

Model sistem antrian *multi channel single phase* dalam mengevaluasi kinerja instansi (Studi kasus: Rumah Sakit Umum Pindad Turen)

Linatul Af Idah¹, Asmara Iriani Tarigan¹, Darsih Idayani^{1*}

¹Program Studi Matematika

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka

Jl. Cabe Raya, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia. 15437

*E-mail: darsih@ecampus.ut.ac.id

Abstrak: Antrian biasanya terjadi karena jumlah konsumen yang dilayani melebihi kapasitas. Rumah Sakit Umum (RSU) Pindad merupakan rumah sakit yang memberikan pelayanan pasien dan sering terjadi antrian dalam memberikan pelayanan. RSU Pindad mempunyai tiga fasilitas pelayanan dengan satu antrian seperti proses antrian *Multi Channel Single Phase* (MCSP) dengan menerapkan antrian *First Come First Served* (FCFS). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis metode antrian dan memodelkan sistem antrian yang terjadi pada bagian pelayanan RSU Pindad sebagai bahan kajian untuk mengevaluasi sistem kinerja di RSU Pindad. Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan pada pelayanan resepsionis. Analisis data yang dilakukan adalah uji distribusi kedatangan pasien dan pelayanan pada pasien dengan menggunakan Uji Kolmogorov Smirnov serta melakukan uji kondisi *steady state*. Kemudian dilanjutkan dengan menganalisis data menggunakan model sistem antrian MCSP untuk mengevaluasi kinerja menggunakan bantuan *software* SPSS. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pemodelan sistem antrian yang diterapkan RSU Pindad adalah model $(M/M/3) : (FCFS/\infty/\infty)$. Ketiga fasilitas pelayanan yang dimiliki sangat membantu kinerja pelayanan di RSU Pindad, sehingga tidak diperlukan tambahan fasilitas pelayanan.

Kata Kunci: Kolmogorov-Smirnov, *multi channel single phase*, pelayanan rumah sakit, pemodelan, sistem antrian

Abstract: Queues usually occur because the number of consumers served exceeds capacity. Pindad General Hospital is a hospital that provides patient services and there are often queues to provide services. Pindad General Hospital has three service facilities with one queue, such as the Multi Channel Single Phase (MCSP) queuing process by implementing First Come First Served (FCFS) queuing. This research aims to analyze queuing methods and model the queuing system that occurs in the service section of Pindad General Hospital as a material study to evaluate the performance system at Pindad General Hospital. Data collection was carried out by observing the receptionist service. The data analysis was carried out by testing the distribution of patient arrivals and services to patients using the Kolmogorov Smirnov Test and conducting a steady state condition test. Then proceed with analyzing the data using the MCSP queuing system model to evaluate performance using the SPSS application. The results show that the queuing system modeling applied by Pindad General Hospital is the $(M/M/3):(FCFS/\infty/\infty)$ model. The three service facilities that are available really help the service performance at Pindad General Hospital, so there is no need for additional service facilities.

Keywords: Kolmogorov-Smirnov, multi-channel single phase, hospital services, modeling, queuing system

PENDAHULUAN

Masalah antrian merupakan masalah klasik yang sering dijumpai dalam kehidupan bermasyarakat. Antri identik dengan proses menunggu, dimana ada beberapa orang atau konsumen yang sedang menunggu untuk dilayani. Kemudian meninggalkan tempat atau barisan setelah konsumen tersebut dilayani. Antrian

Cara Sitasi:

Idah, L. A., Tarigan, A. I., Idayani, D. (2024). Model sistem antrian *multi channel single phase* dalam mengevaluasi kinerja instansi (Studi kasus: Rumah Sakit Umum Pindad Turen). *Teknosains: Media Informasi dan Teknologi*, 18(2), 163-170. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v18i2.45738>

Diajukan 16 Februari 2024; Ditinjau 29 April 2024; Diterima 17 Desember 2024; Diterbitkan 04 Januari 2025

