

Analisis Sistem Antrian di Indomaret Fresh Bitung dengan Pendekatan Teori Antrian dan Simulasi

Nanda Dwi Putra Purba¹, Sylvia^{1*}, Rifqi Bilal Kumara¹, Yoga Rendika¹, Yoga Putranto¹, Nuryudha Darmawan¹
¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

ABSTRACT

This study analyzes the performance of the cashier queueing system at Indomaret Fresh Bitung using observational data on inter-arrival times and service times, integrated with simulation modeling. The data collected indicate that customer inter-arrival times follow an exponential distribution. The analysis demonstrates that shorter inter-arrival times substantially increase waiting times and server utilization. During peak hours, an average inter-arrival time of 1.21 minutes results in an average waiting time of 0.769 minutes and a server utilization rate of 60%, indicating that the cashier operates near maximum capacity. In contrast, during non-peak hours, a longer average inter-arrival time of 1.832 minutes reduces system workload, leading to a shorter average waiting time of 0.341 minutes and increasing the probability of server idleness to 62.5%. Combined simulation results reveal a relatively balanced operational condition with an overall utilization level of 50%. Overall, the findings confirm that shorter inter-arrival times increase the likelihood of queue formation; therefore, optimal resource allocation during peak periods is necessary to maintain service efficiency.

ARTICLE INFO

Keywords: Queueing Theory; Inter-arrival Time; Service Time; Simulation modeling; Waiting Time.

***Corresponding author:**
sylvia.apandi@gmail.com

Article history:

Submitted 9 Feb 2026

Revised 17 Apr 2026

Accepted 23 Apr 2026

Online Available 7 May 2026

Published 20 May 2026



1. Pendahuluan

Gerai ritel modern di Indonesia terus mengalami perkembangan seiring dengan perubahan kebutuhan dan preferensi konsumen. Fenomena ini memberikan manfaat ekonomi, seperti peningkatan konsumsi domestik, pembukaan lapangan kerja, dan pemasukan pajak [1]. Salah satu bentuk inovasi tersebut adalah format Indomaret Fresh, yang memperluas konsep minimarket konvensional dengan menyediakan produk segar, bahan makanan, serta ragam produk yang lebih lengkap. Format ini bertujuan untuk memberikan pengalaman belanja yang lebih komprehensif sebagai pusat pemenuhan kebutuhan sehari-hari (*one-stop shopping*), sehingga berpotensi meningkatkan volume kunjungan dan durasi berbelanja pelanggan, khususnya pada periode waktu sibuk seperti sore hari dan akhir pekan.

Peningkatan jumlah pelanggan secara langsung berdampak pada kompleksitas pengelolaan sistem pelayanan. Salah satu aspek operasional yang krusial dalam lingkungan ritel adalah sistem antrian pada titik pelayanan kasir. Efisiensi operasional mengacu pada kemampuan suatu organisasi untuk melakukan tugas-tugasnya dengan seefisien mungkin, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan menghasilkan hasil yang diinginkan dalam waktu sesingkat mungkin [2]. Sistem antrian yang tidak efisien dapat menyebabkan waktu tunggu yang panjang, menurunkan tingkat kepuasan pelanggan, serta berdampak negatif terhadap persepsi kualitas pelayanan dan loyalitas pelanggan. Berbagai penelitian di sektor ritel menunjukkan bahwa keterbatasan kapasitas pelayanan dan pengelolaan antrian yang kurang optimal dapat memicu ketidakpuasan pelanggan dan menurunkan loyalitas. Jumlah kasir (*server*) yang optimal diperlukan untuk memberikan pelayanan yang efektif dan efisien [3].

Kepuasan pelanggan dalam konteks ritel sangat dipengaruhi oleh kualitas layanan, termasuk kecepatan pelayanan, keramahan petugas kasir, dan efisiensi proses transaksi. Meskipun Indomaret Fresh Bitung memiliki tingkat penilaian yang relatif tinggi berdasarkan ulasan pelanggan, terdapat indikasi bahwa aspek pelayanan di titik kasir, khususnya terkait sistem antrian, masih berpotensi menimbulkan ketidakpuasan. Pengalaman di berbagai gerai ritel serupa menunjukkan bahwa permasalahan seperti waktu tunggu yang lama, jumlah kasir yang tidak sebanding dengan jumlah pelanggan pada jam sibuk, serta keterlambatan pelayanan sering menjadi keluhan utama pelanggan. Nilai ulasan Indomaret Fresh Bitung di *Google review* adalah 4,4 dengan total 247 ulasan [4] di mana beberapa keluhan mengenai pelayanan kasir lambat dan lamanya antrian.

