



Analisis dan Simulasi Teori Antrian pada Indomaret Darmo Surabaya

Thesion Marta Sianipar¹, Halim Arif Cahyono², Amalia Nur Alifah³

^{1, 2, 3}Sains Data, Institut Teknologi Telkom Surabaya,

¹thesion.marta.21@student.ds.ittelkom-sby.ac.id

²halim.arif.21@student.ds.ittelkom-sby.ac.id

³amaliaalfah@ittelkom-sby.ac.id

Corresponding author email: thesionmartasianipar@gmail.com

Abstract: *Service quality is one of the key factors to get a good rating from consumers. However, an increase in the number of consumers is sometimes not matched by an increase in the number of service providers. This is what causes the queue. Queuing theory provides several alternative mathematical models that can be used to determine some of the properties of a queuing system and optimize decision making. For this reason, queuing theory simulation is one of the important things to do so that the service system in one place can be optimal. In this research, analysis and simulation of queuing theory will be carried out at Indomaret Darmo Surabaya. The data used are primary data taken directly by researchers. In this study, the results of queuing theory analysis will be displayed in several forms of data visualization and determine the confidence intervals of service duration, service waiting time, and idle time. The results show that the service duration at Indomaret Darmo Surabaya can be trusted to be between 4.48 to 5.128 minutes. While the average waiting time can be trusted to be between 3,974 to 5,505 minutes. In addition, the results of the analysis show that the average, median, mode, and standard deviation of idle time are 0 (less than 1 minute). This shows that there is almost no free time for services at Indomaret Darmo Surabaya.*

Keywords: *idle time, queuing theory, service duration, waiting time*

Abstrak: Kualitas pelayanan menjadi salah satu faktor kunci untuk mendapatkan penilaian yang baik dari konsumen. Namun, adanya peningkatan jumlah konsumen terkadang tidak dimbangi dengan peningkatan jumlah penyedia layanan. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya antrian. Teori antrian memberikan beberapa alternatif model matematis yang dapat digunakan untuk menentukan beberapa sifat dari suatu sistem antrian dan mengoptimalkan pengambilan keputusan. Untuk itu, simulasi teori antrian merupakan salah satu hal yang penting untuk dilakukan agar sistem pelayanan pada suatu tempat dapat menjadi optimal. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis dan simulasi teori antrian pada Indomaret Darmo Surabaya. Data yang digunakan adalah data primer yang diambil secara langsung oleh peneliti. Pada penelitian ini, hasil analisis teori antrian akan ditampilkan dalam beberapa bentuk visualisasi data serta menentukan interval kepercayaan dari durasi pelayanan, waktu tunggu pelayanan, serta idle time. Hasil menunjukkan bahwa durasi pelayanan di Indomaret Darmo Surabaya dapat dipercayai berada antara 4,48 hingga 5,128 menit. Sedangkan rata-rata waktu tunggu dapat dipercayai berada antara 3,974 hingga 5,505 menit. Selain itu, hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata, median, modus, dan standar deviasi dari idle time bernilai 0 (kurang dari 1 menit). Ini menunjukkan bahwa hampir tidak ada waktu kosong pada pelayanan di Indomaret Darmo Surabaya.

Kata kunci: durasi pelayanan, idle time, teori antrian, waktu tunggu

I. PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi, perkembangan ekonomi memunculkan ketergantungan dan persaingan antar wilayah. Perubahan bisnis yang semakin cepat mendorong perusahaan atau organisasi untuk merespons perubahan tersebut. Tantangan utama yang dihadapi perusahaan adalah bagaimana mereka dapat menarik dan mempertahankan pelanggan mereka [1]. Pertumbuhan populasi yang terus meningkat mendorong perusahaan jasa untuk mengubah sistem mereka menjadi lebih efektif guna memberikan layanan terbaik. Kualitas pelayanan menjadi salah satu faktor kunci untuk mendapatkan penilaian yang baik dari konsumen. Namun, adanya peningkatan jumlah konsumen terkadang tidak dimbangi dengan peningkatan jumlah penyedia layanan. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya



antrian. Teori antrian memberikan beberapa alternatif model matematis yang dapat digunakan untuk menentukan beberapa sifat dari suatu sistem antrian dan mengoptimalkan pengambilan keputusan [2].

