

Available online at: <http://inventory.poltekatiptdg.ac.id/>

INVENTORY

Industrial Vocational E-Journal on Agroindustry

| ISSN Online 2723-1895 |



Optimalisasi Proses Antrian di Gerai Es Krim KRM Dengan Pendekatan Simulasi ProModel

Ni Made Cyntia Utami^{}, Bryan Estavan Imanuel Sitanggang, I Gusti Agung Mas Putri Anggita, Windhi Pratiwiningsih, Ni Luh Dian Purnami*

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Kabupaten Badung, Bali, 80361, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: November 24, 2024

Revised: December 26, 2024

Accepted: December 30, 2024

KEYWORDS

Optimization, ProModel, Queuing, Simulation

CORRESPONDENCE*

Name: Ni Made Cyntia Utami

E-mail: Nmcyntiautami@unud.ac.id

ABSTRACT

KRM ice cream shop is a popular destination in Sanur, Bali. The intensity of customer visits on regular days is already quite crowded, even more so during the holiday season. Due to the location of Gerai KRM which is adjacent to the road sidewalk, it often causes congestion in the area. The long and less conducive queuing system is the main reason customers discourage coming. This research was conducted during peak hour, namely 11:00 to 13:00 which is lunch time. These data are then tested using the Stat::Fit feature to determine the type of data distribution. This type of data distribution will later be used to determine the length of the system process when tested in ProModel software, more precisely it will be included in the processing sequences section. The research results show that there is an entity of customers in waiting of 6.13% and blocked by 10.10% which is caused by a lack of capacity and service units in the system. Based on the problem, the proposed improvements given by the author are the addition of cashier units and also the queue capacity at the Ice Cream storefront service. The output of the proposed system simulation is a decrease in the percentage of blocked 1.32%. Then the percentage of full in the queue row which became 0% and the percentage of full in the ice cream storefront was reduced to 1.71%.

PENDAHULUAN

Perilaku konsumen pada era saat ini menunjukkan pola preferensi yang beragam dan dituntut adaptif. Hal ini menunjukkan bahwa eksistensi produk tidak hanya bergantung pada kualitas tetapi juga kemampuan untuk terus melakukan perbaikan berkelanjutan, mulai dari aspek operasional dan pelayanan [1]. Setiap industri jasa diharapkan mampu mengoperasikan sistemnya dengan meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses, terutama dalam hal waktu [2]. Salah satu poin krusial dalam aspek tersebut adalah pengelolaan antrian pelanggan. Antrian merupakan kumpulan pengguna (entitas) yang menunggu untuk menerima layanan dari satu atau lebih fasilitas pelayanan [3]. Antrian terjadi karena ketidakseimbangan antara yang dilayani dengan pelayanannya [4]. Kegiatan menunggu dalam antrian

kerap menjadi hal yang membosankan jika durasi menunggu terlalu panjang dan tidak terorganisir. Namun jika dikelola dengan baik, hal ini dapat menjadi titik balik dalam memberikan pengalaman positif kepada konsumen untuk melakukan kunjungan berulang.

Permasalahan ini terjadi pula pada Gerai *Ice Cream* KRM. Gerai *Ice Cream* KRM adalah es krim *homemade* dengan berbagai pilihan rasa autentik. Harga yang terjangkau dengan etalase yang ditampilkan di pinggir jalan, membuat es krim di Gerai KRM menjadi salah satu destinasi kuliner wajib bagi wisatawan ketika berkunjung ke wilayah Sanur, Denpasar. Sebanding dengan popularitas yang tinggi, letak etalase Gerai KRM sering mengganggu pengguna jalan karena proses antri dan pelayanan berlangsung berhimpitan dengan trotoar jalan. Sejalan dengan kondisi tersebut, metode simulasi menjadi solusi dengan memperhitungkan karakteristik