Kasir adalah tempat pelayanan penting di minimarket karena seluruh transaksi diproses pada bagian kasir. Tingginya variasi waktu kedatangan pelanggan, terutama pada jam sibuk, sering menyebabkan antrian dan meningkatnya waktu tunggu. Kondisi ini dapat menurunkan kepuasan pelanggan serta efisiensi operasional toko. Untuk memahami masalah tersebut, analisis sistem antrian diperlukan karena mampu menggambarkan hubungan antara waktu kedatangan dan waktu pelayanan. Antrian terbentuk dalam sistem ketika waktu layanan dan tingkat kedatangan bervariasi. Model antrian sederhana memberikan wawasan tentang bagaimana variabilitas waktu kedatangan dan waktu pelayanan menyebabkan kemacetan. Memahami hal ini sangat penting untuk desain dan pengelolaan berbagai sistem produksi dan layanan [5].

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teori antrian dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja pelayanan kasir. Penelitian oleh [6] pada Hyperstore Supermarket menemukan bahwa pola kedatangan pelanggan memengaruhi panjang antrian dan kapasitas kasir yang optimal. Studi lain oleh [7] di Supermarket Cool Tomohon menunjukkan bahwa pada jam puncak terjadi lonjakan antrian yang signifikan dan kapasitas kasir perlu disesuaikan dengan kondisi lapangan. Penelitian dan analisa antrian dengan model single channel di Supermarket Ngagel juga menunjukkan sistem berjalan cukup efisien, namun peningkatan volume pelanggan dapat menyebabkan antrian menumpuk. Oleh karena itu, disarankan untuk menambah titik layanan atau meningkatkan manajemen antrian guna menjaga efisiensi dan kenyamanan layanan [8]. Analisa antrian pelayanan kasir Indomaret Aek menggunakan single channel-single phase menunjukkan sistem M/M/1 memiliki tingkat utilitas yang tinggi sehingga menyebabkan waktu tunggu dan panjang antrian yang besar [9]. Penelitian di PT Tri Arga Travel [10] menggunakan bilangan acak dari *Linear Congruential Generator (LCG)* digunakan untuk memprediksi tingkat lonjakan penumpang pada tahun berikutnya dengan memanfaatkan data penumpang tahun sebelumnya untuk memberikan rekomendasi untuk memprediksi tingkat lonjakan penumpang dan juga membantu meningkatkan layanan kepada calon penumpang PT. Tri Arga Travel. Penelitian studi kasus Bank PLC di Anyigba, Kogi State, Nigeria menggunakan model antrian eksponensial untuk mengevaluasi *single* dan *multi server* [11].

Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem antrian di Indomaret Fresh Bitung guna mengevaluasi efisiensi operasional pelayanan pelanggan dengan memperhitungkan rata-rata waktu antri (tunggu), utilitas server, dan kemungkinan (probabilitas) pelanggan menunggu. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pola kedatangan pelanggan, distribusi waktu pelayanan di kasir, disiplin antrian yang diterapkan, serta kecukupan jumlah saluran pelayanan (kasir). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi berbasis data untuk mengoptimalkan kinerja antrian, mengurangi rata-rata waktu tunggu, serta meningkatkan kepuasan pelanggan dan kualitas pelayanan di Indomaret Fresh Bitung.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan simulasi sistem antrian (*queueing simulation*) berbasis data empiris yang diperoleh dari observasi langsung di lokasi penelitian. Metodologi penelitian terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu:

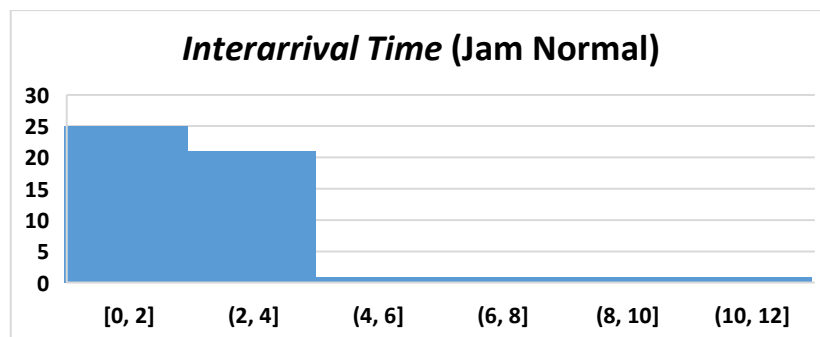
1. Pengambilan data waktu antar kedatangan pelanggan (*interarrival time*) dan waktu pelayanan (*service time*),
2. Analisis distribusi statistik menggunakan statistik histogram dengan aplikasi excel untuk menentukan model probabilitas yang sesuai, dan
3. Simulasi sistem antrian menggunakan *Linear Congruential Generator (LCG)* untuk menggenerasi bilangan acak dan parameter distribusi hasil analisis dengan menggunakan software excel.