Untuk meningkatkan jumlah pelanggan, selain melakukan promosi, menciptakan produk baru yang lebih menarik, kepuasan konsumen dalam hal kemudahan dan kecepatan pelayanan juga harus diperhatikan [3]. Simulasi teori antrian telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti pada objek penelitian yang berbeda-beda, diantaranya adalah pada pelayanan teller bank, supermarket, hingga pom bensin [4-6]. Sedangkan penelitian ini akan melakukan analisis serta simulasi pada salah satu rantai ritel waralaba di Indonesia, yaitu Indomaret. Indomaret merupakan jaringan mini market yang mencakup kebutuhan pokok dan sehari-hari, dengan luas ritel kurang dari 200 m². Pada Desember 2010, jumlah Indomaret di Indonesia adalah sebanyak 4.955 toko. Dari jumlah tersebut, 3.058 toko dimiliki secara pribadi dan 1.897 toko waralaba sisanya dimiliki oleh masyarakat dan berlokasi di kota Jabodetabek, Jawa Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah, Yogyakarta, Bali, dan Lampung. Indomaret mudah ditemukan di kawasan perumahan, gedung perkantoran, serta ruang publik. Lebih dari 3.500 produk makanan dan non makanan tersedia dengan harga bersaing, mencakup hampir semua kebutuhan sehari-hari konsumen.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer yang diambil secara langsung oleh peneliti di Indomaret Darmo Surabaya. Sistem antrian yang digunakan pada Indomaret Darmo adalah First in First Out (FIFO), yaitu antrian yang memprioritaskan pelayanan pada pengunjung yang datang pertama. Indomaret menggunakan sistem pelayanan multi channel-single phase, yaitu dengan beberapa fasilitas pelayanan dalam satu antrian tunggal atau satu fase pelayanan. Dalam penelitian ini, peneliti hanya fokus pada hitungan data antrian berdasarkan 1 kasir saja dari beberapa kasir yang ada. Seperti halnya sistem single channel-single phase, hanya ada satu server atau fasilitas pelayanan dan satu tahapan atau fase pelayanan.

Pada penelitian ini, hasil analisis teori antrian akan ditampilkan dalam beberapa bentuk visualisasi data serta menentukan interval kepercayaan pada beberapa aspek. Selama ini, pada penelitian terdahulu, belum ada penelitian yang membandingkan hasil analisis serta simulasi teori antrian antara data real time dengan data yang dibangkitkan secara acak. Sehingga pada penelitian ini, kami mencoba untuk menganalisis, mensimulasikan, serta membandingkan hasil simulasi antara data realtime dengan data bangkitan. Harapannya, perbandingan hasil analisis teori antrian antara data realtime dengan data hasil bangkitan adalah sama. Dengan hasil analisis serta simulasi pada penelitian ini, harapannya dapat memberikan evaluasi pada pelayanan, serta dapat meningkatkan kualitas pelayanan yang ada pada Indomaret Darmo Surabaya.

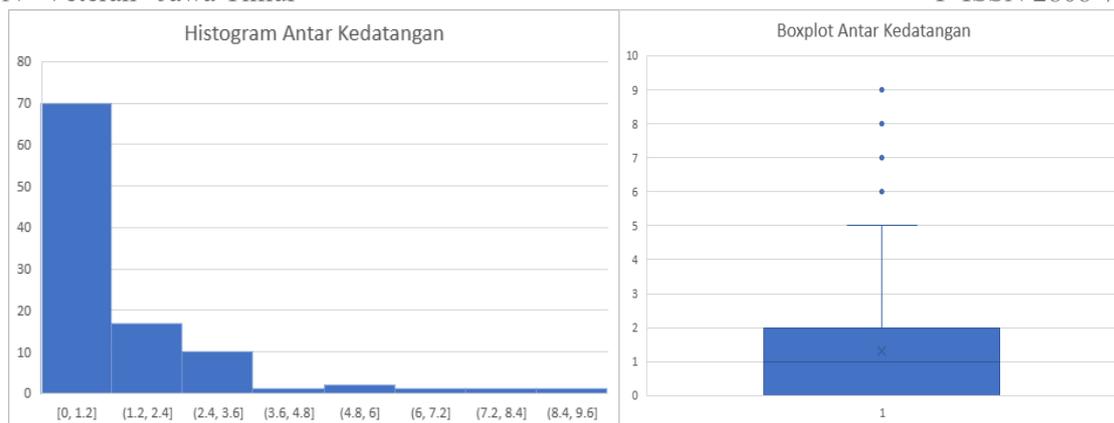
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian tindakan (*action research*). Data yang digunakan adalah data kuantitatif dan sumber data primer. Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data menggunakan metode observasi langsung, yaitu dengan mengamati waktu kedatangan, awal dan akhir pelayanan pelanggan. Studi antrian di Indomaret Darmo Surabaya dilakukan pada Jumat, 27 Januari 2023 pada pukul 14.00 WIB. Data yang diperoleh adalah sebanyak 104 data pengunjung.

