E-ISSN : 3025-1311
https://ejournal.warunayama.org/kohesi

Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek
Volume 8 No 5 Tahun 2025

Analisis Efisiensi Sistem Antrian Menggunakan Simulasi Diskrit pada Bento Kopi Purwokerto

Queue System Efficiency Analysis Using Discrete Simulation at Bento Kopi Purwokerto

Damar Wahyu Nugroho Jati[1], Muhammad Rizki Pambudi[2], Deva Ardana Firdaus[3], Januar Rahmat[4], Daniel Octavandine Prihandoyo[5] Ratih Windu Arini[6]
Universitas Telkom Purwokerto
e-mail: 2311109001@ittelkom-pwt.ac.id, 2311109005@ittelkom-pwt.ac.id, 2311109016@ittelkom-pwt.ac.id, 2211109001@ittelkom-pwt.ac.id, 2211109034@ittelkom-pwt.ac.id, ratih@telkomuniversity.ac.id

A B S T R A K

Bento Kopi Purwokerto mengalami ketidakefisienan dalam sistem antrian akibat meningkatnya jumlah pelanggan, yang menyebabkan waktu tunggu lama dan antrean tidak teratur. Hal ini menurunkan kepuasan pelanggan dan mengancam loyalitas mereka. Efisiensi sistem antrian menjadi penting, khususnya pada jam sibuk, di mana sistem eksisting dengan satu kasir belum optimal. Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan simulasi diskrit menggunakan FlexSim dengan pendekatan Single Channel Single Phase, berdasarkan data observasi lapangan. Beberapa skenario perbaikan diuji, termasuk penambahan kasir, untuk melihat dampaknya terhadap waktu tunggu dan utilisasi server. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem eksisting memiliki waktu tunggu rata-rata 56 detik dan utilisasi kasir 40%, serta penambahan kasir tidak memberikan peningkatan signifikan. Dengan demikian, strategi peningkatan efisiensi operasional sebaiknya difokuskan pada aspek lain, seperti optimalisasi alur antrean, pelatihan staf untuk mempercepat waktu pelayanan, atau penerapan teknologi pendukung seperti sistem pemesanan digital.

Kata Kunci: Sistem antrian, simulasi diskrit, flexsim, waktu tunggu, efisiensi.

A B S T R A C T

Bento Kopi Purwokerto experienced inefficiency in the queuing system due to the increasing number of customers, which caused long waiting times and irregular queues. This reduced customer satisfaction and threatened their loyalty. The efficiency of the queuing system is important, especially during peak hours, where the existing system with one cashier is not optimal. To overcome this problem, a discrete simulation was conducted using FlexSim with the Single Channel Single Phase approach, based on field observation data. Several improvement scenarios were tested, including the addition of cashiers, to see their impact on waiting time and server utilization. The simulation results showed that the existing system had an average waiting time of 56 seconds and a cashier utilization of 40%, and the addition of cashiers did not provide a significant increase. Thus, strategies to improve operational efficiency should be focused on other aspects, such as optimizing queue flow, staff training to speed up service time, or

Article History
Received: Juni 2025
Reviewed: Juni 2025
Published: Juni 2025

Plagirism Checker No 234
Prefix DOI : Prefix DOI : 10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

implementing supporting technology such as a digital ordering system.
***Keywords**: Queuing system, discrete simulation, flexsim, waiting line, eficiency.*

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, industri kedai kopi mengalami pertumbuhan signifikan, terutama di kota-kota berkembang di Indonesia. Fenomena ini tidak hanya menunjukkan perubahan gaya hidup masyarakat, tetapi juga meningkatnya permintaan akan layanan yang cepat, nyaman, dan berkualitas. Bento Kopi, salah satu kedai kopi yang berkembang pesat di Purwokerto, merupakan contoh nyata dari keberhasilan mengintegrasikan konsep lokal dan modern dalam pelayanan produk kopi dan makanan ringan. Namun, keberhasilan ini juga membawa tantangan, salah satunya adalah permasalahan dalam pengelolaan sistem antrian ketika terjadi lonjakan pelanggan, khususnya pada jam-jam sibuk.

Menurut Heizer, Render, dan Munson (2020), keberhasilan layanan jasa sangat dipengaruhi oleh efektivitas sistem operasional, khususnya pada titik interaksi langsung antara pelanggan dan penyedia layanan. Salah satu titik krusial dalam layanan langsung adalah sistem antrian. Ketika pelanggan harus menunggu dalam waktu yang lama tanpa kepastian, hal tersebut dapat menurunkan kepuasan pelanggan dan menyebabkan penurunan loyalitas (Render, Stair, & Hanna, 2018). Masalah antrian yang tidak tertata, jumlah server yang tidak memadai, serta alur pelayanan yang tidak optimal menjadi penyebab utama waktu tunggu yang tinggi.

Di Bento Kopi, antrian pelanggan kerap memanjang pada sore hingga malam hari. Berdasarkan observasi awal, waktu tunggu pelanggan dapat mencapai lebih dari 10 menit hanya untuk pemesanan, belum termasuk waktu tunggu untuk penyajian produk. Hal ini tentu berimplikasi pada kenyamanan pelanggan dan kapasitas layanan. Sistem yang digunakan selama ini berupa satu jalur antrean dengan satu kasir utama (single channel single phase), yang tidak lagi memadai untuk melayani permintaan tinggi pada waktu tertentu. Ketidakefisienan ini juga menimbulkan beban kerja berlebih pada staf, serta memperlambat perputaran pelanggan yang berdampak langsung pada pendapatan harian.

