



FINAL PROJECT
TEKNIK SIMULASI C

ANALISIS SISTEM ANTREAN DAN PELAYANAN KANTIN GOR
UNIVERSITAS AIRLANGGA KAMPUS C

Disusun Oleh:

Meysa Endies Irenia Putri (5003211001)

Chafshoh Nafilah (5003211011)

Alya Shafira (5003211040)

Salma Zaura Baraza (5003211151)

Dosen Pengampu:

Adatul Mukarromah, S.Si., M.Si.

Dr. Hidayatul Khusna, S.Si.

PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2024

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	1
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Antrean	3
2.1.1 Teori Antrean	3
2.1.2 Disiplin Antrean	3
2.1.3 Struktur Antrean	3
2.1.4 Model Antrean	4
2.1.5 Ukuran <i>Steady State</i> Kinerja Antrean	5
2.2 Simulasi	5
2.2.1 Pengertian Simulasi	5
2.2.2 Proses Simulasi	6
2.2.3 Komponen Penyusun Simulator	6
2.2.4 Optimasi Simulator	8
2.3 Uji Kesesuaian Model	8
2.4 Uji Validitas Data (<i>Two Sample T-Test</i>)	8
2.5 Pustaka Distribusi	9
2.5.1 Distribusi Uniform	9
2.5.2 Distribusi Pearson Tipe VI (4P)	9
2.5.3 Distribusi Johnson-SB	10
2.5.4 Distribusi Gamma	10
2.6 Software Extend 6	10
2.7 Kantin GOR Universitas Airlangga	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Sumber data	11
3.2 Variabel Penelitian	11
3.3 Alat dan Bahan	11
3.4 Tipe dan Tahapan Pelayanan	11
3.5 Langkah Penelitian	12
3.6 Diagram Alir	12
3.7 Tata Letak Sistem Pelayanan	13
3.8 Rancangan Simulator Awal	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Simulasi Sistem Layanan	14
4.1.1 Karakteristik Data	14
4.1.2 Uji Perbedaan Rata-Rata Lama Pelayanan	14
4.1.3 Uji Distribusi Data	15
4.1.4 Model Simulator Kantin GOR UNAIR C	15

4.1.5 Uji Validasi <i>Input</i>	17
4.1.6 Uji Validasi Sistem	18
4.1.7 Analisis Sistem	18
4.2 Optimasi Sistem Kantin GOR UNAIR C.....	20
4.3 Perbandingan Sistem Awal dan Sistem Optimum.....	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	25
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA.....	26
LAMPIRAN.....	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Antrean <i>Single Channel-Single Phase</i>	3
Gambar 2. 2 Sistem Antrean <i>Single Channel-Multi Phase</i>	4
Gambar 2. 3 Sistem Antrean <i>Multi Channel-Single Phase</i>	4
Gambar 2. 4 Sistem Antrean <i>Multi Channel-Multi Phase</i>	4
Gambar 3. 1 Tahapan Layanan Kantin GOR UNAIR	11
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	12
Gambar 3. 3 Tata Letak Sistem Pelayanan Kantin GOR UNAIR	13
Gambar 3. 4 Rancangan Simulator Awal.....	13
Gambar 4. 1 Simulator Kantin GOR UNAIR C	16
Gambar 4. 2 Grafik <i>Steady State</i> Data Acak Simulator	17
Gambar 4. 3 Plotter Simulator Awal.....	19
Gambar 4. 4 Grafik Optimasi Lama Pelayanan	21
Gambar 4. 5 Simulator Optimum	22
Gambar 4. 6 Grafik Simulator Optimum.....	22
Gambar 4. 7 <i>Contour Plot</i> Sistem Optimum.....	23

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Statistika Deskriptif Data Observasi	14
Tabel 4. 2 Hasil Uji Perbedaan Rata-rata	14
Tabel 4. 3 Uji Distribusi	15
Tabel 4. 4 Hasil Ukuran Steady State	17
Tabel 4. 5 Pengujian Validasi <i>Input</i>	18
Tabel 4. 6 Pengujian Validasi Sistem	18
Tabel 4. 7 Utilitas Server Simulator Awal	19
Tabel 4. 8 <i>Central Composite Design</i>	20
Tabel 4. 9 Regresi <i>Response Surface Method</i>	20
Tabel 4. 10 Pengujian <i>Lack of Fit</i>	21
Tabel 4. 11 Jumlah Server Hasil Optimasi	22
Tabel 4. 12 Utilitas Server Hasil Optimasi.....	23
Tabel 4. 13 Utilitas Server Sebelum Optimasi	24
Tabel 4. 14 Utilitas Server Sebelum Optimasi	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Universitas Airlangga merupakan salah satu universitas terkemuka di Indonesia yang berlokasi di Surabaya. Sebagai institusi pendidikan tinggi yang berkomitmen pada pengembangan sumber daya manusia berkualitas, Universitas Airlangga menyediakan berbagai fasilitas pendukung bagi mahasiswa, dosen, dan staf. Salah satu fasilitas utamanya yaitu kantin GOR Universitas Airlangga yang mendukung kebutuhan sehari – hari civitas akademika dengan menyediakan berbagai pilihan makanan dan minuman.

Kantin tidak hanya berfungsi sebagai tempat makan, tetapi juga sebagai tempat interaksi sosial bagi civitas akademika. Setiap tahun, Universitas Airlangga pasti akan mengalami peningkatan jumlah mahasiswa, hal tersebut juga akan mempengaruhi terhadap pelayanan di tiap fasilitas termasuk juga pelayanan pada kantin. Di dalam suatu sistem pelayanan pastinya terdapat sistem antrian yang alurnya dimulai dari kedatangan pelanggan, pelanggan menunggu makanan hingga lama makan. Dalam kondisi menunggu akan membentuk suatu antrian yang sifatnya random dipengaruhi oleh waktu kedatangan pelanggan, sehingga akan memungkinkan terjadinya penumpukan pelanggan. Situasi tersebut memerlukan perhatian dan tindakan perbaikan yang mendalam untuk memastikan efisiensi operasional dan peningkatan kepuasan pelanggan.

Oleh karena itu, pada penelitian ini ingin dilakukan pengamatan mengenai sistem antrian pada salah satu fasilitas yang ada di Universitas Airlangga, yaitu Kantin GOR Universitas Airlangga. Dimana penulis ingin mengetahui apakah sistem antrian pada Kantin GOR Universitas Airlangga sudah optimum ataukah belum. Luaran yang diperoleh dari penelitian ini adalah terbentuknya model simulator dan mengetahui model optimum yang mampu mengefisienkan sistem antrian pada Kantin GOR Universitas Airlangga. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak Universitas Airlangga untuk dapat memaksimalkan sistem pelayanan dan meminimalisir terjadinya penumpukan antrian sehingga berdampak positif pada tingkat kepuasan pelanggan pada salah satu fasilitas yang dimiliki yaitu Kantin GOR Universitas Airlangga.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana model simulator pada sistem pelayanan di Kantin GOR Universitas Airlangga?
2. Bagaimana model optimum yang dapat mengefisienkan sistem pelayanan di Kantin GOR Universitas Airlangga dengan pertimbangan faktor – faktor lain seperti lama pelayanan, kapasitas layanan, dan variabel lain yang berpengaruh terhadap kinerja sistem?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan model simulator dari sistem pelayanan di Kantin GOR Universitas Airlangga guna memahami secara mendalam mengenai operasi sistem dan pengaruh variabel lain terhadap kinerja sistem.
2. Mengetahui model optimum yang mampu mengefisiensi sistem pelayanan di Kantin GOR Universitas Airlangga dengan pertimbangan faktor – faktor lain seperti lama

pelayanan, kapasitas layanan, dan variabel lain yang berpengaruh terhadap kinerja sistem.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi penulis

Manfaat yang akan diperoleh penulis adalah sebagai berikut:

- a. Dapat memahami materi pada mata kuliah Teknik Simulasi khususnya mengenai konsep teori antrean serta penerapannya dalam kehidupan sehari – hari secara mendalam
- b. Dapat menentukan model simulator dan model optimum untuk sistem pelayanan di Kantin GOR Universitas Airlangga melalui hasil analisis kinerja sistem pelayanan kantin yang didapatkan dari jumlah pelanggan, lama pelayanan hingga selesainya pelayanan terhadap pelanggan.

2. Bagi pembaca

Manfaat yang akan diperoleh pembaca adalah sebagai berikut:

- a. Mendapatkan pengetahuan yang bermanfaat mengenai konsep teori antrean serta penerapannya dalam kehidupan sehari – hari.
- b. Dapat menambah referensi atau dasar yang akan dijadikan acuan bagi pembaca apabila ingin melakukan penelitian yang serupa.

3. Bagi Pihak Kantin GOR Universitas Airlangga

Manfaat yang akan diperoleh pihak Kantin GOR Universitas Airlangga adalah sebagai berikut:

- a. Mendapatkan informasi mengenai sistem pelayanan sudah optimal atau belum yang mana nantinya dapat digunakan oleh pihak Kantin GOR Universitas Airlangga untuk melakukan evaluasi dan peningkatan kualitas pelayanan.
- b. Sebagai acuan pertimbangan untuk membuat kebijakan terkait optimasi sistem pelayanan pada Kantin GOR Universitas Airlangga

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini ditetapkan batasan – batasan tertentu pada pembuatan sistem simulator antara lain sebagai berikut.

1. Penelitian ini mengamati tiga tahap pelayanan yaitu tahap pemesanan makanan dan minuman, tahap menunggu makanan dan minuman, serta tahap lama makan dan minum dengan tiga tipe layanan pada tenant yang ada di Kantin GOR Universitas Airlangga yaitu *tenant* makanan berkuah, *tenant* nasi campur, dan *tenant* minuman yang masing – masing memiliki 2 server.
2. Pengambilan data dilakukan secara langsung di Kantin GOR Universitas Airlangga pada hari dan jam kerja sebanyak minimal 30 pengamatan pada setiap tahap. Data tersebut akan diolah dengan menggunakan *software Extend6* untuk mendapatkan model simulator.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Antrean

2.1.1 Teori Antrean

Antrean adalah istilah yang merujuk pada situasi di mana orang atau barang menempati posisi tunggu untuk menerima layanan (Halim, 2010). Teori antrean bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan fasilitas layanan dengan menentukan jumlah yang optimal. Salah satu aplikasi utama dari teori antrean adalah dalam meningkatkan efisiensi layanan dengan mengurangi biaya pengadaan atau biaya operasional lainnya. Dengan demikian, antrean mencerminkan kondisi di mana sekelompok orang atau barang harus menunggu dalam urutan tertentu sebelum bisa dilayani oleh sumber daya yang terbatas (Putra dkk, 2022).

2.1.2 Disiplin Antrean

Disiplin antrean adalah serangkaian aturan yang diterapkan ketika pelanggan menerima layanan atau prosedur yang mengatur urutan di mana pelanggan diberikan layanan (Kakiay, 2004). Aturan ini dapat menjadi panduan dalam mengambil keputusan untuk menentukan urutan pelayanan bagi pelanggan yang masuk ke dalam antrean. Terdapat lima bentuk disiplin antrean yang sering digunakan yaitu sebagai berikut.

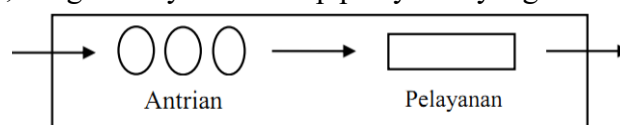
1. *First In First Out* (FIFO) merupakan aturan ketika pelanggan yang tiba terlebih dahulu akan dilayani terlebih dahulu pula. Sebagai contoh, di sebuah tempat makan, antrean di kasir diatur berdasarkan prinsip ini.
2. *Last In First Out* (LIFO) merupakan jenis antrean ketika pelanggan baru saja tiba akan dilayani terlebih dahulu sebelum pelanggan yang datang lebih dulu. LIFO ini seringkali diaplikasikan pada logistic misalnya ketika mobil barang memasuki gudang maka barang yang terakhir dimasukkan akan dikeluarkan terlebih dahulu dari tumpukan di dalam mobil.
3. *Service in Random Order* (SIRO) merupakan antrean dengan pelayanan yang dilakukan secara acak tanpa memperhatikan urutan kedatangan. Misalnya dalam undian *doorprize* pemenang dipilih secara acak tanpa memperhitungkan urutan pendaftaran.
4. *Priority Service* (PS) merupakan antrean dengan memberikan prioritas pelayanan kepada orang yang memiliki kebutuhan mendesak meskipun tidak datang lebih awal dalam antrean. Disiplin antrean ini seringkali diaplikasikan pada dunia medis yaitu memperhatikan dan menangani kondisi pasien yang lebih serius di IGD (Siagian, 1987).