2.1. Data Pengamatan

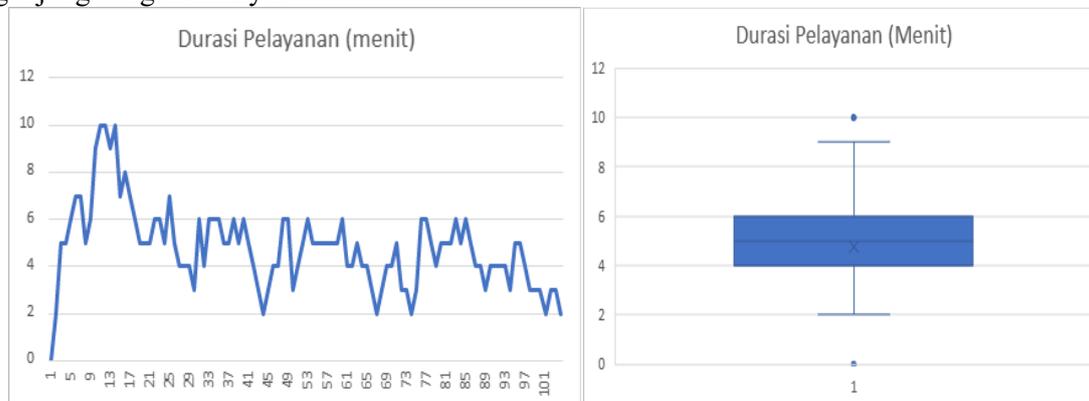
Pada penelitian ini, data yang diambil berupa data waktu kedatangan, awal pelayanan, serta akhir pelayanan. Waktu kedatangan merupakan waktu kedatangan konsumen, yaitu adalah waktu saat konsumen masuk ke indomaret. Sedangkan awal pelayanan adalah waktu dimana konsumen mulai dilayani, dan akhir pelayanan adalah waktu dimana konsumen selesai dilayani.

Setelah memperoleh data waktu kedatangan, awal pelayanan, serta akhir pelayanan, selanjutnya waktu antar kedatangan serta waktu durasi pelayanan dapat ditentukan. Waktu antar kedatangan merupakan jarak antara kedatangan suatu konsumen dengan konsumen sebelumnya. Sedangkan durasi pelayanan adalah total waktu yang dibutuhkan dalam melakukan pelayanan customer.

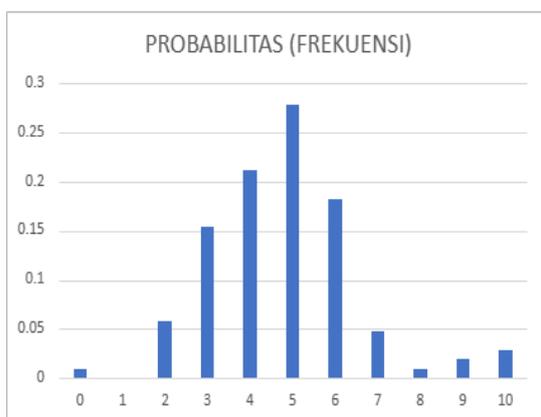
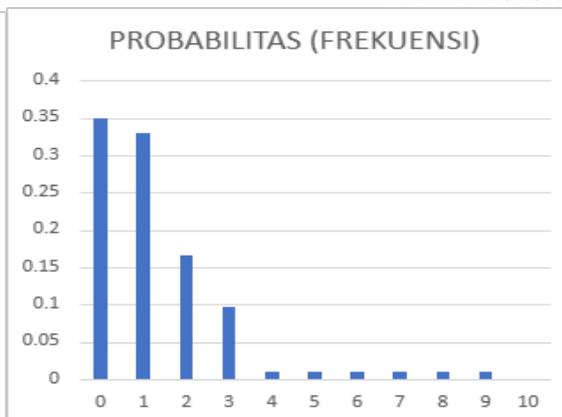
**Gambar 1a. Histogram****Gambar 1b. Boxplot****Gambar 1. Visualisasi Waktu Antar Kedatangan : (1a) Histogram (1b) Boxplot**