Penelitian yang dilakukan oleh Law dan Kelton (2007) menyebutkan bahwa sistem antrian yang tidak dirancang dengan baik dapat menyebabkan bottleneck dalam proses layanan, yang berujung pada stagnasi output. Oleh karena itu, perlu adanya pendekatan analitis dan kuantitatif untuk mengevaluasi sistem antrian yang ada, dan merancang perbaikannya berdasarkan simulasi berbasis data. Simulasi sistem diskrit menjadi salah satu metode yang terbukti efektif dalam mengevaluasi performa layanan dan menguji alternatif skenario peningkatan layanan (Kelton, Sadowski, & Swets, 2015).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan dalam sistem antrian Bento Kopi Purwokerto, serta merancang skenario perbaikan berbasis simulasi sistem diskrit guna meningkatkan efisiensi pelayanan dan kenyamanan pelanggan. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan kontribusi teoretis terhadap pengembangan model sistem antrian pada industri jasa skala menengah, serta memberikan rekomendasi praktis bagi pengambilan keputusan operasional.

TINJAUAN TEORI

Teori antrian atau queueing theory merupakan pendekatan matematis yang digunakan untuk menganalisis sistem pelayanan di mana entitas, baik manusia maupun barang, menunggu untuk mendapatkan pelayanan dari satu atau lebih sumber daya terbatas. Banks et al. (2010) menyatakan bahwa teori antrian mempelajari sistem pelayanan dalam kondisi stokastik, di mana kedatangan dan waktu pelayanan bersifat acak. Elemen penting dalam

sistem antrian mencakup distribusi kedatangan, distribusi pelayanan, jumlah server, kapasitas sistem, dan aturan pelayanan.

Klasifikasi sistem antrian didasarkan pada konfigurasi jalur dan tahapan pelayanan. Sistem single channel single phase memiliki satu jalur antrean dan satu server, dan umum ditemukan pada layanan sederhana seperti mesin ATM. Model multiple channel single phase memiliki satu jalur dengan beberapa server paralel, seperti yang ditemukan pada restoran cepat saji. Dalam sistem single channel multiple phase, pelanggan melewati beberapa tahapan pelayanan secara berurutan, sebagaimana diterapkan dalam proses pendaftaran rumah sakit. Sementara itu, konfigurasi multiple channel multiple phase umumnya diterapkan dalam layanan kompleks seperti logistik bandara atau rumah sakit besar, dan melibatkan banyak jalur serta beberapa tahap proses pelayanan (Render et al., 2018).

Ukuran performa dalam sistem antrian meliputi intensitas pelayanan (ρ), yang menunjukkan rasio antara tingkat kedatangan pelanggan dan kapasitas pelayanan. Sistem dikatakan stabil dan efisien jika nilai ρ kurang dari satu. Peluang sistem dalam keadaan kosong (P_0), rata-rata jumlah pelanggan dalam antrean (Lq) dan dalam sistem (Ls), serta rata-rata waktu tunggu dalam antrean (Wq) dan dalam sistem (Ws) juga digunakan sebagai indikator kinerja sistem (Heizer et al., 2020). Nilai-nilai ini menjadi dasar dalam pengambilan keputusan apakah sistem perlu ditingkatkan kapasitasnya atau tidak.

Penggunaan simulasi dalam analisis sistem antrian memberikan keuntungan dalam hal fleksibilitas dan kemampuan untuk menguji berbagai skenario tanpa harus mengubah sistem nyata. Simulasi diskrit, menurut Kelton et al. (2015), mampu menangkap dinamika sistem dengan lebih realistis dibandingkan dengan model matematis deterministik. Dalam simulasi, pengguna dapat menentukan distribusi probabilitas, mengatur waktu kedatangan, waktu pelayanan, dan jumlah server, kemudian mengevaluasi performa sistem dalam berbagai skenario.

Perangkat lunak seperti FlexSim mendukung visualisasi dan simulasi sistem antrian dengan akurasi tinggi. Menurut Law dan Kelton (2007), simulasi berbasis objek seperti FlexSim memudahkan representasi sistem nyata dalam bentuk modular dan memungkinkan integrasi berbagai faktor yang mempengaruhi aliran pelanggan, mulai dari kedatangan, antrean, pelayanan, hingga keberangkatan. Dengan teori-teori tersebut, penelitian ini mengambil pendekatan simulasi sebagai metode utama dalam mengevaluasi dan mengoptimalkan sistem antrian di Bento Kopi.

METODE

Penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode simulasi sistem diskrit. Tujuan utama dari pendekatan ini adalah untuk memodelkan sistem antrian di Bento Kopi secara realistis, mengidentifikasi permasalahan yang ada, dan menguji skenario perbaikan untuk meningkatkan efisiensi layanan. Metode ini dipilih karena mampu merepresentasikan kondisi sistem secara visual dan numerik, serta memungkinkan pengujian berbagai skenario tanpa risiko nyata terhadap operasional (Banks et al., 2010).

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan melalui observasi langsung di lokasi penelitian. Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah waktu tunggu pelanggan yang cukup lama, antrean yang tidak terstruktur, serta jumlah pelayan yang tidak memadai pada jam-jam sibuk. Data dikumpulkan selama beberapa hari dengan fokus pada jam operasional padat (pukul 16.00–21.00). Jenis data yang dikumpulkan meliputi waktu antar kedatangan pelanggan, waktu pelayanan, waktu pelanggan selesai dilayani, dan waktu tunggu total. Data dikumpulkan menggunakan stopwatch dan log observasi manual, kemudian dianalisis menggunakan Excel dan perangkat lunak statistik untuk menentukan distribusi waktu kedatangan dan pelayanan.

Model sistem antrian eksisting dibangun menggunakan perangkat lunak FlexSim. Model ini terdiri dari entitas pelanggan, sumber kedatangan, area antrean, server (kasir atau barista),

dan keluaran. Representasi visual ini memungkinkan simulasi jalannya proses pelayanan sesuai kenyataan di lapangan. Model awal menggambarkan sistem single channel single phase yang saat ini digunakan di Bento Kopi.

Proses verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa alur logika model sesuai dengan sistem nyata. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan data aktual yang dikumpulkan. Apabila hasil simulasi mendekati nilai waktu tunggu dan jumlah pelanggan dalam sistem nyata, maka model dianggap valid. Setelah model tervalidasi, dilakukan eksperimen dengan beberapa skenario perbaikan seperti penambahan kasir, pengaturan ulang alur antrean, dan kombinasi pelayanan.

