.49}$$



$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\theta} e^{-\frac{x_i}{\theta}}$$

$$L(\theta) = \frac{e^{-\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\theta}}}{\theta^n} \quad (3.50)$$

2. Mentransformasikan fungsi *likelihood* kedalam bentuk *ln*.

$$\ln L(\theta) = \ln \left(\frac{e^{-\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\theta}}}{\theta^n} \right) \quad (3.51)$$

$$\ln L(\theta) = \ln e^{-\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\theta}} - \ln \theta^n$$

$$= \frac{-\sum_{i=1}^n x_i}{\theta} \ln e - n \ln \theta$$

$$\ln L(\theta) = -\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\theta} - n \ln \theta \quad (3.52)$$

3. Membuat turunan fungsi terhadap parameter θ .

$$\frac{d(\ln L(\theta))}{d\theta} = \frac{d\left(-\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\theta} - n \ln \theta\right)}{d\theta} \quad (3.53)$$

$$\frac{d(\ln L(\theta))}{d\theta} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\theta^2} - \frac{n}{\theta} \quad (3.54)$$

4. Menyamakan hasil turunannya dengan nol.

$$\frac{d(\ln L(\theta))}{d\theta} = 0$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\theta^2} - \frac{n}{\theta} = 0 \quad (3.55)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{\theta^2} = \frac{n}{\theta}$$

$$\theta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.56)$$

Rumus pada **persamaan 3.56** dengan rata-rata (μ) distribusi *Ekspensial* adalah θ digunakan untuk mengestimasi nilai rata-rata pengguna layanan yang dapat terlayani dalam rentang waktu tertentu secara umum ketika data yang digunakan merupakan data sampel.

3.6 Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi atau “*goodness of fit test*” merupakan pengujian yang digunakan untuk membandingkan kesesuaian atau melihat apakah ada perbedaan yang signifikan antara distribusi data hasil pengamatan dengan



distribusi teoritis. Jadi pengujian ini berguna untuk melihat apakah ada perbedaan yang signifikan (Kakiay, 2004). Salah satu model pengujian yang umum digunakan adalah dengan menggunakan teknik *Kolmogorov-Smirnov*. Adapun prosedur pengujian sebagai berikut (Daniel, 1989):

1. Menentukan hipotesis uji

H_0 : Data pengamatan sesuai dengan distribusi tertentu

H_1 : Data pengamatan tidak sesuai dengan distribusi tertentu

2. Menentukan taraf signifikansi

Taraf signifikansi yang digunakan adalah $\alpha = 0,05$

3. Menentukan statistik uji

$$D = \max |S(x) - f_0(x)| \quad (3.57)$$

$$S(x) = \frac{\text{frekuensi kumulatif sampel data pengamatan}}{\text{jumlah keseluruhan sampel data pengamatan}} \quad (3.58)$$

dengan

D : *Different absolute*

$S(x)$: Distribusi kumulatif dari sampel pengamatan

$F_0(x)$: Distribusi kumulatif dari distribusi yang sudah ditetapkan

4. Kriteria uji

Tolak H_0 pada taraf signifikansi $\alpha=0,05$, jika nilai $D > D^*(\alpha)$

Nilai $D^*(\alpha)$ diperoleh dari nilai kritis pada tabel *Kolmogorov-Smirnov*.

3.7 Proses Stokastik

Dalam KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), kata stokastik berarti mempunyai unsur peluang atau kebolehjadian. Menurut Taha (1996), kata stokastik (*stochastics*) merupakan jargon untuk keacakan. Barisan kejadian dinamakan stokastik ketika suatu barisan kejadian tersebut tidak dapat diramalkan secara pasti (tidak menentu), sedangkan suatu barisan kejadian yang dapat diramalkan secara pasti dinamakan deterministik. Proses stokastik dalam kehidupan sehari-hari dapat dicontohkan seperti:

- Banyaknya bayi yang lahir selama satu bulan.
- Jumlah penumpang bus setiap harinya.
- Banyaknya kasus kriminal setiap tahunnya.
- Jumlah helai daun yang berguguran dari hari ke hari.

Proses stokastik banyak digunakan untuk suatu sistem yang dijalankan pada situasi yang mengandung ketidakpastian, dimana model deterministik tidak lagi cocok untuk menganalisa sistem tersebut. Jika satu kejadian berikutnya hanya bergantung pada satu kejadian yang sedang berlangsung maka dinamakan proses Markov.

Model rantai Markov dikembangkan oleh seorang ahli dari Rusia yang bernama A.A. Markov pada tahun 1896. Proses Markov merupakan proses stokastik yang mempunyai sifat *memoryless*, yaitu nilai variabel yang akan datang tidak dipengaruhi oleh nilai variabel pada masa lampau, melainkan dipengaruhi oleh nilai variabel saat ini. Dalam analisis Markov dihasilkan suatu informasi probabilistik yang dapat digunakan untuk membantu membuat sebuah keputusan dan informasi yang dihasilkan tidak bersifat mutlak (pasti) (Taha, 1996).

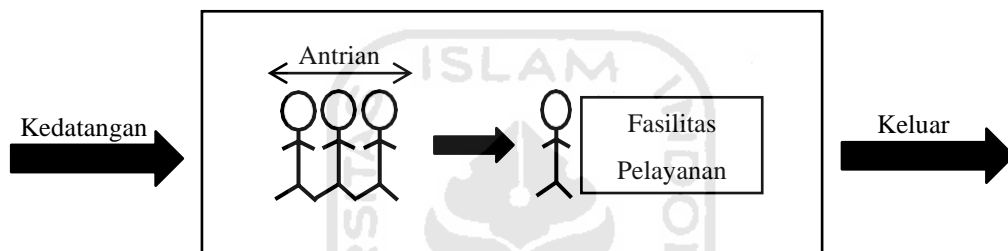
3.8 Teori Antrian

Teori antrian dikembangkan pada tahun 1910 oleh seorang insinyur dari Denmark yang bekerja di perusahaan telepon Ibukota Denmark (Kopenhagen) bernama A.K. Erlang (Erlang, 2011). Awal mula kejadiannya saat Erlang sedang melakukan eksperimen tentang fluktuasi permintaan fasilitas telepon yang berhubungan dengan peralatan penyambungan telepon secara otomatis. Pada jam sibuk operator sangat kewalahan dalam melayani para penelpon sehingga penelpon harus antri cukup lama untuk menunggu giliran. Pada saat itu Erlang hanya melakukan perhitungan keterlambatan dari seorang operator. Kemudian pada tahun 1917 Erlang melanjutkan penelitian dengan menghitung kesibukan beberapa operator dan menerbitkan buku yang berjudul "*Solution of Some Problems in the Theory of Probabilities of Significance in Automatic Telephone Exchanges*". Setelah perang dunia II, hasil penelitian Erlang diperluas penggunaannya antara lain dalam teori antrian (Supranto, 2001).

Menurut Siagan (2003), suatu antrian merupakan garis tunggu pengguna layanan yang memerlukan layanan dari satu atau lebih fasilitas pelayanan. Tujuan teori antrian sebenarnya adalah untuk meneliti kinerja dari fasilitas pelayanan pada kondisi acak dari suatu sistem antrian yang telah diterapkan (Kakiay, 2004). Teori antrian ini juga dapat digunakan oleh penyedia layanan untuk melihat kualitas pelayanan yang dimiliki. Kualitas pelayanan berpengaruh terhadap

panjangnya barisan antrian pada layanan. Barisan antrian ini disebabkan oleh kebutuhan layanan yang melebihi kemampuan fasilitas pelayanan, sehingga pengguna layanan tidak mendapatkan pelayanan yang baik dan barisan antrian menjadi panjang.

Analisis antrian memberikan informasi probabilitas yang dinamakan *operation characteristics*, dimana operasi tersebut dapat membantu terhadap pengambilan keputusan dalam merancang fasilitas pelayanan antrian untuk mengatasi permintaan pelayanan yang fluktuatif secara *random* dan menjaga keseimbangan antara biaya pelayanan dan biaya menunggu (Dwijanto, 2008). Ada beberapa komponen antrian, diantaranya adalah bentuk kedatangan, bentuk pelayanan, dan antrian itu sendiri.



Gambar 3.1. Komponen Proses Antrian, Sumber: (Kakiay, 2004)

3.8.1 Bentuk Kedatangan

Bentuk kedatangan biasanya dihitung melalui waktu kedatangan antar dua pengguna layanan secara berurutan pada suatu fasilitas pelayanan. Bila bentuk kedatangan tidak disebutkan secara khusus, maka dianggap bahwa pengguna layanan tiba satu per satu. Asumsinya adalah kedatangan pengguna layanan mengikuti distribusi probabilitas tertentu. Distribusi probabilitas yang sering digunakan adalah distribusi *Poisson*, dimana kedatangan pengguna layanan saat ini tidak dipengaruhi oleh kedatangan sebelum dan sesudahnya. Rata-rata kedatangan disimbolkan λ (*lamda*), dimana merupakan jumlah kedatangan pengguna layanan dalam satuan waktu tertentu (Kakiay, 2004).

3.8.2 Bentuk Pelayanan

Menurut (Kakiay, 2004), bentuk pelayanan ditentukan oleh waktu pelayanan, dimana waktu pelayanan yang dimaksud adalah waktu yang dibutuhkan untuk melayani pengguna layanan pada fasilitas pelayanan. Pelayanan dapat dilakukan dengan menggunakan satu fasilitas pelayanan atau lebih. Jika

waktu pelayanan konstan, maka waktu yang diperlukan untuk melayani setiap pengguna layanan sama, sedangkan jika waktu pelayanan acak, berarti waktu yang dibutuhkan untuk melayani setiap pengguna layanan tidak sama (Rachmawati, Sugito, & Yasin, 2013).

Rata-rata pelayanan disimbolkan μ (*miu*), dimana merupakan jumlah pengguna layanan yang dapat dilayani oleh fasilitas pelayanan dalam satuan waktu tertentu (Kakiay, 2004).

3.8.3 Kapasitas Sistem Antrian

Kapasitas sistem antrian merupakan jumlah maksimal pengguna layanan baik dalam sistem maupun antrian yang dapat ditampung oleh fasilitas pelayanan pada saat bersamaan. Suatu sistem antrian yang tidak membatasi jumlah pengguna layanan pada fasilitas pelayanannya dikatakan memiliki kapasitas tidak terbatas (*infinite*), sedangkan suatu sistem antrian yang membatasi jumlah pengguna layanan pada fasilitas pelayanannya dikatakan memiliki kapasitas yang terbatas (*finite*) (Kakiay, 2004).

3.8.4 Disiplin Antrian

Disiplin antrian merupakan aturan yang memuat urutan pengguna layanan mendapat pelayanan. Disiplin antrian berkaitan erat dengan urutan pelayanan bagi pengguna layanan yang memasuki fasilitas pelayanan. Ada empat bentuk disiplin antrian yaitu sebagai berikut:

1. FIFO

First In First Out atau sering juga disebut *First Come First Service* (FCFS) merupakan peraturan untuk melayani pengguna layanan yang datang terlebih dahulu (datang awal). Contohnya adalah seperti antrian untuk melakukan pembayaran di supermarket.

2. LIFO

Last In First Out atau sering dikenal dengan *Last Come First Served* (FCFS) merupakan kebalikan dari FCFS yaitu peraturan dimana pengguna layanan yang datang paling akhir yang akan dilayani terlebih dahulu. Contohnya seperti pada angkutan barang, dimana yang paling belakang yang dikeluarkan terlebih dahulu.

3. SIRO

Service In Random Order atau sering dikenal dengan *Random Selection For Service* (RSS) merupakan aturan antrian dimana pelayanan dilakukan secara acak misalnya seperti arisan dimana *service* dilakukan berdasarkan undian.

4. PRI

Priority Service merupakan aturan antrian dimana pelayanan didasarkan oleh prioritas khusus misalnya dalam acara konser musik dimana para penonton yang mempunyai tiket VIP akan dipersilahkan masuk terlebih dahulu.

(Kakiy, 2004)

3.8.5 Notasi Kendall

Notasi Kendall merupakan notasi yang digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik suatu sistem antrian. Simbol yang merupakan unsur-unsur dasar dari model baris antrian (Kakiy, 2004):

$$(a/b/c):(d/e/f) \quad (3.59)$$

dimana

a : Distribusi kedatangan (*Arrival Distribution*)

b : Distribusi waktu pelayanan (*Service Time Departure*)

c : Jumlah fasilitas pelayanan dalam paralel, dimana $c = 1, 2, 3, \dots, \infty$

d : Disiplin antrian

e : Jumlah pengguna layanan maksimum yang diizinkan dalam sistem

f : Jumlah pengguna layanan yang ingin memasuki sistem sebagai sumber

Kode pada notasi standar **persamaan 3.59** juga dapat dirubah dengan kode pada distribusi yang terjadi seperti (Kakiy, 2004):

M : Distribusi kedatangan atau keberangkatan dari proses *Poisson*

D : Waktu pelayanan distribusi *Eksponensial*

s : Jumlah fasilitas pelayanan dalam bentuk paralel atau seri

N : Jumlah maksimum pengguna layanan dalam sistem

E_d : Waktu pelayanan dengan parameter = d .

