



Pemodelan Matematika dalam Kajian Sistem Antrian pada Counter Kasir Mixue di Jalan Pahlawan Kota Magelang

Azziizah Dinda Ammara^{1*}, Sarnefa Mulya Prastiwi², Rizky Catur Prayogi³, Yesi Franita⁴

¹⁻⁴ Universitas Tidar, Indonesia

Email : azziizah.dinda.ammara@students.untidar.ac.id¹, sarnefa.mulya.prastiwi@students.untidar.ac.id²,
rizky.catur.prayogi@students.untidar.ac.id³ yesi.franita@untidar.ac.id⁴

Korespondensi penulis: azziizah.dinda.ammara@students.untidar.ac.id *

Abstract. This study uses the Mean Value Analysis (MVA) approach to analyze the queuing system at the Mixue Ice Cream & Tea cashier counter on Jalan Pahlawan in Magelang City. The MVA method was chosen because it can handle general time distributions between arrivals and services. The research was conducted through direct observation and interviews over the course of two days, during which time data was collected on the time between arrivals and customer service. The analysis revealed that the system was not in a steady state, as the arrival rate (0.0122 customers per second) exceeded the service rate (0.0111 customers per second). High service variability (CV = 276.30%) compared to arrival variability (CV = 69.46%) indicates service instability. On average, customers waited 47.08 seconds, and the total time in the system was 137.17 seconds. These results are important because they indicate the need for increased efficiency and standardized services to prevent a decrease in service quality.

Keywords: Service efficiency; mean value analysis; mathematical modeling; queuing system; service time

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem antrian di counter kasir Mixue Ice Cream & Tea Jalan Pahlawan Kota Magelang menggunakan pendekatan Mean Value Analysis (MVA). Metode ini digunakan karena mampu menangani distribusi waktu antar kedatangan dan pelayanan yang bersifat umum. Penelitian dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara selama dua hari, mengumpulkan data waktu antar kedatangan dan pelayanan pelanggan. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem tidak berada dalam kondisi *steady state*, dengan laju kedatangan (0,0122 pelanggan/detik) melebihi laju pelayanan (0,0111 pelanggan/detik). Variabilitas pelayanan yang tinggi (CV = 276,30%) dibandingkan variabilitas kedatangan (CV = 69,46%) mengindikasikan ketidakstabilan pelayanan. Rata-rata waktu tunggu pelanggan adalah 47,08 detik dan total waktu dalam sistem 137,17 detik. Hasil ini penting karena menunjukkan perlunya intervensi berupa peningkatan efisiensi dan standarisasi pelayanan untuk mencegah penurunan kualitas layanan.

Kata kunci: Efisiensi layanan; mean value analysis; pemodelan matematika ; sistem antrian; waktu pelayanan

1. LATAR BELAKANG

Pada era globalisasi yang semakin berkembang pesat, industri makanan dan minuman adalah salah satu industri yang mendorong kemajuan. Industri makanan dan minuman dalam konsep perkembangan ekonomi pada negara berkembang bertujuan untuk mencapai tingkat kemakmuran dan kesejahteraan bagi seluruh rakyat di dalam satu negara (Zainob, 2021). Menurut Amanda et al. (2024) minuman kekinian dan es krim termasuk dalam kategori produk yang paling digemari oleh masyarakat urban, khususnya kalangan muda. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), minuman merujuk pada segala sesuatu yang dapat diminum, sementara kekinian berarti bersifat masa kini atau tren saat ini. Oleh karena itu, secara harfiah,

istilah minuman kekinian dapat dimaknai sebagai jenis minuman yang sedang tren pada zaman sekarang. Istilah ini umumnya digunakan untuk menggambarkan minuman yang inovatif dan sedang digandrungi masyarakat, baik karena cita rasanya yang menarik maupun karena keunikan tampilan dan penyajiannya (Trifosa Veronica et al., 2020).