Penelitian dilakukan pada sistem antrian riil yang diamati secara langsung di lokasi yang telah ditentukan. Objek penelitian adalah sistem antrian satu server (*single server*) pada lokasi riil, yaitu Indomaret Fresh Bitung, Kabupaten Tangerang. Pengamatan dilakukan pada dua kondisi waktu operasional, yaitu: jam normal, dan jam sibuk. Penentuan periode jam sibuk dan jam normal dilakukan berdasarkan pola tingkat kunjungan pelanggan (*popular times*) pada fitur *Google Maps Review*. Berdasarkan informasi tersebut, periode sekitar pukul 18.00 WIB diidentifikasi sebagai jam sibuk, sedangkan sekitar pukul 21.00 WIB ditetapkan sebagai jam normal karena tingkat kunjungan yang

relatif lebih rendah. Data yang dikumpulkan pada jam sibuk dan jam normal sebanyak 107 observasi dengan masing-masing waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan. Data interarrival time dan service time disajikan dalam bentuk tabel pada file Microsoft Excel, masing-masing pada lembar (sheet) terpisah untuk jam normal dan jam sibuk. Karakteristik operasional sistem antrian sebagian besar ditentukan oleh dua sifat statistik, yaitu distribusi probabilitas waktu antar kedatangan dan distribusi probabilitas waktu pelayanan [12]. Analisis distribusi dilakukan untuk menentukan distribusi probabilitas yang paling sesuai bagi waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan, pada masing-masing kondisi waktu (jam normal dan jam sibuk) berdasarkan karakteristik bentuk histogram. Histogram adalah alat untuk merepresentasikan distribusi nilai variabel kontinu [13]. Kemudian dilakukan simulasi menggunakan bilangan acak *Linear Congruential Generator (LCG)*, transformasi invers berdasarkan distribusi waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan untuk melakukan simulasi 40 pelanggan. Dari simulasi dilakukan perhitungan indikator kinerja sistem antrian yaitu rata-rata waktu menunggu, probabilitas pelanggan menunggu, probabilitas kasir menganggur, probabilitas kasir sibuk, rata-rata waktu pelayanan, rata-rata waktu antar kedatangan, rata-rata waktu menunggu untuk pelanggan yang menunggu, rata-rata waktu pelanggan di dalam sistem, dan kesimpulan kinerja sistem antrian.

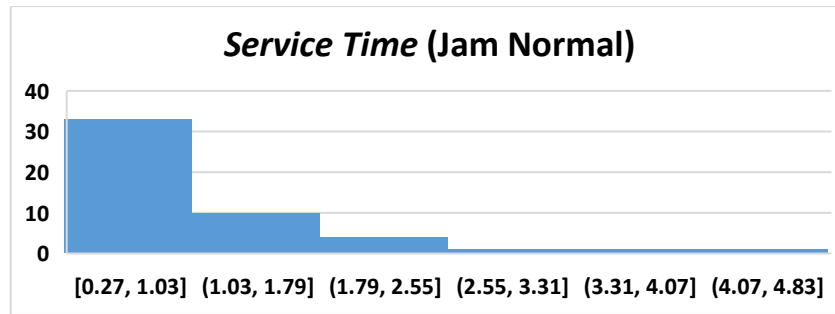
3. Hasil dan Pembahasan

Grafik pertama (**Gambar 1**) menunjukkan distribusi waktu antar kedatangan pelanggan di jam normal. Berdasarkan histogram tersebut, dapat terlihat bahwa sebagian besar kedatangan terjadi pada interval waktu yang sangat pendek, yaitu antara 0 hingga 2 menit, dengan frekuensi kemunculan tertinggi. Interval berikutnya, yaitu 2 hingga 4 menit, tetap memiliki frekuensi yang cukup tinggi, meskipun lebih rendah daripada interval pertama. Sementara itu, interval di atas 4 menit memiliki frekuensi yang sangat kecil hingga mendekati nol, yang menunjukkan bahwa jeda kedatangan yang panjang jarang terjadi dalam sistem ini. Pola distribusi yang semakin menurun dari kiri ke kanan menunjukkan kecenderungan bahwa data antar kedatangan mengikuti karakteristik distribusi eksponensial, yang umum digunakan untuk memodelkan waktu antar kedatangan pada sistem antrian dengan sifat kedatangan acak namun intensitas relatif tinggi. Distribusi eksponensial sering digunakan untuk menjelaskan fenomena yang terjadi secara acak dalam waktu dan tempat, dengan kecepatan konstan .



