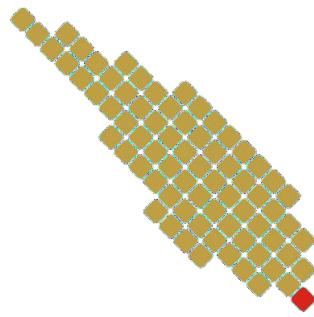


**ANALISIS SISTEM ANTRIAN PELANGGAN
KANTIN GEDUNG E INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA
MENGGUNAKAN MODEL M/M/1**

PEMODELAN STOKASTIK



KARTINI LOVIAN SIMBOLON	122450003
DEVA ANJANI KHAYYUNINAFSYAH	122450014
CYNTIA KRISTINA SIDAURUK	122450023
RATU KEISHA JASMINE DEANOVA	122450106

**PROGRAM STUDI SAINS DATA
FAKULTAS SAINS
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA
2025**

Abstrak

Kantin merupakan fasilitas esensial di area kampus yang berperan dalam menyediakan kebutuhan konsumsi bagi mahasiswa, dosen, serta seluruh tenaga kependidikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem antrian pada Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera menggunakan model antrian M/M/1 sebagai pendekatan matematis untuk menggambarkan pola kedatangan dan pelayanan pelanggan. Data primer diperoleh melalui observasi langsung selama tiga hari pada jam puncak (12.00–14.00 WIB) untuk mencatat jumlah kedatangan pelanggan serta waktu pelayanan oleh kasir. Parameter utama yang dihitung mencakup laju kedatangan (λ), laju pelayanan (μ), tingkat kesibukan server (ρ), rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L_s) dan dalam antrian (L_q), serta waktu tunggu rata-rata pelanggan dalam sistem (W_s) maupun dalam antrian (W_q). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kantin Gedung E memiliki tingkat kedatangan rata-rata 29 pelanggan per jam dengan laju pelayanan 39 pelanggan per jam, menghasilkan tingkat kesibukan sebesar 0,744 atau 74,4% yang menandakan server hampir selalu sibuk namun masih berada dalam kondisi stabil. Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem tercatat sekitar 3 orang dengan waktu tunggu rata-rata hanya 0,1 menit, menunjukkan proses pelayanan yang efisien. Meskipun demikian, nilai utilitas yang mendekati batas optimal mengindikasikan potensi penumpukan antrian pada kondisi tertentu. Oleh karena itu, penelitian merekomendasikan peningkatan kapasitas pelayanan, seperti penambahan penjaga kantin atau optimalisasi proses transaksi, untuk menjaga kenyamanan pelanggan serta meningkatkan efisiensi operasional kantin secara keseluruhan.

Kata kunci: Laju Kedatangan, Laju Pelayanan, Model M/M/1, Sistem Antrian, Waktu Tunggu.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, fenomena antrian merupakan hal yang sering ditemui, baik di dalam pelayanan publik maupun sektor swasta. Antrian muncul ketika jumlah permintaan terhadap layanan melebihi kapasitas yang dapat diberikan pada saat tertentu, mengharuskan pelanggan atau pengguna untuk menunggu giliran yang artinya situasi ini tidak hanya mempengaruhi kenyamanan pengguna, tetapi juga berpengaruh pada efisiensi dan kualitas layanan yang diberikan [1]. Salah satu tempat yang sering mengalami masalah antrian adalah kantin, khususnya pada waktu-waktu ramai. Kantin merupakan salah satu fasilitas penting di lingkungan kampus yang berfungsi memenuhi kebutuhan konsumsi mahasiswa, dosen, dan tenaga kependidikan. Pada jam-jam tertentu, terutama saat istirahat siang, terjadi peningkatan jumlah pengunjung secara signifikan sehingga menimbulkan antrian yang panjang. Hal ini juga terjadi di Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera, dimana keterbatasan fasilitas pelayanan menyebabkan waktu tunggu pelanggan menjadi relatif lama. Kondisi tersebut dapat berdampak pada ketidaknyamanan pelanggan, menurunnya efisiensi pelayanan, serta berpotensi mengurangi jumlah transaksi karena sebagian pelanggan memilih menghindari antrian yang panjang.

