

**ANALISIS OPTIMASI SISTEM ANTREAN PELANGGAN CAFE KOPINAN 24
MENGUNAKAN MODEL M/M/1 DAN M/M/2**

Ahmat Tholiquil Qilmi^{1*}, Dwi Retna Sulistyawati², Gunawan Mohammad³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Jepara, Indonesia

*email korespondensi: ahmattholiquilqilmi123@gmail.com

ABSTRACT

Cafe Kopinan 24 Jepara operates continuously for 24 hours and frequently experiences long customer queues during peak hours, particularly between 20:00 and 23:00 on weekends. High customer arrival rates combined with limited service capacity in the ordering and payment process lead to excessive waiting times and reduced service effectiveness. This study aims to analyze the performance of the existing queuing system and determine a more optimal service configuration. The originality of this research lies in the comparative evaluation of single-server and multi-server queue models supported by analytical calculation and discrete-event simulation. Data were collected through direct observation and interviews, then analyzed using queueing theory based on arrival rate and service rate parameters. The M/M/1 model analysis shows a server utilization rate of 89%, an average queue length of seven customers, and an average waiting time of approximately 4–5 minutes, indicating that the system operates close to its capacity limit. An improvement scenario using the M/M/2 model demonstrates a significant reduction in queue length, waiting time, and service workload. Simulation results using ProModel further confirm that adding one service counter during peak hours effectively reduces bottlenecks and improves service flow. The findings indicate that the multi-server queuing configuration provides better operational performance. Therefore, the M/M/2 model is recommended as a more efficient service system to enhance service quality and customer satisfaction at Cafe Kopinan 24 Jepara.

Keywords: Customer Queuing System; Service System Optimization; Multi-Server Queue Model; Service Performance Analysis; Jepara

ABSTRAK

Cafe Kopinan 24 Jepara merupakan usaha kuliner yang beroperasi selama 24 jam dan sering mengalami antrean panjang pada jam sibuk, khususnya pukul 20.00–23.00 pada akhir pekan. Tingginya tingkat kedatangan pelanggan yang tidak diimbangi dengan kapasitas pelayanan pada proses pemesanan dan pembayaran menyebabkan waktu tunggu meningkat dan menurunkan efektivitas pelayanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem antrean yang berjalan serta menentukan konfigurasi pelayanan yang lebih optimal. Orisinalitas penelitian terletak pada perbandingan kinerja sistem antrean satu pelayan dan dua pelayan yang didukung oleh analisis teoritis dan simulasi kejadian diskrit. Data diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara, kemudian dianalisis menggunakan teori antrean dengan parameter tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem antrean satu pelayan memiliki tingkat utilisasi sebesar 89%, rata-rata panjang antrean tujuh pelanggan, serta waktu tunggu rata-rata 4–5 menit, yang mengindikasikan sistem belum optimal. Penerapan skenario perbaikan menggunakan sistem dua pelayan menghasilkan penurunan signifikan pada

waktu tunggu, panjang antrean, dan beban kerja pelayanan. Hasil simulasi ProModel memperkuat bahwa penambahan satu pelayan pada jam sibuk mampu mengurangi hambatan pelayanan dan meningkatkan kelancaran alur proses. Dengan demikian, sistem antrean dua pelayan direkomendasikan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas pelayanan di Cafe Kopinan 24 Jepara.

Kata Kunci: Sistem Antrean Pelanggan; Optimasi Sistem Pelayanan; Model Antrean Multi Pelayan; Kinerja Pelayanan;

1. PENDAHULUAN

Perubahan gaya hidup masyarakat modern, khususnya di kalangan generasi muda, mendorong meningkatnya kebutuhan akan ruang publik yang dapat digunakan untuk bersantai, bekerja, dan bersosialisasi tanpa terikat waktu. Kondisi tersebut memicu berkembangnya usaha jasa kuliner dengan jam operasional 24 jam sebagai respons terhadap pola aktivitas masyarakat yang semakin fleksibel dan berlangsung hingga larut malam (Wahyudi et al., 2022; Madania et al., 2022). Keberadaan kafe dengan jam operasional tanpa henti menjadi alternatif bagi masyarakat perkotaan dan kawasan pendidikan untuk memenuhi kebutuhan rekreasi sekaligus produktivitas, sehingga kinerja sistem pelayanan menjadi faktor krusial dalam menjaga kenyamanan pelanggan dan keberlanjutan usaha (Rembulan & Septorino, 2025; Shabrina, 2022).

Cafe Kopinan 24 Jepara merupakan salah satu kafe yang beroperasi selama 24 jam dengan tingkat kunjungan pelanggan yang relatif tinggi, khususnya pada akhir pekan. Lokasi yang strategis di kawasan perkotaan serta lingkungan sekitar yang didominasi oleh hunian dan tempat kos mahasiswa menjadikan kafe ini sebagai pusat aktivitas sosial masyarakat. Fenomena serupa juga ditemukan pada beberapa UMKM kuliner dan kedai kopi, di mana tingginya minat pengunjung pada jam tertentu sering kali tidak diimbangi dengan kapasitas pelayanan yang memadai, sehingga berpotensi menimbulkan antrean panjang (Madania et al., 2022; Wahyudi et al., 2022; Purnomo, 2021).