Copyright © 2025. The authors. This is an open access article under the CC BY-SA license

terjadi disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan pelayanan, sehingga konsumen yang datang tidak bisa segera mendapatkan layanan. Konsumen akan puas jika dapat memperoleh pelayanan tanpa harus menunggu lama (Adeniran et al., 2022; Burodo et al., 2021; Firmansyah & Saputra, 2021; Reddy et al., 2020). Untuk memenuhi kebutuhan pelayanan tersebut, maka pihak instansi atau penyelenggara jasa harus menyediakan fasilitas pelayanan yang memadai. Sistem antrian telah digunakan untuk mengoptimalkan pelayanan di berbagai macam instansi seperti perbankan, rumah makan, SPBU, samsat, *laundry*, apotik, dinas kependudukan, dll (Alfita et al., 2023; Iqbal et al., 2022; Jamil et al., 2023; Nurhalita et al., 2023; Tinambunan et al., 2019; Wiranda et al., 2022; Yuliana et al., 2019).

Salah satu instansi penyedia jasa yang harus memperhatikan kualitas layanan adalah rumah sakit. Jika pasien tidak puas dengan pelayanan rumah sakit, kesan masyarakat terhadap rumah sakit tersebut akan buruk. Pendekatan antrian dalam manajemen layanan di rumah sakit sangat penting karena rumah sakit berurusan dengan kesehatan atau hidup mati pasien. Kepuasan pasien harus diperhatikan dalam memberikan layanan. Menurut Burodo (2021), salah satu faktor yang mempengaruhi kepuasan layanan adalah waktu tunggu pelayanan, yaitu waktu tunggu di loket pendaftaran maupun waktu tunggu bertemu dokter. Sedangkan sistem antrian dapat mengurangi waktu tunggu di rumah sakit (Titarmare & Yerlekar, 2018). Oleh karena itu diperlukan manajemen sistem antrian pasien di rumah sakit untuk meningkatkan kinerja rumah sakit sehingga kepuasan pasien juga meningkat.

Beberapa penelitian terkait pendekatan antrian di rumah sakit telah dilakukan. Wu dkk. (2020) menggunakan model antrian markov untuk mengoptimalkan alokasi ranjang pasien. Sama seperti penelitian Wu dkk. (2020), dalam penelitiannya Hu dkk. (2020) menggunakan teori antrian untuk menentukan strategi alokasi ranjang pasien pada saat epidemi Covid-19. Sedangkan Egbunu dkk. (2020) menggunakan manajemen antrian di Rumah Sakit Non Perguruan Tinggi untuk meningkatkan layanan kesehatan untuk pasien rawat jalan. Sistem antrian juga digunakan oleh Khaskheli dkk. (2020) dalam membandingkan dua rumah sakit dan menyarankan jumlah resepsionis dan dokter untuk mengoptimalkan performa sistem antrian di departemen rawat jalan. Selain itu, Yaduvanshi dkk. (2019) menerapkan teori antrian untuk mengoptimalkan waktu tunggu dalam operasional rumah sakit. Kalwar dkk. (2021) menerapkan teori antrian dan simulasi peristiwa diskrit untuk meningkatkan performa sistem pemberian layanan kesehatan. Suleiman dkk. (2022) mengaplikasikan model antrian eksponensial single dan multi-server untuk menyeimbangkan antara waktu tunggu dan biaya yang berlebihan.

Berbeda dengan sebelumnya, dalam artikel ini menggunakan model sistem antrian *Multi Channel Single Phase (MCSP)* untuk mengevaluasi kinerja di Rumah Sakit Umum (RSU) Pindad. Dilakukan analisis model layanan di bagian layanan RSU Pindad untuk mengetahui bagaimana sistem antrian yang diterapkan. Selain itu, juga untuk mengetahui bagaimana bentuk pemodelan sistem antrian yang terjadi dan kinerja RSU Pindad. Hasil evaluasi akan membantu RSU Pindad mempertahankan kinerjanya atau meningkatkan kinerja jika diperlukan. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian ini berkontribusi langsung terhadap hal tersebut.