Model dan simulasi berfungsi sebagai sarana untuk menggambarkan suatu sistem nyata dalam bentuk representasi matematis atau logis, yang selanjutnya dianalisis melalui proses simulasi, baik menggunakan komputer maupun secara manual untuk memperoleh pemahaman mengenai perilaku sistem tersebut [2]. Untuk menganalisis dan mengoptimalkan waktu tunggu tersebut, diperlukan pendekatan matematis yang dapat menggambarkan perilaku kedatangan pelanggan dan proses pelayanan secara sistematis. Teori antrian, khususnya model M/M/1, merupakan salah satu model stokastik yang dapat digunakan untuk mempelajari kinerja sistem pelayanan yang melibatkan satu jalur kedatangan dengan satu fasilitas pelayanan [3]. Model ini banyak digunakan pada berbagai layanan publik seperti kasir, loket pembayaran, pelayanan kesehatan, dan fasilitas penjualan makanan karena mampu mencerminkan kondisi pelayanan dengan kedatangan acak dan waktu pelayanan eksponensial.

Dengan menerapkan model M/M/1 pada operasional Kantin Gedung E, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran kuantitatif mengenai tingkat kedatangan pelanggan (λ), tingkat pelayanan (μ), waktu tunggu rata-rata, jumlah pelanggan dalam sistem,

serta tingkat kesibukan fasilitas. Hasil analisis tersebut diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan dalam meningkatkan kualitas pelayanan, misalnya melalui penambahan kasir, pengaturan alur pelayanan, atau optimalisasi proses transaksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pola kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan pada Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera?
2. Bagaimana hasil perhitungan kinerja sistem antrian menggunakan model M/M/1 pada kantin tersebut?
3. Apakah sistem antrian yang ada sudah optimal atau perlu dilakukan perbaikan untuk mengurangi waktu tunggu pelanggan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pola kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan pada Kantin Gedung E.
2. Menghitung ukuran kinerja sistem antrian menggunakan model M/M/1.
3. Memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengoptimalkan waktu tunggu dan meningkatkan kualitas pelayanan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang signifikan bagi berbagai pihak, yaitu:

1. Bagi pengelola kantin, hasil penelitian dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan untuk meningkatkan efisiensi pelayanan, seperti penambahan kasir, perbaikan alur antrean, atau optimalisasi proses transaksi.
2. Bagi mahasiswa dan pelanggan, penelitian ini berpotensi meningkatkan kenyamanan dan mengurangi waktu tunggu saat melakukan transaksi di Kantin Gedung E.
3. Bagi institusi, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan manajemen fasilitas kampus agar lebih efektif dan responsif terhadap kebutuhan pengguna.
4. Bagi akademisi, penelitian ini menjadi contoh penerapan teori antrian dalam permasalahan nyata di lingkungan kampus sehingga dapat digunakan sebagai referensi dalam pembelajaran atau penelitian lanjutan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Antrian

Antrian atau yang dikenal dengan istilah *queueing* atau garis tunggu, merupakan sebuah teori yang berhubungan dengan kajian matematis dan barisan-barisan menunggu [4]. Fenomena ini terjadi dengan frekuensi tinggi ketika permintaan terhadap suatu layanan melebih kapasitas dari fasilitas yang ada untuk memberikan layanan tersebut [4]. Teori Antrian adalah studi matematis mengenai sistem antrian atau situasi di mana pelanggan menunggu untuk mendapatkan layanan dari suatu sistem.