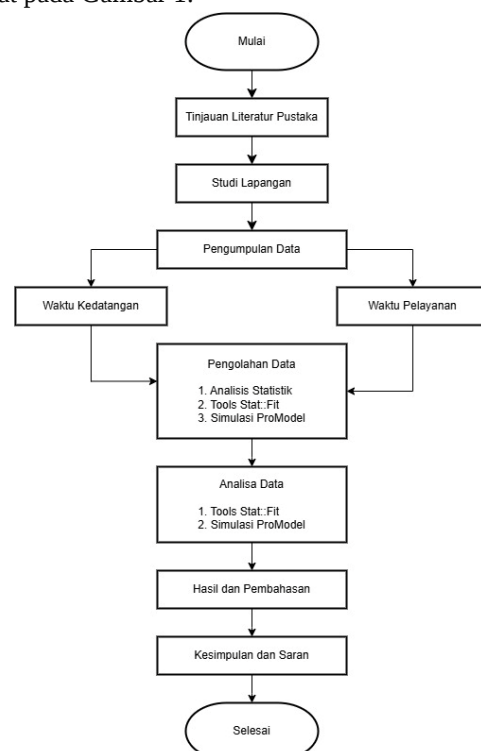
dari kegiatan sistem. Simulasi kerap digunakan sebagai metode untuk meningkatkan kualitas layanan, meningkatkan efisiensi energi, meningkatkan produktivitas, mengelola sumber daya manusia, hingga mengurangi risiko kegagalan untuk mencapai standar [5]. Begitupula bagi gerai *Ice Cream* KRM, penelitian ini terfokus pada sistem antrian. Menurut salah satu pengunjung, ini menjadi permasalahan karena waktu tunggu yang terlalu lama. Bahkan pada kunjungan sebelumnya, narasumber pernah meninggalkan tempat tanpa dilayani karena antrian yang terlalu lama. Hal ini menunjukkan perlu adanya analisis, simulasi, dan perbaikan pada sistem antrian yang terjadi untuk menemukan akar permasalahan.

Metode simulasi ini telah banyak digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan dengan *software* ProModel ataupun ARENA. Penelitian terdahulu yang pernah dilakukan oleh Ristati pada 2022 dengan judul Analisis Sistem Antrian Teller Menggunakan Simulasi ProModel 7,5 pada PT. Bank Syariah Mandiri [6]. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kualitas pelayanan dan meminimalisir waktu tunggu. Simulasi ini menggunakan model *single channel single phase* dengan sistem antrian *first in first out*. Hasil dari penelitian ini adalah usulan perbaikan penambahan loket dan disusun berdasarkan jenis transaksi. Adapun kekurangan dari penelitian ini adalah pendekatan analisis yang hanya terfokus pada variabel jumlah teller dan utilitasnya. Dikarenakan pendekatan analisis yang terbatas, penelitian ini tidak mempertimbangkan faktor eksternal seperti fluktuasi pelanggan ataupun variasi waktu pelayanan. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Hasanuddin pada 2023 dengan judul Analisis Sistem Antrian Pembelian Tiket di Pelabuhan Penyebrangan Gorontalo Menggunakan Aplikasi ProModel [7]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui waktu antri tiap konsumen dan mengetahui kinerja pelayanan pada stasiun kerja pembelian tiket. Model dalam penelitian ini adalah *single channel multi phase* dengan antrian *first come first service*. *Single channel multi-phase* adalah sistem antrian yang memiliki satu jalur antrian tetapi mencakup dua atau lebih proses pelayanan yang dilakukan secara berurutan [8]. *First Come First Service* (FCFS) adalah sebuah sistem antrian di mana pelanggan atau entitas yang pertama kali tiba akan dilayani terlebih dahulu. Sistem ini mengikuti urutan kedatangan, tanpa memprioritaskan jenis layanan atau waktu yang dibutuhkan untuk pelayanan. Adapun usulan perbaikan dalam penelitian ini adalah perlu untuk ditambahkan 2 loket pembelian tiket. Penelitian ini belum dilengkapi dengan visualisasi dan *running* dari usulan perbaikan sehingga tidak dapat dipastikan efektifitas dari usulan yang diajukan.

