

Analisis Biaya dan Tingkat Layanan Sistem Antrian Call Center Menggunakan Model M/M/S

Nerli Khairani¹, Rizky Suhaila Hsb^{2*}, Septika Aulia Putri³, Sesy Ophelia Tampubolon⁴

^{1,2,3,4}Matematika, Universitas Negeri Medan, Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara

E-mail: rizkysuhaila9@gmail.com

* Corresponding Author



<https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.3117>

ARTICLE INFO

Article history

Received: 03 Oct 2025

Revised: 09 Oct 2025

Accepted: 15 Oct 2025

Kata Kunci:

Sistem Antrian, Call Center, Model M/M/S, Optimasi Biaya, Tingkat Layanan, Pendidikan Vokasi.

Keywords:

Queueing System, Call Center, M/M/S Model, Cost Optimization, Service Level, Vocational Education.



ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan menganalisis optimasi biaya dan tingkat layanan sistem antrian call center menggunakan model M/M/S. Permasalahan utama yang dihadapi adalah ketidakseimbangan antara efisiensi biaya operasional dan kualitas layanan pelanggan dalam menentukan jumlah server optimal. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain studi kasus pada data historis 1.251 observasi kinerja call center. Analisis data dilakukan melalui model antrian M/M/S dengan parameter tingkat kedatangan 8,27 pelanggan per jam dan tingkat pelayanan 22,85 pelanggan per jam per server. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi dua server merupakan solusi optimal dengan tingkat layanan 96,8% dan biaya operasional Rp 56.601 per jam, yang memenuhi standar industri sekaligus menjaga efisiensi biaya. Konfigurasi ini menghasilkan peningkatan signifikan 45,3% pada tingkat layanan dibandingkan satu server dengan penambahan biaya 61,8%, sementara penambahan server ketiga hanya memberikan peningkatan marginal 2,6% dengan kenaikan biaya 49,1%. Temuan penelitian memberikan kontribusi praktis dalam pengambilan keputusan operasional call center yang menyeimbangkan aspek finansial dan kualitas layanan pelanggan. Selain itu, penelitian ini juga memberikan nilai edukatif sebagai bahan ajar pada mata kuliah matematika terapan dan riset operasional.

This study aims to analyze cost optimization and service level in a call center queueing system using the M/M/S model. The main problem addressed is the imbalance between operational cost efficiency and customer service quality in determining the optimal number of servers. The research applies a quantitative approach with a case study design based on 1,251 historical observations of call center performance. Data were analyzed using the M/M/S queueing model with arrival and service rate parameters of 8.27 customers per hour and 22.85 customers per hour per server, respectively. The results indicate that the two-server configuration is the optimal solution, achieving a 96.8% service level and an operational cost of Rp 56,601 per hour, meeting industry standards while maintaining cost efficiency. This configuration yields a 45.3% improvement in service level compared to one server with a 61.8% cost increase, while adding a third server provides only marginal improvement. The findings provide practical implications for call center management in balancing financial and service quality aspects. In addition, this study offers educational value as a learning resource in applied mathematics and operations research courses.



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

How to Cite: Nerli Khairani, et al (2025). Analisis Biaya dan Tingkat Layanan Sistem Antrian Call Center Menggunakan Model M/M/S, 4(2). <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.3117>

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan pertumbuhan ekonomi global telah mendorong peningkatan kebutuhan masyarakat terhadap layanan publik dan sektor jasa, termasuk perbankan, kesehatan, dan telekomunikasi. Dalam konteks pendidikan dan pengabdian masyarakat, pemahaman terhadap sistem

pelayanan yang efisien juga menjadi penting karena dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran dalam bidang matematika terapan, riset operasional, serta manajemen layanan publik. Melalui kajian sistem antrian, mahasiswa dan peneliti dapat mengaplikasikan teori matematika untuk memecahkan masalah nyata di lingkungan masyarakat maupun dunia kerja digital yang semakin berkembang.