METODE PENELITIAN

Terdapat beberapa tahapan dalam menyelesaikan penelitian ini. Pertama, dilakukan studi literatur mengenai sistem antrian khususnya MCSP serta sistem pengelolaan pelayanan pasien di rumah sakit melalui berbagai macam sumber seperti buku, artikel

ilmiah, dll. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data di RSUD Pindad yang diperoleh dari pengamatan pelayanan resepsionis. Objek yang diamati adalah pasien RSUD Pindad yang tiba untuk melakukan pendaftaran sebelum diperiksa oleh dokter saat memasuki jam sibuk dalam periode waktu pukul 08.00 pagi hingga pukul 12.00 siang waktu setempat. Data yang diperoleh adalah waktu tunggu pasien dan lama pelayanan di 3 fasilitas layanan.

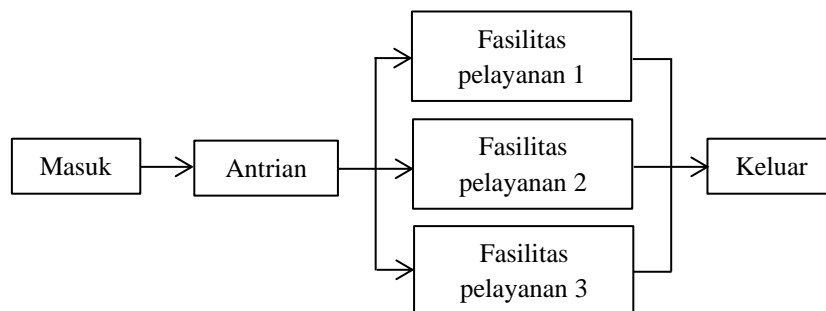
Setelah pengumpulan data, dilakukan analisis data, antara lain uji distribusi kedatangan pasien dan pelayanan pada pasien dengan menggunakan Uji Kolmogorov Smirnov serta melakukan uji kondisi *steady state*. Selanjutnya menganalisis data dengan menggunakan model sistem antrian MCSP. MCSP adalah salah satu model sistem antrian dasar yang umum terjadi yang antriannya berupa antrian tunggal dengan dua atau lebih fasilitas layanan (Shaw, 2015). Jika terdapat fasilitas layanan yang kosong, pelanggan akan diarahkan kesana. Analisis data dilakukan dengan bantuan *software* SPSS. Terakhir, dilakukan penarikan kesimpulan dan pemberian saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan analisis penerapan model sistem antrian *multi channel single phase* di Rumah Sakit Umum Pindad Turen untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai efisiensi dan efektivitas pelayanan di berbagai fasilitas pelayanan rumah sakit.

A. Sistem Antrian di RSUD Pindad

Jenis sistem antrian di RSUD Pindad menggunakan model MCSP dengan lebih dari satu fasilitas pelayanan yang melayani pendaftaran pasien dengan satu jalur antrian dan masa pemakaian hanya satu kali. Ada tiga fasilitas pelayanan yang disediakan oleh RSUD Pindad untuk melayani pasien yang akan melakukan transaksi (Gambar 1). Waktu pelayanan yang dibutuhkan pasien di setiap fasilitas pelayanan bersifat random atau acak sesuai dengan keperluan pasien.



Gambar 1. Ilustrasi sistem antrian di RSUD Pindad

Tingkat kedatangan pasien adalah banyaknya pasien yang datang untuk mendapatkan pelayanan. Kedatangan pasien diasumsikan mengikuti distribusi Poisson dimana kedatangan pasien tidak tergantung pada waktu dan tiap harinya berbeda karena setiap pasien memiliki kebutuhan yang berbeda. Tingkat fasilitas pelayanan ialah lamanya waktu pelayanan yang disediakan oleh fasilitas pelayanan untuk melayani pasien. Data diambil tiap satu jam selama fasilitas pelayanan dibuka yaitu 4 jam dari jam 08.00 sampai 12.00. Data mengenai banyaknya pasien, lama waktu pasien dalam mengantri, dan lama pelayanan di fasilitas pelayanan disajikan pada Tabel 1. Pasien paling banyak datang antara pukul 08.00 hingga 08.59. Setelah itu banyaknya pasien yang

datang menurun hingga pukul 11.59 hanya ada 1 sampai 5 pasien yang dilayani oleh tiap fasilitas layanan.

