



ANALISIS EFISIENSI SISTEM ANTREAN PELANGGAN PADA KASIR TOKO OLEH-OLEH KARTIKA SARI PUSAT PASKAL BANDUNG

Mutiara Maharani, Melisa Julianti, Dira Alma Laysani, Somadi

Program Studi Administrasi Bisnis, Fakultas Ilmu Sosial dan Bisnis, Universitas Wanita International, Bandung

Email : mutiaramaharani19@gmail.com, melisajulianti@gmail.com,
diraalma.laysani310804@gmail.com, somadi@iwu.ac.id

Abstract. *This study was motivated by the high volume of queues at the Kartika Sari store—particularly during peak times on Fridays, Saturdays, and Sundays—which results in long wait times and potentially diminishes customer satisfaction. The study aims to evaluate the performance of the cashier queuing system at the Kartika Sari Paskal Bandung flagship store under current conditions (with two active cashiers) and to analyze the impact of increasing the number of active cashiers to three on service efficiency. A quantitative approach utilizing the M/M/s queuing model was employed, with data collected through direct field observation. POM-QM for Windows software was used to ensure the accuracy of the results. The findings indicate an average customer arrival rate (λ) of 45 people per hour, while the service capacity per cashier (μ) is 25 people per hour. Under current conditions with two active cashiers, the average service rate is 9.47 customers per hour, with an average queue wait time (W_q) of 10.23 minutes. Optimization simulations demonstrated that increasing the number of active cashiers to three reduces the wait time to 0.71 minutes (42 seconds). The study concludes that activating three cashier units during peak hours is a strategic move to eliminate service bottlenecks and enhance operational efficiency.*

Keywords: *Queuing Model, M/M/S, queuing system, service, time efficiency*

Abstrak: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya tingkat antrean di Toko Kartika Sari, khususnya pada hari Jumat, Sabtu, dan Minggu sebagai waktu puncak, yang menyebabkan lamanya waktu tunggu dan berpotensi menurunkan tingkat kepuasan pelanggan. Adapun penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem antrean kasir di Toko Kartika Sari Pusat Paskal Bandung pada kondisi eksisting dengan dua kasir aktif, serta menganalisis dampak penambahan satu unit kasir menjadi tiga kasir aktif terhadap efisiensi pelayanan. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode teori antrean model (M/M/s). Data diperoleh melalui observasi langsung di lapangan. Untuk keakuratan hasil pada penelitian ini menggunakan *software POM-QM for Windows*. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kedatangan rata-rata pelanggan (λ) mencapai 45 orang per jam, sedangkan kapasitas pelayanan per kasir (μ) adalah 25 orang per jam. Pada kondisi saat ini ada 2 kasir aktif sementara rata-rata pelayanan pelanggan adalah 9,47 orang per jam dengan rata-rata waktu tunggu antrean (W_q) sebesar 10,23 menit. Melalui simulasi optimasi, penambahan menjadi 3 kasir aktif terbukti memangkas waktu tunggu menjadi 0,71 menit (42 detik). Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengaktifan 3 unit kasir pada jam sibuk merupakan strategi strategis untuk mengeliminasi *bottleneck* pelayanan dan meningkatkan efisiensi operasional.

Kata Kunci: Model Antrean, M/M/S, sistem antrean, pelayanan, efisiensi waktu

LATAR BELAKANG

Perkembangan bisnis mengalami perubahan secara cepat, baik dari segi bentuk maupun modelnya. Hal ini dipengaruhi berkembangnya teknologi, selera konsumen yang cepat berubah, dan persaingan usaha (Ishak & Somadi, 2019). Dalam industri ritel makanan dan pusat oleh-oleh, proses operasional yang efisien menjadi faktor kunci dalam menghasilkan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan (Widiadnyana et al., 2025).

Berkembangnya era digital dan meningkatnya persaingan bisnis, ekspektasi konsumen terhadap pelayanan juga mengalami peningkatan yang signifikan (Setiabudi & Cahyana, 2024). Konsumen tidak lagi berfokus pada kualitas produk, tetapi memperhatikan aspek kecepatan, ketepatan, serta kenyamanan dalam proses transaksi pelayanan (Santoso et al., 2022). Maka, diperlukannya sistem pelayanan yang mampu meminimalkan waktu tunggu dan meningkatkan efisiensi antrean menjadi elemen penting dalam meningkatkan kepuasan pelanggan (Ginting & Nasution, 2025).