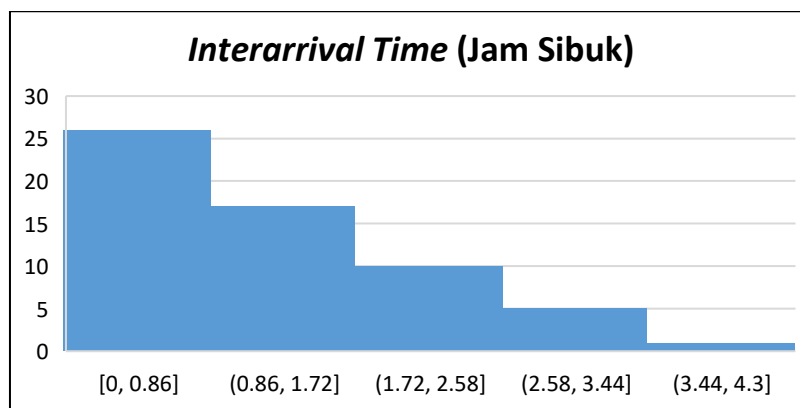
Gambar 1 Waktu Antar Kedatangan pada Jam Normal

Grafik kedua (**Gambar 2**) menampilkan distribusi waktu pelayanan di jam normal. Histogram menunjukkan bahwa waktu pelayanan didominasi oleh interval 0,27 hingga 1,03 menit dengan frekuensi tertinggi, sehingga menggambarkan bahwa sebagian besar proses layanan berlangsung sangat cepat. Interval berikutnya, yaitu 1,03 hingga 1,79 menit, memiliki frekuensi yang lebih rendah namun tetap signifikan, sementara interval di atas rentang tersebut menunjukkan frekuensi yang semakin kecil hingga mendekati nol. Pola distribusi tersebut mengindikasikan bahwa waktu layanan mengikuti distribusi eksponensial. Karakteristik ini sesuai dengan sistem layanan cepat yang jarang mengalami waktu pelayanan ekstrem, sehingga distribusi tersebut tepat digunakan untuk memodelkan waktu layanan dalam simulasi antrian.



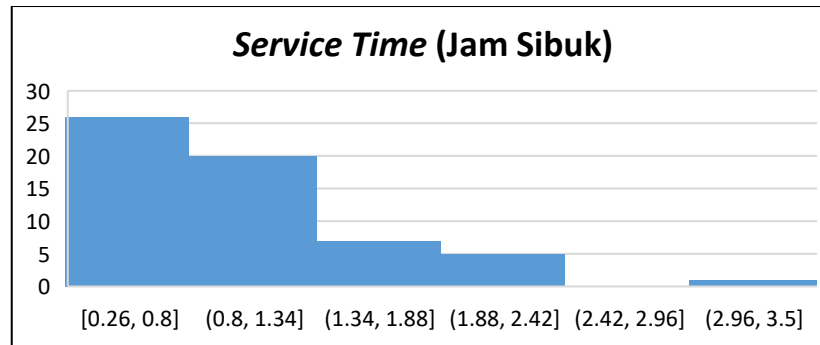
Gambar 2 Waktu Layanan pada Jam Normal

Grafik ketiga (**Gambar 3**) menggambarkan distribusi waktu antar kedatangan pelanggan pada jam sibuk. Dari histogram terlihat bahwa interval waktu antar kedatangan yang paling sering muncul berada pada rentang 0 hingga 0,86 menit, dengan frekuensi tertinggi sekitar 26 kejadian. Hal ini menunjukkan bahwa pada jam sibuk, pelanggan datang dalam interval yang sangat singkat, sehingga sistem menerima arus kedatangan yang padat. Interval berikutnya, yaitu 0,86 hingga 1,72 menit, memiliki frekuensi yang masih cukup besar yaitu sekitar 18 kejadian. Sementara itu, frekuensi terus menurun pada interval 1,72 hingga 3,44 menit, dan menjadi sangat rendah pada rentang 3,44 hingga 4,3 menit. Pola ini menunjukkan bahwa waktu antar kedatangan pada jam sibuk cenderung terkonsentrasi pada nilai-nilai kecil dan menurun secara eksponensial, suatu karakteristik yang umum pada proses kedatangan acak dengan intensitas tinggi pada sistem antrian.