Sejalan dengan evaluasi dari tiap referensi dan permasalahan yang terjadi, penelitian ini memberikan bertujuan untuk memberikan gambaran dan identifikasi dari sistem pelayanan di Gerai *Ice Cream* KRM. Poin permasalahan dari sistem ini kemudian disimulasikan menggunakan *software* ProModel dengan menghasilkan usulan perbaikan. Usulan perbaikan yang ditawarkan juga akan divisualisasikan dan dianalisis *output* nya. Adapun batasan dari penelitian ini yaitu pemesanan pelanggan dengan *cup*, dengan alur mulai dari pelanggan menuju meja kasir, transaksi meja kasir, hingga waktu pelayanan pada etalase. Pelayanan sistem dari Gerai *Ice Cream* KRM ditinjau selama 2 jam dimulai dari pukul 11.00 WITA – 13.00 WITA. Rentang waktu ini dipilih karena teridentifikasi sebagai *peak hours* (waktu puncak). Hal ini terverifikasi berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu karyawan gerai. Menurutnya, pukul 11.00–13.00 bertepatan dengan makan siang. Ditambah lagi, letaknya yang dekat dengan pantai juga menjadi faktor pendukung, karena pada jam tersebut suhu lingkungan cenderung panas dan mendorong wisatawan untuk mencari produk menyegarkan seperti *ice cream*.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan teknik analisis data deskriptif. Metode ini diterapkan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi permasalahan [9]. Setelah melalui tahap tersebut, terbentuk rekomendasi usulan perbaikan yang telah disimulasikan. Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan pada Minggu, 3 November 2024 dengan rentang waktu selama 2 jam, mulai sejak pukul 11.00 WITA hingga 13.00 WITA. Penelitian dilakukan dengan observasi dan wawancara secara langsung di Gerai KRM yang bertempat di Jl. Danau Tamblingan No.228, Sanur, Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Bali. Gerai KRM terbagi atas dua area operasional kerja, yaitu bagian resto dan gerai *ice cream*. Dalam penelitian ini kami fokus pada bagian operasional *ice cream* dengan total data sejumlah 50 dari 57 data yang diperoleh. Sebanyak 7 data pelanggan yang memesan *ice cream* dengan *cone* tidak diperhitungkan karena memiliki sistem antrian yang berbeda.

Analisis Kepuasan Pelanggan

Berdasarkan hasil wawancara dan literatur *review* pada *google review* dihasilkan bahwa kualitas *ice cream* yang ditawarkan kepada pelanggan sangat memuaskan, tetapi antrian order pesanan terlalu panjang. Kualitas rasa yang sepadan dengan panjangnya antrian menyebabkan Gerai *Ice Cream* KRM tidak pernah sepi pengunjung. Terdapat 150 komentar yang membahas tentang panjang atau lamanya antrian pada Gerai KRM.

Pengukuran Data Waktu

Pengukuran data meliputi waktu kedatangan pelanggan, waktu antri di kasir, pelayanan di kasir, waktu antri pelayanan dan durasi pelayanan dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*. Hasil pengukuran data waktu kedatangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Waktu Kedatangan

No	Waktu Kedatangan	Waktu Antrian di Kasir (sec)	Waktu Pelayanan di Kasir (sec)	Waktu Antri Pelayanan Orderan (sec)	Waktu Pelayanan Orderan (sec)	No	Waktu Kedatangan	Waktu Antrian di Kasir (sec)	Waktu Pelayanan di Kasir (sec)	Waktu Antri Pelayanan Orderan (sec)	Waktu Pelayanan Orderan (sec)
1	11:16:08	77	103	18	36	26	12:11:25	155	99	514	93
2	11:17:48	99	63	29	161	27	12:11:49	12	111	513	95
3	11:18:22	141	78	120	143	28	12:11:58	14	116	351	165
4	11:20:17	59	46	119	143	29	12:16:03	54	70	373	110
5	11:22:09	32	24	122	266	30	12:16:03	9	10	356	138
6	11:23:03	138	52	218	327	31	12:18:22	3	26	458	177
7	11:30:36	0	21	95	249	32	12:20:13	25	25	467	86
8	11:35:57	9	36	359	329	33	12:20:47	56	10	292	30
9	11:37:23	51	23	251	97	34	12:21:21	21	23	148	131
10	11:39:19	40	40	332	66	35	12:33:44	60	23	82	88
11	11:40:40	11	24	267	178	36	12:34:43	190	70	11	147
12	11:41:01	11	35	455	356	37	12:36:56	122	69	119	90
13	11:47:08	13	34	418	284	38	12:37:06	185	27	161	129
14	11:47:45	0	27	295	113	39	12:39:07	190	11	197	202
15	11:51:27	50	34	215	145	40	12:40:33	145	24	282	105
16	11:56:21	20	19	0	98	41	12:40:44	86	15	300	103
17	11:56:47	5	48	102	85	42	12:40:45	58	22	243	79
18	12:01:31	21	41	75	160	43	12:41:11	42	93	246	118
19	12:01:36	95	64	139	302	44	12:41:23	68	41	201	74
20	12:02:36	5	32	250	210	45	12:43:00	47	88	308	257
21	12:02:57	121	80	200	28	46	12:43:07	94	15	312	124
22	12:03:14	122	46	308	101	47	12:46:16	103	10	260	81
23	12:05:49	17	43	426	183	48	12:46:59	69	56	231	98
24	12:08:01	165	24	146	73	49	12:48:21	113	94	159	238
25	12:10:26	118	20	302	128	50	12:49:06	80	62	136	356