Dalam proses pelayanan, permasalahan yang sering dihadapi adalah antrian panjang akibat ketidakseimbangan antara jumlah pelanggan yang datang dengan kapasitas pelayanan yang tersedia. Kondisi ini menyebabkan waktu tunggu yang lama, menurunkan kepuasan pelanggan, serta menurunkan efisiensi operasional lembaga (Santoso et al., 2020). Menurut Ibe (2013, dalam Santoso et al., 2020), sistem antrian merupakan mekanisme di mana pelanggan datang untuk mendapatkan layanan dan meninggalkan sistem setelah dilayani. Teori antrian menjadi alat penting dalam menganalisis kinerja sistem pelayanan agar tercapai efisiensi antara kedatangan pelanggan dan kapasitas pelayan yang disediakan.

Fenomena antrian banyak terjadi pada sektor perbankan, di mana kualitas pelayanan menjadi salah satu indikator utama keberhasilan suatu lembaga dalam mempertahankan loyalitas nasabah. Penelitian yang dilakukan oleh Wiranda et al. (2022) pada Bank Sumsel Babel Cabang Tanjung Pandan menunjukkan bahwa dua teller yang beroperasi belum mampu memberikan pelayanan optimal karena waktu tunggu nasabah masih lebih dari 15 menit pada jam sibuk. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan temuan Putri dan Tambunan (2024) yang menunjukkan bahwa penerapan model antrian Multi Channel-Single Phase (M/M/S) dapat meningkatkan efisiensi waktu pelayanan pada Bank Syariah Indonesia KCP Kabanjahe. Setyartantya et al. (2024) dalam penelitiannya menggunakan software Arena untuk memodelkan antrian nasabah di bank dan menemukan bahwa simulasi sistem antrian membantu manajemen dalam menentukan jumlah pelayan optimal sesuai tingkat kedatangan pelanggan.

Permasalahan serupa juga terjadi pada lembaga pelayanan publik. Santoso et al. (2020) meneliti sistem antrian pasien di Puskesmas Ungaran dan menemukan bahwa pengendalian tingkat kedatangan pasien berdasarkan waktu serta biaya operasional mampu menciptakan sistem pelayanan yang efisien tanpa menurunkan kualitas layanan. Hasil tersebut diperkuat oleh Ibrahim et al. (2025) yang menganalisis model M/M/C dan menemukan bahwa penambahan jumlah pelayan dapat menurunkan waktu tunggu pelanggan hingga 30%, meningkatkan efisiensi dan kepuasan pengguna layanan. Sementara itu, penelitian oleh Nasir (2024) di BNI KCP UNM menunjukkan bahwa optimalisasi sistem antrian customer service dapat dicapai dengan pengaturan jumlah loket dan jadwal pelayanan berdasarkan pola kedatangan nasabah.

Selain perbankan dan kesehatan, beberapa penelitian juga menyoroti pentingnya penerapan teori antrian di fasilitas umum. Studi yang dilakukan oleh Al-Irsyad et al. (2015) menunjukkan bahwa penerapan model antrian di Plasa Telkom Pahlawan Semarang membantu mengukur kinerja pelayanan secara lebih objektif. Penelitian lain oleh Febrianti (2020) menjelaskan bahwa penerapan model antrian M/M/S pada lembaga pelayanan publik dapat menjadi dasar dalam merancang sistem kerja yang efisien, terutama dalam kondisi sumber daya terbatas. Hasil serupa ditemukan dalam penelitian Sunarya et al. (2015) yang meneliti penerapan model antrian M/M/S pada PT. Bank Negara Indonesia (Persero) Kantor Cabang Pontianak dan menyimpulkan bahwa manajemen jumlah teller (pelayan) berpengaruh signifikan terhadap efisiensi pelayanan.

Perkembangan digital juga telah mendorong munculnya inovasi dalam sistem antrian. Husania et al. (2025) mengembangkan prototipe sistem antrian berbasis web untuk layanan bank yang memungkinkan pelanggan mengambil nomor antrian secara daring dan memantau status antrian secara real-time. Sistem ini mampu meminimalkan antrian fisik dan meningkatkan kenyamanan pelanggan. Hasil serupa ditemukan dalam penelitian Al-Irsyad et al. (2015) yang menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam sistem antrian dapat membantu lembaga dalam mengatur arus pelanggan serta menekan biaya operasional secara signifikan. Dalam konteks pendidikan vokasi, pemanfaatan sistem digital seperti ini juga relevan untuk melatih mahasiswa dalam mengelola pelayanan berbasis teknologi serta memahami penerapan teori antrian secara praktis.