Proses pemilihan model antrian dalam sebuah sistem antrian harus memperhatikan elemen-elemen fundamental yang mendukungnya [5]. Elemen-elemen fundamental tersebut menjadi referensi bagi penyedia layanan saat memberikan pelayanan kepada pelanggan. Salah satu elemen fundamental dalam sistem antrian adalah pola kedatangan dari pelanggan. Proses kedatangan pelanggan dapat terjadi secara perorangan atau kelompok, baik dalam angka yang kecil maupun besar [5]. Pola atau cara kedatangan dapat dianalisis melalui selang waktu antara kedatangan dua pelanggan yang berturut-turut (waktu antar kedatangan). Pola kedatangan tersebut dapat bersifat pasti (deterministik) atau acak (stokastik) [5].

2.2 Faktor-Faktor Sistem Antrian

Faktor-faktor yang berperan dalam mendukung sistem antrian serta mempengaruhi proses antrian dan pelayanannya mencakup berbagai aspek yang menentukan kelancaran pelayanan.

a. Distribusi Kedatangan (Pola Kedatangan)

Pada sistem antrian, pola kedatangan adalah elemen penting yang sangat berpengaruh terhadap kelancaran operasional layanan. Pola kedatangan ini terbagi menjadi dua kategori, yaitu kedatangan individu (*single arrivals*) dan kedatangan kelompok (*bulk arrivals*).

b. Distribusi Waktu Pelayanan (Pola Pelayanan)

Distribusi waktu pelayanan berhubungan dengan jumlah fasilitas yang dapat disediakan untuk pelayanan. Waktu pelayanan terbagi menjadi dua elemen utama, yaitu pelayanan individu (layanan tunggal) dan pelayanan kelompok (layanan massal).

c. Fasilitas Pelayanan

Fasilitas pelayanan sangat berkaitan dengan antrian yang akan terbentuk. Desain dibagi menjadi tiga kategori, yaitu kategori seri, kategori paralel, dan kategori stasiun jaringan.

d. Disiplin Pelayanan

Disiplin pelayanan sangat terkait dengan urutan pelayanan bagi pelanggan yang menggunakan fasilitas pelayanan. Ada empat jenis disiplin antrian yang sering ditemui dalam sistem antrian, yaitu yang pertama datang akan dilayani pertama (FCFS), yang terakhir datang akan dilayani lebih dulu (LCFS), pelayanan dalam urutan acak (SIRO), dan pelayanan berdasarkan prioritas (PRI).

e. Ukuran dalam Antrian

Jumlah antrian pelanggan yang akan masuk ke dalam layanan harus diperhatikan. Terdapat dua model yang bisa dipilih untuk menentukan jumlah antrian, yaitu ukuran kedatangan tak terbatas (antrian tak terbatas) dan ukuran kedatangan terbatas (antrian terbatas).

2.3 Model M/M/1

Dalam penelitian ini, diasumsikan bahwa sistem antrian pelanggan di Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera dapat dimodelkan menggunakan model antrian M/M/1. Model ini merupakan sistem antrian Markov yang menunjukkan bahwa laju kedatangan dan laju pelayanan (pelayanan pelanggan) berada dalam kondisi stabil dengan rata-rata tertentu. Lebih spesifik lagi, diasumsikan bahwa kedatangan pelanggan mengikuti distribusi Poisson, sementara waktu layanan pelanggan diasumsikan mengikuti distribusi eksponensial [6].

Penggunaan dua jenis distribusi ini dianggap valid berdasarkan referensi dari studi serupa yang juga menerapkan distribusi yang sama. Selain itu, penelitian ini juga mengasumsikan mekanisme satu server. Salah satu karakteristik penting dari sistem antrian Markov adalah kemampuannya untuk mempertahankan karakteristik yang konsisten selama periode waktu yang relatif lama, yang menunjukkan bahwa sistem antrian berada dalam keadaan stabil. Dalam pemodelan ini, laju kedatangan kendaraan disimbolkan oleh variabel λ , sedangkan laju pelayanan disimbolkan oleh μ [6], [7].