Pendefinisian Distribusi

Untuk dapat mengolah data dalam *software* ProModel, perlu mengetahui jenis distribusi data hasil observasi yang diperoleh dengan menggunakan *tools* Stat::Fit. Berikut Tabel 2 merupakan hasil olah data.

Tabel 2. Data Waktu Proses

No	Nama Proses	Lokasi	Waktu Proses
1	Waktu tunggu pelanggan di kasir	Row Antrian 1	Exponential (68,4,68.4) sec
2	Waktu pesan dan bayar di kasir	Meja Kasir	Lognormal (51,48.1) sec

No	Nama Proses	Lokasi	Waktu Proses
3	Waktu antri mengambil pesanan	Row Antrian 2	Uniform (257,148) sec
4	Waktu proses pelayanan pesanan	Etalase Ice Cream	Lognormal (170,155) sec

Pengukuran Data Move Time

Waktu perpindahan entitas antara satu lokasi ke lokasi lainnya juga diperhitungkan dalam simulasi dengan hasil pada Tabel 3 sebagai berikut.

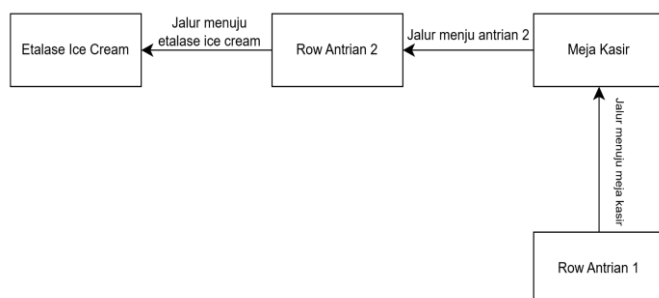
Tabel 3. Data Waktu *Move Time*

No	Lokasi 1	Lokasi 2	Move Time (sec)
1	Row Antrian 1	Meja Kasir	1
2	Meja Kasir	Row Antrian 2	3
3	Row Antrian 2	Etalase Ice Cream	0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Konseptual

Secara keseluruhan, sistem pelayanan pada Gerai *Ice Cream* KRM bersifat fleksibel dengan tata letak berbentuk L. Pelanggan yang hendak membeli *ice cream* di gerai ini masuk melalui jalan trotoar yang langsung mengarah pada antrian kasir tanpa ada pintu masuk. Apabila situasi gerai sepi, pelanggan dapat langsung dilayani pada meja kasir. Hanya terdapat 1 unit kasir pada gerai ini. Setelah selesai menyampaikan dan membayar pesanan, pelanggan akan diberikan nota dan segera menuju antrian etalase *ice cream* (Row Antrian 2). Dikarenakan lokasi gerai tepat dipinggir jalan, ruang antrian menuju etalase *ice cream* (Row Antrian 2) dengan trotoar berhimpitan. Nama pelanggan akan dipanggil oleh pelayan gerai sesuai dengan nama yang tertera pada nota. Pelanggan menuju etalase dan memilih rasa *ice cream* sesuai dengan jenis ukuran yang dipesan pada nota. Gerai ini juga memperbolehkan pelanggan untuk mencoba rasa *ice cream* yang diinginkan terlebih dahulu. Setelah mendapatkan *ice cream* yang dipesan, pelanggan dapat langsung pergi meninggalkan gerai tanpa ada pintu keluar.

