

MODEL SISTEM ANTREAN PADA KEDATANGAN DAN KEPERGIAN PELANGGAN DI CIRCLE K SURAPATI DENPASAR

Desak Made Nirmala Yoni^{1§}, Ni Luh Meiliana², Made Ayu Dwi Octavanny³

¹Program Studi Matematika, Fakultas MIPA - Universitas Udayana [Email: nirmalayoni@gmail.com]

²Program Studi Matematika, Fakultas MIPA - Universitas Udayana [Email: niluhmeiliana@gmail.com]

³Program Studi Matematika, Fakultas MIPA - Universitas Udayana [Email: octavanny@unud.ac.id]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

This study aims to analyze the queueing model based on the customer arrival and departure dynamics at Circle K Surapati, Denpasar. The study uses primary data obtained by recording customer arrival and departure times during a single observation period from 15:00 to 17:30 WITA. The results show that the arrival rate increases from 1.6 customers per 10 minutes at state 0 to 18 customers per 10 minutes at state 3, while the departure rate decreases from 4.4 customers per 10 minutes at state 1 to 1.5 customers per 10 minutes at state 4. The highest steady-state probability occurs at state 4 (0.8279), indicating that this condition most frequently appears in the long run. Furthermore, the Chi-Square goodness-of-fit test reveals that both interarrival and service time do not follow exponential distributions. Consequently, the system is best represented by a general distribution queueing model. The system is identified as a $(G/G/2):(GD/\infty/\infty)$ queueing model, utilizing two active service facilities under a first come-first served discipline.

Keywords: Minimarket customers, stochastic process, arrival and departure, queueing theory

1. PENDAHULUAN

Minimarket menjadi salah satu tempat yang dimanfaatkan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Hal ini didukung oleh karakteristik minimarket yang hadir dalam format modern dan berlokasi dekat dengan permukiman, sehingga mampu bersaing dengan warung tradisional (Hendri, 2005). Aktivitas utama yang diamati pada operasional minimarket adalah pelanggan datang dan pergi secara bergantian, sehingga jumlah pelanggan di dalam toko terus berubah sepanjang waktu. Secara matematis, dinamika ini dapat dipandang sebagai proses stokastik, karena banyaknya pelanggan di dalam toko berubah secara acak seiring berjalannya waktu.

Kedatangan dan kepergian pelanggan di minimarket merupakan contoh dari konsep proses *birth and death*. Sugito dan Mukid (2011) menjelaskan bahwa “*birth*” adalah kejadian ketika suatu entitas masuk ke dalam sistem, sedangkan “*death*” adalah kejadian ketika entitas meninggalkan sistem. Pinto et al. (2009) dalam penelitiannya menyatakan bahwa *birth and death process* digunakan untuk

memodelkan dinamika populasi pelanggan yang dapat masuk dan keluar kapan saja, terutama ketika suatu pasar memiliki populasi konsumen aktif yang perilaku kedatangannya bersifat homogen.

Aktivitas masuk-keluarnya pelanggan tidak lepas dari terbentuknya baris penungguan atau antrean. Ketika pelanggan selesai memilih barang, mereka akan menuju meja kasir dan menunggu untuk dilayani. Antrean terjadi apabila kedatangan pelanggan melebihi kapasitas fasilitas pelayanan yang ada (Aprilyani, 2025). Pada umumnya, minimarket menerapkan disiplin layanan *first come-first served*, di mana pelanggan yang tiba lebih awal di kasir akan dilayani terlebih dahulu (Meflinda & Mahyarni, 2011). Masalah antrean ini dikaji dalam teori antrean, yaitu disiplin matematika terapan yang di dalamnya mempelajari kedatangan dan waktu pelayanan, sistem antrean, hingga perilaku antrean (Alimuddin & Ahsan, 2023).