Tabel 1. Banyaknya pasien, waktu tunggu, dan lama pelayanan di RSUD Pindad

No	Waktu	Banyaknya Pasien di Fasilitas Pelayanan (orang)			Waktu Tunggu Antrian (menit)	Lama Pelayanan di Fasilitas Pelayanan (menit)		
		1	2	3		1	2	3
		1	08.00-08.59	10		15	30	445
2	09.00-09.59	10	10	9	230	50	50	90
3	10.00-10.59	8	6	4	80	40	30	20
4	11.00-12.00	5	2	1	60	25	0	25
Jumlah		33	33	44	815	165	280	285

Selanjutnya ditentukan nilai rata-rata kedatangan pasien (λ) dan rata-rata pelayanan pasien (μ). Rata-rata banyaknya pasien (λ) dapat dihitung dari banyaknya pasien yang datang mendaftar dibagi dengan waktu tunggu antrian, yaitu

$$\lambda = \frac{\text{Banyaknya pasien}}{\text{Waktu tunggu antrian}}$$

Sedangkan rata-rata laju pelayanan pasien (μ) diperoleh dari banyaknya pasien dibagi lama pelayanan, yaitu

$$\mu = \frac{\text{banyaknya pasien}}{\text{lama pelayanan}}$$

Rata-rata kedatangan pasien λ dan laju pelayanan pasien μ ditunjukkan dalam Tabel 2. Terlihat bahwa dari jam 10.00 sampai 10.59 mempunyai level kedatangan pasien dan laju pelayanan pasien tertinggi yaitu masing-masing 0,23 pasien/menit dan 0,20 pasien/menit.

Tabel 2. Nilai dari λ dan μ (pasien/menit).

Waktu	λ	μ
08.00-08.59	0,12	0,16
09.00-09.59	0,13	0,15
10.00-10.59	0,23	0,20
11.00-12.00	0,13	0,08

B. Distribusi Data

Uji kecocokan data dilakukan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov menggunakan *software* SPSS. SPSS membantu untuk mengetahui kenormalan distribusi dari beberapa data. Uji kecocokan data kedatangan pasien menggunakan distribusi Poisson, sedangkan uji kecocokan data lama pelayanan menggunakan distribusi Eksponensial.

Hipotesis dari uji distribusi kedatangan pasien adalah:

H_0 = Kedatangan pasien di RSUD Pindad berdistribusi Poisson

H_1 = Kedatangan pasien di RSUD Pindad tidak berdistribusi Poisson

dengan taraf uji nyata $\alpha = 5\%$ atau 0,05 dan kriteria yaitu H_0 diterima jika nilai $\text{Asymp.Sig.}(2\text{-tailed}) > 0,05$.

Hasil uji Kolmogorov Smirnov menunjukkan bahwa tingkat kedatangan pasien di RSUD Pindad berdistribusi Poisson, karena nilai $\text{Asymp.Sig.}(2\text{-tailed})$ pada semua fasilitas

pelayanan lebih besar dari 0,05. Nilai Asymp.Sig.(2-tailed) masing-masing pada fasilitas pelayanan pertama, kedua, dan ketiga adalah 0,995; 0,977 dan 0,304 (Tabel 3).

Tabel 3. Distribusi kedatangan pasien di RSUD Pindad.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test				
		Kedatangan Pasien P1	Kedatangan Pasien P2	Kedatangan Pasien P3
N		4	4	4
Poisson Parameter ^{a,b}	Mean	8,25	8,25	11,00
Most Extreme Differences	Absolute	,210	,239	,485
	Positive	,210	,239	,485
	Negative	-,185	-,228	-,250
Kolmogorov-Smirnov Z		,419	,477	,970
Asymp. Sig. (2-tailed)		,995	,977	,304

a. Test distribution is Poisson.

b. Calculated from data.