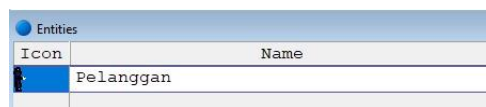


Gambar 2. Model Konseptual

Pendefinisian Komponen Sistem

1. Entity

Entity merupakan sesuatu yang akan menjadi fokus utama untuk diproses dalam sebuah model sistem [10]. Adapun entitas pada penelitian proses pemesanan *ice cream* Gerai KRM adalah pelanggan yang memesan *ice cream cup*.



Gambar 3. Entitas Sistem Pelayanan *Ice Cream* KRM

2. Location

Location merujuk pada tempat atau tata letak (*layout*) dari sebuah model sistem. Lokasi ini bersifat statis, sehingga tidak mengalami perubahan atau pergerakan selama simulasi berlangsung [11].

Gambar 4. *Location* Sistem Pelayanan *Ice Cream* KRM

Berdasarkan hasil observasi lokasi Gerai *Ice Cream* KRM terdapat beberapa station yang menjadi bagian dalam sistem pelayanan. Setiap station memiliki aturan aturan yang beragam, dalam gerai *ice cream* KRM secara keseluruhan menerapkan aturan Oldest, FIFO, dan Random. Aturan Oldest merupakan tetapan yang mengutamakan pelanggan terlama menunggu untuk dilayani. Aturan *First-In, First-Out* (FIFO) merupakan aturan yang menyatakan bahwa pelanggan yang pertama datang adalah pelanggan yang akan pertama keluar dari sistem. Sedangkan random merupakan aturan kerja sistem yang melayani pelanggan tanpa urutan. Berikut merupakan jenis-jenis *location* pada gerai *ice cream* KRM.

- Ruang antrian menuju meja kasir (Row_Antrian_1); berkapasitas 10 pelanggan; beraturan Oldest, FIFO.
- Jalan menuju meja kasir (Menuju_Meja_kasir); berkapasitas 1; beraturan Oldest, FIFO.
- Meja Kasir (Meja_Kasir); berkapasitas 1 pelanggan; beraturan Oldest, FIFO.
- Jalan menuju ruang antrian etalase ice cream (Menuju_Row_Antrian_2); berkapasitas 8 pelanggan; beraturan Oldest, FIFO
- Ruang antrian menuju etalase *ice cream* (Row_Antrian_2); berkapasitas 1 pelanggan; beraturan Oldest, FIFO.
- Jalan menuju etalase *ice cream* (Menuju_Etalase_Ice_Cream); berkapasitas 5 pelanggan; beraturan Random, FIFO.

- g. Etalase *ice cream* (Etalase_Ice_Cream); berkapasitas 5 pelanggan; beraturan random.

3. Processing Sequences

Setelah mendapatkan hasil jenis distribusi data, masukkan ke dalam *processing sequences* sesuai dengan jenis lokasi [12].

Entity...	Location...	Operation...
Pelanggan	Row_Antrian_1	wait e(68.4,68.4) sec
Pelanggan	Menuju_Meja_Kasir	
Pelanggan	Meja_Kasir	wait l(51,48.1) sec
Pelanggan	Menuju_Row_Antrian_2	
Pelanggan	Row_Antrian_2	wait u(257,148) sec
Pelanggan	Menuju_Etalase_Ice_Cream	
Pelanggan	Etalase_Ice_Cream	wait l(170,155) sec

Gambar 5. Pemrosesan Sistem Pelayanan *Ice Cream* KRM

Processing menggambarkan apa yang dialami oleh suatu entitas mulai dari saat entitas masuk sistem sampai keluar dari sistem[13]. *Processing sequences* menunjukkan bahwa entitas pelanggan pada lokasi tertera akan mengalami proses antri sebelum menuju lokasi selanjutnya selama $\pm$ besar rata-rata distribusi data yang telah diuji Stat::Fit. Seperti pada lokasi Row Antrian 1, entitas pelanggan akan mengalami proses menunggu antrian selama $\pm$ besar rata-rata yaitu 68,4 sec dengan standar deviasi sebesar 68,4 sec.