2.1.3 Struktur Antrean

Struktur antrean dapat dikelompokkan menjadi empat jenis berdasarkan susunan saluran (channel) dan fase (phase) yang terlibat dalam sistem antrean (Giambene, 2019), diantaranya:

1. *Single Channel-Single Phase*

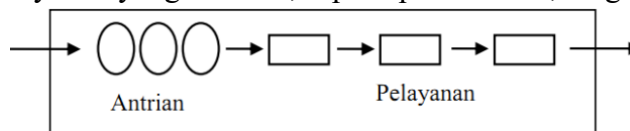
Sistem ini terjadi jika terdapat satu jalur masuk ke dalam sistem pelayanan dan hanya terdiri dari satu tahap pelayanan. Sebagai contoh, struktur ini dapat ditemukan dalam antrean di lembaga perbankan, di mana terdapat satu jalur tunggal yang digunakan untuk melayani nasabah, dengan hanya satu tahap pelayanan yang dilalui, yaitu proses transaksi.



Gambar 2. 1 Sistem Antrean *Single Channel-Single Phase*

2. *Single Channel-Multi Phase*

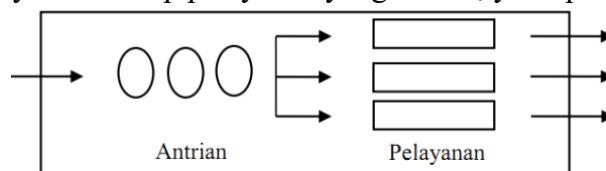
Dalam struktur ini, meskipun hanya ada satu jalur yang masuk ke dalam diagnosa pelayanan, namun terdapat beberapa tahap pelayanan yang harus dilalui. Sebagai ilustrasi, struktur ini dapat ditemukan dalam antrian di fasilitas pelayanan diagnosa, di mana terdapat satu jalur diagnosa yang digunakan untuk melayani pasien, namun terdapat beberapa tahap pelayanan yang berbeda, seperti pendaftaran, diagnosa, dan pengobatan.



Gambar 2. 2 Sistem Antrean *Single Channel-Multi Phase*

3. *Multi Channel-Single Phase*

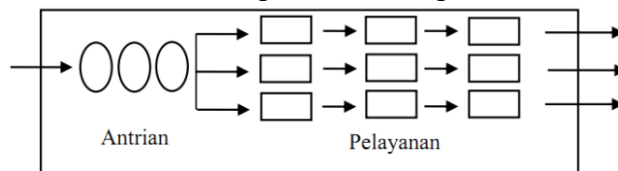
Dalam konteks ini terdapat beberapa jalur yang mengarah ke dalam sistem pelayanan, namun hanya melalui satu tahap pelayanan. Sebagai contoh, struktur ini dapat ditemukan dalam antrian di sebuah toko, di mana ada beberapa jalur yang tersedia untuk melayani pelanggan, tetapi hanya satu tahap pelayanan yang dilalui, yaitu proses pembayaran.



Gambar 2. 3 Sistem Antrean *Multi Channel-Single Phase*

4. *Multi Channel-Multi Phase*

Pada struktur ini, beberapa jalur mengarah ke dalam sistem pelayanan sementara juga ada beberapa tahap pelayanan. Sebagai contoh, struktur ini dapat ditemukan dalam antrian di bengkel mobil, di mana beberapa jalur tersedia untuk melayani pelanggan, dan berbagai tahapan pelayanan dilakukan, termasuk pemeriksaan, perbaikan, dan pengujian.



Gambar 2. 4 Sistem Antrean *Multi Channel-Multi Phase*

2.1.4 Model Antrean

Suatu sistem antrean sering kali digambarkan dalam notasi yang dikenal sebagai notasi Kendall, dinamai sesuai dengan penemuannya. Notasi ini menggambarkan karakteristik-karakteristik penting dari sebuah antrean dalam format standar $(a/b/c) : (c/d/f)$, di mana setiap huruf mewakili aspek tertentu dari sistem antrean. Misalnya, a menggambarkan distribusi waktu antar kedatangan, b menggambarkan distribusi waktu pelayanan, c mengindikasikan jumlah server pelayanan, d mengacu pada disiplin pelayanan, f merepresentasikan kapasitas sistem, dan terakhir, e mewakili jumlah pelanggan yang mungkin masuk ke dalam sistem. Notasi ini memberikan pandangan yang jelas dan terstruktur tentang bagaimana antrean tersebut diatur dan beroperasi (Rositawati dkk, 2022). Data yang digunakan dalam notasi Kendall, khususnya a dan b , harus sesuai dengan distribusi tertentu untuk memastikan akurasi analisisnya. Dengan demikian, pemahaman yang mendalam tentang notasi Kendall tidak hanya membantu dalam merancang sistem antrean yang lebih efisien tetapi juga memastikan analisis yang tepat terhadap kinerja sistem (Halim, 2010).

2.1.5 Ukuran *Steady State* Kinerja Antrean

Steady state adalah keadaan stabil di mana laju kedatangan lebih lambat daripada laju pelayanan dalam sebuah sistem antrean. Dengan menentukan probabilitas *steady state* P_n untuk jumlah pelanggan acak dalam sistem, kita dapat menghitung parameter-parameter *steady state* yang penting untuk menganalisis kinerja sistem antrean. Parameter-parameter ini kemudian digunakan untuk mengevaluasi operasi sistem antrean dan membuat rekomendasi perancangan yang lebih baik. Kondisi *steady state* tercapai saat $\rho < 1$, menandakan bahwa pelayanan dapat mengatasi laju kedatangan. Namun, jika $\rho > 1$ menggambarkan sistem tidak mampu menangani laju kedatangan yang lebih cepat dari laju pelayanan, yang dapat menyebabkan antrean tak terbatas tanpa mencapai *steady state*. Kondisi kinerja yang sama juga terjadi saat $\rho = 1$ (Hayzer dan Render, 2013). Parameter-parameter kinerja ini meliputi probabilitas sejumlah pelanggan berada dalam sistem (P_n) (Taha, 1997).

$$P_n = \frac{P_n}{n!} P_0 \text{ dengan } n \leq s$$

$$P_n = \frac{P_n}{(s!)(s^{n-s})} P_0 \text{ dengan } n > s$$

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

Jumlah pelanggan rata-rata yang diperkirakan dalam sistem (L_s) memiliki persamaan sebagai berikut.

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

Jumlah pelanggan rata-rata yang diperkirakan dalam antrean (L_q) memiliki persamaan sebagai berikut.

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

Waktu menunggu rata-rata yang diperkirakan dalam system (W_s) memiliki persamaan sebagai berikut.

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

Waktu menunggu rata-rata yang diperkirakan dalam antrean (W_q) memiliki persamaan sebagai berikut.

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

Faktor utilisasi server sibuk (ρ) memiliki nilai yang berada dalam interval tertentu untuk server dapat dikatakan sibuk ataupun menganggur. Utilitas memiliki persamaan sebagai berikut.

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

Dengan sejumlah parameter di atas memiliki keterangan λ (tingkat kedatangan per unit waktu), μ (tingkat layanan per unit waktu), dan s (jumlah server).

2.2 Simulasi

2.2.1 Pengertian Simulasi

Simulasi adalah suatu metode pemodelan yang digunakan untuk membuat hubungan sebab-akibat dalam suatu sistem dengan tujuan menciptakan pola perilaku yang serupa dengan sistem

nyata. Penggunaan simulasi dapat bervariasi, mulai dari mempelajari interaksi antara komponen-komponen dalam sistem yang kompleks hingga menganalisis dampak perubahan informasi, struktur organisasi, dan kondisi lingkungan terhadap sistem tersebut. Simulasi juga dapat digunakan untuk menggali pengetahuan tentang bagaimana perubahan-perubahan tersebut mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan.

Simulasi memberikan manfaat besar selama tahap desain sistem. Dalam konteks ini, simulasi memungkinkan penciptaan rekaman historis yang mencerminkan kejadian-kejadian nyata, serta memberikan data statistik mengenai berbagai aktivitas yang terjadi di dalam sistem. Proses simulasi juga memungkinkan identifikasi pola perilaku sistem yang kompleks, pemahaman yang lebih baik terhadap dampak perubahan variabel, dan uji coba berbagai skenario tanpa mengganggu operasional sistem nyata (Law dan Kelton, 2000). Dengan adanya simulasi, pengambilan keputusan dapat menjadi lebih terinformasi dan perencanaan menjadi lebih efisien di berbagai bidang, mulai dari bisnis hingga manajemen risiko. Ini karena simulasi memungkinkan para pengambil keputusan untuk menjelajahi potensi konsekuensi dari keputusan-keputusan yang mereka buat, serta memberikan wawasan yang lebih dalam tentang kompleksitas sistem yang mereka hadapi.

2.2.2 Proses Simulasi

Proses simulasi melibatkan replikasi atau peniruan dari proses nyata yang dikenal sebagai sistem, menggunakan suatu model untuk memperoleh pemahaman tentang cara kerja sistem tersebut. Terdapat serangkaian langkah kunci yang harus diikuti dalam proses simulasi (Law dan Kelton, 2000).

Langkah pertama adalah menetapkan batasan sistem yang akan disimulasikan dan mengidentifikasi variabel-variabel yang memiliki pengaruh yang signifikan dalam proses simulasi. Data yang diperlukan untuk simulasi diperoleh dari observasi, termasuk data sekunder dan data primer, dan digunakan untuk membangun model sistem yang akan disimulasikan. Setelah itu, langkah ketiga melibatkan definisi detail tentang entitas yang memasuki sistem, jumlah sumber daya yang terlibat, dan distribusi waktu yang digunakan dalam sistem. Model simulasi kemudian dirancang sesuai dengan panduan yang diberikan oleh perangkat lunak simulasi yang digunakan. Verifikasi dan validasi merupakan langkah selanjutnya, di mana verifikasi memastikan bahwa model simulasi dapat dijalankan dengan benar, sementara validasi memastikan bahwa model tersebut sesuai dengan kondisi nyata. Seringkali, toleransi validasi sekitar 10%, yang mengindikasikan sejauh mana hasil simulasi cocok dengan data riil. Setelah itu, skenario eksperimen dirancang untuk mengeksplorasi perbaikan atau strategi penanganan dalam sistem. Hasil simulasi kemudian dianalisis setelah program simulasi selesai dijalankan, dan laporan hasilnya disusun. Kesimpulan diambil dari hasil model simulasi, dan implikasinya dalam konteks yang lebih luas dibahas. Terakhir, hasil model dan semua dokumentasi yang relevan disimpan untuk referensi dan analisis lebih lanjut.

2.2.3 Komponen Penyusun Simulator

Simulator adalah alat penting dalam pemodelan sistem yang kompleks. Untuk memahami komponen dasarnya, kita dapat merinci dalam empat poin krusial.

1. Objek merupakan elemen terkecil dalam sistem yang memiliki dimensi sehingga memerlukan lokasi dan atribut tertentu. Objek ini berfungsi sebagai bagian penting yang membentuk struktur keseluruhan sistem. Contohnya, dalam simulasi lalu lintas, objek dapat mencakup kendaraan, pejalan kaki, dan lampu lalu lintas. Setiap objek

memiliki atribut seperti posisi, kecepatan, dan arah, yang penting untuk simulasi yang akurat (John, 2023).