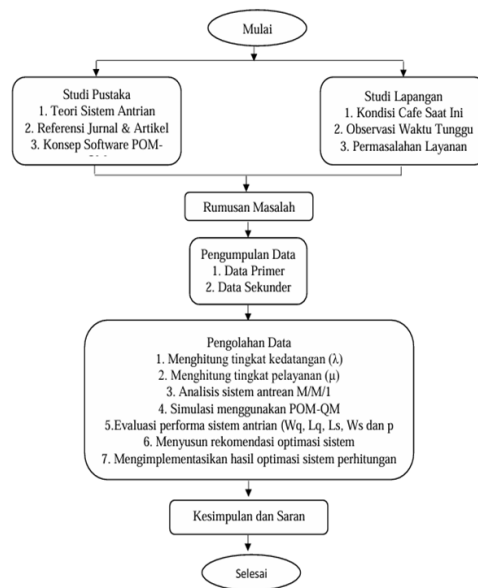
Berdasarkan hasil observasi lapangan, pada periode akhir pekan khususnya hari Jumat, Sabtu, dan Minggu pukul 20.00–23.00, jumlah pelanggan Cafe Kopinan 24 Jepara dapat mencapai 100–150 orang per hari dan meningkat hingga lebih dari 200 orang pada kondisi tertentu. Pada jam sibuk tersebut, pelanggan harus menunggu relatif lama untuk melakukan pemesanan dan menerima pesanan, dengan waktu tunggu berkisar antara 20–30 menit. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pelayanan bekerja mendekati batas kapasitasnya, sebagaimana dijelaskan dalam penelitian sistem antrean pada sektor jasa yang menyatakan bahwa ketidakseimbangan antara tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan akan berdampak pada meningkatnya waktu tunggu serta penurunan kepuasan pelanggan (Brianorman, 2022; Wijaya et al., 2025; Sunarya, n.d.).

Permasalahan antrean merupakan isu klasik dalam sistem pelayanan jasa dan telah banyak dikaji menggunakan pendekatan teori antrean dan simulasi sistem. Model antrean M/M/1 dan M/M/2 umum digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan pelanggan (Sugito & Hoyyi, 2013). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa

penambahan jumlah pelayan pada waktu tertentu dapat meningkatkan efektivitas pelayanan dan mengurangi panjang antrian secara signifikan (Afifa et al., 2025; Ulfania et al., 2025; Ihza, 2025). Selain analisis matematis, penggunaan perangkat lunak seperti POM-QM for Windows dan simulasi ProModel banyak dimanfaatkan untuk memvalidasi hasil analisis dan menggambarkan kondisi sistem secara lebih realistis. Pendekatan simulasi dinilai mampu merepresentasikan kondisi nyata sistem pelayanan serta mengidentifikasi potensi bottleneck secara visual dan kuantitatif (Astanti et al., 2020; Ekoanindiyo, 2020; Riyanto, 2014; Ristanti, 2022).

Meskipun berbagai penelitian terkait sistem antrian telah dilakukan, sebagian besar studi masih berfokus pada sektor layanan publik, perbankan, atau fasilitas kesehatan. Oleh karena itu, terdapat *research gap* berupa kebutuhan analisis komparatif antara sistem satu pelayan (M/M/1) dan dua pelayan (M/M/2) yang dikombinasikan dengan simulasi pada usaha jasa kuliner skala menengah dengan pola kedatangan pelanggan yang fluktuatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik sistem antrian pelanggan pada proses pemesanan di Cafe Kopinan 24 Jepara, mengidentifikasi penyebab terjadinya antrian panjang pada jam sibuk, serta merumuskan usulan perbaikan sistem pelayanan yang lebih optimal melalui perbandingan model M/M/1 dan M/M/2 menggunakan POM-QM for Windows dan simulasi ProModel. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pengelola kafe serta memperkaya kajian akademik terkait sistem antrian pada sektor jasa (Eka Febriana & Nurhidayat, 2023; Rembulan & Septorino, 2025).

2. METODE



Gambar 1 Alur Tahap Penelitian

2.1 Desain / Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART). Metode HEART digunakan untuk

menganalisis keandalan manusia dalam suatu aktivitas kerja dengan mengidentifikasi potensi kesalahan manusia serta menghitung probabilitas terjadinya kesalahan atau Human Error Probability (HEP) secara kuantitatif. Pendekatan ini dipilih karena mampu mengaitkan kondisi kerja aktual dengan peluang terjadinya kesalahan manusia secara sistematis (Zetli, 2021).

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan [isi bulan dan tahun penelitian] di Cafe Kopinan 24 Jepara, yang berlokasi di Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada tingginya intensitas aktivitas kerja dan potensi terjadinya kesalahan manusia pada proses pelayanan pelanggan, khususnya pada jam operasional sibuk.

2.3 Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh aktivitas kerja karyawan yang terlibat langsung dalam proses pelayanan pelanggan di Cafe Kopinan 24 Jepara. Sampel penelitian berupa aktivitas kerja kritis yang memiliki potensi kesalahan tinggi berdasarkan hasil observasi awal. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah purposive sampling, yaitu pemilihan sampel secara sengaja berdasarkan kriteria tertentu, seperti frekuensi aktivitas, tingkat beban kerja, dan risiko kesalahan.

2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang tersusun secara sistematis sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 Alur Tahap Penelitian, dengan rincian sebagai berikut:

2.4.1 Studi Pendahuluan

Penelitian diawali dengan studi pendahuluan untuk mengidentifikasi sistem antrian yang berjalan di Cafe Kopinan 24 Jepara. Pada tahap ini dilakukan studi literatur terkait teori antrian, khususnya model M/M/1 dan M/M/2, serta penentuan metode analisis dan perangkat lunak yang digunakan, yaitu POM-QM for Windows dan ProModel.