4. Arrivals

Arrivals atau kedatangan didefinisikan sebagai masuknya setiap entitas ke dalam proses simulasi [10]. Dalam proses kali ini terdapat 1 jenis entitas yaitu pelanggan yang datang berbelanja di gerai *Ice Cream* KRM.

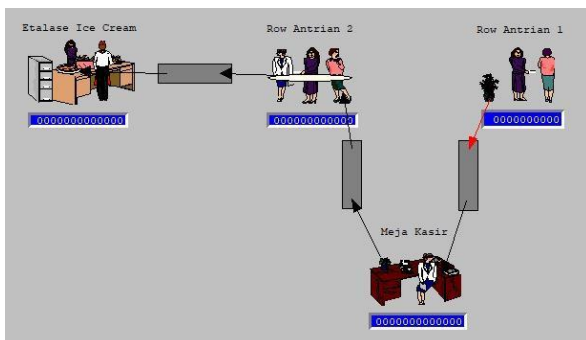
Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency	Is
Pelanggan	Row_Antrian_1	1	0	INF	1	

Gambar 6. Kedatangan Sistem Pelayanan *Ice Cream* KRM

Simulasi Sistem ProModel

1. Bentuk Model

Pada Gambar 7 adalah Bentuk Model Sistem Pelayanan *Ice Cream* KRM dengan aplikasi ProModel 2016 *Student Version*.



Gambar 7. Bentuk Model Sistem Pelayanan *Ice Cream* KRM

2. Verifikasi Model

Pada Gambar 8 dapat dilihat dalam 1 hari dengan batasan waktu 120 menit, rata-rata terdapat 63,40 pelanggan yang keluar dari sistem. Dan rata-rata pelanggan yang berada didalam sistem 668,04 detik. Dimana kondisi ini dapat dikatakan sudah mewakili keadaan nyata pada Gerai *Ice Cream* KRM yang sangat mendekati *Average Time* pada hasil sistem nyata yaitu 504,88 detik.

Replication	Name	Total Exits	Average Time In System (Sec)	Average Time In Operation (Sec)
Avg	Pelanggan	63,40	668,04	549,63

Gambar 8. Verifikasi Hasil Output Simulasi Sistem Pelayanan *Ice Cream* KRM

3. Validasi Model

Berikut merupakan Tabel 4 data entitas (*total exits* pelanggan) dari hasil replikasi sebanyak 10 kali oleh *Software ProModel*.

Tabel 4. Data Entitas Hasil Simulasi

Replikasi	Output Simulasi
1	64
2	64
3	66
4	66
5	65
6	61
7	61
8	61
9	64
10	62
Rata-rata	63,4
Standar Deviasi	2,0

Kemudian dari data tersebut akan dilakukan perhitungan level signifikansi (β) sebagai berikut dengan s merupakan standar deviasi dan nilai t didapatkan dari tabel t .

$$\beta = \left(\frac{t \frac{\alpha}{2} \times s}{\sqrt{n}} \right)$$

$$\beta = \frac{2,00856 \times 2}{\sqrt{10}}$$

$$\beta = 1,27$$

Didapatkan hasil level signifikansi senilai 1,27 dengan perhitungan jumlah replikasi sebagai berikut.

$$n' = \left(\frac{Z \frac{\alpha}{2} \times s}{\beta} \right)^2$$

$$n' = \left(\frac{1,96 \times 2}{1,27} \right)^2$$

$$n' = 9,527$$

Maka, jumlah minimal replikasi yang harus dilakukan saat simulasi adalah 10 kali dengan hasil *average time* sebagai berikut.

Tabel 5. Data *Average Time* Hasil Simulasi

Replikasi	<i>Average Time in System (sec)</i>
1	565
2	584
3	596
4	621
5	622
6	656