G : Distribusi umu dari *service time* atau keberangkatan

GI : Distribusi umum yang independen dari proses kedatangan

GD : *General Discipline* (disiplin umum) dalam antrian

NPD : *Non-Preemptive Discipline*

PRD : *Preemptive Discipline*

Contoh 3.5

- $(M/M/s):(GD/\infty/\infty)$

berarti:

M : Distribusi *Poisson* atau *Eksponensial* untuk distribusi kedatangan

M : Distribusi yang sama untuk waktu pelayanan

s : Jumlah server atau fasilitas pelayanan

GD : Disiplin Antrian

∞ : Jumlah maksimal yang diizinkan dalam sistem dan pengguna layanan dalam sistem tidak terbatas

- $(M/M/1):(GD/N/\infty)$

berarti:

M : Distribusi *Poisson* atau *Eksponensial* untuk distribusi kedatangan

M : Distribusi yang sama untuk waktu pelayanan

1 : Jumlah server atau fasilitas pelayanan adalah satu

GD : Disiplin Antrian

N : Jumlah maksimal yang diizinkan dalam sistem sebanyak N

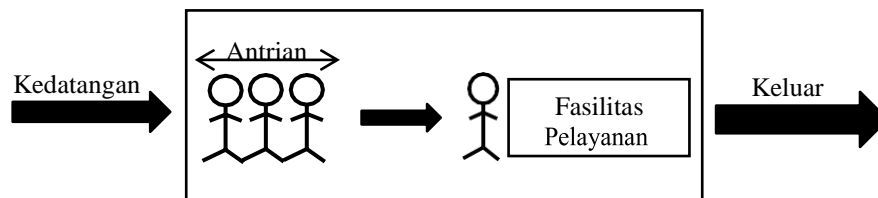
∞ : Pengguna layanan dalam sistem tidak terbatas

3.8.6 Struktur Antrian

Pada umumnya struktur antrian dibedakan berdasarkan jumlah jalur pelayanan (*channel*) dan jumlah tahapan (*phase*). Menurut Kakiay (2004), ada empat struktur dasar proses antrian yaitu sebagai berikut:

1. *Single Channel-Single Phase*

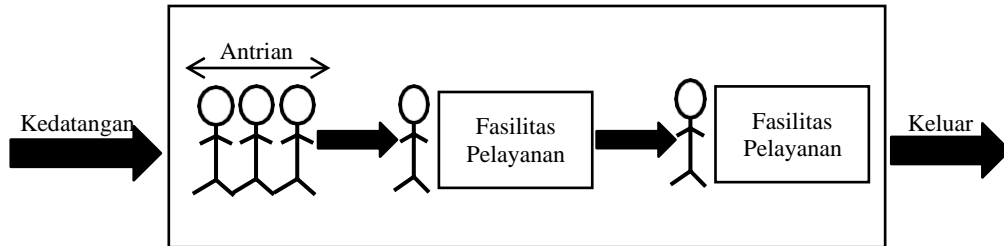
Sistem antrian ini merupakan sebuah sistem antrian yang memiliki satu jalur pelayanan dan satu tahapan pelayanan. Contohnya seperti antrian pada satu jendela *drive-thru* di McDonald.



Gambar 3.2. Struktur Antrian *Single Channel-Single Phase*, Sumber: (Kakiay, 2004)

2. *Single Channel-Multi Phase*

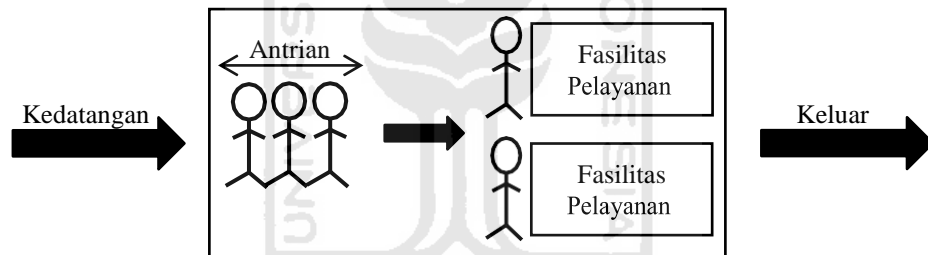
Sistem antrian ini merupakan sebuah sistem antrian yang memiliki satu jalur pelayanan dan beberapa tahapan pelayanan. Contohnya seperti antrian beberapa loket pembayaran di supermarket.



Gambar 3.3. Struktur Antrian *Single Channel-Multi Phase*, Sumber: (Kakiay, 2004)

3. *Multi Channel-Single Phase*

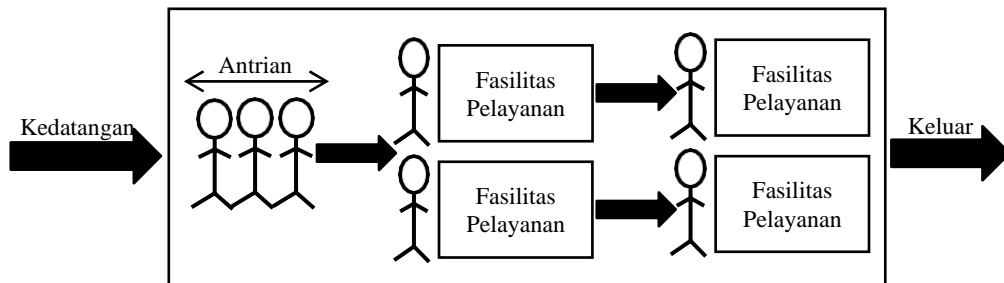
Sistem antrian ini merupakan sebuah sistem antrian yang memiliki beberapa jalur pelayanan dan satu tahapan pelayanan. Contohnya seperti antrian pada *customer service* bank.



Gambar 3.4. Struktur Antrian *Multi Channel-Single Phase*, Sumber: (Kakiay, 2004)

4. *Multi Channel-Multi Phase*

Sistem antrian ini merupakan sebuah sistem antrian yang memiliki beberapa jalur pelayanan dan beberapa tahapan pelayanan. Contohnya seperti antrian pada pembuatan SIM.



Gambar 3.5. Struktur Antrian *Multi Channel-Multi Phase*, Sumber: (Kakiay, 2004)

3.9 Ukuran *Steady State*

Dalam melakukan pengukuran *steady state* sistem antrian, harus melakukan penentuan probabilitas *steady state* terlebih dahulu. *Steady state* dapat diukur dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} \quad (3.60)$$

dengan:

ρ : Tingkat kesibukan atau utilitas fasilitas pelayanan

λ : Rata-rata jumlah kedatangan pengguna layanan

s : Jumlah fasilitas pelayanan

μ : Rata-rata jumlah pengguna layanan yang terlayani

Kondisi sistem antrian dikatakan stabil atau *steady state* ketika nilai ρ kurang dari 1, yang artinya tingkat kedatangan tidak melebihi kecepatan pelayanan. Apabila nilai ρ sama dengan 1, dapat diartikan bahwa tingkat kedatangan dan kecepatan pelayanan dalam kondisi yang sama (Taha, 1996).

3.10 Model Sistem Antrian

3.10.1 Model Sistem Antrian (M/M/1):(GD/∞/∞)

Model ini mempunyai pola kedatangan berdistribusi *Poisson* dan waktu pelayanan berdistribusi *Eksponensial*. Dalam situasi ini, kedatangan membentuk satu jalur tunggal untuk dilayani oleh satuan sistem tunggal. Perumusan nilai L_s dalam model antrian M/M/1 diperoleh berdasarkan rantai markov. Jika diasumsikan bahwa laju kedatangan adalah λ dan proporsi waktu dalam keadaan 0 adalah P_0 , maka laju dimana proses meninggalkan keadaan 0 adalah λP_0 . Dimana keadaan 0 hanya bisa dicapai dari keadaan 1 melalui sebuah kedatangan. Artinya, jika ada satu pengguna layanan dalam sistem dan dia melengkapinya, maka sistem menjadi kosong karena tingkat pelayanan μ dan proporsi waktu sistem memiliki tepat satu pengguna layanan adalah P_1 , maka laju proses memasuki keadaan 0 adalah λP_1 (Ross, 2007). Jadi berdasarkan prinsip tersebut didapatkan persamaan:

$$\lambda P_0 = \mu P_1 \quad (3.61)$$

Jika keadaan saat ini dimisalkan sebagai n , maka keadaan sebelumnya adalah $n - 1$ dan keadaan selanjutnya adalah $n + 1$, maka berdasarkan **persamaan 3.61** diperoleh:

$$(\lambda + \mu)P_n = \lambda P_{n-1} + \mu P_{n+1} \quad (3.62)$$

Dari **persamaan 3.61** dan **persamaan 3.62**, maka diperoleh:

$$P_1 = \frac{\lambda}{\mu} P_0 \quad (3.63)$$

$$P_2 = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2 P_0 \quad (3.64)$$

⋮

$$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0 \quad (3.65)$$

Jika $\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1$, maka $P_0 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\lambda^n}{\mu^n}$, kemudian diperoleh:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\lambda^n}{\mu^n}} \quad (3.66)$$

Tingkat kesibukan (ρ) dinyatakan sebagai $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$, maka:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n = \sum_{n=0}^{\infty} (\rho)^n \quad (3.67)$$

$$= \frac{1}{1-\rho} \quad (3.68)$$

dimana nilai $\rho < 1$, kemudian diperoleh persamaan-persamaan berikut:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\lambda^n}{\mu^n}} = 1 - \rho \quad (3.69)$$

$$P_1 = \rho P_0 \quad (3.70)$$

$$P_2 = (\rho)^2 P_0 \quad (3.71)$$

⋮

$$P_n = (\rho)^n P_0 \quad (3.72)$$

$$P_n = (\rho)^n (1 - \rho) \quad (3.73)$$

Tingkat kesibukan atau *steady state* pada sistem dengan model ini terpenuhi ketika nilai $\rho < 1$, yang artinya kedatangan pengguna layanan dapat terlayani semuanya. Ketika nilai $\rho > 1$, maka *steady state* tidak terpenuhi karena



kedatangan pengguna layanan tidak dapat terlayani semuanya sehingga terjadi penumpukan dalam sistem antrian. Jika nilai $\rho = 0$, maka *steady state* tidak terpenuhi karena tidak terjadi antrian sama sekali dalam sistem.

Ukuran kinerja sistem antrian yang dapat dihitung dalam keadaan *steady state* pada model antrian (M/M/1):(GD/∞/∞) adalah sebagai berikut:

1. Jumlah rata-rata pengguna layanan menunggu dalam sistem (L_s)

$$L_s = \sum_{n=0}^{\infty} n P_n \quad (3.74)$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} n \rho^n (1 - \rho)$$

$$L_s = (1 - \rho) \sum_{n=0}^{\infty} n \rho^n \quad (3.75)$$

dimana $\rho^n = \rho^1 \cdot \rho^{n-1}$, maka

$$L_s = (1 - \rho) \rho \sum_{n=0}^{\infty} n \rho^{n-1} \quad (3.76)$$

$$= (1 - \rho) \rho \frac{d}{d\rho} \left(\sum_{n=0}^{\infty} \rho^n \right)$$

$$= (1 - \rho) \rho \frac{d}{d\rho} \left(\frac{1}{1 - \rho} \right)$$

$$= (1 - \rho) \rho \frac{1}{(1 - \rho)^2}$$

$$= \frac{\rho}{(1 - \rho)}$$

$$L_s = \frac{\lambda}{(\mu - \lambda)} \quad (3.77)$$

2. Jumlah rata-rata pengguna layanan menunggu dalam antrian (L_q)

$$L_q = L_s - \rho \quad (3.78)$$

atau

$$L_q = \frac{\lambda}{(\mu - \lambda)} - \frac{\lambda}{\mu} \quad (3.79)$$

$$= \frac{\mu\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} - \frac{\lambda(\mu - \lambda)}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (3.80)$$

3. Waktu rata-rata pengguna layanan menunggu dalam sistem (W_s)

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} \quad (3.81)$$

atau



$$W_s = \frac{\frac{\lambda}{(\mu-\lambda)}}{\lambda} \quad (3.82)$$

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

$$= \frac{\lambda}{\lambda(\mu-\lambda)}$$

$$W_s = \frac{1}{(\mu-\lambda)} \quad (3.83)$$

4. Waktu rata-rata pengguna layanan menunggu dalam antrian (W_q)

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} \quad (3.84)$$

atau

$$W_q = \frac{1}{(\mu-\lambda)} - \frac{1}{\mu} \quad (3.85)$$

$$= \frac{\mu}{\mu(\mu-\lambda)} - \frac{(\mu-\lambda)}{\mu(\mu-\lambda)}$$

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)} \quad (3.86)$$

(Ross, 2007)

3.10.2 Model Sistem Antrian (M/M/s):(GD/∞/∞)

Model ini mempunyai pola kedatangan berdistribusi *Poisson* dan waktu pelayanan berdistribusi *Eksponensial*. Laju kedatangan disimbolkan dengan λ , waktu pelayanan disimbolkan dengan μ , dan banyaknya fasilitas pelayanan disimbolkan dengan s . Penggunaan s fasilitas pelayanan bertujuan agar penyedia layanan dapat melakukan beberapa proses pelayanan secara bersamaan. Jika jumlah pengguna layanan adalah n dan $n \geq s$ maka laju keberangkatan gabungan adalah $s\mu$, sedangkan jika $n < s$ maka laju pelayanan sama dengan $n\mu$. Oleh karena itu dalam bentuk model yang digeneralisasikan, diperoleh:

$$\lambda_n = \lambda \quad n \geq 0 \quad (3.87)$$

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & n \leq s \\ s\mu & n \geq s \end{cases} \quad (3.88)$$