2.4.2 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk memperoleh gambaran kondisi nyata sistem pelayanan di Cafe Kopinan 24 Jepara. Kegiatan ini meliputi pengamatan kondisi eksisting sistem antrian, observasi waktu kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan, serta identifikasi permasalahan pelayanan yang menyebabkan terjadinya antrian panjang pada jam sibuk.

2.4.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil studi pendahuluan dan studi lapangan, dilakukan perumusan masalah penelitian yang berfokus pada kinerja sistem antrian pelanggan serta kebutuhan optimasi pelayanan guna meningkatkan efisiensi dan mengurangi waktu tunggu pada periode ramai.

2.4.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui data primer dan data sekunder. Data primer berupa data waktu kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan yang diperoleh melalui observasi langsung di lokasi penelitian, sedangkan data sekunder diperoleh dari literatur, laporan, dan dokumen pendukung yang relevan.

2.4.5 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah dengan menghitung tingkat kedatangan pelanggan (λ) dan tingkat pelayanan (μ). Selanjutnya dilakukan analisis sistem antrean menggunakan model M/M/1 dan M/M/2, serta evaluasi kinerja sistem berdasarkan indikator panjang antrean, waktu tunggu, dan tingkat utilisasi pelayanan.

2.4.6 Simulasi Sistem Antrean

Simulasi sistem antrean dilakukan menggunakan perangkat lunak ProModel untuk memodelkan sistem M/M/1 dan M/M/2. Hasil simulasi digunakan untuk membandingkan hasil analisis matematis serta mengevaluasi efektivitas penambahan server terhadap kinerja sistem pelayanan.

2.4.7 Implementasi Hasil Analisa dan Perbandingan

Hasil analisis matematis dan simulasi selanjutnya dibandingkan untuk menentukan model antrean yang paling optimal dalam meningkatkan efisiensi pelayanan dan mengurangi waktu tunggu pelanggan di Cafe Kopinan 24 Jepara.

2.4.8 Kesimpulan Dan Saran

Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis dan simulasi yang telah dilakukan, serta penyusunan saran sebagai rekomendasi perbaikan sistem pelayanan guna meningkatkan kualitas layanan kafe.

2.5 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Lembar observasi, untuk mencatat aktivitas kerja dan kondisi lapangan.
- Panduan wawancara, untuk menggali informasi terkait prosedur kerja dan kendala yang dihadapi pekerja.
- Tabel HEART, yang berisi Generic Task Categories, nilai NHU, dan daftar Error Producing Conditions (EPCs).

2.6 Teknik Analisa Data

Teknik analisis data dilakukan menggunakan metode HEART dengan tahapan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Tingkat Kedatangan } \lambda = \frac{\text{total pelanggan datang}}{\text{total waktu pengamatan}} \quad (1)$$

$$\text{Tingkat Pelayanan } \mu = \frac{\text{total pelanggan dilayani}}{\text{total waktu pelayanan}} \quad (2)$$

Keterangan:

λ = tingkat kedatangan pelanggan (pelanggan/waktu)

μ = tingkat pelayanan (pelanggan/waktu)

Rumus (1) digunakan untuk menentukan rata-rata jumlah pelanggan yang datang dalam satu satuan waktu pengamatan, sedangkan rumus (2) digunakan untuk menentukan rata-rata kemampuan sistem pelayanan dalam melayani pelanggan per satuan waktu. Nilai λ dan μ selanjutnya digunakan sebagai parameter utama dalam analisis sistem antrean model M/M/1 dan M/M/2.

Perhitungan tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan ini mengacu pada

teori antrean yang dikemukakan oleh Jatmika dan Prasetyo (2020) serta digunakan secara luas dalam analisis kinerja sistem pelayanan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Observasi dilakukan selama tiga minggu berturut-turut, khusus pada hari Jumat, Sabtu, dan Minggu yang merupakan waktu dengan jumlah pelanggan tertinggi. Pengamatan dilakukan mulai pukul 20.00 hingga 23.00 WIB, yaitu periode puncak (jam sibuk) berdasarkan hasil wawancara dengan pengelola cafe. Dengan demikian, total waktu pengamatan adalah 27 jam (3 jam × 3 hari × 3 minggu). Selama periode tersebut, peneliti mencatat jumlah pelanggan yang datang setiap jam serta waktu yang dibutuhkan dalam proses pelayanan, meliputi aktivitas pemesanan, pembayaran, hingga pesanan diterima pelanggan. Hasil observasi mingguan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1 Data Pengunjung Minggu Pertama

No.	Jam	jumat	sabtu	minggu
1	20.00-21.00	85	174	87
2	21.00-22.00	87	174	87
3	22.00-23.00	38	69	36

Tabel 2 Data Pengunjung Minggu Kedua

No.	Jam	jumat	sabtu	minggu
1	20.00-21.00	86	175	87
2	21.00-22.00	87	174	87
3	22.00-23.00	36	73	36

Tabel 3 Data Pengunjung Minggu Ketiga

No.	Jam	jumat	sabtu	minggu
1	20.00-21.00	87	176	87
2	21.00-22.00	87	176	87
3	22.00-23.00	36	73	36

3.2 Pengolahan Data

3.2.1 Perhitungan Parameter Dasar Sistem Antrian

Berdasarkan hasil observasi selama 9 hari penelitian, diperoleh:

- Rata-rata tingkat kedatangan pelanggan (λ) = 93,44 pelanggan/jam
- Rata-rata tingkat pelayanan (μ) = 105,01 pelanggan/jam

Nilai tingkat kedatangan (λ) dan tingkat pelayanan (μ) yang telah diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung ukuran kinerja sistem antrean model M/M/1. Model ini menggambarkan sistem pelayanan dengan satu pelayan dan pola kedatangan serta pelayanan

yang mengikuti distribusi Poisson dan eksponensial. Ukuran kinerja sistem antrian M/M/1 dihitung menggunakan rumus-rumus berikut (Jatmika & Prasetyo, 2020; Brianorman, 2022).