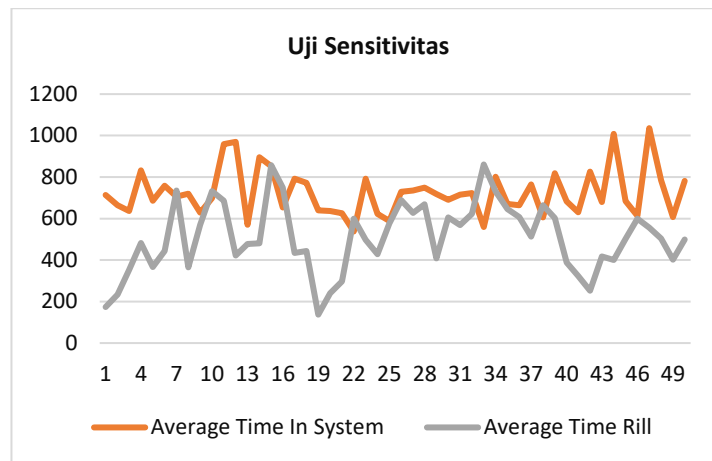
Replikasi	<i>Average Time in System (sec)</i>
7	702
8	709
9	807
10	819
Rata-rata	668
Standar Deviasi	89,6

a. Uji Sensitivitas

Untuk mengetahui data yang dihasilkan pada hasil simulasi dapat merepresentasikan data riil, maka dibandingkan 50 data *average time in system riil* dengan 50 data *average time in system simulation*. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 6 diketahui rata rata 50 data waktu riil sebesar 504,88 dan rata rata 50 data waktu dalam simulasi sebesar 649,68. Jika menilik hasil analisis grafik di atas terdapat 5 titik antara 2 jenis data yang mendekati, yaitu data nomor 22, 29, 31, 49, 50. Data ini yang kemudian akan menjadi dasar perhitungan MSE.

Tabel 6. Perbandingan Data Riil dan Hasil Simulasi

No	Data Riil	Data Simulasi	Selisih	No	Data Riil	Data Simulasi	Selisih
1	234	622	388	26	861	604	257
2	352	709	357	27	731	700	31
3	482	565	83	28	646	617	29
4	367	807	440	29	607	597	10
5	444	621	177	30	513	577	64
6	735	702	33	31	664	639	25
7	365	596	231	32	603	686	83
8	733	656	77	33	388	574	186
9	422	584	162	34	323	577	254
10	478	819	341	35	253	618	365
11	480	576	96	36	418	714	296
12	857	591	266	37	400	643	243
13	749	685	64	38	502	655	153
14	435	602	167	39	600	559	41
15	444	610	166	40	556	593	37
16	137	568	431	41	504	662	158
17	240	689	449	42	402	720	318
18	297	563	266	43	499	657	158
19	600	652	52	44	384	779	395
20	497	704	207	45	700	581	119
21	429	685	256	46	545	737	192
22	577	587	10	47	454	595	141
23	669	704	35	48	454	881	427
24	408	673	265	49	604	618	14
25	568	710	142	50	634	621	13



Gambar 9. Perbandingan Data Waktu Riil dan Data Waktu Hasil Simulasi

b. Mean Squared Error (MSE)

Mean Square Error (MSE) adalah salah satu metrik yang digunakan untuk mengukur rata-rata kuadrat dari selisih antara nilai sebenarnya dan nilai prediksi yang dihasilkan model. Dari data Tabel 7 di bawah didapatkan nilai MSE (detik) sebesar 238 dan MSE (menit) sebesar 4.

Tabel 7. Data Mean Squared Error

Data ke-	Waktu		Squared Error
	Riil	Simulasi	
22	577	587	-10
29	607	597	10
31	664	639	25
49	604	618	-14
50	634	621	13
MSE (Detik)			238
MSE (Menit)			4.0

c. Uji Normalitas

Prasyarat untuk pelaksanaan uji statistik ini adalah asumsi set data replikasi yang terdistribusi secara normal. Kondisi independensi ini dipenuhi oleh karakteristik replikasi dari model, dimana setiap replikasi menggunakan aliran acak yang berbeda, sehingga menjamin independensi antar data. Selanjutnya, untuk memastikan apakah data yang dimaksud berdistribusi normal, perlu dilakukan pengujian. Uji normalitas berguna untuk menentukan data yang telah dikumpulkan berdistribusi normal atau diambil dari populasi normal [14]. Uji normalitas ini dilakukan dengan metode *Lilliefors*.