Mixue *Ice Cream & Tea* sebuah franchise asal Tiongkok berhasil melakukan ekspansi pasar secara agresif di Indonesia. Kesuksesan Mixue dalam memperluas jangkauan pasarnya tidak lepas dari kemampuannya dalam mengelola rantai pasok secara efisien serta penerapan strategi bisnis berbasis kemitraan waralaba (Hidayat N et al., 2024). Daya tarik utama dari Mixue terletak pada kombinasi rasa yang bervariasi dan harga yang terjangkau, yang menjadikannya cepat populer di berbagai kalangan. Fenomena ini mencerminkan adanya pergeseran pola konsumsi masyarakat terhadap produk berbasis *lifestyle*, dan menuntut peningkatan kualitas pelayanan di setiap gerainya.

Fenomena antrian panjang di gerai Mixue menunjukkan adanya tantangan dalam pengelolaan sistem pelayanan. Dalam konteks operasional bisnis, antrian menjadi permasalahan klasik yang tidak dapat dihindari. Menurut (Ekawati et al., 2023) antrian terjadi karena ketidakseimbangan antara jumlah kedatangan pelanggan dan kemampuan pelayanan yang tersedia. Dalam kehidupan sehari-hari, antrian dapat ditemukan di berbagai sektor seperti perbankan, transportasi, hingga ritel makanan dan minuman (Purnomo et al., 2021). Antrian merupakan proses yang dimulai dari kedatangan pelanggan, menunggu jika pelayanan sedang sibuk, hingga akhirnya dilayani dan meninggalkan tempat tersebut. Ketidakefisienan dalam sistem antrian dapat menurunkan kepuasan pelanggan, terutama pada jam-jam sibuk seperti waktu makan siang atau akhir pekan (Sari et al., 2022).

Antrian menjadi masalah klasik yang dialami oleh setiap pelayanan, antrian terjadi salah satunya karena banyaknya pelanggan yang datang tidak sesuai dengan kapasitas jumlah pelayanan. Salah satu contoh dari masalah antrian dapat ditemukan di Gerai Mixue *ice cream*. Pelanggan harus sering menunggu antrian untuk dilayani oleh kasir. Penanganan yang tepat terhadap antrian di cabang outlet sangat penting untuk meningkatkan kualitas pelayanan dan kepuasan pelanggan (Safitri et al., 2024).

Salah satu cabang gerai Mixue yang berlokasi di Jalan Pahlawan Kota Magelang sering mengalami lonjakan jumlah pengunjung, terutama pada jam makan siang dan akhir pekan. Kondisi ini menyebabkan antrian panjang pada kasir yang dapat mengganggu kenyamanan pelanggan.

Teori antrian telah berkembang sebagai alat analisis yang *powerful* untuk mengoptimalkan sistem pelayanan. Berbagai metode analisis telah dikembangkan, mulai dari model klasik Poisson hingga pendekatan yang lebih *sophisticated* seperti *Mean Value Analysis* (MVA). MVA memiliki keunggulan dalam menganalisis sistem dengan distribusi umum tanpa asumsi distribusi spesifik, sehingga lebih realistis untuk kondisi nyata operasional bisnis.

Penelitian-penelitian terdahulu telah menerapkan teori antrian dalam berbagai konteks industri layanan. Seperti pada penelitian (Ekawati et al., 2023) menggunakan MVA untuk menganalisis sistem antrian di Domino's Pizza dan menemukan kondisi *overload* sistem. (Shabrina et al., 2022) meneliti kios minuman (*food court*) di Kedai Minuman Warung Jempol dan mengidentifikasi variabilitas waktu pelayanan sebagai faktor kunci performa sistem. (Sugito & Fauzia., 2009) meneliti sistem antrian dengan distribusi Poisson di Stasiun Besar Cirebon dan Stasiun Cirebon Prujakan selama periode 38 hari. Hasil penelitian menghasilkan model antrian yaitu $(M/M/1): (FCFS/\infty/\infty)$, $(G/G/3): (FCFS/\infty/\infty)$, $(M/G/2): (FCFS/\infty/\infty)$, $(M/G/1): (FCFS/\infty/\infty)$, dan $(M/G/1): (FCFS/\infty/\infty)$ dengan notasi M berdistribusi Poisson dan G berdistribusi General.

Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan menerapkan pendekatan *Mean Value Analysis* (MVA) untuk menganalisis sistem antrian di salah satu cabang Mixue, yakni di Jalan Pahlawan Kota Magelang. Metode ini unggul karena tidak mengharuskan asumsi distribusi tertentu, sehingga lebih sesuai dengan kondisi nyata operasional bisnis. Gerai tersebut dipilih karena letaknya yang strategis di sekitar area perkantoran dan kampus, yang menyebabkan lonjakan pengunjung pada waktu-waktu tertentu. Keunikan pola kunjungan ini memberikan peluang untuk mengkaji sistem antrian secara lebih mendalam dengan mempertimbangkan fluktuasi permintaan layanan.

Dengan mempertimbangkan urgensi peningkatan kualitas pelayanan di sektor makanan dan minuman cepat saji, fokus penelitian ini adalah memodelkan sistem antrian di counter kasir Mixue Jalan Pahlawan Kota Magelang dengan pendekatan MVA. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh parameter-parameter kinerja sistem, seperti waktu tunggu rata-rata dan panjang antrian, serta memberikan rekomendasi strategis yang berbasis data untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan layanan bagi pelanggan.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Teori Dasar Sistem Antrian

Sistem antrian merupakan model matematika yang menggambarkan interaksi antara aliran pelanggan (*arrival*) dan pelayanan (*service*). Tujuan dasar dari teori antrian adalah untuk mempelajari dan mengevaluasi bagaimana suatu sistem antrian berfungsi, sekaligus mengidentifikasi upaya-upaya yang dapat dilakukan guna mengoptimalkan efisiensi dan performa sistem tersebut (Tyas et al., 2023). Model klasik seperti M/M/1, M/M/c, hingga sistem jalur tunggal atau multi-fase digunakan untuk memprediksi performa sistem, misalnya waktu tunggu rata-rata dan panjang antrian (Wijaya et al., 2025). Dalam konteks kasir Mixue, pelanggan tiba secara acak (*Poisson*), sedangkan waktu pelayanan diperkirakan mendekati distribusi eksponensial, sehingga model M/M/c atau MCSP cocok digunakan.

Menurut (Wahyudi et al., (2022) terdapat sejumlah komponen penting dalam proses antrian, antara lain:

a. Kedatangan

Pelanggan bisa datang secara individu maupun secara bersamaan dalam kelompok. Dalam konteks sistem antrian, kedatangan serempak ini dikenal dengan istilah *batch* atau *bulk arrival*.

b. Pelayanan

Pelayanan merupakan aktivitas yang dilakukan oleh individu atau sekelompok orang dengan tujuan memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. Tingkat kepuasan baik dari sisi pemberi maupun penerima layanan sangat bergantung pada kemampuan penyedia jasa dalam memberikan pelayanan yang optimal.

c. Disiplin Antrian

Aturan dalam memilih pelanggan dari baris antrian untuk segera mendapatkan pelayanan disebut dengan disiplin antrian.

d. Struktur Antrian

Struktur dalam sistem antrian diklasifikasikan berdasarkan *channel* dan *phase*. *Channel* merujuk pada jumlah jalur atau loket yang tersedia untuk mengakses layanan, sedangkan *phase* menunjukkan jumlah tahapan atau proses yang harus dilalui pelanggan selama menerima pelayanan.

2.2 Jenis Jenis Model Antrian & Relevansi

Menurut Bahar dalam (Almer et al., 2025) secara umum ada empat jenis dasar dalam proses antrian yang dibedakan berdasarkan karakter atau fasilitas pelayanannya, yaitu :