Sistem antrian pelanggan di Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera dapat diilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 1. Sistem Antrian Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera

Gambar model sistem antrian satu server (*single-server queueing*) di atas, yang diterapkan pada sistem antrian pelanggan di Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera, merupakan kasus paling umum dalam masalah antrian [8]. Dalam sistem ini, individu yang datang (kedatangan) membentuk antrian tunggal untuk dilayani oleh satu stasiun layanan [8]. Sistem antrian jenis ini beroperasi di bawah kondisi-kondisi berikut [8]:

- a. Kedatangan dilayani berdasarkan prinsip *first-in, first-out* (FIFO), dan setiap kedatangan menunggu untuk dilayani, terlepas dari panjang antrian.
- b. Kedatangan bersifat independen dari kedatangan sebelumnya, tetapi rata-rata jumlah kedatangan (laju kedatangan) tidak berubah seiring waktu.
- c. Kedatangan dijelaskan oleh distribusi probabilitas Poisson dan berasal dari populasi yang tak terbatas (atau sangat, sangat besar).

2.4 Steady State

Steady state yaitu keadaan sistem yang tidak tergantung pada keadaan awal maupun waktu yang telah dilalui. Jika suatu sistem antrian telah mencapai kondisi *steady state* maka peluang terdapat n customer dalam sistem pada waktu t tidak bergantung kepada waktu [9]. Ukuran keefektifan sistem dalam kondisi steady state meliputi ekspektasi jumlah pelanggan dalam antrian (L_q), ekspektasi jumlah pelanggan dalam sistem (L_s), ekspektasi waktu menunggu dalam antrian (W_q) dan ekspektasi waktu menunggu dalam sistem (W_s) [10].

2.5 Ukuran Kinerja Sistem

Dalam model antrian ini, para pengunjung datang dengan rata-rata kedatangan sebesar λ dan laju pelayanan yang tetap μ [8]. Parameter λ dan μ mengikuti distribusi Poisson atau distribusi Eksponensial.

- a. Tingkat kesibukan sistem (ρ)

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

- b. Peluang sedang tidak melayani pelanggan (P_0)

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

- c. Rata-rata pelanggan dalam sistem yang sedang dilayani (L_s)

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

d. Rata-rata pelanggan dalam antrian yang sedang dilayani (L_q)

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

e. Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam sistem (W_s)

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

f. Rata-rata waktu yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian (W_q)

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

Keterangan:

λ : Jumlah rata-rata pelanggan yang datang per satuan waktu

μ : Jumlah rata-rata pelanggan yang dilayani per satuan waktu

L_q : Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian

L_s : Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem

W_q : Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan dalam antrian

W_s : Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pelanggan dalam sistem

ρ : Tingkat kesibukan sistem

P_0 : Peluang sedang tidak melayani pelanggan

BAB III

METODOLOGI

3.1 Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh melalui observasi di Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera selama tiga hari berturut-turut pada pukul 12.00-14.00 WIB. Data ini digunakan untuk menggambarkan kondisi proses antrian pada penjualan kantin, termasuk jumlah kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan yang dibutuhkan untuk setiap pelanggan untuk melakukan pembelian.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama adalah dengan mengamati jumlah kedatangan pelanggan setiap menit di Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera untuk mendapatkan tingkat kedatangan rata-rata (λ). Tahap berikutnya adalah dengan mencatat waktu yang dibutuhkan setiap pelanggan untuk mendapatkan pelayanan di kasir, yang kemudian digunakan untuk menghitung rata-rata tingkat pelayanan (μ). Berdasarkan pengamatan tersebut, diperoleh dua parameter utama dalam sistem antrian, yaitu rata-rata kedatangan (λ) dan rata-rata pelayanan (μ), yang akan digunakan untuk menganalisis kinerja sistem antrian di Kantin Gedung E.

