

ANALISIS TEORI ANTRIAN PELAYANAN KASIR PADA INDOMARET AEK PAING MENGGUNAKAN MODEL *SINGLE CHANNEL-SINGLE PHASE* DAN PENERAPAN *POM-QM*

Ananda Dimas Hura¹, Widian Pratama², M Hafids Al Bukhori³, Hersanju Afdillah⁴, Fikri Ananda Siregar⁵

Email: dimashura@gmail.com, pratamawidiani@gmail.com, hafidsbotakor@gmail.com, hersanjuabdillah@gmail.com, fikriananda090403@gmail.com

^{1,2,3,4,5} Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Labuhanbatu

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem antrian pelayanan kasir di Indomaret Aek Paing menggunakan teori antrian. Model yang digunakan adalah $M/M/1$ dan $M/M/2$, dengan asumsi kedatangan pelanggan mengikuti distribusi Poisson dan waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial. Data tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan dianalisis menggunakan perangkat lunak QM for Windows untuk memperoleh ukuran kinerja sistem, seperti tingkat utilitas, panjang antrian, dan waktu tunggu pelanggan. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem $M/M/1$ memiliki tingkat utilitas yang tinggi sehingga menyebabkan waktu tunggu dan panjang antrian yang besar, sedangkan pada sistem $M/M/2$ terjadi penurunan yang signifikan pada tingkat utilitas, panjang antrian, dan waktu tunggu pelanggan. Dengan demikian, penambahan satu kasir terbukti dapat meningkatkan efisiensi sistem pelayanan dan kualitas layanan kepada pelanggan.

A R T I C L E I N F O

Article History:

Received

Revised

Accepted

Available online

Kata Kunci:

Teori Antrian, Single Channel-Single Phase, $M/M/1$, $M/M/2$, Antrian Kasir, Indomaret, Waktu Tunggu, Pelayanan Pelanggan.

1. PENDAHULUAN

Antrian merupakan fenomena yang sering dijumpai dalam berbagai aktivitas pelayanan, seperti di bank, rumah sakit, restoran, maupun minimarket. Antrian terjadi ketika jumlah pelanggan yang datang melebihi kapasitas pelayanan yang tersedia sehingga menyebabkan waktu tunggu yang lama dan menurunkan tingkat kepuasan pelanggan [1]. Kondisi tersebut dapat berdampak pada menurunnya efisiensi operasional dan kualitas layanan.

Teori antrian pertama kali diperkenalkan oleh A. K. Erlang pada tahun 1909 untuk menganalisis sistem telepon. Model dasar teori antrian ini kemudian berkembang dan banyak digunakan untuk menganalisis berbagai sistem pelayanan, baik di sektor jasa maupun manufaktur [4]. Teori ini digunakan untuk mempelajari perilaku sistem pelayanan dengan kedatangan pelanggan yang bersifat acak dan waktu pelayanan yang bervariasi [3].

Ukuran kinerja sistem antrian seperti tingkat utilitas, panjang antrian, dan waktu tunggu pelanggan digunakan untuk mengevaluasi efisiensi suatu sistem pelayanan [2]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem pelayanan dengan tingkat utilitas yang terlalu tinggi cenderung menghasilkan antrian panjang dan waktu tunggu yang tidak efisien [5].

Indomaret sebagai salah satu minimarket menerapkan sistem antrian First Come First Served (FCFS), yaitu pelanggan dilayani berdasarkan urutan kedatangan. Sistem ini dianggap adil dan mudah diterapkan dalam pelayanan ritel [1]. Penelitian sebelumnya mengenai pelayanan kasir di minimarket menunjukkan bahwa penambahan jumlah kasir pada jam sibuk dapat meningkatkan kualitas pelayanan secara signifikan [6]. Indomaret Aek Paing menggunakan sistem antrian Single Channel-Single Phase dengan satu jalur dan satu tahap pelayanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat optimalisasi pelayanan kasir serta membandingkan kinerja sistem antrian dengan satu kasir ($M/M/1$) dan dua kasir ($M/M/2$). melihat seberapa optimal pelayanan pada indomaret Aek Paing. indomaret Aek Paing menggunakan sistem antrian *Single Channel-Single phase*. Metode ini adalah sistem antrian yang memiliki satu jalur saja untuk masuk ke dalam sistem pelayanan, maka setelah mendapatkan pelayanan langsung keluar dari sistem antrian. Metode ini berguna pada kasus antrian dengan satu pelayanan dengan mencari penyelesaian yang efektif. Penelitian ini dilakukan dengan melihat dari hasil optimalisasi pelayanan yang di lakukan berupa data jumlah pembeli dalam antrian (Lq), jumlah rata -rata pelanggan persatuan waktu (λ), jumlah rata - rata pelanggan yang di layani per-satuan waktu(μ), dan probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem (P_0).