Toko oleh-oleh Kartika Sari, Pusat Paskal Bandung, sebagai salah satu pelopor sekaligus pemimpin pasar dalam industri kue dan pusat oleh-oleh khas Jawa Barat, menghadapi tantangan operasional yang kompleks seiring dengan tingginya minat wisatawan domestik maupun internasional yang berkunjung ke Bandung. Karakteristik utama dari Kartika Sari Pusat Paskal Bandung adalah lokasinya yang strategis di pusat ekonomi Bandung serta brand yang kuat. Fenomena tingginya volume kunjungan terutama pada akhir periode akhir pekan, hari libur nasional dan musim perayaan keagamaan memberikan kontribusi profitabilitas yang positif bagi Perusahaan. Namun, di sisi lain menimbulkan implikasi operasional berupa *bottleneck* pada sistem transaksi khususnya di area kasir pembayaran. Tingginya tingkat antrean di Toko Kartika Sari, khususnya pada hari Jumat, Sabtu, dan Minggu sebagai waktu puncak (*Peak Time*), yang menyebabkan lamanya waktu tunggu dan berpotensi menurunkan tingkat kepuasan pelanggan.

Model Antrean Ganda (M/M/S) merupakan pendekatan kuantitatif yang relevan, yaitu model dengan dua atau lebih jalur pelayanan yang menunggu membentuk satu antrean tunggal (Thabrani et al., 2017), atau dikenal sebagai *Multi Channel–Single Phase*, di mana setiap sistem memiliki lebih dari satu fasilitas pelayanan pada satu tahap (Marike & Abdilah, 2024). Pembagian proses pelayanan menjadi beberapa tahap dan melibatkan beberapa server (Haryanto & Herlina, 2025), serta penambahan server di waktu sibuk mampu menurunkan waktu tunggu pelanggan (Apipah et al., 2026). Pendekatan inilah yang menjadi dasar analitis dalam penelitian ini untuk mengevaluasi sistem antrean kasir di Kartika Sari Pusat Paskal Bandung.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem antrean kasir di Toko Kartika Sari Pusat Paskal Bandung pada kondisi eksisting dengan dua kasir aktif, serta menganalisis dampak penambahan satu unit kasir menjadi

tiga kasir aktif terhadap efisiensi pelayanan. Secara khusus, penelitian ini berfokus pada pengukuran tingkat kesibukan kasir, probabilitas sistem kosong, rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian dan dalam sistem, serta durasi waktu tunggu pelanggan.

KAJIAN LITERATUR

1. Teori Antrean

Teori antrean merupakan sebuah teori analisis keefektifan sistem yang dikenalkan oleh A.K. Erlang, seorang ahli teknik berkebangsaan Denmark. A.K. Erlang melakukan suatu studi untuk melakukan modifikasi sistem untuk mengefektifkan pemakaian sistem pelayanan (Abdilla et al., 2023). Teori antrean adalah bidang ilmu yang melakukan penelitian untuk mengidentifikasi dan mengukur penyebab-penyebab serta konsekuensi-konsekuensi dari kegiatan mengantri (Purba et al., 2026). Teori ini bertujuan untuk mendesain fasilitas layanan untuk mengatasi permintaan pelayanan dan menjaga kestabilan biaya layanan dan biaya antrian (Alimuddin & Ahsan, 2022).

2. Sistem Antrean

Sistem antrean terdiri dari tiga karakteristik, yaitu kedatangan atau masukan sistem, disiplin antrean, dan fasilitas pelayanan. Sementara itu, faktor penting yang menentukan kompleksitas sistem antrean, baik antrean orang maupun barang, adalah tingkat kedatangan orang atau unit ke dalam antrean dan tingkat pelayanan (Purnomo et al., 2021). Model sistem antrean dapat bermacam-macam. Setiap perusahaan mungkin mempunyai model yang berbeda tergantung pada situasi yang terjadi di perusahaan tersebut. Empat model dasar antrean berdasarkan fasilitas pelayanan adalah:

