IMPLEMENTASI SISTEM ANTRIAN JARINGAN JACKSON PADA ANTRIAN PENGUNJUNG DI DINAS KEPENDUDUKAN DAN PENCATATAN SIPIL KOTA BANJAR

TUGAS AKHIR

Anggit Novietasari

16611012

PROGRAM STUDI STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2020

IMPLEMENTASI SISTEM ANTRIAN JARINGAN JACKSON PADA ANTRIAN PENGUNJUNG DI DINAS KEPENDUDUKAN DAN PENCATATAN SIPIL KOTA BANJAR

TUGAS AKHIR

Anggit Novietasari

16611012

PROGRAM STUDI STATISTIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2020

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR

Judul	:	Implementasi Sistem Antrian Jaringan *Jackson* pada Antrian Pengunjung di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Banjar
Nama Mahasiswa	:	Anggit Novietasari
NIM	:	16611012

TUGAS AKHIR INI TELAH DIPERIKSA DAN DISETUJUI UNTUK DIUJIKAN

Yogyakarta, 25 Agustus 2020

Pembimbing

Muhammad Hasan Sidiq K, S.Si., M.Sc.

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI SISTEM ANTRIAN JARINGAN JACKSON PADA ANTRIAN PENGUNJUNG DI DINAS KEPENDUDUKAN DAN PENCATATAN SIPIL KOTA BANJAR

Nama Mahasiswa : Anggit Novietasari

NIM : 16611012

TUGAS AKHIR INI TELAH DIUJIKAN
PADA TANGGAL: 2 SEPTEMBER 2020

Nama Penguji:	**Tanda Tangan**
1. Dr. Edy Widodo, M.Si.	…….
2. Achmad Fauzan, S.Pd., M.Si.	……
3. Muhammad Hasan Sidiq K, S.Si., M.Sc.	……

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA FAKULTAS MIPA

Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.

NIP. 006120101

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

*Alhamdulillahi Robbil 'Alamin,*dengan mengucap syukur yang tiada henti penulis panjatkan kepada kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang Maha Esa. Atas berkat dan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir dengan lancar yang berjudul "Implementasi Sistem Antrian Jaringan Jackson pada Antrian Pengunjung di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Banjar" tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mencapai gelar sarjana di Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia dan telah selesai tanpa suatu hambatan apapun terhadap penulis. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta para sabahat dan seluruh ummat beliau hingga akhir zaman.

Penulis sangat menyadari pada penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, arahan, saran, kritik dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan hati yang tulus penulis bermaksud mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua Orang tua tercinta, Mamah, Papap, Aa, serta adik kecil Nova, yang menjadi Pembimbing di rumah dengan sabar dan tulus mengarahkan, memberikan motivasi, membatu dari awal hingga akhir penyelesaian tugas akhir. Terimakasih atas doa serta kepercayaan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan amanah ini.
2. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D selaku Dekan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Edy Widodo, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Statistika, Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Muhammad Hasan Sidiq K, S.Si., M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing yang selalu sabar mengarahkan, membimbing serta memberikan motivasi hingga selesainya tugas akhir ini dengan baik
5. Seluruh staf pengajar Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan banyak pengalaman serta ilmu kepada penulis, semoga selalu dimudahkan oleh Allah Subhanahu Wata'ala.
6. Teman-teman satu bimbingan yang sangat memberikan motivasi untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
7. ARTCOS teman seperjuangan Statistika Universitas Islam Indonesia angkatan 2016, yang telah banyak memberikan manfaat, bertukar ilmu, pendapat, dan telah mengajarkan penyesuaian diri terhadap lingkungan baru selama 4 tahun terakhir ini.
8. Sahabat Jannahku insyaAllah ialah Kost Rahayu Squad yaitu Dianawati Khairunnisa, Hanum Salsabiella, Ella Angraini, Salsabilla Novianingrum, Nadia Ihya Muthi, Revika Dwi Merianti, dan Yesih Nurmalasai. Terimakasi banyak atas semua kebaikan yang tulus, motivasi, *moodboster*, dan tim sukses penulis selama kuliah.
9. Terimakasih kepada sahabat kecilku Syifa Ayudia Finuzi, Nira Fasya Sumarni, Ati Sulastri, Fanny Rahmah Fadhilah, Beti Rahayu dan Kiki Yuni
   Atas doa yang diberikan kepada penulis agar mudah menyelesaikan tugas akhir ini.
10. *Best Partner* disegala cuaca Nico Ardimas Putra, terimakasih semua kebaikannya serta ketulusannya selama ini, semoga ditemukan lagi dimasa depan dengan keadaan yang lebih baik.
11. Sahabat rumah Fanny Rahmah Fadillah, Kiki Yuni, Beti Rahayu, Syifa Ayudia Finuzi, terimakasi selalu menunggu kehadiranku di rumah, memberikan doa serta masukan-masukan yang tiada henti agar penulis selalu menjadi orang yang lebih baik.
12. Seluruh keluarga besar, para sabahat, teman-teman sekitar terimakasih atas dukungannya.

13. Kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Semoga segala dukungan dan doa yang telah diberikan mendapatkan balasan yang lebih baik dari Allah SWT, Penulis mengakui bahwa dalam tugas akhir ini masih terdapat banyak kesalahan serta kekurangan di dalamnya, dengan itu penulis mengharapkan adanya kritik, saran dan masukan yang membangun untuk memperbaiki tugas akhir ini, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Mohon maaf atas segala kekurangan, mudah-mudahan tugas akhir ini bermanfaat bagi semua orang dan diridhai Allah SWT dimasa yang akan datang

Wassalamualaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 28 Juli 2020

Anggit Novietasari

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
PERNYATAAN xiii
ABSTRAK xiv
ABSTRACT xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Batasan Masalah 7
1.4 Tujuan Penelitian 7
1.5 Manfaat Penelitian 8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1 Penelitian Analisis Sistem Antrian 9
2.2 Penelitian Analisis Sistem Antrian Jaringan *Jackson* 12
BAB III LANDASAN TEORI 14
3.1 Pencatatan dan Penerbitan KK dan/atau KTP di Kantor Disdukcapil Kota Banjar. 14
3.2 Pelayanan 16
3.2.1 Definisi Pelayanan 16
3.2.2 Sistem Pelayanan Jasa 17
3.3 Variabel Acak 18
3.4 Probabilitas 18
3.5 Distribusi *Poisson* 19
3.6 Distribusi *Eksponensial* 20

3.7 Uji Kecocokan Distribusi 22
3.8 Proses Stokastik 23
3.9 Teori Antrian 24
3.9.1 Sejarah Teori Antrian 24
3.9.2 Pengertian Teori Antrian dan Sistem Antrian 24
3.9.3 Disiplin Antrian 26
3.9.4 Struktur Antrian 26
3.9.5 Kondisi Steady State 28
3.9.6 Notasi Model Antrian 29
3.10 Ukuran Sistem Kinerja Antrian 30
3.10.1 Ukuran Kinerja Sistem Antrian (M/M/1) : (GD/∞/∞) 31
3.10.1 Ukuran Kinerja Sistem Antrian (M/M/k) : (GD/∞/∞) 32
3.11 Jaringan Antrian 33
3.11.1 Jaringan Antrian Terbuka 34
3.11.2 Jaringan Antrian Tertutup 34
3.12 Jaringan Antrian *Jackson* 35
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 39
4.1 Populasi Penelitian 39
4.2 Tempat dan Waktu Penelitian 39
4.3 Variabel Penelitian 39
4.4 Pengambilan Data 40
4.5 Metode Analisis Data 40
4.6 Tahap Penelitian 42
BAB V HASIL dan PEMBAHASAN 43
5.1 Tingkat Kedatangan dan Tingkat Pelayanan 43
5.2 Kondisi *Steady State* 44
5.3 Melakukan Uji Kecocokan Distribusi 45
5.3.1 Uji Distribusi Kedatangan 45
5.3.2 Uji Distribusi Pelayanan 46
5.4 Penentuan Model Antrian 48
5.5 Analisis Kinerja Sistem Antrian Awal 49

5.6 Penerapan Model Jaringan Antrian *Jackson* 51
5.6.1 Probabilitas Perpindahan Antar Workstation 51
5.6.2 Tingkat Pelayanan Baru 53
5.6.3 Analisis Kinerja Sistem Antrian Jackson 54
5.7 Perbandingan Analisis Kinerja Sistem Antrian Awal dengan Antrian *Jackson* 55
BAB VI PENUTUP 57
6.1 Kesimpulan 57
6.2 Saran 58

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah Kedatangan Pencatatan dan Penerbitan KK dan/atau KTP 4

Tabel 2.2 Tinjauan Pustaka Tentang Analisis Sistem Antrian**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2.3 Tinjauan Pustaka Tentang Analisis Sistem Antrian Jaringan *Jackson*.12

Tabel 4.1 Definisi Operasional Peubah (DOP).....39

Tabel 5.1 Rata-Rata Tingkat Kedatangan serta Tingkat Pelayanan Loket Pendaftaran dan Loket Pencatatan 44

Tabel 5.2 Nilai ρ..... 45

Tabel 5.3 Uji Distribusi Kedatangan Mencari Nilai D Untuk Loket Pendaftaran 45

Tabel 5.4 Uji Distribusi Kedatangan Mencari Nilai D Untuk Loket Pencatatan 46

Tabel 5.5 Uji Distribusi Kedatangan..... 46

Tabel 5.6 Uji Distribusi Waktu Pelayanan Mencari Nilai D Untuk Loket Pendaftaran..... 47

Tabel 5.7 Uji Distribusi Waktu Pelayanan Mencari Nilai D Untuk Loket Pencatatan 47

Tabel 5.8 Uji Distribusi Pelayanan..... 48

Tabel 5.9 Kinerja Sistem Antrian dengan Struktur *Multi Chanel-Multi Phase* .. 50

Tabel 5.10 Kinerja Sistem Antrian *Jackson* dengan 1,2,3, dan 4 Fasilitas Pelayanan Pada Setiap Loket 51

Tabel 5.11 Kinerja Sistem Antrian *Jackson*..... 54

Tabel 5.12 Kinerja Sistem Antrian *Jackson* dengan 1,2,3, dan 4 Fasilitas Pelayanan Pada Setiap Loket 54

Tabel 5.13 Perbadingan Kinerja Sistem Antrian dengan Struktur *Multi Chanel-Multi Phase* dengan Kinerja Sistem Antrian *Jackson*..... 55

Tabel 5.14 Perbandingan Kinerja Sistem Antrian dengan Empat Loket..... 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Sistem Antrian Pelayanan KK dan/atau KTP 3
Gambar 1.2 Grafik Rata-rata Waktu Pelayanan Kepengurusan KK dan/atau KTP Selama 3 Hari 3
Gambar 3.1 *Single Chanel-Single Phase* 27
Gambar 3.2 *Multi Channel-Single Phase* 27
Gambar 3.3 *Single Channel-Multi Phase* 28
Gambar 3.4 *Multi Channel-Multi Phase* 28
Gambar 3.5 Jaringan Antrian Terbuka 34
Gambar 3.6 Jaringan Antrian Tertutup 34
Gambar 3.7 Contoh Diagram Skema Jaringan Antrian 36
Gambar 4.1 *Flowchart* Penelitian 42
Gambar 5.1 Grafik Tingkat Kedatangan Selama Tiga Hari 43
Gambar 5.2 Grafik Tingkat Kedatangan Selama Tiga Hari 52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Observasi 64
Lampiran 2 Tabel *Kolmogorov-Smirnov*..... 64

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, 28 Juli 2020



Anggit Novietasari

ABSTRAK

IMPLEMENTASI SISTEM ANTRIAN JARINGAN JACKSON PADA ANTRIAN PENGUNJUNG DI DINAS KEPENDUDUKAN DAN PENCATATAN SIPIL KOTA BANJAR

Anggit Novietasari

Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

Proses pengunjung mengantri untuk mendapatkan pelayanan publik di suatu instansi merupakan hal yang umum terjadi. Jika antrian dalam pelayanan tersebut panjang dan lama maka waktu yang dihabiskan pengunjung untuk mengantri juga terlalu lama dan akan membuat pengunjung jenuh. Dengan menerapkan sistem antrian dapat memperkirakan situasi antrian yang sesungguhnya maka permasalahan antrian dapat diidentifikasi dan diminimalisir. Studi kasus dalam penelitian ini adalah sistem antrian di Kantor Disdukcapil Kota Banjar pada kepengurusan KTP dan/atau KK yang akan diterapkan dengan sistem antrian dengan struktur *Multi Chanel-Multi Phase* dan sistem jaringan antrian *Jackson* untuk mengetahui perbedaan kedua metode tersebut dan meminimalisir waktu tunggu dan panjang antrian di setiap *workstation* atau loket. Loket yang diteliti dalam penelitian ini adalah loket Pendaftaran dan loket Pencatatan. Pengumpulan data dilakukan selama tiga hari. Total waktu menunggu pengunjung sebelum diterapkannya dengan metode sistem jaringan antrian *Jackson* dengan menggunakan empat fasilitas pengunjung pada setiap loket adalah 3.66 menit sedangkan dengan diterapkannya metode sistem jaringan antrian *Jackson* dengan menggunakan empat fasilitas pengunjung pada setiap loket total lama waktu menunggu pengunjung menjadi 1.62 menit dengan hasil rekomendasi waktu tunggu pengunjung menjadi 1.02 menit di loket pendaftaran dan 36 detik di loket pencatatan. Hasil rekomendasi ini dapat dijadikan acuan karena dapat mempercepat waktu tunggu pengunjung dalam sistem di Kantor Disdukcapil Kota Banjar.

Kata Kunci: Teori Antrian, Sistem Antrian, Sistem Jaringan Antrian *Jackson*, Disdukcapil Kota Banjar.

ABSTRACT

THE IMPLEMENTATION OF THE SYSTEM QUEUE NETWORK JACKSON ON THE QUEUE OF VISITORS IN THE DEPARTMENT OF POPULATION AND CIVIL REGISTRATION OF THE CITY BANJAR

Anggit Novietasari

Departement of Statistics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences

Islam University of Indonesia

The process of people lining up to get public services in an agency is common. If the queue is long and long then the time the visitor spends in the queue is too long and will make the visitor saturated. Applying the system of queue can assess the actual situation of the queue, so the problems of the queue can be identified and minimized. Case study in this research is the queuing system in Office Disdukcapil the City of Banjar in the management of the ID card and/or KK to be applied with a queue system with the structure of the Multi-channel Multi-Phase system and network queues Jackson to find out the differences of both methods and minimize the waiting time and queue length in each workstation or counter. The counter examined in the study is the enrollment counter and the note-taking counter. Data collection takes three days. The total waiting time for visitors before implementing the Jackson queue network system method using four visitor facilities at each counter is 3.66 minutes, while the application of the Jackson queuing network system method using four visitor facilities at each counter the total waiting time for visitors is 1.62 minutes with the recommendation results. Waiting time for visitors is 1.02 minutes at the registration counter and 36 seconds at the registration counter. The results of these recommendations can be used as a reference because it can speed up the waiting time of visitors in the system in the Office Disdukcapil Banjar.

Keywords**:** *A Queue of System, Network System a Queue of Jackson, Disdukcapil Banjar City.*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sesuai Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2002 Tentang Pembentukan Kota Banjar di Provinsi Jawa Barat sebagai hasil pemekaran dari Kabupaten Ciamis sejak 21 Februari Tahun 2003 dengan alasan keadaan Geografis, Demografis dan Sosiologis mengakibatkan perkembangan kehidupan masyarakat yang sangat pesat sehingga memiliki tanggung jawab besar supaya terwujud keberhasilan daerah melalui beberapa indikator. Selama kurun waktu 17 tahun menjadi Kota, Banjar memiliki tekad untuk memajukan daerah dengan mengutamakan peningkatan kualitas pelayanan publik serta mengoptimalkan dan membangun sarana dan prasarana yang sangat jelas tertuang dalam visi misi Kota Banjar saat ini.

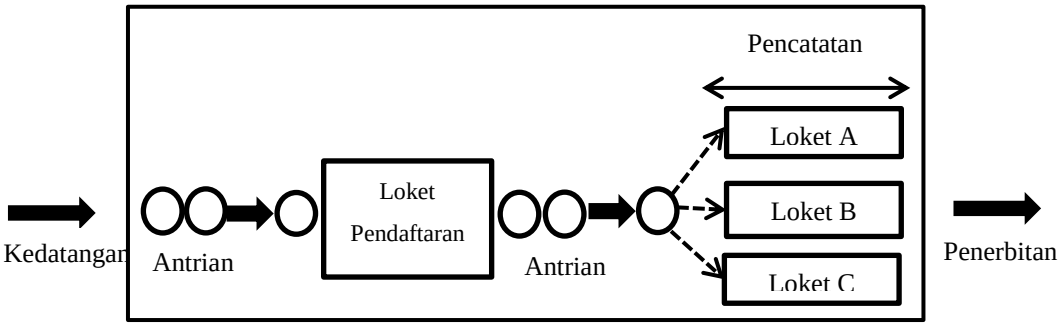
Pembangunan daerah sebagai bagian dari pembangunan nasional tidak bisa terlepas dari prinsip otonomi daerah yang mempunyai kewenangan serta tanggung jawab menyelenggarakan kepentingan masyarakat berdasarkan prinsip keterbukaan, partisipasi masyarakat dan pertanggungjawaban kepada masyarakat, dalam hal ini pemekaran daerah merupakan *input* dari peningkatan kualitas pelayanan publik sebagai sebuah produk dari pemerintahan dalam penyelenggaraan otonomi daerah. (Dwitanto, 2003).

Pelayanan publik sangat berperan dalam pemekaran daerah. Pemekaran daerah tersebut diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan rakyat, salah satunya melalui peningkatan pelayanan publik. Hal ini menunjukkan bahwa pembangunan fasilitas umum disatu sisi seyogyanya dibarengi dengan peningkatan kualitas dan efektifitas pelayanan itu sendiri sehingga mendorong peningkatan kesejahteraan masyarakat di daerah secara optimal.

Pelayanan publik menurut Thoha (1995) merupakan suatu kegiatan yang harus mendahulukan kepentingan umum, mempermudah urusan publik, mempersingkat waktu pelayanan dan memberikan kepuasan kepada publik. Kemudian pemenuhan hak ditingkatkan, baik dari sisi kualitas maupun kuantitas. Sisi kualitas dapat dilakukan dengan cara mengurangi kesalahan pelayanan ataupun keterlambatan pelayanan, sedangkan sisi kuantitas dapat dilakukan dengan cara memperbanyak masyarakat yang dapat dilayani dan menambah waktu pelayanan.