Dalam grafik histogram tersebut, interval waktu antar kedatangan pelanggan yang paling banyak terjadi adalah pada rentang waktu 0 hingga 1.2 menit. Analisis data juga menunjukkan bahwa distribusi waktu antar kedatangan tidak berdistribusi normal dan memiliki skewness positif. Dapat dilihat dari grafik boxplot antar kedatangan di atas, terdapat beberapa data yang teridentifikasi sebagai outlier, dengan rentang waktu antar kedatangan sekitar 6 menit hingga 9 menit. Dalam hal ini, outlier pada waktu antar kedatangan menunjukkan adanya beberapa pengunjung yang mengalami waktu antar kedatangan yang signifikan lebih lama dibandingkan dengan kebanyakan pengunjung lain.

Berdasarkan hasil statistika deskriptif, rata-rata jarak waktu antar kedatangan konsumen di Indomaret adalah 1,33 menit dengan median 1 menit. Modus jarak waktu antar kedatangan adalah 0 menit, yang menunjukkan bahwa nilai paling sering muncul dalam data adalah 0 menit. Hal ini menunjukkan bahwa selisih waktu kedatangan antar pengunjung paling banyak adalah kurang dari 0 menit, ini artinya indomaret tergolong ramai, dilihat dari selisih waktu kedatangan antara satu pengunjung dengan lainnya.

**Gambar 2a. Line Chart****Gambar 2b. Boxplot****Gambar 2. Visualisasi Durasi Pelayanan : (2a) Line Chart (2b) Boxplot**

Jika dilihat dari grafik line chart di atas, terlihat bahwa durasi pelayanan pelanggan Indomaret Darmo Surabaya paling sering berkisar antara 4 menit hingga 6 menit. Dari grafik boxplot durasi pelayanan, terdapat 2 titik outlier pada 0 menit dan 10 menit. Kuartil 1 (Q1) berada pada rentang waktu 4 menit, sedangkan kuartil 2 (Q2) berada pada rentang waktu 6 menit. Rentang durasi pelayanan paling sedikit 2 menit dan paling maksimal 9 menit. Berdasarkan hasil statistika deskriptif menunjukkan bahwa Rata-rata durasi pelayanan adalah 4.788 menit dengan median (nilai tengah) durasi pelayanan adalah 5 menit. Sedangkan modus (nilai paling sering muncul) dari durasi pelayanan adalah 5 menit.


Gambar 3a. Durasi Pelayanan

Gambar 3b. Waktu Antar Kedatangan

Gambar 3. Bar Chart Probabilitas (frekuensi): (3a) Durasi Pelayanan (3b) Waktu Antar Kedatangan Probabilitas (frekuensi) durasi pelayanan merupakan probabilitas munculnya durasi pelayanan. Grafik barchart di atas menggambarkan tingkat probabilitas dari setiap kategori durasi pelayanan. Kategori durasi pelayanan yang memiliki probabilitas tertinggi adalah 5 menit. Sedangkan probabilitas (frekuensi) waktu antar kedatangan merupakan probabilitas munculnya waktu antar kedatangan. Informasi ini berguna untuk memahami pola waktu antar kedatangan pelanggan di indomaret. Grafik barchart di atas menggambarkan probabilitas setiap kategori waktu antar kedatangan, dengan sumbu X sebagai kategori waktu. Kategori waktu dengan probabilitas tertinggi adalah 0 menit, dengan probabilitas sebesar 0,35 atau 35%.