Setiap skenario diuji dengan durasi simulasi tetap, dan hasilnya dianalisis berdasarkan indikator seperti rata-rata waktu tunggu pelanggan, panjang antrean, utilisasi server, serta throughput pelayanan. Analisis ini digunakan untuk menentukan skenario terbaik yang dapat diterapkan oleh manajemen. Rekomendasi implementasi juga mempertimbangkan kebutuhan sumber daya tambahan, pelatihan staf, serta dampaknya terhadap kepuasan pelanggan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Subjek dalam penelitian ini adalah pelanggan yang datang dan menerima pelayanan di cabang Bento Kopi Purwokerto selama periode observasi. Pelanggan diposisikan sebagai entitas utama dalam sistem antrian yang diamati, dimulai sejak mereka tiba di lokasi hingga proses pemesanan dan pelayanan selesai. Pengamatan dilakukan secara langsung untuk memahami alur pergerakan pelanggan dalam sistem antrian, termasuk bagaimana mereka menunggu, dilayani, dan berinteraksi dengan sistem pelayanan yang tersedia.

Sementara itu, objek dalam penelitian ini adalah sistem antrian yang diterapkan di cabang tersebut, yang mencakup proses kedatangan pelanggan, pengaturan jalur antrian, proses pelayanan oleh kasir atau barista, serta waktu tunggu yang terjadi sepanjang tahapan tersebut. Fokus penelitian ditujukan untuk mengevaluasi efisiensi dan efektivitas sistem antrian, terutama pada saat jam operasional sibuk. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersifat kuantitatif primer dan diperoleh melalui metode observasi langsung di lapangan.

Jenis data yang dikumpulkan mencakup waktu antar kedatangan pelanggan (interarrival time), waktu pelayanan (service time), dan waktu selesai pelayanan. Data mentah yang diperoleh direkap dalam bentuk tabel dan diolah menggunakan Microsoft Excel untuk menghitung rata-rata waktu tunggu, waktu pelayanan, dan waktu dalam sistem, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan distribusi statistik terbaik melalui proses automated fitting menggunakan perangkat lunak simulasi FlexSim.

Tabel 1. Data Mentah

Pelanggan Ke-	Waktu Kedatangan	Waktu Mulai di Layani	Waktu Selesai di layani
1	16:55:38	16:55:47	16:58:09
2	16:58:51	16:58:55	17:01:04
3	17:12:00	17:14:14	17:15:51
4	17:21:59	17:22:21	17:22:57
5	17:23:16	17:23:19	17:24:18
6	17:24:08	17:24:29	17:25:26
7	17:27:02	17:27:11	17:27:34

8	17:29:14	17:29:31	17:29:48
9	17:30:50	17:31:16	17:31:57
10	17:36:31	17:36:36	17:37:02
11	17:37:32	17:37:41	17:38:30
12	17:40:33	17:40:41	17:41:13
13	17:40:59	17:41:22	17:41:36
14	17:43:05	17:43:22	17:43:53
15	17:43:35	17:44:02	17:44:11
16	17:52:35	17:52:44	17:53:01
17	17:53:28	17:53:54	17:54:25
18	17:53:44	17:54:52	17:55:09
19	17:55:41	17:56:25	17:58:51
20	17:56:56	17:58:58	17:59:24
21	17:59:28	17:59:37	17:59:54
22	18:02:17	18:02:21	18:02:48
23	18:04:36	18:04:51	18:05:09
24	18:09:25	18:09:37	18:10:03
25	18:10:12	18:10:25	18:10:48
26	18:12:57	18:13:08	18:15:04
27	18:16:11	18:16:29	18:17:32
28	18:21:36	18:21:51	18:22:13
29	18:21:46	18:22:22	18:23:07
30	18:29:01	18:29:10	18:29:37
31	18:32:58	18:33:08	18:34:10
32	18:36:39	18:36:45	18:37:23
33	18:37:50	18:37:54	18:38:27
34	18:38:33	18:38:36	18:41:56
35	18:39:49	18:41:58	18:44:03
36	18:39:50	18:44:06	18:44:52

37	18:43:59	18:44:56	18:46:14
38	18:47:07	18:47:10	18:47:38
39	18:49:18	18:49:29	18:52:02
40	18:49:46	18:52:10	18:55:09
41	18:56:11	18:56:28	18:59:04
42	19:08:19	19:08:23	19:10:13
43	19:09:05	19:10:17	19:11:37
44	19:17:54	19:17:59	19:20:15
45	19:18:06	19:20:18	19:24:52
46	19:18:10	19:24:58	19:27:52
47	19:18:13	19:27:58	19:29:59
48	19:29:49	19:29:58	19:36:03
49	19:31:00	19:36:19	19:37:30
50	19:36:31	19:37:34	19:40:12

Pengumpulan data dilakukan secara langsung di lapangan melalui observasi partisipatif terhadap sistem antrian di cabang Bento Kopi Purwokerto, khususnya pada jam sibuk antara pukul 16.00 hingga 21.00. Data yang dikumpulkan mencakup waktu antar kedatangan pelanggan (interarrival time), waktu pelayanan (service time), dan waktu selesai pelayanan, selama periode 2 jam 44 menit 34 detik. Data ini kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel untuk menghitung parameter dasar dan dimasukkan ke dalam perangkat lunak FlexSim untuk keperluan pemodelan simulasi sistem antrian.