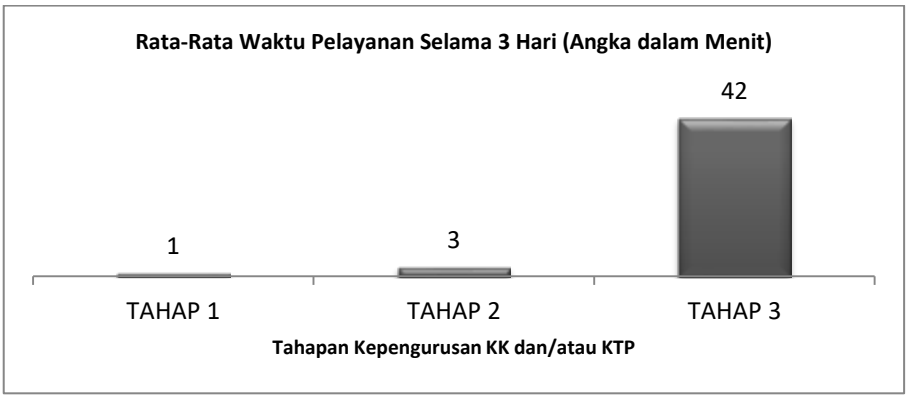
Salah satu kantor pelayanan publik yang dapat memberikan pelayanan di Indonesia adalah Kantor Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Disdukcapil). Disdukcapil merupakan perangkat wilayah yang membantu Bupati/Walikotamadya Kepala Daerah Tingkat II selaku Wakil Pemerintah Pusat dalam rangka pelaksanaan asas dekonsentrasi untuk melaksanakan kebijakan catatan sipil di Daerah dan hanya satu-satunya pelaksanaan utama yang menangani urusan catatan sipil. Berdasarkan Keputusan MENDAGRI Nomor 54 Tahun 1983 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Kantor Catatan Sipil Kabupaten/Kotamadya, salah satunya ialah Disdukcapil Kota Banjar tepatnya di Jl. Raya Siliwangi KM.3 Karangpanimbal Purwaharja, Jawa Barat 46332 dengan jam oprasional dimulai pada pukul 08.00-15.00 WIB.

Kebutuhan masyarakat yang harus dipenuhi oleh Kantor Disdukcapil Kota Banjar salah satunya ialah pencatatan dan penerbitan Kartu Keluarga (KK) dan/atau Kartu Tanda Penduduk (KTP). Tingkat kebutuhan terhadap pelayanan pencatatan dan penerbitan KK dan/atau KTP lebih tinggi dibandingkan dengan kebutuhan akan pelayanan pencatatan dan penerbitan akta kematian, adopsi, akta kelahiran, laporan luar negeri dan pelayanan pencatatan yang lainnya. Kebutuhan pelayanan dan penerbitan KK dan/atau KTP di Kantor Disdukcapil mendominasi semua loket yang tersedia yaitu loket A, loket B, dan loket C. Berikut **Gambar 1.1** adalah gambaran sistem antrian di Kantor Disdukcapil Kota Banjar.



Gambar 1.1 Sistem Antrian Pelayanan KK dan/atau KTP

Masyarakat/pengunjung yang datang mendaftarkan diri dan mendapatkan nomor antrian. Setelah mendapatkan nomor antrian pengunjung menunggu hingga dipanggil sesuai dengan nomor antriannya. Ketika nomor antrian disebutkan oleh petugas pengunjung masuk ke loket pelayanan pencatatan untuk menyerahkan formulir serta syarat-syarat dalam kepengurusan KK dan/atau KTP yang telah dipersiapkan dari rumah masing-masing. Kemudian aparatur pencatatan sipil atau petugas melakukan pengecekan terhadap formulir dan syarat-syarat tersebut. Apabila seluruh syarat telah terpenuhi maka pencatatan dan penerbitan KK dan/atau KTP dapat dilakukan. Setelah itu pengunjung dapat menunggu berkas diterima atau dapat mengambilnya pada lain waktu dengan membawa syarat pengambilan berkas yang telah diberikan petugas sebelumnya. Sistem antrian di Kantor Disdukcapil Kota Banjar menggunakan struktur antrian *Single Channel-Multi Phase.*



Gambar 1.2 Grafik Rata-rata Waktu Pelayanan Kepengurusan KK dan/atau KTP Selama 3 Hari

Terdapat tahap ke-1 yaitu saat pengunjung melakukan pendaftaran, kemudian pengunjung melakukan pencatatan yang termasuk ke dalam tahap ke-2 dan tahap ke-3 ialah penerbitan berkas KTP dan/atau KK. Tingginya kebutuhan berbanding lurus dengan tingginya kedatangan pengunjung, kemudian dengan tingginya tingkat kedatangan mengakibatkan panjangnya garis tunggu. Panjangnya garis tunggu menjadi penyebab waktu tunggu yang dialami oleh pengunjung juga cukup lama. Antrian yang cukup lama menjadi salah satu penyebab ketidakpuasan pengunjung terhadap pelayanan yang diberikan. **Gambar 1.2** menjelaskan bahwa terjadinya penumpukkan pengunjung di tahap ke-3 pada kepengurusan KK dan/atau KTP karena rata-rata pengunjung dapat menghabiskan waktu selama 42 menit hanya untuk menunggu penerbitan berkas selesai dengan rata-rata kedatangan pengunjung dalam 3 hari sebanyak 49 orang per harinya. Berikut ialah data banyaknya masyarakat yang datang untuk melakukan pencatatan dan penerbitan dari Hari Rabu, Hari Kamis, dan Hari Jumat.

Tabel 1.1 Jumlah Kedatangan Pencatatan dan Penerbitan KK dan/atau KTP

Tanggal	Hari	Jumlah Kedatangan
18 Maret 2020	Rabu	53
19 Maret 2020	Kamis	43
20 Maret 2020	Jumat	51

Pada **Tabel 1.1** menunjukkan data jumlah kedatangan pengunjung untuk melakukan pencatatan dan penerbitan KK dan/atau KTP, sedangkan pelayanan di Kantor Disdukcapil tidak hanya berfokus pada KK dan/atau KTP saja hal tersebut memungkinkan loket yang tersedia menjadi terbagi-bagi untuk kepengurusan pengunjung yang lainnya dan hal itu juga dapat memicu terjadinya penumpukkan pengunjung. Banyaknya pengunjung yang datang untuk melakukan proses pencatatan dan penertiban di hari Rabu, Kamis, dan hari Jumat adalah berbeda-beda dan waktu yang diambil adalah waktu antrian menjelang *work from home*.

Proses antrian sendiri merupakan suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan orang atau barang dengan laju konstan atau bervariasi pada suatu fasilitas pelayanan, menunggu dalam baris antrian jika belum dilayani, kemudian

dilayani dan akhirnya meninggalkan fasilitas tersebut jika sudah dilayani (Kakiay, 2004). Mengatasi terjadi antrian yang panjang dan lama dapat dilakukan dengan menerapkan sistem antrian yang dapat memperkirakan situasi atau keadaan antrian yang sesungguhnya sehingga situasi antrian dapat dianalisis. Penerapan sistem antrian dapat memperkirakan situasi antrian seperti lamanya waktu pelayanan atau lamanya waktu tunggu dalam antrian.

Pembahasan antrian difokuskan juga pada permasalahan pengunjung yang mengantri beberapa kali di lebih dari satu antrian seperti halnya antrian di loket pendaftaran dan antrian di loket pencatatan. Hal tersebut merujuk pada jaringan antrian. Jaringan antrian merupakan sekelompok *workstation* dimana orang atau barang dapat mengantri dan berpindah dari satu *workstation* ke *workstation* yang lain (Owoloko, 2015). Dalam model jaringan antrian *Jackson* dengan disiplin antrian *First Come First Serve* (FCFS), kedatangan pengunjung ke *workstation* membentuk distribusi *Poisson* karena kedatangan bersifat bebas dan tidak dipengaruhi oleh kedatangan pengunjung sebelum ataupun sesudahnya begitu juga dengan waktu pelayanan dari suatu *workstation* membentuk distribusi *Eksponensial* karena waktu untuk melayani pengunjung tidak bergantung pada banyaknya waktu yang telah dihabiskan untuk melayani pengunjung sebelum ataupun sesudahnya. Pindahnya pengunjung berupa probabilitas perpindahan ke *workstation* berikutnya setelah selesai dilayani di *workstation* sebelumnya. Jaringan antrian *Jackson* memiliki sifat berkesinambungan di setiap *workstation* dimana untuk masing-masing antrian bersifat independen satu sama lain, sehingga dapat menganalisis setiap *workstation* secara terpisah berbeda dengan sistem antrian dengan struktur *Multi Chanel-Multi Phase* yang tidak menggunakan probabilitas perpindahan pengunjung dari satu *workstation* ke *workstation* yang lainnya, karena sistem antrian dengan struktur *Multi Chanel-Multi Phase* hanya berfokus pada pengukuran kinerja sistem antrian seperti mencari probabilitas tidak terdapat pengunjung dalam sistem, ekspektasi rata-rata jumlah pengunjung yang menunggu dalam antrian, ekspektasi rata-rata jumlah pengunjung yang menunggu dalam sistem antrian, ekspektasi rata-rata waktu menunggu pengunjung dalam

antrian, serta ekspektasi rata-rata waktu menunggu pengunjung dalam sistem antrian (Sigman, 1990).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Fahra dkk (2015) bertujuan untuk memberikan pelayanan yang cepat sehingga pengunjung tidak dibiarkan menunggu lama dengan melakukan penambahan fasilitas pelayanan untuk mengurangi antrian atau menghindari deret antrian yang terus memanjang. Kemudian penelitian untuk memperkirakan estimasi waktu tunggu agar pelayanan menjadi lebih cepat dan optimal menggunakan alogaritma antrian jaringan *Jackson* juga dilakukan oleh Varissa dkk (2016).

Analisis teori antrian yang akan digunakan pada penelitian kali ini dilakukan untuk menganalisis sistem antrian pada loket pendaftaran dan loket pencatatan di Kantor Disdukcapil Kota Banjar, tetapi peneliti tidak menganalisis penerbitan berkas karena waktu yang diberikan oleh petugas sangat fleksible, seperti pengambilan berkas dapat ditunggu, atau ditinggalkan dan kembali lagi untuk mengambil berkas tersebut, dan bisa juga pengunjung mengambil berkas keesokan harinya. Penelitian ini menggunakan perbandingan metode antrian jaringan *Jackson* dengan metode antrian yang pada umumnya digunakan untuk melihat metode yang lebih efisien serta efektif agar pelayanan yang diberikan oleh petugas aparatur pencatatan sipil dapat dilakukan dengan baik, memberikan kenyamanan, dan memberikan pelayanan dengan cepat, sehingga masyarakat/pengunjung tidak dibiarkan menunggu lama untuk mendapatkan giliran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka permasalahan yang dapat diidentifikasikan dalam penilitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi sistem antrian di Kantor Disdukcapil pada loket pendaftaran dan pencatatan KK dan/atau KTP di Kota Banjar?
2. Bagaimana hasil penerapan model antrian jaringan *Jackson* untuk menganalisis antrian di Kantor Disdukcapil Kota Banjar?

3. Bagaimana perbandingan kinerja sistem antrian sebelum dan sesudah diterapkan model antrian jaringan *Jackson*?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian tidak terlalu meluas, maka dalam penelitian ini diberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Data yang digunakan ialah jumlah kedatangan pengunjung pada loket pendaftaran dan waktu mendapatkan nomor antrian yang selanjutnya waktu dilayani untuk melakukan pencatatan, kemudian waktu selesai dilayani dalam melakukan pencatatan.
2. Pengambilan data dilakukan saat Pandemi Covid-19 dan hanya diambil pada Hari Rabu, Hari Kamis, dan Hari Jumat.
3. Jenis pencatatan KK dan/atau KTP diasumsikan sama.
4. Jumlah fasilitas yang tersedia pada bagian loket pendafataran yaitu 1 fasilitas dan jumlah fasilitas yang tersedia pada bagian loket pencatatan yaitu 3 fasilitas terdiri dari petugas Disdukcapil.
5. Disiplin antrian yang digunakan ialah *Single Channel-Multi Phase.*
6. Model antrian yang digunakan ialah *First Come First Serve* (FCFS).
7. Tingkat kedatangan berdistribusi *Poisson* dan waktu pelayanan berdistribusi *Eksponensial.*
8. Tidak adanya penolakan terhadap pengunjung.
9. *Software* yang digunakan adalah *Ms. Excel* dan *Pyhton.*

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi sistem antrian di Kantor Disdukcapil Kota Banjar.
2. Mengetahui hasil penerapan model antrian jaringan *Jackson* untuk menganalisis antrian di Kantor Disdukcapil Kota Banjar.
3. Mengetahui perbandingan kinerja sistem antrian sebelum dan sesudah diterapkan model antrian jaringan *Jackson*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat menghasilkan manfaat sebagai berikut:

1. Diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengambilan keputusan di dinas terkait yang berhubungan dengan “Antrian” dalam meningkatkan operasionalnya agar dapat meningkatkan kepuasaan pengguna layanan.
2. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk peneliti selanjutnya dalam penerapan metode antrian jaringan *Jackson* yang dapat diterapkan pada kasus-kasus dengan tipe yang sama ataupun tipe yang lebih *complicated*.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berguna untuk mengetahui penelitian-penelitian terdahulu
dengan topik yang serupa, supaya peneliti dapat menggunakan penelitian terdahulu sebagai acuan penelitian serta menghindari terjadinya plagiasi. Berikut ialah beberapa penelitian terdahulu dengan dua metode yang akan digunakan dalam penelitian ini.

2.1 Penelitian Analisis Sistem Antrian

Penelitian-penelitian terdahulu tentang Analisis Sistem Antrian telah peneliti rangkum dalam **Tabel 2.2** sebagai berikut:

Tabel 2.2 Tinjauan Pustaka Tentang Analisis Sistem Antrian

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Isi
1.	(Faisal, Fachri)	Pendekatan Teori Antrian : kasus Nasabah Bank pada pukul 08.00-11.00 WIB di Bank BNI 46 Cabang Bengkulu.	2005	• Poses kedatangan nasabah berdistribusi *Poisson*, dengan demikian waktu pelayanan dengan sendirinya berdistribusi *Eksponensial.* • Jumlah *server/teller* yang dibutuhkan untuk melayani nasabah dalam pengambilan dan penyetoran secara tunai adalah lima *teller* untuk mendapatkan presentase *teller* menganggur sebesar 26,70%.
2.	(Irmayanti, Hasan)	Model Optimasi Pelayanan Nasabah Berdasarkan Metode Antrian.	2011	• Berdasarkan hasil perhitungan untuk pola kedatangan nasabah didapatkan 1 menit 51 detik, sedangkan untuk pola pelayanan didapatkan 4 menit 42 detik. • Rata-rata nasabah menunggu dalam sistem sistem antrian dan sistem total (antrian dan fasilitas pelayanan) kurang dari 1 menit yaitu 32,09 detik.
3.	(Artiguna)	Analisis Sistem Antrian pada Layanan Pengurusan Paspor di Kantor Imigrasi Kelas I Semarang	2014	• Berdasarkan perhitungan dan Analisis secara keseluruhan sudah mencapai kondisi yang seimbang. • Loket pengambilan paspor dan loket *Customer Service* memiliki model antrian adalah (M/M/2): (GD/∞/∞) dengan pola kedatangan

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Isi
				dan pola pelayanan berdistirbusi *Poisson*. • Model antrian untuk loket penyerahan berkas an loket penyerahan bukti pembayaran yang digunakan adalah (G/G/1):(GD/∞/∞) dengan pola kedatangan dan pola pelayanan berdistribusi *General*. • Model antrian untuk loket foto dan loket wawancara adalah (G/G/2) : (GD/∞/∞) dengan pola kedatangan dan pola pelayanan berdistribusi *Genereal*.
4.	(Astrelita)	Analisis Antrian Pengunjung dan Kinerja Sistem Dinas Kependudukan dan Pencacatan Sipil Kota Semarang	2015	• Sistem antrian di loket 4,5,6,7,8,9,10,11,12, dan loket 13 sudah stabil karena memiliki nilai utilitas kurang dari 1. • Model antrian dengan jumlah dengan jumlah kedatangan setiap interval waktu tertentu berdistribusi *Poisson* atau General dengan parameter λ (jumlah kedatangan per unit waktu), waktu pelayanan berdistribusi *Eks*ponensial atau General dengan parameter μ (jumlah yang terlayani per unit waktu). • Tingkat kedatangan tertinggi yang terjadi pada loket pelayanan adalah loket legalisir dan loket kelahiran. • Tingkat kedatangan terendah terjadi pada loket perubahan data, loket kematian, dan loket perceraian/perkawinan. • Tingkat kecepatan pelayanan tertinggi yaitu di loket pengambilan. • Tingkat kecepatan pelayanan terendah terjadi pada loket legalisir
5.	(Mayangsari)	Sistem Antrian *Teller* Bank Mandiri Sebagai Upaya Meningkatkan Efisiensi Kecepatan Transaksi.	2016	• Sistem antrian yang digunakan adalah *multi chanel single phase*, dan disiplin antrian yang digunakan *First Come First Service* (FCFS). • Hasil penelitian menunjukkan waktu pelayanan 2,64 menit untuk setiap orang dalam sistem. Sedangkan waktu standartnya adalah 2 menit antrian dan 2 menit untuk pelayanan transaksi. Demikian waktu pelayanan *teller* lebih kecil dari waktu yang ditetapkan Bank Mandiri.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Isi
				• Kinerja sistem antrian tidak optimal karena kegunaan fasilitas yang rendah dan tingkat kesibukan *teller* yang rendah.
6.	(Septiani)	Gambaran Sistem Antrian Pasien dalam Optimasi Pelayanan di Loket Pendaftaran Instalasi Rawat Jalan Rumah Sakit Umum Pusat Fatmawati.	2017	• Tingkat kedatangan pasien tertinggi di bulan Juni. • Tingkat pelayanan tertinggi terjadi di loket poliklinik kebidanan sebanyak 32 pasien/jam. • Loket poliklinik bedah yang sudah mencapai titik optimal sistem dimana waktu tunggu pasien yang terjadi lebih singkat dibanding lainnya, dan waktu menganggur yang lebih sedikit.
7.	(Fadhilah)	Sistem Antrian Pada Pelayanan Customer Service PT. Bank X	2017	• Diperoleh model antrian yang sesuai dengan sistme pelayanan *Customer Service* yaitu (M/G/c) : (GD/∞/∞) dengan waktu kedatangan berdistribusi *Poisson* dan waktu pelayanan berdistribusi *Weibull.* • Dapat dikatakan bahwa sistem pelayanan masih dalam keadaan baik dan efektif dalam melayani pengunjung. • Dengan sistem pelayanan 3 *Customer Service* , pelayan masih dapat melayani pengunjung secara efektif.
8.	(Aulele, Salmon Notje)	Analisis Sistem Antrian pada Bank Mandiri Cabang Ambon	2018	• Waktu kedatangan nasabah dan waktu pelayanan pada Bank Mandiri Cabang Ambon berdistribusi *Eksponensial.* • Jumlah *Teller* yang optimal untuk melayani nasabah pada Bank Mandiri Cabang Ambon adalah 4 *Teller*. Sehingga model antrian yang diperoleh adalah (*M/M/4*): (FIFO/∞/∞)
9.	(Bahar)	Model Sistem Antrian dengan Menggunakan Pola Kedatangan dan Pola Pelayanan Pemohon SIM di Satuan Penyelenggaraan Administrasi SIM Resort Kepolisian Manado.	2018	• Sstem antrian pada SATPAS POLRESTA Manado memiliki tingkat kedatangan pemohon SIM sebesar 0.014 orang per menit. • Pola kedatangan berdistribusi *Poisson* yang artinya sesuai dengan harapan dan optimal., sedangkan pola pelayanan tidak berdistribusi *Eksponensial* yang artinya waktu pelayanan tidak sesuai dengan waktu yang diharapkan.
10.	(Wihdaniyah)	Analisis Kinerja	2018	• Agar tidak terjadi peningkatan

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Isi
		Sistem Antrian dalam Mengoptimalkan Pelayanan Pasien Rawat Jalan di RSUD Haji Makasar.		biaya yang berlebih pihak rumah sakit dapat menggabungkan loket verifikasi dan loket jaminan sehingga tenaga yang ada pada bagian verifikasi disatukan dengan bagian jaminan agar pelayanan lebih efisien. • Sarana prasarana yang diharapkan dapat tersedia antara lain mesin nomor antrian, perbaikan tata letak loket kerja dan line antrian yang jelas bagi pasien di setiap loket agar antrian menjadi lebih teratur.