Konteks call center online menambah kompleksitas baru dalam pengelolaan sistem antrian. Tidak seperti antrian fisik, call center menghadapi karakteristik unik seperti tingginya volume panggilan masuk secara simultan, kebutuhan multi-server (agen), serta tuntutan efisiensi biaya yang ketat. Dalam praktiknya, perusahaan sering kali dihadapkan pada dilema antara menambah jumlah agen untuk

meningkatkan tingkat layanan atau mengurangi jumlah agen guna menekan biaya operasional. Hal ini menunjukkan bahwa kajian sistem antrian pada call center tidak hanya relevan dari sisi waktu tunggu pelanggan, tetapi juga dari sisi biaya yang harus dikeluarkan perusahaan. Dalam konteks pendidikan dan pengabdian masyarakat, analisis seperti ini juga dapat digunakan sebagai studi kasus dalam pembelajaran matematika terapan dan manajemen layanan publik untuk mengembangkan kemampuan analitis mahasiswa.

Selain berkontribusi pada peningkatan kualitas pelayanan digital, penelitian ini juga memiliki nilai edukatif karena mengajarkan penerapan teori antrian dalam konteks pembelajaran matematika dan teknologi pelayanan. Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama dalam sistem antrian adalah ketidakseimbangan antara tingkat kedatangan pelanggan dan kapasitas pelayanan yang disediakan. Model antrian seperti M/M/S dan M/M/C terbukti efektif dalam menganalisis serta mengoptimalkan sistem pelayanan agar waktu tunggu pelanggan berkurang dan efisiensi meningkat. Namun, sebagian besar penelitian masih lebih menekankan pada aspek efisiensi waktu dan jumlah server, sementara analisis yang mengintegrasikan aspek biaya dengan tingkat layanan khususnya dalam konteks call center online masih jarang dilakukan.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis biaya dan tingkat layanan sistem antrian call center online menggunakan model M/M/S. Penelitian ini tidak hanya memberikan rekomendasi jumlah server optimal yang mampu menyeimbangkan efisiensi biaya operasional dan kualitas layanan pelanggan, tetapi juga diharapkan dapat memberikan kontribusi edukatif sebagai bahan ajar atau referensi dalam pembelajaran matematika terapan serta memperkaya literatur akademik mengenai optimasi pelayanan berbasis teori antrian di dunia pendidikan dan masyarakat digital.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain studi kasus untuk menganalisis sistem antrian call center online. Metode ini juga disusun agar dapat dijadikan contoh penerapan teori antrian dalam pembelajaran matematika terapan pada bidang layanan digital. Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh data historis operasional call center dalam kurun waktu satu tahun. Sampel yang digunakan berjumlah 1.251 observasi, yang diambil secara acak sistematis guna menangkap variasi pola kedatangan panggilan dan kinerja pelayanan secara representatif.

Data dikumpulkan melalui studi dokumentasi, yakni pengambilan data sekunder dari sistem pelacakan performa call center. Parameter yang dicakup meliputi jumlah panggilan masuk, tingkat penjawaban, kecepatan menjawab, waktu tunggu, dan tingkat layanan. Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar dokumentasi yang telah divalidasi melalui uji kelayakan oleh ahli sistem antrian, guna memastikan kesesuaian dengan konteks penelitian.

Analisis data dilakukan dengan menerapkan model antrian M/M/S, yang mempertimbangkan distribusi Poisson pada kedatangan panggilan dan distribusi eksponensial pada waktu pelayanan (Fanshurna et al., 2025). Model ini dipilih karena sesuai dengan karakteristik sistem call center yang memiliki beberapa server (petugas) dan melayani panggilan secara paralel. Simulasi dan perhitungan karakteristik sistem dilakukan menggunakan software komputasi numerik, setelah sebelumnya data diolah melalui software spreadsheet.