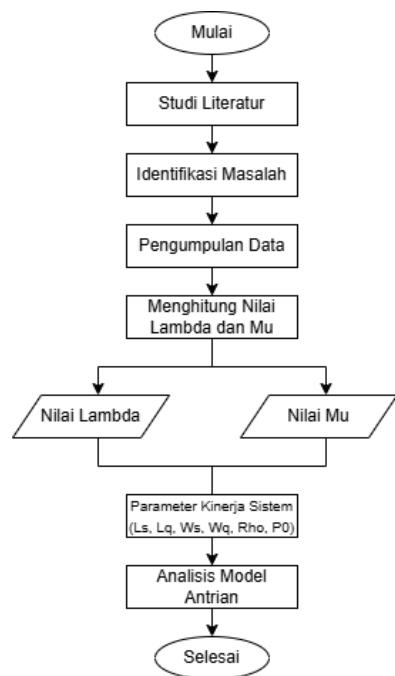
3.3 Variabel yang Diamati

Penelitian ini menggunakan beberapa variabel utama untuk mengevaluasi kinerja sistem antrian di Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera. Variabel λ mencerminkan rata-rata kedatangan pelanggan per menit, sedangkan μ menggambarkan rata-rata jumlah pelanggan yang dapat dilayani per menit. Variabel s menunjukkan jumlah kasir yang beroperasi selama pengamatan. Indikator kinerja sistem yang dianalisis meliputi L_q (rata-rata jumlah pelanggan yang menunggu dalam antrian), L_s (rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem), W_q (waktu tunggu rata-rata pelanggan), dan W_s (waktu total rata-rata yang dihabiskan pelanggan dalam sistem). Semua variabel ini dihitung menggunakan model antrian M/M/1, dengan tujuan untuk menilai efisiensi pelayanan, tingkat kepadatan antrian, serta potensi keterlambatan dalam proses pelayanan di Kantin Gedung E.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Proses dimulai dari studi literatur dan identifikasi masalah, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan. Dari data tersebut,

dilakukan perhitungan untuk menentukan rata-rata kedatangan pelanggan (λ) dan rata-rata pelayanan (μ). Nilai λ dan μ ini yang kemudian menjadi nilai masukkan untuk menentukan parameter kinerja sistem antrian, meliputi L_s , L_q , W_s , W_q , ρ , dan P_0 . Selanjutnya, barulah dilakukan analisis antrian M/M/1 Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera berdasarkan parameter kinerja sistem yang telah didapatkan. Hasil analisis kemudian digunakan untuk menarik kesimpulan dan merumuskan rekomendasi perbaikan sistem antrian di kantin jika diperlukan. Diagram alir pada Gambar 2 berikut ini menggambarkan secara rinci alur proses yang dilakukan dalam penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir

BAB IV

HASIL & PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Berdasarkan pengamatan yang sudah dilakukan selama tiga hari pada 5 November 2025 hingga 7 November 2025 dengan 2 jam pengamatan dalam sehari diperoleh jumlah kedatangan pelanggan pada hari Rabu, Kamis, dan Jumat masing-masing sebanyak 69 pelanggan, 51 pelanggan, dan 53 pelanggan. Sistem pelayanan Kantin Gedung E mengikuti model *single channel single phase* yang terdiri dari 1 kasir dan satu antrian dengan sistem pelanggan yang datang lebih dahulu akan dilayani.

Tabel 1. Kedatangan Pelanggan di Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera

No.	Hari	Tanggal	Jumlah Pelanggan	Jam Pengamatan 12.00-14.00
1.	Rabu	5 November 2025	69	2 Jam
2.	Kamis	6 November 2025	51	2 Jam
3.	Jumat	7 November 2025	53	2 Jam
Total Pelanggan				173

Tabel 1 menampilkan data tentang variasi jumlah pelanggan harian yang berkunjung. Data menunjukkan bahwa jumlah kunjungan pelanggan tertinggi tercatat pada tanggal 5 November 2025. Sebaliknya, pada tanggal 6 November 2025, jumlah pelanggan yang datang relatif lebih sedikit, yaitu 51 pelanggan. Selama periode pengamatan tiga hari (dari pukul 12.00 siang hingga 14.00 siang), jumlah total pelanggan yang terakumulasi adalah 173 orang. Berdasarkan data keseluruhan ini, analisis perhitungan akan dilakukan menggunakan model antrian yang relevan seperti berikut.