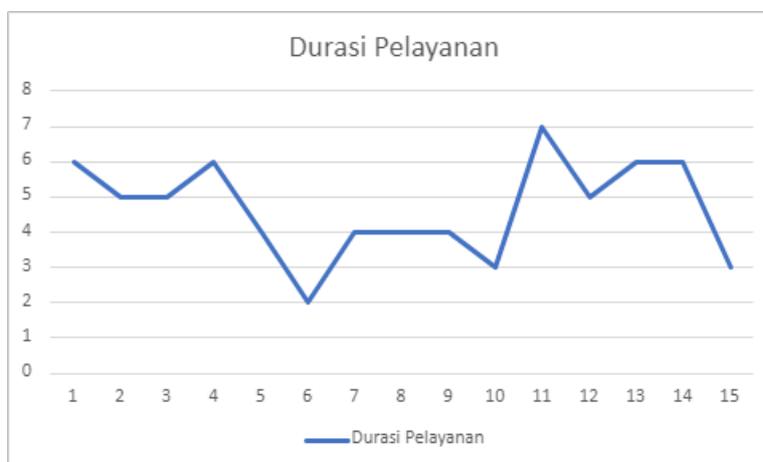
2.2. Data Acak

Selain mengambil data pengamatan atau real data, peneliti juga mencoba Menyusun data dengan membangkitkan bilangan acak berdasarkan tabel 1. Tabel 1 menentukan interval bilangan acak untuk waktu antar kedatangan dan juga durasi pelayanan berdasarkan kumulatif probabilitas yang diperoleh dari data pengamatan. Dengan demikian data acak dapat dibangkitkan.

Tabel 1. Interval Bilangan Acak

KEDATANGAN			PELAYANAN		
ANTAR KEDATANGAN	KUMULATIF PROBABILITAS	INTERVAL BILANGAN ACAK	DURASI PELAYANAN	KUMULATIF PROBABILITAS	INTERVAL BILANGAN ACAK
0	0.349514563	1-34	0	0.009615385	1
1	0.67961165	35-67	2	0.067307692	2-6
2	0.844660194	68-84	3	0.221153846	7-22
3	0.941747573	85-94	4	0.432692308	23-43
4	0.951456311	95	5	0.711538462	44-71
5	0.961165049	96	6	0.894230769	72-89
6	0.970873786	97	7	0.942307692	90-94
7	0.980582524	98	8	0.951923077	95
8	0.990291262	99	9	0.971153846	96-97

9	1	100	10	1	98-99
---	---	-----	----	---	-------



Gambar 4. Linechart Durasi Pelayanan dari Data Acak

Grafik line chart untuk durasi pelayanan pada data acak menunjukkan nilai maksimal sebesar 7 menit dan nilai minimal sebesar 2 menit. Ini menandakan bahwa durasi pelayanan terpendek adalah 2 menit dan durasi pelayanan terpanjang adalah 7 menit. Hasil ini menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dari data pengamatan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan ditentukan waktu tunggu, waktu sistem, serta idle time dari hasil data pengamatan maupun data acak. Waktu tunggu merupakan selisih antara waktu kedatangan dengan awal pelayanan pengunjung, waktu sistem adalah total antara waktu tunggu dengan durasi pelayanan pengunjung. Sedangkan *idle time* adalah total waktu kekosongan (ketika tidak ada pelayanan dan tidak ada pengunjung yang hadir). Dengan demikian, penting untuk mengetahui waktu tunggu serta idle time. Waktu tunggu dapat menentukan seberapa baik sistem pelayanan, sedangkan idle time dapat menentukan seberapa ramai indomaret tersebut.

3.1. Data Pengamatan

3.1.1. Durasi Pelayanan

Berikut akan dihitung estimasi durasi pelayanan dengan selang kepercayaan 95%. Estimasi titik dari μ adalah $\bar{x} = 4,78$ dari $n = 104$ dengan $s = 1,74$ untuk selang kepercayaan 95% artinya $(1-\alpha) \times 100\% = 95\%$ maka $\alpha = 0,05$ karena σ tidak diketahui Dimana $t_{\frac{0,05}{2}} = t_{0,025} = 1,983$ dengan derajat bebas $v = n - 1 = 103$, maka

$$\begin{aligned} \bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}} &< \mu < \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}} \\ 4,78 - t_{\frac{0,05}{2}} \frac{1,74}{\sqrt{104}} &< \mu < 4,78 + t_{\frac{0,05}{2}} \frac{1,74}{\sqrt{104}} \\ 4,78 - 1,983 \frac{1,74}{\sqrt{104}} &< \mu < 4,78 + 1,983 \frac{1,74}{\sqrt{104}} \\ 4,48 &< \mu < 5,128 \end{aligned}$$