Proses analisis dilakukan secara bertahap. Pertama, dilakukan identifikasi parameter dasar sistem antrian, yaitu tingkat kedatangan (λ) dan tingkat pelayanan (μ). Selanjutnya, dilakukan simulasi untuk berbagai skenario jumlah server (S) guna mengevaluasi performa sistem berdasarkan metrik waktu tunggu rata-rata dalam antrian (Wq), jumlah pelanggan rata-rata dalam antrian (Lq), serta tingkat layanan (service level). Terakhir, dilakukan analisis biaya operasional dengan mempertimbangkan biaya penyediaan server dan biaya tunggu pelanggan, guna menentukan konfigurasi sistem yang paling efisien secara ekonomis.

Untuk memastikan keabsahan hasil, dilakukan uji konsistensi data dan validasi model dengan membandingkan hasil simulasi terhadap pola aktual sistem antrian yang diamati. Langkah ini penting untuk menjamin bahwa model yang digunakan mampu merepresentasikan dinamika sistem secara akurat (Cahyani et al., 2023).

Pendekatan ini sejalan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang menerapkan teori antrian dalam konteks layanan, seperti pada sektor perbankan (Ary, 2019), layanan kesehatan (Santoso et al.,

2020), dan administrasi kampus (Bataona et al., 2020), di mana model M/M/S terbukti efektif dalam mengevaluasi dan mengoptimalkan kinerja sistem antrian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis komprehensif terhadap data operasional call center yang mencakup 1.251 observasi, diperoleh gambaran menyeluruh mengenai karakteristik kinerja sistem pelayanan. Data mentah yang dianalisis menunjukkan variasi performa yang signifikan antar periode pengamatan, dengan volume panggilan masuk berkisar antara 5 hingga 1.575 panggilan per satuan waktu. Tingkat penjawaban panggilan rata-rata mencapai 90,8% dengan standar deviasi 12,5%, mengindikasikan fluktuasi kinerja yang cukup lebar.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Kinerja Operasional Call Center

Parameter Kinerja	Nilai Rata-rata	Simpangan Baku	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Panggilan Masuk	194,2	178,3	5	1.575
Tingkat Penjawaban	90,8%	12,5%	23,4%	100,0%
Kecepatan Menjawab	00:00:26	00:00:44	00:00:02	00:05:08
Tingkat Layanan (20 detik)	72,3%	18,2%	0,0%	100,0%

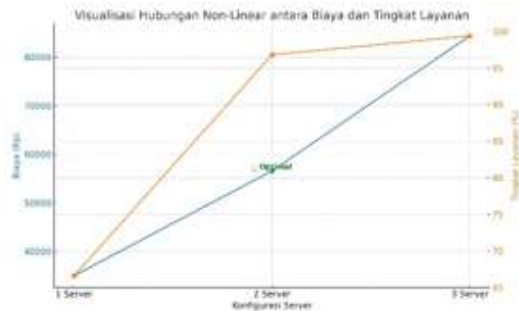
Analisis lebih lanjut menggunakan model antrian M/M/S menghasilkan parameter sistem yang esensial untuk optimasi. Berdasarkan perhitungan statistik, tingkat kedatangan pelanggan (λ) sebesar 8,27 pelanggan per jam dan tingkat pelayanan (μ) sebesar 22,85 pelanggan per jam per server. Parameter ini menghasilkan intensitas trafik sebesar 0,362 untuk konfigurasi single-server, menunjukkan kondisi sistem yang stabil namun dengan potensi antrian yang signifikan.

Evaluasi berbagai skenario konfigurasi server mengungkapkan trade-off yang jelas antara efisiensi biaya dan kualitas layanan. Konfigurasi dengan satu server menghasilkan utilisasi tertinggi sebesar 36,2% dengan waktu tunggu rata-rata 2,0 menit. Namun, tingkat layanan yang dicapai hanya 66,6%, berada di bawah standar minimum industri sebesar 80%. Kondisi ini konsisten dengan temuan dari data aktual dimana 36,2% observasi memiliki Service Level di bawah threshold yang dapat diterima.