1. Tingkat Kegunaan Fasilitas Pelayanan

$$p = \frac{\lambda}{\mu} \quad (3)$$

2. Rata-rata Jumlah Pelanggan dalam Antrian

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)} \quad (4)$$

3. Rata-rata Jumlah Pelanggan dalam Sistem

$$Ls = \frac{\lambda}{\mu-\lambda} \quad (5)$$

4. Rata-rata Waktu Tunggu Pelanggan dalam Antrian

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda} \quad (6)$$

5. Rata-rata Waktu Pelanggan dalam Sistem

$$Ws = \frac{Ls}{\lambda} \quad (7)$$

6. Probabilitas Tidak Ada Pelanggan dalam Sistem

$$P0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \quad (8)$$

Contoh Perhitungan :

$$1. P = \frac{93,44}{105,01} = 0,89$$

Artinya, pelayan bekerja dengan tingkat kesibukan 89% dari waktu operasionalnya.

$$2. Lq = \frac{(93,44)^2}{105,01(105,01-93,44)} = 7,19$$

Berarti terdapat sekitar 7 pelanggan yang menunggu dalam antrian.

$$3. Ls = \frac{93,44}{105,01-93,44} = 8,80$$

Menunjukkan rata-rata 8 pelanggan berada dalam sistem (7 menunggu + 1 dilayani).

$$4. Wq = \frac{7,19}{93,44} = 0,0769 \text{ Jam} = 4,61 \text{ Menit}$$

Pelanggan menunggu sekitar 4–5 menit sebelum dilayani.

$$5. Ws = \frac{8,08}{93,44} = 0,0864 \text{ Jam} = 5,18 \text{ Menit}$$

Pelanggan berada dalam sistem selama sekitar 5 menit sejak datang hingga selesai dilayani.

$$6. P0 = 1 - 0,89 = 0,11$$

Artinya, waktu longgar sistem hanya sekitar 11%, yang menunjukkan sistem bekerja dengan beban tinggi dan hanya sedikit waktu tanpa pelanggan.

3.2.2 Hasil Simulasi Menggunakan POM-QM for Windows

Tabel 4 Hasil Perhitungan Manual

Kondisi ini menggambarkan bahwa beban kerja pelayan sudah mendekati batas

No.	Kriteria / Parameter	Simbol	Nilai	Satuan / Keterangan
1	Tingkat Kedatangan Pelanggan	λ (lambda)	93,44	pelanggan/jam
2	Tingkat Pelayanan Pelanggan	μ (mu)	105,01	pelanggan/jam
3	Tingkat Kegunaan Fasilitas Pelayanan	ρ (rho)	0,89	proporsi (0–1) atau 89% menunjukkan tingkat kesibukan pelayan
4	Probabilitas Sistem Tidak Sibuk	P_0	0,11	proporsi (11%) — peluang tidak ada pelanggan dalam sistem
5	Rata-rata Jumlah Pelanggan dalam Antrean	L_q	7,19	pelanggan
6	Rata-rata Jumlah Pelanggan dalam Sistem	L_s	8,08	pelanggan
7	Rata-rata Waktu Tunggu dalam Antrean	W_q	0,0769	jam \approx 4,61 menit
8	Rata-rata Waktu Tunggu dalam Sistem	W_s	0,0864	jam \approx 5,18 menit
9	Jumlah Pelayan yang Sibuk	\bar{c}	0,8898	server — menunjukkan tingkat keterlibatan pelayan aktif
10	Persentase Pemanfaatan Pelayan	—	89%	persen waktu kerja efektif dibandingkan waktu total operasional

maksimal. Waktu longgar yang hanya sekitar 11% menunjukkan bahwa hampir seluruh waktu

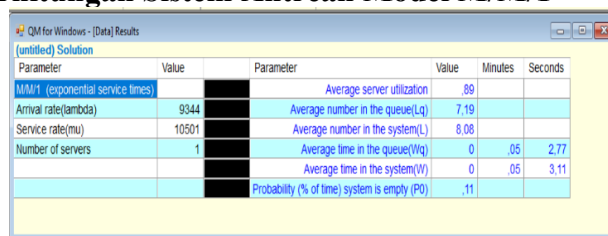
kerja digunakan untuk melayani pelanggan. Bila terjadi peningkatan jumlah pelanggan pada jam sibuk, sistem berpotensi mengalami penumpukan antrian.

Nilai $L_q = 7,19$ menunjukkan rata-rata terdapat 7 pelanggan yang menunggu dalam antrian sebelum dilayani, sedangkan $L_s = 8,08$ menunjukkan total pelanggan dalam sistem, baik yang menunggu maupun sedang dilayani. Waktu tunggu rata-rata pelanggan dalam antrian (W_q) sebesar 4,61 menit, dan total waktu pelanggan dalam sistem (W_s) sekitar 5,18 menit.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa sistem pelayanan di Cafe Kopinan 24 Jam Jepara berjalan efisien namun berada pada kondisi beban tinggi. Jika terjadi peningkatan jumlah pelanggan, waktu tunggu akan meningkat, sehingga disarankan adanya evaluasi sistem, seperti:

1. menambah jumlah pelayan/kasir saat jam sibuk,
2. melakukan penjadwalan shift kerja, atau
3. menerapkan sistem pemesanan digital untuk mengurangi antrian langsung.