Berdasarkan analisis, estimasi selang kepercayaan dengan error 5% menunjukkan bahwa rata-rata durasi pelayanan dapat dipercayai berada antara 4,48 hingga 5,128 menit. Ini berarti bahwa jika data dikumpulkan dan dihitung ulang sebanyak banyak mungkin, 95% dari hasil akan berada dalam interval ini. Oleh karena itu, interval ini memberikan tingkat keyakinan tinggi pada perkiraan rata-rata durasi pelayanan.

3.1.2. Waktu Tunggu

Berdasarkan statistika deskriptif dari data pengamatan, diperoleh bahwa rata-rata waktu tunggu adalah 9,53 menit dengan nilai tengah (median) dari waktu tunggu adalah 9 menit. Sedangkan modus (nilai yang paling sering muncul) dari waktu tunggu adalah 6 menit.

Berikut akan dihitung estimasi waktu tunggu dengan selang kepercayaan 95%. Estimasi titik dari μ adalah $\bar{x} = 4,74$ dari $n = 104$ dengan $s = 3,93$ untuk selang kepercayaan 95% artinya $(1-\alpha) \times 100\%$

= 95% maka $\alpha = 0,05$ karena σ tidak diketahui Dimana $t_{0,05} = t_{0,025} = 1,983$ dengan derajat bebas $v = n - 1 = 103$, maka

$$\begin{aligned} \bar{x} - t_{\alpha} \frac{S}{\sqrt{n}} &< \mu < \bar{x} + t_{\alpha} \frac{S}{\sqrt{n}} \\ 4,74 - t_{0,05} \frac{3,93}{\sqrt{104}} &< \mu < 4,74 + t_{0,05} \frac{3,93}{\sqrt{104}} \\ 4,74 - 1,983 \frac{3,93}{\sqrt{104}} &< \mu < 4,74 + 1,983 \frac{3,93}{\sqrt{104}} \\ 3,974 &< \mu < 5,505 \end{aligned}$$

Interval kepercayaan untuk rata-rata waktu tunggu pada tingkat selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa rata-rata waktu tunggu dapat dipercayai berada antara 3,974 hingga 5,505 menit. Ini berarti bahwa jika data dikumpulkan dan dihitung ulang sebanyak banyak mungkin, 95% dari hasil akan berada dalam interval ini. Oleh karena itu, interval ini memberikan tingkat keyakinan tinggi pada perkiraan rata-rata waktu tunggu.

3.1.3. Waktu Sistem dan Idle Time

Berdasarkan statistika deskriptif dari data pengamatan, diperoleh rata-rata waktu sistem adalah 14,32 menit. Dengan nilai median waktu sistem adalah 13,5 menit. Sedangkan modus waktu sistem adalah 20 menit. Berdasarkan statistika deskriptif dari data pengamatan, diperoleh bahwa rata-rata, median, modus, dan standar deviasi semuanya bernilai 0. Ini menunjukkan bahwa tidak ada waktu kosong pada saat pelayanan. Range, minimum, dan maksimum juga bernilai 0, yang menunjukkan bahwa waktu kekosongan di indomaret kurang dari 1 menit. Hal ini menandakan bahwa indomaret tersebut cenderung ramai dan padat pengunjung.

3.2. Perbandingan Hasil Data Pengamatan dengan Data Acak

Perbandingan tingkat kepadatan pengunjung dari data real dan data acak yang diambil dari probabilitas data real bisa saja sama, tergantung bagaimana pembangkitan data acak dilakukan. Perbandingan antara real data dengan data yang dibangkitkan dengan bilangan acak memungkinkan untuk membandingkan kinerja sistem antrian sebenarnya dengan hipotesis yang dibangun. Data real menunjukkan bagaimana sistem antrian benar-benar beroperasi, sedangkan data yang dibangkitkan dengan bilangan acak memperkirakan bagaimana sistem antrian akan beroperasi jika berjalan secara acak. Jika data real dan data yang dibangkitkan dengan bilangan acak mirip, ini menunjukkan bahwa sistem antrian memiliki distribusi waktu yang baik dan tidak terlalu dipengaruhi oleh variasi eksternal. Jika terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua data, ini menunjukkan bahwa sistem antrian memiliki masalah yang perlu diatasi.