2.2 Penelitian Analisis Sistem Antrian Jaringan *Jackson*

Penelitian-penelitian terdahulu tentang Analisis Sistem Antrian Jaringan *Jackson* telah peneliti rangkum dalam **Tabel 2.3** sebagai berikut:

Tabel 2.3 Tinjauan Pustaka Tentang Analisis Sistem Antrian Jaringan *Jackson*

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Isi
1.	(Darmawan, Gumgum)	Simulasi Antrian *Jackson* 6 *Workstation* dengan Menggunakan Matriks Peluang Transisi yang Berbeda	2015	• Optimalisasi sarana *workstation* terjadi jika setengah dari *workstation* yang ada pada sistem antrian dibuka dan yang lainnya ditutup
2.	(Puspaningrum)	Implementasi Sistem Antrian Jaringan *Jackson* Pada Rumah Sakit	2016	• Model dan analisis sistem antrian dengan delapan server tunggal yang digunakan adalah M/M/1. Bentuk M/M/1 diimplementasikan ke dalam bentuk *Jackson Network Queue* dalam layanan *First Come First Serve.*
3.	(Djatmiko)	Analisis Sistem Antrian Menggunakan Metode *Jackson* Pada Wahana *Outdoor* Suroboyo *Carnaval.*	2016	• Matriks peluang perpindahan pengunjung antar wahana menghasilkan kombinasi P_6- P_4- P_5- P_2- P_1- P_3 sebagai kombinasi tecepat bagi pengunjung untuk menikmati 6 wahana tersebut dengan waktu tercepat 0.3514 jam, waktu terlama 0.425 jam dan rata-rata 0.3882 jam
4.	(Ratnasari)	Analisa Antrian Pengerjaan Benang *Heat Technology* dengan Metode *Jackson Network* di PT Kurabi Manunggal *Textile*	2018	• Hasil Pengolahan data menunjukkan waktu baku yang diperlukan untuk antrian sebesar 40 detik/bale dan paling banyak 1 orang dapat melayani 3 sampai 4 menit. • Dengan menggunakan asumsi

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Isi
		Industries		waktu standar sebesar 2400 detik/bale didapatkan hasil 26 bale/ hari tanpa adanya *over time.*
5.	(Faris, Monike Febriyani)	Penerapan Model Jaringan Antrian *Jackson* Pada Instalasi Rawat Jalan Rumah Sakit Umum Daerah Sidoarjo	2019	• Dengan diterapkannya metode *Jackson* total lama waktu menunggu pasien dapat berubah menjadi 10 menit dari 108 menit apabila pihak rumah sakit menambah pegawai di titik registrasi sebanyak 4 *server*, titik prekonsultasi pli jantung sebanyak 3 perawat, sedangkan untuk *workstation* konsultasi sebanyak 4 dokter dan untuk farmasi direkomendasikan mempunyai 7 pegawai.

Dari penelitian terdahulu, peneliti dapat memahami dan mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan Sistem Antrian serta metode yang digunakan. Maka, pada penelitian ini peneliti menggunakan metode yang serupa yaitu Analisis Sistem Antrian dengan struktur *Multi Chanel-Multi Phase* dan metode Analisis Sistem Jaringan Antrian *Jackson* serta peneliti menerapkan metode ini di Kantor Disdukcapil Kota Banjar dengan struktur antrian yang dipakai adalah *Single Phase- Multi Channel* dan Disiplin Antrian yang digunakan adalah *First Come First Serve* (FCFS).

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Pencatatan dan Penerbitan KK dan/atau KTP di Kantor Disdukcapil Kota Banjar.

Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Banjar merupakan salah satu pelayanan publik dengan visi *"Terwujudnya Tertib Administrasi Kependudukan Dengan Berbasis STAK Melalui Pelayanan Prima"* dan Misi *"Mewujudkan Organisasi Yang Efektif dan Efisien, Meningkatkan Pelayanan Dan Kualitas Penyediaan Data Untuk Menciptakan Tertib Administrasi Kependudukan Serta Mendukung Terwujudnya Perencanaan Dan Keserasian Kebijakan Kependudukan".*

Kemudian dari visi dan misi tersebut merujuk pada Pasal 2 Peraturan Daerah Kota Banjar Nomor 3 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Administrasi Kependudukan menyebutkan bahwa "Pendaftaran penduduk dan pencatatan sipil bertujuan untuk memberikan keabsahan identitas dan kepastian hukum atas dokumen penduduk, perlindungan dan pengakuan terhadap penentuan status pribadi dan status hukum atas setiap peristiwa kependudukan dan peristiwa penting yang dialami oleh penduduk, dan mendapatkan data yang mutakhir benar dan lengkap". Dari Pasal tersebut Kantor Disdukcapil mempunyai beberapa fungsi, salah satunya ialah pencatatan dan penerbitan Kartu Tanda Penduduk, serta pencatatan dan penerbitan Kartu Keluarga. Berikut adalah syarat serta prosedur pelayanan dalam pencatatan dan penerbitan KTP dan/atau KK:

1. Pelayanan Kartu Tanda Penduduk
    a. Persyaratan
        - *Fotocopy* Kartu Keluarga (KK);
        - KTP lama;
        - Surat Pindah/Datang;

- *Fotocopy* Surat Nikah;
- Fotocopy Dokumen Imigrasi (Paspor, izin Tinggal Tetap) bagi WNA;

b. Prosedur Pelayanan
- Surat pengantar dari RT/RW
- Mengisi surat permohonan pembuatan KTP di Desa;
- Surat permohonan dibawa ke kecamatan untuk diterbitkan KTP.

2. Pelayanan Kartu Keluarga

a. Persyaratan
- Kartu Keluarga (KK) Baru;
  - Mengisi Formulir F-1.15;
  - KTP
  - Izin Tinggal Tetap bagi Orang Asing;
  - *Fotocopy* atau menunjukkan kutipan Akta nikah/Kutipan Akta Perkawinan;
  - Surat keterangan pindah/ surat keterangan pindah datang bagi penduduk yang pindah dalam wilayah NKRI; atau
  - Surat keterangan datang dari Luar Negeri yang diterbitkan oleh Instansi Pelaksana bagi WNI yang datang dari Luar Negeri karena Pindah.
- Perubahan (KK) karena penambahan anggota keluarga bagi penduduk yang mengalami kelahiran
  - Mengisi Formulir F-1.16;
  - KK lama, dan
  - Kutipan Akta Kelahiran
- Perubahan karena penambahan anggota keluarga untuk menumpang ke dalam KK bagi penduduk Warga Indonesia
  - Mengisis Formulir F-1.17
  - KK lama;

- Surat keterangan pindah datang bagi penduduk yang pindah dalam wilayah NKRI; dan/atau
- Surat keterangan datang dari Luar Negeri bagi WNI yang datang dari Luar Negeri karena pindah

- Perubahan KK karena pengurangan anggota keluarga
  - KK lama;
  - Surat keterangan kematian; atau
  - Surat keterangan pindah datang bagi penduduk yang pindah lama wilayah NKRI
- Perubahan KK karena hilang atau rusak
  - Surat keterangan kehilangan dari Kepala Desa/Lurah;
  - KK yang rusak;
  - *Fotocopy* atau menunjukkan dokumen kependudukan dari salah satu anggota keluarga; atau
  - dokumen keimigrasian bagi orang asing

b. Prosedur Pelayanan
- Surat Pengantar dari RT/RW;
- Mengisi surat permohonan pembuatan KK di Desa;
- Surat permohonan dibawa ke Kecamatan untuk Cap;

3.2 Pelayanan

3.2.1 Definisi Pelayanan

Menurut Kotler (2008) pelayanan merupakan tindakan atau kegiatan yang ditawarkan oleh suatu pihak kepada pihak lain, yang pada dasarnya tidak berwujud dan tidak mengakibatkan kepemilikan apapun.

Sementara itu, Tjiptono (2008) berpendapat bahwa perspektif pelayanan sebagai sebuah sistem, dimana setiap jasa dipandang sebagai sebuah sistem yang terdiri atas dua komponen utama yaitu operasi jasa dan penyampaian jasa. Beberapa faktor yang menyebabkan timbulnya pelayanan antara lain:

a. Adanya keyakinan untuk saling tolong menolong terhadap sesama.

Tolong menolong sudah menjadi naluri manusia, apa yang dilakukan oleh seseorang untuk orang lain karena diminta oleh orang yang membutuhkan pertolongan hakikatnya adalah pelayanan.

b. Adanya keyakinan bahwa berbuat baik kepada orang lain adalah salah satu bentuk amal kebaikan.

Kamus Bahasa Indonesia mendefinisikan pelayanan adalah usaha dalam melayani kebutuhan orang lain. Sedangkan melayani adalah membantu menyiapkan yang diperlukan oleh sesorang. Berdasarkan Keputusan Menteri Pembinaan Aparatur Negara (MENPAN) No 81/93 menyatakan pelayanan umum adalah segala bentuk pelayanan yang diberikan oleh pemerintah pusat/daerah, BUMN, BUMD dalam rangka pemenuhan kebutuhan masyarakat dana tau peraturan perundang-undangan yang berlaku.

3.2.2 Sistem Pelayanan Jasa

Pada umumnya terdapat beberapa unsur yang merupakan bagian yang perlu dipertimbangkan dalam sistem layanan jasa (Schroeder, 1984):

1. Teknologi yaitu, derajat otomatisasi, peralatan, derajat integrase vertical.
2. Aliran proses yaitu, urutan kejadian yang digunakan untuk memproduksi sistem layanan jasa.
3. Tipe Proses yaitu, jumlah kontak yang terlibat (tinggi rendah), derajat pelayanan dan integrasi.
4. Lokasi dan Ukuran yaitu, tempat dimana proses jasa dialokasikan dan ukuran setiap tempat jasa tersebut dilaksanakan.
5. Tenaga Kerja yaitu, keterampilan, jenis organisasi, sistem imbalan, derajat partisipasi.

Layanan yang baik ialah layanan yang berikan atau dihasilkan oleh orang dan bukan berasal dari mesin. Dapat dikatakan layanan yang baik apabila telah membuat pengunjung senang dan memberikan rasa puas. Suatu usaha tidak akan berjalan maju apabila tidak didukung dengan layanan yang baik (Ambariki, 2008)

3.3 Variabel Acak

Variabel acak merupakan suatu fungsi yang mengaitkan suatu bilangan real setiap unsur dalam sampel, dinyatakan dalam huruf kapital misalnya *X*, sedangkan nilainya dinyatakan dalam huruf kecil yaitu x. Variabel acak biasanya menghubungkan nilai-nilai numerik dengan setiap kemungkinan hasil percobaan, karena nilai numerik tersebut dapat bersifat diskrit ataupun bersifat kontinu.

1. Distribusi Peluang Diskrit

Distribusi peluang diskrit merupakan distribusi peluang dengan variabel acak yang dapat dihitung, misalkan *X* adalah variabel random diskrit dengan suatu fungsi *f*(x) yang dikatakan fungsi peluang diskrit dari *X* jika memenuhi syarat sebagai berikut:

- $f(x) \geq 0$ (3.1)
- $\sum_x f(x) = 1$, untuk setiap nilai x yang mungkin (3.2)
- $P(X = x) = f(x)$ (3.3)

2. Distribusi Peluang Kontinu

Distribusi peluang kontinu merupakan distribusi peluang dengan variabel acak yang dapat memperoleh nilai pada skala kontinu dengan fungsi *f*(x) dikatakan fungsi peluang kontinu variabel random kontinu *X* jika :

- $f(x) \geq 0, x \in R$ (3.4)
- $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$ (3.5)
- $P(a < X < b) = \int_b^a f(x)dx$ (3.6)

(Walpole & Myers, 1995)

3.4 Probabilitas

Probabilitas diartikan sebagai suatu nilai yang dipergunakan untuk mengukur tingkat peluang terjadinya kejadian yang random serta menunjukkan seberapa besar kemungkinan suatu kejadian akan terjadi dalam bentuk angka.

$$P(A) = \frac{n}{N} \quad (3.7)$$

Dengan

$P(A)$: Peluang terjadinya kejadian *A*

n : Jumlah kejadian *A*

N : Jumlah kejadian secara keseluruhan.

Menurut Seputra (2012) probabilitas terjadinya kejadian A dapat diartikan sebagai hasil bagi dari banyaknya kejadian A dengan jumlah keseluruhan peristiwa.

3.5 Distribusi *Poisson*

Distribusi *Poisson* merupakan distribusi probabilitas diskrit yang menyatakan peluang jumlah kedatangan pengunjung yang terjadi pada periode waktu tertentu, apabila rata-rata kedatangan diketahui dan dalam waktu yang saling acak dari kedatangan yang sebelumnya. Dikatakan bahwa nilai harapan kejadian pada suatu interval adalah λ dan sering digunakan untuk mengasumsikan kedatangan pengunjung karena bersifat bebas dan tidak dipengaruhi oleh kedatangan sebelum atau sesudahnya, maka peluang terjadinya suatu peristiwa sebanyak *x* kali adalah:

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}, x = 1,2,3,4, \dots n \quad (3.8)$$

Dimana,

P(*x*) : probabilitas terjadinya kedatangan

λ : rata-rata kedatangan per satuan waktu

x : banyaknya kedatangan per satuan waktu

e : bilangan natural (e ≈ 2,71828)

Estimasi parameter harus dilakukan untuk menduga nilai karakteristik dari populasi ketika data yang dimiliki merupakan data sampel. Estimasi parameter dapat digunakan menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), seperti berikut ini:

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

   $$L(\lambda) = \prod_{i=1}^{n} f(x) \quad (3.9)$$

   $$L(\lambda) = \prod_{i=1}^{n} \frac{e^{-\lambda}.\lambda^x}{x!} = \frac{e^{-n\lambda}.\lambda^{\sum_{i=1}^{n} x_i}}{\prod_{i=1}^{n} x!} \quad (3.10)$$

2. Membuat tranformasi ke dalam bentuk *ln.*

$$ln\ L(\lambda) = ln\left(\frac{e^{-n\lambda}.\lambda^{\sum_{i=1}^{n} x!}}{\prod_{i=1}^{n} x!}\right)$$

$$ln\ L(\lambda) = ln\left(e^{-n\lambda}\right) + ln\left(\lambda^{\sum_{i=1}^{n} x!}\right) - ln\left(\prod_{i=1}^{n} x!\right)$$

$$ln\ L(\lambda) = -n\lambda \ln e + \sum_{i=1}^{n} x_i \ln \lambda - ln\left(\prod_{i=1}^{n} x!\right), maka:$$

$$ln\ L(\lambda) = -n\lambda + \textstyle\sum_{i=1}^{n} x_i \ln \lambda - \ln(\prod_{i=1}^{n} x!) \quad (3.11)$$

3. Membuat turunan fungsi terhadap parameter λ.

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

$$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \lambda} = -n + \frac{1}{\lambda}\textstyle\sum_{i=1}^{n} x_i \quad (3.12)$$

4. Menyamakan hasil turunan dengan 0.

$$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \lambda} = 0$$

$$-n + \frac{1}{\hat{\lambda}}\textstyle\sum_{i=1}^{n} x_i = 0 \quad (3.13)$$

$$\frac{1}{\hat{\lambda}}\sum_{i=1}^{n} x_i = n, maka:$$

$$\hat{\lambda} = \frac{1}{n}\textstyle\sum_{i=1}^{n} x_i \quad (3.14)$$

Rumus **persamaan 3.14** digunakan untuk melihat estimasi rata-rata kedatangan pengunjung dalam rentang waktu tertentu secara umum ketika data berupa sampel.

3.6 Distribusi *Eksponensial*

Distribusi *Eksponensial* digunakan untuk menggambarkan distribusi waktu pada fasilitas jasa. Dimana waktu pelayanan diasumsikan bersifat acak yaitu waktu untuk melayani pengunjung tidak bergantung pada waktu yang telah dihabiskan untuk melayani pengunjung sebelumnya serta tidak bergantung pada jumlah pengunjung yang menunggu untuk dilayani. Variabel acak kontinu X berdistribusi *Eksponensial* dengan parameter $\theta > 0$ jika mempunyai fungsi distribusi dalam bentuk:

$$f(x) = \frac{1}{\theta} \mathrm{e}^{\frac{-x}{\theta}}, x > 0 \quad (3.15)$$

Dimana,

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

θ : parameter skala

e : bilangan natural (e ≈ 2,71828)

fungsi distribusi kumulatif yaitu:

$$F(X) = P[x \leq X] = \int_0^x \frac{1}{\theta} e^{\frac{-x}{\theta}} dx = 1 - e^{\frac{-x}{\theta}} \quad (3.16)$$

Estimasi parameter harus dilakukan untuk menduga nilai karakteristik dari populasi ketika data berupa sampel. Estimasi parameter dapat digunakan menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), seperti berikut ini:

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

   $$L(\lambda) = \prod_{i=1}^{n} \lambda\, e^{-x\lambda}$$

   $$L(\lambda) = \lambda^n . e^{-\lambda \sum_{i=1}^{n} x_i} \quad (3.17)$$

2. Membuat transformasi ke dalam bentuk *ln.*

   $$\ln L(\lambda) = ln\left(\lambda^n . e^{-\lambda \sum_{i=1}^{n} x_i}\right)$$

   $$\ln L(\lambda) = ln(\lambda^n) + ln\left(e^{-\lambda \sum_{i=1}^{n} x_i}\right)$$

   $$\ln L(\lambda) = n \ln \lambda - \lambda \sum_{i=1}^{n} x_i \ln e, maka:$$

   $$\ln L(\lambda) = n \ln \lambda - \lambda \sum_{i=1}^{n} x_i \quad (3.18)$$

3. Membuat turunan fungsi terhadap parameter λ.

   $$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \lambda} = \frac{\partial (n \ln \lambda - \lambda \sum_{i=1}^{n} x_i)}{\partial \lambda}, maka:$$

   $$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \lambda} = \frac{n}{\lambda} - \sum_{i=1}^{n} x_i \quad (3.19)$$

4. Menyamakan hasil turunan dengan 0.

   $$\frac{\partial \ln L(\lambda)}{\partial \lambda} = 0$$

   $$\frac{n}{\hat{\lambda}} - \sum_{i=1}^{n} x_i = 0$$

$$\frac{n}{\hat{\lambda}} = \sum_{i=1}^{n} x_i$$

$$\frac{1}{\hat{\lambda}} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \quad (3.20)$$

$$\hat{\mu} = \frac{1}{\hat{\lambda}}, maka:$$

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \quad (3.21)$$

Rumus **persamaan 3.21** dengan rataan (μ) dari distribusi eksponensial adalah $\frac{1}{\lambda}$ digunakan untuk melihat estimasi rata-rata waktu pengunjung yang dapat dilayani dalam rentang waktu tertentu secara umum ketika data berupa sampel,.

