



## Analisis Sistem Antrian dengan Model M/M/1 dan Model M/M/S (Studi Kasus : Seblak Mamah Saleh Cabang 2 Bandung)

Wulandari Nur Fitri<sup>1</sup>, Rainnada Shalma<sup>2</sup>, Indri Ratna Ayu<sup>3</sup>, Somadi<sup>4</sup>

Program Studi Administrasi Bisnis, Fakultas Ekonomi dan Bisnis,  
Universitas Wanita Internasional<sup>1,2,3,4</sup>

Email : [wulandarinf3@gmail.com](mailto:wulandarinf3@gmail.com) [rainnadashalma@gmail.com](mailto:rainnadashalma@gmail.com) [raayindri@gmail.com](mailto:raayindri@gmail.com)  
[somadi@iwu.ac.id](mailto:somadi@iwu.ac.id)

Diterima: 01-07-2026 | Disetujui: 07-07-2026 | Diterbitkan: 09-07-2026

### ABSTRACT

High public demand for Seblak Mamah Saleh (Bandung Branch 2) results in long queues at certain times, negatively impacting customer satisfaction and operational efficiency. This study aims to analyze the characteristics and performance of the queuing system at this location. The research employs queuing theory, specifically the M/M/1 and M/M/S models. Analysis using the M/M/1 model revealed a system utilization value of 1.93, indicating an unstable system where the queue grows indefinitely. To address this, the number of cashiers was increased from one to two. The M/M/S model analysis showed that system utilization dropped to 0.963, with a 0.02 probability of the system being empty. Additionally, the average number of customers in the system was 26.82 (with 24.90 in the queue), the average time spent in the system was 20.37 minutes (with 18.91 minutes spent waiting in the queue), and the probability of a customer having to wait was 94.5%. Although the probability of waiting remains relatively high, the addition of a cashier successfully stabilized the queuing system.

*Keywords:* Queueing Theory, M/M/1 Model, M/M/S Model, Service System, Culinary UMKM

### ABSTRAK

Tingginya minat masyarakat terhadap Seblak Mamah Saleh Cabang 2 Bandung menyebabkan antrian panjang yang terjadi pada waktu tertentu sehingga hal tersebut berdampak pada menurunnya kepuasan pelanggan dan efisiensi operasional usaha. Studi ini bertujuan menganalisis karakteristik serta kinerja sistem antrian pada Seblak Mama Saleh Cabang 2 Kota Bandung. Penelitian ini menggunakan metode teori antrian dengan model M/M/1 dan model M/M/S. Berdasarkan hasil analisis menggunakan model M/M/1 bahwa nilai utilisasi sistem sebesar 1,93, sehingga sistem dinyatakan tidak stabil dan antrian terus bertambah tanpa batas. Untuk mengatasi hal tersebut, ditambahkan satu kasir menjadi dua kasir. Hasil analisis model M/M/S menunjukkan utilisasi sistem turun menjadi 0,963, probabilitas sistem kosong sebesar 0,02, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem sebanyak 26,82 orang, rata-rata pelanggan dalam antrian sebanyak 24,90 orang, waktu rata-rata dalam sistem sebesar 20,37 menit, waktu rata-rata menunggu di antrian sebesar 18,91 menit, dan probabilitas pelanggan harus menunggu sebesar 94,5%. Walaupun probabilitas menunggu masih relatif tinggi, namun penambahan kasir berhasil menstabilkan sistem antrian.

Kata Kunci: Teori Antrian, Model M/M/1, Model M/M/S, Sistem Pelayanan, UMKM Kuliner

## PENDAHULUAN

Perkembangan industri kuliner di Indonesia terus mengalami pertumbuhan yang sangat pesat dalam beberapa tahun terakhir. Semakin banyaknya pelaku usaha makanan dan minuman telah membuat persaingan di sektor ini semakin ketat. Kondisi tersebut mengharuskan setiap pengusaha tidak hanya menyajikan produk yang berkualitas, tetapi juga memberikan pelayanan yang cepat, tepat, dan memuaskan bagi pelanggan. Dalam industri jasa, kualitas pelayanan menjadi salah satu faktor penentu utama kepuasan pelanggan sekaligus keberlangsungan bisnis. Pelanggan kini tidak hanya memperhatikan rasa makanan, tetapi juga kenyamanan selama proses pelayanan, termasuk lamanya waktu tunggu hingga pesanan diterima (Kotler & Keller, 2016).

Dalam bisnis operasional UMKM kuliner, pelayanan yang efektif dan efisien merupakan kunci keberhasilan operasional. Semakin singkat waktu yang dibutuhkan pelanggan untuk mendapatkan pesanan, semakin tinggi tingkat kepuasan mereka. Sebaliknya, antrian yang panjang dan waktu tunggu yang lama dapat menimbulkan persepsi negatif terhadap kualitas pelayanan, menurunkan loyalitas pelanggan, bahkan mendorong mereka beralih ke kompetitor. Oleh karena itu, pengelolaan sistem pelayanan yang baik menjadi hal yang sangat penting bagi pelaku usaha kuliner (Tjiptono, 2022).

Salah satu masalah utama yang sering dihadapi usaha kuliner adalah terbentuknya antrian. Antrian muncul ketika jumlah pelanggan yang datang melebihi kapasitas pelayanan yang tersedia pada waktu tertentu. Menurut Heizer et al. (2023) antrian merupakan akibat dari ketidakseimbangan antara kedatangan pelanggan (*arrival rate*) dengan pelayanan (*service rate*). Jika kedatangan lebih tinggi daripada kapasitas pelayanan, panjang antrian dan waktu tunggu akan meningkat. Namun, jika kapasitas pelayanan terlalu berlebih, maka terjadi pemborosan sumber daya karena fasilitas tidak dimanfaatkan secara optimal.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, teori antrian (*queueing theory*) menjadi salah satu pendekatan yang paling sering digunakan. Teori antrian merupakan cabang ilmu riset operasi yang mempelajari karakteristik sistem pelayanan, mulai dari pola kedatangan pelanggan, proses pelayanan, disiplin antrian, hingga berbagai ukuran kinerja sistem. Analisis ini dapat menghasilkan informasi penting seperti rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian ( $L_q$ ), rata-rata waktu tunggu ( $W_q$ ), rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem ( $L_s$ ), tingkat utilisasi fasilitas ( $\rho$ ), serta probabilitas sistem dalam keadaan kosong ( $P_0$ ) (Hillier & Lieberman, 2021).

Menurut Taha (2025), penerapan teori antrian sangat membantu perusahaan dalam menentukan kapasitas pelayanan yang optimal, sehingga dapat menyeimbangkan antara biaya operasional dengan tingkat kepuasan pelanggan. Senada dengan itu, Hillier & Lieberman (2021) menjelaskan bahwa teori antrian dapat menjadi dasar pengambilan keputusan strategis terkait penambahan atau pengurangan fasilitas pelayanan sesuai kondisi aktual di lapangan.