Pada parameter idle time, ditemukan bahwa tidak ada waktu kosong pada saat pelayanan baik pada data real maupun pada data yang dibangkitkan dengan bilangan acak. Arti dari tidak ada waktu kosong pada parameter idle time adalah bahwa tidak ada suatu saat dimana pelayanan tidak melakukan pelayanan. Ini berarti bahwa pelayanan selalu dalam keadaan bekerja dan tidak pernah mengalami kekosongan waktu selama proses pelayanan. Oleh karena itu, data yang dibangkitkan dengan bilangan acak dapat digunakan sebagai alternatif yang memadai dalam melakukan simulasi atau analisis antrian yang merepresentasikan data real.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis, selang kepercayaan error 5% menunjukkan bahwa durasi pelayanan rata-rata yang dipercaya adalah antara 4,48 hingga 5,128 menit. Interval kepercayaan 95% untuk rata-rata waktu tunggu adalah $3,974 < \mu < 5,505$ dan interval kepercayaan 95% untuk rata-rata waktu sistem adalah $8,594 < \mu < 10,463$. Hasil perbandingan tingkat kepadatan pengunjung antara data real dan data acak pada penelitian ini relatif sama. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi waktu sistem antrian baik dan tidak terlalu dipengaruhi oleh variasi luar. Parameter idle time menunjukkan bahwa tidak ada waktu kosong pada data real maupun data acak. Ini berarti bahwa pelayanan selalu bekerja dan tidak pernah mengalami waktu kosong selama proses pelayanan.

Berdasarkan hasil analisis teori antrian pada Indomaret Darmo Surabaya, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan. Berdasarkan hasil analisis rata-rata estimasi durasi pelayanan, dapat ditemukan tingkat error yang diterima oleh sistem. Jika error melebihi toleransi yang ditentukan, maka perlu



ditempuh tindakan untuk memperbaiki proses pelayanan dan meminimalkan durasi pelayanan. Oleh karena itu, durasi pelayanan di indomaret Darmo dapat lebih dioptimalkan lagi. Selain itu, hasil analisis interval kepercayaan untuk waktu tunggu dapat digunakan untuk menentukan bagaimana konsep ini mempengaruhi pengalaman pelanggan. Dari sini, dapat diambil tindakan untuk memperbaiki waktu tunggu untuk memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pelanggan. Dengan mempertimbangkan saran di atas dan memahami hasil analisis, Indomaret Darmo Surabaya dapat melakukan tindakan untuk meningkatkan pelayanan dan memastikan pengalaman pelanggan yang memuaskan.

UCAPAN TERIMA KASIH**REFERENSI**

1. Putri, W. S., & Ahmad, D. (2020). Penerapan Teori Antrian pada Pelayanan Teller Bank BNI Kantor Cabang Pembantu Air Tawar. *Journal of Mathematics UNP*, 5(1).
2. Dimiyati, T. T., & Dimiyati, A. (2009). *Operation Research: Model-model Pengambilan Keputusan*.
3. Puspita, Nia Sari. 2017. “Penerapan Teori Antrian pada Pelayanan Teller Bank X.
4. Farkhan, F., Hendikawati, P., & Arifudin, R. (2013). Aplikasi teori antrian dan simulasi pada pelayanan teller bank. *Unnes Journal of Mathematics*, 2(1).
5. Hardiyani, R. (2013). Analisis Penerapan Teori Antrian Pada Sistem Pembayaran Supermarket Di Golden Market Jember.
6. Pellondou, E. H., Fanggidae, R. P., & Nyoko, A. E. (2021). Analisis Teori Antrian Pada Jalur Sepeda Motor Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Oebobo. *GLORY: Jurnal Ekonomi & Ilmu Sosial*, 2(1-Mar), 19-31.
7. Suprianto, Muhammad, & Indriani, A. (2019). Penerapan Metode Simulasi Kejadian Diskrit Pada Layanan Antar Pesan. 205.