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah studi lapangan dan studi pustaka. Studi lapangan dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses pelayanan kasir di Indomaret Aek Paing, meliputi jumlah kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan. Studi pustaka dilakukan dengan mengkaji literatur yang berkaitan dengan teori antrian dan riset operasi [2], [3].

Analisis sistem antrian dilakukan menggunakan model Single Channel-Single Phase dengan pendekatan $M/M/1$ dan $M/M/2$. Model ini umum digunakan dalam analisis sistem pelayanan karena mampu merepresentasikan kondisi kedatangan pelanggan yang bersifat acak dengan waktu pelayanan yang tidak konstan [7].

Perhitungan dilakukan secara manual dan divalidasi menggunakan perangkat lunak QM for Windows. Penggunaan perangkat lunak dalam analisis riset operasi bertujuan untuk meningkatkan akurasi hasil perhitungan dan membantu pengambilan keputusan manajerial [1], [8].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan pada tanggal 9 desember 2025 dalam indomaret, kami menerima data bahwa dalam satu harian penuh itu pelanggan yang datang sebanyak 300 pelanggan dan paling sedikit 250 pelanggan.

Rincian data tersebut di sajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Data antrian indomaret Aek Paing

NO.	JAM KEDATANGAN	JUMLAH PELANGGAN	WAKTU PELAYANAN (MENIT)
1	07:00 – 08:00	7	5
2	08:00 – 09:00	9	4
3	09:00 – 10:00	13	5
4	10:00 – 11:00	15	3
5	11:00 – 12:00	20	3
6	12:00 – 13:00	23	3
7	13:00 – 14:00	14	4
8	14:00 – 15:00	20	5

9	15:00 – 16:00	24	3
10	16:00 – 17:00	21	4
11	17:00 – 18:00	23	2
12	18:00 – 19:00	6	2
13	19:00 – 20:00	23	5
14	20:00 – 21:00	19	3
15	21:00 – 22:00	13	2
	TOTAL	250	53

3.2 Pembahasan

Dalam analisis data antrian menggunakan sistem antrian Single Channel-Single Phase, terdapat beberapa perhitungan, yaitu sebagai berikut:

1. Jumlah rata-rata pelanggan per-satuan waktu (λ)

$$\lambda = \frac{\epsilon x}{n} = \frac{250}{15} = 16,67$$

Keterangan:

ϵx = Banyak pembeli

N = Jumlah data

2. Jumlah rata-rata pelanggan yang dilayani per-satuan waktu (μ)

Rata-rata waktu pelayanan per pelanggan adalah 3,5 menit, sehingga tingkat pelayanan kasir dapat dihitung sebagai:

$$\mu = \frac{60}{3,5} = 17,14 \text{ pelanggan/jam}$$

Keterangan:

ϵx = Jumlah waktu Pelayanan

N = Jumlah data

3. Tingkat intensitas fasilitas pelayanan (p)

$$p = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{16,67}{17,14} = 0,973 = 97,3 \%$$

Keterangan:

λ = Jumlah rata-rata tingkat kedatangan pembeli

μ = Jumlah rata-rata pembeli yang dilayani

4. Probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem (P_0)

$$(P_0) = 1 - p = 1 - 0,973 = 0,027 = 2,7\%$$

5. Jumlah rata - rata pelanggan yang di harapkan dalam sistem (L)

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{16,67}{17,14 - 16,67} = 35,47$$

Keterangan:

λ = Jumlah rata-rata tingkat kedatangan pembeli

μ = Jumlah rata-rata pelanggan yang dilayani

6. Jumlah pelanggan yang diharapkan menunggu dalam antrian (Lq)

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{16,67^2}{17,14(17,14 - 16,67)} = 34,4$$

7. Waktu yang di harapkan oleh pelanggan selama menunggu dalam antrian (Wq)

$$Wq = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{16,67}{17,14(17,14 - 16,67)} = 2,06 \text{ jam}$$