3.7 Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi atau uji *goodness of fit* dilakukan dengan uji satu sampel *Kolmogorov-Smirnov.* Uji satu sampel *Kolmogorov-Smirnov* ini dipilih untuk pengujian karena dapat digunakan pada sampel kecil dan tidak menghilangkan informasi meski sampel digabungkan dalam beberapa kategori. Berikut merupakan langkah-langkah uji satu sampel *Kolmogorov-Smirnov:*

1. Menentukan Hipotesis

   Hipotesis untuk distribusi kedatangan:

   H_0 : Kedatangan pengunjung berdistribusi *Poisson*

   H_1 : Kedatangan pengunjung tidak berdistribusi *Poisson*

   Apabila hasil pengujian mengatakan tidak berdistribusi *Poisson*, maka kedatangan diasumsikan berdistribusi umum (General)

   Hipotesis untuk distribusi pelayanan:

   H_0 : Waktu pelayanan pengunjung berdistribusi *Eksponensial*

   H_1 : Waktu pelayanan pengunjung tidak berdistribusi *Eksponensial*

   Apabila hasil pengujian mengatakan tidak berdistribusi *Eksponensial*, maka waktu pelayanan diasumsikan berdistribusi umum (General)

2. Menentukan taraf signifikansi

   Taraf Signifikansi:

   $\alpha = 0{,}05$

3. Statistik Uji

$$D = \max |S(x) - F_0(x) \quad (3.22)$$

$$S(x) = \frac{frekuensi\ kumulatif\ data\ sampel}{N} \quad (3.23)$$

Dimana,

D : *Difference absolute*

S(x) : fungsi distribusi kumulatif data sampel

$F_0(x)$: fungsi distribusi kumulatif dari distribusi yang dihipotesiskan (Untuk kedatangan pengunjung menggunakan distribusi *Poisson*, sedangkan untuk waktu pelayanan pengunjung menggunakan distribusi *Eksponensial*)

4. Kriteria Uji

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

Nilai $D^*(\alpha)$ adalah nilai kritis yang diperoleh dari tabel *Kolmogorov-Smirnov.* (Sismetha, 2017)

3.8 Proses Stokastik

Stokastik mengandung unsur kejadian acak. Jika terdapat kejadian yang lalu maka keadaan yang akan datang pada suatu kejadian dapat diramalkan secara pasti, hal tersebut dinamakan deterministik, sedangkan apabila kejadian lalu hanya dapat menyajikan struktur peluang keadaan yang akan datang, hal tersebut dinamakan stokastik.

Parameter pada proses stokastik menurut Sugito (2009) yaitu parameter *state* dan parameter waktu. Maka, proses stokastik digolongkan menjadi 4 macam yaitu:

- Proses stokastik dengan waktu diskrit dan ruang *state* diskrit
- Proses stokastik dengan waktu diskrit dan ruang *state* kontinu
- Proses stokastik dengan waktu kontinu dan ruang *state* diskrit
- Proses stokastik dengan waktu kontinu dan ruang *state* kontinu

Salah satu proses stokastik dengan waktu kontinu dan ruang *state* diskrit yaitu proses *Poisson*. Salah satu proses stokastik *Poisson* yaitu antrian, dimana kedatangan berdistribusi *Poisson* dan waktu pelayanan berdistribusi *Eksponensial*.

3.9 Teori Antrian

3.9.1 Sejarah Teori Antrian

Pelopor teori antrian adalah A.K Erlang (2011), seorang insinyur berkebangsaan Denmark yang bekerja pada industry telepon. Erlang melakukan percobaan yang menyangkut pada masalah fluktuasi permintaan terhadap fasilitas telepon dan pengaruhnya terhadap peralatan telepon yang otomatis. Masalah yang utama ialah Erlang hanya memperlakukan perhitungan keterlambatan dari seorang operator, yang kemudian pada tahun 1917 penelitian dilanjutkan untuk menghitung kesibukan beberapa operator (Supranto, 1997). Setelah akhir Perang Dunia II pekerjaan ini diperluas untuk mencoba memecahkan persoalan umum yang menyangkut masalah antrian. Kemudian analisis antrian saat ini banyak digunakan dibidang bisnis, industri, transportasi, pemerintahan dan lain-lain.

3.9.2 Pengertian Teori Antrian dan Sistem Antrian

Teori Antrian (*queuing theory*) merupakan studi matematika dari antrian atau kejadian yang mempunyai garis tunggu dari pengunjung yang memerlukan layanan dari sistem yang ada. Antrian menurut Pangestu (2003) adalah menunggu giliran untuk mendapatkan pelayanan dari suatu fasilitas. Antrian dapat terjadi karena pelayanan tidak bisa mengimbangi kebutuhan pelayan. Dengan kata lain, orang yang perlu dilayani terlalu banyak dibandingkan dengan kemampuan pelayanan yang ada. Pelayanan yang terbaik diantaranya adalah memberikan pelayanan yang cepat sehingga pengunjung tidak menunggu terlalu lama. Antrian adalah seseorang atau barang dalam barisan yang sedang menunggu untuk dilayani dan perusahaan dapat menentukan waktu serta fasilitas yang sebaik-baiknya agar dapat melayani dengan efektif dan efisien. Tujuan dari teori antrian adalah merancang fasilitas pelayanan dalam mengatasi permintaan pelayanan yang berfluktuasi dan menjaga keseimbangan antara biaya (waktu menganggur) pelayanan dan biaya (waktu) yang diperlukan selama antrian.

Proses antrian adalah suatu proses yang berhubungan dengan kedatangan seorang pengunjung pada suatu fasilitas pelayanan. Kemudian menunggu dalam suatu baris (antrian) jika semua pelayan dalam keadaan sibuk dan akhirnya

meninggalkan fasilitas tersebut. Sedangkan menurut Pangestu (2003) sistem antrian merupakan keseluruhan dari kegiatan atau pelayanan yang diberikan kepada orang-orang atau barang, sejak orang-orang atau barang tersebut datang hinggga selesai dilayani. Terdapat beberapa komponen di dalam sistem antrian yaitu:

1. Kedatangan

   Pada umumnya, proses kedatangan terjadi secara acak dan tidak bisa diprediksi

Kapan pengunjung tersebut akan datang, dengan kedatangan pengunjung yang tidak pasti maka probabilitas yang digunakan adalah distribusi Probabilitas *Poisson*. Sedangkan jalur yang digunakan dalam sistem antrian merupakan jalur tunggal, maka terdapat satu rata-rata kedatangan dan hal ini sesuai dengan distribusi *Poisson* yang hanya mempunyai satu parameter yaitu lamda (λ).

2. Antrian

   Antrian memiliki batasan panjang, yang memungkinkan bisa terbatas maupun tidak terbatas. Contoh seperti antrian masuk pengecekan identitas di stasiun kereta api yang termasuk ke dalam kategori panjang antrian tidak terbatas. Kemudian antrian di salon kecantikan masuk kedalam kategori panjang antrian yang terbatas karena keterbatasan tempat.

3. Fasilitas Pelayanan

   Fasilitas pelayanan memiliki beberapa karakteristik, yaitu tata letak (*lay out*) secara fisik dari sistem antrian, disiplin antrian, dan waktu pelayanan. Distribusi probabilitas untuk waktu layanan biasanya menggunakan distribusi Probabilitas *Eksponensial* dengan rata-rata pelayanan yang diberi simbol *miu* (μ) merupakan rata-rata jumlah pengunjung yang dapat dilayani oleh fasilitas pelayanan dalam satuan waktu tertentu.

Seperti pada **Gambar 1.1** yang menjelaskan bahwa sumber populasi atau pengunjung datang dan masuk ke dalam sistem antrian, setelah beberapa waktu mengantri, pengunjung tersebut mendapatkan fasilitas pelayanan kemudian pengunjung tersebut keluar atau telah selesai dilayani.

3.9.3 Disiplin Antrian

Disiplin antrian adalah aturan dimana para pengunjung dilayani, atau disiplin pelayanan (*service discipline*) yang memuat urutan (*order*) para pengunjung menerima layanan. Aturan pelayanan menurut urutan kedatangan ini didasarkan pada:

1. Pertama Masuk Pertama Keluar (FIFO) / Pertama Datang Pertama Dilayani (FCFS)

   FIFO (*First In First Out*)/FCFS (*First Come First Served*) merupakan suatu aturan dimana yang akan dilayani terlebih dahulu adalah pengunjung yang telebih dahulu datang. Misalnya antrian di loket-loket penjualan tiket kereta api.

2. Yang Terakhir Masuk Pertama Keluar (LIFO)

   LIFO (*Last In First Out*) merupakan antrian dimana yang datang terakhir adalah yang terlebih dahulu dilayani, atau sering dikenal dengan sebutan LCFS(*Last Come First Served*). Misalnya barang yang berada di dalam truk, pada saat bongkar barang yang paling terkahir justru akan dikeluarkan terlebih dahulu.

3. Pelayanan dalam Urutan Acak (SIRO)

   SIRO (*Service In Random Order*) dimana pelayanan dilakukan secara acak, atau sering dikenal dengan sebutan RSS (*Random Selection For Service*). Misalnya pada saat melakukan arisan untuk menentukan pemenang dilakukan pengundian secara acak.

4. Pelayanan Berdasarkan Prioritas / *Priority Service* (PS)

   PS merupakan pelayanan yang didasarkan untuk yang mempunyai prioritas paling tinggi. Misalnya pada IDG Rumah Sakit, untuk pasien yang mempunyai penyakit lebih darurat maka akan terlebih dahulu mendapatkan pelayanan. (Kakiay, 2004)

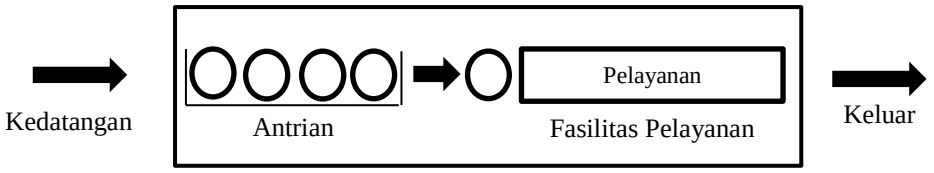
3.9.4 Struktur Antrian

Antrian dapat dikelompokkan berdasarkan jumlah saluran atau *channel* (*single* atau *multiple*) dan berdasarkan fase (*single atau multiple*) yang kemudian

akan membentuk struktur antrian yang berbeda. Terdapat empat model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam sistem antrian, yaitu:

1. *Single Chanel-Single Phase*

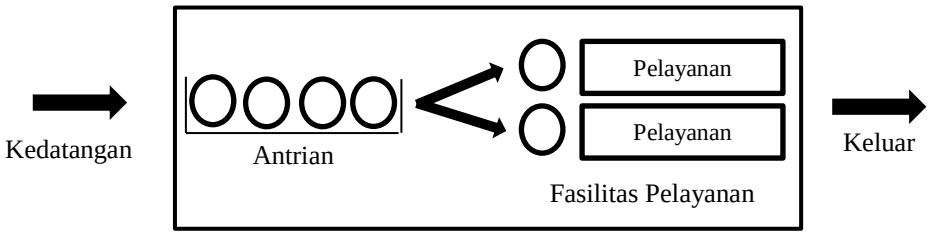
   Single Chanel menyatakan bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau hanya ada satu fasilitas pelayanan. *Single Phase* menunjukkan bahwa hanya ada satu stasiun pelayanan. Berikut adalah model secara umum sistem *Single Chanel-Single Phase* :



Gambar 3.1 *Single Chanel-Single Phase*

2. *Multi Channel-Single Phase*

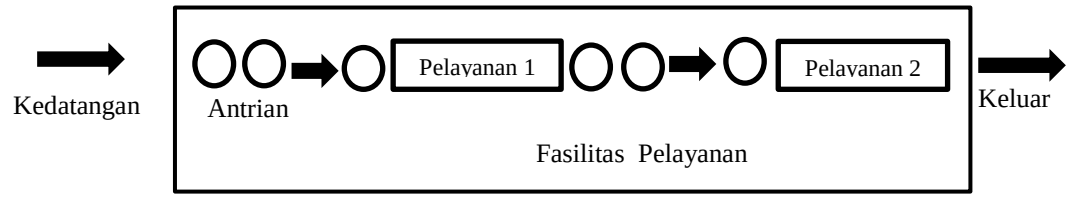
   Multi Channel-Single Phase berarti terdapat dua atau lebih fasilitas pelayanan yang dialiri oleh satu antrian tunggal dan hanya melewati satu fase *workstation.* Berikut adalah model secara umum sistem *Multi Channel-Single Phase:*



Gambar 3.2 *Multi Channel-Single Phase*

3. *Single Chanel-Multi Phase*

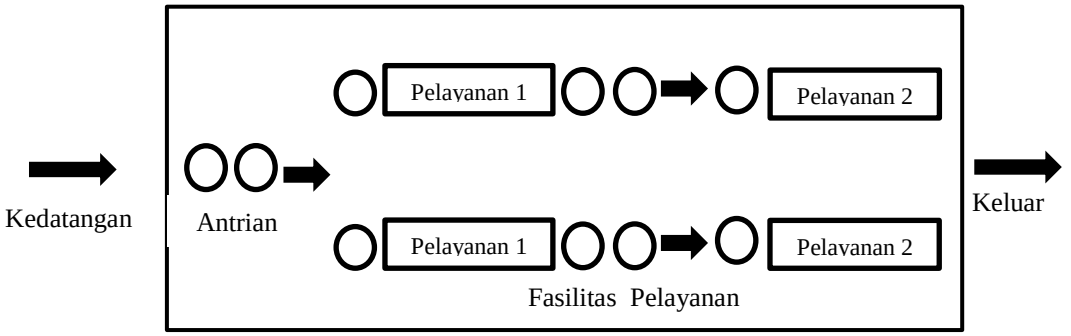
   Single Channel-Multi Phase berarti terdapat satu jalur antrian dan beberapa fase pelayanan yang disusun secara seri. Desain pelayanan seperti ini biasanya diterapkan pada pelayanan Akta Kelahiran karena terdapat beberapa loket yang tersusun secara berurutan dan harus dilewati oleh pengunjung sebelum proses pelayanan tersebut selesai. Berikut adalah model secara umum sistem *Single Channel-Multi Phase*:



Gambar 3.3 *Single Channel-Multi Phase*

4. *Multi Chanel-Multi Phase*

Multi Channel-Multi Phase mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahapnya, sehingga lebih dari satu pengunjung mendapatkan pelayanan pada satu waktu. Berikut adalah model secara umum sistem *Multi Channel-Multi Phase:*



Gambar 3.4 *Multi Channel-Multi Phase*

(Taha, 1996)

3.9.5 Kondisi *Steady State*

Jumlah rata-rata pengunjung yang datang ketempat pelayanan per satuan waktu tertentu diasumsikan dengan λ, sedangkan jumlah rata-rata pengunjung yang dapat dilayani per satuan waktu diasumsikan dengan μ, maka ρ atau faktor utilitas didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah rata-rata pengunjung yang datang (λ) dengan jumlah rata-rata pengunjung yang dilayani (μ) per satuan waktu, atau dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

Kondisi *steady state* dalam model antrian M/M/1 terjadi ketika $\rho < 1$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1 \qquad (3.24)$$

Kondisi *steady state* dalam model antrian M/M/k dengan k adalah jumlah pelayanan atau server maka utilitas sistem $\rho < k$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu k} < 1 \qquad (3.25)$$

Dimana,

ρ = utilitas sistem (tingkat kesibukan pelayanan)

λ = tingkat kedatangan pengunjung

μ = tingkat keberangkatan pengunjung

k = jumlah pelayan (*server*)

Kondisi *Steady State* terpenuhi apabila jumlah rata-rata pengunjung yang datang tidak melebih jumlah rata-rata pengunjung yang dilayani, dapat diartikan dengan $\lambda < \mu$ atau < 1. Kemudian apabila probabilitas *steady state* dari P_n untuk n pengunjung dalam sistem telah ditentukan, dapat dihitung ukuran-ukuran *steady state* dari kinerja situasi antrian tersebut dengan cara sederhana. Ukuran-ukuran kinerja seperti ini dapat digunakan untuk menganalisis operasi situasi antrian serta mendapatkan rekomendasi tentang rancangan sistem tersebut. Ukuran-ukuran kinerja yang terpenuhi adalah jumlah pengunjung yang menunggu yang diperkirakan, waktu menunggu per nasabah yang diperkirakan dan pemanfaatan sarana pelayanan yang diperkirakan, dan dapat didefinisikan sebagai berikut:

L_s = Jumlah pengunjung yang diperkirakan dalam sistem

L_q = Jumlah pengunjung yang diperkirakan dalam antrian

W_s = Waktu pengunjung yang diperkirakan dalam sistem

W_q = Waktu pengunjung yang diperkirakan dalam antrian

(Aminuddin, 2005)

3.9.6 Notasi Model Antrian

Karakteristik dan asumsi dari model antrian telah dirangkum dalam bentuk notasi. Notasi standar yang digunakan adalah sebagai berikut:

(*a/b/c/d/e/f*)

Dimana symbol *a,b,c,d,e,* dan *f* merupakan elemen dasar dari model antrian:

a : Distribusi kedatangan (*Arrival Distribution*)

b : Distribusi waktu pelayanan atau keberangkatan

c : Jumlah pelayanan dalam paralel (dimana c = 1,2,3, 4 … ∞)

d : Disiplin pelayanan

e : Jumlah maksimum yang diizinkan dalam sistem (*Queue* dan *System*)

f : Jumlah pengunjung yang ingin memasuki sistem sebagai sumber.

Notasi standar dapat diganti dengan kode yang sebenarnya dari distribusi-distribusi yang terjadi dan bentuk lainnya, antara lain:

M : Distribusi kedatangan atau keberangkatan dari distribusi *Poisson*

D : Waktu pelayanan distribusi *Eksponensial*

K : Jumlah pelayanan dalam bentuk paralel atau seri.

N : Jumlah maksimum pengunjung dalam sistem.

E_d : Erlang atau Gamma distribusi untuk waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan dengan parameter = *d.*

G : Distribusi umum dari *service time* atau keberangkatan (*departure*).

GI : Distribusi umum yang independen dari proses kedatangan (*Interactive Time*)

GD : *General Discipline* (disiplin umum) dalam antrian (FCFS, LCFS, SIRO)

NDP: Non-*Preemptive Discipline*

PRD: Preemptive *Discipline*

(Kakiay, 2004)

Contoh :

(M/M/1): (GD/∞/∞)

Ini berarti:

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

M : Distribusi yang sama untuk waktu pelayanan

1 : Terdapat 1 *server*

GD: Disiplin Antrian

∞ : Jumlah pengunjung dalam sistem tidak terbatas

(Kakiay, 2004)

3.10 Ukuran Sistem Kinerja Antrian

Heizer dan Render (2006) menambahkan komponen dasar antrian yaitu mengukur mengukur kinerja antrian. Ukuran efektifitas layanan pada kinerja suatu antrian diperoleh nilai intensitasnya yaitu $\rho > 1$, semakin besar nilai ρ maka semakin panjang antrian, dan begitu juga sebaliknya. Kemudian ukuran-ukuran

kinerja sistem layanan diperoleh dari nilai peluang pelayanan tidak sedang melayani pengunjung (P_0), jumlah rata-rata pengunjung dalam antrian (L_q), jumlah rata-rata pengunjung dalam sistem yang sedang dilayani (Artiguna, 2014) (L_s), rata-rata waktu menunggu pengunjung dalam antrian (W_q), rata-rata waktu pengunjung dilayani sistem (W_s), dari nilai-nilai tersebut dapat diketahui bahwa keseimbangan waktu antara tingkat pelayanan dan tingkat kedatangan. Jika peluang pelayanan tidak sedang melayani pengunjung dan rata-rata waktu dalam sistem memiliki presentase angka yang kecil maka pelayanan dapat dikatakan optimal dimana pengunjung tidak menemui antrian yang cukup panjang dan waktu tunggu yang relatif lama untuk mendapatkan pelayanan, serta rata-rata waktu pengunjung yang memasuki sistem juga tidak membutuhkan waktu yang relatif lama.

3.10.1 Ukuran Kinerja Sistem Antrian *(M/M/1) : (GD/∞/∞)*

Model *(M/M/1):(GD/∞/∞)* diasumsikan bahwa proses kedatangan dengan pelaksanaan pelayanan tidak ada kaitan dalam perhitungannya, serta mempunyai pola kedatangan berdistribusi *Poisson* dan waktu pelayanan berdistribusi *Eksponensial*. *M* pertama menyatakan distribusi *Poisson*, *M* kedua menyatakan distribusi *Eksponensial/Poisson*, 1 menunjukkan jumlah fasilitas pelayanan, *GD* menyatakan disiplin antrian yang digunakan yaitu FCFS, dan ∞ menyatakan bahwa antrian tak terhingga. (Kakiay, 2004).