Minimarket yang kami teliti adalah Circle K. Circle K menerapkan disiplin layanan *first*

in-first out atau dikenal dengan *first come-first served*. Circle K dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki pola kunjungan pelanggan yang cukup aktif. Circle K cabang Denpasar di Jalan Surapati merupakan lokasi yang cukup strategis karena berada di kawasan sekolah, pusat aktivitas warga, dan jalur lalu lintas yang ramai. Kondisi ini menyebabkan kedatangan pelanggan dan terbentuknya antrean di area kasir, terutama pada jam-jam sibuk. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model sistem antrean yang sesuai pada data kedatangan dan kepergian pelanggan di Circle K Surapati Denpasar.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian mengenai penentuan model sistem antrean di Circle K Surapati Denpasar digambarkan secara ringkas melalui diagram alir berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, yaitu data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti (sumber pertama) tanpa melalui perantara (Indriantoro & Supomo, 2013). Dalam penelitian ini, sumber data berasal dari hasil pencatatan langsung terhadap waktu kedatangan (*arrival*) dan waktu kepergian (*departure*) pelanggan yang memasuki dan meninggalkan Circle K Surapati selama periode pengamatan.

2.3 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama satu hari yakni pada hari Sabtu, 15 November 2025, dengan waktu observasi mulai pukul 15:00 WITA sampai 17:30 WITA. Seluruh proses pengambilan data dilakukan di Circle K Jalan Surapati, Denpasar.

2.4 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan teknik observasi langsung. Lebih lanjut, pengumpulan data dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

1. Menentukan lokasi observasi, yaitu Circle K di Jalan Surapati, Denpasar.
2. Menetapkan rentang waktu pengamatan, yaitu pukul 15.00-17.30 WITA.
3. Menyiapkan *spreadsheet* sebagai tempat untuk menginput dan menyimpan data observasi.
4. Mengamati dan mencatat waktu kedatangan dan kepergian pada setiap pelanggan yang masuk dan keluar dari Circle K.
5. Merekap data banyak pelanggan beserta waktu masuk dan keluar pada *spreadsheet*.

2.5 Teknik Analisis Data

Langkah-langkah analisis yang ditempuh adalah sebagai berikut:

1. Menghitung selisih waktu kedatangan (pelanggan masuk) dan selisih waktu kepergian (pelanggan keluar).
2. Mengidentifikasi jenis kejadian (*event*) dan *state* pada setiap waktu kejadian. Jika kedatangan pelanggan (*birth*) maka $t \text{ sebelum} = t \text{ sesudah} + 1$ dan jika kepergian pelanggan (*death*) maka $t \text{ sebelum} = t \text{ sesudah} - 1$.
3. Setelah menentukan *event* dan perubahan

state, akan dihitung laju kedatangan (λ_k) dan laju kepergian pelanggan (μ_k) pada setiap *state* k . Laju kedatangan (λ_k) dan laju kepergian (μ_k) diukur per 10 menit untuk setiap *state*-nya. Pemilihan interval 10 menit didasarkan pada hasil percobaan awal dalam pengolahan data. Penggunaan interval waktu yang lebih kecil menghasilkan nilai laju yang sangat kecil, sehingga kurang representatif dalam menggambarkan jumlah pelanggan yang datang dan dilayani. Oleh karena itu, interval 10 menit dipilih agar nilai laju yang diperoleh lebih mudah diinterpretasikan dalam konteks jumlah pelanggan.

4. Menentukan distribusi peluang *steady state* setelah menghitung laju kedatangan (λ_k) dan laju kepergian (μ_k). Dalam menghitung distribusi dari probabilitas *steady state* dapat menggunakan persamaan keseimbangan (*balance equations*) yang menghasilkan solusi (Ross, 2010):

$$P_k = P_0 \cdot C_k$$

$$P_k = P_0 \cdot \frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{k-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_k}$$

dengan

$$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{k-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_k}}$$

Untuk sistem terbatas akan digunakan rumus sebagai berikut:

$$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^N \frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{k-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_k}}$$

di mana N adalah batas empiris sistem, yaitu jumlah pelanggan maksimum yang tercatat berada di dalam sistem secara bersamaan selama periode observasi.

5. Melakukan uji kesesuaian distribusi eksponensial menggunakan uji *Chi square goodness of fit* pada data waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan.
6. Menentukan model antrean yang sesuai berdasarkan hasil temuan uji kesesuaian distribusi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Laju Kedatangan dan Laju Kepergian Pelanggan

Analisis laju kedatangan (λ_k) dan laju kepergian (μ_k) dilakukan setelah menentukan *event* dan perubahan *state* untuk setiap n pelanggan. Adapun dilakukan analisis laju kedatangan (λ_k) dan laju kepergian (μ_k) untuk mengetahui bagaimana pola kedatangan pelanggan berubah pada kondisi pelanggan yang berbeda.