Berbagai penelitian sebelumnya telah banyak menerapkan teori antrian pada sektor kuliner Purnomo et al. (2021) pada Restoran Kober Mie Setan Jember berhasil mengidentifikasi tingkat utilisasi dan memberikan rekomendasi perbaikan waktu tunggu. Parulian (2023) pada Rumah Makan Ayam Geprek XYZ mengevaluasi kecukupan kapasitas saat jam sibuk, sedangkan Anshori & Andesta (2023) pada Mie Gacoan XYZ menyimpulkan bahwa penambahan fasilitas pelayanan dapat mengurangi antrian dan meningkatkan kualitas pelayanan.

Meski demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada restoran dengan sistem pemesanan konvensional (satu tahap pelayanan di kasir). Sementara itu, penelitian mengenai sistem antrian

pada restoran konsep prasmanan masih relatif terbatas. Padahal, restoran prasmanan memiliki karakteristik yang lebih kompleks karena pelanggan harus melewati beberapa tahapan pelayanan.

Seblak Mamah Saleh Kota Bandung merupakan salah satu UMKM yang menerapkan konsep prasmanan. Pelanggan memilih sendiri jenis seblak dan topping yang diinginkan, kemudian melakukan pembayaran di kasir, selanjutnya pesanan diproses di dapur oleh beberapa koki. Dengan adanya beberapa tahap pelayanan ini, pelanggan berpotensi mengalami antrian baik saat pembayaran maupun saat menunggu pesanan dimasak, terutama pada jam-jam sibuk.

Sebagai salah satu tempat makan seblak yang populer di Bandung, Seblak Mamah Saleh memiliki tingkat kunjungan yang tinggi. Hal ini terlihat berdasarkan pada jam sibuk, jumlah pelanggan yang datang meningkat pesat sehingga menyebabkan antrian di kasir dan penumpukan pesanan di dapur. Akibatnya, waktu tunggu pelanggan menjadi lebih lama. Jika tidak ditangani dengan baik, hal ini dapat menurunkan kualitas pelayanan, kepuasan pelanggan, serta efisiensi operasional secara keseluruhan. Menurut Somadi (2020) efisiensi operasional merupakan faktor penting dalam menjaga keberlangsungan suatu usaha. Pengelolaan sumber daya yang kurang optimal dapat menyebabkan meningkatnya biaya operasional dan menurunkan efektivitas kegiatan usaha. Oleh karena itu, diperlukan analisis sistem antrian untuk menentukan kapasitas pelayanan yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan analisis sistem antrian untuk menilai apakah kapasitas pelayanan yang dimiliki Seblak Mama Saleh sudah optimal. Melalui pendekatan teori antrian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik sistem antrian, mengukur tingkat utilisasi fasilitas, rata-rata panjang antrian, rata-rata waktu tunggu pelanggan, serta mengevaluasi efektivitas kapasitas pelayanan pada jam-jam puncak. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi manajemen dalam meningkatkan efisiensi operasional, kualitas pelayanan, dan kepuasan pelanggan.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah teori antrian (*queueing theory*) dengan membandingkan model *Single Channel-Single Phase (M/M/1)* dan *Multi Channel-Single Phase (M/M/S)*. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi tingkat utilisasi server, rata-rata panjang antrian ( $L_q$ ), rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem ( $L_s$ ), rata-rata waktu tunggu dalam antrian ( $W_q$ ), serta rata-rata waktu pelanggan berada dalam sistem ( $W_s$ ). Pendekatan ini banyak digunakan untuk mengevaluasi efisiensi sistem pelayanan dan menentukan alternatif perbaikan kapasitas layanan Apipah et al. (2026). Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung selama enam hari (pukul 17.40 – 19.40) pada periode ramai terhadap kegiatan layanan pelanggan di Seblak Mamah Saleh Cabang 2 Bandung.

Data yang diperoleh mencakup jumlah kedatangan pelanggan dan waktu layanan yang diberikan oleh kasir antara lain proses kedatangan, proses pelayanan, jumlah server dan jumlah tempat sistem yang tersedia Rianti et al. (2022). Jumlah pelanggan yang datang dicatat saat mereka memasuki sistem layanan, sementara waktu layanan dihitung dari saat pelanggan mulai dilayani sampai transaksi selesai. Wawancara juga dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai sistem layanan yang digunakan.

Teknik pengambilan sampel menggunakan sampling jenuh (*total sampling*), sehingga seluruh pelanggan yang datang selama periode observasi dijadikan sebagai sampel penelitian. Analisis data yang terkumpul diolah dan dianalisis menggunakan teori antrian untuk menentukan efisiensi sistem layanan.

Analisis dilakukan dengan menghitung tingkat kedatangan pelanggan ( $\lambda$ ), tingkat pelayanan ( $\mu$ ), tingkat penggunaan sistem ( $\rho$ ), probabilitas sistem kosong ( $P_0$ ), rata-rata jumlah pelanggan di dalam sistem ( $L_s$ ), rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian ( $L_q$ ), waktu rata-rata pelanggan di dalam sistem ( $W_s$ ), waktu rata-rata menunggu dalam antrian ( $W_q$ ), dan probabilitas pelanggan harus menunggu ( $P_w$ ). Hasil perhitungan secara matematis kemudian divalidasi menggunakan *software* POM-QM for Windows sehingga dapat dibandingkan dan dipastikan konsistensinya. Tahapan tersebut sesuai dengan pendekatan yang digunakan oleh Apipah et al. (2026) dalam mengevaluasi efisiensi sistem antrian pada usaha kuliner. Kondisi layanan yang ada dianalisis dengan teori antrian M/M/1 karena hanya terdapat satu kasir yang melayani pelanggan. Kemudian, diajukan perbaikan dengan menambah satu kasir sehingga model berubah menjadi M/M/S. Hasil dari kedua model tersebut dibandingkan untuk mengetahui seberapa efektif perbaikan tersebut dalam meningkatkan kinerja layanan di Seblak Mamah Saleh Cabang 2 Bandung.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Seblak Mamah Saleh merupakan usaha mikro, kecil dan menengah yang bergerak dalam bidang kuliner yang berlokasi di JL. Babakan Jeruk 1 NO.47, Sukagalih, Kecamatan Sukajadi, Kota Bandung, Jawa Barat 40163. Seblak Mamah Saleh menawarkan berbagai menu seblak prasmanan mulai dari topping seperti aneka kerupuk, olahan mie, bakso, ceke, tulang, sayuran dan pelengkap lainnya yang dapat dipilih langsung oleh pelanggan sesuai selera. Usaha ini beroperasi setiap hari dan memiliki jam operasional 09.00 – 21.00 dengan sistem pemesanan langsung (*dine-in* maupun *take away*). Dalam kegiatan operasionalnya, Seblak Mamah Saleh memiliki 7 orang karyawan diantaranya 4 orang juru masak, 1 orang kasir dan 2 orang pramusaji dengan sistem pelayanan langsung.