2. Sistem merupakan sekumpulan komponen yang saling berinteraksi dan memberikan respons terhadap atribut-atribut komponen tersebut dengan tujuan mencapai hasil akhir tertentu. Komponen-komponen ini dapat berupa tempat, orang, mesin, barang, dan lain sebagainya. Hukum sistem adalah peraturan yang membatasi kapasitas sistem maupun lingkungan darisistem itu berada. *State* adalah kumpulan variabel yang diperlukan untuk menggambarkan suatu keadaan sebuah sistem pada waktu tertentu tergantung dari tujuan penelitian tersebut (Forrester, 1968). Sistem dapat diklasifikasi sebagai berikut.
 - a. Berdasarkan kepastian kembalinya *output* ke sistem, sistem dibedakan menjadi *close loop* yaitu *output* kembali menjadi *input* dan *open loop* yaitu *output* tidak kembali menjadi *input*.
 - b. Berdasarkan perubahan nilai variabel-variabel *state*, sistem dibedakan menjadi diskrit dan kontinyu. Sistem yang diskrit adalah sistem dengan *state variable* yang berubah pada titik waktu tertentu. Sedangkan sistem yang kontinyu adalah sistem yang *state* variabelnya berubah secara terus menerus sesuai dengan berjalannya waktu.
 - c. Berdasarkan kerandoman perubahan *state variable*, sistem dibedakan menjadi deterministik yaitu mengikuti aturan atau fungsi tertentu dan probabilistik dengan perubahan nilai variabel *state* yang terjadi secara acak.
 - d. Berdasarkan kekuasaan peneliti terhadap sistem mendesain penelitian, sistem dibedakan menjadi preskriptif dan deskriptif. Sistem yang preskriptif artinya peneliti mempunyai kebebasan untuk mengubah struktur dan susunan sistem antrean sedangkan pada sistem yang deskriptif peneliti tidak mempunyai kebebasan untuk mengubah struktur dan susunan sistem.
 - e. Berdasarkan *input* sistem diklasifikasikan menjadi sistem yang dinamis dan statis. Sistem dinamis adalah suatu metode analisis permasalahan dimana waktu merupakan salah satu faktor penting, dan meliputi pemahaman bagaimana suatu sistem dapat dipertahankan dari gangguan di luar sistem, atau dibuat sesuai dengan tujuan dari pemodelan sistem yang akan dibuat (Firmansyah dan Suryani, 2017). sistem dinamis adalah sistem yang variabelnya dapat terus berubah dikarenakan perubahan *input* dan interaksi antar elemen pada sistem. Dengan kata lain, nilai *output* sangat bergantung pada nilai variabel-variabel *input* sebelumnya. Sistem dinamis dicirikan dengan adanya *delay time* yang menggambarkan ketergantungan hasil akhir terhadap variabel *input* pada periode waktu tertentu. Sistem yang nilai hasil akhirnya tidak tergantung pada masukan (*input*) dalam sistem adalah sistem statis (Widhianthini, 2018).
3. Model, adalah representasi matematika dari sistem atau fenomena yang ingin dipelajari. Fungsinya adalah untuk memprediksi perilaku sistem atau fenomena dalam berbagai situasi. Model digunakan sebagai dasar untuk membangun simulasi yang berguna untuk menguji hipotesis, meramalkan hasil, dan mengoptimalkan keputusan di berbagai bidang seperti manajemen, keuangan, dan teknik industri. Pendekatan simulasi dimulai dengan mengembangkan model matematis dari sistem nyata yang harus mampu mencerminkan interaksi antar komponen sistem secara akurat. Setelah model dibuat,

langkah selanjutnya adalah mengonversinya menjadi program komputer untuk disimulasikan (Iriawan, 2013).

4. Simulasi, adalah proses meniru atau mereproduksi hasil suatu sistem dalam sebuah simulator. Secara esensial, simulasi merupakan teknik numerik yang menggunakan fungsi matematika dan logika untuk menjelaskan perilaku dan struktur sistem nyata yang kompleks di dalam komputer digital. Selain itu, simulasi juga digunakan untuk desain, analisis, dan evaluasi sistem yang sudah ada.

2.2.4 Optimasi Simulator

Optimasi simulasi merujuk pada proses menemukan nilai optimal variabel input tanpa harus mengevaluasi secara langsung semua kemungkinan. Tujuan utamanya adalah meminimalkan penggunaan sumber daya sambil memaksimalkan hasil informasi dari simulasi. Metode yang umum digunakan untuk optimasi simulasi adalah *Response Surface Method* (RSM), sebuah kumpulan teknik statistik dan matematika yang membantu dalam pengembangan, peningkatan, dan optimalisasi proses (Myers & Montgomery, 2002). RSM memungkinkan perkiraan interaksi dan efek kuadrat, serta memberikan gambaran visual tentang respons permukaan yang dianalisis. Fungsi RSM dapat digambarkan dengan persamaan.

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k) + \varepsilon$$

Dengan y adalah parameter respon, x_i adalah parameter proses, dan ε merupakan error pada respons y . Selain itu, model RSM juga dapat dinyatakan sebagai fungsi linear dari parameter proses dengan persamaan.

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon$$

Analisis *response surface* dilakukan dengan menggunakan *fitted surface*. Jika *fitted surface* yang dihasilkan merupakan perkiraan yang akurat dari fungsi respons aktual, maka analisis permukaan yang terbentuk hampir sama dengan menganalisis sistem yang sebenarnya. Estimasi parameter model menjadi paling efisien ketika data dikumpulkan menggunakan desain eksperimental yang tepat. Desain yang sesuai untuk analisis *response surface* disebut desain *response surface* (Montgomery, 2012).

2.3 Uji Kesesuaian Model

Uji kesesuaian model digunakan untuk mengetahui kesesuaian model yang dibentuk sesuai dengan distribusi yang telah ditetapkan (Agresti, 1990). Pengujian kesesuaian model ini dapat membentuk kesesuaian antara hasil pengamatan dengan model yang dibentuk dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Model sesuai (data memiliki distribusi yang telah ditetapkan)

H_1 : Model tidak sesuai (data tidak memiliki distribusi yang telah diterapkan)

Statistik uji yang digunakan adalah nilai *Chi-square* hitung dengan persamaan berikut.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Keputusan menolak H_0 jika nilai $\chi^2 > \chi^2_{\alpha, df}$ atau jika $p\text{-value} < \alpha$ dengan n_{ij} merupakan data yang diperoleh dan E_{ij} merupakan jumlah sesuai distribusi yang diinginkan.

2.4 Uji Validitas Data (*Two Sample T-Test*)

Proses validasi data melibatkan pengecekan validitas waktu antarkedatangan dan lama pelayanan. Proses validitas data dilakukan melalui pengujian rata-rata salah satunya *Two*

Sample T-Test (data tidak memenuhi asumsi normalitas). *Two Sample T-test* digunakan untuk menguji ada atau tidaknya perbedaan rerata nilai pengamatan yang signifikan antara dua sampel yang diambil secara acak dari suatu populasi (simulator). Dua sampel merupakan metode statistik nonparametrik yang umum digunakan untuk membandingkan distribusi frekuensi dengan distribusi lainnya. Dalam konteks ini, *Two Sample T-test* digunakan untuk memvalidasi data dengan memeriksa apakah distribusi data survei (data asli) sama dengan distribusi data simulasi dengan hipotesis sebagai berikut (Sugiyono, 2008).

H_0 : Data hasil survei memiliki distribusi yang sama dengan data hasil simulasi

H_1 : Data hasil survei tidak memiliki distribusi yang sama dengan data hasil simulasi

Statistik uji yang digunakan memiliki persamaan berikut dengan keputusan tolak H_0 jika nilai t hitung $>$ nilai t tabel. Persamaan statistik uji untuk asumsi varian sama sebagai berikut.

$$t = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Nilai t hitung kemudian dibandingkan dengan nilai t kritis pada tabel distribusi t dengan derajat bebas $df = n_1 + n_2 - 2$ dan tingkat signifikansi yang dipilih.

2.5 Pustaka Distribusi

2.5.1 Distribusi Uniform

Distribusi peluang Uniform adalah distribusi yang mempunyai probabilitas yang sama pada setiap kejadian, tidak dikategorikan, dan ruang sampelnya tidak dibatasi (Lucia, 2003). Fungsi PDF Distribusi Uniform dirumuskan sebagai berikut.

$$f(x; a, b) = \frac{1}{b - a}$$

Dalam konteks sistem antrian, distribusi uniform digunakan untuk menggambarkan waktu tunggu atau waktu pelayanan yang tidak beraturan, tetapi memiliki probabilitas yang sama untuk setiap nilai dalam rentang waktu yang diberikan.

2.5.2 Distribusi Pearson Tipe VI (4P)

Distribusi Pearson Tipe 6 merupakan distribusi probabilitas yang biasa juga dikenal dengan distribusi F atau distribusi F-Pearson VI. Distribusi Pearson Tipe 6 dengan empat parameter sering digunakan untuk memodelkan data acak agar dapat menyelesaikan properti lebih akurat. Secara umum, distribusi Pearson Tipe 6 dengan empat parameter berbeda dengan distribusi Pearson karena dapat menangani data yang lebih kompleks atau asimetris dan memberikan fleksibilitas lebih dalam memodelkan distribusi data yang lebih kompleks. Seperti namanya, distribusi ini memiliki empat parameter meliputi parameter skala (σ), parameter bentuk (β), parameter lokasi (γ), dan parameter pertidaksamaan (δ). Fungsi kepadatan probabilitas dari distribusi Johnson-SB yaitu sebagai berikut.

$$f(x, \gamma, \beta, \sigma) = \frac{1}{\sigma B\left(\frac{1}{\beta}, \frac{1}{\beta}\right)} \left(1 + \frac{1}{\beta} \frac{x - \gamma}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\beta}-1} e^{-\left(1 + \frac{1}{\beta} \frac{x - \gamma}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\beta}}}$$

Keuntungan utama dari distribusi ini adalah dapat memuat data dengan karakteristik yang umumnya tidak dipenuhi oleh distribusi Pearson. Dengan menggunakan empat parameter, distribusi ini dapat memberikan model data yang lebih akurat dengan ketajaman dan tingkat asimetri yang tinggi.

2.5.3 Distribusi Johnson-SB

Distribusi Johnson-SB adalah distribusi probabilitas yang memungkinkan untuk mengubah data dari distribusi normal ke distribusi dengan parameter khusus. Distribusi ini penting dalam statistik karena memungkinkan data yang awalnya tidak berdistribusi normal diubah menjadi lebih seperti data yang berdistribusi normal. Distribusi Johnson-SB memiliki empat parameter utama meliputi gamma (γ), delta (δ) merupakan parameter bentuk, xi (ξ) merupakan parameter lokasi, dan lambda (λ) merupakan parameter bentuk. Fungsi kepadatan probabilitas dari distribusi Johnson-SB yaitu sebagai berikut.

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}z^2}; -\infty < z < \infty$$
$$z = \gamma + \delta \ln \left[\frac{x - \xi}{\xi + \lambda - x} \right]$$

Distribusi Johnson-SB berperan penting karena dapat mendekatkan data yang tidak berdistribusi normal ke distribusi normal (Sriwastava, 2021). Hal ini memungkinkan menerapkan metode statistik yang mengasumsikan distribusi normal, seperti pengujian hipotesis parametrik. Distribusi ini juga berguna dalam konteks latensi dan interval untuk kejadian acak yang awalnya tidak terdistribusi normal tetapi dapat dikonversi menjadi satu.

2.5.4 Distribusi Gamma

Distribusi Gamma merupakan salah satu keluarga distribusi peluang kontinyu yang biasa digunakan dalam pemodelan data kelangsungan hidup. Distribusi ini mempunyai dua parameter yaitu yang disebut parameter skala dan yang disebut parameter bentuk. Suatu variable acak dikatakan memiliki distribusi Gamma jika memiliki fungsi kepadatan peluang (Dudewicz dan Mishra, 1988).

$$f(x; \alpha, \beta) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}; \alpha, \beta > 0$$

Distribusi Gamma biasanya digunakan untuk menggambarkan distribusi waktu layanan atau waktu yang dibutuhkan untuk melayani satu pelanggan dalam sistem antrian.

2.6 Software Extend 6

Extend merupakan produk dari *Imagine That Inc* yang digunakan untuk membuat simulasi berbasis komputer. Dalam penerapannya, *software* ini menggunakan blok yang dikelompokkan ke dalam beberapa kategori sehingga dapat merepresentasikan objek dan aktivitas pada dunia nyata, seperti antrian, sumber daya, pemilihan, penggabungan, dan lain sebagainya. Kelompok-kelompok blok inilah yang selanjutnya disebut sebagai *library*. Pada tiap blok terdapat kotak kecil pada sisinya yang dapat dihubungkan yang kemudian dapat direpresentasikan sebagai input dan output (Amelia dkk, 2012).

2.7 Kantin GOR Universitas Airlangga

Kantin GOR Universitas Airlangga merupakan kantin berkonsep *outdoor food court* yang letaknya di area GOR Kampus Universitas Airlangga. Kantin ini buka dari pukul 07.30 - 18.00 WIB, terdapat berbagai macam makanan, minuman, dan juga *snack* serta fasilitas lain seperti *fotocopy* di dalam Kantin GOR ini. Kantin GOR UNAIR mengedepankan kenyamanan dan kebersihan sebagai penunjang layanan kuliner untuk sarapan dan makan siang hingga malam bagi civitas akademik Universitas Airlangga di area Kampus C. Selain digunakan untuk makan, kantin ini juga sering digunakan untuk berkumpul mahasiswa karena banyaknya tempat duduk yang tersedia.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diambil langsung melalui observasi di tempat. Data yang diamati adalah waktu kedatangan, waktu pelayanan, dan waktu selesai pelayanan. Data observasi diambil pada :

Tempat : Kantin GOR Universitas Airlangga
Hari/Tanggal : Rabu, 29 Mei 2024 – Senin, 3 Juni 2024
Waktu : 08.00-16.00 WIB

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang akan diamati pada penelitian ini dibagi menjadi tiga tipe pelayanan, yaitu *tenant* makanan berkuah, *tenant* nasi campur, dan *tenant* minuman. Ketiga tipe pelayanan memiliki tahapan yang menjadi variabel penelitian sebagai berikut.