1. Laju Kedatangan Pelanggan

Laju kedatangan (λ_k) menunjukkan rata-rata banyaknya n pelanggan yang tiba per satuan waktu ketika sistem berada pada *state* k . Nilai ini digunakan untuk menggambarkan pola kedatangan pelanggan pada setiap tingkat keramaian toko. Tabel 1 menunjukkan hasil pengolahan data untuk perhitungan laju kedatangan pada setiap *state*.

Tabel 1. Laju Kedatangan Pelanggan Tiap *State*

k	Jumlah	Waktu	λ_k (per 10 menit)
0	14	1:27:04	1,6012
1	16	0:29:26	5,4360
2	10	0:27:08	3,6855
3	5	0:02:47	17,9641

Tabel 1 menunjukkan bahwa ketika sistem berada pada *state* 0 terdapat 1,6 pelanggan yang datang per 10 menit. Laju kedatangan (λ_1) ketika berada pada *state* 1 meningkat menjadi 5,4 pelanggan per 10 menit, sedangkan pada *state* 2 menjadi 3,7 pelanggan per 10 menit. Pada *state* 3, laju kedatangan (λ_3) meningkat tajam menjadi 18 pelanggan per 10 menit. Berdasarkan pengamatan lapangan, frekuensi kedatangan yang tinggi ini selain dikarenakan lokasi Circle K yang cukup strategis, hal ini juga disebabkan oleh karakteristik kedatangan yang tidak independen satu sama lain. Pada jam observasi, terjadi kedatangan pelanggan dalam kelompok (seperti orangtua dan anak atau rombongan pelajar) yang masuk secara hampir bersamaan.

2. Laju Kepergian Pelanggan

Laju kepergian (μ_k) menunjukkan rata-rata banyaknya pelanggan yang meninggalkan sistem per satuan waktu ketika sistem berada

pada *state* k , yaitu saat terdapat k pelanggan di dalam toko. Nilai ini digunakan untuk menggambarkan kecepatan pelayanan atau lamanya pelanggan berada di dalam toko pada setiap tingkat keramaian. Tabel 2 menyajikan hasil pengolahan data laju kepergian pada tiap *state*.

Tabel 2. Laju Kepergian Pelanggan tiap *State*

k	Jumlah	Waktu	μ_k (per 10 menit)
1	14	0:32:04	4,3659
2	16	0:54:22	2,9430
3	10	0:53:23	1,8732
4	5	0:33:55	1,4742

Tabel 2 menunjukkan bahwa ketika sistem berada pada *state* 1 terdapat 4,4 pelanggan yang pergi setiap 10 menit. Pada *state* 2, laju kepergian (μ_k) sedikit menurun menjadi 2,9 pelanggan per 10 menit, sedangkan pada *state* 3 semakin menurun menjadi 1,9 pelanggan per 10 menit. Pada *state* 4, laju kepergian sebesar 1,5 pelanggan per 10 menit. Hal ini menunjukkan jika minimarket semakin ramai maka laju kepergian cenderung menurun dan pelanggan membutuhkan waktu lebih lama di dalam minimarket ketika jumlah pelanggan dalam sistem lebih banyak.

3.2 Distribusi Peluang *Steady State*

Dalam teori antrean dan proses stokastik, proses *birth and death* adalah model Markov waktu kontinu dengan transisi yang hanya dapat terjadi antara *state* yang berdekatan ($i \rightarrow i+1, i+1 \rightarrow i$) (Setiawan, 2012). Distribusi probabilitas *steady state* pada proses Markov diperoleh ketika sistem mencapai kondisi keseimbangan, yaitu saat probabilitas status tidak berubah meskipun proses telah berjalan selama beberapa periode (Inayati & Muhaimi, 2019).

Berdasarkan nilai laju kedatangan pelanggan (λ_k) pada tabel 1 dan nilai laju kepergian pelanggan (μ_k) pada tabel 2 akan dilanjutkan menghitung nilai P_0 , yaitu probabilitas *steady state* ketika sistem berada pada *state* kosong atau ketika tidak terdapat pelanggan ($k=0$). Untuk batas empiris maksimal pelanggan yang berada pada sistem secara bersamaan selama periode observasi yaitu berjumlah 4 orang, sehingga perhitungan difokuskan sampai batas $N=4$. Perlu diingat bahwa batas empiris pada penelitian ini

merupakan jumlah pelanggan maksimum yang tercatat dalam sistem selama periode observasi dan batas ini menunjukkan keadaan yang teramati selama pengumpulan data, bukan batas kapasitas fisik maksimum dari minimarket.