4.2 Hasil Perhitungan

a. Steady-State

Untuk menghitung *Steady-State* dapat dihitung laju kedatangan pelanggan dengan rumus sebagai berikut.

$$\lambda = \frac{86,5}{3} = 28,83 \approx 29$$

b. Rata-Rata Jumlah Pelanggan dalam Sistem (L_s)

Jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{29}{39 - 29} = 2,9 \approx 3 \text{ pelanggan}$$

- c. Waktu Rata-Rata Pelanggan dalam Sistem (W_s)

Waktu tunggu rata-rata pelanggan dalam sistem dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{39 - 29} = 0,1 \text{ menit}$$

- d. Rata-Rata Jumlah Pelanggan dalam Antrian (L_q)

Jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{29^2}{39(39 - 29)} = 2,156 \approx 3 \text{ pelanggan}$$

- e. Waktu Rata-Rata Pelanggan dalam Antrian (W_q)

Rata-rata waktu tunggu pelanggan dalam antrian dapat dihitung sebagai rumus berikut:

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{29}{39(39 - 29)} \approx 0,0744 \text{ menit}$$

- f. Tingkat Kesibukan Sistem (ρ)

Tingkat kesibukan layanan server dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{29}{39} = 0,744$$

- g. Peluang Sedang Tidak Melayani Pelanggan (P_0)

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} = 1 - \frac{29}{39} = 0,256$$

4.3 Interpretasi

- a. *Steady-State*

Ukuran *steady-state* dapat dihitung menggunakan laju kedatangan pelanggan dan tingkat pelayanan pelanggan. Kondisi *state* terpenuhi apabila $P < 1$, maka kita bisa melihat jumlah kedatangan pelanggan selama tiga hari dari jam 12.00-14.00. Dari perhitungan yang sudah dilakukan, laju kedatangan pelanggan yang datang di Kantin Gedung E adalah 29 pelanggan per jam, tingkat pelayanan kasir adalah lama waktu pelayanan yang dilakukan oleh kasir untuk melayani pelanggan, yang dapat dihitung dengan laju pelayanan pelanggan.

b. Tingkat Kesibukan Sistem (ρ)

Pada penelitian ini didapatkan tingkat kesibukan atau faktor utilitas pada kedatangan pelanggan adalah 0,744 sedangkan probabilitas tidak adanya pelanggan dalam sistem (P_0)

) sebesar 0,256, untuk memastikan konsistensi perhitungan probabilitas dalam sistem antrian digunakan rumus $P_0 + P = 1$, maka perhitungannya adalah $0,744 + 0,256 = 0,999$.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa server hampir selalu sibuk, ini berarti berarti sistem mendekati kapasitas maksimum dan cenderung akan membentuk antrian yang panjang.

c. Rata-Rata Jumlah Pelanggan dalam Sistem (L_s)

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan rata-rata jumlah pelanggan yang menunggu dalam sistem terjadi sebesar 2,9 pelanggan/jam jika dibulatkan menjadi 3 pelanggan/jam. Artinya terdapat sekitar 3 pelanggan yang berada didalam sistem secara bersamaan baik yang sedang menunggu antrian ataupun yang sedang dilayani, hal ini menggambarkan layanan kantin masih mampu mengimbangi tingkat kedatangan pelanggan dan stabil sehingga tidak menyebabkan penumpukan yang berlebihan.

d. Waktu Rata-Rata Pelanggan dalam Sistem (W_s)