3.3 Analisis Hasil Perhitungan Sistem Antrian Model M/M/1



Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/1 (exponential service times)		Average server utilization	0.89		
Arrival rate(λ)	9344	Average number in the queue(L_q)	7.19		
Service rate(μ)	10501	Average number in the system(L_s)	8.08		
Number of servers	1	Average time in the queue(W_q)	0.05	2.77	
		Average time in the system(W_s)	0.05	3.11	
		Probability (% of time) system is empty (P_0)	0.11		

Gambar 2 Analisis Antrian M/M/1 Menggunakan Pom-Qm

Analisis kinerja sistem antrian menggunakan model M/M/1 dilakukan untuk merepresentasikan kondisi pelayanan aktual di Cafe Kopinan 24 Jepara dengan satu pelayan. Hasil pengolahan data menggunakan POM-QM for Windows menunjukkan tingkat kedatangan pelanggan sebesar 93,44 pelanggan/jam dan tingkat pelayanan sebesar 105,01 pelanggan/jam, yang menandakan sistem beroperasi mendekati kapasitas maksimum. Tingkat utilisasi pelayan mencapai 0,89 dengan probabilitas sistem tidak sibuk hanya 0,11, menunjukkan beban kerja yang tinggi dan kondisi pelayanan yang hampir selalu padat. Rata-rata panjang antrian tercatat 7,19 pelanggan dengan waktu tunggu sekitar 4,61 menit, sedangkan waktu total pelanggan dalam sistem mencapai 5,18 menit. Kondisi ini mengindikasikan ketidakseimbangan antara kapasitas pelayanan dan tingkat kedatangan, sehingga sistem M/M/1 belum optimal dan berpotensi menurunkan kenyamanan pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan melalui penerapan model M/M/2 dengan penambahan pelayan untuk meningkatkan efisiensi dan menurunkan waktu tunggu.

3.4 Hasil Analisis Rekomen Sistem Antrean Model M/M/2

Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s		Average server utilization	.44		
Arrival rate(λ)	9344	Average number in the queue(L_q)	.22		
Service rate(μ)	10501	Average number in the system(L)	1.11		
Number of servers	2	Average time in the queue(W_q)	0	.0	.08
		Average time in the system(W)	0	.01	.43
		Probability (% of time) system is empty (P_0)	.38		

Gambar 3 Analisis antrean M/M/2 Menggunakan Pom-qm

Hasil simulasi menggunakan POM-QM menunjukkan bahwa tingkat utilisasi server menurun signifikan dari 0,89 menjadi sekitar 0,44, yang menandakan beban kerja terbagi lebih merata dan sistem menjadi lebih seimbang. Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrean juga turun drastis dari 7,19 pelanggan menjadi sekitar 1,03 pelanggan, disertai penurunan waktu tunggu rata-rata hingga lebih dari 80%. Penurunan ini menunjukkan bahwa penambahan satu pelayan mampu mempercepat pelayanan dan meminimalkan penumpukan antrean, sehingga meningkatkan kenyamanan pelanggan.

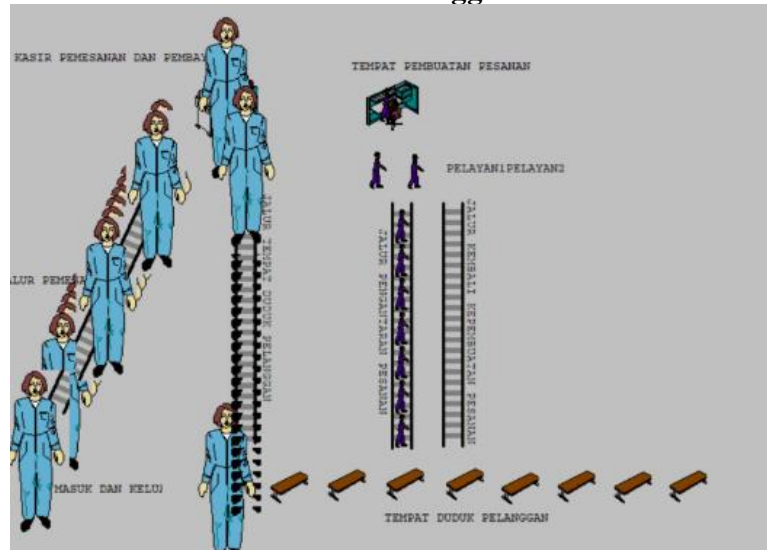
3.5 Pemodelan Sistem Antrean dengan ProModel

Pemodelan sistem antrean di Cafe Kopinan 24 Jepara dilakukan menggunakan perangkat lunak ProModel untuk memvisualisasikan dan mengevaluasi kinerja pelayanan pada jam sibuk. Model awal M/M/1 dibangun untuk merepresentasikan kondisi aktual dengan satu pelayan, mencakup alur kedatangan pelanggan dari pintu masuk, proses pemesanan dan pembayaran di kasir, hingga pelanggan meninggalkan sistem. Parameter kedatangan dan waktu pelayanan disesuaikan dengan hasil observasi lapangan sehingga simulasi mencerminkan kondisi nyata.