1. Waktu kedatangan pelanggan
2. Lama pelayanan pada tahap kasir
3. Lama pelayanan pada tahap pelayanan di masing – masing *tenant*
4. Lama waktu makan pelanggan

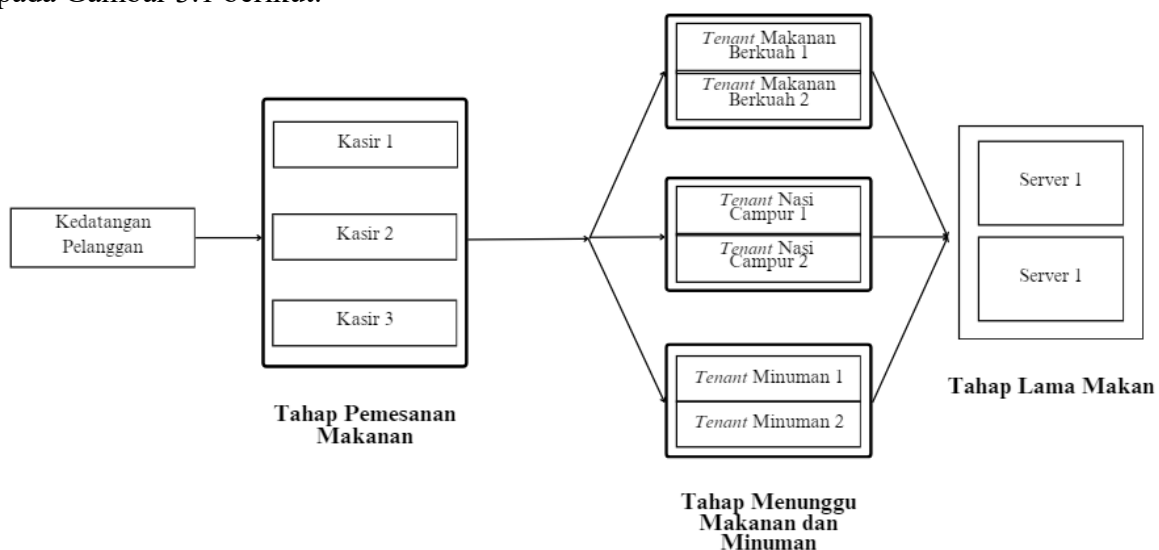
3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pelaksanaan observasi di Kantin GOR UNAIR adalah sebagai berikut.

1. Kertas sebagai bahan untuk mencatat observasi;
2. Pulpen sebagai alat untuk mencatat observasi;
3. *Handphone* sebagai alat pengukur waktu;
4. Laptop sebagai alat untuk merekapitulasi data observasi.

3.4 Tipe dan Tahapan Pelayanan

Terdapat tiga tipe pelayanan yang diamati dalam penelitian di Kantin GOR UNAIR yaitu pelayanan untuk pelanggan pada *tenant* makanan berkuah, *tenant* nasi campur, dan *tenant* minuman. Tahapan pelayanan yang ada di Kantin GOR UNAIR untuk pelanggan dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 Tahapan Layanan Kantin GOR UNAIR

Pelayanan pelanggan di Kantin GOR UNAIR dimulai dari pelanggan datang, dilanjutkan dengan pelanggan melakukan pemesanan makanan pada kasir, lalu pelanggan menyerahkan kupon dan menunggu makanan atau minuman di *tenant*, hingga pada pelanggan menuju meja makan dan mengonsumsi makanan atau minuman.

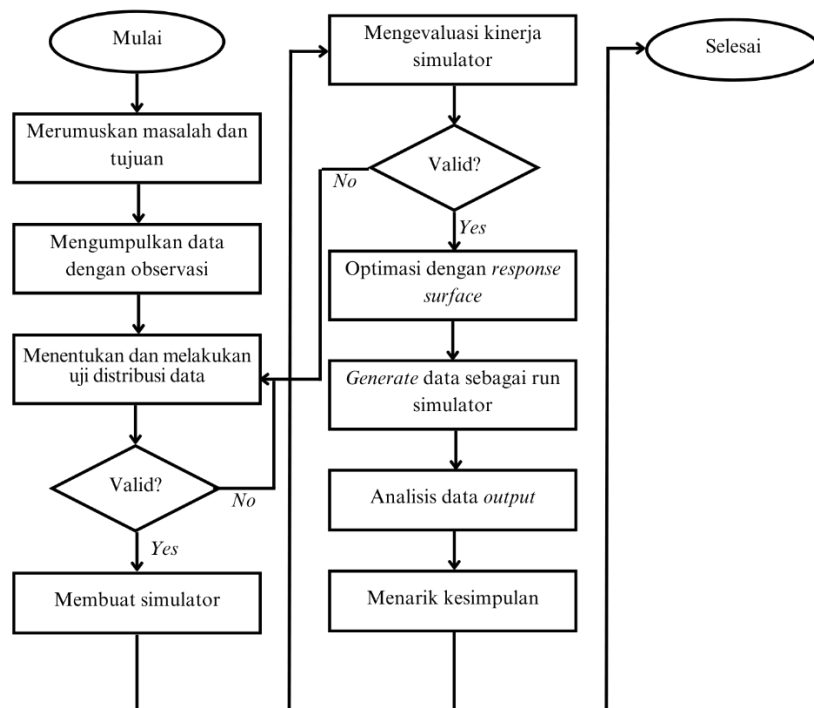
3.5 Langkah Penelitian

Langkah penelitian yang dilakukan dalam melakukan observasi atau pengambilan data hingga pembuatan simulator sistem adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi dan merumuskan masalah;
2. Melakukan observasi tahapan pelayanan pelanggan di tempat penelitian yaitu Kantin GOR UNAIR untuk melakukan proses pengambilan data sesuai variabel penelitian;
3. Mendefinisikan model dari data yang telah dikumpulkan dengan melakukan pengujian distribusi data waktu antar kedatangan maupun lama pelayanan di setiap server dengan menggunakan *goodness of fit test* pada software *Easyfit*;
4. Membentuk simulator sistem menggunakan software *Extend6*;
5. Melakukan *running* evaluasi kinerja simulator;
6. Melakukan pengujian validasi data terhadap simulator untuk mengetahui simulator benar atau valid dengan data hasil observasi;
7. Menganalisis desain eksperimen dengan metode *response surface* untuk membentuk kombinasi-kombinasi dari server yang digunakan dalam rangka mengoptimasi model;
8. Melakukan *running* simulator dari sistem yang optimum;
9. Menganalisis *output* simulator dari sistem yang optimum;
10. Menginterpretasikan hasil serta menarik kesimpulan dan saran.

3.6 Diagram Alir

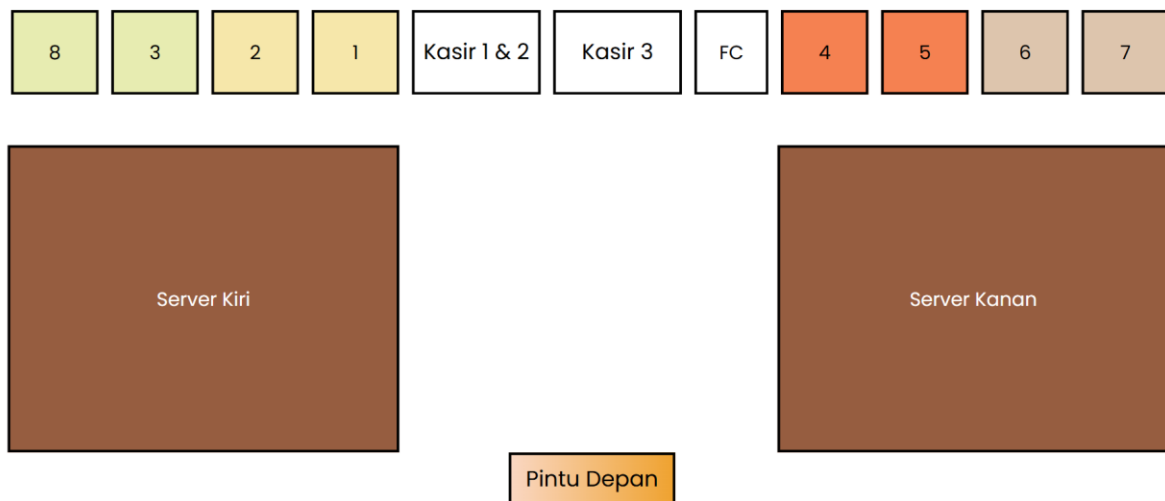
Berdasarkan langkah analisis pada penelitian ini dapat disajikan dalam bentuk diagram alir pada **Gambar 3.2** berikut.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

3.7 Tata Letak Sistem Pelayanan

Berikut ini disajikan tata letak sistem pelayanan pada Kantin GOR UNAIR dapat dilihat pada Gambar 3.3.

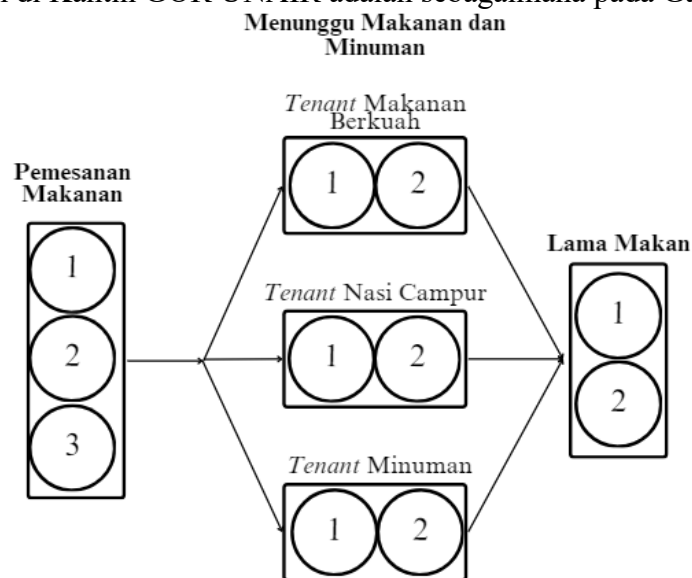


Gambar 3. 3 Tata Letak Sistem Pelayanan Kantin GOR UNAIR

Pada Kantin GOR UNAIR terdapat 1 akses pintu masuk/keluar yaitu di depan, lalu terdapat 3 server kasir dan 2 server meja makan di kiri dan kanan. Di samping kasir terdapat masing – masing *tenant*.

3.8 Rancangan Simulator Awal

Rancangan simulator dari sistem pelayanan *tenant* makanan berkuah, *tenant* nasi campur, dan *tenant* minuman di Kantin GOR UNAIR adalah sebagaimana pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3. 4 Rancangan Simulator Awal

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Simulasi Sistem Layanan

4.1.1 Karakteristik Data

Selama observasi, jumlah pelanggan yang diamati pada Kantin GOR UNAIR C berjumlah 331 orang. Data ini mencakup pelanggan yang mendapat pelayanan pada *tenant* makanan berkuah, nasi campur, dan minuman. Selanjutnya, dilakukan analisis deskriptif untuk mengetahui karakteristik waktu antar kedatangan dan durasi pelayanan di setiap tahapan yang dijalani pelanggan. Hasil analisis deskriptif ini disajikan pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Statistika Deskriptif Data Observasi

Variabel	N	Mean	StDev	Min	Median	Max
Waktu Antar Kedatangan	331	17,607	10,351	0	18	35
Lama Pelayanan Kasir 1	80	67,69	42,53	10	52,5	195
Lama Pelayanan Kasir 2	85	78,32	51,87	3	58	248
Lama Pelayanan Kasir 3	79	60,67	36,56	6	53	188
Lama Pelayanan Makanan Berkuah 1	36	231,8	178,3	54	164	757
Lama Pelayanan Makanan Berkuah 2	30	258,7	226,9	36	211	946
Lama Pelayanan Nasi Campur 1	31	413,7	290,6	66	391	1454
Lama Pelayanan Nasi Campur 2	30	412,1	294,9	32	371	1359
Lama Pelayanan Minuman 1	74	136,5	109	3	108,5	620
Lama Pelayanan Minuman 2	45	142,4	120,7	24	105	572
Lama Makan Server 1	85	500	296	33	496	988
Lama Makan Server 2	85	533,2	283,4	15	535	1042

Tabel menunjukkan durasi pelayanan di *tenant* bervariasi. Hal ini terlihat pada durasi pelayanan makanan berkuah dan nasi campur jauh lebih lama daripada durasi pelayanan untuk minuman. Selain itu, lama makan baik di server kiri dan kanan juga memiliki variasi atau tingkat keragaman yang cukup tinggi.