### Hasil

Penelitian mengambil data dengan melakukan pengamatan selama 6 hari dalam 2 minggu dimulai di minggu pertama hari selasa, rabu, sabtu dan minggu kedua dihari yang sama. Data waktu pelayanan dan pengunjung pada minggu pertama dan kedua di jam ramai pembeli dari jam 17.40 – 18.40 WIB sebagai berikut:

**Tabel 1. Waktu Pelayanan Pelanggan**

Hari	Waktu Pelayanan Pelanggan						Total	Rata-rata
	P1	P2	P3	P4	P5	P6		
1	1 menit 45 detik	1 menit 50 detik	1 menit 48 detik	1 menit 52 detik	1 menit 47 detik	1 menit 52 detik	10 menit 54 detik	1 menit 49 detik
2	1 menit 38 detik	1 menit 42 detik	1 menit 40 detik	1 menit 43 detik	1 menit 41 detik	1 menit 42 detik	10 menit 06 detik	1 menit 41 detik
3	1 menit 00 detik	1 menit 03 detik	1 menit 05 detik	1 menit 04 detik	1 menit 06 detik	1 menit 06 detik	6 menit 24 detik	1 menit 04 detik
4	1 menit 05 detik	1 menit 06 detik	1 menit 08 detik	1 menit 07 detik	1 menit 08 detik	1 menit 08 detik	6 menit 42 detik	1 menit 07 detik
5	1 menit 04 detik	1 menit 06 detik	1 menit 08 detik	1 menit 07 detik	1 menit 08 detik	1 menit 09 detik	6 menit 42 detik	1 menit 07 detik

6	2 menit 00 detik	2 menit 03 detik	2 menit 05 detik	2 menit 07 detik	2 menit 06 detik	2 menit 09 detik	12 menit 30 detik	2 menit 05 detik
---	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------	---------------------

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan tabel 1 waktu pelayanan, rata-rata waktu pelayanan berkisar antara 04 detik hingga 2 menit 05 detik. Waktu pelayanan tercepat terjadi pada pengamatan ke-3 dengan rata-rata 1 menit 04 detik, sedangkan waktu pelayanan terlama terjadi pada pengamatan ke-6 dengan rata-rata 2 menit 05 detik. Perbedaan waktu pelayanan ini menunjukkan adanya perbedaan dalam proses pelayanan yang dipengaruhi oleh kondisi operasional pada saat pengamatan.

**Tabel 2. Data Pengunjung Minggu Pertama**

No	Jam	Selasa	Rabu	Sabtu
1	17.40–18.40	70 Pelanggan	72 Pelanggan	75 Pelanggan
2	18.40–19.40	83 Pelanggan	85 Pelanggan	87 Pelanggan

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan tabel 2 data pengunjung minggu pertama, jumlah pengunjung berbeda pada setiap jam pengamatan. Secara umum, jumlah pengunjung cenderung meningkat pada jam-jam tertentu yang menunjukkan adanya periode ramai (*peak hour*). Data jumlah pengunjung ini digunakan untuk menentukan tingkat kedatangan pelanggan (*arival rate/λ*) pada analisis sistem antrian sehingga dapat diketahui kinerja pelayanan yang diberikan kepada pelanggan.

**Tabel 3. Data Pengunjung Minggu Kedua**

No	Jam	Selasa	Rabu	Sabtu
1	17.40–18.40	74 Pelanggan	73 Pelanggan	74 Pelanggan
2	18.40–19.40	86 Pelanggan	84 Pelanggan	85 Pelanggan

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan tabel 3 data pengunjung pada minggu kedua, adanya perbedaan pada setiap jam pengamatan. Jumlah pengunjung cenderung lebih tinggi pada rentang waktu 18.40-19.40 dibandingkan 17.40-18.40, sehingga menunjukkan adanya peningkatan kedatangan pelanggan pada jam tersebut. Data ini digunakan sebagai dasar dalam menghitung tingkat kedatangan pelanggan (*arrival rate/λ*) pada analisis sistem antrian.

## Pembahasan

### a. Analisis Sistem Antrian Model M/M/1

Analisis sistem antrian model M/M/1 dilakukan untuk menilai sistem layanan yang diterapkan pada Seblak Mamah Saleh Cabang 2 Bandung. Sebelum menghitung karakteristik dari sistem antrian, pertama-tama perlu dihitung berapa banyak pelanggan yang datang (*arrival rate/λ*) dan seberapa cepat layanan yang diberikan (*service rate/μ*) berdasarkan data yang telah diamati kemudian dipakai sebagai acuan untuk menghitung sistem antrian model M/M/1.

**Tabel 4. Rata-rata waktu pelayanan**

Hari	Rata rata waktu pelayanan kasir	Konversi ke detik
1	1 menit 49 detik	109 detik
2	1 menit 41 detik	101 detik
3	1 menit 04 detik	64 detik
4	1 menit 07 detik	67 detik
5	1 menit 07 detik	67 detik
6	2 menit 05 detik	125 detik
Total	8 menit 53 detik	533 detik

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan tabel 4 rata-rata waktu pelayanan selama 6 hari pengamatan berkisar antara 64 detik hingga 125 detik. Waktu pelayanan tercepat terjadi pada hari ke-3 sebesar 64 detik, sedangkan waktu pelayanan terlama terjadi pada hari ke-6 sebesar 125 detik. Secara keseluruhan, total rata-rata waktu pelayanan adalah 533 detik atau sekitar 8 menit 53 detik, yang selanjutnya digunakan untuk menghitung tingkat pelayanan (*service rate*/ $\mu$ ) dalam analisis model antrian model M/M/1.

- a) Rata rata waktu pelayanan kasir

$$\frac{533}{6} = 88,83 \text{ detik (1 menit 28,33 detik)}$$

$$\mu = \frac{3600}{88,83} = 40,53 \approx 41 \text{ pelanggan/jam}$$

Tingkat pelayanan ( $\mu$ ) menunjukkan kemampuan kasir dalam melayani pelanggan selama satu jam. Berdasarkan data hasil observasi, rata-rata waktu yang dibutuhkan kasir untuk melayani satu pelanggan adalah sebesar 88,83 detik (1 menit 28,33 detik). Waktu tersebut mencakup seluruh proses pelayanan, mulai dari pelanggan melakukan pemesanan hingga transaksi pembayaran selesai. Dari rata-rata waktu pelayanan tersebut diperoleh tingkat pelayanan sebesar 41 pelanggan per jam. Hal ini menunjukkan bahwa satu orang kasir memiliki kapasitas pelayanan rata-rata sebanyak 41 pelanggan dalam setiap jam operasional. Tingkat pelayanan yang tinggi mencerminkan kemampuan sistem dalam memberikan pelayanan kepada pelanggan secara lebih cepat, sehingga dapat membantu mengurangi panjang antrian. Namun demikian, kinerja pelayanan tidak hanya ditentukan oleh kemampuan kasir, tetapi juga dipengaruhi oleh jumlah pelanggan yang datang dalam periode waktu tertentu.