Tabel 2. Analisis Komparatif Konfigurasi Server Berdasarkan Model M/M/S

Jumlah Server	Tingkat Utilisasi	Waktu Tunggu Rata-rata	Tingkat Layanan	Biaya Total per Jam
1	36,2%	2,0 menit	66,6%	Rp 35.009
2	18,1%	0,6 menit	96,8%	Rp 56.601
3	12,1%	0,07 menit	99,4%	Rp 84.416

Berdasarkan kriteria optimasi yang menekankan minimalisasi biaya total dengan kendala Service Level minimal 80%, konfigurasi dengan dua server teridentifikasi sebagai solusi optimal. Konfigurasi ini menghasilkan Service Level sebesar 96,8% yang jauh melampaui standar minimum, dengan biaya operasional Rp 56.601 per jam. Peningkatan dari satu ke dua server meningkatkan Service Level secara signifikan sebesar 45,3% dengan penambahan biaya 61,8%, sementara penambahan server ketiga hanya memberikan peningkatan marginal 2,6% dengan kenaikan biaya 49,1%.



Gambar 1. Hubungan Trade-off antara Biaya

Temuan ini memiliki kesesuaian yang tinggi dengan pola data aktual. Pada periode-periode dengan kinerja terbaik (Service Level >90%), sistem cenderung beroperasi dengan utilisasi moderat antara 15-25%, yang selaras dengan utilisasi 18,1% pada konfigurasi dua server. Utilisasi yang tidak terlalu tinggi ini memberikan kapasitas cadangan yang memadai untuk mengakomodasi fluktuasi kedatangan pelanggan yang tidak terduga, sekaligus menjaga stabilitas sistem.

Analisis sensitivitas terhadap variasi beban kerja menguatkan ketahanan konfigurasi dua server. Pada volume panggilan tinggi (300-400 call/jam), konfigurasi ini tetap mampu mempertahankan Service Level di atas 70%, sementara pada kondisi operasional normal (150-250 call/jam) kinerja mencapai tingkat optimal. Fleksibilitas ini sangat relevan mengingat karakteristik data aktual yang menunjukkan volatilitas volume panggilan yang cukup besar.

Dari perspektif biaya, komposisi pada konfigurasi optimal didominasi oleh biaya pelayanan (99,4%), sementara biaya menunggu hanya menyumbang 0,6%. Struktur ini mengindikasikan bahwa investasi dalam sumber daya manusia memberikan pengembalian yang positif melalui peningkatan kualitas layanan dan pengurangan biaya implisit akibat waktu tunggu pelanggan.

Berdasarkan seluruh temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa konfigurasi dua server tidak hanya memenuhi kriteria optimasi biaya-layanan, tetapi juga memberikan resilience terhadap variabilitas beban kerja yang tercermin dalam data historis call center. Implementasi konfigurasi ini diharapkan dapat meningkatkan kepuasan pelanggan melalui pengurangan waktu tunggu yang signifikan, sekaligus menjaga efisiensi operasional dalam jangka panjang. Selain itu, hasil penelitian ini memiliki nilai edukatif karena dapat dijadikan contoh penerapan teori antrian pada pembelajaran matematika terapan dan analisis sistem pelayanan digital, serta menjadi referensi praktis bagi lembaga pendidikan atau instansi publik yang mengelola sistem layanan berbasis teknologi.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis model antrian M/M/S, konfigurasi optimal call center tercapai pada dua server dengan tingkat layanan 96,8% dan utilisasi sistem 18,1%. Penambahan server pertama dari satu ke dua memberikan peningkatan signifikan 45,3% pada kualitas layanan, sementara penambahan server ketiga hanya menghasilkan perbaikan marginal 2,6% dengan biaya tambahan tidak efisien. Temuan ini merevolusi paradigma operasional dari minimisasi biaya menuju optimasi nilai melalui keseimbangan investasi sumber daya dan kualitas layanan.