Dalam perhitungan ini kami menggunakan "Model (Single Channel Single Phase)" diperoleh dengan data-data berikut :

Tabel 2. Hasil olah data Excel

Waktu Antar Kedatangan (Detik)	Waktu Pelayanan	Waktu dalam Antrian	Waktu dalam Sistem	Idle Time Kasir
0	142	9	151	0
193	130	4	133	51
790	96	134	230	660
599	36	22	58	503
77	59	4	63	41
52	57	21	78	0
174	23	9	32	110
133	17	17	34	110
96	41	26	67	79
341	27	5	31	300
61	49	9	58	34

181	32	9	41	132
27	13	23	36	0
125	31	18	49	107
31	9	27	36	0
540	17	9	26	531
53	32	25	57	36
16	17	68	85	0
116	146	44	191	83
76	25	122	147	0
152	17	0	26	56
169	27	0	32	152
139	18	0	33	112
290	27	0	38	272
47	23	13	36	20
165	116	11	127	142
194	63	18	81	78
325	22	14	37	262
10	45	36	80	0
435	27	9	36	378
237	62	10	72	210
221	38	6	44	159
71	34	3	37	33
42	200	4	203	8
76	125	129	255	0
9653	3969	2780	6982	5876

Setelah data mentah dari observasi dikumpulkan, tahap selanjutnya adalah pengolahan data menggunakan Microsoft Excel untuk menghitung parameter kunci dalam model antrian Single Channel – Single Phase. Parameter yang dihitung meliputi: waktu antar kedatangan (total 9.653 detik), waktu pelayanan (3.969 detik), waktu dalam antrian (2.780 detik), waktu dalam sistem (6.982 detik), dan idle time kasir (5.876 detik). Masing-masing dihitung menggunakan rumus selisih waktu yang relevan untuk menggambarkan kinerja sistem, seperti selisih antar kedatangan pelanggan, durasi pelayanan, hingga waktu tunggu pelanggan sebelum dilayani.

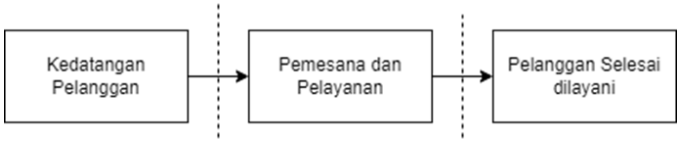
Tabel 3. Hasil Perhitungan

Parameter Perhitungan	Rumus	Hasil Perhitungan
Rata - Rata Waktu Tunggu	2780/50	56 detik
Peluang Pelanggan harus Menunggu	17/50	34%
Rata – rata Waktu Pelanggan dalam Sistem	6952/50	139 detik
Rata – rata Waktu Pelayanan	3969/50	79 detik
Persentase Kasir Menganggur	(5876/9845) x 100	60%
Rata – rata Waktu Antar Kedatangan	9653/50	193 detik

Rata - rata Waktu Tunggu Pelanggan	2780/ 17	164 detik

Bagian ini menyajikan hasil perhitungan kuantitatif terhadap kinerja sistem antrian di Bento Kopi berdasarkan data 50 pelanggan pada Tabel 4.1. Parameter yang dihitung meliputi: rata-rata waktu tunggu (total waktu dalam antrian dibagi jumlah pelanggan), peluang pelanggan harus menunggu (jumlah pelanggan yang menunggu dibagi total pelanggan), rata-rata waktu dalam sistem (total waktu dalam sistem dibagi total pelanggan), rata-rata waktu pelayanan (total waktu pelayanan dibagi total pelanggan), persentase kasir menganggur (total waktu idle dibagi total waktu observasi dikalikan 100%), rata-rata waktu antar kedatangan (total waktu antar kedatangan dibagi jumlah pelanggan), dan rata-rata waktu tunggu pelanggan yang benar-benar antri (total waktu dalam antrian dibagi jumlah pelanggan yang menunggu). Perhitungan ini menggunakan rumus dasar teori antrian untuk mengevaluasi efektivitas sistem secara menyeluruh.

Model konseptual dalam penelitian ini merupakan representasi abstrak dari sistem antrian yang diamati di cabang Bento Kopi Purwokerto. Tujuan dari penyusunan model ini adalah untuk memahami struktur dasar sistem, mengidentifikasi komponen-komponen utama, serta menjelaskan interaksi antar elemen yang berkontribusi terhadap terbentuknya antrian dan waktu tunggu pelanggan.



Gambar 1. Diagram Konseptual

Model konseptual sistem antrian di Bento Kopi Purwokerto merepresentasikan alur pelanggan dari kedatangan, proses pelayanan, hingga keluar dari sistem. Sistem ini terdiri dari tiga elemen utama: kedatangan pelanggan secara acak, pelayanan oleh kasir dengan metode First-In First-Out (FIFO), dan penyelesaian layanan. Model ini termasuk dalam kategori Single Channel Single Phase, di mana satu antrean dilayani oleh satu kasir. Struktur sederhana ini mencerminkan kondisi nyata dan menjadi dasar dalam penyusunan model simulasi untuk analisis dan evaluasi sistem secara kuantitatif.

Gambar 2. Model Simulasi pada Software Flexim

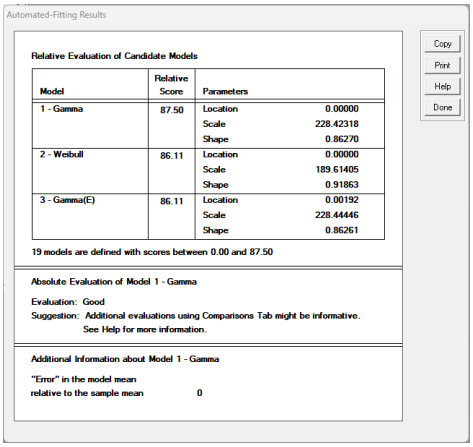
Alur proses dalam model simulasi dimulai saat pelanggan masuk melalui Pintu Masuk, kemudian menuju area Pemesanan dan Pembayaran untuk dilayani oleh kasir secara antre sesuai urutan kedatangan. Setelah selesai, pelanggan diarahkan ke Ruang Makan seperti Meja 1, Meja 2, atau Narrow Table, yang hanya berfungsi sebagai visualisasi tanpa memengaruhi sistem antrian. Siklus pelayanan berakhir ketika pelanggan keluar melalui Pintu Keluar, mencerminkan alur linier dari sistem antrian Single Channel Single Phase dengan satu jalur antrean dan satu titik pelayanan.