Selanjutnya, dilakukan uji untuk kecepatan pelayanan dengan hipotesis sebagai berikut

H_0 = Laju pelayanan di RSUD Pindad berdistribusi Eksponensial

H_1 = Laju pelayanan di RSUD Pindad tidak berdistribusi Eksponensial

dengan taraf uji nyata $\alpha = 5\%$ atau 0,05 dan kriteria yaitu H_0 diterima jika nilai Asymp.Sig.(2-tailed) > 0,05.

Hasil uji Kolmogorov Smirnov menunjukkan bahwa laju pelayanan pasien di RSUD Pindad berdistribusi Eksponensial, karena nilai Asymp.Sig.(2-tailed) pada semua fasilitas pelayanan lebih besar dari 0,05. Nilai Asymp.Sig.(2-tailed) masing-masing pada fasilitas pelayanan pertama, kedua, dan ketiga adalah 0,380; 0,716 dan 0,970 (Tabel 4).

Tabel 4. Distribusi laju pelayanan di RSUD Pindad.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test				
		Lama Pelayanan P1	Lama Pelayanan P2	Lama Pelayanan P3
N		4	4	4
Exponential parameter ^{a,b}	Mean	41,25	70,00	71,25
Most Extreme Differences	Absolute	,455	,349	,245
	Positive	,298	,240	,204
	Negative	-,455	-,349	-,245
Kolmogorov-Smirnov Z		,909	,697	,489
Asymp. Sig. (2-tailed)		,380	,716	,970

a. Test Distribution is Exponential.

b. Calculated from data.

C. Uji *Steady State* untuk Kinerja Sistem Antrian

Kondisi *steady state* adalah kondisi tetap dari sistem antrian yang nilainya dapat diperoleh dari faktor utilitas $\rho = \frac{\lambda}{c\mu}$ dengan c adalah banyaknya fasilitas pelayanan dalam sistem. Sistem dikatakan dalam kondisi *steady state* jika $\rho < 1$. Nilai ρ yang diperoleh untuk seluruh fasilitas layanan dari jam 08.00-12.00 lebih kecil dari 1 (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi *steady state* terpenuhi, maka di RSUD Pindad tidak perlu dilakukan penambahan fasilitas pelayanan. Dengan adanya tiga fasilitas pelayanan yang tersedia, kondisi fasilitas pelayanan sudah stabil dan berjalan lancar.

Tabel 5. Nilai utilitas pada fasilitas pelayanan di RSUD Pindad.

Waktu	Nilai ρ untuk Tiga Fasilitas Pelayanan
08.00-08.59	0,25
09.00-09.59	0,28
10.00-10.59	0,38
11.00-12.00	0,54

D. Analisis Model Sistem Antrian *Multi Channel Single Phase*

Berdasarkan ukuran utilitas fasilitas pelayanan dan hasil uji kecocokan distribusi kedatangan dan pelayanan pasien diperoleh model sistem antrian di RSUD Pindad, yaitu $(M/M/3) : (FCFS/\infty/\infty)$ dimana kedatangan pasien berdistribusi Poisson dan laju pelayanan berdistribusi Eksponensial dengan M menotasikan kedatangan dan kepergian serta c menotasikan banyaknya fasilitas pelayanan. Terdapat tiga fasilitas pelayanan yang menggunakan disiplin antrian *First Come First Served* (FCFS) atau *First Come First Out* (FCFO) dengan kapasitas pasien yang dilayani tak terbatas dan ukuran sumber pemanggilan juga tak terbatas.