Untuk membentuk rumus-rumus *single server* dari populasi yang tidak terbatas perlu menggunakan notasi-notasi parameter, antara lain:

λ = Rata-rata jumlah kedatangan per periode waktu

μ = Rata-rata jumlah pengunjung yang dilayani per periode waktu

ρ = Utilitas sistem (tingkat kesibukan pelayanan)

P_s = Probabilitas dari sistem pelayanan

$$P_s = \rho = \frac{\lambda}{\mu} \tag{3.26}$$

Menurut Taha (1996) model antrian ini merupakan model pelayanan tunggal tanpa batas kapasitas, dan diasumsikan bahwa laju kedatangan tidak bergantung pada jumlah dalam sistem tersebut, yaitu $\lambda_n = \lambda$ untuk semua n, demikian juga

untuk pelayanan tunggal dalam sistem tersebut yang menyelesaikan pelayanan dengan kecepatan konstan, yaitu $\mu_n = \mu$ untuk semua n. kemudian didefinisikan untuk n pengunjung ialah :

$$P_n = \rho^n P_0; n = 0,1,2,3 \ldots. \quad (3.27)$$

Dengan diketahui probabilitas kosong dalam sistem yaitu $P_0 = (1 - \rho)$, sehingga diperoleh rumus umum sebagai berikut:

$$P_n = (1 - \rho)\rho^n, n = 0,1,2,3, \ldots. \quad (3.28)$$

Demikian perhitungan kinerja sistem antrian pada *single server* ini dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Jumlah rata-rata pengunjung yang diperkirakan dalam sistem

$$L_s = \frac{\rho}{1-\rho} \quad (3.29)$$

2. Jumlah rata-rata pengunjung yang diperkirakan dalam antrian

$$L_q = L_s - \rho = \frac{\rho}{1-\rho} - \rho = \frac{\rho^2}{1-\rho} \quad (3.30)$$

3. Waktu rata-rata menunggu yang diperkirakan dalam sistem

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{1}{\lambda}\frac{\rho}{1-\rho} = \frac{1}{\mu(1-\rho)} \quad (3.31)$$

4. Waktu rata-rata menunggu yang diperkirakan dalam antrian

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{\rho^2}{1-\rho}\frac{1}{\lambda} = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)} \quad (3.32)$$

(Artiguna, 2014)

3.10.1 Ukuran Kinerja Sistem Antrian *(M/M/k) : (GD/∞/∞)*

Pada model antrian ini pengunjung tiba dengan laju konstan λ dan maksimum *k* pengunjung dapat dilayani secara bersamaan. Laju pelayanan per pelayan juga konstan sama dengan μ. Pengaruh dari penggunaan *k* pelayanan paralel ialah mempercepat laju pelayanan dengan memungkinkan dilakukannya beberapa pelayanan secara bersamaan. Apabila jumlah pengunjung dalam sistem *n*, sama dengan atau lebih besar dari *k*, laju keberangkatan gabungan dari sarana

tersebut adalah *k*μ. Tetapi jika *n* lebih kecil dari *k*, maka laju pelayanan adalah *n*μ (Taha, 1996). Jadi dalam bentuk model yang digeneralisasi:

$$\lambda_n = \lambda \text{ untuk semua } n \geq 0$$

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu \,;\, n < k \\ k\mu \,;\, n \geq k \end{cases} \tag{3.33}$$

Dengan misalkan r = $\frac{\lambda}{\mu}$ dan $\rho = \frac{r}{k} = \frac{\lambda}{k\mu}$, diperoleh probabilitas untuk 0 pengunjung dapat ditulis:

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{k-1} \frac{(k\rho)^n}{n!} + \frac{(k\rho)^k}{k!(1-\rho)} \right\}^{-1} \tag{3.34}$$

Dengan demikian diperoleh perhitungan ukuran kinerja sistem dalam model *(M/M/k):(GD/∞/∞)* sebagai berikut:

1. Jumlah rata-rata menunggu dalam antrian:

$$L_q = \left(\frac{r^k \rho}{k!(1-\rho)^2} \right) P_0 \tag{3.35}$$

2. Jumlah rata-rata pengunjung yang menunggu dalam sistem:

$$L_s = L_q + r$$

$$L_s = \left(\frac{r^k \rho}{k!(1-\rho)^2} \right) P_0 + r \tag{3.36}$$

3. Rata-rata waktu pengunjung menunggu dalam antrian:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \left(\frac{r^k}{k!(k\mu)(1-\rho)^2} \right) P_0 \tag{3.37}$$

4. Rata-rata waktu pengunjung menunggu dalam sistem:

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = W_q + \frac{1}{\mu} = \left(\frac{r^k}{k!(k\mu)(1-\rho)^2} \right) P_0 + \frac{1}{\mu} \tag{3.38}$$

(Artiguna, 2014)

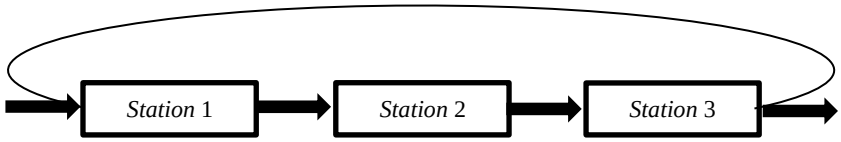
3.11 Jaringan Antrian

Jaringan antrian ialah sekelompok *workstation* dimana pengunjung atau barang dapat mengantri dan berpindah dari satu *workstation* ke *workstation* yang lain (Owoloko, 2015). Contoh dari jaringan antrian dikehidupan sehari-hari ialah antrian pembuatan KTP dimana pengunjung akan mengantri di beberapa

workstation seperti mengantri di loket registrasi, pengambilan data, selanjutnya KTP di cetak. Terdapat beberapa jenis jaringan antrian dan salah satunya ialah *Jackson Queueing* serta terdapat dua tipe jaringan antrian yaitu jaringan antrian terbuka dan tertutup.

3.11.1 Jaringan Antrian Terbuka

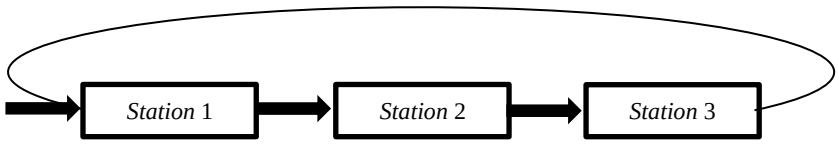
Open Queueing Network merupakan jaringan antrian terbuka, model yang dijalankan ialah pengunjung masuk ke dalam sistem jaringan antrian yang dapat berasal dari dalam maupun luar sistem antrian, serta pengunjung dapat keluar dari sistem jaringan antrian jika sudah selesai menerima layanan yang dikehedaki. Terdapat dua kategori dalam jaringan antrian terbuka yaitu *open feed queueing network* artinya seorang pengunjung tidak dapat mengantri atau masuk lagi ke dalam *workstation* yang sudah dilaluinya lebih dari satu kali dan *open feedback queueing network* artinya seorang pengunjung dapat masuk kedalam dan mengantri lagi lebih dari satu kali ke dalam *workstation* yang sudah dilaluinya (Owoloko, 2015).



Gambar 3.5 Jaringan Antrian Terbuka

3.11.2 Jaringan Antrian Tertutup

Closed Queueing Network merupakan jaringan antrian tertutup, model yang dijalankan ialah dengan jumlah pengunjung yang tetap dalam sistem antriannya dan tidak ada pengunjung baru yang masuk dari luar sistem antrian dan tidak ada yang keluar dari sistem antrian. Pengunjung hanya bersikulasi dari satu *workstation* ke *workstation* yang lain dalam satu sistem jarigan antrian tersebut, dan pengunjung tidak dapat keluar dari sistem jaringan antrian.



Gambar 3.6 Jaringan Antrian Tertutup

3.12 Jaringan Antrian *Jackson*

Jackson mengembangkan model jaringan antrian dan mengalami kemajuan hasil dari kontribusinya pada tahun 1957 yang lebih dikenal dengan model Jaringan Antrian *Jackson* (*Jackson Network Queue*) (Amri, 2018). Jaringan antrian *Jackson* ialah suatu antrian dimana pengunjung dapat berpindah dari satu *workstation* ke *workstation* yang lain sebelum meninggalkan sistem. Dalam model jaringan antrian *Jackson*, kedatangan pengunjung ke *workstation* membentuk distribusi *Poisson* dengan disiplin antrian yang digunakan ialah *First Come First Serve* (FCFS) dan waktu pelayanan dari suatu *workstation* membentuk distribusi *Eksponensial*. Jaringan antrian *Jackson* ini memiliki sifat berkesinambungan disetiap *workstation* dimana untuk masing-masing antrian bersifat independen, sehingga apabila melakukan penelitian dapat menganalisis setiap *workstation* secara terpisah (Sigman, 1990).

Berikut adalah kondisi yang diasumsikan dalam jaringan antrian *Jackson* antara lain (Owoloko, 2015):

a. Pengunjung data dari luar jaringan antrian dengan tingkat kedatangan λ_i mengikuti distribusi *Poisson* dan semua kedatangan bersifat independen.
b. Waktu pelayanan pengunjung setiap antrian berdistribusi *Eksponensial*.
c. Setiap pengunjung yang telah dilayani pada *workstation* ke I akan berpindah ke *workstation* ke j dengan probabilitas Pij yang bersifat bebas.
d. Disiplin antrian yang digunakan pada setiap *workstation* dalah FCFS (*First Come First Served*).

Terdapat beberapa langkah dalam perhitungan pada model jaringan antrian *Jackson*, antara lain:

1. Menentukan tingkat kedatangan dan keberangkatan

$$\lambda = \frac{rata{-}rata\ kedatangan\ pelanggan}{waktu\ pengamatan} \tag{3.39}$$

$$\mu = \frac{rata{-}rata\ keberangkatan\ pelanggan}{waktu\ pengamatan} \tag{3.40}$$

$$\lambda_i = a_i + b_i, 1 \leq i \leq N \tag{3.41}$$

$$\lambda_j = a_j + \sum_{i=1}^{N} \mu_i P_{ij}\,, 1 \le i \le N \quad (3.42)$$

$$\mu_i = \sum_{j=1}^{N} \mu_i P_{ij}\,, 1 \le i \le N \quad (3.43)$$

Dimana,

a_i = tingkat kedatangan eksternal ke *workstation* i

b_i = tingkat kedatangan internal ke *workstation* i

λ_i = tingkat kedatangan total ke *workstation* i

μ_i = tingkat keberangkatan total dari *workstation* i

P_{ij} = probabilitas perpindahan pengunjung dari workstation i ke workstation j

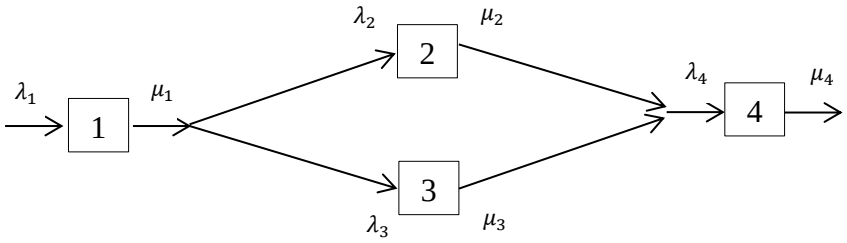
N = jumlah *workstation*

2. Menentukan stabilitas sistem antrian.

   Model sistem antrian jaringan *Jackson* memiliki sifat *Steady State.* Kondisi *steady state* yaitu keadaan dimana sistem tidak bergantung pada kejadian awal maupun waktu yang telah dilalui. Jika terdapat n pengunjung dalam sistem pada waktu t yang tidak bergantung pada waktu.

3. Menentukan matriks transisi *Jackson*.

   Pada *workstation* jaringan antrian *Jackson* membentuk suatu diagram skema yang menggambarkan kemungkinan perpindahan pengunjung dari satu *workstation* ke *workstation* lain.



Gambar 3.7 Contoh Diagram Skema Jaringan Antrian

Berdasarkan diagram skema jaringan antrian tersebut dapat membentuk persamaan linier yang menggambarkan probabilitas setiap kedatangan dan keberangkatan pengunjung dari *workstation* tertentu. Matriks transisi *Jackson* merupakan matriks yang menunjukkan probabilitas perpindahan pengunjung dari satu *workstation* ke *workstation* lain dalam sistem antrian.

Peluang transisi dinotasikan Pij merupakan peluang pada sistem yang bergerak dari *state i* ke *j* dalam satu langkah sebagai berikut

$$P\{X(n+1) = j | \{X(n) = i\} = Pij \quad (3.44)$$

Persamaan 3.44 adalah peluang transisi yang hanya bergantung pada waktu secara umum sehingga dapat diasumsikan bahwa peluang transisi adalah stasioner. Proses demikian dinamakan rantai Markov dengan peluang transisi stasioner. Karena Pij merupakan peluang utuk setiap i dan j, maka $Pij \geq 0$ da untuk setiap i berlaku:

$$\sum_{j=0}^{N} Pij = 1 \quad (3.45)$$

Himpunan dari seluruh peuang transisi dapat disusun ke dalam suatu matriks transisi yang dimasukan ke dalam baris ke-i dan kolom ke-j. apabila diketahui ruang S adalah berhingga dengan S = {0,1,2,,,,,N} maka dapat dibangun matriks yang elemen-elemennya adalah Pij dengan $i, j \, \epsilon \, S$ sebagai berikut:

$$P = \begin{pmatrix} P_{1,1} & P_{1,2} & \cdots & P_{1,N} \\ P_{2,1} & P_{2,2} & \cdots & P_{2,N} \\ P_{3,1} & P_{3,2} & \cdots & P_{3,N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ P_{N,1} & P_{N,2} & \cdots & P_{N,N} \end{pmatrix}$$

Matriks P = $[Pij]$ tersebut disebut matriks Markov atau matriks peluang transisi dari proses Markov. Pij adalah peluang transisi keadaan *j* setelah keadaan *i* terjadi.

Persamaan tersebut akan dibentuk menjadi perkalian matriks $\lambda = \mu P$ lalu untuk mencari matriks p, matriks μ diinverskan dan dikalikan dengan matriks λ. Jika matriks tidak bisa diinverskan karena determinasi dari matriks $\mu = 0$, maka untuk mencari invers dari matriks μ menggunakan *Moore-Penrose* pseudo invers.

$$pinv(\mu) = (\mu^T . \mu)^{-1} \mu^T \quad (3.46)$$

4. Menentukan performansi sistem antrian.

Ukuran performansi antrian adalah ukuran yang dapat menunjukkan efektifitas dan efisiensi dari antrian tersebut. Performansi dari antrian dapat dilihat dari rata-rata lamanya pengunjung menunggu sampai dilayani (W_q),

rata-rata lamanya pengunjung dalam sistem antrian (W_s), rata-rata jumlah pengunjung yang mengantri (L_q), rata-rata jumlah pengunjung dalam sistem antrian (L_s) serta probabilitas tidak ada pasien dalam antrian (P_0). Untuk menghitung ukuran performansi tergantung pada model antrian dari sistem antrian tersbeut.

Penerapan sistem jaringan antrian memiliki tujuan yaitu untuk meminimalkan waktu menunggu pengunjung sehingga akan mengurangi panjang antrian dalam sistem antrian, kedatangan pengunjung dari luar maupun dalam tidak bisa dibatasi tetapi keluarnya pengunjung dari sistem antrian dapat dipercepat sehingga antrian dalam sistem berkurang. Hal itu dapat terlaksana dengan beberapa cara seperti, menambah fasilitas pelayanan (*server*) maupun membatasi waktu pelayanan. Perhitungan tersebut menggunakan persamaan linier tingkat keberangkatan yang baru berdasarkan diagram skema jaringan antrian dan tingkat kedatangan serta probabilitas perpindahan pengunjung.

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Populasi Penelitian

Populasi pada penelitian ini ialah seluruh kedatangan pengguna layanan di loket pendaftaran dan loket pemberkasan khusus untuk penerbitan KTP dan/atau KK di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Banjar.

4.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Banjar yang beralamat Jl. Raya Siliwangi KM.3 Karangpanimbal Purwaharja *Kota Banjar*, Jawa Barat 46332. Pengumpulan dilakukan pada pukul 08.00-14.30 WIB selama tiga hari, yaitu pada tanggal 18,19,dan 20 Maret Tahun 2020.

4.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua DOP atau definisi operasional peubah (variabel) sebagai berikut:

Tabel 4.1 Definisi Operasional Peubah (DOP)

No	Nama Variabel	Kode	DOP	Satuan/Skala	Contoh
1	Jumlah Kedatangan	x_1	Banyaknya pengunjung yang datang ke Disdukcapil dan melakukan perbaharuan data KTP dan/atau KK	Orang/ Nominal	Pengunjung yang datang pada Hari Rabu sebanyak 53 orang.
2	Jumlah Pelayanan	x_2	Banyaknya pengunjung yang dapat dilayani dalam satu Hari mulai dari jam 08.00 – 14.30 WIB	Orang/ Nominal	Pengunjung yang dapat dilayani pada Hari Rabu sebanyak 53 orang.

4.4 Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan melalui observasi dan tinjauan pustaka. Observasi yang dilakukan adalah dengan cara mengadakan pengamatan atau peninjauan secara langsung pada objek penelitian untuk mendapatkan data jenis sistem antrian. Data yang digunakan ialah jumlah kedatangan pengunjung dan jumlah pengunjung yang dapat dilayani. Penentuan metode analisis data dilakukan melalui studi pustaka yaitu dengan membaca buku literatur, jurnal, internet, dan penelitian terdahulu.