1. Satu saluran satu tahap (*single-channel single-phase*)
2. Sebanyak saluran satu tahap (*multiple-channel single-phase*)
3. Satu saluran banyak tahap (*single-channel multiple-phase*)
4. Banyak saluran banyak tahap (*multiple-channel multiple phase*)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode antrean. Data pada penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh melalui observasi langsung di Toko Oleh-oleh Kartika Sari Pusat Paskal Bandung. Data dikumpulkan melalui metode

observasi lapangan terstruktur pada area kasir pembayaran Toko Oleh-oleh Kartika Sari Pusat Paskal Bandung. Pengamatan difokuskan pada jam sibuk yaitu pukul 15.00-18.00 WIB selama tiga hari pengamatan yang mewakili pola puncak kunjungan mingguan, yaitu hari Jumat, Sabtu, dan Minggu (29-31 Mei). Pencatatan dilakukan secara langsung menggunakan *stopwatch* dan lembar observasi untuk menghitung jumlah pelanggan yang masuk ke dalam antrian kasir dalam interval waktu per satu jam serta durasi pelayanan rata-rata yang diberikan oleh kasir kepada setiap pelanggan. Setelah pengumpulan data, selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan metode antrian dengan M/M/s.

1. Rumus perhitungan probabilitas sistem kosong (P_0):

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

2. Rata-rata jumlah konsumen dalam sistem (L_s):

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^s}{(s-1)! (s\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

3. Tingkat kesibukan sistem pelayanan (ρ):

$$\rho = \lambda / (s\mu)$$

4. Waktu tunggu pelanggan dalam antrian (W_q):

$$W_q = L_q / \lambda$$

5. Total waktu dalam sistem (W_s):

$$W_s = W_q + 1/\mu$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Kartika Sari merupakan salah satu usaha oleh-oleh khas Bandung yang berdiri sejak tahun 1974. Usaha ini didirikan oleh Ratnawati dengan mengembangkan resep kue keluarga yang sudah ada sejak masa kolonial Belanda. Usaha ini pada awalnya berupa usaha kecil berbasis rumahan, namun waktu yang terus berkembang menjadi ikon kuliner Bandung dengan produk unggulan seperti pisang bolen dan beberapa jenis santapan ringan lainnya. Saat ini, Kartika Sari memiliki beberapa cabang di Bandung, etapi untuk pusat tokonya ada di Pasirkaliki atau Paskal (Suarna & Hermawan, 2025). Dalam mempertahankan

usahanya, Kartika Sari ini menghadapi berbagai tantangan yang di mana harus menyesuaikan strategi bisnisnya dan kepemimpinannya sesuai perkembangan zaman. Sehingga saat ini tetap dikenal oleh lintas generasi sebagai destinasi utama oleh-oleh di Bandung (Alfatiha et al., 2022). Berikut data observasi lapangan mengenai volume kunjungan konsumen selama 3 hari pengamatan pada jam sibuk:

Tabel 1. Kedatangan Pelanggan (3 Hari Pengamatan)

Hari	Jam	Jumlah Konsumen /jam
Jumat, 29 Mei 2026	16.00-17.00	38
Jumat, 29 Mei 2026	17.00-18.00	45
Sabtu, 30 Mei 2026	15.00-16.00	43
Sabtu, 30 Mei 2026	16.00-17.00	40
Minggu, 31 Mei 2026	16.00-17.00	54
Minggu, 31 Mei 2026	17.00-18.00	50
	Rata-rata	45

Sumber: Hasil Observasi peneliti ke Toko Oleh-oleh Kartika Sari Pusat Paskal Bandung

Berdasarkan observasi tersebut, tingkat kedatangan pelanggan berkisar antara 38-54 pelanggan per jam, mencerminkan tingginya minat wisatawan terhadap oleh-oleh ini pada jam sibuk. Puncak digunakan nilai rata-rata dari enam interval pengamatan sebagai parameter utama:

- Tingkat kedatangan rata-rata (λ) = 45 pelanggan/jam
- Tingkat pelayanan rata-rata per kasir (μ) = 25 pelanggan/jam
- Jumlah kasir aktif eksisting (s)= 2

Analisis Kinerja sistem eksisting (Skenario S1: S=2)

1. Rata-rata kedatangan (λ) adalah 45 pelanggan/jam. Rata-rata pelayanan (μ) adalah 25 pelanggan per jam.

2. Kinerja sistem saat ini ($s=2$):

$$p = \lambda / (s \times \mu) = 45 / (2 \times 25) = 45 / 50 = 0,90 \text{ (90\%)}$$

Nilai $p = 90\%$ menunjukkan bahwa sistem kasir sangat sibuk.

3. Perhitungan probabilitas tidak adanya pelanggan di dalam pelayan (P_0) menghasilkan nilai:

$$p_0 = 1 / \left[\frac{1}{0!} (1,8)^0 + \frac{1}{0!} (1,8)^1 + \frac{1}{2!} (1,8)^2 \left(\frac{50}{50 - 45} \right) \right] = 0,0526 \text{ (5,26\%)}$$

Hasil (P_0) menunjukkan kemungkinan tidak ada pelanggan sangat kecil karena pelanggan sedang dilayani.