Ukuran kinerja sistem pelayanan di RSUD Pindad disajikan dalam Tabel 6. Notasi P_0 adalah peluang petugas di fasilitas pelayanan menganggur. Nilai P_0 terbesar terjadi pada jam 09.00 sampai jam 09.59 sebesar 0,53 yang artinya 53% waktu yang dimiliki petugas pelayanan tidak digunakan atau menganggur. Notasi L_q menotasikan jumlah nasabah yang diestimasi dalam antrian yaitu 0,14 nasabah yang terbesar yang terjadi pada pukul 11.00-12.00. Sedangkan banyaknya pasien yang diestimasi dalam sistem dinotasikan dengan L_s dimana nilai terbesarnya juga terjadi pada jam 11.00 sampai 12.00 yaitu sebesar 1,76. Selanjutnya, W_q merupakan waktu tunggu yang diestimasi dalam antrian dan W_s merupakan waktu tunggu yang diestimasi dalam sistem. Nilai W_q terbesar adalah 1,07 terjadi dan nilai W_a terbesar adalah 0,08. Keduanya juga terjadi pada jam 11.00 sampai jam 12.00 (Tabel 6).

Tabel 6. Hasil ukuran kinerja model sistem antrian MCSP

Waktu	P_0	L_q	L_s	W_q	W_s
08.00-08.59	0,52	0,02	0,77	0,16	0,02
09.00-09.59	0,53	0,06	0,79	0,46	0,06
10.00-10.59	0,37	0,08	1,23	0,34	0,06
11.00-12.00	0,13	0,14	1,76	1,07	0,08

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa sistem antrian di RSUD Pindad menggunakan MCSP dan menerapkan disiplin antrian FCFS. Bentuk pemodelan sistem antrian ini adalah $(M/M/3):(FSFS/\infty/\infty)$ dimana ada tiga fasilitas pelayanan yang aktif. Setelah dievaluasi, tingkat utilitas pada RSUD Pindad sudah terpenuhi dengan baik. Ketiga fasilitas pelayanan tersebut sangat membantu kinerja pelayanan di RSUD Pindad, sehingga tidak akan terjadi kegiatan mengantri yang cukup lama untuk sekedar mendapat pelayanan. Oleh karena itu, tidak diperlukan tambahan fasilitas pelayanan di RSUD Pindad.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeniran, A. M., Burodo, M. S., Suleiman, S. (2022). Application of queuing theory and management of waiting time using multiple server model: empirical evidence from Ahmadu Bello University Teaching Hospital, Zaria, Kaduna State, Nigeria. *International Journal of Scientific and Management Research*, 05(04), 159–174. <https://doi.org/10.37502/ijsmr.2022.5412>.