Hasil simulasi model M/M/1 menunjukkan terjadinya antrean cukup panjang pada area kasir akibat keterbatasan jumlah pelayan. Oleh karena itu, dilakukan pengembangan model menjadi M/M/2 sebagai skenario perbaikan dengan menambahkan satu pelayan pada area kasir. Struktur dasar model tetap sama, namun kapasitas pelayanan ditingkatkan sehingga dua pelayan dapat bekerja secara paralel dalam melayani pelanggan.

Simulasi model M/M/2 menunjukkan bahwa pelanggan terbagi ke dua jalur pelayanan sesuai ketersediaan pelayan, sehingga panjang antrean dan waktu tunggu berkurang secara signifikan. Output simulasi memperlihatkan penurunan tingkat utilisasi masing-masing pelayan serta peningkatan kelancaran alur pelayanan dibandingkan model M/M/1. Dengan demikian, pemodelan menggunakan ProModel memperkuat hasil analisis POM-QM bahwa penambahan satu pelayan pada jam sibuk mampu meningkatkan efisiensi sistem antrean dan kualitas pelayanan di Cafe Kopinan 24 Jepara.

3.6 Hasil Simulasi Antrean Metode M/M/1 Menggunakan Promodelan sistem



Gambar 4 Simulasi Antrean metode M/M/1 Promodelan sistem

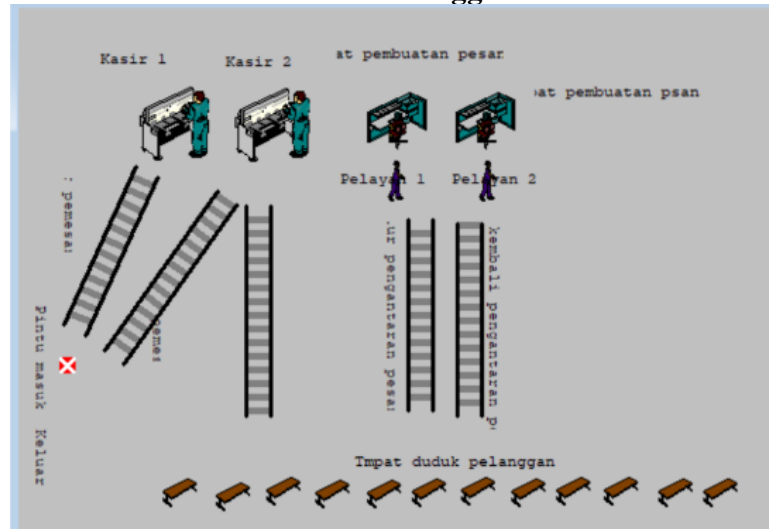
Simulasi antrean dengan menggunakan metode M/M/1 dilakukan untuk menggambarkan kondisi aktual sistem pelayanan di Cafe Kopinan 24 Jepara. Model ini digunakan untuk menganalisis performansi sistem yang hanya memiliki satu fasilitas pelayanan (*single server*), dengan asumsi bahwa pola kedatangan pelanggan mengikuti distribusi *Poisson* dan waktu pelayanan mengikuti distribusi Eksponensial.

Simulasi dijalankan menggunakan software Promodel selama tiga jam waktu operasional (pukul 20.00–23.00 WIB), yang merupakan periode dengan tingkat kedatangan pelanggan tertinggi. Parameter input yang digunakan yaitu tingkat kedatangan rata-rata ($\lambda = 93,44$ pelanggan/jam) dan tingkat pelayanan ($\mu = 105,01$ pelanggan/jam).

Berikut ini merupakan hasil simulasi Promodel model M/M/1 beserta analisis setiap gambar hasilnya. Simulasi sistem antrean menggunakan metode M/M/1 dengan ProModel menunjukkan bahwa kondisi pelayanan aktual di Cafe Kopinan 24 Jepara berada pada tingkat hampir jenuh selama jam sibuk. Tingginya laju kedatangan pelanggan yang mendekati kapasitas pelayanan menyebabkan kasir bekerja hampir sepanjang waktu dengan tingkat utilisasi sekitar 89%, sehingga antrean jarang kosong dan terjadi penumpukan pelanggan di area kasir.

Aktivitas pelanggan didominasi oleh kondisi menunggu, sementara waktu pelayanan relatif singkat karena hanya satu pelanggan yang dapat dilayani pada satu waktu. Selain itu, simulasi juga memperlihatkan adanya pelanggan yang gagal masuk ke sistem akibat keterbatasan kapasitas antrean dan lamanya waktu tunggu. Kondisi ini menandakan adanya ketidakseimbangan antara laju kedatangan dan kemampuan pelayanan, sehingga sistem antrean M/M/1 belum berjalan secara efisien dan berpotensi menurunkan kenyamanan serta kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan sistem pelayanan, khususnya melalui penambahan fasilitas pelayanan, agar kinerja antrean menjadi lebih optimal.

3.7 Hasil Simulasi Antrean Metode M/M/2 Menggunakan Promodelan sistem



Gambar 5 Simulasi Antrean metode M/M/2 Promodelan sistem

Simulasi M/M/2 dilakukan sebagai skenario perbaikan sistem pelayanan di Cafe Kopinan 24 Jepara, dengan menambahkan satu *server* (kasir kedua). Tujuannya adalah membandingkan performa sistem setelah peningkatan kapasitas pelayanan terhadap panjang antrean, waktu tunggu, dan tingkat utilisasi fasilitas. Hasil simulasi sistem antrean menggunakan metode M/M/2 menunjukkan bahwa penambahan satu server (kasir kedua) mampu meningkatkan kinerja pelayanan secara signifikan di Cafe Kopinan 24 Jepara.