8. Waktu yang diharapkan oleh pelanggan selama dalam sistem (W)

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{17,14 - 16,67} = \frac{1}{0,47} = 2,12 \text{ menit}$$

3.3 Analisis Sistem Antrian Model M/M/1

Model M/M/1 digunakan untuk menganalisis kondisi sistem antrian dengan satu kasir. Tingkat utilitas pelayanan (ρ) dihitung sebagai berikut:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{16,67}{17,14} = 0,973 = 97,3 \%$$

Nilai utilitas sebesar 97,3% menunjukkan bahwa kasir bekerja hampir pada kapasitas maksimum. Kondisi ini menyebabkan sistem berada pada keadaan mendekati tidak stabil.

Jumlah rata-rata pelanggan dalam sistem (L) dihitung dengan rumus:

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{16,67}{17,14 - 16,67} = 35,47 \text{ Pelanggan}$$

Jumlah rata-rata pelanggan yang menunggu dalam antrian (Lq) adalah:

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{16,67^2}{17,14(17,14 - 16,67)} = 34,4 \text{ Pelanggan}$$

Waktu tunggu rata-rata pelanggan dalam antrian (Wq) diperoleh sebesar:

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda} = \frac{16,67}{17,14(17,14 - 16,67)} = 2,06 \text{ jam}$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem antrian dengan satu kasir menghasilkan waktu tunggu yang sangat lama, sehingga berpotensi menurunkan kenyamanan dan kepuasan pelanggan.

3.4 Simulasi Penambahan Kasir (Model M/M/2)

Untuk meningkatkan kinerja sistem antrian, dilakukan simulasi dengan menambahkan satu kasir sehingga sistem berubah menjadi model M/M/2. Dengan dua kasir, tingkat utilitas sistem dihitung sebagai:

$$p = \frac{\lambda}{2\mu} = \frac{16,67}{2 \times 17,14} = 0,486$$

Nilai ini menunjukkan bahwa sistem berada pada kondisi stabil dan efisien.

Berdasarkan hasil perhitungan, jumlah rata-rata pelanggan yang menunggu dalam antrian (Lq) menurun menjadi sekitar 0,44 pelanggan, dengan waktu tunggu rata-rata (Wq) sebesar:

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^2 p}{2!(1-p)^2} Po = 0,44 \text{ Pelanggan}$$

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda} = \frac{0,44}{16,67} = 0,026 \text{ jam} \approx 1,6 \text{ menit}$$

Penurunan ini menunjukkan bahwa penambahan satu kasir memberikan dampak signifikan terhadap pengurangan waktu tunggu dan panjang antrian.

3.5 Perbandingan Kinerja Sistem Antrian

Perbandingan kinerja antara sistem dengan satu kasir (M/M/1) dan dua kasir (M/M/2) menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan. Sistem M/M/1 memiliki tingkat utilitas yang sangat tinggi dan waktu tunggu pelanggan yang lama, sedangkan sistem M/M/2 mampu mengurangi waktu tunggu hingga lebih dari 90% dan menjadikan sistem lebih stabil.

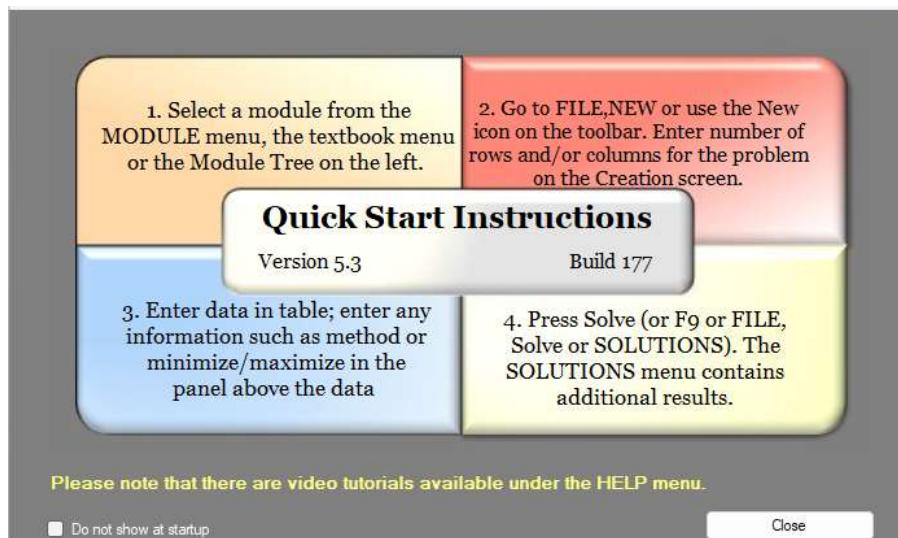
Hasil ini mengindikasikan bahwa penambahan kasir, khususnya pada jam-jam sibuk, merupakan solusi yang efektif untuk meningkatkan kualitas pelayanan dan efisiensi operasional di Indomaret Aek Paing.