- a. *Single-Channel Single-Phase* (M/M/1): banyak digunakan untuk layanan satu kasir. Model antrian *Single Channel Single Phase* mengacu pada sistem yang hanya memiliki satu jalur antrian dan satu unit layanan, di mana proses pelayanan mengikuti prinsip *First Come First Served (FCFS)*, yakni pelanggan yang tiba lebih dahulu akan memperoleh layanan lebih dulu (Siallagan et al., 2024).
- b. *Multi-Channel Single-Phase* (M/M/c): relevan bila ada lebih dari satu kasir, sebagai strategi optimalisasi karyawan. *Multi Channel-Single Phase* yaitu terdapat dua layanan atau lebih yang dilakukan pada waktu yang bersamaan serta terdapat satu tempat antrean sebelum masuk ke beberapa pelayanan (Almer et al., 2025).
- c. *Single Channel-Multi Phase* yaitu suatu sistem yang memiliki lebih dari satu jalur pelayanan, tetapi setiap pelanggan hanya perlu melalui satu tahap pelayanan saja. Sistem antrian *Single Channel-Multi Phase* adalah jenis sistem di mana setiap pelanggan yang datang akan mengantri pada jalur yang telah ditentukan. Dalam prosesnya, pelanggan akan dipanggil untuk menerima layanan tahap awal, seperti pendataan. Setelah itu, pelanggan kembali mengantri untuk melanjutkan ke tahap pelayanan berikutnya. Proses ini berlangsung hingga seluruh tahapan pelayanan selesai dan pelanggan keluar dari sistem (Sirait et al., 2024).
- d. *Multi Channel- Multi Phase* : biasanya ditemui pada gerai es krim dan teh, di mana ada tahap pemesanan lalu pembayaran, atau verifikasi sebelum layanan utama (Indriyana, 2024). *Multi Channel–Multi Phase* yaitu sistem antrean kompleks dengan beberapa jalur pelayanan dan lebih dari satu tahap proses, di mana pelanggan melewati berbagai layanan sesuai kebutuhannya. Sistem ini memiliki jalur masuk dan pelayanan yang bervariasi, menyesuaikan dengan alur dan jenis layanan yang diberikan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Penelitian deskriptif kuantitatif merupakan metode yang digunakan untuk menyajikan gambaran atau penjabaran mengenai suatu fenomena maupun karakteristik dari populasi atau sampel tertentu secara terukur atau kuantitatif (Waruwu et al., 2025). Metode kuantitatif menurut Sugiyono (2019, h.23) adalah metode yang didasarkan pada paradigma positivisme

dan digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu. Proses pengumpulan datanya dilakukan menggunakan instrumen penelitian, sedangkan analisis datanya bersifat kuantitatif atau statistik, dengan tujuan utama untuk mendeskripsikan serta menguji hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya.

Pendekatan studi kasus merupakan suatu kegiatan ilmiah yang dilakukan secara sistematis dan terfokus, baik pada satu permasalahan maupun beberapa isu sekaligus. Metode ini melibatkan teknik pengumpulan data seperti observasi, wawancara, angket, serta dokumentasi, yang bertujuan untuk menggambarkan serta menggali temuan secara mendalam dan menyeluruh (Soro et al., 2023). Menurut Ridlo (2023) Metode studi kasus merupakan rangkaian aktivitas ilmiah yang dilakukan secara mendalam, rinci, dan intensif terhadap suatu program, kejadian, atau aktivitas tertentu. Pendekatan ini dapat diterapkan pada individu, kelompok, lembaga, maupun organisasi, dengan tujuan untuk memperoleh pemahaman yang menyeluruh mengenai peristiwa yang diteliti. Desain ini dipilih karena bertujuan untuk menggambarkan fenomena sistem antrian di lokasi tertentu secara rinci berdasarkan data numerik yang diperoleh langsung dari lapangan. Pendekatan kuantitatif digunakan agar analisis terhadap performa sistem antrian dapat dilakukan secara objektif melalui perhitungan parameter antrian. Sementara itu, pendekatan studi kasus dipilih karena fokus penelitian terbatas pada satu lokasi, yaitu gerai Mixue di Jalan Pahlawan Kota Magelang, yang dianggap representatif berdasarkan kepadatan pengunjung dan karakteristik lokasi.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pelanggan yang datang dan melakukan transaksi di gerai Mixue Jalan Pahlawan Kota Magelang selama periode pengamatan. Sampel penelitian adalah pelanggan yang datang selama waktu sibuk, yaitu pukul 12.00–12.55 WIB pada dua hari berbeda: satu hari kerja (*weekday*) dan satu hari akhir pekan (*weekend*). Karakteristik demografis mayoritas pelanggan yang diamati terdiri dari pelajar, mahasiswa, dan pekerja kantor yang berada di sekitar lokasi gerai. Selain pelanggan, subjek tak langsung dalam penelitian ini juga mencakup petugas kasir yang melayani pelanggan, karena mereka merupakan bagian penting dari sistem antrian yang diamati.

Dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui metode wawancara dan observasi. Wawancara dilakukan dengan kasir yang bertugas melayani pelanggan, dengan tujuan memperoleh gambaran mengenai jam-jam sibuk dan mekanisme pelayanan di gerai Mixue yang berlokasi di Jalan Pahlawan, Kota Magelang. Sementara itu, observasi digunakan untuk mengamati secara langsung interval kedatangan pelanggan serta durasi waktu yang dibutuhkan dalam proses pelayanan setiap pelanggan.

Instrumen utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Lembar Observasi, yang berisi kolom untuk mencatat waktu kedatangan pelanggan, waktu mulai pelayanan, waktu selesai pelayanan, serta jumlah pelanggan dalam antrian setiap menit.
2. Stopwatch/*manual timer*, digunakan untuk mengukur durasi pelayanan dan waktu tunggu setiap pelanggan secara presisi.
3. Data Hasil Observasi

Tabel 1. Lembar Observasi

No	Pelayanan	Kedatangan
1	136,72	0
2	85,31	179,61
3	127,13	359,09
4	48,98	119,96
5	140,78	175,11
6	106,03	0
7	94,86	0
8	55,03	0
9	137,56	142,34
10	116,43	119,77
11	120,27	60,07
12	108,79	0
13	109,19	209,27
14	121,3	178,91
15	150,69	76,34
16	134,82	120,58
17	137,99	118,65
18	58,21	55,71
19	37,33	32,14
20	56,01	29,07
21	87,23	41,63
22	36,9	76,59
23	122,35	29,43
24	142,79	45,7
25	63,8	0
26	72,6	0
27	35,69	0
28	98,55	62,5
29	93,78	30,21
30	54,96	91,1
31	66,9	101,3

Data dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif, dengan menerapkan metode *Mean Value Analysis* (MVA) untuk mengevaluasi kinerja sistem antrian. Analisis dilakukan melalui tahapan berikut:

1. Menghitung laju kedatangan pelanggan (λ) dan laju pelayanan rata-rata (μ) dari hasil observasi.
2. Menentukan struktur sistem antrian (misalnya, *single server* atau *multi server*).
3. Menghitung parameter kinerja sistem:
 - a. Rata-rata panjang antrian (L_q)
 - b. Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L_s)
 - c. Rata-rata waktu tunggu dalam antrian (W_q)
 - d. Rata-rata waktu pelanggan dalam sistem (W_s)
4. Menafsirkan hasil analisis untuk mengetahui efisiensi sistem dan memberikan rekomendasi perbaikan jika diperlukan.

Dengan pendekatan MVA, sistem dapat dianalisis tanpa harus mengasumsikan distribusi eksponensial tertentu, sehingga hasilnya lebih realistis dan relevan dengan kondisi operasional harian di gerai Mixue.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam merancang model efisiensi pelayanan dan strategi optimalisasi antrian di gerai Mixue Jalan Pahlawan, diterapkan sejumlah asumsi untuk menyederhanakan kompleksitas operasional serta memungkinkan analisis dilakukan secara sistematis. Asumsi ini juga berfungsi sebagai batasan konseptual yang merepresentasikan kondisi ideal. Di antaranya: (1) pelanggan datang secara individual dan membentuk satu antrian tunggal; (2) sela waktu kedatangan mengikuti distribusi Gamma, sesuai dengan karakteristik kedatangan yang tidak konstan; (3) durasi pelayanan mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV) yang mampu menangkap variasi ekstrem dalam waktu pelayanan; (4) sistem hanya melibatkan satu kasir (*single server*); (5) pelayanan dilakukan secara urut berdasarkan prinsip *first come, first serve*; (6) tidak ada pelanggan yang meninggalkan antrian sebelum dilayani (tidak terjadi balking maupun reneging); (7) sistem berada dalam kondisi tidak seimbang ($\rho > 1$) sehingga terjadi penumpukan antrian; dan (8) semua pelanggan diasumsikan homogen dalam hal kebutuhan pelayanan. Dengan asumsi-asumsi ini, pemodelan dapat dilakukan secara terstruktur untuk mendukung perbaikan efektivitas dan mutu layanan di area kasir.