- b) Rata rata tingkat kedatangan pelanggan ( $\lambda$ )

**Tabel 5. Jumlah Pelanggan/Jam**

Jam	Jumlah Pelanggan Datang
17.40 -18.40	73 pelanggan/jam
18.40 - 19.40	85 pelanggan/jam

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026)

$$\lambda = \frac{73 + 85}{2} = 79 \text{ pelanggan/jam}$$

Rata-rata tingkat kedatangan pelanggan ( $\lambda$ ) selama waktu penelitian adalah 79 pelanggan/jam

- c) Utilisasi kasir

$$\rho = \frac{79}{41} = 1,93 = 193 \%$$

Nilai utilisasi sistem ( $\rho$ ) sebesar 1,93 atau 193%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat kedatangan pelanggan lebih besar dibandingkan kemampuan pelayanan kasir.

- d) Probabilitas sistem kosong ( $P_0$ )

$$P_0 = \left(\frac{79}{41}\right)^0 \left(1 - \frac{79}{41}\right) = 1,93 (1 - 1,93) = -1,7949$$

Hasil perhitungan menghasilkan nilai sebesar -1,7949. Nilai tersebut tidak dapat diinterpretasikan karena pada model M/M/1 syarat kestabilan sistem  $\rho < 1$  tidak terpenuhi.

- e) Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian ( $L_q$ )

$$L_q = \frac{79^2}{41(41-79)}$$

$$L_q = \frac{6241}{41(-38)} = \frac{6241}{-1558} = -4,01 \text{ pelanggan}$$

Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian sebesar -4,01 pelanggan menunjukkan hasil yang tidak valid. Hal ini terjadi karena sistem antrian tidak berada pada kondisi *steady state* akibat tingkat kedatangan lebih tinggi daripada tingkat pelayanan.

- f) Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem ( $L_s$ )

$$L_s = \frac{79}{41 - 79} = \frac{79}{-38} = -2,08$$

Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem sebesar -2,08 pelanggan juga tidak dapat digunakan sebagai ukuran kinerja sistem karena diperoleh dari kondisi sistem yang tidak stabil.

- g) Rata-rata waktu tunggu dalam antrian ( $W_q$ )

$$W_q = \frac{79}{41(41 - 79)} = \frac{79}{-1558} = -0,0507 \text{ jam} \approx -3,04 \text{ menit}$$

Rata-rata waktu tunggu dalam antrian sebesar -0,0507 jam atau sekitar -3,04 menit tidak memiliki makna secara nyata karena waktu tunggu tidak mungkin bernilai negatif. Hal ini menunjukkan model M/M/1 tidak sesuai untuk kondisi pelayanan yang diamati.

- h) Rata-rata waktu dalam system ( $W_s$ )

$$W_s = \frac{1}{41 - 79} = \frac{1}{-38} = -0,0263 \text{ jam} \approx -1,58 \text{ menit}$$

Rata-rata waktu dalam sistem Nilai  $-0,0263$  jam atau sekitar  $-1,58$  menit juga tidak dapat diinterpretasikan. Hasil tersebut menegaskan bahwa sistem pelayanan dengan satu kasir belum mampu menangani tingkat Pengolahan data menggunakan perangkat lunak POM-QM juga menunjukkan bahwa model M/M/1 tidak dapat dijalankan. Sistem menampilkan pesan kesalahan (*The system service rate must be greater than the arrival rate*), yang berarti laju pelayanan sistem harus lebih besar daripada laju kedatangan pelanggan sehingga model M/M/1 tidak memenuhi kondisi stabil (*steady state*). Hasil penelitian ini sejalan dengan (Hasan et al., 2026) yang menjelaskan bahwa model M/M/1 akan bekerja secara optimal apabila tingkat pelayanan lebih besar dibandingkan tingkat kedatangan pelanggan. Apabila kondisi tersebut tidak terpenuhi, maka panjang antrian dan waktu tunggu pelanggan akan meningkat. Temuan serupa juga disampaikan oleh Purnomo et al. (2021) yang menunjukkan bahwa sistem pelayanan restoran dengan satu server mengalami penurunan efisiensi pada saat terjadi lonjakan pelanggan. Selain itu, Parulian (2023) menjelaskan bahwa peningkatan jumlah pelanggan tanpa diimbangi kapasitas pelayanan yang memadai menyebabkan antrian menjadi lebih panjang dan waktu tunggu pelanggan meningkat. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa model M/M/1 tidak berada pada kondisi stabil (*steady state*) karena nilai utilisasi melebihi 1 ( $\rho > 1$ ). Oleh karena itu diperlukan usulan perbaikan berupa penambahan satu kasir sehingga sistem pelayanan dianalisis kembali menggunakan model M/M/2.

#### **b. Analisis sistem Antrian M/M/S**

Kapasitas pelayanan yang tersedia belum mampu mengimbangi tingkat kedatangan pelanggan yang mencapai 79 pelanggan per jam. Kondisi tersebut menyebabkan sistem antrian berada dalam keadaan tidak stabil sehingga berpotensi menimbulkan penumpukan antrian pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan untuk meningkatkan kapasitas pelayanan agar sistem dapat beroperasi secara lebih efektif. Sebagai alternatif perbaikan, penelitian ini mengusulkan penambahan satu kasir sehingga jumlah fasilitas pelayanan meningkat dari satu kasir menjadi dua kasir. Penambahan fasilitas pelayanan berupa kasir merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas operasional dan pelayanan kepada pelanggan. Hal ini sejalan dengan pendapat Somadi (2020) yang menyatakan bahwa pengembangan sumber daya manusia sebagai pendukung usaha merupakan strategi untuk meningkatkan efektivitas operasional dan kualitas pelayanan.

Analisis menggunakan model M/M/S untuk mengevaluasi efektivitas usulan tersebut. Dengan tingkat kedatangan pelanggan sebesar 79 pelanggan per jam dan tingkat pelayanan masing-masing kasir sebesar 41 pelanggan per jam, maka kapasitas pelayanan total sistem meningkat menjadi 82 pelanggan per jam. Selanjutnya, dilakukan analisis menggunakan model antrian M/M/S untuk mengevaluasi kinerja sistem setelah penambahan kasir dan mengetahui efektivitas usulan perbaikan dalam meningkatkan efisiensi pelayanan pelanggan. Berikut merupakan perhitungan parameter kinerja sistem antrian menggunakan model M/M/S:

- a) Tingkat rata rata kedatanga pelanggan  $\lambda$  : 79 pelanggan/jam
- b) Tingkat rata-rata pelayanan  $\mu$  : 41 pelanggan/jam dengan waktu 1 menit 28,33 detik /pelanggan
- c) Jumlah server/petugas pelayanan  $s$  : 2 kasir
- d) Kapasitas pelayanan total  $S\mu$  :  $2 \times 41 = 82$  pelanggan/jam

$$\rho = \frac{79}{2(41)} = \frac{79}{82} = 0,96$$

Nilai utilisasi server sebesar 0,963 (96,3%) menunjukkan bahwa kapasitas pelayanan dua kasir hampir sepenuhnya dimanfaatkan. Meskipun tingkat utilisasi cukup tinggi, sistem masih berada pada kondisi stabil karena nilai  $\rho < 1$ .