4.5 Metode Analisis Data

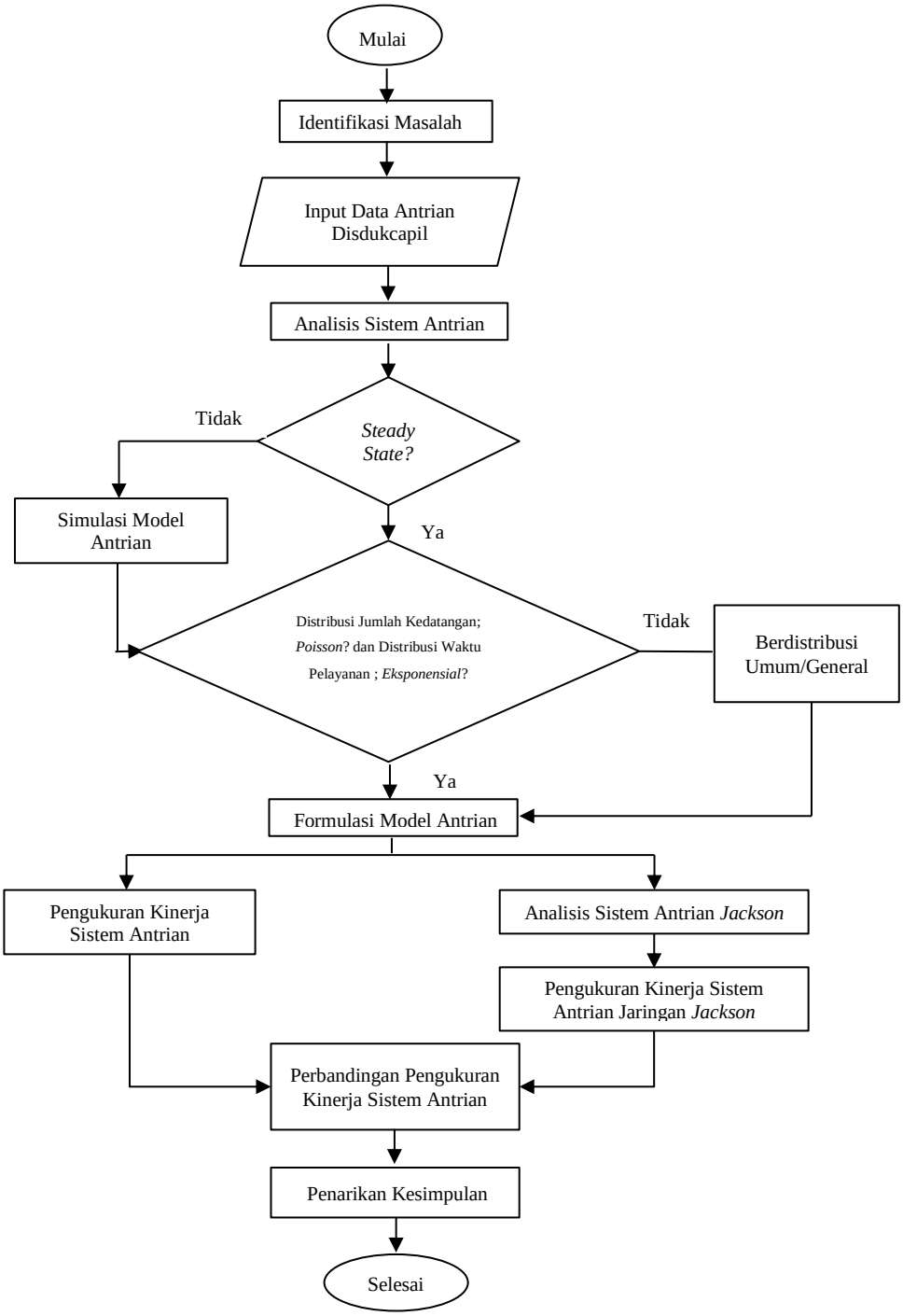
Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini mulai dari pengambilan data sampai tahap analisis.

1. Mencari literatur atau studi pustaka mengenai *topic* dan metode penelitian yaitu mengenai Teori Antrian, dan Metode Jaringan Antrian Jackson untuk melakukan perbandingan.
2. Melakukan pengambilan data kedatangan pengguna layanan Disdukcapil di loket pendaftaran dan loket pencatatan. Dalam hal ini data yang diambil adalah data waktu antar kedatangan pengguna layanan di setiap loket, kemudian melakukan rekapitulasi jumlah kedatangan dalam satu hari.
3. Data yang diperoleh harus memenuhi syarat *steady state* ($\rho = \frac{\lambda}{\mu} < 1$).
4. Melakukan uji distribusi untuk jumlah kedatangan pengguna layanan Disdukcapil pada penerbitan KTP atau KK menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov.* Apabila hipotesis untuk distribusi kedatangan diterima maka distribusi yang digunakan ialah distribusi *Poisson* dan apabila distribusi waktu pelayanan diterima maka distribusi yang digunakan ialah distribusi *Eksponensial* dan jika hipotesis tidak terpenuhi maka mengikuti distribusi general.
5. Analisis model antrian di Disdukcapil pada loket pendaftaran dan loket pemberkasan.

6. Menghitug ukuran performansi sistem antiran yang terdiri dari rata-rata lama pengunjung menunggu sampai dilayani (W_q), rata-rata lamanya pengunjung di dalam sistem antrian (W_s), rata-rata jumlah pengunjung yang mengantri (L_q), rata-rata jumlah pengunjung dalam antrian (L_s) serta probabilitas tidak ada pengunjung dalam antrian (P_0).
7. Perhitungan metode jaringan antrian *Jackson*.
    a. Membuat model matematika dari persamaan linier dengan menggunakan **persamaan 3.42** untuk tingkat kedatangan dan **persamaan 3.43** tingkat keberangkatan dari setiap *workstation* dengan memperhatikan diagram alur antrian pengguna layanan pada **Gambar 1.1.**
    b. Menentukan matriks transisi *Jackson.*
    c. Menghitung tingkat keberangkatan baru.
    d. Menghitung ukuran kinerja sistem antrian dengan nilai tingkat keberangkatan baru.
8. Membandingan kinerja sistem antrian dengan sebelum diterapkannya model jaringan antrian *Jackson.*

4.6 Tahap Penelitian

Berikut ialah tahapan penelitian yang dilakukan oleh peneliti:



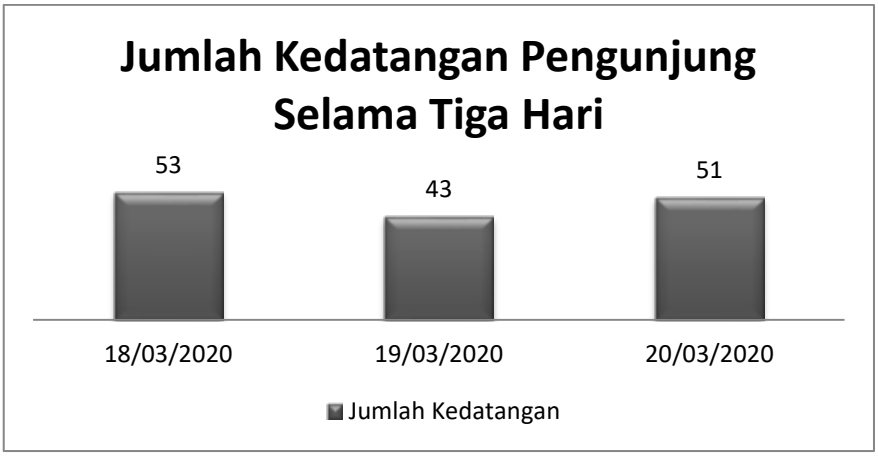
Gambar 4.1 *Flowchart* Penelitian

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini peneliti melakukan analisis metode antrian pada umumnya dan analisis metode antrian *Jackson* untuk mengetahui metode yang lebih efisien serta efektif ketika digunakan di Kantor Disdukcapil Kota Banjar.

5.1 Tingkat Kedatangan dan Tingkat Pelayanan

Pengunjung yang datang ke Kantor Disdukcapil Kota Banjar melakukan pendaftaran terlebih dahulu yang dibuka pada pukul 08.00 WIB dan pendaftaran ditutup pada pukul 14.00 WIB tetapi pelayanan tetap dibuka hingga pukul 14.30 WIB. Peneliti akan melakukan analisis selama tiga hari berturut-turut sesuai dengan data yang peneliti ambil, dan pada Hari Rabu tanggal 18 Maret 2020 terdapat 53 pengunjung yang melakukan kepengurusan KTP dan/atau KK, kemudian Hari Kamis tanggal 19 Maret 2020 terdapat 43 pengujung, serta pada tanggal 20 Maret terdapat 51 pengunjung yang datang. Berikut grafik rangkuman selama tiga hari berturut-turut:



Gambar 5.1 Grafik Tingkat Kedatangan Selama Tiga Hari

Kemudian untuk melakukan perhitungan tingkat kedatangan pengunjung menggunakan **persamaan 3.14** dan tingkat keberangkatan pengunjung

menggunakan **persamaan 3.21** untuk loket pendaftaran dan loket pencatatan diuraikan pada **Tabel 5.1** :

Tabel 5.1 Rata-Rata Tingkat Kedatangan serta Tingkat Pelayanan Loket Pendaftaran dan Loket Pencatatan

Workstation	**Rata-rata Tingkat Kedatangan Pengunjung**	**Rata-Rata Tingkat Pelayanan Pengunjung**
Pendaftaran	$\lambda = \frac{147}{3} = 49$ orang/jam	$\mu = \frac{2.68}{3} = 0.89$ menit/orang $= \frac{60}{0.89} = 67.18$ orang/jam
Pencatatan	$\lambda = \frac{147}{3} = 49$ orang/jam	$\mu = \frac{7.77}{3} = 2.59$ menit/orang $= \frac{60}{2.59} = 23.18$ orang/jam

Pada **Tabel 5.1** rata-rata pendaftaran selama tiga hari berturut-turut ialah sebanyak 49 orang dengan rata-rata waktu yang digunakan petugas selama 0.89 menit atau 53.4 detik sehingga di loket pendaftaran petugas dapat melayani sebanyak 67 orang/jam. Kemudian untuk loket Pencatatan rata-rata petugas dalam melakukan pencatatan selama tiga hari sebanyak 49 orang dengan waktu yang digunakan selama 2.59 menit sehingga di loket pencatatan petugas dapat melayani sebanyak 23 orang/jam, rata-rata tingkat kedatangan pada loket pendaftaran dan pencatatan sama, artinya petugas melayani semua yang melakukan kepengurusan KTP dan/atau KK.

5.2 Kondisi *Steady State*

Penentuan kondisi *steady state* suatu antrian menggunakan **persamaan 3.24** jika fasilitas pelayanan hanya satu, dan menggunakan **persamaan 3.25** jika fasilitas pelayanan lebih dari satu. Kondisi *steady state* ini berguna untuk mengetahui suatu keadaan apakah memiliki nilai konstan atau tidak setelah berjalan selama suatu periode tertentu, untuk menghitung *Steady State* peneliti memerlukan nilai dari tingkat kedatangan (λ) dan tingkat Keberangkatan (μ) yang sudah diperoleh sebelumnya.

Pertama memeriksa apakah sistem antrian dalam kondisi *steady state* atau tidak di *workstation* loket pendaftaran. Jumlah fasilitas yang tersedia di loket

pendaftaran sebanyak 1 fasilitas dengan tingkat kedatangan (λ) sebesar 49 dan tingkat Keberangkatan (μ) sebesar 67.18.

$$\rho = \frac{\lambda}{k\mu} < 1$$

$$= \frac{49}{1 \times 67.18} = 0.729 < 1$$

Perhitungan tersebut menunjukkan bahwa *workstation* loket pendaftaran dalam kondisi *steady state* dengan nilai ρ kurang dari 1. Dengan menggunakan rumus yang sama, didapatkan nilai ρ untuk kondisi *steady state* antrian di *workstation* loket pencatatan.

Tabel 5.2 Nilai ρ

No	*Workstation*	*Server* (k)	ρ
1	Pendaftaran	1	0.729
2	Pencatatan	3	0.705

Berdasarkan hasil perhitungan pada **Tabel 5.2**, semua *workstation* mempunyai nilai ρ kurang dari 1. Sehingga semua antrian dalam jaringan antrian di Kantor Disdukcapil Kota Banjar dalam keadaan *steady state* atau nilai konstan setelah berjalan selama periode tertentu.

5.3 Melakukan Uji Kecocokan Distribusi

5.3.1 Uji Distribusi Kedatangan

Uji distribusi kedatangan dilakukan untuk mengetahui model dari sistem antrian yang terjadi. Kedatangan pengunjung pada loket pendaftaran dan loket pencatatan diasumsikan berdistribusi *Poisson.* Pengujian distribusi kedatangan pada loket pendaftaran dan loket pencatatan di Kantor Disdukcapil Kota Banjar menggunakan tabel *Kolmogorov-Smirnov*. Berikut adalah perhitungan untuk mencari nilai $S(x)$ atau nilai fungsi distribusi kumulatif data sampel dan nilai $F_0(x)$ atau fungsi distribusi kumulatif dari distribusi yang dihipotesiskan untuk mencari nilai D sebelum melakukan uji hipotesis.

Tabel 5.3 Uji Distribusi Kedatangan Mencari Nilai D Untuk Loket Pendaftaran

Jumlah kedatangan	Frekuensi	Frekkum	$S(x_1)$	$F_0(x_1)$	$\lvert S(x_1)\text{-}F_0(x_1)\rvert$
43	1	1	0.33	0.219	0.11
51	1	2	0.67	0.647	0.02
53	1	3	1.00	0.744	**0.26**

Tabel 5.4 Uji Distribusi Kedatangan Mencari Nilai D Untuk Loket Pencatatan

Jumlah kedatangan	Frekuensi	Frekkum	$S(x_1)$	$F_0(x_1)$	$\lvert S(x_1)\text{-}F_0(x_1)\rvert$
43	1	1	0.33	0.219	0.11
51	1	2	0.67	0.647	0.02
53	1	3	1.00	0.744	**0.26**

Berdasarkan **Tabel 5.3** dan **Tabel 5.4** peneliti mengambil nilai tertinggi dari $|S(x)\text{-}F_0(x)|$ yang disebut nilai D. Kemudian nilai D*($\alpha = 0.05$) dari tabel *Kolmogorov Smirnov* ialah sebesar 0.708, jika nilai D dibandingkan dengan nilai D* ($\alpha = 0.05$) maka nilai D lebih kecil yaitu 0.26<0.708 sehingga diperoleh keputusan gagal tolak H_0. Artinya distribusi kedatangan untuk loket pendaftaran maupun loket pencatatan berdistribusi *Poisson.* Kemudian dilakukan uji hipotesis sebagai berikut:

- Hipotesis

  H_0 : Kedatangan pengunjung berdistribusi *Poisson*

  H_1 : Kedatangan pengunjung tidak berdsitribusi *Poisson*
- Taraf Signifikansi

  $\alpha = 0.05$
- Daerah Kritis

  Tolak H_0 jika D > D*(α)
- Statistik Uji

Tabel 5.5 Uji Distribusi Kedatangan

Workstation	D	D*(α)	Keputusan	Kesimpulan
Pendafataran	0.26	0.708	Gagal Tolak H_0	Data Berdistibusi *Poisson*
Pencatatan	0.26	0.708	Gagal Tolak H_0	Data Berdistibusi *Poisson*

- Kesimpulan

  Berdasarkan pada **Tabel 5.5** dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% menunjukkan hasil bahwa kedatangan pengunjung pada loket pendaftaran dan loket pencatatan berdistribusi *Poisson.*

5.3.2 Uji Distribusi Pelayanan

Selanjutnya peneliti analisis kecocokan distribusi waktu pelayanan dan waktu pelayanan pengunjung pada loket pendaftaran dan loket pencatatan

diasumsikan berdistribusi *Eksponensial*. Pengujian distribusi pelayanan pada loket pendaftaran dan loket pencatatan di Kantor Disdukcapil Kota Banjar menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Berikut adalah perhitungan untuk mencari nilai $S(x)$ atau nilai fungsi distribusi kumulatif data sampel dan nilai $F_0(x)$ atau fungsi distribusi kumulatif dari distribusi yang dihipotesiskan untuk mencari nilai D sebelum melakukan uji hipotesis.

Tabel 5.6 Uji Distribusi Waktu Pelayanan Mencari Nilai D Untuk Loket Pendaftaran

Waktu Pelayanan	Frekuensi	Frekkum	$S(x_2)$	$F_0(x_2)$	$\lvert S(x_2)\text{-}F_0(x_2)\rvert$
0	58	58	0.395	0	**0.395**
1	72	130	0.884	0.674	0.211
2	9	139	0.946	0.893	0.052
4	1	140	0.952	0.989	0.036
5	4	144	0.980	0.996	0.017
6	1	145	0.986	0.999	0.012
7	1	146	0.993	1.000	0.006
8	1	147	1.000	1.000	0.000

Tabel 5.7 Uji Distribusi Waktu Pelayanan Mencari Nilai D Untuk Loket Pencatatan

Waktu Pelayanan	Frekuensi	Frekkum	$S(x_2)$	$F_0(x_2)$	$\lvert S(x_2)\text{-}F_0(x_2)\rvert$
0	1	1	0.007	0	0.007
1	35	36	0.245	0.320	0.076
2	45	81	0.551	0.538	0.013
3	26	107	0.728	0.686	0.042
4	23	130	0.884	0.787	0.098
5	17	147	1.000	0.855	**0.145**

Berdasarkan **Tabel 5.6** dan **Tabel 5.7** peneliti mengambil nilai dari $|S(x)\text{-}F_0(x)|$ yang disebut juga nilai D tertinggi pada loket pendaftaran dan loket pencatatan. kemudian nilai D*($\alpha = 0.05$) dari tabel *Kolmogorov Smirnov* ialah sebesar 0.708, jika nilai D dibandingkan dengan nilai D* ($\alpha = 0.05$) sebesar 0.454 dan 0.318 maka nilai D lebih kecil yaitu 0.395<0.454 dan 0.145<0.318 sehingga diperoleh keputusan gagal tolak H_0. Artinya distribusi waktu pelayanan untuk loket pendaftaran maupun loket pencatatan berdistribusi *Eksponensial*. Kemudian dilakukan uji hipotesis sebagai berikut:

- Hipotesis

  H_0 : Waktu Pelayanan pengunjung berdistribusi *Eksponensial*

  H_1 : Waktu Pelayanan pengunjung tidak berdsitribusi *Eksponensial*

- Taraf Signifikansi

  $\alpha = 0.05$

- Daerah Kritis

  Tolak H_0 jika D > D*(α)

- Statistik Uji

Tabel 5.8 Uji Distribusi Pelayanan

Workstation	**D**	**D*(α)**	**Keputusan**	**Kesimpulan**
Pendafataran	0.395	0.454	Gagal Tolak H_0	Data Berdistibusi *Eksponensial*
Pencatatan	0.145	0.318	Gagal Tolak H_0	Data Berdistibusi *Eksponensial*

- Kesimpulan

  Berdasarkan pada **Tabel 5.8** dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% menunjukkan hasil bahwa waktu pelayanan pengunjung pada loket pendaftaran dan loket pencatatan berdistribusi *Eksponensial.*

5.4 Penentuan Model Antrian

Hasil analisis dan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. diperoleh karakteristik keadaan sistem antrian yang ada di Kantor Disdukcapil Kota Banjar, dimana distribusi kedatangan pengunjung pada loket pendaftaran dan loket pencatatan berdistribusi *Poisson* dan distribusi waktu pelayanan pengunjung berdistribusi *Eksponensial*. untuk disiplin pelayanan yang berlaku pada sistem antrian tersebut adalah pengunjung yang pertama datang merupakan pengunjung yang paling pertama dilayani sehingga berlaku disiplin pelayanan FCFS (*First Come First Server*), sedangkan kapasitas sistem sumber kedatangan pengunjung tidak terbatas. Selain itu, di loket pendafataran memiliki 1 fasilitas pelayanan, sedangkan untuk loket pencatatan terdapat 3 fasilitas pelayanan yang bertugas.