Untuk menganalisis performa sistem antrian G/G/1, diperlukan ukuran-ukuran kinerja yang mencerminkan kondisi rata-rata dalam sistem. Ukuran-ukuran ini mencakup rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian, rata-rata waktu tunggu, serta jumlah dan waktu pelanggan dalam

sistem secara keseluruhan. Dengan memanfaatkan pendekatan *Mean Value Analysis* (MVA), berikut adalah rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung parameter-parameter kinerja tersebut

1. Perbandingan antara rata-rata pelanggan yang datang dengan rata-rata pelanggan yang telah dilayani per satuan waktu

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

2. Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (L_q)

$$L_q = \left(\frac{\left(\frac{\rho}{2}\right)^2}{1 - \frac{\rho}{2}} \right) \left(\frac{\lambda^2 \sigma_T^2 + \mu^2 \sigma_S^2}{2} \right) \left(\frac{\rho}{1 + \frac{\rho}{2}} \right)$$

Dengan σ_S^2 adalah variansi waktu pelayanan dan σ_T^2 adalah variansi waktu kedatangan.

3. Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L_s)

$$L_s = L_q + \rho$$

4. Rata-rata durasi pelanggan dalam antrian (W_q)

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

5. Rata-rata durasi pelanggan dalam sistem (W_s)

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

Perhitungan *mean*, standar deviasi, variansi, dan koefisien variasi dilakukan menggunakan Microsoft Excel untuk mempermudah analisis dan interpretasi kondisi sistem antrian.

No	Peubah	Mean (detik)	Standar Deviasi (detik)	Variansi	Koefisien Variasi
1.	Waktu Antar Kedatangan	81,9231	117,947	15339,2	69,4576%
2.	Waktu Pelayanan	90,1755	32,6369	1074,22	276,299%

Rata-rata waktu antar kedatangan pelanggan di gerai *Mixue Ice Cream & Tea* Jalan Pahlawan Magelang adalah 81,92 detik, lebih kecil dibanding rata-rata waktu pelayanan sebesar 90,18 detik. Hal ini menyebabkan terbentuknya antrean karena laju kedatangan lebih

tinggi dari laju pelayanan. Standar deviasi waktu antar kedatangan sebesar 117,95 detik, jauh lebih besar dari simpangan baku waktu pelayanan sebesar 32,64 detik, menunjukkan variasi waktu kedatangan yang tinggi.

Namun, koefisien variasi waktu pelayanan mencapai 276,30%, hampir 4 kali lipat dari waktu antar kedatangan (69,46%), yang menandakan bahwa waktu pelayanan jauh lebih tidak konsisten. Ini bisa disebabkan oleh variasi pesanan, perbedaan keterampilan petugas, atau prosedur yang tidak seragam. Ketidakkonsistenan ini dapat memicu ketidakseimbangan sistem dan waktu tunggu yang lebih lama.

Untuk menganalisis dinamika sistem antrian ini, digunakan pendekatan *Mean Value Analysis* (MVA) yang fleksibel terhadap distribusi waktu, sehingga cocok untuk kondisi antrian dengan variasi tinggi.

Diketahui laju kedatangan pelanggan (λ) dalam 110 menit pengamatan adalah $\lambda = \frac{1}{\bar{x}_T} \approx 0,0122$, sedangkan laju pelayanan pelanggan (μ) dalam periode pengamatan yang sama adalah $\mu = \frac{1}{\bar{x}_S} \approx 0,0111$. Perhitungan *steady state* dilakukan berdasarkan data waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan dengan jumlah pelayanan (c) sebanyak satu server.

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu} = \frac{0,0122}{1(0,0111)} \approx 1,0991$$

Nilai ρ ini menunjukkan bahwa sistem antrian di gerai Mixue tidak berada dalam kondisi *steady state*, karena nilai $\rho > 1$, yang berarti laju kedatangan pelanggan melebihi laju pelayanan.