- e) Probabilitas bahwa tidak ada Pelanggan dalam sistem

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

$$P_0 = 1 \left[ \frac{1}{0! \left( \frac{79}{41} \right)^0} + \frac{1}{1! \left( \frac{79}{41} \right)^1} + \frac{1}{0! \left( \frac{79}{41} \right)^2} \right] + \frac{1}{2!} \left( \frac{79}{41} \right)^s \left( \frac{82}{82 - 79} \right)$$

$$P_0 = \frac{1}{53,6728} = 0,02$$

Hasil perhitungan menunjukkan nilai 0,02 (2%), sedangkan hasil POM-QM sebesar 0,02 (2%). Perbedaan tersebut disebabkan oleh proses pembulatan. Nilai ini menunjukkan bahwa kemungkinan tidak ada pelanggan dalam sistem relatif kecil karena tingkat kedatangan pelanggan cukup tinggi.

- f) Rata-rata Pelanggan dalam sistem

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

$$L_s = \frac{(79)(41) \left( \frac{79}{41} \right)^2}{(2-1)! (82 - 79)^2} 0,018 + \frac{79}{41}$$

$$L_s = \frac{(3239)(3,7126)}{(1)(9)} 0,018 + 1,9268$$

$$L_s = \frac{223,92}{9} = 24,88 + 1,9268 = 26,82 \text{ pelanggan}$$

Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem adalah 26,82 pelanggan. Artinya, pada kondisi tertentu terdapat sekitar 27 pelanggan yang berada di dalam sistem, baik yang sedang menunggu maupun sedang dilayani.

- g) Rata-rata waktu dalam sistem

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{26,82}{79} = 20,37 \text{ menit}$$

Rata-rata waktu pelanggan berada di dalam sistem adalah 20,36 menit. Waktu tersebut mencakup waktu menunggu dalam antrian dan waktu pelayanan.

- h) Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} = 26,82 - \frac{79}{41} = 24,90 \text{ pelanggan}$$

Rata-rata jumlah pelanggan yang menunggu dalam antrian adalah 24,90 pelanggan, hal ini menunjukkan bahwa pada jam sibuk masih terdapat antrian pelanggan meskipun telah dilakukan penambahan satu kasir.

- i) Rata-rata waktu dalam antrian

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{24,90}{79} = 0,315 \text{ jam} \approx 18,91 \text{ menit}$$

Rata-rata waktu tunggu pelanggan dalam antrian adalah 0,315 jam atau sekitar 18,91 menit, hal ini menunjukkan bahwa pelanggan perlu menunggu sekitar 19 menit sebelum memperoleh pelayanan.

- j) Probabilitas seorang pelanggan harus antri (paling sedikit 3 pelanggan dalam sistem) yakni:

$$P_w = \frac{1}{S!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda}\right) P_0$$

$$P_w = \frac{1}{2!} \left(\frac{79}{41}\right)^2 \left(\frac{82}{82 - 79}\right) 1,9268$$

$$P_w = 0,5 (3,7126) (27,3333) (0,01863)$$

$$P_w = 1,8563 \times 27,3333 \times 0,01863 = 0,945 \approx 94,5\%$$

Probabilitas pelanggan harus menunggu untuk mendapatkan pelayanan adalah sebesar 0,945 (94,5%). Nilai ini menunjukkan bahwa sebagian besar pelanggan masih harus mengantre sebelum dilayani, namun sistem pelayanan sudah berada pada kondisi stabil dan mampu mengimbangi tingkat kedatangan pelanggan. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Fakhira et al. (2025) yang menyatakan bahwa perubahan model dari M/M/1 menjadi M/M/S mampu meningkatkan kecepatan pelayanan dan mengurangi antrian melalui penambahan server pada waktu-waktu tertentu. Berdasarkan hasil analisis, sistem pelayanan awal dengan model M/M/1 dinilai tidak stabil karena lonjakan kedatangan pelanggan melampaui kapasitas satu kasir. Walaupun sistem sudah stabil, peluang pelanggan untuk mengantre masih tergolong tinggi, yakni mencapai 94,5%, khususnya pada waktu ramai. Namun secara keseluruhan, opsi penambahan kasir ini efektif meningkatkan efisiensi pelayanan dan sangat layak diterapkan oleh Seblak Mamah Saleh. Temuan penelitian ini juga didukung oleh Wiranda et al. (2022) yang menyatakan bahwa penerapan model *Multi Channel–Single Phase* (M/M/S) mampu meningkatkan efektivitas pelayanan karena beban kerja dibagi ke beberapa server sehingga waktu tunggu pelanggan menjadi lebih singkat. Penelitian Qilmi et al. (2026) juga menunjukkan bahwa penerapan model M/M/2 pada usaha kafe mampu mengoptimalkan sistem antrian melalui penurunan panjang antrian dan peningkatan efisiensi pelayanan. Selain itu, Anshori & Andesta (2023) menjelaskan bahwa evaluasi sistem antrian secara berkala diperlukan agar kapasitas pelayanan selalu sesuai dengan tingkat kedatangan pelanggan.



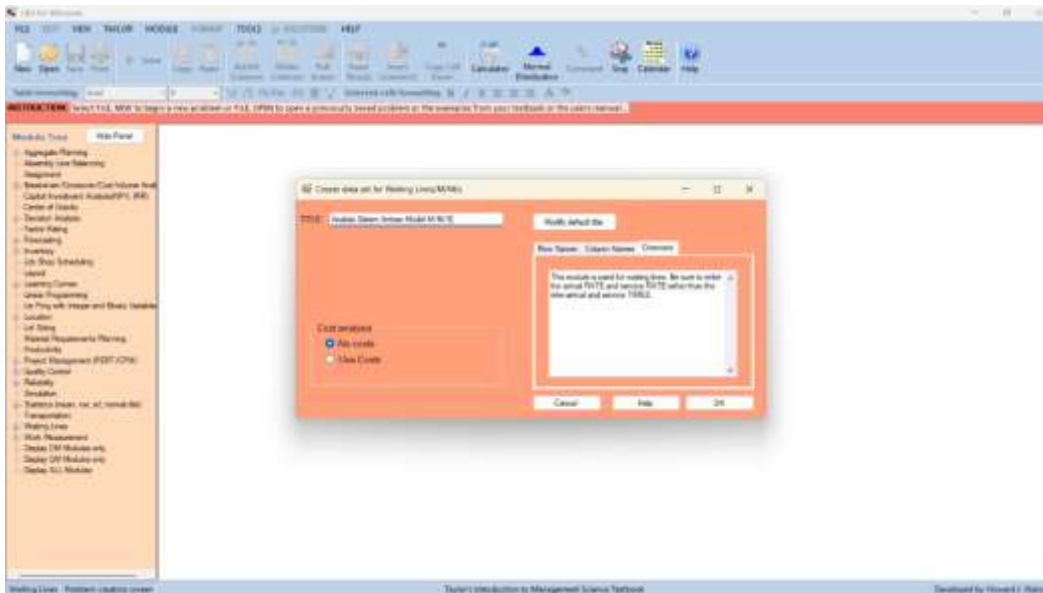
**Gambar 1. Tampilan awal software POM-QM for Windows**  
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026)