Dengan dua kasir yang bekerja secara paralel, beban kerja pelayanan terbagi lebih merata, ditunjukkan oleh tingkat utilisasi masing-masing kasir yang berada pada kisaran 45–50%, jauh lebih rendah dibandingkan model M/M/1 yang hampir jenuh. Kondisi ini menyebabkan antrean jarang terbentuk, waktu tunggu pelanggan menurun drastis, dan seluruh pelanggan dapat terlayani tanpa adanya gagal masuk sistem.

Aktivitas pelanggan juga didominasi oleh kondisi dilayani (*in service*) dibandingkan menunggu, yang menandakan aliran pelayanan berjalan lebih lancar dan stabil. Secara keseluruhan, model M/M/2 terbukti lebih efisien, responsif terhadap lonjakan kedatangan pelanggan, serta mampu meningkatkan kualitas pelayanan dan kenyamanan pelanggan, sehingga layak direkomendasikan sebagai solusi optimal pada jam sibuk di Cafe Kopinan 24 Jepara.

3.8 Analisis Perbandingan Hasil Simulasi Model M/M/1 dan M/M/2

Setelah dilakukan simulasi dengan dua model antrean yang berbeda, yaitu M/M/1 (satu kasir) dan M/M/2 (dua kasir), diperoleh hasil perbandingan yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam performa sistem pelayanan di Cafe Kopinan 24 Jepara. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk mengetahui sejauh mana penambahan satu server dapat meningkatkan efisiensi pelayanan, mengurangi waktu tunggu, serta mempercepat arus antrean pelanggan.

Berikut menyajikan hasil perbandingan antara kedua model berdasarkan parameter utama sistem antrian yang diperoleh dari hasil simulasi Promodel.

No.	Parameter	M/M/1	M/M/2	Perbandingan & Interpretasi
1.	Jumlah Kasir	1	2	Penambahan satu kasir untuk mempercepat pelayanan.
2.	Utilisasi Server (p)	0,89	0,47 per kasir	Tingkat kesibukan berkurang; beban kerja terbagi merata.
3.	Rata-rata pelanggan dalam antrian (Lq)	7,19 pelanggan	1,02 pelanggan	Antrian berkurang lebih dari 85%.
4.	Rata-rata pelanggan dalam sistem (Ls)	8,08 pelanggan	2,25 pelanggan	Sistem menjadi lebih longgar, waktu proses lebih cepat.
5.	Waktu Tunggu Rata-rata (Wq)	0,0769 jam (4,61 menit)	0,0138 jam (0,83 menit)	Waktu tunggu menurun drastis sekitar 82%.
6.	Waktu Total dalam Sistem (Ws)	0,0864 jam (5,18 menit)	0,0205 jam (1,23 menit)	Pelanggan selesai lebih cepat dilayani.
7.	Pelanggan Gagal Dilayani (Failed Arrivals)	Ada	Tidak ada	Semua pelanggan dapat masuk sistem pada M/M/2.
8.	Kondisi Visual	Antrian panjang, kasir sibuk terus	Arus lancar, kasir bergantian melayani	Sistem M/M/2 lebih stabil dan efisien.

Hasil simulasi model M/M/1 menggunakan POM-QM for Windows menunjukkan tingkat utilisasi pelayanan yang tinggi sebesar 89%, menandakan sistem bekerja mendekati kondisi jenuh. Temuan ini sejalan dengan penelitian Afifa et al. (2025), Wijaya et al. (2025), serta

Madania et al. (2022) yang menyatakan bahwa sistem antrian dengan satu pelayan cenderung menimbulkan antrian panjang dan waktu tunggu tinggi ketika tingkat kedatangan pelanggan meningkat.

Nilai rata-rata panjang antrian (L_q) sebesar 7,19 pelanggan dan waktu tunggu rata-rata (W_q) sebesar 4,61 menit menunjukkan keterbatasan sistem M/M/1 dalam menghadapi fluktuasi permintaan. Hasil ini mendukung teori dan temuan sebelumnya oleh Brianorman (2022) serta Jatmika dan Prasetyo (2017) yang menyimpulkan bahwa sistem single channel memiliki fleksibilitas rendah pada kondisi beban tinggi.

Berdasarkan hasil tersebut, disarankan penambahan pelayan pada jam sibuk sehingga sistem dapat beralih ke model M/M/2. Rekomendasi ini sejalan dengan penelitian Rembulan dan Septorino (2025) yang membuktikan bahwa penambahan server efektif menurunkan waktu tunggu dan meningkatkan kelancaran pelayanan. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan karena data hanya dikumpulkan pada periode jam sibuk tertentu dan mengasumsikan pola kedatangan serta pelayanan bersifat stasioner. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan periode observasi yang lebih luas dan model simulasi yang lebih kompleks.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis sistem antrian pelanggan di Cafe Kopinan 24 Jepara menggunakan pendekatan model antrian M/M/1 dan M/M/2 yang didukung oleh perangkat lunak POM-QM for Windows dan simulasi ProModel, dapat disimpulkan bahwa sistem pelayanan yang berjalan saat ini dengan satu kasir belum mampu mengimbangi tingginya tingkat kedatangan pelanggan pada jam sibuk. Kondisi ini ditunjukkan oleh tingginya tingkat utilisasi kasir yang mendekati kapasitas maksimum, terbentuknya antrian panjang, serta meningkatnya waktu tunggu pelanggan yang berpotensi menurunkan kenyamanan dan kepuasan layanan. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa penambahan satu pelayan melalui penerapan model M/M/2 mampu memperbaiki kinerja sistem secara signifikan dengan menurunkan beban kerja pelayan, memperpendek antrian, serta mempercepat aliran pelayanan. Temuan ini menunjukkan bahwa penyesuaian jumlah server berdasarkan pola kedatangan pelanggan merupakan strategi efektif dalam mengoptimalkan sistem pelayanan kafe beroperasi 24 jam, sekaligus menjadi model operasional yang lebih adaptif terhadap lonjakan permintaan pada jam-jam sibuk.