Setelah diperoleh nilai parameter laju kedatangan (λ) dan laju pelayanan (μ), perbandingan antara rata-rata pelanggan yang datang dengan rata-rata pelanggan yang telah dilayani per satuan waktu (ρ), maka langkah selanjutnya adalah menghitung ukuran kinerja sistem antrian. Ukuran kinerja sistem dihitung dan diperoleh nilai L_q , L_s , W_q , dan W_s , yaitu $L_q \approx 0,574336$, $L_s \approx 1,6734$, $W_q \approx 47,0767$, dan $W_s \approx 137,16679$ artinya rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (L_q) adalah sebesar 0,574336 pelanggan atau terdapat paling banyak satu pelanggan dalam antrian, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem adalah sekitar 1,6734 pelanggan pada suatu waktu tertentu, rata-rata waktu yang dihabiskan pelanggan untuk menunggu dalam antrian sebelum memperoleh layanan adalah sekitar 47,0767 detik, sedangkan total waktu yang dihabiskan pelanggan di dalam sistem, baik untuk menunggu maupun dilayani adalah sekitar 137,16679 detik.

Dengan temuan ini, dapat disarankan agar gerai mempertimbangkan strategi peningkatan efisiensi, misalnya penambahan jumlah kasir pada jam sibuk, otomatisasi pemesanan, atau pelatihan pegawai untuk menekan variasi waktu pelayanan. Strategi-strategi tersebut diharapkan dapat meningkatkan kepuasan pelanggan dan mengurangi waktu tunggu, sehingga pelayanan menjadi lebih efektif.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem antrian pada counter kasir Mixue *Ice Cream & Tea* Jalan Pahlawan Magelang belum berada dalam kondisi stabil karena nilai proportional utilization melebihi satu ($\rho = 1,0991$). Model antrian yang terbentuk berdasarkan data waktu antar kedatangan dan pelayanan adalah $(\text{Gamma/GEV/1}):(\text{GD}/\infty/\infty)$, yang mencerminkan ketidakteraturan pada pola kedatangan dan pelayanan. Ukuran kinerja sistem antrian menunjukkan bahwa rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (L_q) sebesar 0,574, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L_s) sebesar 1,673, rata-rata waktu tunggu pelanggan dalam antrian (W_q) sebesar 47,08 detik, dan total waktu dalam sistem (W_s) sebesar 137,17 detik.

Hasil ini menunjukkan bahwa pelanggan cenderung menunggu sebelum dilayani karena laju kedatangan lebih tinggi dibanding laju pelayanan. Simulasi menunjukkan bahwa jika jumlah kasir ditambah, maka nilai L_q , L_s , W_q , dan W_s akan menurun, sedangkan peluang kasir menganggur (P_0) akan meningkat. Hal ini menandakan bahwa penambahan sumber daya layanan dapat mengurangi waktu tunggu pelanggan, meskipun berisiko pada efisiensi kasir. Oleh karena itu, strategi seperti penambahan kasir pada jam sibuk, otomatisasi layanan, atau pelatihan petugas disarankan untuk menekan variasi waktu pelayanan dan meningkatkan kualitas pelayanan pelanggan di gerai tersebut.

DAFTAR REFERENSI

- Almer, R., Amanda, C. V., Pramudya, A. D., Octavandine, D., Rahmat, J., & Arini, R. W. (2025). Analisis waktu kedatangan dan pelayanan pelanggan pada Reddog Purwokerto menggunakan metode single channel multi phase. *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, 8(5).
- Amanda, P., Ekonomi, F., & Bisnis, D. (2024). Pengaruh kualitas produk dan kualitas pelayanan terhadap kepuasan pelanggan pada MIXUE Ice Cream & Tea. *Pusat Publikasi Ilmu Manajemen*, 2(3), 217–226. <https://doi.org/10.59603/ppiman.v2i3.451>
- Ekawati, R., Anggraeni, S. K., Ulfah, M., Febianti, E., & Wahyuni, N. (2023). Analisa sistem antrian single-channel multi-phase gerai Ice Cream and Tea wilayah Cilegon. *Journal of Systems Engineering and Management*, 2(2), 144. <https://doi.org/10.36055/joseam.v2i2.22133>