Hasil ringkasan perbandingan M/M/1 dan M/M/2 dari sistem antrian Single Channel-Single Phase dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perhitungan Analisis Antrian indomaret aek paing

Indikator	Simbol	M/M/1 (1 Kasir)	M/M/2 (2 Kasir)
Jumlah Kasir	s	1	2
Tingkat Kedatangan	λ	16,67	16,67
Tingkat pelayanan per kasir	μ	17,14	17,14
Utilitas sistem	p	0,973	0,486
Kondisi sistem	-	Hampir tidak stabil	Stabil
Probabilitas sistem kosong	P_0	0,027	0,345
Rata-rata pelanggan dalam antrian	Lq	34,4 pelanggan	0,30-0,44 pelanggan
Rata-rata pelanggan dalam sistem	L	35,47 pelanggan	± 1 pelanggan
Waktu tunggu rata-rata	Wq	2,06 jam	0,026 jam
Waktu (menit)	Wq	± 123 menit	1,6 menit
Kualitas pelayanan	-	Buruk	Sangat baik

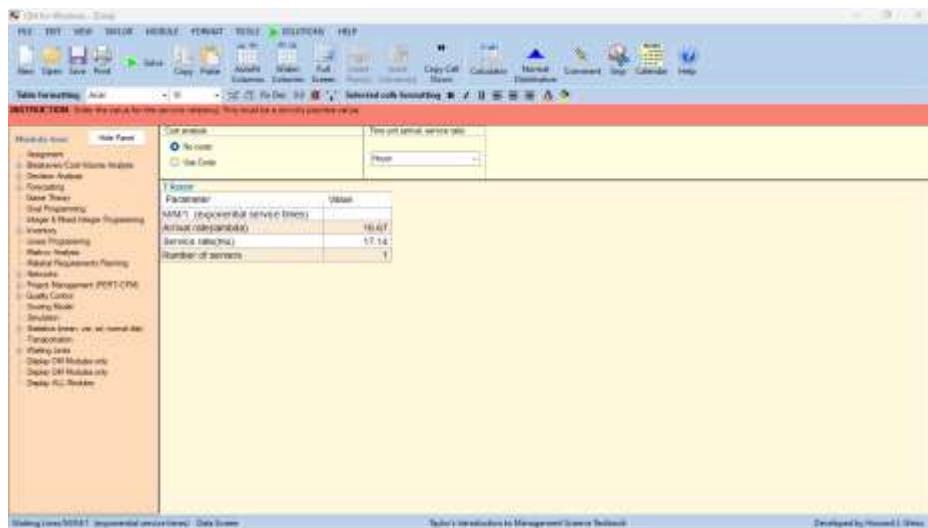
3.6 Input POM-QM For Windows – Model M/M/1 (1 Kasir)



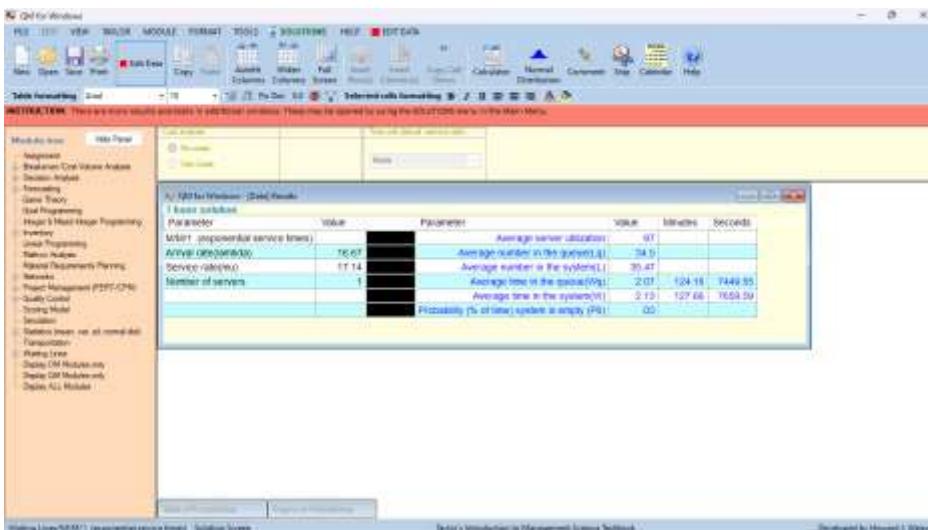
Program POM-QM For Windows merupakan program komputer yang didesain untuk menyelesaikan persoalan secara matematis yang berhubungan dengan metode kuantitatif, ilmu manajerial, dan riset operasi. POM-QM For Windows merupakan paket yang dapat digunakan untuk melengkapi ilmu keputusan. Termasuk manajemen produksi dan operasi, metode kuantitatif, ilmu manajemen, atau riset operasi.