4.1.2 Uji Perbedaan Rata-Rata Lama Pelayanan

Sebelum melakukan pengujian distribusi data, langkah pertama yang perlu dilakukan pengujian perbedaan rata-rata durasi pelayanan untuk memastikan tidak ada perbedaan signifikan antar server pada tiap tahap. Jika hasil menunjukkan tidak ada perbedaan, data dari server-server tersebut dapat digabungkan dan dilanjutkan dengan pengujian distribusi data gabungan untuk setiap tahap. Pengujian ini menggunakan Uji Mann Whitney dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan signifikan durasi pelayanan antar server

H_1 : Terdapat perbedaan signifikan durasi pelayanan antar server

Hasil pengujian perbedaan rata-rata antar server menggambarkan keputusan gagal tolak H_0 perbedaan dapat dilihat dalam Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Perbedaan Rata-rata

Server	W-Value	P-Value	Kesimpulan
Lama Pelayanan Kasir 1 dan 2	6203,50	0,237	Rata-rata tidak berbeda
Lama Pelayanan Kasir 1 dan 3	6606,50	0,478	Rata-rata tidak berbeda
Lama Pelayanan Kasir 2 dan 3	7345,50	0,052	Rata-rata tidak berbeda

Lama Pelayanan Makanan Berkuah 1 dan 2	1270,50	0,990	Rata-rata tidak berbeda
Lama Pelayanan Nasi Campur 1 dan 2	961,50	1,000	Rata-rata tidak berbeda
Lama Pelayanan Minumam 1 dan 2	4433,50	0,974	Rata-rata tidak berbeda
Lama Makan Server 1 dan 2	9507,50	0,808	Rata-rata tidak berbeda

Analisis statistik dengan tingkat kepercayaan 95% menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan dalam nilai rata-rata antarserver pada setiap tahap. Berdasarkan hal tersebut, data antar server pada setiap tahap akan digabungkan untuk dilakukan pengujian distribusi.

4.1.3 Uji Distribusi Data

Uji distribusi dilakukan untuk mengetahui distribusi yang tepat saat membuat simulator. Distribusi yang sesuai akan menghasilkan simulator yang tepat dan sesuai dengan data asli. Uji distribusi menggunakan Kolmogorov-Smirnov dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Data lama pelayanan telah berdistribusi sesuai yang diuji

H_1 : Data lama pelayanan tidak berdistribusi sesuai yang diuji

Hasil uji distribusi dari tiap variabel penelitian didapatkan dengan bantuan *software* Easyfit sebagaimana dijelaskan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Uji Distribusi

Variabel	Distribusi	Parameter	T-hitung	<i>P-value</i>	Keputusan
Waktu Antar Kedatangan	Real, Uniform	$a = 0,56092$ $b = 35,49$	0,05874	0,2914	Gagal Tolak H_0
Lama Pelayanan Kasir 1, 2, dan 3	Pearson type VI	$\alpha_1 = 11,989$ $\alpha_2 = 6,4096$ $\beta = 35,655$ $\gamma = -10,378$	0,06544	0,23648	Gagal Tolak H_0
Lama Pelayanan Makanan Berkuah	Johnson SB	$\lambda = 1208,9$ $\gamma = 1,5386$ $\delta = 0,77664$ $\gamma = 29,835$	0,04893	0,99523	Gagal Tolak H_0
Lama Pelayanan Nasi Campur	Gamma	$\alpha = 2,0231$ $\beta = 204,1$	0,0855	0,73161	Gagal Tolak H_0
Lama Pelayanan Minuman	Pearson type VI	$\alpha_1 = 237,72$ $\alpha_2 = 3,9334$ $\beta = 2,2015$ $\gamma = -38,462$	0,03231	0,99931	Gagal Tolak H_0
Lama Makan 1 dan 2	Pearson type VI	$\alpha_1 = 909,4$ $\alpha_2 = 998,09$ $\beta = 6919,7$ $\gamma = -5790,9$	0,08444	0,11699	Gagal Tolak H_0

Dengan tingkat kepercayaan 95%, didapatkan semua keputusan Gagal Tolak H_0 yaitu masing-masing distribusi yang diuji pada tiap variabel telah sesuai dan dapat digunakan untuk model simulator. Parameter yang didapatkan dari output *Easyfit* akan dimasukkan ke dalam simulator untuk mendapatkan data simulator yang sesuai.

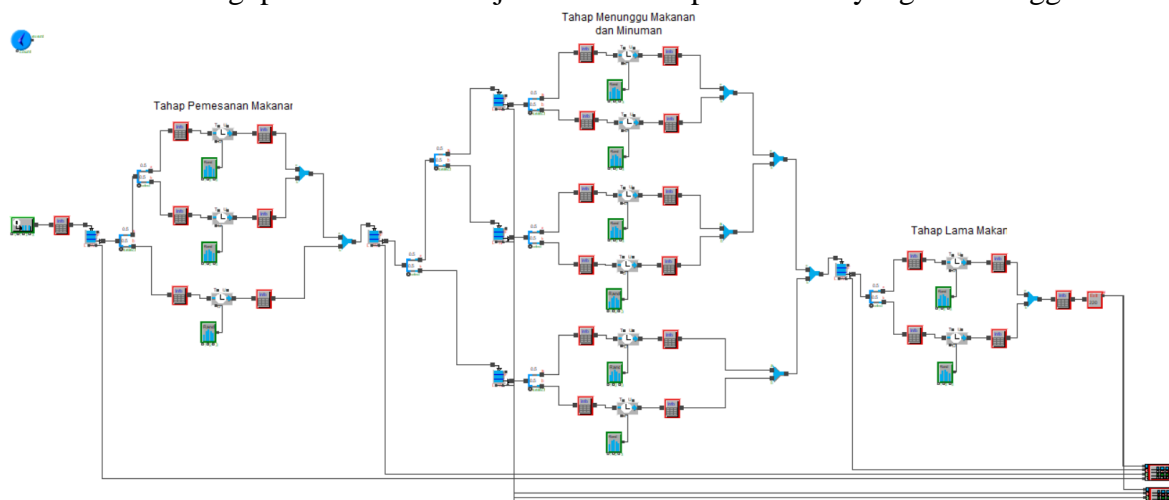
4.1.4 Model Simulator Kantin GOR UNAIR C

Dalam penelitian ini, simulator dirancang untuk menggambarkan tiga tahap layanan dengan tiga jenis *tenant* di Kantin GOR UNAIR C, yaitu layanan *tenant* makanan berkuah, *tenant* nasi campur, dan *tenant* minuman. Setelah melakukan pengujian rata-rata lama layanan

dan mengidentifikasi distribusi komponen simulator yang akurat, sistem dapat disimulasikan melalui beberapa tahap. Pertama, pelanggan tiba di kantin dan melakukan pemesanan makanan di salah satu dari tiga kasir. Proses ini dilaksanakan oleh kasir yang bertanggung jawab untuk menerima pesanan dan memproses pembayaran, yang merupakan langkah awal yang sangat penting untuk memastikan semua pesanan tercatat dengan benar.

Setelah pemesanan selesai, pelanggan diarahkan ke salah satu *tenant* sesuai dengan jenis makanan yang mereka pesan. Setiap *tenant* memiliki dua server yang bertugas menyiapkan dan menyajikan makanan dan minuman. Pada tahap ini, pelanggan harus menunggu sementara makanan mereka dipersiapkan oleh penjual di masing-masing *tenant*. Waktu tunggu dapat bervariasi tergantung pada jenis makanan dan tingkat kesibukan *tenant* pada saat itu. Setelah makanan siap, pelanggan akan dipanggil untuk mengambil makanan mereka dari *tenant*. Selanjutnya, pelanggan menuju area makan dengan dua klaster yang telah disediakan. Pada tahap makan ini, observasi difokuskan mencatat pelanggan yang mengonsumsi makanan dan minuman hingga selesai pada area makan.

Untuk menggambarkan lebih jelas tentang proses layanan di Kantin GOR UNAIR C, digunakan model simulasi Extend. Model ini menggambarkan alur layanan mulai dari kedatangan pelanggan, pemesanan dan pembayaran makanan di kasir, menunggu makanan di *tenant*, hingga tahap akhir menikmati makanan. Dengan menggunakan model ini, berbagai aspek layanan dapat dianalisis dan ditingkatkan, sehingga pelanggan mendapatkan pengalaman terbaik selama berada di kantin. Simulasi ini juga membantu dalam mengidentifikasi potensi hambatan dan mengoptimalkan alur kerja untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi.



Gambar 4. 1 Simulator Kantin GOR UNAIR C

Simulator awal yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 belum mampu menghasilkan data acak waktu layanan pada Kantin GOR UNAIR C yang stabil sesuai dengan distribusi yang telah ditentukan. Data acak yang stabil sangat penting untuk pengujian validasi input dan sistem karena validitas dan reliabilitas simulasi bergantung pada seberapa baik data acak tersebut mencerminkan kondisi nyata yang diinginkan. Oleh karena itu, diperlukan proses untuk mencapai stabilitas ini (*steady state*).

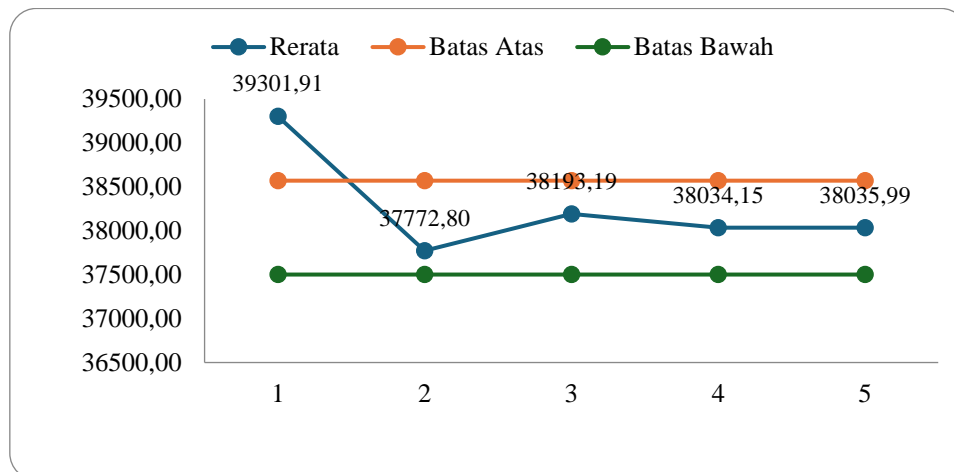
Proses untuk mencapai *steady state* dilakukan dengan menjalankan simulator beberapa kali hingga data acak yang dihasilkan mencapai rata-rata yang stabil. Dalam simulasi di Kantin GOR UNAIR C, mencapai *steady state* berarti bahwa hasil simulasi tidak lagi dipengaruhi oleh kondisi awal atau fluktuasi sementara, melainkan telah mencapai kondisi yang representatif dari distribusi yang diharapkan meliputi Uniform untuk waktu antar kedatangan; Pearson Tipe VI dalam lama layanan pada kasir, *tenant* minuman, dan lama makan; Johnson SB dalam lama

layanan pada *tenant* makanan berkuah; dan Gamma pada lama layanan pada *tenant* nasi campur dengan parameter dalam Tabel 4.4.

Sebagai hasil dari proses *steady state* data acak pada simulator awal dengan lima kali menjalankan simulator, didapatkan rata-rata lama waktu pelanggan dalam sistem Kantin GOR UNAIR C sebagai berikut.

Tabel 4. 4 Hasil Ukuran *Steady State*

Iterasi	Rata-rata lama pelanggan dalam sistem	Rerata	Standar Deviasi	Batas Bawah	Batas Atas	Status
1	39301.91	39301.91	-	38570.46	37501.51	Keluar
2	36243.70	37772.80	1081.24	38570.46	37501.51	Masuk
3	39033.95	38193.19	789.95	38570.46	37501.51	Masuk
4	37557.04	38034.15	673.61	38570.46	37501.51	Masuk
5	38043.34	38035.99	597.56	38570.46	37501.51	Masuk



Gambar 4. 2 Grafik *Steady State* Data Acak Simulator

Pada iterasi kedua hingga kelima data berada di antara batas atas dan batas bawah kestabilan simulator Kantin GOR UNAIR C sehingga kondisi ini sudah *steady state* dengan nilai acak dari lama pelanggan dalam sistem yang dibangkitkan oleh simulator memiliki rata-rata 38.035,99 detik. Dengan demikian, dapat dilakukan pengujian validasi input dan validasi sistem menggunakan data hasil bangkitan simulator pada iterasi kelima dengan asumsi bahwa data acak simulator benar mewakili kondisi data observasi.

4.1.5 Uji Validasi *Input*

Tahap berikutnya merupakan tahap uji validasi *input*, tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui model simulator pelayanan yang telah dibentuk sudah sesuai dengan kondisi sebenarnya ataukah belum. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* Minitab dengan menggunakan uji *Two Sample T-Test*. Berikut merupakan hipotesis pada uji validasi input.