P_n untuk $n < s$ sebagai

$$P_n = \rho P_0 \quad (3.89)$$

$$= \frac{\lambda^n}{\mu(2\mu)(3\mu)\dots(n\mu)} P_0$$



$$P_n = \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} P_0 \quad (3.90)$$

P_n untuk $n \geq s$,

$$P_n = \rho P_0 = \frac{\lambda^n}{\mu(2\mu) \dots (s-1)\mu(s\mu)(s\mu)} P_0$$

$$P_n = \frac{\lambda^n}{s! s^{n-1} \mu^n} P_0 \quad (3.91)$$

Karena $\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$ maka nilai P_0 ditentukan dari $\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1$ yang memberikan

$$P_0 \left\{ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} + \frac{1}{s!} \sum_{n=s}^{\infty} \frac{\lambda^n}{s^{n-s} \mu^n} \right\} = 1 \quad (3.92)$$

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} + \frac{1}{s!} \sum_{n=s}^{\infty} \frac{\lambda^n}{s^{n-s} \mu^n} \right\} \quad (3.93)$$

Jika dimisalkan $k = n - s$, maka diperoleh

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} + \frac{1}{s!} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\lambda^{k+s}}{s^k \mu^{k+s}} \right\} \quad (3.94)$$

Karena $\sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{\lambda}{s\mu} \right)^k$ merupakan deret geometri tak hingga, maka

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} + \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda^s}{\mu^s} \right) \left(\frac{1}{1 - \frac{\lambda}{s\mu}} \right) \right\} \quad (3.95)$$

atau

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu^n} + \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda^s}{\mu^s} \right) \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right) \right\} \quad (3.96)$$

Ukuran kinerja sistem antrian yang dapat dihitung dalam keadaan *steady state* pada model antrian (M/M/s):(GD/∞/∞) adalah sebagai berikut:

1. Jumlah rata-rata pengguna layanan menunggu dalam antrian (L_q)

$$L_q = \sum_{n=s}^{\infty} (n - s) P_n, \text{ dimana } k = n - s, \quad (3.97)$$

maka diperoleh

$$Lq = \sum_{k=0}^{\infty} k P_{k+s} \tag{3.98}$$

$$= \sum_{k=0}^{\infty} k \frac{\rho^{k+s}}{s^k s!} P$$

$$L = P \frac{\rho^s}{s!} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\rho^{k-1}}{s^k} k \binom{\cdot}{s} \tag{3.99}$$

dan



$$L_q = \sum_{k=0}^{\infty} k \binom{\rho}{s} \rho^{k-1} \quad (3.100)$$

$$= \frac{d}{d \binom{\rho}{s}} \sum_{k=0}^{\infty} \rho^k$$

$$= \frac{d}{d \binom{\rho}{s}} \left[\frac{1}{1-\frac{\rho}{s}} \right]$$

$$L_q = \frac{1}{\left(1-\frac{\rho}{s}\right)^2} \quad (3.101)$$

maka

$$L = P \sum_{s=0}^{\infty} \frac{\rho^s \rho}{s! s} \left[\frac{1}{\left(1-\frac{\rho}{s}\right)^2} \right] \quad (3.102)$$

$$= P \sum_{s=0}^{\infty} \frac{\rho^s \rho}{s! s} \left[\frac{s^2}{(s-\rho)^2} \right]$$

$$= P \sum_{s=0}^{\infty} \frac{\rho^s \rho}{s(s-1)! s} \left[\frac{s^2}{(s-\rho)^2} \right]$$

$$= P \sum_{s=0}^{\infty} \frac{\rho^{s+1}}{(s-1)! (s-\rho)^2}$$

$$L_q = \frac{P_0}{(s-1)!} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{s+1}}{\left(s-\frac{\lambda}{\mu}\right)^2} \quad (3.103)$$

2. Jumlah rata-rata pengguna layanan menunggu dalam sistem (L_s)

$$L_s = L_q + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right) \quad (3.104)$$

atau

$$L_s = \frac{P_0}{(s-1)!} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{s+1}}{\left(s-\frac{\lambda}{\mu}\right)^2} + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right) \quad (3.105)$$

3. Waktu rata-rata pengguna layanan menunggu dalam antrian (W_q)

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (3.106)$$

atau

$$W = \frac{P_0}{q} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{s+1}}{(s-1)! \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2} \cdot \left(\frac{1}{\lambda}\right) \quad (3.107)$$

4. Waktu rata-rata pengguna layanan menunggu dalam sistem (W_s)

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} \quad (3.108)$$



atau

$$W_s = \left[\frac{P_0}{(s-1)!} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{s+1}}{\left(s-\frac{\lambda}{\mu}\right)} + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right) \right] \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{-1} \quad (3.109)$$

Jika s pada rumus P_0 persamaan 3.96 model M/M/s diberikan nilai 1, maka diperoleh:

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{1-1} \frac{\lambda^n}{n! \mu} + \frac{\lambda}{1! \mu} \left(\frac{\lambda}{\mu-\lambda}\right) \right\}^{-1}$$

$$= \left\{ \frac{1}{0! \mu} (\lambda)^0 + \frac{\lambda}{\mu} \left(\frac{\lambda}{\mu-\lambda}\right) \right\}^{-1}$$

$$= \left\{ 1 + \left(\frac{\lambda}{\mu-\lambda}\right) \right\}^{-1}$$

$$= \left\{ \left(\frac{\mu-\lambda}{\mu-\lambda}\right) + \left(\frac{\lambda}{\mu-\lambda}\right) \right\}^{-1}$$

$$= \left\{ \frac{\mu}{\mu-\lambda} \right\}^{-1}$$

$$= \frac{1}{\frac{\mu}{\mu-\lambda}}$$

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

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

$$= 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$P_0 = 1 - \rho$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa ketika s memiliki nilai 1 (jumlah server atau fasilitas pelayanan adalah 1) maka akan dikembalikan pada model M/M/1.

(Ross, 2007)



BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

41 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian kali ini adalah semua pengguna layanan pengecekan nomor fisik kendaraan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara dan sampel yang digunakan adalah pengguna layanan pengecekan nomor fisik kendaraan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara pada tanggal 14 Mei sampai dengan 20 Mei 2020 pada jam kerja kantor yaitu pukul 08.00-12.00 WIB.

42 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan pada tanggal 14 Mei sampai dengan 20 Mei 2020 dari pukul 08.00-12.00 WIB.

43 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua variabel, yaitu jumlah kedatangan dan jumlah pelayanan. Berikut pengertiannya:

Tabel 4.1. Variabel Penelitian

No	Nama Variabel	Kode	Definisi	Satuan/ Skala	Contoh
1	Jumlah Kedatangan	x	Banyaknya kendaraan yang masuk untuk dilayani dalam setiap hari mulai dari jam 08.01-12.00 WIB.	Unit/ nominal	Hari Senin jumlah kendaraan yang datang sebanyak 60 unit
2	Jumlah Pelayanan	y	Banyaknya kendaraan yang dapat dilayani dalam setiap hari mulai dari jam 08.01-12.00 WIB.	Unit/ nominal	Hari Senin jumlah kendaraan yang dapat dilayani sebanyak 52 unit

44 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data hasil observasi dengan melakukan pengamatan secara langsung pada objek penelitian guna mendapatkan data sistem antrian. Pencatatan data dilakukan mulai dari waktu kendaraan memasuki area teknisi pengecekan nomor fisik kendaraan sampai dengan mendapatkan bukti nomor fisik kendaraannya.

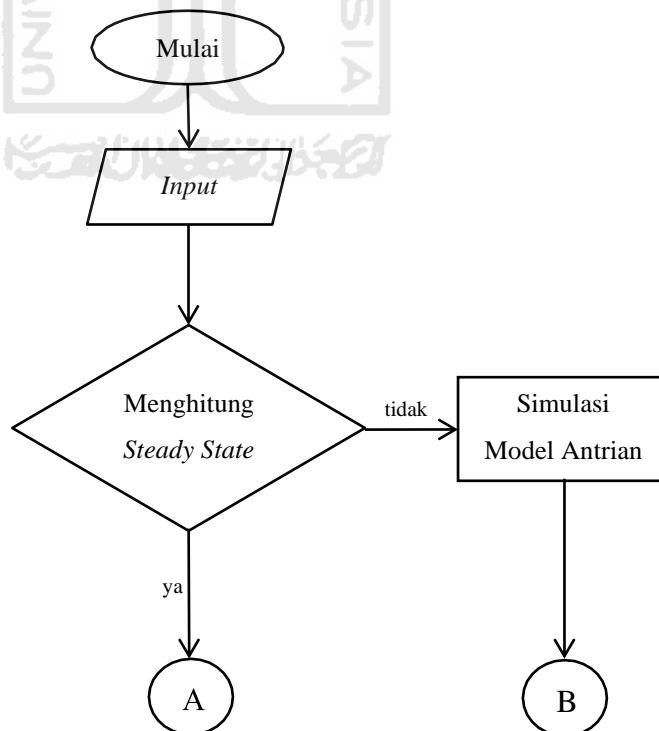
45 Metode Analisis Data

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini mulai dari pengambilan data sampai tahap analisis:

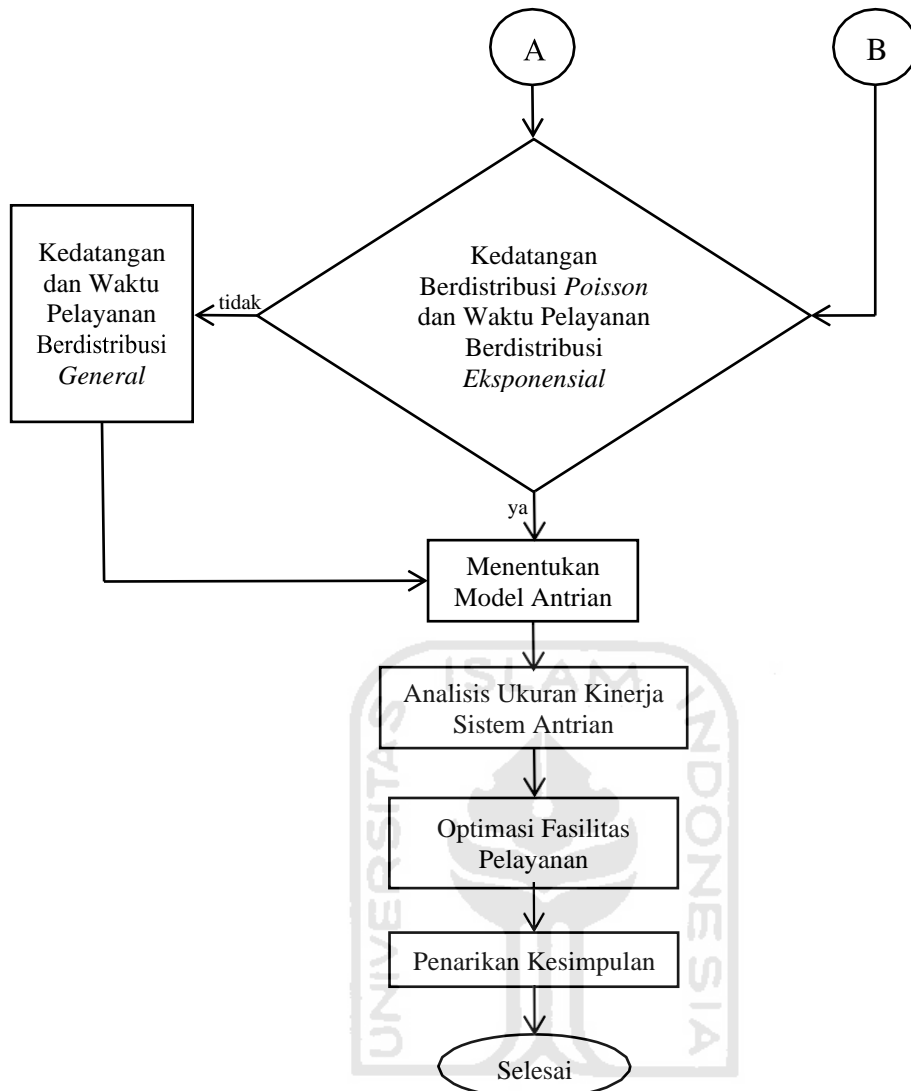
1. Melakukan pengambilan data dari antrian pengecekan nomor fisik kendaraan yang ada di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara. Dalam hal ini, data yang diambil yaitu data jumlah kendaraan yang siap dilakukan pengecekan nomor fisik dan waktu dari kedatangan kendaraan tersebut sampai dengan selesai dilayani.
2. Melakukan perekapan data untuk pengolahan data.
3. Menghitung nilai *steady state*.
4. Menentukan distribusi untuk kedatangan dan waktu pelayanan.
5. Menentukan model sistem antrian.
6. Melakukan analisis ukuran kinerja sistem antrian.
7. Melakukan optimasi fasilitas pelayanan.
8. Menyimpulkan hasil analisis.