Perangkat lunak seperti POM-QM adalah contoh perangkat lunak yang dirancang untuk melakukan analisis kuantitatif dan perencanaan produksi secara efektif. Perangkat lunak ini memungkinkan perusahaan untuk menghitung kombinasi produksi yang paling menguntungkan, memaksimalkan penggunaan sumber daya, dan meningkatkan profitabilitas bisnis secara optimal. POM-QM membantu pengambilan keputusan pada manajemen operasi. Alat ini membuat analisis kuantitatif untuk tugas-tugas seperti penjadwalan, perencanaan produksi, dan evaluasi keputusan.

Validasi hasil perhitungan dilakukan menggunakan aplikasi QM For Windows guna diperoleh melalui metode simpleks manual. Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**, langkah awal dimulai dengan membuka aplikasi QM nya, kemudian dibagian toolbar kita klik MODULE pilih *waiting lines*, setelah dipilih kita klik FILE, kemudian plih new dan pilih M/M/1. Setelah itu dibagian *Arrival Rate (Lambda)* kita isi dengan angka 16,67, sedangkan dibagian *Service Rate (mu)* diisi dengan angka 17,14 dan *Number Of Servers* nya 1.

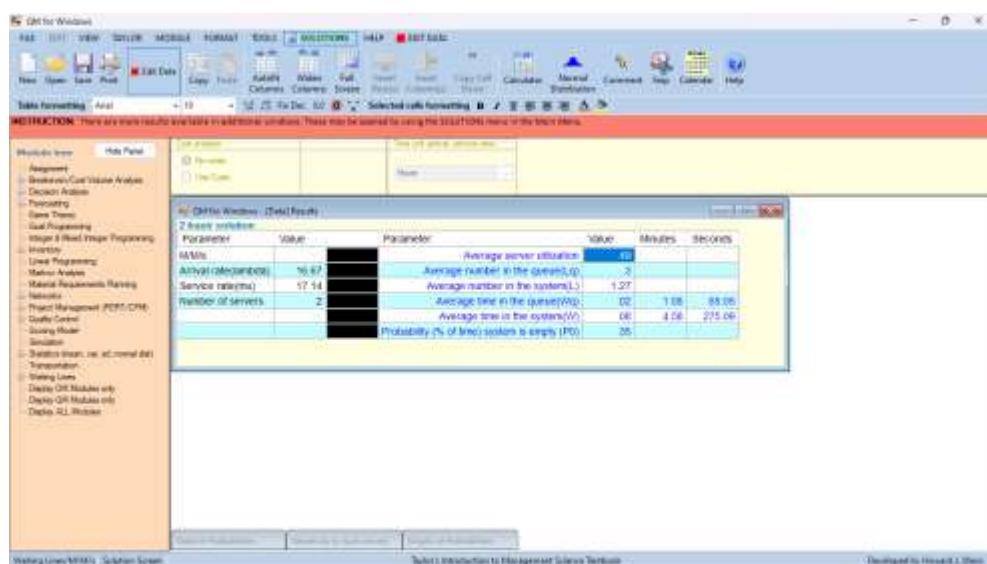
**Gambar 1.** Input Model Antrean QM

Model yang telah dimasukkan ke dalam aplikasi QM For Windows langsung diproses melalui metode simpleks, dimana sistem secara otomatis melakukan iterasi untuk mencapai solusi optimal. Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**, aplikasi mengidentifikasi variabel yang masuk dan keluar dari basis pada setiap tahap iterasi guna memaksimalkan nilai fungsi objektif. Langkah-langkah yang dijalankan oleh sistem ini mencerminkan proses perhitungan manual yang telah dilakukan sebelumnya, sehingga dapat digunakan sebagai alat validasi.