DAFTAR PUSTAKA

Afifa, A. L. F., Utomo, P. E. P., & Ifitah, H. (2025). Analisis efektivitas penambahan server di waktu tertentu pada sistem antrian toko pupuk Sumber Tani: Peralihan dari model M/M/1 ke M/M/2 untuk meningkatkan kecepatan pelayanan dan mengurangi antrian. *Journal of*

- Management and Innovation Entrepreneurship (JMIE)*, 2(2), 1926–1933.
<https://doi.org/10.70248/jmie.v2i2.1708>
- Astanti, Y. D., Soejanto, I., & Berlianty, I. (2020). Simulasi alur pelayanan rawat jalan (poliklinik) di rumah sakit menggunakan software ProModel. *OPSI*, 13(1), 1–8.
<https://doi.org/10.31315/opsi.v13i1.3223>
- Brianorman, Y. (2022). Sistem antrian generik menggunakan model single channel single phase. *SAINTEKS*, 19(2), 171–185. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v19i2.15143>
- Eka Febriana, M., & Nurhidayat, A. E. (2023). Optimizing utilization by using ProModel and FMEA queue methods at toll gates. *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 4(03), 289–298.
<https://doi.org/10.59141/jiss.v4i03.797>
- Ekoanindiyo, F. A. (2020). Pemodelan sistem antrian dengan menggunakan simulasi. *Jurnal Teknologi Informasi*, 5(1), 72–85.
http://www.academia.edu/37722891/PEMODELAN_SISTEM_ANTRIAN_DENGAN_MENGGUNAKAN_SIMULASI
- Ihza, M. B. (2025). Penerapan model antrean multi channel multi phase pada sistem pelayanan Warung Bapak Coffee. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, 2(2), 357–368.
- Jatmika, S., & Prasetyo, B. P. T. (2017). Analisis antrian model multi channel–single phase dan optimalisasi layanan akademik. *Jurnal POSITIF*, 3(1), 41–46.
- Madania, S. M., Wihartika, D., & Pakuan, U. (2022). Analisis sistem antrian pada UMKM kedai kopi Daong dalam upaya peningkatan efisiensi pelayanan. *Essence: Entrepreneurship and Small Business Research for Economic Resilience*, 1(2), 63–74.
<https://doi.org/10.53698/essence.v1i2.10>
- Purnomo, B. H. (2021). Analisis model sistem antrian pada pelayanan Kober Mie Setan Jember menggunakan simulasi Arena. *Agrointek Journal*.
<https://journal.trunojoyo.ac.id/agrointek/article/view/10452>
- Rembulan, G. D., & Septorino, G. (2025). Aplikasi teori antrian dan simulasi ProModel untuk mengurangi panjang antrean: Studi kasus di SPBU Radio Dalam. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 11(1), 59–69.
<https://doi.org/10.30656/intech.v11i1.10227>
- Ristanti, L. I. (2022). Analisis sistem antrian teller menggunakan simulasi ProModel. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*.
<https://jim.unindra.ac.id/index.php/sijie/article/download/1142/858>
- Riyanto, A. (2014). *Simulasi sistem antrian menggunakan ProModel di RSHS* [Skripsi]. Universitas Komputer Indonesia.
<https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/11144/1/RSHS.pdf>
- Shabrina, H. T. (2022). Analisis sistem antrian guna mengoptimisasikan pelayanan pada kedai minuman. *Jurnal Bahana Advansi Informatika, Ekonomi dan Teknik*.
<https://jim.unindra.ac.id/index.php/baiet/article/viewFile/6527/882>
- Sugito, S., & Hoyyi, A. (2013). Proses antrian dengan kedatangan berdistribusi Poisson dan pola pelayanan berdistribusi general. *Media Statistika*, 6(1), 113–120.
<https://doi.org/10.14710/medstat.6.1.51-60>



- Sunarya, R. (n.d.). Analisis penerapan sistem antrian model M/M/S di BNI KCP. *Jurnal Bisnis Manajemen & Sistem Teknologi Riset*.
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jbmstr/article/viewFile/10835/10350>
- Ulfania, L., Katili, M. R., & Wungguli, D. (2025). Analisis sistem antrian model multiple channel–single phase untuk mengoptimalkan efektivitas pelayanan teller bank. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 5(1), 35–46.
<https://doi.org/10.29303/griya.v5i1.531>
- Wahyudi, D., Yundari, H., & Perdana, I. (2022). Analisis sistem antrian pada pola kedatangan berkelompok di kafe. *Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya (BIMASTER)*, 11(5), 833–840.
- 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. *Jurnal Teknologi Industri*, 3(6), 3–8.