Tabel 4. Data Distribusi Kedatangan dan Pelayanan

Waktu Antar Kedatangan	Waktu Pelayanan
0	142

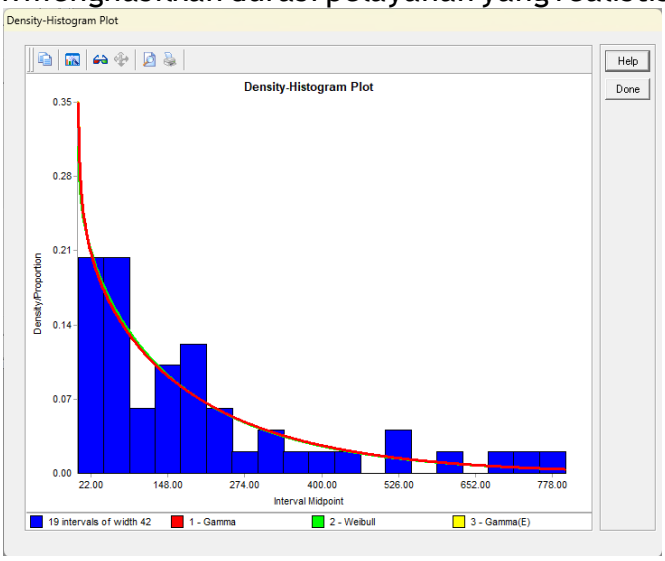
193	130
790	96
599	36
77	59
52	57
174	23
133	17
96	41
341	27
61	49
181	32
27	13
125	31
31	9
540	17
53	32
16	17
116	146
76	25
152	17
169	27
139	18
290	27
47	23
165	116
194	63
325	22
10	45
435	27
237	62
221	38
71	34
42	200
76	125
1	46
248	78
189	27
131	153
28	179
386	155
728	110
46	80
529	136
11	274
4	174
3	120
696	364
72	72
330	158

Data yang ditampilkan mencakup waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan pelanggan di sistem antrian Bento Kopi Purwokerto. Terlihat bahwa waktu antar kedatangan sangat bervariasi, mulai dari 0 hingga lebih dari 700 detik, menunjukkan pola kedatangan yang acak dan tidak konstan. Sementara itu, waktu pelayanan juga menunjukkan variabilitas yang cukup tinggi, berkisar dari 9 hingga 364 detik. Pola ini mencerminkan adanya ketidakpastian baik dalam kedatangan maupun durasi pelayanan, yang merupakan ciri khas sistem layanan nyata. Variasi ini penting untuk dianalisis dalam pemodelan simulasi karena berdampak langsung pada akurasi hasil simulasi dan efektivitas sistem antrian secara keseluruhan.



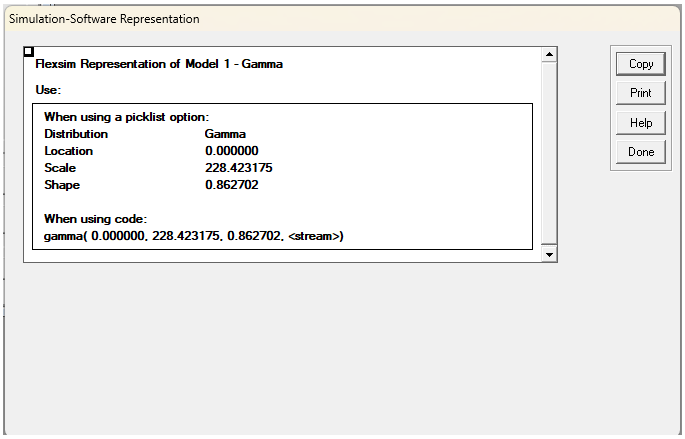
Gambar 3. Hasil Relative Evaluation Of Candidate Models

Hasil evaluasi automated fitting dalam FlexSim menunjukkan bahwa Distribusi Gamma merupakan model terbaik untuk merepresentasikan waktu pelayanan, dengan skor relatif tertinggi sebesar 87,50 dari 19 kandidat distribusi. Distribusi ini memiliki parameter Location: 0.00000, Scale: 228.42318, dan Shape: 0.86270. Validitasnya diperkuat oleh penilaian "Good" pada evaluasi absolut dan error nol pada rata-rata, menandakan kesesuaian sempurna antara model dan data observasi. Kombinasi ini menjadikan Distribusi Gamma sebagai pilihan paling andal dalam simulasi untuk menghasilkan durasi pelayanan yang realistis.



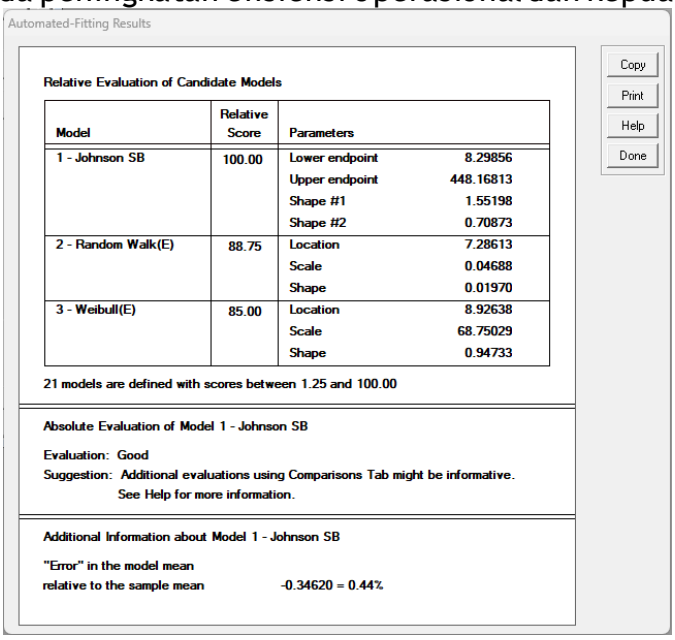
Gambar 4. Grafik kedatangan

Histogram kepadatan dalam simulasi FlexSim menunjukkan bahwa model Gamma (kurva merah) paling akurat menggambarkan distribusi waktu pelayanan, dengan bentuk kurva yang mengikuti pola histogram data observasi—bar biru dengan 19 interval berlebar 42—yang menunjukkan puncak awal tinggi dan ekor panjang ke kanan. Meskipun model Weibull (kurva hijau) dan Gamma(E) (kurva kuning) juga menunjukkan kesesuaian visual yang baik dan skor evaluasi numerik yang tinggi, model Gamma tetap menjadi pilihan optimal karena memiliki kecocokan tertinggi secara numerik dan visual, menjadikannya dasar paling andal untuk simulasi.