46 Tahapan Penelitian

Tahapan untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1. Flowchart Penelitian



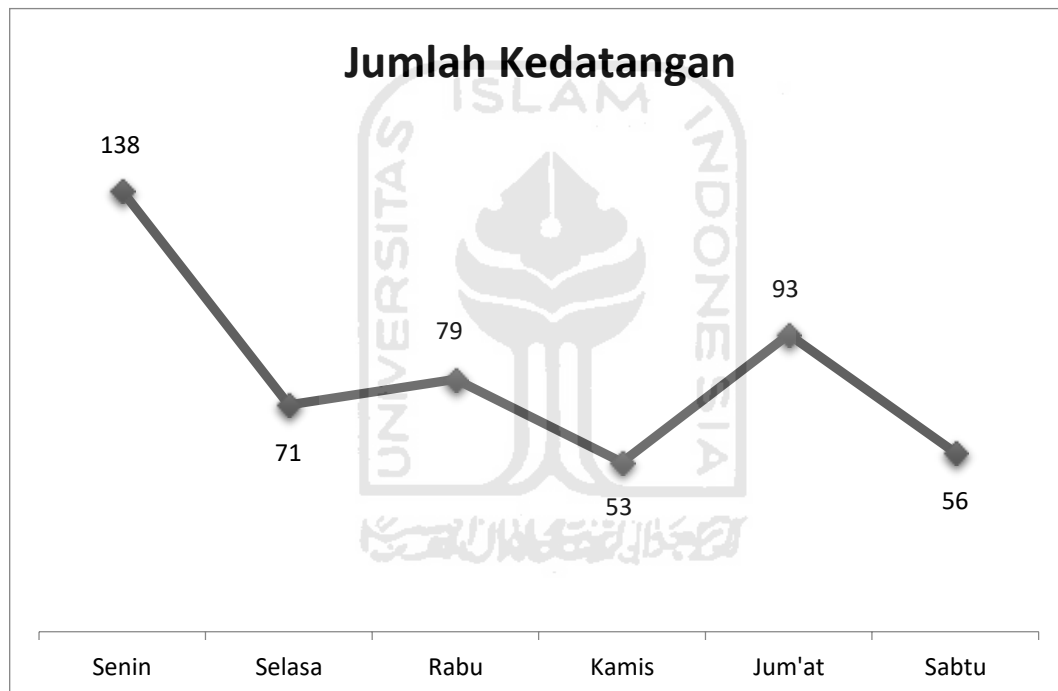
Gambar 4.2. *Flowchart* Penelitian Lanjutan

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kedatangan Kendaraan

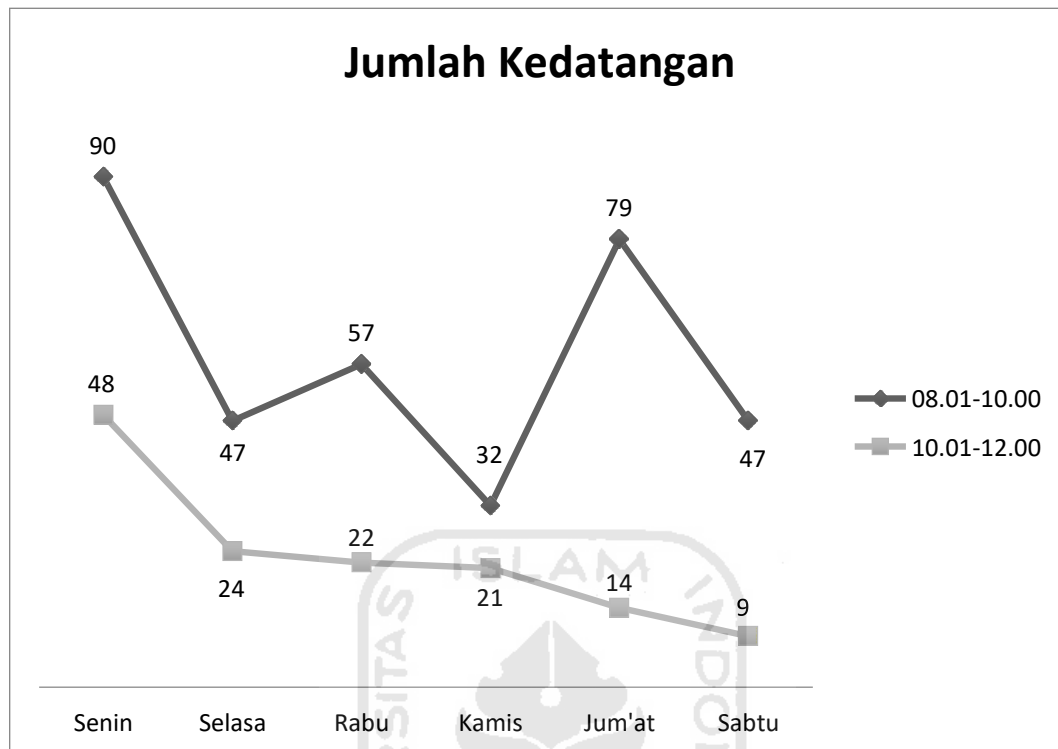
Jumlah kedatangan kendaraan adalah banyaknya kendaraan yang datang dalam sistem antrian pada Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara dalam kurun waktu tertentu. Data kendaraan yang dihitung adalah jumlah kendaraan yang masuk dalam sistem antrian setiap harinya selama satu minggu tanpa melihat jenis dan merek kendaraannya. Dari data yang telah dikumpulkan, diperoleh data kendaraan selama satu minggu yang sudah penulis sajikan pada **Gambar 5.1**.



Gambar 5.1. Grafik Jumlah Kedatangan Kendaraan Selama Satu Minggu

Berdasarkan data pada **Gambar 5.1**, diperoleh informasi bahwa jumlah kendaraan yang masuk dalam sistem paling banyak tercatat pada hari senin yaitu sebanyak 138 kendaraan, sedangkan kedatangan kendaraan yang paling sedikit tercatat pada hari kamis yaitu sebanyak 53 kendaraan dengan total kendaraan yang mendatangi layanan pengecekan nomor fisik kendaraan dalam satu minggu sebanyak 490 kendaraan. Dari data tersebut juga didapatkan nilai rata-rata jumlah kedatangan kendaraan (λ) adalah sebanyak 81,6667 kendaraan atau dibulatkan

menjadi 82 kendaraan tiap harinya. Penulis juga merangkum data jumlah kedatangan kendaraan tiap dua jam dalam grafik **Gambar 2.2**.

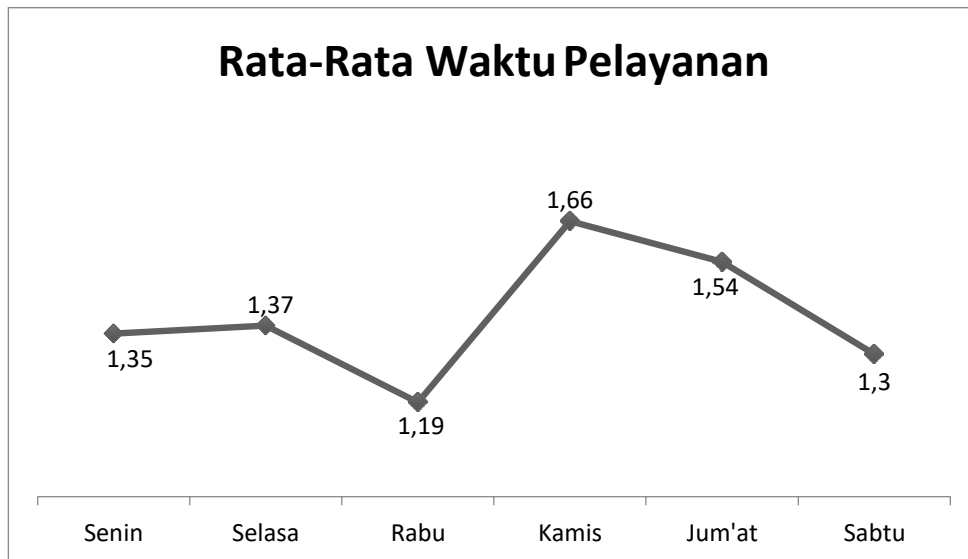


Gambar 5.2. Grafik Jumlah Kedatangan Kendaraan Tiap Dua Jam

Berdasarkan data pada **Gambar 5.2**, diperoleh informasi bahwa jumlah kendaraan yang masuk dalam sistem paling banyak tercatat pada hari Senin pukul 08.01-10.00 WIB yaitu sebanyak 90 kendaraan, sedangkan kedatangan kendaraan yang paling sedikit tercatat pada hari Sabtu pukul 10.01-12.00 WIB yaitu sebanyak 9 kendaraan.

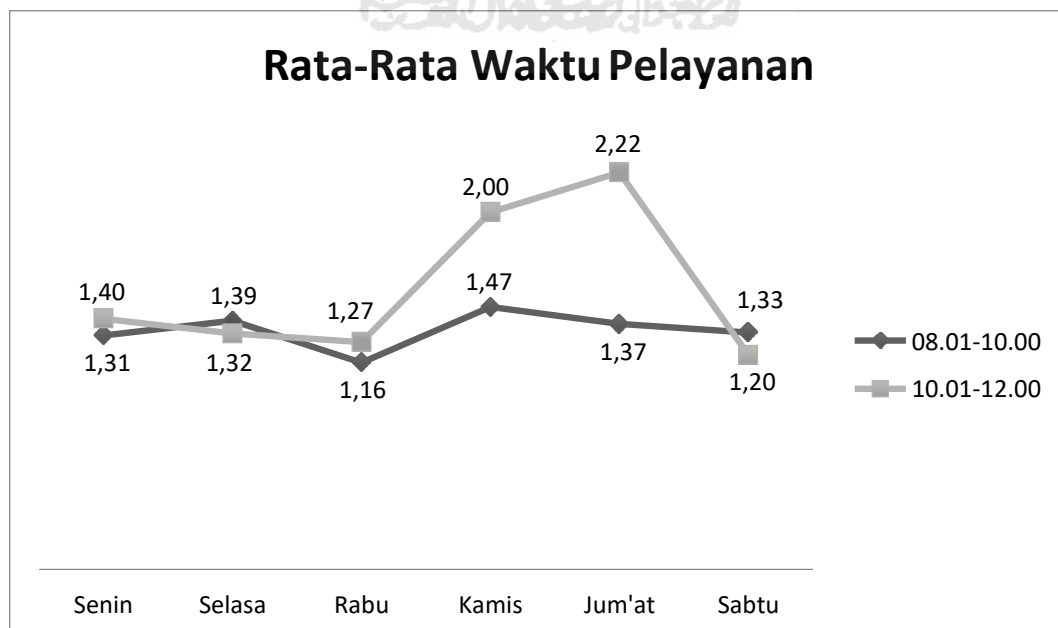
52 Waktu Pelayanan

Waktu pelayanan adalah waktu yang diperlukan fasilitas pelayanan untuk menyelesaikan setiap permintaan layanan pada Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara. Waktu yang dimaksudkan ini adalah waktu dimana pemohon pengecekan nomor fisik kendaraan yang sudah mendapatkan giliran untuk dilayani sampai dengan mendapatkan bukti nomor fisik kendaraan. Dari data yang telah dikumpulkan, diperoleh data rata-rata waktu pelayanan setiap kendaraan dalam satu minggu yang sudah penulis sajikan pada **Gambar 5.3**.



Gambar 5.3. Grafik Rata-Rata Waktu Pelayanan Dalam Satuan Menit

Berdasarkan data pada **Gambar 5.3**, diperoleh informasi bahwa rata-rata waktu pelayanan yang dibutuhkan teknisi untuk menyelesaikan pengecekan nomor fisik kendaraan paling lama tercatat pada hari Kamis yaitu selama 1,66 menit untuk satu kendaraan, sedangkan waktu pelayanan yang paling singkat atau cepat tercatat pada hari Sabtu yaitu selama 1,3 menit untuk satu kendaraan. Dari data tersebut penulis juga mendapatkan informasi jumlah kendaraan yang terlayani (μ) sebanyak 42,8292 kendaraan atau dibulatkan menjadi 43 kendaraan setiap jamnya. Penulis juga merangkum data rata-rata waktu pelayanan setiap kendaraan tiap dua jam yang sudah penulis sajikan dalam grafik **Gambar 5.4**.



Gambar 5.4. Grafik Jumlah Kedatangan Kendaraan Tiap Dua Jam

Berdasarkan data pada **Gambar 5.4**, diperoleh informasi bahwa rata-rata waktu pelayanan yang dibutuhkan teknisi untuk menyelesaikan pengecekan nomor fisik kendaraan paling lama tercatat pada hari Jum'at pukul 10.01-12.00 WIB yaitu selama 2,22 menit untuk satu kendaraan, sedangkan waktu pelayanan yang paling singkat atau cepat tercatat pada hari Sabtu pukul 10.01-12.00 WIB yaitu selama 1,2 menit untuk satu kendaraan.