4. Implikasi dari parameter ini terhadap penumpukan pelanggan dihitung melalui jumlah pelanggan dalam sistem (L_s):

$$L_s = \frac{(45)(25)(1,8)^2}{(2-1)!(50-45)}(0,0526) + \frac{45}{25} = 9,47 \text{ konsumen}$$

Hasil menunjukkan bahwa sistem kasir Kartika Sari pada jam sibuk hampir selalu menampung sekitar 9 hingga 10 pelanggan sekaligus.

5. Rata-rata jumlah antrean L_q :

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} = 9,47 - \frac{45}{25} = 7,67 \text{ konsumen}$$

Angka 7,76 menunjukkan bahwa statistik di jam sibuk hampir selalu ada 7 sampai 8 orang yang dalam antrean.

6. Waktu tunggu pelanggan dalam antrean (w_q):

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{7,76}{45} = 0,17 \text{ jam (10,23 menit)}$$

Waktu 10 menit lebih dianggap sebagai "waktu tunggu yang lama" dalam dunia ritel oleh-oleh.

7. Rata-rata waktu dalam sistem:

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{9,47}{45} = 0,2104 \text{ jam (12,63 menit)}$$

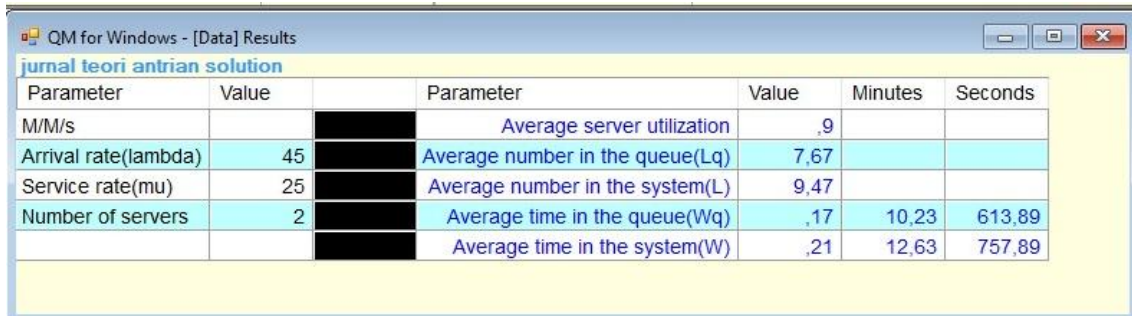
Nilai $W_s = 12,63$ menit menunjukkan bahwa pelanggan menunggu lebih lama dibanding dilayani.

Penyesuaian menggunakan *software POM-QM*

Dalam penelitian ini, analisis sistem antrean dilakukan tidak hanya dengan perhitungan matematis, tetapi dibantu *juga software POM-QM for Windows*. *Software* ini berfungsi untuk memastikan dan membandingkan kesamaan hasilnya. Berikut ini adalah langkah-langkah pengelolaan data menggunakan *software POM-QM for Windows*:

1. Buka aplikasi POM
2. Dibagian "Module Tree" pilih menu "Waiting lines" dengan model M/M/S
3. Masukkan data sesuai dengan studi kasus, dengan *time unit : Hours*
4. Klik *Solve* untuk melihat hasilnya

Hasil Analisis Antrean M/M/S menggunakan POM-QM For Windows



Parameter	Value		Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s			Average server utilization	.9		
Arrival rate(lambda)	45		Average number in the queue(Lq)	7,67		
Service rate(mu)	25		Average number in the system(L)	9,47		
Number of servers	2		Average time in the queue(Wq)	.17	10,23	613,89
			Average time in the system(W)	.21	12,63	757,89

Gambar 1. Parameter *Output* Simulasi Model Antrean M/M/s=2

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026

Berdasarkan hasil perhitungan matematis dan menggunakan *software*, nilai yang diperoleh sama pada setiap indikatornya, sehingga hasil hasil perhitungan sudah benar dan saling mengonfirmasi

Simulasi Optimasi Sistem: Penambahan Kasir Aktif (Skenario S2: S=3)

Untuk menanggulangi *bottleneck* pelayanan tersebut, dilakukan simulasi optimis dengan menambahkan jumlah kasir yang aktif menjadi 3 unit ($s = 3$) pada kondisi kedatangan dan pelayanan yang konstan ($\lambda = 45$, $\mu = 25$). Hasil perhitungan simulasi menunjukkan perubahan performa operasional yang sangat signifikan:

1. Kinerja Sistem dengan Penambahan Kasir ($s=3$):

$$\rho = \frac{\lambda}{s \times \mu} = \frac{45}{3 \times 25} = \frac{45}{75} = 0,60 \text{ (60\%)}$$

Hasil $\rho = 60\%$ menunjukkan sistem antrean turun secara signifikan.