**Gambar 2.** Iterasi Simpleks QM

3.7 Input POM-QM For Windows – Model M/M/2 (2 Kasir)

Untuk M/M/2 cara kerjanya sama saja Cuma untuk dibagian FILE, lalu klik New yang dipilih itu M/M./s (*Exponential service times*). Untuk hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 3.**



Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan *Single Chanel-Single Phase* menggunakan perangkat lunak QM for Windows dalam menentukan antrian pelayanan kasir indomaret aek paing mampu memberikan solusi yang optimal. Dengan menerapkan model Antrean dengan penambahan satu kasir menurunkan tingkat utilitas sistem dan secara signifikan mengurangi panjang antrian serta waktu tunggu pelanggan, sehingga sistem pelayanan menjadi lebih stabil dan lebih efisien.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis sistem antrian pelayanan kasir di Indomaret Aek Paing menggunakan teori antrian dan bantuan perangkat lunak QM for Windows, dapat disimpulkan bahwa sistem antrian dengan satu kasir (model M/M/1) berada pada kondisi mendekati tidak stabil. Hal ini ditunjukkan oleh tingkat utilitas pelayanan yang sangat tinggi, yaitu sekitar 97%, sehingga menyebabkan panjang antrian dan waktu tunggu pelanggan yang relatif lama, terutama pada jam-jam sibuk.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada sistem M/M/1, rata-rata jumlah pelanggan yang menunggu dalam antrian serta waktu tunggu pelanggan tergolong tinggi, yang berpotensi menurunkan kenyamanan dan kepuasan pelanggan terhadap pelayanan

yang diberikan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kapasitas pelayanan dengan satu kasir belum mampu mengimbangi tingkat kedatangan pelanggan yang ada.

Melalui simulasi penambahan satu kasir sehingga sistem berubah menjadi model M/M/2, diperoleh hasil yang jauh lebih baik. Tingkat utilitas sistem menurun hingga berada pada kondisi stabil, sementara rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian dan waktu tunggu pelanggan berkurang secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan satu kasir memberikan dampak positif terhadap efisiensi sistem pelayanan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model antrian M/M/2 lebih efektif dibandingkan M/M/1 dalam meningkatkan kinerja pelayanan kasir di Indomaret Aek Paing. Penambahan jumlah kasir, khususnya pada periode dengan tingkat kedatangan pelanggan yang tinggi, merupakan solusi yang tepat untuk mengurangi antrian, mempercepat pelayanan, serta meningkatkan kualitas layanan kepada pelanggan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Heizer, B. Render, and C. Munson, *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*, 12th ed. Pearson, 2017.
- [2] H. A. Taha, *Operations Research: An Introduction*, 10th ed. Pearson, 2017.
- [3] D. Gross, J. F. Shortle, J. M. Thompson, and C. M. Harris, *Fundamentals of Queueing Theory*, 5th ed. Wiley, 2018.
- [4] A. K. Erlang, "The theory of probabilities and telephone conversations," Copenhagen Telephone Company, 1909.
- [5] F. S. Hillier and G. J. Lieberman, *Introduction to Operations Research*, 11th ed. McGraw-Hill, 2021.
- [6] N. Lestari and R. Sahputra, "Penerapan model antrian M/M/1 pada sistem pelayanan minimarket," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 10, no. 2, pp. 120–130, 2021.
- [7] D. P. Gupta and A. Sharma, "Analysis of single-channel queueing system in retail services," *International Journal of Operations Research*, vol. 15, no. 3, pp. 145–152, 2020.
- [8] R. Febriani and D. Putri, "Analisis sistem antrian pelayanan kasir menggunakan perangkat lunak QM for Windows," *Jurnal Matematika dan Aplikasinya*, vol. 8, no. 1, pp. 45–52, 2020.

177 | ***Journal Computer Science and Information Technology(JCoInT)***

Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Labuhanbatu

Volume: 6 Issue 2, II,2025, Page: 166-176

eISSN: 2774-7751

Journal Homepage : <http://jurnal.ulb.ac.id/index.php/JCoInT/index>