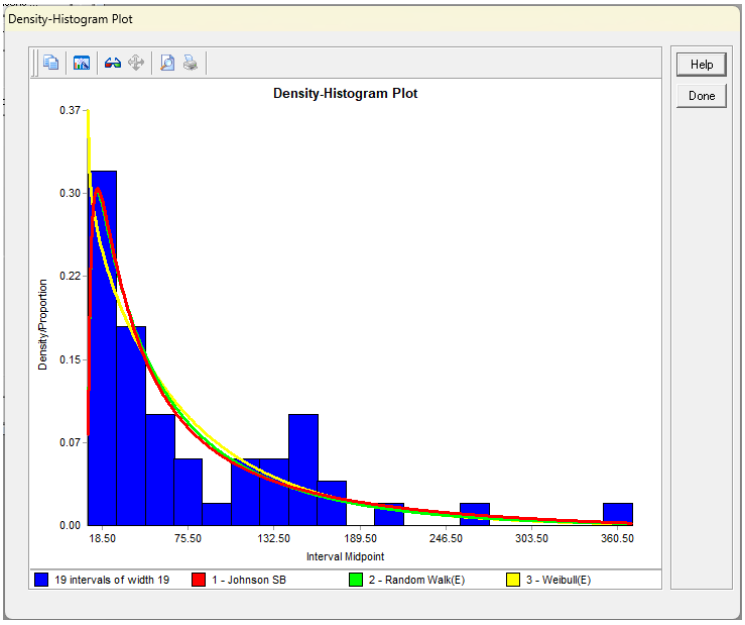
Gambar 5. Representasi waktu antar kedatangan

Model Gamma yang digunakan untuk memodelkan waktu pelayanan dalam FlexSim, dengan sintaks gamma(0.000000, 228.423175, 0.862702, <stream>), memberikan estimasi durasi pelayanan yang lebih akurat berdasarkan parameter location, scale, dan shape yang presisi. Penggunaan model ini memungkinkan simulasi mereplikasi variasi dan ketidakpastian dalam pola pelayanan nyata, sehingga mendukung analisis yang lebih realistis terhadap potensi antrean panjang. Dengan hasil simulasi yang lebih representatif, model ini berkontribusi langsung pada peningkatan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan.



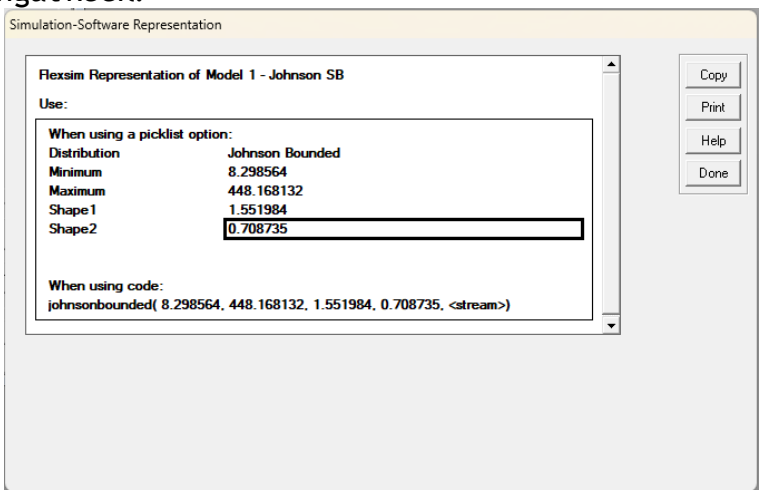
Gambar 6. Hasil Relative Evaluation Of Candidate Models

Evaluasi relatif melalui fitur Automated Fitting di FlexSim menunjukkan bahwa Distribusi Johnson SB merupakan model terbaik untuk merepresentasikan waktu pelayanan, dengan skor relatif sempurna sebesar 100,00, mengungguli kandidat lain seperti Random Walk(E) dan Weibull(E). Model ini memiliki parameter lower endpoint 8,29856, upper endpoint 448,16813, shape #1 sebesar 1,55198, dan shape #2 sebesar 0,70873. Evaluasi absolut menunjukkan nilai "Good" dan error relatif terhadap rata-rata hanya -0,34620 atau 0,44%, yang menunjukkan kesesuaian tinggi dengan data observasi. Dengan kombinasi keakuratan numerik dan kecocokan statistik yang kuat, Johnson SB menjadi fondasi andal untuk pemodelan dan analisis skenario antrian secara realistis.