2. Perhitungan probabilitas tidak adanya pelanggan di dalam pelayan (PO) menghasilkan nilai:

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

$$\lambda/\mu = 45/25 = 1,8$$

- Untuk $n = 0 : 1$
- Untuk $n = 1 : 1,8$
- Untuk $n = 2 = \frac{1,8^2}{2!} = 1,62$
- Tambahan untuk $n = 3 = \frac{1,8^3}{3! \cdot (1 - 0,6)} = \frac{5,83}{6 \cdot 0,4} = \frac{5,83}{2,4} \approx 2,43$

Sehingga:

$$P_0 = [1 + 1,8 + 1,62 + 2,43]^{-1} = \frac{1}{6,85} \approx 0,146 \text{ (14,60\%)}$$

Kondisi kosong dari antrean (P_0) meningkat hampir tiga kali lipat dibanding $s=2$ (5,26%)

3. Rata-rata jumlah pelanggan antrean (L_q)

$$L_q = \frac{((45)(25)(1,8)^3)}{2! (75 - 45)^2} \times 0,1460 = \frac{(1125)(5,832)}{2 \times 900} \times 0,1460$$

$$L_q = \frac{6561}{1800} \times 0,1460 = 3,645 \times 0,1460 = 0,53 \text{ pelanggan}$$

Angka 0,53 menunjukkan bahwa pada jam sibuk, hampir tidak pernah ada antrean yang terbentuk secara signifikan

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

$$L_s = 0,53 + \frac{45}{25} = 0,53 + 1,80 = 2,33 \text{ pelanggan}$$

Dengan $L_s = 2,33$, sistem kasir Kartika Sari pada skenario ini menampung sekitar 2 hingga 3 orang pelanggan sekaligus.

5. Waktu tunggu pelanggan dalam antrean (W_q)

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

$$W_q = \frac{0,53}{45} = 0,01178 \times 60 = 0,71 \text{ menit}$$

W_q menunjukkan penurunan waktu tunggu sebesar $\pm 93\%$ dibanding kondisi eksisting (10,23 menit ke 0,71 menit).

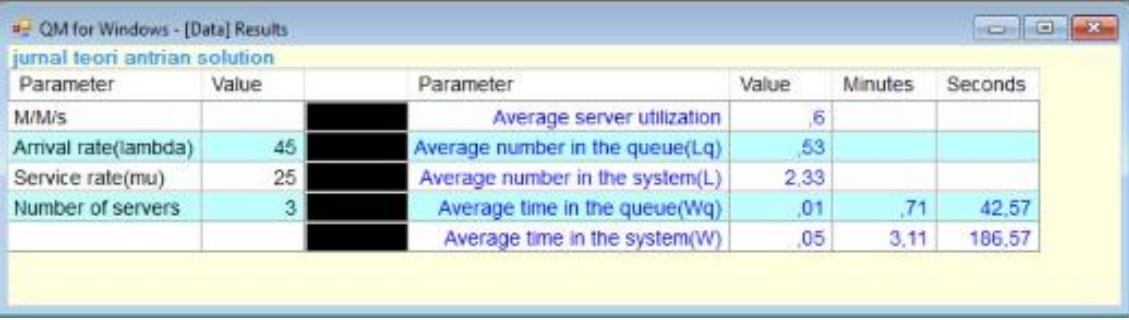
6. Rata-rata waktu dalam sistem (W_s):

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

$$W_s = 0,01178 + \frac{1}{25} = 0,01178 + 0,04 = 0,05178 \text{ selai} \times 60 = 3,11 \text{ menit}$$

W_s menunjukkan total waktu pelanggan berada di area kasir turun menjadi 3,11 menit, mendekati waktu teoritis pelayanan murni ($1/\mu = 0,04 \text{ jam} = 2,4 \text{ menit}$)

Hasil Analisis Antrean M/M/S (POM-QM For Windows Output - Skenario 2)



The screenshot shows the 'QM for Windows - [Data] Results' window. It displays a table with simulation results for an M/M/s queue model. The table is organized into two main sections: 'Parameter' and 'Value', with additional columns for 'Minutes' and 'Seconds' for time-related metrics. The parameters include M/M/s, Arrival rate (lambda), Service rate (mu), and Number of servers. The corresponding values are: M/M/s, Average server utilization (.6), Average number in the queue (Lq) (.53), Average number in the system (L) (2.33), Average time in the queue (Wq) (.01), and Average time in the system (W) (.05). The time values are also shown in minutes and seconds: Wq is .71 minutes (42.57 seconds) and W is 3.11 minutes (186.57 seconds).

Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s		Average server utilization	.6		
Arrival rate(lambda)	45	Average number in the queue(Lq)	.53		
Service rate(mu)	25	Average number in the system(L)	2.33		
Number of servers	3	Average time in the queue(Wq)	.01	.71	42.57
		Average time in the system(W)	.05	3.11	186.57

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026

Gambar 2. Parameter *Output* simulasi Model Antrean M/M/s=3

Berdasarkan hasil perhitungan matematis dan *software* pada skenario penambahan 3 server, diperoleh sama hasilnya yaitu utilitas (ρ) sebesar (60%), jumlah antrean (L_q) 0,5, jumlah dalam antrean sistem (L) 2,33, waktu tunggu antrean (W_q) 0,01 jam ($\pm 0,71$ menit), dan waktu dalam sistem (W) 0,05 jam ($\pm 3,11$ menit), sehingga dapat disimpulkan bahwa perhitungan secara matematis telah sesuai dan terkonfirmasi oleh *software*.

Tabel 2. Perbandingan Rata-Rata Pelayanan Pelanggan

Parameter Kinerja Antrean Pelanggan	Kondisi Eksisting (s = 2)	Skenario Optimasi (s = 3)
Tingkat kesibukan sistem pelayanan Kasir (ρ)	90,00 %	60,00 %
Probabilitas Sistem Kosong (P_0)	5,26 %	14,60 %
Rata-rata Jumlah Pelanggan dalam Antrean(L_q)	7,67 pelanggan	0,53 pelanggan
Rata-rata Jumlah Pelanggan dalam Sistem (L_s)	9,47 pelanggan	2,33 pelanggan
Rata-rata Waktu Tunggu dalam Antrean (W_q)	10,23 menit	0,71 menit (42 detik)
Rata-rata Total Waktu dalam Sistem (W_s)	12,63 menit	3,11 menit

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026

Melalui penambahan satu unit kasir aktif, tingkat kesibukan kasir mengalami penurunan dari 90% menjadi 60%. Angka 60% dinilai aman. Perubahan yang paling signifikan terjadi pada durasi waktu tunggu pelanggan dalam antrean (W_q), yang terpengkas sebesar 93%, dari 10,23 menit menjadi 0,71 menit/42 detik. Hal ini sejalan dengan penurunan tajam jumlah rata-rata antrean fisik di toko (L_q) dari 7,67 menjadi 0,53, sehingga tidak terjadi penumpukan.

PEMBAHASAN

Penelitian terdahulu menunjukkan konsistensi bahwa penambahan server atau kasir mampu menekan utilisasi berlebih, antrean panjang, dan waktu tunggu pelanggan. Purnomo et al., (2021) pada restoran mi cepat saji di Jember menemukan utilisasi kasir dan dapur mendekati 95%, dan dengan tambahan satu kasir (M/M/2) utilisasi turun signifikan serta biaya antrean berkurang. Hasil serupa terlihat pada penelitian ini, di mana penambahan kasir dari $s=2$ menjadi $s=3$ menurunkan kesibukan sistem dari 90% menjadi 60% serta memangkas waktu tunggu drastis. Yusnita & Marsa, (2024) di Richeese Bengkulu juga menegaskan bahwa utilisasi tinggi (58,33%) tetap berdampak pada waktu tunggu, sehingga penambahan server relevan. Sakila et al., (2026) di Mie Gacoan Serang bahkan merekomendasikan tambahan kasir karena laju kedatangan sering melampaui kapasitas layanan. Dukungan lebih kuat datang dari Apipah et al., (2026) pada warung gorengan, di mana peralihan M/M/1 ke M/M/2 menurunkan utilisasi dari 93,33% menjadi 46,67%, antrean dari 13,07 menjadi 0,26 pelanggan, dan waktu tunggu dari 18,67 menit menjadi 22 detik. Haryanto & Herlina, (2025) di Restoran Sedjagad 36 juga menegaskan bahwa sistem lebih stabil dengan penambahan *server*.