H_0 : Distribusi pada simulator sama dengan kondisi sebenarnya

H_1 : Distribusi pada simulator tidak sama dengan kondisi sebenarnya

Dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% yang mana akan menghasilkan keputusan Tolak H_0 apabila nilai $p - value < \alpha = 0,05$. Adapun uji validasi input untuk setiap server dalam tahap – tahap pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Pengujian Validasi *Input*

Tahap	Server	<i>P - value</i>	Keputusan
Waktu Antar Kedatangan	-	0,925	Gagal Tolak H_0
Lama Pelayanan Kasir	1	0,560	Gagal Tolak H_0
	2	0,081	Gagal Tolak H_0
	3	0,524	Gagal Tolak H_0
Lama Pelayanan Makanan Berkuah	1	0,770	Gagal Tolak H_0
	2	0,696	Gagal Tolak H_0
Lama Pelayanan Nasi Campur	1	0,374	Gagal Tolak H_0
	2	0,510	Gagal Tolak H_0
Lama Pelayanan Minuman	1	0,560	Gagal Tolak H_0
	2	0,213	Gagal Tolak H_0
Lama Makan	1	0,682	Gagal Tolak H_0
	2	0,953	Gagal Tolak H_0
Sistem	-	0,762	Gagal Tolak H_0

Berdasarkan hasil uji validasi input yang terdapat pada Tabel 4.5 dimana dari hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh tahap pada simulator yang terbentuk sudah valid. Hal ini dikarenakan keseluruhan tahap menghasilkan keputusan Gagal Tolak H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa data dari hasil simulasi memiliki distribusi yang sama dengan data yang didapatkan pada observasi secara langsung.

4.1.6 Uji Validasi Sistem

Uji validasi sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem simulator telah sesuai dengan sistem asli. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *Two-Sample T-Test*. Data yang digunakan untuk pengujian validasi sistem adalah data rata-rata lama nya pelanggan dalam sistem simulator dan juga rata-rata lama nya pelanggan pada sistem asli. Pengujian validasi sistem dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Rata-rata lama pelanggan dalam sistem simulator sama dengan lama pelanggan pada sistem asli.

H_1 : Rata-rata lama pelanggan dalam sistem simulator tidak sama dengan lama pelanggan pada sistem asli.

Taraf signifikan (α) yang digunakan adalah sebesar 0,05 dengan daerah penolakan yaitu Tolak H_0 apabila p-value kurang dari α . Statistik uji yang diperoleh dapat ditunjukkan pada Tabel 4.6 berikut.

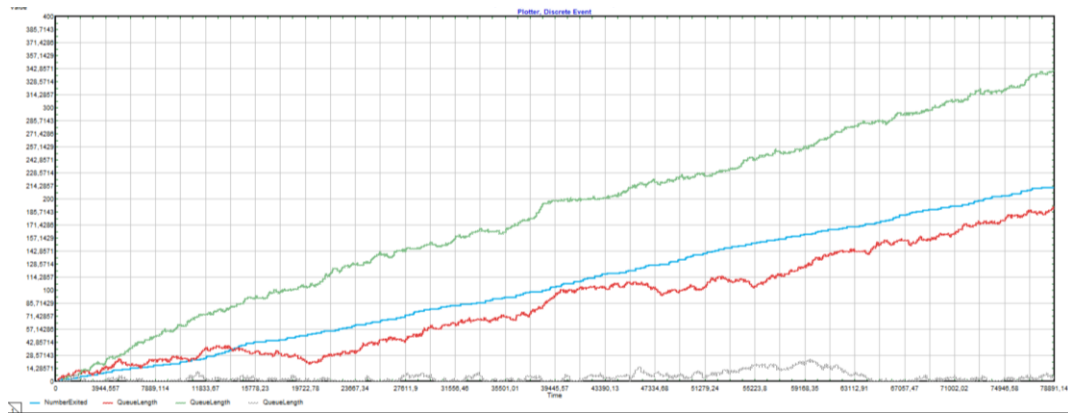
Tabel 4. 6 Pengujian Validasi Sistem

Pengujian	<i>P-Value</i>	Keputusan
<i>Two-Sample T-Test</i>	0,762	Gagal Tolak H_0

Pengujian validasi sistem simulator menggunakan uji t dua-sampel menghasilkan nilai p-value sebesar 0,392. Nilai ini lebih besar dari nilai signifikansi (α) yang ditetapkan sebesar 0,05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara rata-rata lama waktu yang dihabiskan pelanggan dalam sistem simulator dengan rata-rata lama waktu yang dihabiskan pelanggan dalam sistem asli.

4.1.7 Analisis Sistem

Hasil *plotter* simulator layanan pelanggan di Kantin GOR Kampus UNAIR C adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 3 Plotter Simulator Awal

Berdasarkan Gambar 4.3 garis biru menggambarkan tahapan pelanggan yang keluar dari sistem antrian, garis merah menggambarkan antrian pada *tenant* pertama yaitu makanan berkuah, garis hijau menggambarkan antrian pada *tenant* kedua yaitu makanan nasi campur, dan garis hitam menggambarkan antrian pada *tenant* ketiga yaitu minuman. Dari plotter di atas terlihat bahwa garis merah menunjukkan peningkatan yang stabil tetapi dengan beberapa fluktuasi kecil dimana menunjukkan bahwa ada beberapa variasi dalam waktu yang dihabiskan pelanggan di kasir. Namun secara umum, antrian di kasir tidak terlalu menumpuk dan mampu diproses dengan baik. Garis hijau menunjukkan peningkatan yang signifikan dan cukup curam. Ini menunjukkan bahwa tahap pelayanan di *tenant* makanan adalah tahap yang paling memakan waktu dalam sistem. Terakhir, garis hitam berada di level yang relatif rendah dan tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan. Ini menunjukkan bahwa waktu yang dihabiskan pelanggan untuk makan relatif singkat dan tidak menyebabkan penumpukan di tahap ini.

Selanjutnya, dapat kita lihat utilitas server pada layanan pelanggan di Kantin GOR UNAIR C ditampilkan dalam Tabel 4.7 sebagai berikut.

Tabel 4. 7 Utilitas Server Simulator Awal

No	Server	Utilitas Server
1	Kasir 1	0,6004
2	Kasir 2	0,5512
3	Kasir 3	0,5577
4	<i>Tenant</i> Makanan Berkuah 1	0,6833
5	<i>Tenant</i> Makanan Berkuah 2	0,6826
6	<i>Tenant</i> Nasi Campur 1	0,5995
7	<i>Tenant</i> Nasi Campur 2	0,7364
8	<i>Tenant</i> Minuman 1	0,5856
9	<i>Tenant</i> Minuman 2	0,6070
10	Tempat Makan 1	0,7494
11	Tempat Makan 2	0,6628

Berdasarkan tabel di atas, terlihat bahwa pada seluruh server didapati nilai utilitas yang cukup tinggi. Namun pada setiap tahap pelayanan, rata-rata utilitas tertinggi ada pada tahap 2 dan 3 dan antreannya yang cukup panjang, maka secara umum simulasi sistem antrian pada Kantin GOR UNAIR C dapat dikatakan kurang baik karena terdapat server yang terlalu sibuk dan juga banyak antrian yang menumpuk, sehingga perlu dilakukan optimasi pada model sistem awal yang ada yaitu pada server pelayanan makanan berkuah 1 hingga lama makan server kanan.

4.2 Optimasi Sistem Kantin GOR UNAIR C

Analisis optimasi dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem dan menentukan apakah diperlukan penyesuaian jumlah server pada tahap tertentu guna mencapai optimasi utilitas server. Pada tahap ini digunakan *Response Surface Method* (RSM) dengan bantuan *software* Minitab. Optimasi sistem akan dilakukan pada tahap dengan tingkat utilitas tinggi, yaitu tahap pelayanan *tenant* (0,736) dan tahap lama makan (0,749), dikarenakan kedua tahap ini memiliki tingkat kesibukan yang tinggi. Berdasarkan kedua tahap tersebut, dilakukan formulasi kombinasi server yang optimal untuk setiap tahap. Setelah formulasi kombinasi server, model simulator dimodifikasi sesuai dengan kombinasi tersebut. Pengujian dilakukan dengan menggunakan variabel respons berupa rata-rata waktu durasi pelanggan dalam sistem yang telah mencapai kondisi steady state. Dari kombinasi server dan hasil respons yang diperoleh, dibuatlah desain model optimasi menggunakan *Central Composite Design* (CCD), seperti yang terlihat dalam Tabel 4.8

Tabel 4. 8 *Central Composite Design*

No.	Kode		Jumlah Server		\bar{Y}
	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 2	Tahap 3	
1	-1	-1	1	1	46794,81
2	1	-1	7	1	38811,19
3	-1	1	1	3	44714,43
4	1	1	7	3	26046,54
5	-1,41421	0	1	2	45952,66
6	1,41421	0	9	2	34220,22
7	0	-1,41421	4	1	40312,58
8	0	1,41421	4	4	25916,73
9	0	0	4	2	39050,84
10	0	0	4	2	39530,65
11	0	0	4	2	38191,86
12	0	0	4	2	39126,92
13	0	0	4	2	44012,64

Pada Tabel 4.8 diperoleh 13 model dengan 8 kombinasi server yang berbeda. Di antaranya, terdapat satu model yang memiliki 5 kali replikasi, yaitu model dengan 4 server pada tahap pelayanan *tenant* dan 2 server pada tahap lama makan. Hasil analisis ditampilkan dalam output model ANOVA pada Tabel 4.9

Tabel 4. 9 Regresi *Response Surface Method*

<i>Term</i>	<i>Coef</i>	<i>SE Coef</i>	<i>T-Value</i>	<i>P-Value</i>	<i>VIF</i>
Konstanta	39983	1197	33,41	0	
Tahap 2	-5405	946	-5,71	0,001	1
Tahap 3	-4400	946	-4,65	0,002	1
Tahap 2*Tahap 2	675	1014	0,67	0,527	1,02
Tahap 3*Tahap 3	-2811	1014	-2,77	0,028	1,02
Tahap 2*Tahap 3	-2671	1338	-2	0,086	1

Tabel tersebut menunjukkan bahwa nilai VIF kurang dari 10, yang mengindikasikan bahwa tidak terdapat multikolinearitas dalam model. Pengujian selanjutnya adalah *Lack of Fit*, dengan hipotesis berikut:

H_0 : Model tidak memiliki *Lack of Fit* (Model sesuai)

H_1 : Model memiliki *Lack of Fit* (Model tidak sesuai)

Berdasarkan hipotesis tersebut, diperoleh hasil luaran analisis menggunakan *Minitab* sebagai berikut.

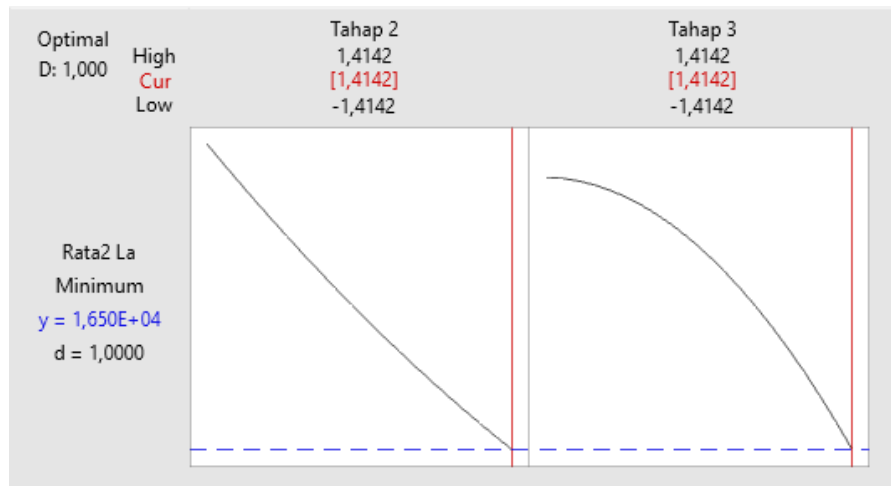
Tabel 4. 10 Pengujian *Lack of Fit*

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Adj SS</i>	<i>Adj MS</i>	<i>F-Value</i>	<i>P-Value</i>
Model	5	479854047	95970809	13,41	0,002
Linear	2	388665707	194332853	27,14	0,001
Tahap 2	1	233752042	233752042	32,65	0,001
Tahap 3	1	154913665	154913665	21,64	0,002
Square	2	62649951	31324976	4,38	0,059
Tahap 2*Tahap 2	1	3167015	3167015	0,44	0,527
Tahap 3*Tahap 3	1	54974901	54974901	7,68	0,028
2-Way Interaction	1	28538388	28538388	3,99	0,086
Tahap 2*Tahap 3	1	28538388	28538388	3,99	0,086
Error	7	50113762	7159109		
Lack-of-Fit	3	28861136	9620379	1,81	0,285
Pure Error	4	21252626	5313157		
Total	12	529967809			