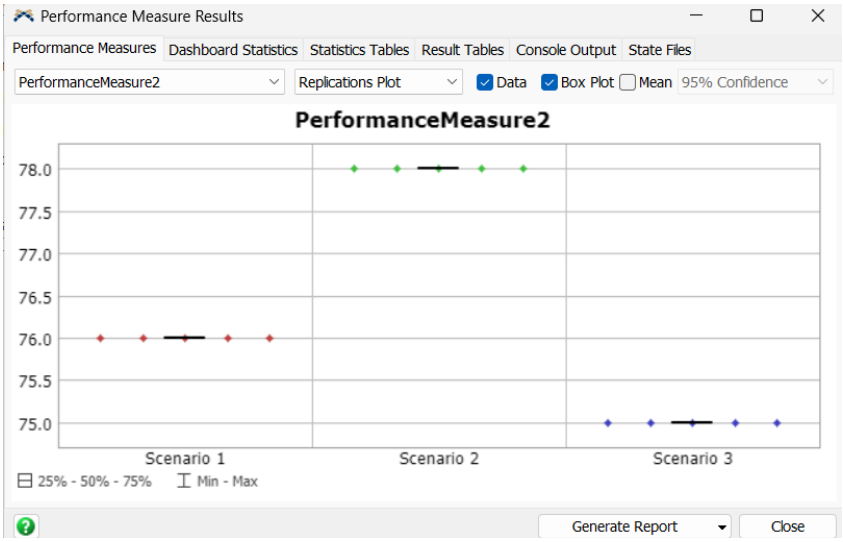
Gambar 7. Grafik pemesanan

Plot kepadatan-histogram menunjukkan distribusi frekuensi waktu pelayanan yang bersifat right-skewed, dengan mayoritas pelayanan berlangsung singkat dan sebagian kecil memakan waktu lebih lama. Histogram biru menggambarkan data observasi, sementara tiga kurva distribusi kandidat menunjukkan kecocokan model: Johnson SB (merah) paling akurat mengikuti pola data, disusul Random Walk(E) (hijau) dan Weibull(E) (kuning) yang juga mendekati, terutama pada bagian ekor. Kesesuaian visual ini menguatkan hasil evaluasi numerik sebelumnya, yang menetapkan Johnson SB sebagai model terbaik dengan skor relatif 100 dan error mean sangat kecil.



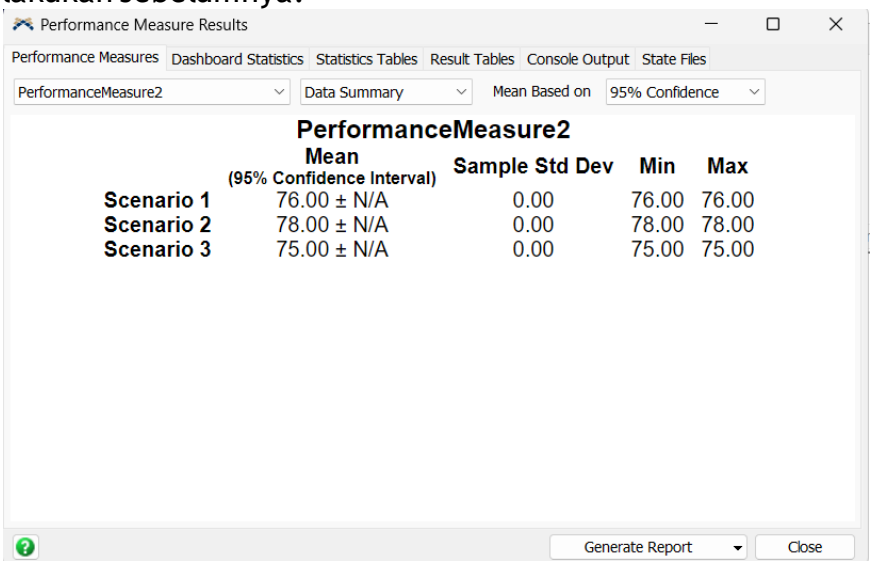
Gambar 8. Representasi waktu pemesanan

Distribusi Johnson SB digunakan dalam FlexSim untuk memodelkan waktu pelayanan karena memiliki kecocokan tinggi secara numerik dan visual dengan data observasi. Parameter yang digunakan meliputi batas minimum 8,298564, maksimum 448,168132, serta dua parameter bentuk (1,551984 dan 0,708735), yang memastikan distribusi mencerminkan variasi aktual dalam pelayanan. Karena Johnson SB secara alami cocok untuk data yang terbatas dalam rentang tertentu, penggunaannya menjamin hasil simulasi tetap realistis dan tidak menghasilkan nilai ekstrem yang tidak logis, sehingga menjaga validitas dan keandalan model.



Gambar 9. Performance Measure

Berdasrkan grafik Performance Measure, Scenario 1 memiliki nilai rata-rata sekitar 76,0 dengan hasil replikasi yang berada pada rentang 75,9 hingga 76,1, scenario 2 menunjukkkan nilai rata rata sekitar 77,9 dengan hasil replikasi 77,8 hingga 78,0. Sementara itu scenario 3 memiliki nilai rata rata sekitar 75,1 dengan hasil replikasi yang berkisar antara 75,0 hingga 75,2. Ketiga scenario tersebut menunjuk perbadaan yang tidak signifikan dengan perhitungan excel yang telah dilakukan sebelumnya.

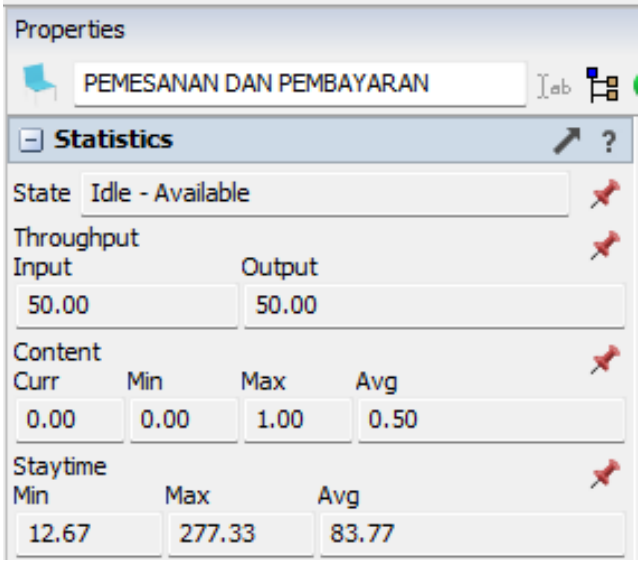


Gambar 10. Data summary simulasi

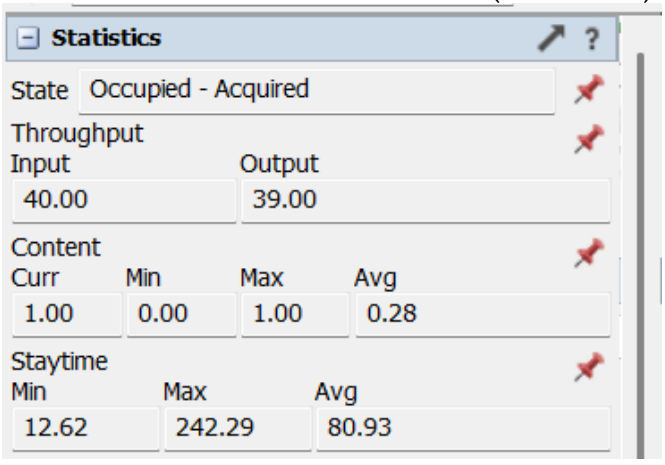
Data di atas merupakan data summary simulasi yang telah dibuat, data tersebut menunjukkan nilai rata rata yang tidak jauh berbeda dengan perhitungan excel yang telah dilakukan sebelumnya, hal ini menunjukkan bahwa meodel simulasi linier dengan hasil perhitungan excel, dan dapat disimpulkan model simulasi adalah valid.