5.3 Menentukan Ukuran *Steady State*

Tingkat kesibukan teknisi pengecekan nomor fisik kendaraan dapat dihitung dengan menggunakan nilai dari rata-rata kedatangan kendaraan (λ) dan rata-rata jumlah kendaraan yang terlayani dalam kurun waktu tertentu (μ), kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus pada **persamaan 3.60**. Dari data yang penulis dapatkan, diperoleh nilai λ yaitu 81,6667 dan nilai μ yaitu 42,8292, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} = \frac{81,6667}{2 \times 42,8292} = 0,9534$$

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai *steady state* (ρ) sebesar 0,9534 yang mana nilai tersebut kurang dari 1. Artinya adalah tingkat kedatangan kendaraan yang melakukan pengecekan nomor fisik di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara tidak melebihi kecepatan pelayanan.

5.4 Uji Kecocokan Distribusi

5.4.1 Pengujian Distribusi Kedatangan

Kedatangan kendaraan diasumsikan mengikuti suatu distribusi tertentu yaitu distribusi *Poisson* karena kedatangan kendaraan sekarang (saat ini) tidak dipengaruhi oleh kedatangan kendaraan sebelum dan sesudahnya. Oleh karena itu dilakukan pengujian distribusi kedatangan untuk melihat apakah kedatangan kendaraan mengikuti distribusi *Poisson* atau tidak dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan melihat nilai *Different Absolute* (D). Kemudian nilai D tersebut dibandingkan dengan nilai D^* yang merupakan nilai kritis yang diperoleh dari tabel *Kolmogorov-Smirnov*. Hasil pengujian *Kolmogorov-Smirnov* bertujuan untuk melihat tingkat kesesuaian antara fungsi distribusi hasil pengamatan dengan fungsi distribusi teoritis tertentu dengan menentukan suatu

titik yang menggambarkan perbedaan maksimum keduanya. Penulis akan mencari nilai *Different Absolute* (D) dengan menggunakan rumus pada **persamaan 3.57**. Berikut merupakan tabel perhitungan untuk mencari nilai *Different Absolute* (D) sebelum dilakukan pengujian hipotesis:

Tabel 5.1. Uji Distribusi Kedatangan Untuk Mencari Nilai D

Jumlah Kedatangan	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	$S(x)$	$f_0(x)$	$ S(x) - f_0(x) $
53	1	1	0,1667	0,0005	0,1662
56	1	2	0,3333	0,0017	0,3316
71	1	3	0,5000	0,1291	0,3709
79	1	4	0,6667	0,4120	0,2546
93	1	5	0,8333	0,9028	0,0695
138	1	6	1	1	0

Pada **Tabel 5.1**, nilai $S(x)$ merupakan fungsi distribusi kumulatif data sampel, sedangkan $f_0(x)$ merupakan fungsi kumulatif dari distribusi yang dihipotesiskan. Nilai *Different Absolute* (D) didapatkan dari nilai tertinggi $|S(x) - f_0(x)|$. Berdasarkan analisis pada **Tabel 5.1**, diperoleh nilai tertinggi dari $|S(x) - f_0(x)|$ yaitu 0,3709 yang diasumsikan sebagai nilai D. Kemudian untuk nilai $D^*(\alpha = 0,05)$ diperoleh dari tabel *Kolmogorov-Smirnov* sebesar 0,519. Jika dibandingkan, nilai D lebih kecil dari $D^*(\alpha = 0,05)$ sehingga diperoleh keputusan gagal tolak H_0 yang artinya bahwa kedatangan kendaraan berdistribusi *Poisson*. Berikut pengujian distribusi kedatangan kendaraan pada Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara:

1. Uji Hipotesis

H_0 : Kedatangan kendaraan berdistribusi *Poisson*.

H_1 : Kedatangan kendaraan tidak berdistribusi *Poisson*.

2. Taraf Signifikansi

$\alpha = 0,05$.

3. Daerah Kritis

Tolak H_0 jika $D > D^*(\alpha = 0,05)$.

4. Statistika Uji

Tabel 5.2. Uji Distribusi Kedatangan

D	Tanda	$D^*(\alpha = 0,05)$	Keputusan
0,3709	<	0,519	Gagal tolak H_0

5. Kesimpulan

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%, ditarik kesimpulan bahwa kedatangan kendaraan berdistribusi *Poisson*.

5.4.2 Pengujian Distribusi Pelayanan

Pelayanan pengguna layanan pada pengecekan nomor fisik kendaraan diasumsikan mengikuti suatu distribusi tertentu yaitu distribusi *Ekspensial* karena waktu pelayanan sekarang tidak dipengaruhi oleh waktu pelayanan sebelum dan sesudahnya. Oleh karena itu dilakukan pengujian distribusi pelayanan untuk melihat apakah pelayanan pengguna layanan mengikuti distribusi *Ekspensial* atau tidak dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Sebelumnya penulis akan mencari nilai *Different Absolute* (D) terlebih dahulu dengan menggunakan rumus pada **persamaan 3.57**. Berikut merupakan tabel perhitungan untuk mencari nilai *Different Absolute* (D):

Tabel 5.3. Uji Distribusi Pelayanan Untuk Mencari Nilai D

Waktu Pelayanan (menit)	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	$S(y)$	$f_0(y)$	$ S(y) - f_0(y) $
1	380	380	0,7755	0,5125	0,2630
2	39	419	0,8551	0,7623	0,0928
3	63	482	0,9837	0,8841	0,0995
4	5	487	0,9939	0,9435	0,0504
5	3	490	1	0,9725	0,0275

Berdasarkan analisis pada **Tabel 5.3**, diperoleh nilai tertinggi dari $|S(y) - f_0(y)|$ yaitu 0,263 yang penulis asumsikan sebagai nilai D. Kemudian untuk mendapatkan nilai $D^*(\alpha= 0,05)$ digunakan tabel *Kolmogorov-Smirnov* dan diperoleh hasil 0,563. Jika dibandingkan, nilai D lebih kecil dari $D^*(\alpha= 0,05)$ sehingga diperoleh keputusan gagal tolak H_0 yang artinya bahwa waktu pelayanan berdistribusi *Ekspensial*. Berikut pengujian distribusi waktu pelayanan pada Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara:

1. Uji Hipotesis

H_0 : Waktu pelayanan berdistribusi *Ekspensial*.

H_1 : Waktu pelayanan tidak berdistribusi *Ekspensial*.

2. Taraf Signifikansi

$\alpha= 0,05$.

3. Daerah Kritis

Tolak H_0 jika $D > D^*(\alpha = 0,05)$.

4. Statistika Uji

Tabel 5.4. Uji Distribusi Pelayanan

D	Tanda	$D^*(\alpha = 0,05)$	Keputusan
0,263	<	0,563	Gagal tolak H_0

5. Kesimpulan

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%, ditarik kesimpulan bahwa waktu pelayanan berdistribusi *Eksponensial*.

5.5 Model Antrian

Sistem antrian di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan merupakan sistem antrian dengan beberapa tahapan atau *Multi Phase* jika dilihat dari awal registrasi atau pendaftaran untuk melakukan pengecekan nomor fisik kendaraan. Penelitian kali ini, penulis hanya menggunakan satu tahapan saja yaitu dimulai dari pengguna layanan mendatangi teknisi pengecekan nomor fisik kendaraan sampai dengan mendapatkan bukti nomor kendaraannya. Jadi struktur antrian yang digunakan adalah *Multi Channel- Single Phase* dengan *layout* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.4**, karena hanya terdapat satu tahapan pelayanan dan dua fasilitas pelayanan untuk melayani pengguna layanan dalam pengecekan nomor fisik kendaraan.

Berdasarkan pengujian distribusi kedatangan dan waktu pelayanan, Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan berdistribusi *Poisson* untuk kedatangan kendaraan dan berdistribusi *Eksponensial* untuk waktu pelayanan, sedangkan disiplin antrian yang berlaku adalah FCFS (*First Come First Service*) dengan kapasitas sistem antrian tidak terbatas atau *infinite*. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan memiliki model antrian $(M/M/2:FCFS/\infty/\infty)$.

5.6 Pengukuran Kinerja Sistem Antrian

Setelah diketahui nilai *steady state* dan model sistem antrian pada Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan, penulis

dapat melakukan pengukuran kinerja sistem antrian dengan menggunakan rumus pada **persamaan 3.96** untuk P_0 , **persamaan 3.103** untuk L_q , **persamaan 3.104** untuk L_s , **persamaan 3.106** untuk W_q , dan **persamaan 3.108** untuk W_s . Berikut adalah proses perhitungannya:

1. Probabilitas tidak terdapat pengunjung dalam sistem (P_0).

$$\begin{aligned}
 P_0 &= \left\{ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n + \frac{1}{s!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right) \right\}^{-1} \\
 &= \left\{ \sum_{n=0}^{1} \frac{1}{n!} \left(\frac{1,9068}{42,8292} \right)^n + \frac{1}{2!} \left(\frac{1,9068}{42,8292} \right)^2 \left(\frac{2 \cdot 42,8292}{2 \cdot 42,8292 - 1,9068} \right) \right\}^{-1} \\
 &= \left\{ \frac{1}{0!} (1,9068)^0 + \frac{1}{1!} (1,9068)^1 + \frac{1}{2!} (1,9068)^2 \left(\frac{85,6584}{3,9917} \right) \right\}^{-1} \\
 &= \{1 + 1,9068 + 39,0116\}^{-1} \\
 &= \frac{1}{41,9184}
 \end{aligned}$$

$$P_0 = 0,0244$$

2. Jumlah rata-rata pengguna layanan menunggu dalam antrian (L_q).

$$\begin{aligned}
 L_q &= \frac{P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^{s+1}}{(s-1)! \frac{\lambda^2}{\mu^2}} \\
 &= \frac{0,0238 \left(\frac{42,8292}{81,6667} \right)^{2+1}}{(2-1)! \frac{42,8292^2}{81,6667^2}} \\
 &= 0,0238 \frac{6,9329}{0,0087}
 \end{aligned}$$

$$L_q = 19,4614$$

3. Jumlah rata-rata pengguna layanan menunggu dalam sistem (L_s).

$$L_s = L_q + \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)$$

$$= 18,9659 + \frac{81,6667}{42,8292}$$

$$L_s = 21,3682$$

4. Waktu rata-rata pengguna layanan menunggu dalam antrian (W_q).



$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

$$= \frac{18,9659}{81,6667}$$

$$W_q = 0,2383$$

5. Waktu rata-rata pengguna layanan menunggu dalam sistem (W_s).

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

$$= \frac{20,8727}{81,6667}$$

$$W_s = 0,2617$$

Tabel 5.5. Pengukuran Kinerja Sistem Antrian dengan 2 Fasilitas Pelayanan

λ	μ	ρ (%)	P_0 (%)	L_q (orang)	L_s (orang)	W_q (menit)	W_s (menit)
81,67	42,83	95,34	2,44	19,46	21,37	14,3	15,7

Dari perhitungan kinerja sistem antrian dengan 2 fasilitas pelayanan pada

Tabel 5.5, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Tingkat kesibukan fasilitas pelayanan hampir mencapai 100% dan peluang tidak adanya pengguna layanan dalam sistem hanya 2,44%, sehingga fasilitas pelayanan masuk dalam kategori sangat sibuk.
2. Rata-rata pengguna layanan menunggu dalam antrian adalah sebanyak 20 orang tiap jamnya.
3. Rata-rata pengguna layanan menunggu dalam sistem adalah sebanyak 22 orang tiap jamnya.
4. Rata-rata waktu tunggu pengguna layanan dalam antrian kurang lebih selama 14,3 menit.
5. Rata-rata waktu tunggu pengguna layanan dalam sistem kurang lebih selama 15,7 menit.

5.7 Optimalisasi Fasilitas Pelayanan

Kinerja sistem antrian pengecekan nomor fisik kendaraan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara tergolong sangat sibuk dan perlu dilakukan optimasi pelayanan dengan melakukan penambahan fasilitas pelayanan. Optimasi ini dapat bertujuan untuk mengetahui jumlah fasilitas pelayanan yang paling optimal

digunakan. Berikut merupakan hasil perhitungan kinerja sistem antrian dengan menggunakan 2 dan 3 fasilitas pelayanan.

Tabel 5.6. Pengukuran Kinerja Sistem Antrian dengan 1, 2, 3 dan 4 Fasilitas Pelayanan

Jumlah Server	λ	μ	ρ (%)	P_0 (%)	L_q (orang)	L_s (orang)	W_q (menit)	W_s (menit)
1	81,67	42,83	190,68	-90,68	-4,01	-2,1	-2,95	-1,54
2	81,67	42,83	95,34	2,44	19,46	21,37	14,3	15,7
3	81,67	42,83	63,56	19,04	1,05	2,96	0,77	2,17
4	81,67	42,83	47,67	31,92	0,31	2,21	0,22	1,63

Hasil perhitungan kinerja sistem antrian pada **Tabel 5.6** menunjukkan bahwa kinerja sistem antrian dengan 3 fasilitas pelayanan atau teknisi mempunyai tingkat kesibukan sebesar 63,56% dan peluang tidak adanya pengguna layanan dalam sistem sebesar 19,04%. Jumlah rata-rata pengguna layanan menunggu dalam antrian kurang lebih 1 orang saja, sedangkan jumlah rata-rata pengguna layanan menunggu dalam sistem tidak lebih dari 3 orang saja. Rata-rata waktu tunggu pengguna layanan dalam sistem hanya sekitar 2 menit. Sementara kinerja sistem antrian dengan 4 fasilitas pelayanan atau teknisi mempunyai tingkat kesibukan 47,67% dan peluang tidak adanya pengguna layanan dalam sistem sebesar 31,92%. Jumlah rata-rata pengguna layanan menunggu dalam antrian tidak lebih 1 orang saja, sedangkan jumlah rata-rata pengguna layanan menunggu dalam sistem tidak lebih dari 3 orang saja. Rata-rata waktu tunggu pengguna layanan dalam sistem kurang dari 2 menit.