Langkah selanjutnya, nilai λ_k dan μ_k dari tabel 1 dan 2 disubstitusikan ke dalam persamaan keseimbangan sistem terbatas untuk memperoleh nilai C_k dan nilai probabilitas (P_0).

Tabel 3. Hasil Perhitungan C_k

C_k	$\frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{k-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_k}$	Hasil
C_1	$\frac{\lambda_0}{\mu_1}$	0,3668
C_2	$\frac{\lambda_0 \lambda_1}{\mu_1 \mu_2}$	0,6774
C_3	$\frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2}{\mu_1 \mu_2 \mu_3}$	1,3328
C_4	$\frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3}{\mu_1 \mu_2 \mu_3 \mu_4}$	16,2413

Diperoleh,

$$\sum_{k=1}^{\infty} C_k = \sum_{k=1}^4 \frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{k-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_k} \approx 18,6183$$

dan,

$$P_0 = \frac{1}{1 + 18,6183} \approx 0,0510$$

Nilai dari P_0 dan C_k kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan keseimbangan untuk mengetahui distribusi probabilitas *steady state* pada tiap *state*.

Tabel 4. Hasil Perhitungan P_k

P_k	$P_0 \cdot C_k$	Hasil
P_1	$P_0 \cdot C_1$	0,0187
P_2	$P_0 \cdot C_2$	0,0345
P_3	$P_0 \cdot C_3$	0,0679
P_4	$P_0 \cdot C_4$	0,8279

Tabel 5. Probabilitas *Steady State* tiap *State* pada Interval 10 Menit

State	Probabilitas
0	0,0510
1	0,0187
2	0,0345
3	0,0679
4	0,8279

Tabel 5 menunjukkan distribusi probabilitas *steady state* (P_k) pada sistem antrian Circle K Surapati. Nilai probabilitas tersebut menunjukkan proporsi waktu jangka panjang di mana sistem berada pada *state* tertentu berdasarkan laju kedatangan pelanggan dan laju kepergian pelanggan. Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 5, diperoleh nilai probabilitas sistem dalam keadaan kosong atau tidak ada pelanggan (P_0) sebesar 0,0510 (5,10%). Nilai ini menunjukkan bahwa sistem sangat jarang berada pada kondisi sepi atau tidak ada pelanggan. Selanjutnya, probabilitas sistem yang terdapat 1 pelanggan (P_1) dan 2 pelanggan (P_2) berturut-turut yaitu sebesar 0,0187 (1,87%) dan 0,0345 (3,45%). Pada probabilitas sistem yang terdapat 3 pelanggan (P_3) mengalami peningkatan menjadi 0,0679 (6,79%), sedangkan probabilitas yang tertinggi berada pada *state* 4 atau probabilitas dengan jumlah pelanggan 4 orang (P_4) yaitu sebesar 0,8279 (82,79%).

Tingginya nilai P_4 menunjukkan bahwa selama rentang waktu pengamatan yaitu pukul 15:00 – 17:30 WITA, sistem hampir selalu berada pada jumlah pelanggan maksimum yang tercatat yaitu 4 pelanggan. Hal ini disebabkan karena waktu pengamatan bertepatan dengan jam sibuk pada sore hari, sehingga tingkat kunjungan pelanggan cenderung tinggi. Perlu diingat kembali bahwa $N = 4$ dalam model ini merupakan batas empiris, yaitu jumlah pelanggan terbanyak yang tercatat selama periode pengamatan, bukan batas kapasitas tampung maksimum Circle K Surapati. Dominasi probabilitas pada *state* 4 terjadi karena tingginya laju kedatangan yang menyebabkan peluang terpusat pada *state* tertinggi yang diamati. Dengan demikian, apabila kenyataannya minimarket dapat menampung lebih dari 4 pelanggan dalam waktu bersamaan, maka model *steady state* ini

hanya menggambarkan kondisi sistem dalam rentang waktu pengamatan.

3.3 Uji Kesesuaian Distribusi

Uji statistik yang digunakan adalah uji *Chi-Square goodness of fit*. Uji ini umum digunakan untuk menilai apakah frekuensi yang diamati dari suatu variabel kategorik selaras dengan frekuensi yang diharapkan menurut suatu distribusi tertentu (Sari, 2016).