Gambar 3 Waktu Antar Kedatangan pada Jam Sibuk

Grafik keempat (**Gambar 4**) menunjukkan distribusi waktu layanan pada jam sibuk. Histogram memperlihatkan bahwa interval waktu layanan yang paling banyak terjadi adalah pada rentang 0,26 hingga 0,8 menit, dengan frekuensi tertinggi sekitar 26 kejadian. Hal ini mengindikasikan bahwa proses pelayanan pada jam sibuk cenderung berlangsung sangat cepat. Interval 0,8 hingga 1,34 menit memiliki frekuensi paling sering kedua, sekitar 20 kejadian, sementara interval di atasnya— 1,34 hingga 2,42 menit—menunjukkan penurunan signifikan dalam frekuensi, dengan hanya sekitar 7 hingga 5 kejadian. Pada rentang di atas 2,42 menit, frekuensi mendekati nol. Distribusi yang menurun dengan nilai dominan di rentang kecil ini menunjukkan bahwa waktu layanan juga memiliki kecenderungan mengikuti distribusi eksponensial, yang sesuai dengan karakteristik pelayanan cepat pada sistem antrian satu server di kondisi beban tinggi.



Gambar 4 Waktu Layanan pada Jam Sibuk

Hasil pengumpulan data dan grafik menunjukkan perbedaan yang jelas antara kinerja antrian pada jam sibuk dan jam normal. Data yang telah melalui proses pembersihan menggunakan metode QUARTILE.INC di mana *outlier* dibersihkan dari data. Di jam normal, dari 49 data pelanggan, untuk waktu antar kedatangan ada 3 outlier dan waktu pelayanan ada 4 data outlier yang dibersihkan. Setelah data outlier dikeluarkan, maka didapatkan rata-rata waktu antar kedatangan di jam normal adalah 1,827 menit dan rata-rata waktu pelayanan adalah 0,752 menit. Sementara di jam sibuk, dari 58 data pelanggan tidak ada outlier untuk waktu antar kedatangan dan 3 data outlier untuk waktu pelayanan. Dengan data outlier dikeluarkan maka rata-rata waktu antar kedatangan di jam sibuk adalah 1,207 menit dan rata-rata waktu pelayanan adalah 0,871 menit.

Analisis dalam penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan *simulation-based modeling*, dengan cara membangkitkan bilangan acak untuk transformasi invers waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan melalui metode *Linear Congruential Generator (LCG)*. Banyak sistem sangat kompleks, sehingga model matematika yang valid untuk sistem tersebut juga kompleks. Dalam hal ini, model harus dipelajari melalui simulasi yang menjalankan model secara numerik untuk input yang dimaksud untuk melihat bagaimana input tersebut memengaruhi ukuran kinerja output [14]. Bilangan acak yang dibangkitkan adalah pseudorandom karena pembangkitannya menggunakan operasi matematika dan bilangan acak yang dibangkitkan memenuhi distribusi tertentu [15]. Metode LCG dimanfaatkan untuk menghasilkan deret bilangan acak yang berdistribusi seragam (0,1) [16], dan merupakan generator bilangan acak yang karena tidak memerlukan komputasi yang besar. Berikut persamaan untuk memperoleh deret bilangan bulat Z :

$$Z_i = (aZ_{i-1} + c) \text{ mod}(m) \quad (1)$$

Di mana:

a = multiplier

c = increment constant

m = modulus constant

Z_i = urutan bilangan bulat Z_0 adalah benih awal. nilai Z_i dibatasi oleh $0 \leq Z_i \leq m - 1$ dan terdistribusi secara seragam dalam kasus diskrit.

Dari nilai Z_i kemudian dicari nilai U_i dengan persamaan sebagai berikut:

$$U_i = Z_i / m \quad (2)$$

yang selanjutnya dilakukan transformasi invers ke dalam distribusi eksponensial menggunakan persamaan:

$$x = -\beta \cdot \ln(1 - u) \quad (3)$$

Di mana:

U = bilangan acak dari LCG

β = rata-rata waktu antar kedatangan atau pelayanan

X = nilai waktu antar kedatangan atau waktu pelayanan

Simulasi dilakukan dengan menggunakan menggunakan LCG (dengan nilai $a=21$, $c=9$, $m=512$, dengan benih awal Z_0 untuk waktu interarrival time = 21 dan Z_0 untuk waktu service time = 77) dan transformasi distribusi eksponensial untuk jam normal dan jam sibuk untuk 40 pelanggan seperti dapat dilihat di **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1 Simulasi Antrian Indomaret Fresh Bitung di Jam Normal Menggunakan Excel