Jika dilihat dari tingkat kesibukan, kinerja sistem antrian pada 4 fasilitas pelayanan masih longgar sehingga teknisi akan lebih banyak menganggur. Oleh karena itu kinerja fasilitas pelayanan paling optimal adalah dengan menggunakan 3 fasilitas pelayanan.

5.8 Analisis Kinerja dan Optimalisasi Fasilitas Pelayanan Tiap Dua Jam

Penulis merangkum data jumlah kedatangan kendaraan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan dengan periode waktu tiap dua jam selama satu minggu yang sudah penulis sajikan pada **Tabel**

5.7 di bawah.

Tabel 5.7. Rata-Rata Jumlah Kedatangan Kendaraan Tiap Dua Jam Selama Satu Minggu

Waktu Penelitian		Jumlah Kedatangan	Total Kedatangan	Rata-Rata Jumlah Kedatangan (λ)
Senin	08.01-10.00	90	138	69 kendaraan/ 2 jam
	10.01-12.00	48		
Selasa	08.01-10.00	47	71	35,5 kendaraan/ 2 jam
	10.01-12.00	24		
Rabu	08.01-10.00	57	79	39,5 kendaraan/ 2 jam
	10.01-12.00	22		
Kamis	08.01-10.00	32	53	26,5 kendaraan/ 2 jam
	10.01-12.00	21		
Jumat	08.01-10.00	77	93	46,5 kendaraan/ 2 jam
	10.01-12.00	14		
Sabtu	08.01-10.00	47	56	28 kendaraan/ 2 jam
	10.01-12.00	9		

Berdasarkan data pada **Gambar 5.7**, diperoleh informasi bahwa nilai rata-rata jumlah kedatangan kendaraan (λ) paling banyak tercatat pada hari Senin yaitu sebanyak 69 kendaraan dan paling sedikit pada hari Kamis yaitu sebanyak 26,5 atau dibulatkan menjadi 27 kendaraan tiap dua jamnya.

Tabel 5.8. Rata-Rata Jumlah Kendaraan Terlayani Tiap Dua Jam Selama Satu Minggu

Waktu Penelitian		Waktu Pelayanan	Rata-Rata Jumlah Kendaraan Terlayani (μ)
Senin	08.01-10.00	1,31	44,25 kendaraan/jam
	10.01-12.00	1,4	
Selasa	08.01-10.00	1,37	44,26 kendaraan/jam
	10.01-12.00	1,32	
Rabu	08.01-10.00	1,10	49,37 kendaraan/jam
	10.01-12.00	1,27	
Kamis	08.01-10.00	1,47	34,6 kendaraan/jam
	10.01-12.00	1,95	
Jumat	08.01-10.00	1,37	33,38 kendaraan/jam
	10.01-12.00	2,22	
Sabtu	08.01-10.00	1,33	47,5 kendaraan/jam
	10.01-12.00	1,2	

Berdasarkan data pada **Gambar 5.8**, diperoleh informasi bahwa jumlah kendaraan yang terlayani (μ) paling banyak tercatat pada hari Rabu yaitu sebanyak 49,37 atau dibulatkan ke atas menjadi 50 kendaraan dan paling sedikit

pada hari Jum'at yaitu sebanyak 33,38 atau dibulatkan ke atas menjadi 34 kendaraan setiap jamnya.

Setelah mendapatkan nilai tingkat kesibukan yang diperoleh dari rata-rata jumlah kedatangan kendaraan dan jumlah kendaraan yang terlayani, penulis melakukan uji distribusi kedatangan dan pelayanan untuk hari Senin-Sabtu. Berikut pengujian distribusi kedatangan kendaraan yang didapat:

1. Uji Hipotesis

H_0 : Kedatangan kendaraan berdistribusi *Poisson*.

H_1 : Kedatangan kendaraan tidak berdistribusi *Poisson*.

2. Taraf Signifikansi

$\alpha = 0,05$.

3. Daerah Kritis

Tolak H_0 jika $D > D^*(\alpha = 0,05)$.

4. Statistika Uji

Tabel 5.9. Uji Distribusi Kedatangan pada Hari Senin-Sabtu

Hari	D	Tanda	$D * (\alpha = 0,05)$	Keputusan
Senin	0,4952	<	0,842	Gagal Tolak H_0
Selasa	0,4730	<	0,842	Gagal Tolak H_0
Rabu	0,4982	<	0,842	Gagal Tolak H_0
Kamis	0,3342	<	0,842	Gagal Tolak H_0
Jum'at	0,5000	<	0,842	Gagal Tolak H_0
Sabtu	0,5000	<	0,842	Gagal Tolak H_0

5. Kesimpulan

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%, ditarik kesimpulan bahwa kedatangan kendaraan berdistribusi *Poisson*.

Setelah kedatangan kendaraan dinyatakan berdistribusi *Poisson*, penulis melakukan uji distribusi pelayanan. Berikut pengujiannya:

1. Uji Hipotesis

H_0 : Waktu pelayanan berdistribusi *Eksponensial*.

H_1 : Waktu pelayanan tidak berdistribusi *Eksponensial*.

2. Taraf Signifikansi

$\alpha = 0,05$.

3. Daerah Kritis

Tolak H_0 jika $D > D^*(\alpha = 0,05)$.

4. Statistika Uji

Tabel 5.10. Uji Distribusi Pelayanan pada Hari Senin-Sabtu

Hari	D	Tanda	$D * (\alpha = 0, 05)$	Keputusan
Senin	0,2371	<	0,563	Gagal Tolak H_0
Selasa	0,2979	<	0,563	Gagal Tolak H_0
Rabu	0,3176	<	0,563	Gagal Tolak H_0
Kamis	0,2117	<	0,563	Gagal Tolak H_0
Jum'at	0,2208	<	0,563	Gagal Tolak H_0
Sabtu	0,3036	<	0,563	Gagal Tolak H_0

5. Kesimpulan

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95%, ditarik kesimpulan bahwa waktu pelayanan berdistribusi *Eksponensial*.

Berdasarkan pengujian distribusi pelayanan yang sudah dilakukan, diperoleh hasil bahwa waktu pelayanan berdistribusi *Eksponensial*. Kemudian penulis melakukan pengujian kinerja sistem antrian dengan 1, 2, 3 dan 4 fasilitas pelayanan atau teknisi dan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5.11. Pengukuran Kinerja Sistem Antrian dengan 1, 2, 3 dan 4 Fasilitas Pelayanan pada Hari Senin-Sabtu

Hari	Jumlah Server	λ	μ	ρ (%)	P_0 (%)	L_q (orang)	L_s (orang)	W_q (menit)	W_s (menit)
Senin	1	69	44,25	155,95	-55,95	-4,35	-2,79	-3,78	-2,42
	2	69	44,25	77,97	13,3	2,6	4,16	2,26	3,62
	3	69	44,25	51,98	28,56	0,41	1,97	0,35	1,71
	4	69	44,25	38,99	38,61	0,1	1,66	0,09	1,44
Selasa	1	35,5	44,26	80,21	19,79	3,25	4,05	5,49	6,85
	2	35,5	44,26	40,1	39,42	0,14	0,94	0,24	1,6
	3	35,5	44,26	26,74	36,26	0,02	0,82	0,03	1,38
	4	35,5	44,26	20,05	32,7	0	0,8	0	1,36
Rabu	1	39,5	49,37	80,01	19,99	3,2	4	4,86	6,08
	2	39,5	49,37	40	39,47	0,14	0,94	0,21	1,43
	3	39,5	49,37	26,67	36,26	0,02	0,82	0,02	1,24
	4	39,5	49,37	20	32,65	0	0,8	0	1,22
Kamis	1	26,5	34,6	76,6	23,4	2,51	3,27	5,68	7,41
	2	26,5	34,6	38,3	40,4	0,12	0,89	0,27	2
	3	26,5	34,6	25,53	36,15	0,01	0,78	0,03	1,76
	4	26,5	34,6	19,15	31,94	0	0,77	0	1,74
Jum'at	1	46,5	33,38	139,33	-39,33	-4,94	-3,54	-6,37	-4,57
	2	46,5	33,38	69,66	19,23	1,41	2,81	1,82	3,62
	3	46,5	33,38	46,44	32,24	0,24	1,63	0,3	2,1
	4	46,5	33,38	34,83	39,85	0,05	1,44	0,07	1,86

	1	28	47,5	58,94	41,06	0,85	1,44	1,81	3,08
Sabtu	2	28	47,5	29,47	44,52	0,05	0,64	0,1	1,36
	3	28	47,5	19,65	35,35	0	0,59	0,01	1,27
	4	28	47,5	14,74	28,7	0	0,59	0	1,26

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja sistem antrian pada **Tabel 5.11**, optimalisasi dapat dilakukan dengan menggunakan 2 fasilitas pelayanan atau teknisi pada hari Senin dan Jum'at dan 1 fasilitas pelayanan pada hari Selasa, Rabu, Kamis dan Sabtu.



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

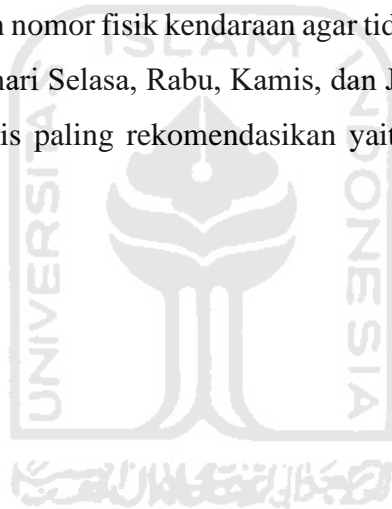
1. Berdasarkan pengujian, diperoleh hasil bahwa kedatangan kendaraan berdistribusi *Poisson* dan waktu pelayanan berdistribusi *Eksponensial*, sedangkan disiplin antrian yang berlaku adalah FCFS (*First Come First Service*) dengan kapasitas sistem tidak terbatas atau *infinite* serta fasilitas pelayanan yang disediakan sebanyak dua fasilitas pelayanan. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan menggunakan model antrian (M/M/2:FCFS/ ∞/∞).
2. Tingkat kesibukan pada Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara bagian pengecekan nomor fisik kendaraan mencapai 95,34% dan peluang tidak adanya pengguna layanan dalam sistem sebesar 2,44%, sehingga dapat dikategorikan sangat sibuk. Selain itu jumlah rata-rata pengguna layanan menunggu dalam sistem dan antrian secara berturut-turut sebanyak 22 dan 20 orang, sedangkan waktu tunggu pengguna layanan dalam sistem dan antrian secara berturut-turut sekitar 15,7 menit dan 14,3 menit.
3. Setelah dilakukan optimalisasi secara keseluruhan, pelayanan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara menjadi optimal ketika disediakan tiga fasilitas pelayanan atau teknisi yang bertugas melakukan pengecekan nomor fisik kendaraan. Hal ini dikarenakan ketika terdapat tiga teknisi, tingkat kesibukan fasilitas pelayanan turun menjadi 63,56% dan jumlah rata-rata pengguna layanan menunggu dalam sistem tidak lebih dari tiga orang tiap jamnya serta waktu rata-rata pengguna layanan menunggu dalam sistem hanya 2,17 menit.
4. Berdasarkan hasil optimalisasi dalam melakukan analisis tiap hari dalam satu minggu dengan selang waktu dua jam, diperoleh hasil bahwa pelayanan di Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara menjadi optimal ketika disediakan dua

fasilitas pelayanan atau teknisi pada hari Senin dan Jum'at serta satu teknisi pada hari Selasa, Rabu, Kamis dan Sabtu.

6.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut:

1. Kantor SAMSAT Kabupaten Jepara dapat menerapkan hasil optimalisasi dari analisis tiap hari dalam satu minggu dengan selang waktu dua jam karena lebih relevan dari hasil analisis secara keseluruhan. Oleh karena itu penulis menyarankan pihak instansi dapat menyediakan dua fasilitas pelayanan untuk hari Senin dan Jum'at serta satu fasilitas pelayanan atau teknisi untuk hari Selasa, Rabu, Kamis dan Sabtu.
2. Waktu yang penulis rekomendasikan untuk pengguna layanan yang akan melakukan pengecekan nomor fisik kendaraan agar tidak terjadi antrian panjang dapat dilakukan pada hari Selasa, Rabu, Kamis, dan Jum'at pukul 10.01-12.00 WIB serta yang penulis paling rekomendasikan yaitu pada hari Sabtu pukul 08.00-12.00 WIB.