Gambar 1 menunjukkan tampilan awal software POM-QM for Windows yang digunakan sebagai alat bantu dalam pengolahan data penelitian. Pada tahap ini, peneliti membuka aplikasi POM-QM sehingga seluruh menu analisis operasi, termasuk *module waiting lines*, dapat diakses. Tampilan awal ini merupakan langkah pertama sebelum melakukan pemilihan metode dan memasukkan data penelitian.



**Gambar 2. Pemilihan Menu Waiting Lines pada Software POM-QM**  
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026)

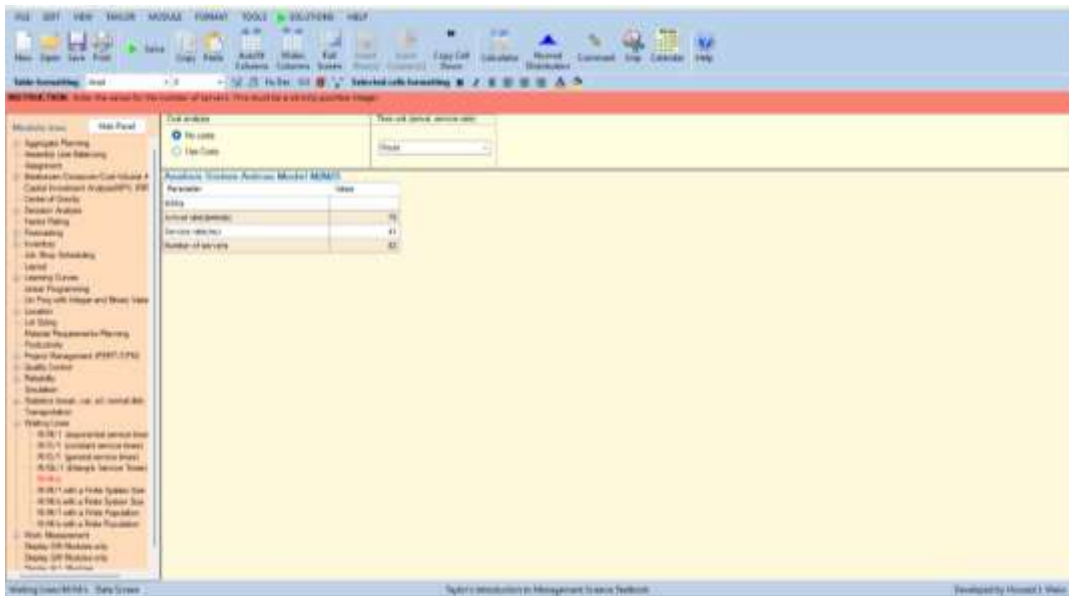
Gambar 2 menunjukkan proses pemilihan *module waiting lines* pada *software POM-QM for Windows*. Pada tahap ini, dipilih model M/M/S (*Multiple Channel–Single Phase*) yang digunakan untuk menganalisis sistem antrian dengan beberapa jalur pelayanan (*server*). Pemilihan model dilakukan sesuai dengan karakteristik sistem pelayanan yang diteliti sehingga proses analisis dapat dilakukan secara tepat. Tahap ini merupakan langkah awal sebelum pembuatan lembar kerja dan penginputan data.



**Gambar 3. Membuat lembar kerja (*create data set*)**

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026)

Gambar 3 menunjukkan proses pembuatan lembar kerja (*create data set*) pada *software POM-QM for windows*. Pada tahap ini, peneliti menentukan nama dat set dan jenis model analisis yang akan digunakan sebelum melakukan penginputan data penelitian. Pembuatan lembar kerja bertujuan untuk menyiapkan media pengolahn data sehingga seluruh parameter penelitian dapat dimasukkan secara sistemastis sesuai dengan model antrian M/M/S. Setelah proses ini selesai, penginputan data dapat dilakukan pada lembar kerja yang telah dibuat.



**Gambar 4. Input data ke software POM-QM**  
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026)

Gambar 4 memperlihatkan proses pengisian parameter analisis ke dalam software POM-QM, meliputi rata-rata tingkat kedatangan pelanggan ( $\lambda$ ), rata-rata tingkat pelayanan ( $\mu$ ), serta jumlah pelayan (*server*). Data tersebut kemudian digunakan oleh software untuk menghitung kinerja sistem antrian berdasarkan model M/M/S, sehingga diperoleh nilai utilisasi, panjang antrian, dan waktu tunggu pelanggan.



**Gambar 5. Hasil POM-QM M/M/S**  
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026)

Gambar 5 menunjukkan hasil pengolahan data menggunakan software POM-QM setelah dilakukan usulan penambahan satu kasir sehingga sistem pelayanan berubah dari model M/M/1 menjadi M/M/2. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem telah berada pada kondisi steady state dengan nilai utilisasi server sebesar 0,96 ( $<1$ ). Selain itu, diperoleh rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian ( $L_q$ ) sebesar 24,90 pelanggan, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem ( $L_s$ ) sebesar 26,82 pelanggan, rata-rata waktu menunggu dalam antrian ( $W_q$ ) sebesar 18,91 menit, dan rata-rata waktu pelanggan berada dalam sistem ( $W_s$ ) sebesar 20,37 menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kapasitas pelayanan telah mampu mengimbangi tingkat kedatangan pelanggan sebesar 79 pelanggan per jam dengan kapasitas pelayanan total 82 pelanggan per jam.

Hasil perhitungan matematis menunjukkan nilai yang sama dengan *software* POM-QM. Dengan demikian, hasil perhitungan matematis dinyatakan konsisten dan dapat digunakan untuk mengevaluasi usulan perbaikan sistem antrian dari model M/M/1 menjadi M/M/S. Dari hasil ini, model M/M/S dengan dua kasir dianggap dapat menangani tingkat kedatangan pelanggan sebanyak 79 pelanggan setiap jam dengan kapasitas pelayanan mencapai 82 pelanggan per jam. Maka, saran untuk menambah satu kasir bisa menjadi pilihan perbaikan yang efektif untuk meningkatkan stabilitas dan kinerja sistem pelayanan di Seblak Mamah Saleh Cabang 2 Bandung.