Dapat dilihat pada nilai *p-value*, model secara keseluruhan dianggap baik karena terdapat beberapa pengaruh signifikan. Selain itu, nilai *p-value* untuk *Lack of Fit* yang lebih besar dari $\alpha = 5\%$ menunjukkan bahwa model sesuai dengan respons, karena tidak ada indikasi *Lack of Fit*. Setelah itu, didapatkan model regresi sebagai berikut.

$$\hat{Y} = 39983 - 5405 \text{ Tahap 2} - 4400 \text{ Tahap 3} + 675 \text{ Tahap 2} * \text{Tahap 2} - 2811 \text{ Tahap 3} * \text{Tahap 3} - 2671 \text{ Tahap 2} * \text{Tahap 3}$$

Selanjutnya, dilakukan proses optimasi untuk menentukan kombinasi model yang paling optimal. Hasil optimasi ini ditampilkan dalam grafik optimasi seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 4. 4 Grafik Optimasi Lama Pelayanan

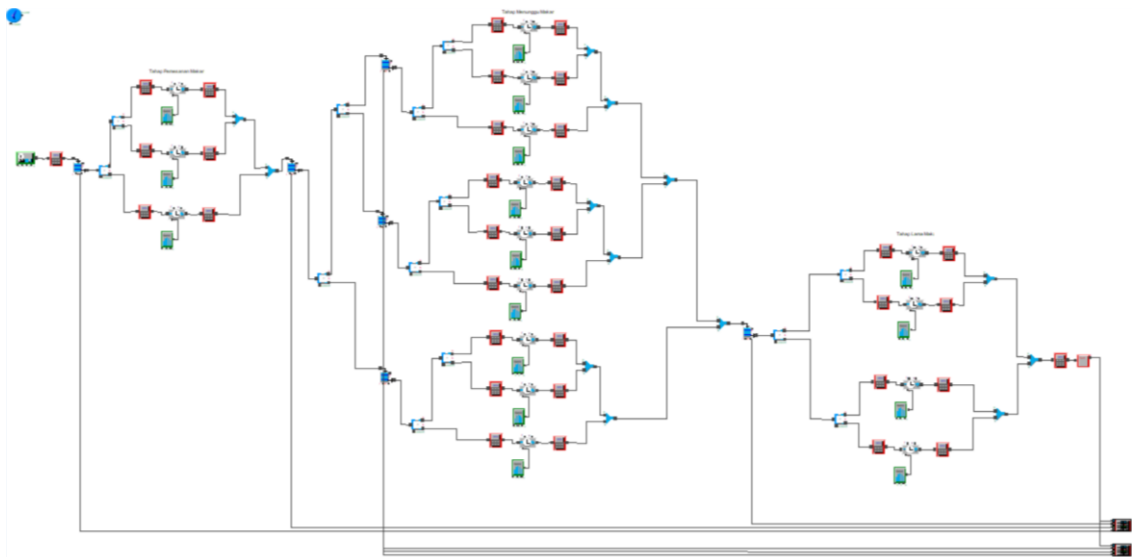
Grafik optimasi menunjukkan bahwa rata-rata minimum waktu yang dihabiskan oleh pelanggan dalam sistem adalah 16.500 detik. Ini menunjukkan bahwa sistem yang paling optimal akan memungkinkan pelanggan untuk menghabiskan waktu rata-rata 16.500 detik dalam sistem layanan Kantin GOR UNAIR C. Selain itu, dari grafik tersebut dapat diidentifikasi kombinasi server yang dapat mencapai waktu minimum dalam sistem ini dengan memperhatikan nilai Cur. Karena nilai Cur masih dalam bentuk kode dalam *response surface*

method, dilakukan perhitungan lanjutan untuk menentukan jumlah server yang optimal, dan hasilnya terdokumentasi dalam Tabel 4. berikut.

Tabel 4. 11 Jumlah Server Hasil Optimasi

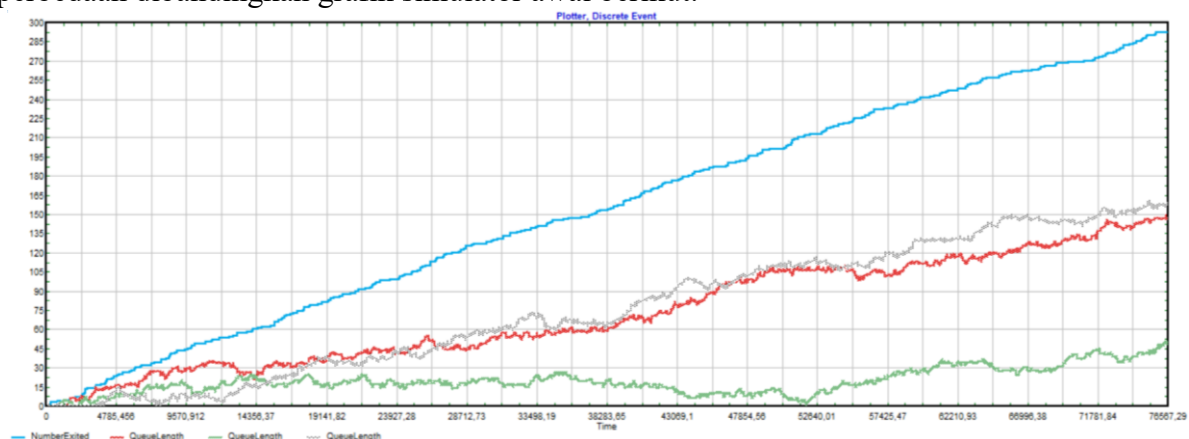
	Tahap 1 Kasir	Tahap 2 Lama Pelayanan <i>Tenant</i>	Tahap 3 Lama Makan
Kode		1,4142	1,4142
Jumlah Server	3	9	4

Berdasarkan hasil optimasi, sistem antrean di Kantin GOR UNAIR C mencapai kondisi optimal jika terdapat 9 server pada tahap pelayanan tenant dan 4 server pada tahap lama makan. Dibandingkan dengan kondisi saat ini, terjadi peningkatan jumlah server pada kedua tahap tersebut, dari sebelumnya masing-masing 6 dan 2 server. Adapun hasil simulasi yang optimal sesuai dengan analisis RSM dan grafik adalah sebagai berikut.



Gambar 4. 5 Simulator Optimum

Grafik simulator optimum digambarkan pada Gambar 4.6 yang menunjukkan terdapat perbedaan dibandingkan grafik simulator awal berikut.



Gambar 4. 6 Grafik Simulator Optimum

Berdasarkan Gambar 4.6 garis biru menggambarkan tahapan pelanggan yang keluar dari sistem antrean, garis merah menggambarkan antrean pada *tenant* pertama yaitu makanan berkuah, garis hijau menggambarkan antrean pada *tenant* kedua yaitu makanan nasi campur, dan garis hitam menggambarkan antrean pada *tenant* ketiga yaitu minuman. *Plotter* diatas menunjukkan bahwa tidak ada garis yang telah bersinggungan dengan garis biru pada awal

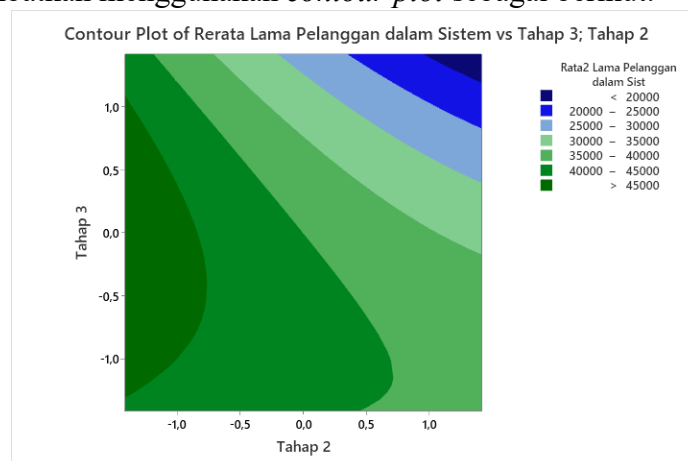
hingga akhir tahapan, hal tersebut menandakan bahwa tahapan lama pelayanan merupakan tahapan yang tidak sibuk.

Dari hasil plotter simulator yang telah dioptimasi, dapat disimpulkan bahwa simulator tersebut dapat mengatasi permasalahan antrean pelanggan yang menumpuk pada tahap 2 dan 3. Dapat dilihat hasil kesibukan server dan juga rata-rata panjang antrean pada tahapan registrasi dan kasir pada simulator yang telah dioptimasi adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 12 Utilitas Server Hasil Optimasi

No	Server	Utilitas Server
1	Lama Pelayanan Kasir 1	0,5758
2	Lama Pelayanan Kasir 2	0,5630
3	Lama Pelayanan Kasir 3	0,5626
4	Lama Pelayanan Makanan Berkuah 1	0,5331
5	Lama Pelayanan Makanan Berkuah 2	0,5846
6	Lama Pelayanan Makanan Berkuah 3	0,5576
7	Lama Pelayanan Nasi Campur 1	0,5460
8	Lama Pelayanan Nasi Campur 2	0,5528
9	Lama Pelayanan Nasi Campur 3	0,5935
10	Lama Pelayanan Minuman 1	0,5122
11	Lama Pelayanan Minuman 2	0,5396
12	Lama Pelayanan Minuman 3	0,5096
13	Lama Makan Server 1	0,3963
14	Lama Makan Server 2	0,4614
15	Lama Makan Server 3	0,5956
16	Lama Makan Server 4	0,4573

Berdasarkan hasil utilitas tiap server pada setiap tahapan di atas dapat dilihat bahwa utilitas server pada setiap tahapan memiliki utilitas sekitar 0,47 hingga 0.57. Selanjutnya, hasil optimasi di atas digambarkan menggunakan *contour plot* sebagai berikut.



Gambar 4. 7 *Contour Plot* Sistem Optimum

Kombinasi dari nilai tahap 2 dan tahap 3 menghasilkan waktu dalam sistem yang optimal, ditandai dengan warna biru yang menunjukkan waktu paling optimal (kurang dari 20.000). Untuk mencapai hal tersebut, tahap 2 harus berada di sekitar kode 1,0 dan tahap 3 juga harus

mendekati 1,0 yang berarti sistem pelayanan Kantin GOR UNAIR C akan mencapai titik optimal ketika tahap 2 memiliki 9 server dan tahap 3 memiliki 4 server.

4.3 Perbandingan Sistem Awal dan Sistem Optimum

Hasil optimasi menunjukkan bahwa terdapat peningkatan jumlah server pada tahap pelayanan makanan dan lama makan, sehingga perlu dilakukan perbandingan antara sistem awal sebelum dilakukan optimasi dengan sistem akhir setelah dilakukan optimasi. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 4. dan Tabel 4. sebagai berikut.

Tabel 4. 13 Utilitas Server Sebelum Optimasi

Tahapan	Simulator Awal		Rata – Rata
	Server	Utilitas	
Lama Pelayanan Kasir	1	0,6004	0,5698
	2	0,5512	
	3	0,5577	
Lama Pelayanan Makanan Berkuah	1	0,6833	0,6829
	2	0,6823	
Lama Pelayanan Nasi Campur	1	0,5995	0,6679
	2	0,7363	
Lama Pelayanan Minuman	1	0,5856	0,5963
	2	0,6070	
Lama Makan	1	0,7494	0,7061
	2	0,6628	

Tabel 4. 14 Utilitas Server Sebelum Optimasi

Tahapan	Simulator Optimal		Rata – Rata
	Server	Utilitas	
Lama Pelayanan Kasir	1	0,5759	0,5671
	2	0,5629	
	3	0,5626	
Lama Pelayanan Makanan Berkuah	1	0,5331	0,5584
	2	0,5845	
	3	0,5576	
Lama Pelayanan Nasi Campur	1	0,5460	0,5641
	2	0,5528	
	3	0,5935	
Lama Pelayanan Minuman	1	0,5122	0,5204
	2	0,5395	
	3	0,5095	
Lama Makan	1	0,3962	0,4776
	2	0,4614	
	3	0,5956	
	4	0,4573	

Hasil perbandingan pada tabel diatas menunjukkan bahwa pada tahap pelayanan makanan dan tahap lama makan terdapat penurunan rata – rata utilitas server jika dibandingkan dengan simulator awal pada sistem sebelum dioptimasi. Hal tersebut berarti penambahan server pada tahap pelayanan makanan dan tahap lama makan dapat mengurangi waktu rata – rata lama pelanggan didalam sistem antrian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dan diuraikan pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem pelayanan Kantin GOR UNAIR C memiliki 3 server kasir, 2 server *tenant* makanan berkuah, 2 server *tenant* nasi campur, 2 server *tenant* minuman, dan 2 server tempat makan. Utilitas server pada simulator awal berada pada kisaran 55,12% hingga 74,94%.
2. Hasil simulasi sistem menunjukkan bahwa terjadi kepadatan antrean pada tahap kedua dan ketiga jika dibandingkan dengan tahap pertama karena memiliki utilitas server bernilai 0,6491; 0,7061; dan 0,5698 secara berurutan. Dalam penentuan server optimum, dipilih tahapan pelayanan tenant dan lama makan yang akan dioptimasi karena memiliki utilitas yang tinggi jika dibandingkan tahapan lainnya.
3. Hasil optimasi menggunakan metode response surface menghasilkan persamaan optimum pada waktu pelayanan dalam sistem sebagai berikut.

$$\hat{Y} = 39983 - 5405 \text{ Tahap 2} - 4400 \text{ Tahap 3} + 675 \text{ Tahap 2} * \text{Tahap 2} - 2811 \text{ Tahap 3} * \text{Tahap 3} - 2671 \text{ Tahap 2} * \text{Tahap 3}$$

Diperoleh nilai R^2 sebesar 90,54% yang artinya rata-rata lama pelayanan di Kantin GOR UNAIR C, 90,54% nya dipengaruhi oleh lama tahapan pelayanan tenant dan lama makan.