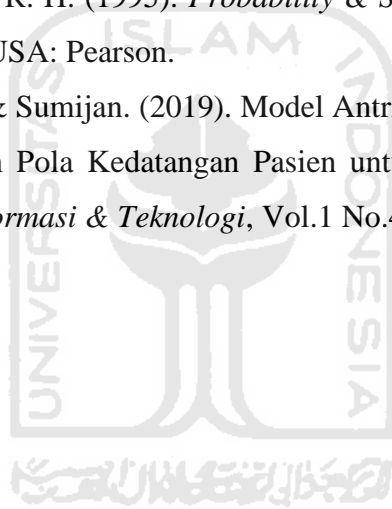
DAFTAR PUSTAKA

- Aji, S. P., & Bodroastuti, T. (2013). Penerapan Model Simulasi Antrian Multi Channel-Single Phase pada Antrian di Apotek Purnama Semarang. *Jurnal Kajian Akuntansi dan Bisnis*, Vol.1 No.1.
- Aminah, S., Aritonang, M., & Sulistianingsih, E. (2015). Analisis Antrian Multi Channel Multi Phase pada Antrian Pembuatan Surat Izin Mengemudi dengan Model Antrian (M/M/c). *BIMASTER (Buletin Ilmiah Matematika, Statistika, dan Terapannya)*, Vol.4 No.2.
- Anisah, S., Sugito, & Suparti. (2015). Analisis Antrian Dalam Optimalisasi Sistem Pelayanan Kereta Api di Stasiun Purwosari dan Solo Balapan. *Gaussian*, Vol.4 No.3.
- Bapenda Jabar. (2017, April 4). *Yuk Mengenal SAMSAT!* Retrieved from Bapenda Jabar: <https://bapenda.jabarprov.go.id>
- BPK RI. (2017). *Undang-undang (UU) No. 32 Tahun 2004*. Retrieved from JDIH BPK RI: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/40768/uu-no-32-tahun-2004>
- BPS Jepara. (2015). *Transportasi*. Retrieved from Badan Pusat Statistik Kabupaten Jepara: <https://jeparakab.bps.go.id/statictable/2017/03/03/532/tabel-table-9-1-3-banyaknya-kendaraan-bermotor-yang-terdaftar-di-kantor-dipenda-propinsi-jawa-tengah-cabang-jepara-2015.html>
- BPS Jepara. (2019). Retrieved from Badan Pusat Statistik Kabupaten Jepara: <https://jeparakab.bps.go.id/>
- BPS Jepara. (2019). *Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Jepara Menurut Lapangan Usaha*. Jepara: BPS Kabupaten Jepara.
- Daniel, W. W. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan*. Jakarta: Gramedia.
- DJPKE KEMENKEU. (2015, November 21). *UU Nomor 28 Tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Retribusi daerah*. Retrieved from Kementerian Keuangan: <http://www.djpk.kemenkeu.go.id/?p=369>
- DPPAD Prov Jateng. (2013, November 20). *Tugas Pokok dan Fungsi SAMSAT*. Retrieved from Badan Pengelola Pendapatan Daerah Provinsi Jawa Tengah: <http://dppad.jatengprov.go.id/SAMSAT/tupoksi/>

- Dwijanto. (2008). *Riset Operasi*. Karisma.
- Erlang, A. K. (2011). *Modul Manajemen Operasional - Sejarah Teori Antrian*. Jakarta.
- Ginting, B.F. (2014). Analisa kerja Sistem Antrian M/M/1/N. *Singuda Ensikom*, 8(2).
- Jepara.go.id. (n.d.). *Kondisi Geografis*. Retrieved from <https://jepara.go.id/profil/kondisi-geografis/>
- Kakiay, T. J. (2004). *Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata*. Yogyakarta: ANDI.
- Muhammad Mussafi, N. S. (2015). Pemodelan Sistem Antrian Multi-Channel Jasa Teller Pada Bank Syariah di Yogyakarta Untuk Meningkatkan Kinerja Perusahaan. *AdMathEdu*, Vol.5 No.2.
- Mukarrama, F. A., Nur'Eni, & Fadryani. (2017). Sistem Antrian Single Channel-Multiple Phase dalam Meningkatkan Pelayanan Pembayaran Pajak Kendaraan Bermotor di Kantor Sistem Administrasi Manunggal Satu Atap (SAMSAT) Kota Palu. *Journal of Science and Technology*, Vol.6 No.2.
- Muninggar, P. R., Linawati, L., & Parhusip, H. A. (2019). Analisis Sistem Antrian dengan Simulasi di Puskesmas Cebongan Kota Salatiga. *Jurnal Fourier*, Vol.8 No.2.
- Nur Fadlilah, M. P., Sugito, & Rahmawati, R. (2017). Sistem Antrian Pada Pelayanan Customer Service PT. Bank X. *Gaussian*, Vol.6 No.1.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1998). SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing*, Vol.64 No.1.
- Rachmawati, V. D., Sugito, & Yasin, H. (2013). Analisis Model Waktu Antar Kedatangan dan Waktu Pelayanan pada Bagian Pendaftaran Instalasi Rawat Jalan RSUP Dr. Kariadi Semarang.
- Ross, S. M. (2007). *Introduction to Probability Models Ed.9th*. Los Angeles, California: University of Southern California.
- Serlyng, Jaya, A. I., & Sahari, A. (2019). Penerapan Sistem Antrian Sebagai Upaya Mengoptimalkan Pelayanan Pembayaran Pajak Kendaraan

Bermotor di Kantor SAMSAT Kota Palu. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, Vol.16 No.2.

- Siagan, P. (2003). *Penelitian Operasional Teori dan Praktek*. Jakarta: UIP.
- Siregar, F. M. (2015). Analisis Sistem Antrian Pada Bengkel PT. Global Jaya Perkasa Pekanbaru. *Jom FEKON*, Vol.2 No.2.
- Sudaryono. (2012). *Statistika Probabilitas - Teori & Aplikasi*. Yogyakarta: Andi.
- Supranto, J. (2001). *Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan Untuk Menaikkan Pangsa Pasar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Taha, H. A. (1996). *Riset Oprasi Jilid 2*. Jakarta: Binaputra Aksara.
- Tangkilisan, H. N. (2005). *Manajemen Publik*. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Walpole, R. E., & Myers, R. H. (1995). *Probability & Statistics for Engineers % Scientists 4th Ed*. USA: Pearson.
- Yuliana, D., Santony, J., & Sumijan. (2019). Model Antrian Multi Channel-Single Phase Berdasarkan Pola Kedatangan Pasien untuk Pengambilan Obat di Apotik. *Jurnal Informasi & Teknologi*, Vol.1 No.4.



LAMPIRAN



Lampiran 1 Data Hasil Observasi

Tanggal 14/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
1	08.28		08.28	08.29
2	08.37	08.37		08.40
3	08.40		08.40	08.41
4	08.45		08.45	08.46
5	08.52		08.52	08.53
6	08.58		08.58	09.00
7	09.03	09.04		09.08
8	09.03		09.04	09.05
9	09.04		09.05	09.06
10	09.05		09.06	09.07
11	09.05		09.07	09.08
12	09.07	09.09		09.10
13	09.07	09.10		09.11
14	09.07		09.08	09.10
15	09.12	09.12		09.17
16	09.17		09.17	09.18
17	09.18		09.18	09.19
18	09.20		09.20	09.21
19	09.22		09.22	09.23
20	09.28	09.28		09.29
21	09.29	09.30		09.32

Tanggal 14/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
22	09.30		09.30	09.31
23	09.30		09.31	09.32
24	09.33	09.33		09.35
25	09.35		09.35	09.36
26	09.38	09.38		09.41
27	09.40		09.40	09.41
28	09.40		09.41	09.42
29	09.43		09.43	09.44
30	09.45		09.45	09.46
31	09.49		09.49	09.50
32	09.51		09.51	09.52
33	10.18	10.18		10.21
34	10.21		10.21	10.22
35	10.23		10.23	10.24
36	10.25		10.25	10.26
37	10.30	10.30		10.35
38	10.36		10.36	10.37
39	10.36	10.36		10.39
40	10.37		10.37	10.38
41	10.38	10.39		10.44
42	10.39	10.45		10.47
43	10.40		10.40	10.41

Tanggal 14/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
44	10.47		10.47	10.48
45	10.55	10.55		10.56
46	11.00		11.00	11.01
47	11.05	11.10		11.12
48	11.09		11.09	11.10
49	11.12	11.12		11.15
50	11.14	11.19		11.22
51	11.20	11.22		11.24
52	11.20	11.24		11.27
53	11.26	11.28		11.29

Tanggal 15/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
1	08.23		08.23	08.24
2	08.23		08.24	08.25
3	08.24		08.25	08.26
4	08.25		08.26	08.27
5	08.25		08.27	08.28
6	08.25		08.28	08.29
7	08.26		08.29	08.30
8	08.27	08.27		08.30
9	08.30		08.30	08.31

Tanggal 15/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
10	08.30		08.31	08.32
11	08.32		08.33	08.34
12	08.34		08.34	08.35
13	08.35	08.35		08.36
14	08.35		08.35	08.36
15	08.36		08.36	08.37
16	08.37	08.37		08.40
17	08.40		08.40	08.41
18	08.40		08.41	08.42
19	08.40	08.40		08.43
20	08.41		08.42	08.43
21	08.41		08.43	08.44
22	08.42		08.44	08.45
23	08.56		08.56	08.57
24	08.57	08.57		09.00
25	08.58		08.58	08.59
26	08.58		08.59	09.00
27	08.59		09.00	09.01
28	09.00		09.01	09.02
29	09.00		09.02	09.03
30	09.00		09.03	09.04
31	09.01		09.04	09.05

Tanggal 15/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
32	09.01		09.05	09.07
33	09.05		09.07	09.08
34	09.05	09.05		09.08
35	09.07		09.08	09.09
36	09.07	09.09		09.10
37	09.07		09.09	09.10
38	09.08	09.10		09.11
39	09.08		09.10	09.11
40	09.08	09.11		09.13
41	09.08		09.11	09.12
42	09.13		09.13	09.14
43	09.13		09.14	09.15
44	09.14	09.14		09.16
45	09.14		09.15	09.16
46	09.17		09.17	09.18
47	09.17		09.18	09.19
48	09.17		09.19	09.20
49	09.17	09.22		09.24
50	09.23		09.23	09.24
51	09.23	09.24		09.27
52	09.23		09.24	09.25
53	09.25		09.25	09.26

Tanggal 15/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
54	09.25		09.26	09.27
55	09.25	09.27		09.28
56	09.32		09.32	09.33
57	09.32		09.33	09.34
58	09.32		09.34	09.35
59	09.34		09.35	09.36
60	09.36		09.36	09.37
61	09.36	09.36		09.40
62	09.36		09.37	09.38
63	09.39	09.41		09.43
64	09.40	09.43		09.44
65	09.40		09.40	09.41
66	09.41		09.41	09.42
67	09.42	09.44		09.47
68	09.43		09.43	09.44
69	09.43	09.47		09.48
70	09.43	09.48		09.51
71	09.45		09.45	09.46
72	09.45	09.51		09.54
73	09.45	09.55		09.58
74	09.50		09.50	09.51
75	09.50		09.51	09.52

Tanggal 15/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
76	09.50	09.58		10.01
77	09.52	10.01		10.04
78	09.55	10.05		10.07
79	09.55	10.07		10.10
80	10.06		10.06	10.07
81	10.06	10.10		10.13
82	10.08	10.13		10.16
83	10.09	10.16		10.20
84	10.10	10.21		10.24
85	10.23		10.23	10.24
86	10.23		10.24	10.25
87	10.24		10.25	10.26
88	10.25		10.26	10.27
89	10.25		10.27	10.28
90	10.29	10.32		10.35
91	10.32	10.35		10.37
92	10.32		10.32	10.35
93	10.32	10.37		10.39

Tanggal 16/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
1	08.11		08.11	08.12

Tanggal 16/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
2	08.20		08.20	08.21
3	08.35	08.35		08.38
4	08.35		08.35	08.36
5	08.36		08.36	08.37
6	08.38	08.38		08.40
7	08.39		08.39	08.40
8	08.40		08.40	08.41
9	08.42		08.42	08.43
10	08.42	08.42		08.45
11	08.42		08.43	08.44
12	08.45		08.44	08.45
13	08.47		08.47	08.48
14	08.48	08.48		08.51
15	08.50		08.50	08.51
16	08.51		08.51	08.52
17	08.54		08.54	08.55
18	08.54		08.55	08.56
19	08.58		08.58	08.59
20	09.00	09.00		09.02
21	09.04		09.04	09.05
22	09.11		09.11	09.12
23	09.13		09.13	09.14

Tanggal 16/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
24	09.17		09.17	09.18
25	09.20	09.20		09.23
26	09.21		09.21	09.22
27	09.22		09.22	09.23
28	09.22		09.23	09.24
29	09.25		09.25	09.26
30	09.25		09.26	09.27
31	09.27		09.27	09.28
32	09.29		09.29	09.30
33	09.33		09.33	09.34
34	09.35		09.35	09.36
35	09.36	09.36		09.40
36	09.38		09.38	09.39
37	09.40		09.40	09.41
38	09.42		09.42	09.43
39	09.43		09.43	09.44
40	09.44		09.44	09.45
41	09.50		09.50	09.51
42	09.50	09.50		09.53
43	09.53		09.53	09.54
44	09.54		09.54	09.55
45	09.55		09.55	09.56