Berdasarkan analisis data dan sistem antrian, diperoleh bahwa *workstation* loket pendaftaran memiliki model antrian (*M/M/1):(FCFS/∞/∞*), sedangkan untuk

loket pencatatan memiliki model antrian (*M/M/3):(FCFS/∞/∞*) dengan struktur antrian yang digunakan ialah *Single Channel-Multi Phase.*

5.5 Analisis Kinerja Sistem Antrian Dengan Struktur *Multi Chanel-Multi Phase*

Pada kasus ini struktur antrian yang digunakan adalah *Single Chanel-Multi Phase* dimana sistem antrian pada loket pendaftaran memiliki satu fasilitas atau petugas, sedangkan loket pencatatan terdapat 3 petugas yang melayani pengunjung. Dengan menggunakan model antrian (*M/M/1):(FCFS/∞/∞*) untuk loket pendaftran dan model antrian (*M/M/k):(FCFS/∞/∞*) untuk loket pencatatan, kemudian nilai λ dan μ yang sebelumnya diperoleh dari perhitungan pada **Tabel 5.1** dan nilai ρ yang sebelumnya diperoleh dari perhitungan kemudian dirangkum dalam **Tabel 5.2** akan digunakan untuk melakukan analisis pengkuruan kinerja sistem antrian yang ada di Kantor Disukcapil Kota Banjar pada loket pendaftaran dan loket pencatatan. Pengkuruan kinerja sistem antrian yang akan dicari ialah peluang pelayanan tidak sedang melayani pengunjung (P_0), rata-rata pengunjung dalam antrian (L_q), jumlah rata-rata pengunjung dalam sistem yang sedang dilayani (L_s), rata-rata waktu menunggu pengunjung dalam antrian (W_q), rata-rata waktu pengunjung dilayani sistem (W_s) sebagai berikut:

Perhitungan pada loket pendaftaran:

1. Probabilitas tidak terdapat pengunjung dalam sistem (P_0)

   $$P_n = (1-\rho)\rho^n = 0.271$$

2. Jumlah rata-rata pengunjung yang diperkirakan dalam sistem (L_s)

   $$L_s = \frac{\rho}{1-\rho} = 2.695$$

3. Jumlah rata-rata pengunjung yang diperkirakan dalam antrian (L_q)

   $$L_q = L_s - \rho = 1.966$$

4. Waktu rata-rata menunggu yang diperkirakan dalam sistem (W_s)

   $$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = 0.055 \text{ menit}$$

5. Waktu rata-rata menunggu yang diperkirakan dalam antrian (W_q)

$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = 0.040$ menit

Perhitungan pada loket pencatatan:

1. Probabilitas tidak terdapat pengunjung dalam sistem (P_0)

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{k-1} \frac{(k\rho)^n}{n!} + \frac{(k\rho)^k}{k!(1-\rho)} \right\}^{-1} = 0.082$$

2. Jumlah rata-rata pengunjung yang diperkirakan dalam sistem (L_q)

$$L_q = \left(\frac{r^k \rho}{k!(1-\rho)^2} \right) P_0 \quad = 1.038$$

3. Jumlah rata-rata pengunjung yang diperkirakan dalam antrian (L_s)

$L_s = L_q + r = 3.152$

4. Waktu rata-rata menunggu yang diperkirakan dalam sistem (W_s)

$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = 0.064$ menit

5. Waktu rata-rata menunggu yang diperkirakan dalam antrian (W_q)

$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = 0.021$ menit

Tabel 5.9 Kinerja Sistem Antrian dengan Struktur *Multi Chanel-Multi Phase*

Workstation	k (orang)	λ (orang/ Jam)	μ (orang/ Jam)	r	ρ	P_0	Lq (orang/ Jam)	Ls (orang/ Jam)	Wq (Jam)	Ws (Jam)
Pendaftaran	1	49	67.18	0.729	0.729	0.271	1.966	2.695	0.040	0.055
Pencatatan	3	49	23.18	2.114	0.705	0.082	1.038	3.152	0.021	0.064

Dari hasil analisis **Tabel 5.9** menunjukkan pada loket pendaftaran nilai rata-rata pengunjung dalam antrian adalah 1.966 atau sebanyak 2 orang sedangkan rata-rata pengunjung dalam sistem adalah 2.695 atau sebanyak 3 orang, dan rata-rata waktu menunggu pengunjung dalam antrian adalah 0.040 atau setara dengan menunggu selama 2.4 menit, sedangkan rata-rata waktu menunggu dalam sistem adalah 0.055 atau setara dengan menunggu selama 3.3 menit. Kemudian pada loket pencatatan nilai rata-rata pengunjung dalam antrian adalah 1.038 atau sebanyak 1 orang sedangkan rata-rata pengunjung dalam sistem adalah 3.152 atau sebanyak 3 orang, dan rata-rata waktu menunggu pengunjung dalam antrian adalah 0.021 atau setara dengan menunggu selama 1.26 menit, sedangkan rata-

rata waktu menunggu dalam sistem adalah 0.064 menit atau setara dengan menunggu selama 3.84 menit. Berikut adalah simulasi untuk beberapa nilai k:

Tabel 5.10 Kinerja Sistem Antrian *Jackson* dengan 1,2,3, dan 4 Fasilitas Pelayanan Pada Setiap Loket

Ukuran kinerja sistem antrian *Jackson*										
Workstation	**k (orang)**	**λ (orang/ Jam)**	**μ (orang/ Jam)**	**r**	**ρ**	**Po**	**Lq (orang/ Jam)**	**Ls (orang/ Jam)**	**Wq (Jam)**	**Ws (Jam)**
Pendaftaran	1	49	67.18	0.729	0.729	0.271	1.966	2.695	0.040	0,055
Pencatatan	1	49	23.18	2.144	2.144	-1.114	-4.012	-1.898	-0.082	0.039
				Total						0.016
Pendaftaran	2	49	67.18	0.729	0.365	0.455	0.109	0.839	0.002	0.017
Pencatatan	2	49	23.18	2.114	1.057	-0.162	-118.3	-116.2	-2.414	-2.371
				Total						-2.354
Pendaftaran	3	49	67.18	0.729	0.243	0.466	0.013	0.742	0.000	0.015
Pencatatan	3	49	23.18	2.114	0.705	0.082	1.038	3.152	0.021	0.010
				Total						0.025
Pendaftaran	4	49	67.18	0.729	0.182	0.472	0.002	0.731	0.000	0.015
Pencatatan	4	49	23.18	2.114	0.528	0.072	0.141	2.255	0.003	0.046
				Total						0.061

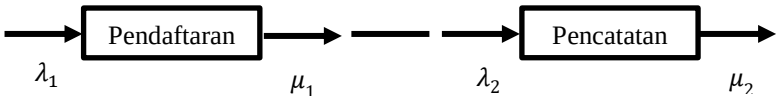
Hasil perhitungan kinerja sistem antrian *Jackson* pada **Tabel 5.10** menunjukkan dengan empat fasilitas pelayanan pada masing-masing loket dengan waktu tunggu pengunjung dalam sistem ialah selama 0.061 atau setara dengan 3.66 menit dengan rekomendasi waktu pada loket pendaftaran selama 54 detik menit dan pada loket pencatatan selama 2.76.

5.6 Penerapan Model Jaringan Antrian *Jackson*

5.6.1 Probabilitas Perpindahan Antar *Workstation*

Penerapan model jaringan antrian *Jackson* bertujuan untuk meminimalisir waktu tunggu individu dalam suatu antrian. Dalam model jaringan antrian *Jackson*, perpindahan pengunjung ke *workstation* atau ke loket berikutnya berupa probabilitas. Oleh karena itu, tahapan perhitungan *Jackson* yang pertama dilakukan adalah menghitung probabilitas perpindahan dengan membuat model matematika dari persamaan linier yang terdiri dari **persamaan 3.42** dan **persamaan 3.43.** Sehingga persamaan linier yang menggambarkan probabilitas

perpindahan pengunjung dalam antrian dengan melihat diagram alur pada **Gambar 5.2** adalah sebagai berikut:



Gambar 5.2 Diagram Skema Jaringan Antrian *Jackson*

Bentuk persamaan linier dari diagram alur **Gambar 5.2**:

$$\lambda_1 = \alpha_1 + \mu_2 P_{2,1}$$
$$\lambda_2 = \mu_1 P_{1,2}$$
$$\mu_1 = \mu_1 P_{1,2}$$
$$\mu_2 = \mu_2 P_{2,1} + \mu_2 P_{2,k}$$

Rata-rata tingkat kedatangan dan keberangkata sudah diketahui berdasarkan data yang telah dikumpulkan sehingga nilai yang perlu dicari adalah nilai P atau nilai probabilitas perpindahan pengunjung dari satu loket ke loket yang lain. Untuk memudahkan dalam mencari nilai probabilitas, persamaan tersebut dibuah ke dalam bentuk matriks.

$$\begin{pmatrix} \lambda 2 \\ \mu 1 \\ \mu 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu 1 & 0 & 0 \\ \mu 1 & 0 & 0 \\ 0 & \mu 2 & \mu 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P1,2 \\ P2,1 \\ P2,k \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} P1,2 \\ P2,1 \\ P2,k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu 1 & 0 & 0 \\ \mu 1 & 0 & 0 \\ 0 & \mu 2 & \mu 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda 2 \\ \mu 1 \\ \mu 2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} P1,2 \\ P2,1 \\ P2,k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 67.18 & 0 & 0 \\ 67.18 & 0 & 0 \\ 0 & 23.18 & 23.18 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 49 \\ 67.18 \\ 23.18 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} P1,2 \\ P2,1 \\ P2,k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 67.18 & 0 & 0 \\ 67.18 & 0 & 0 \\ 0 & 23.18 & 23.18 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 49 \\ 67.18 \\ 23.18 \end{pmatrix}$$

Karena determinasi dari matriks μ sama dengan 0, maka untuk mencari nilai invers tidak bisa menggunakan perhitungan invers biasa, sehingga untuk mencari nilai invers dari matriks μ peneliti menggunakan pseudo invers dengan menggunakan rumus pada **persamaan 3.9** atau dapat juga dengan menggunakan bantuan *python.*

$$\begin{pmatrix} P1,2 \\ P2,1 \\ P2,k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.007 & 0.007 & 0 \\ 0 & 0 & 0.021 \\ 0 & 0 & 0.021 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 49 \\ 67.18 \\ 23.18 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} P1,2 \\ P2,1 \\ P2,k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.813 \\ 0.486 \\ 0.486 \end{pmatrix}$$

Dari hasil perhitungan mencari nilai probabilitas perpindahan, menghasilkan bahwa probabilitas perpindahan pengunjung dari loket pendaftaran menuju ke loket pencatatan sebesar 0.813, probabilitas perpindahan pengunjung dari loket pencatatan menuju loket pendaftaran sebesar 0.486, dan probabilitas pengunjung dari loket pencatatan menuju keluar juga sebesar 0.486. Nilai probabilitas tersebut digunakan untuk melakukan analisis terhadap tingkat keberangkatan atau tingkat pelayanan (μ) baru.

5.6.2 Tingkat Pelayanan Baru

Tujuan dari penerapan metode jaringan antrian *Jackson* adalah untuk menemukan solusi agar dapat meminimalkan waktu menunggu pengunjung di setiap *workstation* dari jaringan antrian yang ada. Untuk meminimalkan waktu tunggu pengunjung salah satunya dengan memperbanyak pengunjung yang dapat keluar dari pelayanan setiap *workstation* atau dengan mempercepat pelayanan agar waktu tunggu pengunjung tidak lama. Untuk menemukan solusi tersebut dengan menghitung tingkat pelayanan (μ) baru dari setiap *workstation* dengan menggunakan persamaan linear dari persamaan berikut:

$$\lambda_1 = \alpha_1 + \mu_2 P_{2,1}$$

$$\lambda_2 = \mu_1 P_{1,2}$$

Nilai λ yang sudah diperoleh digunakan untuk menghitung tingkat pelayanan (μ) baru. Untuk memudahkan dalam mencari nilai probabilitas, persamaan linear tersebut diubah menjadi bentuk matriks.

$$\begin{pmatrix} 0 & p21 \\ p12 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mu 1 \\ \mu 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda 1 \\ \lambda 2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0.486 \\ 0.813 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mu 1 \\ \mu 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 49 \\ 49 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \mu 1 \\ \mu 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0.486 \\ 0.813 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 49 \\ 49 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}\mu 1\\ \mu 2\end{pmatrix} = \frac{1}{-0.395}\begin{pmatrix}0 & -0.486\\ -0.813 & 0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}49\\ 49\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}\mu 1\\ \mu 2\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}0 & -0.486\\ -0.813 & 0\end{pmatrix}\begin{pmatrix}49\\ 49\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}60.27\\ 100.94\end{pmatrix}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat pelayanan baru, diperoleh bahwa untuk nilai tingkat pelayanan (μ) baru dari loket pendaftaran adalah 60.27, sedangkan untuk nilai tingkat pelayanan di loket pencatatan berubah menjadi 100.94.

5.6.3 Analisis Kinerja Sistem Antrian *Jackson*

Setelah mendapatkan nilai tingkat pelayanan (μ) baru, dihitung kembali tingkat kinerja sistem antrian agar dapat dibandingkan dengan kinerja sistem antrian dengan struktur *Multi Chanel-Multi Phase*. Berikut adalah hasil perhitungan kinerja sistem antrian *Jackson*:

Tabel 5.11 Kinerja Sistem Antrian *Jackson*

Workstation	k (orang)	λ (orang/ Jam)	μ (orang/ Jam)	r	ρ	P_0	Lq (orang/ Jam)	Ls (orang/ Jam)	Wq (Jam)	Ws (Jam)
Pendaftaran	1	49	60.27	0.813	0.813	0.187	3.535	4.348	0.0721	0.089
Pencatatan	3	49	100.94	0.485	0.162	0.608	0.003	0.488	5.E-05	0.010

Berdasarkan pengukuran kinerja sistem antrian *Jackson* pada **Tabel 5.11** waktu tunggu pengunjung di sistem antrian menjadi 5.34 menit di loket pendaftaran, dan 0.6 menit atau 36 detik di loket pencatatan. Dengan menerepakan metode antrian *Jackson* waktu tunggu pengunjung di loket pendaftaran menjadi lebih lama, dan waktu tunggu pengunjung di loket pencatatan menjadi cepat. Berikut adalah simulasi untuk beberapa nilai k.

Tabel 5.12 Kinerja Sistem Antrian *Jackson* dengan 1,2,3, dan 4 Fasilitas Pelayanan Pada Setiap Loket

Ukuran kinerja sistem antrian *Jackson*										
Workstation	k (orang)	λ (orang/ Jam)	μ (orang/ Jam)	R	ρ	Po	Lq (orang/ Jam)	Ls (orang/ Jam)	Wq (Jam)	Ws (Jam)
Pendaftaran	1	49	60.27	0.813	0.813	0.187	3.535	4.348	0.072	0.089
Pencatatan	1	49	100.94	0.485	0.485	0.515	0.458	0.943	0.009	0.019
				Total						0.108
Pendaftaran	2	49	60.27	0.813	0.407	0.413	0.158	0.971	0.003	0.020

Ukuran kinerja sistem antrian *Jackson*										
Workstation	**k (orang)**	**λ (orang/ Jam)**	**μ (orang/ Jam)**	**R**	**ρ**	**Po**	**Lq (orang/ Jam)**	**Ls (orang/ Jam)**	**Wq (Jam)**	**Ws (Jam)**
Pencatatan	2	49	100.94	0.485	0.243	0.597	0.030	0.515	0.001	0.011
				Total						0.030
Pendaftaran	3	49	60.27	0.813	0.271	0.424	0.019	0.832	0.000	0.017
Pencatatan	3	49	100.94	0.485	0.162	0.608	0.003	0.488	0.000	0.010
				Total						0.027
Pendaftaran	4	49	60.27	0.813	0.203	0.430	0.003	0.816	0.000	0.017
Pencatatan	4	49	100.94	0.485	0.121	0.612	0.000	0.486	0.000	0.010
				Total						0.027

Hasil perhitungan kinerja sistem antrian *Jackson* pada **Tabel 5.12** menunjukkan dengan empat fasilitas pelayanan pada masing-masing loket dengan waktu tunggu pengunjung dalam sistem selama 0.027 atau setara dengan 1.62 menit dengan rekomendasi waktu pada loket pendaftaran selama 1.02 menit dan pada loket pencatatan selama 36 detik.

5.7 Perbandingan Analisis Kinerja Sistem Antrian Dengan Struktur *Multi Chanel-Multi Phase* dengan Antrian *Jackson*

Hasil Penerapan metode antrian pada umumnya dengan metode jaringan antrian *Jackson* dilihat dari lama waktu pengunjung mengantri dalam sistem dapat dilihat pada **Tabel 5.9** sebagai berikut:

Tabel 5.13 Perbadingan Kinerja Sistem Antrian dengan Struktur *Multi Chanel-Multi Phase* dengan Kinerja Sistem Antrian *Jackson*

Kinerja Sistem Antrian *Multi Chanel-Multi Phase*			**Kinerja Sistem Antrian *Jackson***		
Pendaftaran	**Pencatatan**	**Total Ws**	**Pendaftaran**	**Pencatatan**	**Total Ws**
1	3	0.119	1	3	0.099

Berdasarkan perhitungan kinerja sistem antrian dari kedua metode tersebut dapat dilihat waktu pengunjung dalam sistem pada kinerja sistem antrian dengan struktur *Multi Chanel-Multi Phase* sebesar 0.119 atau selama 7.14 menit, sedangkan waktu pengunjung dalam sistem pada kinerja sistem antrian *Jackson* sebesar 0.099 atau selama 5.94 menit. Artinya setelah menerapkan metode jaringan antrian *Jackson* pengunjung dapat mempercepat kepengurungan KTP

dan/atau KK sesuai dengan tujuan dari metode jaringan antrian *Jackson* tersebut yang apabila diterapkan dalam antrian yang ada dapat mempercepat pelayanan, dalam kasus ini jaringan antrian *Jackson* memberikan rekomendasi kepada petugas bahwa dalam melayani pengunjung di loket pendaftaran dapat dilakukan selama 5.34 menit/pengunjung, dan di loket pencatatan selama 36 detik/pengunjung. Selanjutnya hasil perbandingan dengan empat fasilitas pelayanan pada setiap loket:

Tabel 5.14 Perbandingan Kinerja Sistem Antrian dengan Empat Loket

Kinerja Sistem Antrian *Multi Chanel-Multi Phase*			**Kinerja Sistem Antrian *Jackson***		
Pendaftaran	**Pencatatan**	**Total Ws**	**Pendaftaran**	**Pencatatan**	**Total Ws**
4	4	0.061	4	4	0.027

Berdasarkan perhitungan kinerja sistem antrian dari kedua metode tersebut dengan simulasi empat pelayanan fasilitas pada setiap loket dapat dilihat waktu pengunjung dalam sistem pada kinerja sistem antrian dengan struktur *Multi Chanel-Multi Phase* sebesar 0.061 atau selama 3.66 menit, sedangkan waktu pengunjung dalam sistem pada kinerja sistem antrian *Jackson* sebesar 0.027 atau selama 1.62 menit. Artinya setelah menerapkan metode jaringan antrian *Jackson* pengunjung dapat mempercepat kepengurungan KTP dan/atau KK sesuai dengan tujuan dari metode jaringan antrian *Jackson* tersebut yang apabila diterapkan dalam antrian yang ada dapat mempercepat pelayanan, dalam kasus ini jaringan antrian *Jackson* memberikan rekomendasi kepada petugas bahwa dalam melayani pengunjung di loket pendaftaran dapat dilakukan selama 1.02 menit/pengunjung, dan di loket pencatatan selama 36 detik/pengunjung.

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil analisis dan pembahasan ini adalah:

1. Kondisi sistem antrian di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Banjar pada kepengurusan KTP dan/atau KK di loket Pendaftaran dan Pencatatan yaitu memiliki tingkat kegunaan fasilitas presentase masing-masing sebesar 72.9% dan 70.5% artinya petugas dalam bekerja tidak terlalu sibuk dan tidak terlalu longgar, rata-rata waktu di loket pendaftaran yang digunakan petugas untuk melayani pengunjung adalah 53.4 detik atau dapat melayani 67 orang/jam. Kemudian rata-rata waktu di loket pencatatan yang digunakan petugas untuk melayani pengunjung adalah 2.59 menit atau dapat melayani 23 orang/jam, rata-rata tingkat kedatangan pada loket pendaftaran dan pencatatan adalah sama yaitu 49 orang per tiga hari atau 0.68 orang per jam, artinya petugas melayani semua yang melakukan kepenguruan KTP dan/atau KK.
2. -Hasil penerapan model sistem antrian jaringan *Jackson* ialah merekomendasikan waktu tunggu pengunjung di loket pendaftaran selama 5.34 menit dan waktu tunggu di loket pencatatan 36 detik.