4. Hasil optimasi menggunakan metode response surface menunjukkan bahwa jumlah server optimum untuk memenuhi target tersebut sebanyak masing-masing 3 server untuk tahapan pelayanan tenant serta sebanyak 4 server untuk tahapan lama makan.
5. Hasil perbandingan sistem awal dengan sistem optimum berdasarkan nilai utilitas server didapatkan bahwa terjadi penurunan utilitas pada tahap pelayanan tenant dan lama makan, dan utilitas server dari semua tahap berkisar dari 39,62% hingga 59,56% dan rata-rata lama pelanggan dalam sistem optimum lebih cepat 6 jam 9 menit daripada rata-rata lama pelanggan dalam sistem awal.

5.2 Saran

Adapun saran yang kami berikan baik untuk penelitian selanjutnya dan untuk pihak Kantin GOR UNAIR C adalah sebagai berikut.

1. Bagi peneliti selanjutnya, agar lebih teliti lagi selama observasi di lapangan khususnya dalam mencatat waktu pada setiap tahap pelayanan.
2. Bagi pihak Kantin GOR UNAIR C dapat menambah jumlah server pada tahap pelayanan makanan atau jumlah tenant menjadi 9 server dari yang semula 6 server, serta menambah jumlah server tempat makan 4 server dari yang semula 2 server agar lama pelanggan berada dalam sistem antrean menjadi lebih singkat dan server yang bekerja tidak terlalu overwork serta diharapkan sistem pelayanan dapat lebih optimal dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (1990). *Categorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons. Inc.
- Amelia, A., dkk. (2012). *Learning by Sample: Decision Support System Application*. Malang: Thousand Star Press.
- Dudewicz, E.J., dan Mishra, S.N. (1988). *Modern Mathematical Statistics*. Bandung : Penerbit ITB.
- Firmansyah, A., dan Suryani, E. 2017. Model Sistem Dinamik Untuk Pengembangan Smart Economy (Studi Kasus: Kota Surabaya). *Jurnal Teknik ITS*. 6(2): 2337-3520.
- Forrester, J. W. 1968. *Principles of Systems*. Productivity Press.
- Giambene, G. (2019). *Queueing Theory and Telecommunications: Networks and Applications*, 3rd edition. New York: Springer.
- Halim, G. H. 2010. Teori Antrean (Queueing Theory). *Papers for II2092 Probst*.
- Hayzer, J., dan Render, B. 2013. *Operations Management* 11th Edition. Pearson Education Limited.
- Iriawan, N. 2013. *Buku Ajar Teknik Simulasi*. Surabaya: Departemen Statistika ITS.
- Kakiay, T. J. 2004. *Dasar Teori Antrean Untuk Kehidupan Nyata*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Law, A. M., dan Kelton, D. W. (2000). *Simulation Modelling and Analysis* 3rd edition. New York: McGraw-Hill.
- Montgomery, D. C. 2012. *Design and Analysis of Experiments* (8th edition). Arizona State: John Wiley & Sons, Inc.
- Myers, R. H., dan Montgomery, D. C. 2002. *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments* (2nd edition). New York: Wiley-Interscience.
- Otaya, L. G. (2016). Distribusi Probabilitas Weibull Dan Aplikasinya (Pada Persoalan Keandalan (Reliability) dan Analisis Rawatan (Maintainability)). *Tadbir: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*. 4(2): 44–66.
- Putra, R. P., Defit, S., dan Sumijan. 2022. Analisis Sistem Antrean dalam Meningkatkan Efektivitas Pelayanan Menggunakan Metode Accidental Sampling. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*. 4(2): 70-75.
- Rositawati, L., Rochmad, dan Kartono. 2022. Analisis Model antrean Multiserver pada Samsat Kabupaten Semarang. *UNNES Journal of Mathematics*. 11(1): 93-105.
- Siagian, P. 1987. *Penelitian Operasional: Teori dan Praktek*. Jakarta: UI-Press.
- Smith, J. 2023. Modeling Traffic Flow: An Introduction to Traffic Simulation. *Journal of Transportation Engineering*. 45(2): 210-225.
- Sriwastava, T., Shruti, J. S., & Mishra, S. 2021. Analyzing Johnson Sb Distribution for Detection of a Pair of Upper Outliers. *Stochastic Modelling and Applications. MUK Publications*. 25(2): 149 – 157.
- Taha, H. A. 1997. *Riset Operasi Jilid Dua*. Jakarta: Binapura Aksara.
- Widhianthini. 2018. Implementasi Sistem Dinamik Dalam Bidang Pertanian. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*. 12(2): 162-171.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Observasi Lama Pelanggan dalam Sistem

No.	<i>Inter Arrival</i>	LP	LN 1	LN 2	LN 3	LM
1	0	66	498	316	249	835
2	45	35	87	763	156	137
3	62	50	424	83	192	420
4	320	89	215	327	151	293
5	31	35	103	235	57	671
6	182	40	113	795	523	311
7	17	40	207	534	85	168
8	204	52	162	220	105	644
9	127	36	757	193	137	211
10	371	62	98	417	159	593
11	6	57	114	141	54	318
12	36	72	110	391	59	120
13	273	80	72	247	106	77
14	367	145	192	153	143	820
15	59	53	83	1454	140	700
16	308	39	191	539	68	823
17	7	82	77	495	228	720
18	148	45	275	273	154	210
19	64	67	600	453	75	450
20	73	172	111	585	58	498
21	201	46	87	486	42	864
22	18	84	160	268	316	212
23	53	42	54	118	111	271
24	169	64	304	66	87	402
25	132	179	129	493	251	505
26	1	35	339	574	310	496
27	93	51	166	911	188	230
28	171	120	310	472	36	77
29	93	27	410	184	206	414
30	54	50	280	103	145	789
31	128	20	141	535	64	75
32	131	44	310	330	44	804
33	4	35	80	604	171	438
34	60	106	60	176	70	70
35	3	68	661	617	38	640
36	91	34	365	534	57	87
37	177	66	252	67	81	226
38	137	37	764	321	19	335
39	13	32	568	286	315	974
40	20	53	289	306	221	393
41	46	86	53	1359	76	254
42	123	31	48	584	49	33
43	61	51	148	610	74	100
44	81	52	230	488	56	98
45	190	132	68	689	95	816
46	24	78	400	224	59	91
47	23	29	198	429	38	112
48	110	173	183	552	43	952
49	110	28	408	1121	45	862
50	87	51	87	380	88	569
51	6	44	251	491	33	51
52	54	26	49	446	3	410
53	0	33	946	144	132	719

54	7	74	272	483	131	479
55	206	73	313	236	19	143
56	230	41	72	161	285	847
57	34	140	36	175	116	752
58	134	44	144	92	166	457
59	23	67	677	32	97	777
60	187	34	383	64	203	572
61	106	74	45	362	94	850
62	22	86	295		255	477
63	33	29	61		152	645
64	6	131	207		317	937
65	190	86	215		83	838
66	13	59	100		126	927
67	146	10			322	182
68	102	183			138	279
69	22	36			125	217
70	14	67			117	804
71	117	96			620	879
72	90	44			119	837
73	85	32			90	622
74	64	195			66	980
75	56	56			76	988
76	78	35			202	196
77	38	92			44	895
78	22	103			117	709
79	48	34			61	158
80	343	170			94	916
81	67	41			572	684
82	36	43			35	580
83	89	35			187	673
84	14	123			30	239
85	38	66			191	569
86	48	78			73	674
87	20	44			85	686
88	13	50			112	1056
89	56	50			156	720
90	99	97			136	811
91	35	41			217	960
92	48	55			105	573
93	126	33			79	273
94	46	58			412	120
95	41	46			101	295
96	39	50			67	407
97	44	60			24	580
98	47	60			32	673
99	50	65			62	129
100	62	42			70	898
101	9	55			160	877
102	3	54			463	513
103	62	85			217	560
104	89	94			36	535
105	59	94			120	91
106	117	52			114	668
107	8	135			75	905
108	335	46			70	494
109	15	156			90	571
110	263	48			187	232
111	169	41			149	470

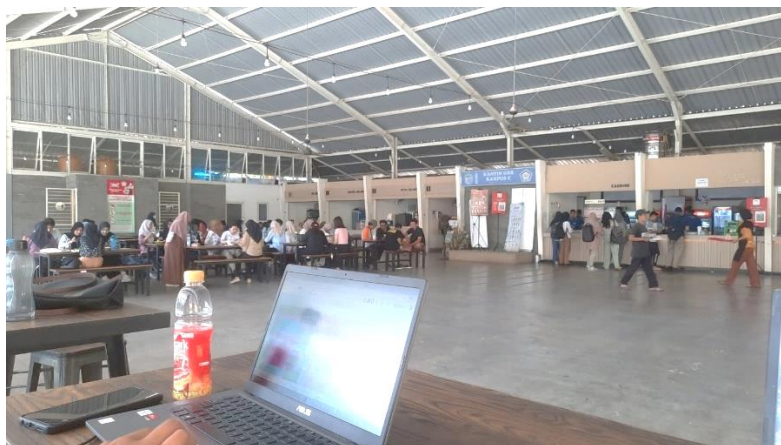
112	24	40			59	203
113	98	71			89	493
114	55	47			138	620
115	150	56			400	789
116	24	86			224	692
117	0	157			111	297
118	142	128			324	20
119	152	33			44	588
120	67	28				518
121	35	45				601
122	31	120				704
123	28	3				160
124	21	58				455
125	19	99				667
126	22	32				489
127	24	243				324
128	60	47				238
129	8	16				303
130	66	57				708
131	0	136				844
132	16	48				763
133	24	153				872
134	23	226				456
135	42	51				254
136	56	98				489
137	32	167				924
138	9	28				695
139	8	89				474
140	32	64				1006
141	17	58				752
142	79	41				15
143	39	80				762
144	18	45				93
145	88	81				64
146	20	22				684
147	120	116				1042
148	11	198				199
149	21	189				95
150	23	36				408
151	48	28				964
152	19	67				695
153	40	41				785
154	90	248				343
155	16	103				987
156	11	157				942
157	167	35				995
158	54	66				472
159	114	55				846
160	213	49				556
161	92	66				95
162	23	141				92
163	13	148				850
164	37	58				183
165	171	106				585
166	11	55				616
167	7	114				769
168	135	41				899
169	37	76				234

170	9	16				956
171	108	6				373
172	43	64				79
173	159	61				474
174	5	30				498
175	89	43				735
176	76	98				585
177	30	188				735
178	23	184				143
179	210	164				459
180	15	46				778
181	140	19				237
182	149	50				407
183	108	77				251
184	21	91				874
185	25	39				74
186	95	43				498
187	108	80				808
188	222	22				272
189	6	61				702
190	19	59				490
191	26	76				426
192	52	109				671
193	23	53				585
194	3941	81				95
195	72	127				92
196	153	82				
197	3	54				
198	54	100				
199	26	24				
200	35	58				
201	101	37				
202	15	37				
203	73	45				
204	96	47				
205	44	56				
206	18	47				
207	56	41				
208	19	37				
209	68	57				
210	52	122				
211	34	35				
212	82	21				
213	8	42				
214	31	74				
215	32	61				
216	39	32				
217	68	34				
218	39	12				
219	91	58				
220	211	53				
221	47	56				
222	41	56				
223	76	37				
224	3	32				
225	13	21				
226	41	38				
227	133	62				

228	146	39				
229	4	40				
230	61	51				
231	60	71				
232	13	35				
233	207	29				
234	129	52				
235	99	76				
236	72	113				
237	30	58				
238	74	111				
239	170	139				
240	19	32				
241	28	42				
242	67	20				
243	16	71				
244	21	73				
245	32					

Keterangan:	
	Server 1
	Server 2
	Server 3

Lampiran 2. Dokumentasi Pengambilan Data di Kantin GOR UNAIR C



Lampiran 3. Kumpulan Data dan *Output* Analisis

<https://its.id/m/Kel4TeksimCLampiran>