Jumlah kedatangan dalam interval waktu tertentu diasumsikan mengikuti proses Poisson, karena kedatangan bersifat acak dan saling bebas (Ramdani et al., 2021). Kemudian, waktu antar kedatangan akan mengikuti distribusi eksponensial sebagai hasil dari sifat dasar proses Poisson (Sugito & Mukid, 2011). Selain itu, waktu pelayanan pada sistem sederhana yang bersifat acak diasumsikan mengikuti distribusi eksponensial (Purnomo et al., 2021).

Dalam penelitian ini, selisih antara waktu kedatangan dua pelanggan yang berurutan memberikan waktu antar kedatangan, sedangkan selisih antara waktu pelanggan mulai berada di dalam minimarket hingga meninggalkan toko digunakan sebagai waktu pelayanan. Kedua data waktu tersebut akan diuji kesesuaiannya dengan distribusi eksponensial.

1. Uji Kesesuaian Distribusi Eksponensial pada Waktu Antar Kedatangan

H_0 : Selisih waktu antara dua kedatangan berurutan (waktu antar kedatangan) mengikuti distribusi eksponensial.

H_1 : Selisih waktu antara dua kedatangan berurutan (waktu antar kedatangan) tidak mengikuti distribusi eksponensial.

Tabel 6. Uji *Chi-Square* pada Waktu Antar Kedatangan

N	DF	Chi-Sq	P-Value
8784	44	12393,7	0,000

Diperoleh nilai uji *Chi-Square* adalah 12393,7 dan *p-value* 0,000. Dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, diketahui bahwa *p-value* $< \alpha$, sehingga keputusan yang dapat diambil adalah menolak H_0 . Artinya, data waktu antar kedatangan pelanggan tidak sesuai dengan distribusi eksponensial.

2. Uji Kesesuaian Distribusi Eksponensial pada Waktu Pelayanan

H_0 : Selisih waktu antar kedatangan dan kepergian pelanggan (waktu pelayanan) mengikuti distribusi eksponensial.

H_1 : Selisih waktu antar kedatangan dan kepergian pelanggan (waktu pelayanan) tidak mengikuti distribusi eksponensial.

Tabel 7. Uji *Chi-Square* pada Waktu Pelayanan

N	DF	Chi-Sq	P-Value
10423	44	13940,1	0,000

Diperoleh nilai uji *Chi-Square* adalah 13940,1 dan *p-value* juga bernilai 0,000. Dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, diketahui bahwa $p\text{-value} < \alpha$, sehingga keputusan uji adalah menolak H_0 . Dengan demikian, data selisih waktu antara kedatangan dan kepergian pelanggan (waktu pelayanan) tidak sesuai dengan distribusi eksponensial.

3.4 Penentuan Model Sistem Antrean

Berdasarkan hasil uji kesesuaian distribusi, data waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan di Circle K Surapati Denpasar tidak mengikuti distribusi eksponensial. Dalam pemodelan teori antrean, jika asumsi distribusi eksponensial (M) ditolak, maka penggunaan model antrean standar seperti ($M/M/s$) akan menjadi kurang akurat dan tidak lagi representatif untuk menggambarkan kondisi riil di lapangan.

Untuk mengatasi data lapangan yang tidak berdistribusi tertentu, terdapat pendekatan distribusi umum atau *General Distribution* (G) pada teori antrean. Menurut Gross dan Harris (1998) di dalam Ayuningtyas et al. (2021), model antrean $(G/G/c):(GD/\infty/\infty)$ merupakan model antrean dengan pola kedatangan berdistribusi umum (*general*) dan pola pelayanan yang juga berdistribusi umum (*general*), dengan jumlah fasilitas pelayanan sebanyak c ($c = 1,2,3, \dots$).