### c. Perbandingan Sistem Antrian M/M/1 dan M/M/S

Perbandingan ini bertujuan untuk memahami perubahan sistem pelayanan setelah menambahkan satu kasir berdasarkan kriteria-kriteria dari teori antrian, seperti tingkat pemanfaatan, jumlah pelanggan dalam sistem, jumlah pelanggan dalam antrian, waktu tunggu, serta kemungkinan pelanggan menunggu. Melalui perbandingan ini, efektivitas tawaran perbaikan dapat terungkap dengan lebih jelas.

Perbandingan antara model M/M/1 dan M/M/S diketahui bahwa sistem pelayanan awal yang menggunakan satu kasir memiliki nilai utilisasi sebesar 1,93. Nilai tersebut menunjukkan bahwa laju kedatangan pelanggan lebih tinggi dibandingkan kapasitas pelayanan yang tersedia, sehingga sistem tidak mampu mencapai kondisi stabil. Akibatnya, antrian pelanggan cenderung terus bertambah dan kinerja sistem tidak dapat dianalisis secara optimal menggunakan model M/M/1. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penambahan satu kasir dengan sistem pelayanan model M/M/S menunjukkan bahwa nilai utilisasi sistem menurun menjadi 0,96. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa kapasitas pelayanan telah mampu mengimbangi tingkat kedatangan pelanggan, sehingga sistem dapat beroperasi dalam kondisi yang lebih stabil.

**Tabel 7. Perbandingan Kinerja Sistem antrian M/M/1 dan M/M/S**

Parameter	M/M/1 (Kondisi Awal)	M/M/S (Usulan Perbaikan)
Tingkat Kedatangan ( $\lambda$ )	79 pelanggan/jam	79 pelanggan/jam
Tingkat Pelayanan ( $\mu$ )	41 pelanggan/jam	41 pelanggan/jam per kasir
Jumlah Kasir (s)	1	2
Utilisasi Sistem	1,93	0,96
Probabilitas Sistem Kosong ( $P_0$ )	NA	0,02
Jumlah Pelanggan dalam Sistem ( $L_s$ )	NA	26,82 pelanggan

Parameter	M/M/1 (Kondisi Awal)	M/M/S (Usulan Perbaikan)
Jumlah Pelanggan dalam Antrian (Lq)	NA	24,90 pelanggan
Waktu dalam Sistem (Ws)	NA	20,37 menit
Waktu Tunggu dalam Antrian (Wq)	NA	18,91 menit
Probabilitas Menunggu (Pw)	NA	94,5%

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2026)

Perbandingan antara model M/M/1 dan M/M/S diketahui bahwa sistem pelayanan awal yang menggunakan satu kasir memiliki nilai utilisasi sebesar 1,93. Nilai tersebut menunjukkan bahwa laju kedatangan pelanggan lebih tinggi dibandingkan kapasitas pelayanan yang tersedia, sehingga sistem tidak mampu mencapai kondisi stabil. Akibatnya, antrian pelanggan cenderung terus bertambah dan kinerja sistem tidak dapat dianalisis secara optimal menggunakan model M/M/1. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penambahan satu kasir dengan sistem pelayanan model M/M/S menunjukkan bahwa nilai utilisasi sistem menurun menjadi 0,96. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa kapasitas pelayanan telah mampu mengimbangi tingkat kedatangan pelanggan, sehingga sistem dapat beroperasi dalam kondisi yang lebih stabil.

Selain itu, penambahan kasir meningkatkan kapasitas pelayanan total menjadi 82 pelanggan per jam. Meskipun pelanggan masih berpeluang mengalami antrian dengan nilai probabilitas menunggu sebesar 94,5%, kondisi ini lebih baik dibandingkan sistem sebelumnya yang tidak stabil. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model M/M/S lebih efektif dibandingkan model M/M/1 pada Seblak Mamah Saleh. Penambahan satu kasir mampu meningkatkan efisiensi pelayanan, mengurangi beban kerja pada setiap server, serta memperbaiki kinerja sistem antrian. Temuan ini juga diperkuat oleh Akbar & Mar'aini (2022) yang menyatakan bahwa perancangan sistem manajemen antrian yang tepat dapat meningkatkan efektivitas pelayanan, serta Juwita et al. (2023) yang menjelaskan bahwa optimalisasi jalur antrian memberikan dampak positif terhadap kelancaran proses pelayanan. Oleh karena itu, penerapan model M/M/S layak direkomendasikan sebagai strategi peningkatan kualitas pelayanan, khususnya pada periode dengan tingkat kedatangan pelanggan yang tinggi.

Hasil penelitian ini juga mendukung pendapat Somadi (2020) yang menyatakan bahwa peningkatan efisiensi operasional merupakan salah satu faktor penting dalam menjaga keberlangsungan usaha. Pengelolaan sumber daya yang tepat, termasuk penyediaan fasilitas pelayanan yang memadai, dapat meningkatkan efektivitas operasional serta kualitas pelayanan kepada pelanggan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Laoly et al. (2024), Rismawati et al. (2023) dan Isandi et al. (2025) yang menunjukkan bahwa penerapan teori antrian serta penyesuaian jumlah server sesuai tingkat kedatangan pelanggan dapat meningkatkan efektivitas pelayanan, mengurangi waktu tunggu, dan menghasilkan sistem antrian yang lebih optimal. Oleh karena itu, usulan penambahan satu kasir pada Seblak Mamah Saleh Cabang 2 Bandung merupakan alternatif yang layak diterapkan untuk menciptakan sistem pelayanan yang lebih efisien dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis tentang sistem antrian di Seblak Mamah Saleh Cabang 2 Bandung dengan menggunakan teori antrian, ditemukan bahwa jumlah pelanggan yang datang ( $\lambda$ ) mencapai 79 orang dalam satu jam dan kapasitas pelayanan kasir ( $\mu$ ) adalah 41 pelanggan per jam. Hasil analisis kondisi nyata dengan model M/M/1 memperlihatkan nilai pemanfaatan sistem ( $\rho$ ) sebesar 1,93 atau 193%. Angka ini menunjukkan bahwa jumlah pelanggan yang datang lebih banyak dibandingkan dengan kapasitas pelayanan kasir, sehingga sistem tidak berada dalam keadaan stabil dan berisiko menyebabkan antrian yang panjang. Untuk memperbaiki situasi tersebut, satu kasir ditambahkan sehingga sistem beralih ke model M/M/S. Perhitungan menunjukkan nilai pemanfaatan sistem sebesar 0,96 atau 96,3%, yang menunjukkan bahwa sistem kini sudah dalam kondisi stabil karena kapasitas pelayanan sudah meningkat menjadi 82 pelanggan per jam. Selain itu, probabilitas sistem kosong ( $P_0$ ) dapat dicatat sebesar 0,02 atau 2%, rata-rata jumlah pelanggan yang menunggu ( $L_q$ ) adalah 24,90 pelanggan, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem ( $L_s$ ) menjadi 26,81 pelanggan, rata-rata waktu tunggu antrian ( $W_q$ ) adalah 18,91 menit, dan rata-rata waktu pelanggan berada dalam sistem ( $W_s$ ) sebesar 20,37 menit. Dengan demikian, penambahan sebuah kasir dengan penerapan model M/M/S dirasa lebih efektif dibandingkan dengan kondisi sebelumnya dan mampu meningkatkan performa sistem layanan di Seblak Mamah Saleh Cabang 2 Bandung.