   -Hasil penerapan model sistem antrian jaringan *Jackson* dengan empat failitas pelayanan ialah merekomendasikan waktu tunggu pengunjung di loket pendaftaran selama 1.02 menit dan waktu tunggu di loket pencatatan 36 detik
3. Perbedaan kinerja sistem antrian sebelum dan sesudah diterapkan model antrian jaringan *Jackson* adalah sebagai berikut:
   - Sebelum diterapkan model antrian *Jackson* pengunjung menghabiskan waktu untuk antri dan dilayani selama 7.14 menit.
   - Setelah menerapkan metode jaringan antrian *Jackson* pengunjung untuk antri dan dilayani selama 5.94 menit.

Perbedaan kinerja sistem antrian dengan empat failitas pelayanan sebelum dan sesudah diterapkan model antrian jaringan *Jackson* adalah sebagai berikut:

- Sebelum diterapkan model antrian *Jackson* pengunjung menghabiskan waktu untuk antri dan dilayani selama 3.66 menit.
- Setelah menerapkan metode jaringan antrian *Jackson* pengunjung untuk antri dan dilayani selama 1.02 menit.

Artinya setelah menerapkan metode jaringan antrian *Jackson* kepengurusan KTP dan/atau KK dapat dipercepat.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka saran yang dapat peneliti sampaikan adalah untuk penelitian selanjutnya tentang penerapan sistem jaringan antrian *Jackson* di suatu intansi disarankan menambah *workstation* pada perhitungan jaringan antriannya agar kemungkinan perpindahan pengunjung ke *workstation* lain lebih banyak dan detail.

DAFTAR PUSTAKA

A, P. P. (2014). Analisis Sistem Antrian pada Layanan Pengurusan Paspor di Kantor Imigrasi Kelas I Semarang. *Jurnal Gaussian, Volume 3, Nomor 4*, 801-810.

Ambariki, N. (2008). Analisis Tingkat Kepuasan Nasabah Atas Pelayanan Teller Pada Bank Permata Area Jakarta. *Universitas Gunadarma*, Jakarta.

Aminuddin. (2005). *Prinsip-prinsi Riset Operasi.* Jakarta: Erlangga.

Amri, A. U. (2018). *Aplikasi Model Jaringan Antrian Jackson Terbuka dengan Studi Kasus di Unit Gawat Darurat.* Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Astrelita, F. P. (2015). Analisis Antrian Pengunjung dan Kinerja Sistem Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Semarang. *Jurnal Gaussian, Volume 4, Nomor 4*, 837-844.

Aulele, Salmon Notje. (2014). Analisis Sistem Antrian pada Bank Mandiri Cabang Ambon. *Jurnal Barekeng, Volume 9, Nomor 1*, 45-49.

Bahar, M. S. (2018). Model Sistem Antrian dengan Menggunakan Pola Kedatangan dan Pola Pelayanan Pemohon SIM di Satuan Penyelenggaraan Administrasi SIM Resort Kepolisian Manado. *Jurnal Matematika dan Aplikasi deCartesiaN, Volume 7, Nomor 1*, 15-21.

Darmawan, Gumgum. (2015). Simulasi Antrian Jackson 6 Workstation dengan Menggunakan Matriks Peluang Transisi yang Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UMS*, 975-989.

Djatmiko, S. W. (2016). Analisis Sistem Antrian Menggunakan Metode Jackson Pada Wahana Outdoor Suroboyp Carnaval. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, TI 025.

Dwitanto. (2003). *Reformasi Tata Pemerintahan dan Otonomi Daerah.* Yogyakarta: Pusat Study Kependudukan dan Kebudayaan UGM.

Erlang, A. K. (2011). *"Sejarah Teori Antrian" dalam modul manajemen operasional*. Jakarta.

Fadhilah, M. P. (2017). Sistem Antrian Pada Pelayanan Customer Service PT. Bank X. *Jurnal Gaussian, Volume 6, Nomor 1*, 71-80.

Fahra Pracendi Astrelita, S. T. (2015). Analisis Antrian Pengunjung dan Kinerja Sistem Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Semarang. *Jurnal Gaussian*, Vol 4 No 4 837-844.

Faisal, Fachri. (2005). Pendekatan Teori Antrian : kasus Nasabah Bank pada pukul 08.00-11.00 WIB di Bank BNI 46 Cabang Bengkulu. *Jurnal Gradien, Volume 1, Nomor 2*, 90-97.

Faris, Monike Febriyani. (2019). Penerapan Model Jaringan Antrian Jackson Instalasi Rawat Jalan Rumah Sakit Umum Daerah Sidoarjo.

Heizer, B. R. (2006). *Operations Management.* Selemba Empat.

Irmayanti, Hasan. (2011). Model Optimasi Pelayanan Nasabah Berdasarkan Metode Antrian. *Jurnal Keuangan dan Perbankan, Volume 15, Nomor 1*, 151-158.

Kakiay, T. J. (2004). *Dasar Teori Antrian.* Yogyakarta: Andi.

Kakiay, T. J. (2004). *Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata.* Yogyakarta: Andi Offset.

Kotler, P. (2008). *Manajemen Pemasaran Edisi 12 Jilid 2.* Jakarta: Indeks.

Mayangsari, Y. (2016). Sistem Antrian Teller Bank Mandiri Sebagai Upaya Meningkatkan Efisiensi Kecepatan Transaksi. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis, Volume 1, Nomor 1*, 49-60.

Owoloko, E. A. (2015). On the Appication of The Open Jackson Queueing Network. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, 11(04):2299-2313.

Owoloko, E. A. (2015). On the Application of The Open Jackson Queueing Network. *Global Journal of Pure and Applied Matematics*, 2299-2313.

Pangestu, S. (2003). *Statistik Deskriptif.* Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.

Purina Pakurnia Artiguna, S. A. (2014). Analisis Sitem Antrian Pada Layanan Pengurusan Paspor di Kantor Imigrasi Kelas I Semarang. *Jurnal Gaussian*, 801-810.

Puspaningrum, V. (2016). Implementasi Sistem Antrian Jaringan Jackson Pada Rumah Sakit. *Ilmu Komputer Unila Publishing Network all right reserved*, Vol 4 No 1.

Ratnasari, L. (2018). Analisa Antrian Pengerjaan Benang Heat Technology dengan Metode Jackson Network di PT Kurabi Manunggal Textile Industries. *Teknologi*, Vol 1 Nomor 1.

Schroeder, D. (1984). *Soil Fact concept (translate from German).* Bern: PA Gething International Potash Institute.

Septiani, A. S. (2017). Gambaran Sistem Antrian Pasien dalam Optimasi Pelayanan di Loket Pendaftaran Instalasi Rawat Jalan Rumah Sakit Umum Pusat Fatmawati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal) Volume 5, Nomor 4.*, 1-14.

Seputra, Y. E. (2012). *Modul Perkuliahan Statistika dan Probabilitas.* Universitas Mercu Buana.

Sigman, K. (1990). The Stability of Open Queueing Network. *Stochastic Processes an Their Application*, 11-25.

Sigman, K. (1990). The Stability of Open Queueinh Network, Stochastic Processes an Their Applications. 11-25.

Sismetha, R. (2017). Analisis Model Distribusi umlah Kedatangan dan Waktu Pelayanan Pasien Instalasi Rawat jalan Rumah Sakit IBu dan Anak (RSIA) Anugrah Bunda Khatulistiwa Pontianak. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya (Bimaster), Volume 6, Nomor 01*, 51-60.

Sugito, M. F. (2009). Analisis Sistem Antrian Kereta api di Stasiun Besar Cirebon dan Stasiun Cirebon Prujakan. *Media Statistika*, No 2 Vo 2 111-120.

Supranto, J. (1997). *Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan Untuk Menaikkan Pangsa Pasar.* Jakarta: Rineka Cipta.

Taha, H. A. (1996). *Riset Oprasi Jilid 2.* Jakarta: Binaputra Aksara.

Thoha, M. (1995). *Dimensi-Dimensi Prima Ilmu Administrasi Negara.* Jakarta: Rajawali Press.

Tjiptono, F. (2008). *Pemasaran Strategic.* Yogyakarta: Andi.

Varisa Puspaningrum, R. A. (2016). Implementasi Sistem Antrian Jaringan Jackson Pada Rumah Sakit. *Ilmu Komputer Unlia Publishing Network all right reserved*, Vol. 4, No. 1.

Walpole & Myers. (1995). *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuan.* Bandung: ITB.

Wihdaniyah, S. (2018). Analisis Kinerja Sistem Antrian dalam Mengoptimalkan Pelayan Pasien Rawat Jalan di RSUD Haji Makassar. *Jurnal Bisnis, Manajemen, dan Informatika*, 228-238.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Observasi

Tanggal 18/03/2020	Kedatangan Pengunjung	Pendaftaran	Selesai Pendaftaran	Pencatatan Loket 1	Pencatatan Loket 2	Pencatatan Loket 3	Proses Penerbitan	Penyerahan Berkas
1	08.03	08.03	08.04			08.15	08.21	08.21
2	08.04	08.04	08.06	08.17			08.19	08.19
3	08.04	08.06	08.08	08.21			08.36	08.36
4	08.06	08.08	08.09			08.22	08.27	08.27
5	08.23	08.23	08.25			08.28	08.29	08.30
6	08.43	08.43	08.44	08.46			08.55	08.55
7	08.44	08.44	08.45	08.50			08.50	08.50
8	09.02	09.02	09.03			09.08	09.10	09.10
9	09.02	09.03	09.03			09.11	09.12	09.30
10	09.05	09.05	09.07	09.11			09.13	09.37
11	09.15	09.15	09.15			09.24	09.26	09.39
12	09.19	09.19	09.19			09.26	09.29	09.29
13	09.23	09.23	09.23			09.33	09.36	09.36
14	09.25	09.25	09.26	09.30			09.37	09.37
15	09.25	09.26	09.27			09.36	09.37	09.37
16	09.34	09.34	09.39			09.56	09.57	09.57
17	09.35	09.35	09.36			09.38	09.39	09.48
18	09.46	09.46	09.47	09.55			09.56	10.28
19	09.48	09.48	09.48			09.52	09.55	09.55
20	09.50	09.50	09.50			09.57	09.59	10.20
21	09.51	09.51	09.52	09.59			10.02	11.09
22	09.58	09.58	09.59			10.04	10.06	10.27
23	10.11	10.11	10.11		10.18		10.20	10.20
24	10.16	10.16	10.16			10.34	10.36	10.36
25	10.18	10.18	10.26			10.28	11.17	11.17
26	10.20	10.20	10.21			10.27	10.31	10.31
27	10.20	10.21	10.22	10.29			10.30	10.43
28	10.32	10.32	10.32	10.46			10.47	11.30
29	10.35	10.35	10.42			10.45	10.47	11.29
30	10.36	10.36	10.36		10.37		10.41	10.41
31	10.38	10.38	10.39			10.49	10.51	10.51
32	10.47	10.47	10.47	10.48			10.50	10.50
33	11.04	11.04	11.05			11.12	11.18	11.18
34	11.18	11.18	11.18			11.19	11.25	11.25
35	11.23	11.23	11.24		11.28		11.35	11.35
36	11.25	11.25	11.25			11.30	11.35	11.35
37	13.00	13.00	13.00	13.01			13.04	13.04
38	13.00	13.00	13.01			13.05	13.12	13.12

Tanggal 18/03/2020	Kedatangan Pengunjung	Pendaftaran	Selesai Pendaftaran	Pencatatan Loket 1	Pencatatan Loket 2	Pencatatan Loket 3	Proses Penerbitan	Penyerahan Berkas
39	13.00	13.01	13.01	13.07			13.12	13.29
40	13.02	13.02	13.02	13.13			13.14	13.14
41	13.03	13.03	13.03			13.13	13.21	13.21
42	13.07	13.07	13.08	13.18			13.21	14.32
43	13.08	13.08	13.08	13.21			13.22	13.22
44	13.16	13.16	13.18		13.23		13.24	13.36
45	13.18	13.18	13.18			13.23	13.30	13.32
46	13.22	13.22	13.22			13.33	13.37	13.57
47	13.22	13.22	13.23	13.28			13.32	13.32
48	13.23	13.23	3.23	13.32			13.46	13.46
49	13.26	13.26	13.27			13.38	13.42	13.42
50	13.35	13.35	13.35			13.44	13.51	14.17
51	13.43	13.43	13.44			13.54	13.58	14.46
52	13.47	13.47	13.47			14.00	14.05	14.54
53	13.55	13.55	13.56		14.04		14.06	14.06

Tanggal 19/03/2020	Kedatangan Pengunjung	Pendaftaran	Selesai Pendaftaran	Pencatatan Loket 1	Pencatatan Loket 2	Pencatatan Loket 3	Proses Penerbitan	Penyerahan Berkas
1	08.27	08.27	08.27	08.33			08.39	08.54
2	08.27	08.27	08.28	08.48			08.52	09.02
3	08.33	08.33	08.33	08.53			08.54	08.54
4	08.46	08.46	08.46			08.54	08.59	08.59
5	08.50	08.50	08.51			08.59	09.05	09.05
6	08.55	08.55	08.55	09.06			09.11	09.11
7	09.05	09.05	09.06	09.16			09.17	09.22
8	09.07	09.07	09.07	09.20			09.22	09.27
9	09.08	09.08	09.09			09.30	09.31	09.31
10	09.08	09.09	09.09	09.30			09.33	09.33
11	09.12	09.12	09.13	09.21			09.26	09.26
12	09.12	09.13	09.13	19.26			09.27	09.27
13	09.13	09.13	09.14	19.28			09.30	09.30
14	09.29	09.29	09.30	09.34			09.35	09.43
15	09.35	09.35	09.37		09.58		10.01	10.25
16	09.50	09.50	09.51	09.52			09.53	09.53
17	09.52	09.52	09.52			10.00	10.05	10.05
18	09.55	09.55	09.55		10.01		10.03	11.23
19	10.06	10.06	10.07	10.17			10.23	10.23
20	10.17	10.17	10.17	10.27			10.28	10.37
21	10.17	10.17	10.18	10.28			10.30	10.30

Tanggal 19/03/2020	Kedatangan Pengunjung	Pendaftaran	Selesai Pendaftaran	Pencatatan Loket 1	Pencatatan Loket 2	Pencatatan Loket 3	Proses Penerbitan	Penyerahan Berkas
22	10.31	10.31	10.32			10.34	10.37	14.42
23	10.34	10.34	10.35			10.50	10.56	14.57
24	10.39	10.39	10.39	10.39			10.43	10.43
25	10.40	10.40	10.40		11.03		11.06	11.06
26	10.46	10.46	10.47	11.08			11.10	11.21
27	10.50	10.50	10.51		11.06		11.08	11.08
28	11.10	11.10	11.10	11.11			11.18	14.17
29	11.15	11.15	11.15			11.24	11.26	11.26
30	11.15	11.15	11.16			11.26	11.30	11.30
31	11.21	11.21	11.22			11.30	11.40	13.58
32	11.24	11.24	11.25	11.33			11.39	13.58
33	13.06	13.06	13.06	13.08			13.14	13.58
34	13.06	13.06	13.07	13.14			13.16	13.58
35	13.07	13.07	13.07	13.23			13.27	13.27
36	13.08	13.08	13.09	13.17			13.22	13.22
37	13.09	13.09	13.09		13.21		13.23	13.23
38	13.10	13.10	13.10		13.23		13.25	13.44
39	13.13	13.13	13.14		13.26		13.27	13.27
40	13.23	13.23	13.23		13.28		13.39	13.39
41	13.35	13.35	13.36		13.39		13.40	13.45
42	13.47	13.47	13.47	14.02			14.11	14.11
43	13.48	13.48	13.48			13.53	14.54	14.54

Tanggal 20/03/2020	Kedatangan Pengunjung	Pendaftaran	Selesai Pendaftaran	Pencatatan Loket 1	Pencatatan Loket 2	Pencatatan Loket 3	Proses Penerbitan	Penyerahan Berkas
1	08.15	08.15	08.21			08.21	08.24	08.29
2	08.15	08.15	08.16	18.16			08.17	08.17
3	08.25	08.25	08.26	08.28			08.31	08.31
4	08.27	08.27	08.28			08.29	08.31	10.25
5	08.27	08.28	08.28			08.32	08.33	08.38
6	08.39	08.39	08.39	08.40			08.42	08.46
7	08.43	08.43	08.43	08.43			08.45	08.48
8	08.47	08.47	08.47	09.35			09.36	09.36
9	08.50	08.50	08.51	09.38			09.39	09.39
10	08.52	08.52	08.53	09.40			09.44	09.44
11	08.52	08.53	08.54	09.44			09.46	10.25
12	09.31	09.31	09.32	09.46			09.51	09.51
13	09.35	09.35	09.35	09.51			09.55	09.55
14	09.35	09.35	09.36	09.56			09.58	09.58

Tanggal 20/03/2020	Kedatangan Pengunjung	Pendaftaran	Selesai Pendaftaran	Pencatatan Loket 1	Pencatatan Loket 2	Pencatatan Loket 3	Proses Penerbitan	Penyerahan Berkas
15	09.47	09.47	09.47	09.58			10.02	14.32
16	09.53	09.53	09.54	10.06			10.10	14.39
17	09.55	09.55	09.55	10.10			10.11	14.47
18	09.56	09.56	09.57			10.08	10.12	10.12
19	10.01	10.01	10.02	10.12			10.15	10.15
20	10.09	10.09	10.09			10.12	10.14	10.14
21	10.14	10.14	10.14	10.15			10.16	10.16
22	10.15	10.15	10.16	10.17			10.18	10.30
23	10.15	10.16	10.16			10.17	10.18	10.35
24	10.18	10.18	10.18		10.29		10.34	10.34
25	10.18	10.18	10.19			10.29	10.31	10.31
26	10.19	10.19	10.20	10.30			10.36	10.36
27	10.19	10.20	10.20		10.37		10.39	14.56
28	10.36	10.36	10.36	10.41			10.47	10.47
29	10.49	10.49	10.50		10.53		10.55	10.55
30	10.55	10.55	10.55	10.58			11.01	11.01
31	13.03	13.03	13.03		13.05		13.11	13.11
32	13.03	13.03	13.04	13.06			13.10	13.10
33	13.05	13.05	13.10		13.16		13.17	14.19
34	13.05	13.05	13.06		13.18		13.20	13.20
35	13.07	13.07	13.07	13.22			13.25	13.25
36	13.08	13.08	13.08	13.25			13.27	13.45
37	13.08	13.08	13.09			13.20	13.27	13.27
38	13.10	13.10	13.10		13.21		13.23	13.23
39	13.15	13.15	13.16		13.27		13.26	13.43
40	13.17	13.17	13.18	13.31			13.32	13.32
41	13.21	13.21	13.32	13.34			13.36	13.36
42	13.34	13.34	13.35	13.36			13.37	13.52
43	13.35	13.35	13.37	13.47			13.55	14.10
44	13.40	13.40	13.46		13.51		13.54	14.01
45	13.47	13.47	13.48		13.56		14.05	14.05
46	13.51	13.51	13.53	13.55			13.58	13.58
47	13.53	13.53	13.53		13.55		13.56	14.19
48	13.59	13.59	13.59	14.02			14.07	14.07
49	14.06	14.06	14.08	14.07			14.15	14.15
50	14.08	14.08	14.08		14.12		14.16	14.16
51	14.12	14.12	14.12			14.13	14.19	14.19

Lampiran 2 Tabel *Kolmogorov-Smirnov*

n	α = 0,20	α = 0,10	α = 0,05	α = 0,02	α = 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