β interarrival time β service time		1.827	Menit/Pelanggan	α	21	M	512	Z_1	21				
		0.752	Menit/Pelanggan	c	9			Z_2	77				
i	Arrival To Indomart			Service Time			Simulation Logic						
	Stream 1	Random Number	Interarrival Time	Stream 1	Random Number	Service Time	Customer Number	Arrival Time	Begin Service Time	Service Time	Departure Time	Time Queue	Time In System
	Z_1	U_1	X_1	Z_2	U_2	X_2	1	2	3	4	5	6	7
0	21		Exp	77									
1	450	0.879	3.859	90	0.176	0.146	1	3.859	3.859	0.146	4.005	0	0.146
2	243	0.475	1.177	363	0.709	0.928	2	5.036	5.036	0.928	5.964	0	0.928
3	504	0.984	7.555	464	0.906	1.778	3	12.591	12.591	1.778	14.369	0	1.778
4	353	0.689	2.134	25	0.049	0.038	4	14.725	14.725	0.038	14.763	0	0.038
5	254	0.496	1.252	22	0.043	0.033	5	15.977	15.977	0.033	16.01	0	0.033
6	223	0.436	1.046	471	0.92	1.899	6	17.023	17.023	1.899	18.922	0	1.899
7	84	0.164	0.327	172	0.336	0.308	7	17.35	18.922	0.308	19.23	1.572	1.88
8	237	0.463	1.136	37	0.072	0.056	8	18.486	19.23	0.056	19.286	0.744	0.8
9	378	0.738	2.447	274	0.535	0.576	9	20.933	20.933	0.576	21.509	0	0.576
10	267	0.521	1.345	131	0.256	0.222	10	22.278	22.278	0.222	22.5	0	0.222

Tabel 2 Simulasi Antrian Indomaret Fresh Bitung di Jam Sibuk Menggunakan Excel

β interarrival time β service time		1.207	Menit/Pelanggan	α	21	M	512	Z_1	21				
		0.871	Menit/Pelanggan	c	9			Z_2	77				
i	Arrival To Indomart			Service Time			Indomart Logic						
	Stream 1	Random Number	Interarrival Time	Stream 1	Random Number	Service Time	Customer Number	Arrival Time	Begin Service Time	Service Time	Departure Time	Time Queue	Time In System
	Z_1	U_1	X_1	Z_2	U_2	X_2	1	2	3	4	5	6	7
0	21		Exp	77									
1	450	0.879	2.549	90	0.176	0.169	1	2.549	2.549	0.169	2.718	0	0.169
2	243	0.475	0.778	363	0.709	1.075	2	3.327	3.327	1.075	4.402	0	1.075
3	504	0.984	4.991	464	0.906	2.059	3	8.318	8.318	2.059	10.377	0	2.059
4	353	0.689	1.41	25	0.049	0.044	4	9.728	10.377	0.044	10.421	0.649	0.693
5	254	0.496	0.827	22	0.043	0.038	5	10.555	10.555	0.038	10.593	0	0.038
6	223	0.436	0.691	471	0.92	2.2	6	11.246	11.246	2.2	13.446	0	2.2
7	84	0.164	0.216	172	0.336	0.357	7	11.462	13.446	0.357	13.803	1.984	2.341
8	237	0.463	0.75	37	0.072	0.065	8	12.212	13.803	0.065	13.868	1.591	1.656
9	378	0.738	1.617	274	0.535	0.667	9	13.829	13.868	0.667	14.535	0.039	0.706
10	267	0.521	0.888	131	0.256	0.258	10	14.717	14.717	0.258	14.975	0	0.258

Pada jam sibuk, proses simulasi menghasilkan rata-rata waktu tunggu sebesar 0,769 menit, jauh lebih tinggi dibandingkan simulasi jam normal yang hanya mencapai 0,341 menit. Perbedaan ini terjadi akibat nilai rata-rata kedatangan yang lebih pendek pada jam sibuk (1,21 menit per pelanggan), sehingga jumlah permintaan layanan meningkat dan menambah antrian.

Sebaliknya, simulasi jam normal menunjukkan bahwa nilai waktu antar kedatangan yang lebih panjang (1,832 menit) menghasilkan beban kerja kasir yang lebih rendah. Hal ini menyebabkan waktu tunggu menurun dan persentase kasir menganggur meningkat hingga 62,5%. Tabel 3 menunjukkan hasil simulasi secara keseluruhan.