Gambar 11. Usulan Scenario simulasi

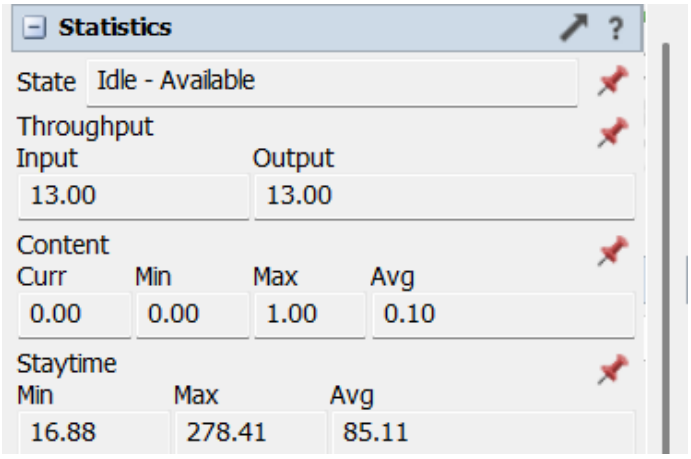
Model simulasi antrian Multi Channel Single Phase di Bento Kopi menunjukkan bahwa pelanggan dilayani oleh beberapa kasir secara paralel dalam satu tahap layanan, yang mempercepat proses pemesanan dan pembayaran. Setelah model dijalankan, hasil statistik dari skenario ini dibandingkan dengan model awal (Single Channel), dengan tujuan mengevaluasi efektivitas dan efisiensi masing-masing konfigurasi. Perbandingan ini dilakukan untuk menentukan model yang paling optimal dalam mengurangi waktu tunggu, meningkatkan throughput, serta mengurangi beban kerja pada satu titik layanan secara signifikan.



Gambar 12. Statistik model awal (satu kasir)



Gambar 13. Statistik model scenario usulan kasir 1 (2 kasir)



Gambar 14. Statistik model scenario usulan kasir 2 (2 kasir)

Hasil perbandingan ketiga model menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan pada nilai rata-rata waktu tinggal (average staytime) antara model awal dan model skenario usulan. Bahkan, pada model usulan dengan dua kasir, kasir kedua justru menunjukkan rata-rata waktu tinggal yang lebih tinggi dibandingkan model awal. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan kasir atau perubahan ke sistem Multi Channel Single Phase tidak memberikan peningkatan kinerja yang berarti. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model Single Channel Single Phase dengan satu kasir yang digunakan saat ini sudah optimal dan tetap menjadi pilihan terbaik untuk sistem antrian di Bento Kopi Purwokerto.

Hasil tugas besar ini menunjukkan bahwa sistem antrian Single Channel Single Phase di Bento Kopi Purwokerto sudah cukup optimal, dengan rata-rata waktu tunggu 56 detik dan utilisasi kasir sekitar 40%. Simulasi skenario alternatif dengan menambah kasir tidak menghasilkan peningkatan signifikan, bahkan salah satu channel menunjukkan waktu tinggal pelanggan lebih tinggi. Temuan ini menyiratkan bahwa penambahan kasir tidak selalu efektif jika beban pelanggan masih dalam kapasitas yang dapat ditangani oleh satu kasir. Oleh karena itu, upaya peningkatan efisiensi sebaiknya difokuskan pada perbaikan alur kerja, peningkatan kecepatan layanan melalui pelatihan staf, atau penggunaan teknologi seperti pemesanan digital, sehingga keputusan operasional dapat lebih tepat sasaran dan berbasis data.

KESIMPULAN

Berdasarkan temuan dalam tugas besar ini, disarankan agar manajemen Bento Kopi lebih memfokuskan pada peningkatan efisiensi pelayanan melalui pendekatan non-struktural, seperti pelatihan staf untuk meningkatkan kecepatan pelayanan, pengoptimalan layout ruang antrean, dan penerapan sistem pemesanan digital seperti self-ordering kiosk atau pemesanan melalui aplikasi.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar mempertimbangkan analisis variasi musiman, khususnya saat hari libur atau periode promosi, serta melakukan simulasi dalam jangka waktu lebih panjang dengan jumlah entitas lebih besar untuk memperoleh gambaran sistem yang lebih luas. Penelitian juga dapat diperluas ke cabang Bento Kopi lainnya untuk melakukan perbandingan dan generalisasi model antrian.

Selain itu, penggunaan software FlexSim dan Microsoft Excel terbukti sangat membantu dalam proses analisis. Oleh karena itu, penguasaan keduanya menjadi penting bagi praktisi atau peneliti yang ingin melakukan evaluasi sistem pelayanan. Untuk pengembangan selanjutnya, integrasi software analitik tambahan seperti SPSS atau Arena Simulation dapat dijajaki untuk memperluas cakupan dan kompleksitas analisis yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2010). Discrete-event system simulation (5th ed.). Pearson Education.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). Operations Management (13th ed.). Pearson.

Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Swets, N. B. (2015). Simulation with Arena (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Pradana, A., Hidayat, M., & Lestari, R. A. (2022). Evaluasi sistem antrian menggunakan simulasi pada restoran cepat saji. Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi, 10(2), 123–130.

Wicaksono, D., & Sari, N. (2021). Simulasi sistem antrian pada layanan rawat jalan rumah sakit menggunakan Arena. Jurnal Teknik Industri, 23(1), 55–62.