Hasil yang didapat dari perhitungan dalam pengamatan ini membutuhkan waktu Rata-Rata pelanggan dalam sistem adalah 0,1 menit/pelanggan. Hasil tersebut menunjukkan tingkat pelayanan yang cepat dan efisien, karena pelayanan oleh pegawai kantin dapat mengimbangi laju kedatangan pelanggan yang dapat menyelesaikan waktu layanan yang sangat singkat didalam sistem, sehingga tidak menyebabkan antrian yang menumpuk dan pelanggan tidak mengalami waktu tunggu yang lama karena memperoleh pelayanan secara cepat.

e. Rata-Rata Jumlah Pelanggan dalam Antrian (L_q)

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian sebanyak 2,156 menunjukkan bahwa menunjukkan bahwa terdapat kecil,dan terdapat 2 hingga 3 pelanggan yang menunggu sebelum dilayani disebabkan kapasitas pelayanan belum mampu sepenuhnya mengimbangi tingkat kedatangan.

f. Waktu Rata-Rata Pelanggan dalam Antrian (W_q)

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh waktu tunggu rata-rata pelanggan dalam antrian (W_q) sebesar 0,0744 jam. Artinya pelanggan hanya menghabiskan waktu sebesar

4,5 menit yang menunjukkan nilai yang singkat untuk menunggu sebelum mendapatkan pelayanan, dengan nilai w_q yang kecil jarang terjadi penumpukan antrian pelanggan yang selaras dengan tingkat kesibukan server ($\rho = 0,744$) yang masih dibawah batas kritis, sehingga sistem masih dapat menangani kedatangan pelanggan tanpa menyebabkan waktu tunggu yang panjang.

4.4 Diskusi

Analisis parameter kinerja sistem antrian ini secara jelas membuktikan kesesuaianya dengan prinsip dasar Model Sistem Antrian M/M/1. Keabsahan penggunaan rumus keadaan *steady-state* dijamin karena kondisi stabilitas model terpenuhi, sebagaimana ditunjukkan oleh laju kedatangan ($\lambda = 29$) yang lebih kecil daripada laju pelayanan ($\mu = 39$). Selain itu, tingkat kesibukan sistem (ρ), yang mencapai 0,744 (atau 74,4%), menunjukkan bahwa sistem beroperasi dalam batas efisiensi optimal tanpa mengalami kelebihan beban terus-menerus. Semua indikator kinerja utama, termasuk jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem ($L_s = 2,9$) dan dalam antrian ($L_q = 2,156$), serta waktu rata-rata yang dihabiskan pelanggan dalam sistem ($W_s = 0,1$) dan dalam antrian ($W_q = 0,0744$), dihitung berdasarkan formulasi standar model M/M/1. Oleh karena itu, jika asumsi dasar model M/M/1, yaitu distribusi kedatangan Poisson dan waktu pelayanan eksponensial, diterapkan dengan akurat pada sistem yang diamati, maka nilai-nilai kinerja ini berfungsi sebagai perkiraan teoritis yang andal untuk kondisi operasional sistem antrian.

BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Berdasarkan rumus model M/M/1 yang digunakan, dapat disimpulkan bahwa pola sistem antrian pelanggan di Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera ditandai oleh proses acak ganda, di mana kedatangan pelanggan mengikuti distribusi Poisson ($\lambda = 29$), sementara waktu layanan mengikuti distribusi eksponensial ($\mu = 39$). Asumsi ini berarti kedatangan pelanggan bersifat independen dan waktu layanan umumnya singkat tetapi memiliki variabilitas acak. Konsistensi semua metrik kinerja teoretis (L_s , L_q , W_s , W_q , ρ , P_0) sangat bergantung pada terpenuhinya dua kondisi distribusi probabilitas acak ini.
2. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh bahwa laju kedatangan pelanggan yang datang di Kantin Gedung E (λ) sebesar 29 pelanggan per jam, faktor utilitas pada kedatangan pelanggan (ρ) sebesar 0,744, probabilitas tidak adanya pelanggan dalam sistem (P_0) sebesar 0,256, jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem (L_s) memiliki nilai yang sama dengan jumlah rata-rata pelanggan dalam antrian (L_q) sebesar 3 pelanggan, waktu tunggu rata-rata pelanggan dalam sistem (W_s) sebesar 0,1 menit, serta rata-rata waktu tunggu pelanggan dalam antrian (W_q) sebesar 0,0744 menit.
3. Meskipun tergolong stabil, yakni ditandai dengan $\lambda = 29 < \mu = 39$, sistem antrian di Kantin Gedung E Institut Teknologi Sumatera sudah hampir mendekati kapasitas optimal (nilai $\rho = 74,4\%$). Untuk itu, rekomendasi yang dapat diberikan, antara lain dapat berupa penambahan penjaga kantin untuk meningkatkan kenyamanan pelanggan secara keseluruhan.

5.2 Saran

Untuk memperkaya hasil penelitian, disarankan agar penelitian di masa mendatang melakukan penambahan lama periode pengamatan, terutama pada jam-jam sibuk pagi hingga sore hari. Langkah ini berguna untuk analisis dan eksplorasi karakteristik pola antrian secara lebih rinci.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. T. Ardianti, S. F. Dewanti, M. J. Al Iqsan, R. P. Wicaksono and A. D. Limantara, "OPTIMALISASI ANTRIAN DAN WAKTU TUNGGU KANTIN PROMISE UNP DENGAN TEORI ANTRIAN UNTUK EFISIENSI OPERASIONAL," *Simposium Manajemen dan Bisnis IV*, vol. IV, 2025.
- [2] N. Hayati, K. H. Manurung, N. H. Nasta and M. M. Sari, "Workshop Pengenalan Simulasi Sistem Antrian dalam Kehidupan Nyata: Studi Kasus Kantin Sekolah," *Jannah: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. I, pp. 94-99, 2025.
- [3] Y. R. S. Ningsi, S. Syahfitri and R. Aprilia, "Efisiensi Pelayanan Paspor dengan Model Antrean M/M/1 pada Kantor Imigrasi Kelas I Khusus TPI Medan," *Digital Transformation Technology (Digitech)*, vol. v, pp. 463-470, 2025.
- [4] A. Abdilla, D. W. Sari, A. T. Santoso and F. R. Herlambang, "Analisis Sistem Pelayanan di Minimarket Menggunakan Model Teori Antrian Single Channel-Single Phase," *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, vol. IV, pp. 58-61, 2023.
- [5] M. Ary, "ANALISIS MODEL SISTEM ANTRIAN PADA PELAYANAN ADMINISTRASI," *Jurnal Tekno Insentif*, vol. XIII, pp. 9-15, 2019.
- [6] R. B. Utomo, "Sistem Antrian M/M/1 di Persimpangan Tugu Adipura Kota Tangerang," *Jurnal Trigonometri*, vol. II, pp. 59-67, 2025.
- [7] M. B. Alem, "Queuing analysis and optimization of public vehicle transport stations: a case of South West Ethiopia region vehicle stations," *International Journal of Industrial Optimization*, vol. V, pp. 31-44, 2023.
- [8] J. Heizer, B. Render and C. Munson, *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* 12th Edition, United States of America: Pearson, 2015.
- [9] E. Pratama and D. Devianto, "ANALISIS SISTEM ANTRIAN SATU SERVER (M/M/1)," *Jurnal Matematika UNAND*, vol. II, pp. 59-66.
- [10] D. S. Jamil, "ANALISIS SISTEM ANTRIAN MULTI CHANNEL SINGLE PHASE SERVICE PADA STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR UMUM (SPBU) PASARWAJO," *Jurnal Matematika, Komputasi dan Statistika*, vol. III, pp. 271-280, 2023.