Tabel 3 Hasil Simulasi Antrian Indomaret Fresh Bitung

	Hasil Simulasi		
	Jam Sibuk (sekitar jam 18:00)	Jam Normal (sekitar jam 21:00)	Gabungan Jam Sibuk & Normal
Rata-rata Waktu Antar Kedatangan	1.21	1.832	1.521
Rata-rata Waktu Pelayanan	0.782	0.675	0.729
Rata-rata Waktu Antri	0.769	0.341	0.473
Waktu Dalam Sistem	1.551	1.016	1.202
% Kasir Menganggur (<i>idle</i>)	40%	62.5%	50%
% Kasir Sibuk	60%	37.5%	50%

Hasil simulasi dengan memberikan pola yang konsisten dengan perilaku sistem antrian nyata: semakin pendek waktu antar kedatangan, semakin tinggi peluang terjadinya antrian. Hasil simulasi di

jam sibuk menunjukkan bahwa sistem antrian Indomaret di jam sibuk cukup sibuk, dengan sekitar 60% pelanggan harus menunggu dan tingkat kesibukan kasir juga sekitar 60%. Meskipun demikian, waktu tunggu pelanggan tetap singkat, rata-rata hanya 0,77 menit. Waktu pelayanan cukup baik (0,782 menit), sehingga kasir bekerja cukup efisien. Secara keseluruhan, pelanggan menghabiskan sekitar 1.55 menit di dalam sistem, menunjukkan proses layanan yang cepat. Karena tingkat kedatangan lebih rendah dari kemampuan pelayanan, sistem berada dalam kondisi stabil dan tidak berpotensi menyebabkan antrian yang berlebihan. Di jam normal, sistem antrian berada pada kondisi ringan dengan tingkat pelanggan yang harus menunggu hanya 37,5%, menandakan kapasitas pelayanan masih optimal. Rata-rata waktu tunggu pelanggan hanya 0.341 menit, dan bagi pelanggan yang memang menunggu, durasinya tetap singkat yaitu sekitar 0,908 menit. Waktu pelayanan rata-rata (0,675 menit) sehingga kinerja server efisien. Secara keseluruhan, pelanggan hanya menghabiskan sekitar 1,016 menit di dalam sistem, sehingga proses pelayanan berjalan sangat cepat, tidak menimbulkan penumpukan antrian, dan server masih memiliki kapasitas cadangan untuk menghadapi peningkatan kedatangan pelanggan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan pemodelan simulasi menggunakan *Linear Congruential Generator (LCG)* dan transformasi invers distribusi eksponensial, dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem antrian sangat dipengaruhi oleh variasi waktu kedatangan pelanggan. Jam sibuk menunjukkan kondisi beban tertinggi, ditandai dengan rata-rata waktu antar kedatangan yang lebih pendek (1,21 menit) serta tingkat utilisasi server sebesar 60%. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya waktu tunggu dalam antrian hingga 0,769 menit dan waktu total dalam sistem mencapai 1,551 menit. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada jam sibuk, kasir beroperasi mendekati kapasitas optimalnya sehingga potensi penumpukan antrian lebih besar.

Sebaliknya, pada jam normal, waktu antar kedatangan lebih panjang (1,832 menit) sehingga beban kerja server jauh lebih rendah. Hal ini berdampak pada menurunnya waktu tunggu menjadi 0,341 menit dan meningkatnya *idle server* hingga 62,5%. Kondisi ini menggambarkan bahwa kapasitas layanan lebih dari cukup untuk menangani permintaan pada jam normal.

Pada simulasi data gabungan, nilai performansi berada di antara kedua kondisi tersebut, dengan utilisasi 50%, waktu tunggu 0,473 menit, dan waktu total dalam sistem 1,202 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata operasional harian berada pada kondisi stabil tanpa indikasi kelebihan beban.

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam hal pengambilan data dilakukan pada sebanyak 107 observasi pada bulan Agustus sampai November 2025 sehingga distribusi kedatangan maupun pelayanan hanya merefleksikan distribusi pada periode tersebut. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa semakin pendek waktu antar kedatangan, semakin tinggi potensi terjadinya antrian, yang sepenuhnya konsisten dengan teori dasar antrian. Metode generasi bilangan acak menggunakan LCG dan transformasi invers eksponensial di dalam simulasi menunjukkan bahwa pelayanan Indomaret Fresh Bitung masih di dalam kapasitas yang sesuai dengan waktu antar kedatangan dan operasional pelayanan pelanggan efisien. Penelitian ini juga menegaskan pentingnya pengaturan sumber daya pada jam sibuk untuk meminimalkan waktu tunggu pelanggan, misalnya melalui penambahan kapasitas layanan secara fleksibel atau manajemen distribusi beban *server* di jam sibuk atau ketika terjadinya antrian panjang untuk meningkatkan kualitas pelayanan dan kepuasan pelanggan.