Implementasi konfigurasi dua server direkomendasikan sebagai standar operasional dengan monitoring real-time untuk penyesuaian dinamis. Pengembangan ke depan perlu mengintegrasikan artificial intelligence dan model hybrid manusia-chatbot, serta memperluas penelitian dengan data longitudinal dan variabel prioritas pelanggan untuk penyempurnaan akurasi model optimasi. Selain itu, hasil penelitian ini juga memiliki nilai edukatif karena dapat dijadikan bahan ajar pada mata kuliah matematika terapan dan riset operasional, serta menjadi referensi dalam pengembangan sistem pelayanan digital di lingkungan pendidikan dan masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang sudah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- Ary, M. (2019). Analisis Model Sistem Antrian Pada Pelayanan Administrasi. *Jurnal Tekno Insentif*, 13 (1), 9-15.
- Al-Irsyad, I. I. B., Sugito, S., & Yasin, H. (2015). Penentuan model antrian dan pengukuran kinerja pelayanan Plasa Telkom Pahlawan Semarang. *Jurnal Gaussian*, 4(3), 507–516.
- Bataona, B., Nyoko, A., & Nursiani, N. putu. (2020). *Bataona, Nyoko and Nursiani/ JOURNAL OF MANAGEMENT (SME's) Vol. 12, No.2, 2020, p225-237. 12(2), 225–237.*
- Cahyani, M. R., Sani, A., Mukhsar, & Muhtar, N. (2023). Analisis Sistem Antrian Customer Service Pada Bank Sultra Cabang Bombana Menggunakan Metode Single Channel Query System. *Jurnal Matematika Komputasi Dan Statistika*, 3(2), 398–405. <https://doi.org/10.33772/jmks.v3i3.49>
- Fanshurna, T., Rizqiyah, A., Aldi Sofyan, M., Syariah, P., & Kiai Haji Achmad Siddiq Jember, U.

- (2025). Peran Strategis Customer Service Dalam Optimalisasi Layanan Perbankan Di PT Bank Mandiri Taspen Jember. *Jurnal Penelitian Nusantara*, 1, 13–18.
- Febrianti, T. (2020). Analisis sistem antrian pada customer service representative (CSR) di PT. Telkom Indonesia Kandatel Bandung (Studi kasus: Plasa Lembong dan Rajawali). *Jurnal Indonesia Membangun*, 19(1), 31-45.
- Husania, P. M., Chantika, R., & Furqan, M. (2025). Analisis dan perancangan prototype sistem antrian online berbasis web untuk layanan bank. *Jurnal Publikasi Ilmu Komputer dan Multimedia*, 4(2), 111–135. <https://doi.org/10.55606/jupikom.v4i2>
- Ibrahim, N., Nasib, S. K., Nuha, A. R., Katili, M. R., Nurwan, N., & Wungguli, D. (2025). Analisis sistem antrian dengan model M/M/C dalam meningkatkan efektivitas kinerja sistem. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu pengetahuan Alam, Kebumihan dan Angkasa*, 3(2), 20–34. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v3i2.431>
- Setyartantya, I. M., Dharmawan, A., & Yusup. (2024). Analisis sistem antrian dan efektivitas layanan nasabah menggunakan software Arena (Studi kasus: ABC Bank in Semarang). *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 7(5), 1595–1601.
- Nasir. (2024). Analisis sistem antrian untuk optimalisasi pelayanan nasabah pada customer service di BNI KCP UNM. *Sammajiva: Jurnal Penelitian Bisnis dan Manajemen*, 2(4), 71–79. <https://doi.org/10.47861/sammajiva.v2i4.1478>
- Putri, Y., & Tambunan, K. (2024). Analisis sistem antrian dalam mengoptimalkan pelayanan nasabah pada customer service di BSI KCP Kabanjahe. *Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Manajemen*, 2(1), 205–211. <https://doi.org/10.61722/jiem.v2i1.687>
- Santoso, A. H., Fajrin, H. R., Sultoni, A., & Ertiningsih, D. (2020). Penentuan sistem antrean dengan pertimbangan biaya dan kontrol kedatangan pasien: Studi kasus di Puskesmas Ungaran Semarang. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(2), 165–177. <https://doi.org/10.21831/pg.v15i2.35403>
- Sunarya, R., Aritonang, M., & Helmi. (2015). Analisis penerapan sistem antrian model M/M/S pada PT. Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk. Kantor Cabang Pontianak. *Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya (Bimaster)*, 4(2), 111–118.
- Wiranda, D., Muhandi, & Gumelar, E. T. (2022). Analisis sistem antrian layanan teller dengan menggunakan (M/M/S) untuk mengoptimalkan pelayanan. *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis (JRMB)*, 2(2), 71–80. <https://doi.org/10.29313/jrmb.v2i2.1633>