Dengan demikian, maka Seblak Mama Saleh Cabang 2 Bandung disarankan menambahkan satu kasir pada jam-jam sibuk guna menyeimbangkan kapasitas layanan dengan jumlah pelanggan yang datang. Selain itu, pelaku usaha juga dapat menerapkan pemesanan via QR code, melakukan pelatihan karyawan untuk mempercepat penyajian, serta mengoptimalkan tata letak dapur dan area pelayanan agar antrian lebih terkendali dan kepuasan pelanggan meningkat. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian dapat diperluas menggunakan model antrian yang lebih kompleks seperti metode simulasi. selain mengkaji waktu penyajian, jumlah karyawan, dan variasi kedatangan pelanggan, penelitian mendatang juga disarankan mengeksplorasi pengaruh harga menu, strategi promosi, serta faktor eksternal seperti hari libur terhadap efisiensi operasional dan loyalitas pelanggan. Selain itu, penelitian selanjutnya dapat mengkaji faktor-faktor lain yang memengaruhi kualitas layanan, seperti waktu penyajian makanan, jumlah karyawan, tata letak pelayanan, serta variasi jumlah kedatangan pelanggan pada hari dan waktu operasional yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Y. R., & Mar'aini. (2022). Desain Sistem Manajemen Antrean Pada Pelayanan Teller Bank. <https://doi.org/10.55382/jurnalpustakamanajemen.v2i2.342>
- Anshori, M., & Andesta, D. (2023). Analisis Sistem Antrian Pada Proses Pelayanan Pelanggan di Mie Gacoan XYZ. JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri), 4(1), 115–121. <https://doi.org/10.30587/justicb.v4i1.6718>
- Apipah, S. N., Utami, S. S., Apipah, S., & Somadi. (2026). Penerapan Model Antrian dalam Upaya Optimalisasi Efisiensi Pelayanan Warung Kuliner Gorengan Rela Menanti Sabar Menunggu. <https://doi.org/10.8734/musyteri.v1i2.359>
- Fakhira, A. L., Utomo, P. E. P., & Iftitah, H. (2025). Analisis Efektivitas Penambahan Server di Waktu Tertentu pada Sistem Antrian Toko Pupuk Sumber Tani: Peralihan dari Model M/M/1 dan

- Mengurangi Antrian. *In Journal of Management and Innovation Entrepreneurship (JMIE)* (Vol. 2, Number 2). <https://doi.org/10.70248/jmie.v2i2.1708>
- Hasan, M., Aisha Putri Lubis, S., Izzati Sarah, S., Purba, diyah, & Salamah Br Ginting, S. (2026). Kajian Teori Antrian Model M/M/1 dan Implementasinya pada Berbagai Sistem Pelayanan. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(1). <https://doi.org/10.63822/31ahp913>
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2023). *Operations Management : Sustainability and Supply Chain Management* (14th ed.). Pearson.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2021). *Introduction to Operation Research* (11th ed.). McGraw-Hill Education.
- Isandi, E., Mazhar, D. A. M., Adrian, Y. A., & Ritonga, I. D. R. (2025). Analisis Kinerja Sistem Pelayanan di Usaha Pencucian Sepeda Motor JL.Belibis Labuhan Batu Berdasarkan Model Antrian M/M/S. *Journal Computer Science and Information Technology (JCoInT)*, 6(2), 81–92. <http://jurnal.ulb.ac.id/index.php/JCoInT/index>
- Juwita, I., Iskandar, & Ilham. (2023). Analisis Efektivitas Jalur Antrian Pada Sistem Transaksi PT. Pos Indonesia di Tenggara (Vol. 22). <https://doi.org/10.53640/jemi.v22i1.1056>
- Kotler, P., & Keller, K. L. K. (2016). *Marketing Management* (Edisi ke-15) (15th Edision). Pearson.
- Laoly, S. K., Wilia, U., Nurhalimah, R., & Hendra, C. (2024). Implementasi Teori Antrian Single Chanel Model (M/M/1) Menggunakan Microsoft Excel Dalam Pengujian Kelayakan Kendaraan Bermotor Pada Dinas Perhubungan Kota Medan. *Bilangan : Jurnal Ilmiah Matematika, Kebumian Dan Angkasa*, 2(3), 53–60. <https://doi.org/10.62383/bilangan.v2i3.51>
- Parulian, T. (2023). Analisis Penerapan Teori Sistem Antrian pada Pelayanan di Rumah Makan Ayam Geprek XYZ. 6, 48–52. <https://doi.org/10.32734/ee.v6i1.1779>
- Purnomo, B. H., Wibowo, Y., & Aditya, G. Y. (2021). Analisis Model Sistem Antrean pada Pelayanan Restoran Mi Cepat Saji di Kabupaten Jember. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(4), 1071–1083. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i4.10452>
- Qilmi, A. T., Sulistyawati, D. R., & Mohammad, G. (2026). Analisis Optimalisasi Sistem Antrean Pelanggan Cafe Kopinan 24 Menggunakan Model M/M/1 dan M/M/2. *Jurnal Industrikrisna*, 15(1). <https://doi.org/10.61488/industrikrisna.v15i1.754>
- Rianti, D., Mukhaiyar, U., & Mardianto, L. (2022). Analisis Sistem Antrian pada Pelayanan Help Desk UPT TIK Institut Teknologi Sumatera Menggunakan Teori Antrian. *Original Article Indonesian Journal of Applied Mathematics*, 2(1), 10–17. <https://journal.itera.ac.id/index.php/indojam/>
- Rismawati, D., Mangku, I. W., & Sumarno, H. (2023). M/M/1 *Non-preemptive Priority Queuing System with Multiple Vacations and Vacation Interruptions*. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, 7(3), 751. <https://doi.org/10.31764/jtam.v7i3.14910>
- Somadi. (2020). Bauran Strategi Pemberdayaan Usaha Mikro Dan Kecil (UMK) di Kabupaten Sukabumi. Volume 15. <https://doi.org/10.36618/competitive.v15i1.674>
- Taha, A. H. (2025). *Operations research: An introduction* (11th ed.). Pearson Education.
- Tjiptono, F. (2022). *Service Management : Mewujudkan Layanan Prima* (4th ed.). Andi.
- Wiranda, D., Muhandi, & Gumelar, E. T. G. (2022). Analisis Sistem Antrian Layanan Teller Dengan Menggunakan Metode Multi Channel-Single Phase (M/M/S) Untuk Mengoptimalkan Pelayanan. *Jurnal Riset Manajemen Dan Bisnis*, 2(2), 71–80. <https://doi.org/10.29313/jrmb.v2i2.1633>