Penelitian lain di sektor ritel memperkuat temuan tersebut. Marini et al., (2026) di Mixue Simpang Tuntungan menunjukkan tambahan kasir mampu mengurangi waktu tunggu hingga 91%, meski disarankan hanya saat jam sibuk karena utilisasi menurun. Qilmi et al., (2025) di Café Kopinan 24 Jepara menemukan bahwa peralihan M/M/1 ke M/M/2 menurunkan utilisasi ke kisaran 45–50% sehingga antrean hampir tidak ada. Fakhira et al., (2025) di Toko Pupuk Sumber Tani juga membuktikan bahwa model M/M/2 lebih efektif dalam menekan waktu tunggu dan panjang antrean pada jam ramai. Secara keseluruhan, berbagai penelitian tersebut konsisten menegaskan bahwa penambahan server merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi sistem antrean dan menjaga kepuasan pelanggan.

KESIMPULAN

Hasil simulasi penambahan kasir menjadi 3 unit aktif ($s=3$) menunjukkan perbaikan kinerja antrean yang signifikan pada seluruh indikator. Tingkat kesibukan kasir (ρ) turun dari 90% menjadi 60%, berada pada level utilisasi yang sehat karena kasir tidak lagi bekerja mendekati batas kapasitas maksimalnya. Probabilitas sistem kosong (P_0)

meningkat hampir tiga kali lipat dari 5,26% menjadi 14,60%, menandakan peluang pelanggan langsung dilayani tanpa mengantre menjadi jauh lebih besar. Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrean (L_q) berkurang tajam dari 7,67 menjadi 0,53 orang, dan rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L_s) turun dari 9,47 menjadi 2,33 orang, sehingga penumpukan fisik di area kasir hampir tidak lagi terjadi. Perubahan paling signifikan terlihat pada rata-rata waktu tunggu dalam antrean (W_q) yang terpengkas sebesar 93%, dari 10,23 menit menjadi hanya 0,71 menit (42 detik), sementara rata-rata total waktu dalam sistem (W_s) turun dari 12,63 menit menjadi 3,11 menit, mendekati waktu pelayanan murni secara teoritis ($1/\mu = 2,4$ menit). Hasil ini membuktikan bahwa penambahan satu unit kasir pada jam sibuk secara efektif menghilangkan bottleneck pelayanan, menyeimbangkan beban kerja antarkasir, serta secara signifikan meningkatkan efisiensi dan kualitas pelayanan kepada pelanggan tanpa memerlukan penambahan kapasitas yang berlebihan.

SARAN

Bagi pengelola Kartika Sari Pusat Paskal Bandung, disarankan menerapkan kebijakan pembukaan tiga kasir secara paralel secara konsisten pada jam sibuk, dengan dukungan penjadwalan staf paruh waktu, sehingga tingkat kesibukan kasir dapat ditekan ke level aman (60%) dan waktu tunggu pelanggan ditekan di bawah satu menit, tanpa membebani biaya tenaga kerja. Evaluasi berkala terhadap data antrean juga perlu dilakukan agar kebijakan tetap relevan dengan pola kunjungan konsumen. Sementara itu, bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk memperluas periode observasi ke hari kerja dan musim liburan, serta menambahkan variabel seperti perilaku konsumen, metode pembayaran, atau teknologi kasir otomatis. Selain itu, permasalahan ini juga dapat diselesaikan secara matematis menggunakan metode Pemrograman Linier (*Linear Programming*) atau *Integer Programming* khusus untuk optimasi jadwal kerja (*staff scheduling*), guna menyeimbangkan jumlah kasir yang harus dibuka pada jam puncak dengan batasan anggaran biaya tenaga kerja, sehingga dapat memperkaya analisis dan memperkuat validitas hasil penelitian.