Daftar Pustaka

- [1] D. Meliana, J. Riswati, and D. Astuti, "Analisis Perkembangan Bisnis Ritel di Indonesia," *Journal of Business Economics and Management*, vol. 01, pp. 235–243, 2025.
- [2] G. Darmawan, A. P. Sari, A. Hudzaifa, et al., *Efisiensi Operasional dengan ProModel: Panduan Teori Antrian*. Kaizen Media Publishing, Des. 2023.
- [3] M. Arianto, *Efektivitas Sistem Antrian Layanan Kasir (Studi Kasus pada Toko Retail ABC di Bandung) – Dalam Bentuk Buku Karya Ilmiah*, 2024. [Online]. Available: repositori Telkom University. Diakses: 6 Feb 2026.
- [4] "Indomaret Fresh Bitung Ulasan," Google Search. [Online]. Available: Google Search – Indomaret Fresh Bitung Ulasan. Diakses: 6 Feb 2026.

- [5] W. J. Hopp, "Single Server Queueing Models," in *Building Intuition: Insights from Basic Operations Management Models and Principles*, T. J. Chhajed Dilip and Lowe, Ed., Boston, MA: Springer US, 2008, pp. 51–79. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73699-0_4
- [6] B. L. V Bataona, A. E. L. Nyoko, and N. P. Nursiani, "Analisis Sistem Antrian dalam Optimalisasi Layanan di Supermarket Hyperstore," *Journal of Management: Small and Medium Enterprises (SMEs)*, vol. 12, no. 2, pp. 225–237, Sep. 2020, <https://doi.org/10.35508/jom.v12i2.2695>
- [7] I. C. B. C. Chan, M. S. Paendong, and T. Manurung, "Analisis Antrian pada 'Supermarket Cool' Tomohon Menggunakan Teori Antrian untuk Menentukan Pelayanan yang Optimal," *d'Cartesian*, vol. 12, no. 1, pp. 26–34, Jun. 2023, <https://doi.org/10.35799/dc.12.1.2023.48046>
- [8] L. D. Dhae, D. J. Aquilan, I. G. A. S. Deviyanti, and P. E. Yuliana, "Analisis Antrian dengan Model Single Channel Single Phase: Studi Kasus Supermarket Ngagel," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, vol. 9, no. 1, pp. 1042–1047, Jan. 2026, <https://doi.org/10.31004/jutin.v9i1.55305>
- [9] Q. U. N. Liu and H. Chen, "Optimization of J supermarket cashier service system based on M/M/c model," *ACM International Conference Proceeding Series*, pp. 478–484, Apr. 2022, <https://doi.org/10.1145/3535782.3535846>
- [10] D. Mardiaty, "Simulasi Monte Carlo dalam Memprediksi Tingkat Lonjakan Penumpang," 2020, <https://doi.org/10.37034/infed.vi0.49>
- [11] K. Daramola, Abubakar Yahaya, and Umar Kabir Abdullahi, "Evaluating Single and Multi-Server Exponential Queueing Models: A Case Study of Access Bank PLC in Anyigba, Kogi State, Nigeria," *Malaysian Journal of Science and Advanced Technology*, pp. 482–488, Nov. 2024, <https://doi.org/10.56532/mjsat.v4i4.360>
- [12] F. S. Hillier and G. J. Lieberman, *Introduction to Operations Research*, Seventh edition. in McGraw-Hill Series in Industrial Engineering and Management Science. Boston: McGraw-Hill, 2001.
- [13] C. Heumann, Michael, and S. Shalabh, *Introduction to Statistics and Data Analysis Introduction to Statistics and Data Analysis*. South Africa: Springer, 2016. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46162-5>
- [14] A. M. Law, *Simulation modeling and analysis*. McGraw-Hill Education, 2015.
- [15] "Membangkitkan Bilangan Acak Metode Linear Congruential Generator (LCG)," HMJ Statistika FMIPA UNM. Diakses: 6 Feb 2026.
- [16] C. Harrell, B. K. Ghosh, and R. Bowden, *Simulation Using ProModel*. New York, NY, USA: McGraw-Hill/Higher Education, 2004.