Sejalan dengan hal tersebut, hasil pengolahan data dan uji kesesuaian distribusi menunjukkan bahwa sistem antrean di Circle K di Jalan Surapati Denpasar ini dapat dimodelkan dengan model $(G/G/2):(GD/\infty/\infty)$ dengan jumlah fasilitas pelayanan yang tersedia sebanyak dua orang. Model tersebut

menunjukkan bahwa pola kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan pelanggan di Circle K Surapati Denpasar bersifat *general*, tidak mengikuti pola distribusi tertentu seperti eksponensial dan Poisson.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Laju kedatangan (λ_k) menunjukkan bahwa semakin ramai minimarket, kedatangan pelanggan cenderung meningkat, sedangkan laju kepergian (μ_k) menunjukkan bahwa pelanggan menghabiskan waktu lebih lama di dalam toko ketika semakin ramai.
2. Probabilitas *steady state* tertinggi terjadi pada *state* 4 sebesar 0,8279, menunjukkan bahwa kondisi toko dengan empat pelanggan paling sering muncul dalam jangka panjang. Sebaliknya, *state* 0, 1, 2, dan 3 memiliki probabilitas yang relatif rendah, sehingga kondisi dengan sedikit pelanggan jarang terjadi.
3. Hasil uji kesesuaian distribusi dengan uji *Chi-Square* menunjukkan bahwa data waktu antar kedatangan dan data waktu pelayanan tidak mengikuti distribusi eksponensial.
4. Model sistem antrean di Circle K Surapati Denpasar adalah $(G/G/2):(GD/\infty/\infty)$, dengan jumlah fasilitas pelayanan yang tersedia sebanyak dua orang.

Adapun saran-saran bagi penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Disarankan jumlah data pengamatan sebaiknya ditambahkan (baik durasi pengamatan per hari maupun variasi hari observasi) agar estimasi parameter dan analisis sistem layanan dapat menggambarkan kondisi operasional secara lebih representatif dan akurat.
2. Disarankan untuk menambahkan pemeriksaan kondisi *steady state*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimuddin, S., & Ahsan, M. (2023). Analisis sistem antrian dan optimalisasi layanan pada UPTD Puskesmas Lakessi Parepare. *Journal of Mathematics Learning*

- Innovation*, *I*(2), 163–175.
<https://doi.org/10.35905/jmlipare.v1i2.4298>
- Aprilyani, L. D. S. (2025). Analisis sistem antrian pada layanan customer service PT Bank Rakyat Indonesia (persero) tbk unit Sabbangparu. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 8(4), 2669–2675.
- Ayuningtyas, P., Sugito, S., Maruddani, D. A. I. (2021). Penentuan model antrean non-Poisson dan pengukuran kinerja pelayanan bus rapid transit Trans Semarang (studi kasus: shelter pemberangkatan brt koridor v). *Jurnal Gaussian*, 10(1), 1–10.
<https://doi.org/10.14710/j.gauss.10.1.1-10>
- Hendri, M. (2005). *Pemasaran ritel* (1st ed.). PT Gramedia Pustaka Utama.
- Inayati, S., & Muhaimi, N. (2019). Penggunaan rantai markov orde dua untuk menganalisis ketersediaan pemasaran produk shampo z di swalayan Pamella 1 Yogyakarta. *Jurnal Matematika Integratif*, 15(1), 17–27.
- Indriantoro, N., & Supomo, B. (2013). *Metodologi penelitian bisnis untuk akuntansi dan manajemen*. Penerbit BPFE.
- Meflinda, S. M. A., & Mahyarni, S. M. (2011). *Operation research (riset operasi)*. Unri Press.
- Pinto, H., Howell, S., & Paxson, D. (2009). Modelling the number of customers as a birth and death process. *European Journal of Finance*, 15(2), 105–118.
<https://doi.org/10.1080/13518470802042021>
- 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. DOI: 10.21107/agrointek.v15i4.10452
- Ramdani, D. A., Wahyudin, W., & Rinaldi, D. N. (2021). Model sistem antrian menggunakan pola single channel-single phase dengan promodel pada antrian Alfamart Unsika. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(1), 13–24.
<https://doi.org/10.33005/tekmapro.v16i1.191>
- Ross, S. M. (2010). *Introduction to probability models* (10th ed.). Boston, MA: Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375686-2.00007-8>
- Sari, N.P., Sugito, & Warsito, B. (2016). Penerapan teori antrian pada pelayanan teller bank X kantor cabang Pembanut Putri Sentra Niaga. *Jurnal GAUSSIEN*, 6(1), 81–90.
- Setiawan, D. (2012). Analisis continuous time markov chains (studi kasus antrian BRI KK UIN SYAHID tahun 2012). Skripsi.
- Sugito, S., & Mukid, M. A. (2011). Distribusi Poisson dan distribusi eksponensial dalam proses stokastik. *Media Statistika*, 4(2), 113–120.
<https://doi.org/10.14710/medstat.4.2.113-120>