Tanggal 16/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
46	09.57	09.57		09.58
47	10.00		10.00	10.01
48	10.01	10.01		10.04
49	10.05		10.05	10.06
50	10.08		10.08	10.09
51	10.11		10.11	10.12
52	10.13		10.13	10.14
53	10.20		10.20	10.21
54	10.25		10.25	10.26
55	10.32		10.32	10.33
56	10.38		10.38	10.39

Tanggal 18/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
1	08.17	08.17		08.20
2	08.20		08.20	08.21
3	08.21		08.21	08.22
4	08.30		08.30	08.31
5	08.33		08.33	08.34
6	08.35	08.35		08.38
7	08.39		08.39	08.40
8	08.39		08.40	08.41

Tanggal 18/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
9	08.44		08.44	08.45
10	08.45		08.45	08.46
11	08.53	08.53		08.56
12	08.59		08.59	09.00
13	09.00		09.00	09.01
14	09.01		09.01	09.02
15	09.05		09.05	09.06
16	09.05		09.06	09.07
17	09.05	09.06		09.09
18	09.06	09.09		09.11
19	09.06		09.07	09.08
20	09.07	09.11		09.13
21	09.07		09.08	09.09
22	09.07		09.09	09.10
23	09.08	09.13		09.16
24	09.08		09.10	09.11
25	09.10	09.16		09.18
26	09.11		09.11	09.12
27	09.13		09.13	09.14
28	09.13		09.14	09.15
29	09.14	09.18		09.20
30	09.16		09.16	09.17

Tanggal 18/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
31	09.16		09.17	09.18
32	09.17		09.18	09.19
33	09.18		09.19	09.20
34	09.19	09.20		09.22
35	09.19		09.20	09.21
36	09.20	09.22		09.25
37	09.20		09.21	09.22
38	09.20		09.22	09.23
39	09.23		09.23	09.24
40	09.25		09.25	09.26
41	09.25		09.26	09.27
42	09.28		09.28	09.29
43	09.30		09.30	09.31
44	09.31		09.31	09.32
45	09.32		09.32	09.33
46	09.32	09.32		09.34
47	09.32		09.33	09.34
48	09.33	09.35		09.36
49	09.34	09.36		09.37
50	09.34	09.37		09.38
51	09.35		09.35	09.36
52	09.35		09.36	09.37

Tanggal 18/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
53	09.35		09.37	09.38
54	09.38		09.38	09.39
55	09.39		09.39	09.40
56	09.40	09.40		09.43
57	09.40		09.40	09.41
58	09.43		09.43	09.44
59	09.43		09.44	09.45
60	09.43		09.45	09.46
61	09.44		09.46	09.47
62	09.44	09.44		09.46
63	09.44	09.46		09.48
64	09.45		09.47	09.48
65	09.45		09.48	09.49
66	09.45		09.49	09.50
67	09.46		09.50	09.51
68	09.47		09.51	09.52
69	09.47	09.48		09.50
70	09.48		09.52	09.53
71	09.48		09.53	09.54
72	09.49	09.50		09.52
73	09.50		09.54	09.55
74	09.50		09.55	09.56

Tanggal 18/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
75	09.51	09.52		09.54
76	09.51		09.56	09.57
77	09.51	09.54		09.55
78	09.52		09.57	09.58
79	09.52		09.58	09.59
80	09.53	09.55		09.56
81	09.53		09.59	10.00
82	09.53		10.00	10.01
83	09.54	09.56		09.58
84	09.54	09.58		10.01
85	09.54		10.01	10.02
86	09.54		10.02	10.03
87	09.56	10.01		10.03
88	09.56		10.03	10.04
89	09.57		10.04	10.05
90	09.59	10.03		10.05
91	10.02		10.05	10.06
92	10.05	10.05		10.07
93	10.07		10.07	10.08
94	10.10		10.10	10.11
95	10.11	10.11		10.15
96	10.11		10.11	10.12

Tanggal 18/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
97	10.13		10.13	10.14
98	10.14		10.14	10.15
99	10.15	10.15		10.18
100	10.16		10.16	10.17
101	10.18		10.18	10.19
102	10.18		10.19	10.20
103	10.20		10.20	10.21
104	10.20		10.21	10.22
105	10.21	10.21		10.24
106	10.22		10.22	10.23
107	10.24		10.24	10.25
108	10.25		10.25	10.26
109	10.27		10.27	10.28
110	10.30		10.30	10.31
111	10.31	10.31		10.34
112	10.31		10.31	10.32
113	10.31		10.32	10.33
114	10.32		10.33	10.34
115	10.33		10.34	10.35
116	10.35		10.35	10.36
117	10.37		10.37	10.38
118	10.38		10.38	10.39

Tanggal 18/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
119	10.40		10.40	10.41
120	10.40	10.40		10.42
121	10.42		10.42	10.43
122	10.44		10.44	10.45
123	10.45	10.45		10.47
124	10.46		10.46	10.47
125	10.48		10.48	10.49
126	10.48		10.49	10.50
127	10.50		10.50	10.51
128	10.51		10.51	10.52
129	10.53	10.53		10.55
130	10.58	10.58		11.01
131	11.02		11.02	11.03
132	11.04		11.04	11.05
133	11.07		11.07	11.08
134	11.15		11.15	11.16
135	11.18		11.18	11.19
136	11.24		11.24	11.25
137	11.27	11.27		11.30
138	11.32	11.32		11.34

Tanggal 19/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
1	08.16		08.16	08.17
2	08.19		08.19	08.20
3	08.32		08.32	08.33
4	08.34	08.34		08.37
5	08.38		08.38	08.39
6	08.41		08.41	08.42
7	08.41	08.41		08.44
8	08.43		08.43	08.44
9	08.50		08.50	08.51
10	08.57		08.57	08.58
11	09.02		09.02	09.03
12	09.05		09.05	09.06
13	09.06	09.06		09.09
14	09.07		09.07	09.08
15	09.12		09.12	09.13
16	09.13		09.13	09.14
17	09.13	09.13		09.16
18	09.16		09.16	09.17
19	09.16		09.17	09.18
20	09.17		09.18	09.19
21	09.18		09.19	09.20
22	09.20		09.20	09.21

Tanggal 19/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
23	09.21	09.21		09.24
24	09.22		09.22	09.23
25	09.22		09.23	09.24
26	09.24	09.24		09.27
27	09.26		09.26	09.27
28	09.30		09.30	09.31
29	09.33		09.33	09.34
30	09.35		09.35	09.36
31	09.36		09.36	09.37
32	09.36	09.36		09.39
33	09.38		09.38	09.39
34	09.38		09.39	09.40
35	09.39		09.41	09.42
36	09.40	09.40		09.43
37	09.42		09.42	09.43
38	09.43		09.43	09.44
39	09.45	09.45		09.46
40	09.50		09.50	09.51
41	09.51		09.51	09.52
42	09.52	09.52		09.55
43	09.52		09.52	09.53
44	09.55		09.55	09.56

Tanggal 19/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
45	09.57		09.57	09.58
46	09.57		09.59	10.00
47	09.57		10.00	10.01
48	10.01		10.01	10.02
49	10.06		10.06	10.07
50	10.07		10.07	10.08
51	10.07	10.07		10.10
52	10.11		10.11	10.12
53	10.12	10.12		10.15
54	10.14		10.14	10.15
55	10.17		10.17	10.18
56	10.22		10.22	10.23
57	10.25		10.25	10.26
58	10.28		10.28	10.29
59	10.30	10.30		10.33
60	10.34		10.34	10.35
61	10.37		10.37	10.38
62	10.42		10.42	10.43
63	10.45		10.45	10.46
64	10.49		10.49	10.50
65	10.53	10.53		10.56
66	10.54		10.54	10.55

Tanggal 19/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
67	10.59		10.59	11.00
68	11.12		11.12	11.13
69	11.17		11.17	11.18
70	11.21		11.21	11.22
71	11.32		11.32	11.33

Tanggal 20/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
1	08.33		08.33	08.34
2	08.34		08.34	08.35
3	08.35		08.35	08.36
4	08.35		08.36	08.37
5	08.37		08.37	08.38
6	08.38		08.38	08.39
7	08.40	08.40		08.42
8	08.41		08.41	08.42
9	08.41		08.42	08.43
10	08.42		08.43	08.44
11	08.43		08.44	08.45
12	08.44	08.44		08.45
13	08.44		08.44	08.45
14	08.48	08.48		08.49

Tanggal 20/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
15	08.48		08.48	08.49
16	08.48		08.49	08.50
17	08.49	08.49		08.50
18	08.49		08.50	08.51
19	08.52		08.52	08.53
20	08.53		08.53	08.54
21	08.53	08.56		08.57
22	08.54	08.57		08.58
23	08.56	08.58		08.59
24	08.58	08.59		09.00
25	08.58	09.00		09.01
26	09.00		09.00	09.01
27	09.01	09.01		09.03
28	09.07		09.07	09.08
29	09.07		09.08	09.09
30	09.08		09.09	09.10
31	09.09		09.10	09.11
32	09.09		09.11	09.12
33	09.11		09.12	09.13
34	09.14		09.13	09.14
35	09.16	09.16		09.17
36	09.17		09.17	09.18

Tanggal 20/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
37	09.18		09.18	09.19
38	09.18	09.18		09.20
39	09.20		09.20	09.21
40	09.21		09.21	09.22
41	09.23		09.23	09.24
42	09.27		09.27	09.28
43	09.28		09.28	09.29
44	09.28		09.29	09.30
45	09.29	09.29		09.32
46	09.31		09.31	09.32
47	09.38		09.38	09.39
48	09.39		09.39	09.40
49	09.41		09.41	09.42
50	09.41	09.41		09.44
51	09.44		09.44	09.45
52	09.47		09.47	09.48
53	09.51	09.51		09.54
54	09.52		09.52	09.53
55	09.56		09.56	09.57
56	09.57		09.57	09.58
57	09.59		09.59	10.00
58	10.03		10.03	10.04

Tanggal 20/05/2020	Antrian Masuk	Layanan		Layanan Selesai
		Loket 1	Loket 2	
59	10.04		10.04	10.05
60	10.21		10.21	10.22
61	10.24		10.24	10.25
62	10.30		10.30	10.31
63	10.32	10.32		10.35
64	10.33		10.33	10.34
65	10.40		10.40	10.41
66	10.41		10.41	10.42
67	10.43		10.43	10.44
68	10.44		10.44	10.45
69	10.48		10.48	10.49
70	10.51		10.51	10.52
71	10.57		10.57	10.58
72	11.00		11.00	11.01
73	11.03		11.03	11.04
74	11.07		11.07	11.08
75	11.11		11.11	11.12
76	11.12	11.12		11.15
77	11.14	11.15		11.18
78	11.17		11.17	11.18
79	11.24		11.24	11.25

Lampiran 2 Tabel Kolmogorov-Smirnov

n	$\alpha = 0,20$	$\alpha = 0,10$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,02$	$\alpha = 0,01$
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669
6	0,410	0,468	0,519	0,577	0,617
7	0,381	0,436	0,483	0,538	0,576
8	0,359	0,410	0,454	0,507	0,542
9	0,339	0,387	0,430	0,480	0,513
10	0,323	0,369	0,409	0,457	0,486
11	0,308	0,352	0,391	0,437	0,468
12	0,296	0,338	0,375	0,419	0,449
13	0,285	0,325	0,361	0,404	0,432
14	0,275	0,314	0,349	0,390	0,418
15	0,266	0,304	0,338	0,377	0,404
16	0,258	0,295	0,327	0,366	0,392
17	0,250	0,286	0,318	0,355	0,381
18	0,244	0,279	0,309	0,346	0,371
19	0,237	0,271	0,301	0,337	0,361
20	0,232	0,265	0,294	0,329	0,352
21	0,226	0,259	0,287	0,321	0,344
22	0,221	0,253	0,281	0,314	0,337
23	0,216	0,247	0,275	0,307	0,330
24	0,212	0,242	0,269	0,301	0,323
25	0,208	0,238	0,264	0,295	0,317
26	0,204	0,233	0,259	0,290	0,311
27	0,200	0,229	0,254	0,284	0,305
28	0,197	0,225	0,250	0,279	0,300
29	0,193	0,221	0,246	0,275	0,295
30	0,190	0,218	0,242	0,270	0,290
35	0,177	0,202	0,224	0,251	0,269
40	0,165	0,189	0,210	0,235	0,252
45	0,156	0,179	0,198	0,222	0,238
50	0,148	0,170	0,188	0,211	0,226
55	0,142	0,162	0,180	0,201	0,216
60	0,136	0,155	0,172	0,193	0,207
65	0,131	0,149	0,166	0,185	0,199
70	0,126	0,144	0,160	0,179	0,192
75	0,122	0,139	0,154	0,173	0,185
80	0,118	0,135	0,150	0,167	0,179
85	0,114	0,131	0,145	0,162	0,174
90	0,111	0,127	0,141	0,158	0,169
95	0,108	0,124	0,137	0,154	0,165
100	0,106	0,121	0,134	0,150	0,161