- Hidayat, N. R., Kusumasari, I. R., Akbar, G. F., Ramadhan, B. Z., & Arfian, Z. (2024). Strategi ekspansi Mixue di pasar Indonesia menggunakan pendekatan teoritis Simon dan Mintzberg. *Jurnal Bisnis dan Komunikasi Digital*, 2(2), 10. <https://doi.org/10.47134/jbk.d.v2i2.3485>
- Indriyana, I. (2024). Pengoptimalan loket pembayaran (kasir) di Tumaka Mart Kota Kendari menerapkan sistem antrian model multi channel single phase (M/M/c), 4, 718–728.
- Laurensia Siallagan, I., Sirait, D. E., Antasari, J., & Sinaga, B. (2024). Analisis antrian dalam pengoptimalan pelayanan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) dengan menggunakan model antrian multi channel single phase. <https://attractivejournal.com/index.php/bce/>
- Purnomo, B. H., Wibowo, Y., & Aditya, G. Y. (2021). Analisis model sistem antrian pada pelayanan restoran Kober Mie Setan Jember. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(4), 1071–1083. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i4.10452>
- Ridlo, U. (2023). *Metode penelitian studi kasus*. Publica Indonesia Utama.
- Safitri, S., Perdananda, L., Nabilah, I., Azani, R. M., & Shofa, M. J. (2024). Penerapan model simulasi antrian single channel single phase di gerai Ice Cream, Kota Serang. *Metode Jurnal Teknik Industri*, 10(2).
- Sari, I. P., Batubara, I. H., Ramadhani, F., & Wardani, S. (2022). Perancangan sistem antrian pada wahana hiburan dengan metode First In First Out (FIFO). *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 1(3), 116–123. <https://doi.org/10.56211/sudo.v1i3.93>
- Shabrina, H. T., Putra, R. M., Safi'i, A., Hidayat, N., Ikbal, M., & Syauqi, M. (2022). Analisis sistem antrian guna mengoptimalkan pelayanan pada kios minuman (food court). *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 3.
- Sirait, R. G., Harahap, S. Z., & Ritonga, I. (2024). Rancang bangun sistem antrian online menggunakan metode single channel multi phase studi pada Dinas Sosial Kabupaten Labuhanbatu. *Informatika: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Labuhanbatu*, 12(1).
- Soro, S., Suharyanto, H., Handayani, S., Bidin, B., & Rus'ansyah, R. (2023). Analysis of academic supervision competence through workshop activities (Case study of Kapuas District Islamic Religious Education teachers). *Qalamuna: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Agama*, 15(1), 61–72. <https://doi.org/10.37680/qalamuna.v15i1.2187>
- Sugito, & Fauzia, M. (2009). Analisis sistem antrian kereta api di Stasiun Besar Cirebon dan Stasiun Cirebon Prujakan.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, R&D dan Penelitian Pendidikan)* (A. Nuryanto, Ed.; Edisi ke-3). Yogyakarta: Alfabeta.
- Trifosa Veronica, M., Malkan, I., Ilmi, B., Fakultas, I., & Kesehatan, I. (2020). Minuman kekinian di kalangan mahasiswa Depok dan Jakarta. *Indonesian Journal of Health Development*, 2(2).

- Tyas, G. R., Ardelia, A., Artamevia, K. S., Padmantyo, S., Manajemen, J., Ekonomi, F., & Bisnis, D. (2023). Analisis penerapan teori antrian pada Mie Gacoan cabang Surakarta.
- Wahyudi, D., Yundari, H., & Perdana, I. (2022). Analisis sistem antrian pada pola kedatangan berkelompok di kafe. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, 11(5).
- Waruwu, M., Pu'at, S. N., Utami, P. R., Yanti, E., & Rusydiana, M. (2025). Metode penelitian kuantitatif: Konsep, jenis, tahapan dan kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10(1), 917–932. <https://doi.org/10.29303/jipp.v10i1.3057>
- Wijaya, G. A., Cetrin, C., Imbiri, Y., Kayame, M., & Regina, M. (2025). Analisis sistem antrian M/M/1 pada kasir Toko SAGA menggunakan aplikasi QM for Windows, 3(6), 3–8.
- Zainob, F. (2021). Faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan tenaga kerja pada industri makanan dan minuman di Kabupaten Aceh Barat.