DAFTAR REFERENSI

Abdilla, A., Sari, D., Santoso, A., & Herlambang, F. (2023). Analisis Sistem Pelayanan

- di Minimarket Menggunakan Model Teori Antrian Single Channel-Single Phase. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 4(2), 58–61.
- Alfatiha, R. A., Hermanto, B., Tresna, P. W., & Husna, A. (2022). Analisis Gaya Kepemimpinan dalam Keberlangsungan Bisnis Pada Masa Pandemi Covid-19 : Studi Pada CV. Kartika Sari. *Jurnal Bahtera Inovasi*, 6(1), 13–24.
- Alimuddin, S., & Ahsan, M. (2022). Analisis Sistem Antrian dan Optimalisasi Layananan pada UPTD Puskesmas Lakessi Parepare. *Journal of Mathematics Learning Innovation (JMLI)*, 1(2), 163–175.
- Apipah, S. N., Apipah, S., Shopia, U. S., & Somadi. (2026). Penerapan Model Antrian Dalam Upaya Optimalisasi Efisiensi Pelayanan Warung Kuliner Gorengan Rela Menanti Sabar Menunggu. *Musytari: Neraca Manajemen Ekonomi*, 25(3).
- Fakhira, A. L., 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.
- Ginting, N. B., & Nasution, M. D. T. P. (2025). Click, Shop, Smile: How Service Convenience Shapes E-Retail Customer Satisfaction. *Neraca Keuangan : Jurnal Ilmiah Akuntansi Dan Keuangan*, 20(1), 228–245.
- Haryanto, A. P., & Herlina. (2025). Analisis Sistem Antrian untuk Meningkatkan Pelayanan dan Kepuasan Pelanggan (Studi Kasus : Restoran Sedjagad 36). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri (Industrika)*, 9(2), 501–514.
- Ishak, R. F., & Somadi. (2019). Analisis Efisiensi Industri Kreatif Unggulan Kota Bandung. *Jurnal Competitive*, 14(1), 1–13.
- Marike, L., & Abdilah, W. (2024). Analisis Model Antrian Pada PT Bank Rakyat Indonesia Kantor Cabang Manna di Bengkulu Selatan Indonesia. *Student Journal of Business and Management*, 7(2), 137–148.
- Marini, Alfarizi, A., Ningsih, D. A., & Fahri, F. A. (2026). Discrete Event Simulation untuk Analisis Sistem Antrian Konsumen Outlet Mixue Simpang Tuntungan. *Remik: Riset Dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, 10(1), 261–271.
- Purba, A. N., Rahmah, F., Khofipah, M., Wahono, W., & Ginting, S. S. B. (2026). Systematic Literature Review: Penerapan Teori Antrian dalam Optimasi Sistem

- Pelayanan. *Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(1), 1068–1076.
- 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.
- Qilmi, A. T., Sulistyawati, D. R., & Mohammad, G. (2025). Analisis Optimasi Sistem Antrean Pelanggan Cafe Kopinan 24 Menggunakan Model M/M/1 dan M/M/2. *Jurnal Industrikrisna*, 15(2), 41–56.
- Sakila, Maulidiyah, R., Nuroh, S., Mariyam, E., & Hermawan, B. (2026). Analisis Penerapan Teori Antrian pada Restoran Mie Gacoan Kabupaten Serang. *Musytari: Neraca Manajemen Ekonomi*, 25(2), 1991–2004.
- Santoso, S., Nurhidayat, R., Praja, A., Perdian, S., & Arsih, Y. B. (2022). Penerapan Teknologi Self-Service Dalam Meningkatkan Customer Satisfaction Pada Usaha Ritel Food and Beverage. *Jurnal Administrasi Profesional*, 3(2), 11–24.
- Setiabudi, E., & Cahyana, A. S. (2024). Queue Optimization Study for Retail Efficiency Enhancement. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 25(3), 1–14.
- Suarna, I. F., & Hermawan, W. (2025). Integrasi Model Bisnis Kampas dan Customer Experience dalam Inovasi Wirausaha UMKM Oleh – Oleh Kartika Sari Cabang Kopo Bandung. *Jurnal Ilmu Multidisiplin*, 3(2), 725–728.
- Thabrani, G., Rahmiati, R., & Wirma, R. W. (2017). Analisis Optimalisasi Sistem Antrian dengan Model M/M/S pada Perbankan. *Jurnal Kajian Manajemen Bisnis*, 6(1), 47–59.
- Widiadnyana, P. W., Lingga, I. P. R. S., Maulana, A., Romani, C. F., & Setiawati, N. L. P. L. S. (2025). Simulasi Sistem Antrian Pelayanan Take Away di Gerai Minuman Teh. *Tekinfor: Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Informasi*, 13(2), 132–147.
- Yusnita, Y., & Marsa, S. (2024). Analisis Teori Antrian Dan Pelayanan Pada Restoran Cepat Saji Richeese Di Bencolen Mall Kota Bengkulu. *Journal of Management and Innovation Entrepreneurship (JMIE)*, 1(2), 1–8.