- Alfita, A., Hidiyanti, A. T., Dwiyanisya, A. P., Sakti, B. Y., Nugroho, A. A., & Radianto, D. O. (2023). Pemodelan dan simulasi antrian di Kicleanshoes. *Koloni: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(1), 310–317. <https://doi.org/10.31004/koloni.v2i1.450>.
- Burodo, M. S., Suleiman, S., & Yusuf, G. (2021). An Assessment of queue management and patient satisfaction of some selected hospitals in North-Western Nigeria. *International Journal of Mathematics and Statistics Invention (IJMSI)*, 9(8), 14–24. <https://doi.org/10.35629/4767-09080813>.
- Egbunu, C. O., Onyekwere, O., Rufai, M. A., Yange, T. S., & Atsanan, S. P. (2020). Queue management in non-tertiary hospitals for improved healthcare service delivery to outpatients. *International Journal of Applied Information Systems (IJ AIS)*, 12(31), 36–48.
- Firmansyah, F., & Saputra, A. C. (2021). Effect of the implementation of queue system on customer satisfaction. *Bongaya Journal for Research in Management (BJRM)*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.37888/bjrm.v4i1.245>.
- Hu, J., Hu, G., Cai, J., Xu, L., & Wang, Q. (2020). Hospital bed allocation strategy based on queuing theory during the COVID-19 epidemic. *Computers, Materials & Continua*, 66(1), 793–803. <https://doi.org/10.32604/cmc.2020.011110>.
- Iqbal, M., Ilhamsyah, & Ramayuda, S. (2022). Sistem informasi antrian online berbasis website menggunakan multi channel single phase (Studi kasus: Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Sintang). *Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 10(3), 354–365. <https://doi.org/10.26418/coding.v10i03.52857>.
- Jamil, D. S., Sani, A., Djafar, M. K., & Budiman, H. (2023). Analisis sistem antrian multi channel single phase service pada stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU) Pasarwajo. *Jurnal Matematika, Komputasi, dan Statistika*, 3(1), 271–280. <https://doi.org/10.33772/jmks.v3i1.37>.
- Kalwar, M. A., Marri, H. B., Khan, M. A., & Khaskheli, S. A. (2021). Applications of queuing theory and discrete event simulation in Health Care Units of Pakistan. *International Journal of Science and Engineering Investigations*, 10(109), 6–18.
- Khaskheli, S. A., Marri, H. B., Nebhwani, M., Khan, M. A., & Ahmed, M. (2020). Compative study of queuing systems of medical out patient departments of two public hospitals. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2702–2720.
- Nurhalita, N., Satyahadewi, N., & Aprizkiyandari, S. (2023). Analisis sistem antrian pembayaran pajak kendaraan bermotor di Kantor Samsat Kota Pontianak. *Buletin Ilmiah Matematika, Statistika, dan Terapannya (Bimaster)*, 12(1), 29–34. <https://doi.org/10.26418/bbimst.v12i1.61978>.
- Reddy, D. M., Girija, A. M., & Sarla, P. (2020). An Application of queuing system to patient satisfaction at a selected hospital-a field study. *International Conference on Mathematical Sciences and Applications (ICMSA-2019)*, 020111-1 - 020111-6. <https://doi.org/10.1063/5.0014439>.
- Shaw, K. A. (2015). *Operations Methods: Managing Waiting Line Applications* (Second Edition). New Jersey: Business Expert Press.
- Suleiman, S., Burodo, M. S., & Ahmed, Z. (2022). An Application of single and multi-server exponential queuing model in some selected hospitals of the North-Western Nigeria. *Asian Journal of Probability and Statistics (AJPAS)*, 16(2), 1–9. <https://doi.org/10.9734/ajpas/2022/v16i230396>.
- Tinambunan, J. R., Savira, I., Purba, W., Aisyah, S., Nababan, M. N. K., & Dharshinni, N. P. (2019). Simulasi sistem antrian pemesanan makanan pada rumah makan dengan menggunakan model multi channel multi queue. *Jurnal Sistem Informasi Ilmu Komputer Prima (Jusikom Prima)*, 2(2), 25–30. <https://doi.org/10.34012/jusikom.v2i2.428>.
- Titarmare, N., & Yerlekar, A. (2018). A Survey on patient queue management system. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS)*, 4(4), 229–232. <https://doi.org/10.22161/ijaems.4.4.3>.
- Wiranda, D., Muhandi, & Gumelar, E. T. (2022). Analisis sistem antrian layanan teller dengan menggunakan metode multi channel-single phase (M/M/S) untuk mengoptimalkan pelayanan. *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis (JRMB)*, 2(2), 71–80. <https://doi.org/10.29313/jrmb.v2i2.1633>.
- Wu, J., Chen, B., Wu, D., Wang, J., Peng, X., & Xu, X. (2020). Optimization of markov queuing model in hospital bed resource allocation. *Journal of Healthcare Engineering*, 2020, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2020/6630885>.
- Yaduvanshi, D., Sharma, A., & More, P. V. (2019). Application of queuing theory to optimize waiting-time in hospital operations. *Operations and Supply Chain Management*, 12(3), 165–174. <https://doi.org/10.31387/oscm0380240>.

Yuliana, D., Santony, J., & Sumijan. (2019). Model antrian multi channel single phase berdasarkan pola kedatangan pasien untuk pengambilan obat di apotik. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 1(4), 7–11. <https://doi.org/10.35134/jidt.v1i3.12>.