H₀: Data berdistribusi normal

H₁: Data tidak berdistribusi normal

Tabel 7. Data Uji Normalitas

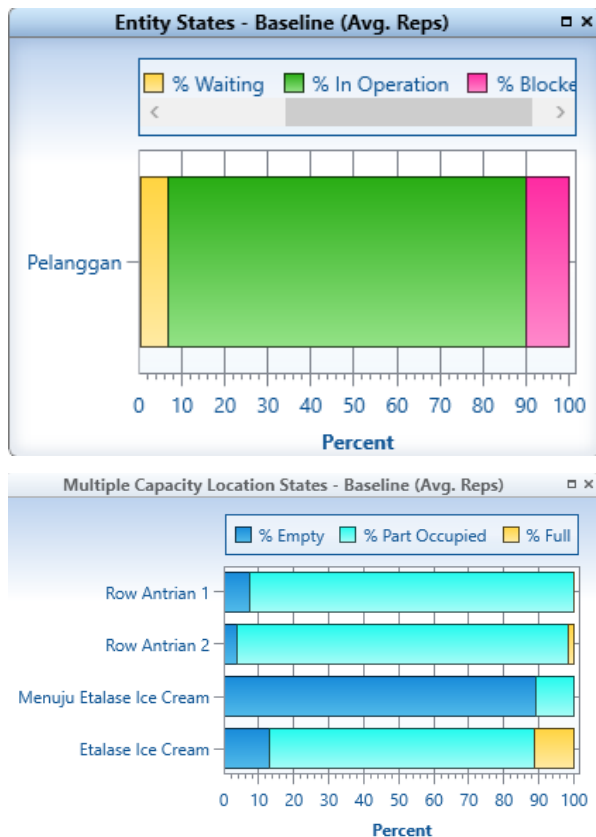
No	x	z	F(x)	S(x)	[F(x) - S(x)]
1	565,08	-1,15	0,1251	0,1	0,0251
2	584,09	-0,94	0,1736	0,2	0,0264
3	595,91	-0,81	0,2090	0,3	0,091
4	620,54	-0,53	0,2981	0,4	0,1019
5	622,15	-0,51	0,3050	0,5	0,195
6	656,09	-0,13	0,4483	0,6	0,1517
7	702,14	0,38	0,6480	0,7	0,052
8	708,66	0,45	0,6736	0,8	0,1264
9	806,97	1,55	0,9394	0,9	0,0394
10	818,83	1,68	0,9535	1	0,0465
Rata-rata	668,046				
Standar Deviasi	565,08	-1,15	0,1251	0,1	0,0251

Berdasarkan perhitungan tersebut, didapatkan nilai mutlak selisih terbesar yaitu 0,1517 yang akan menjadi L_{hitung} . Dari tabel *lilliefors*, untuk $\alpha = 0,05$ dan $n = 10$, didapatkan nilai $L = 0,285$, sehingga $L_{hitung} > L_{tabel}$. Oleh karena itu, H_0 tidak ditolak yang berarti data replikasi berdistribusi normal. Setelah ini data dapat dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui letak permasalahan pada sistem antrian gerai *ice cream* KRM.

4. Analisis Output Simulasi

Hasil *output* menunjukkan bahwa pada sistem terdapat entitas pelanggan *in waiting* (menunggu pelayanan) sebesar 6,13% dan *blocked* (menunggu tersedianya kapasitas di lokasi berikutnya) sebesar 10,10%. Kedua permasalahan tersebut dapat disebabkan oleh kurangnya kapasitas dan unit pelayanan yang ada pada sistem. Selain itu, melihat lebih rinci, pada lokasi Row Antrian 2 terdapat persentase *full* (kapasitas penuh) sebesar 1,72% dan pada lokasi Etalase *Ice Cream* sebesar 11,22%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kapasitas pada etalase *ice cream* serta antriannya perlu ditambahkan untuk mengurangi persentase *blocked*. Hasil pengamatan ini dilakukan pada hari biasa yang

sudah menghasilkan persentase *blocked* yang cukup tinggi, terlebih di musim liburan yang mengundang lebih banyak pelanggan untuk datang. Oleh karena itu, perbaikan akan sistem perlu dilakukan untuk mengurangi persentase *blocked* tersebut.



Gambar 10. Output Dari Simulasi Pada Sistem Pelayanan *Ice Cream* KRM

5. Usulan Perbaikan

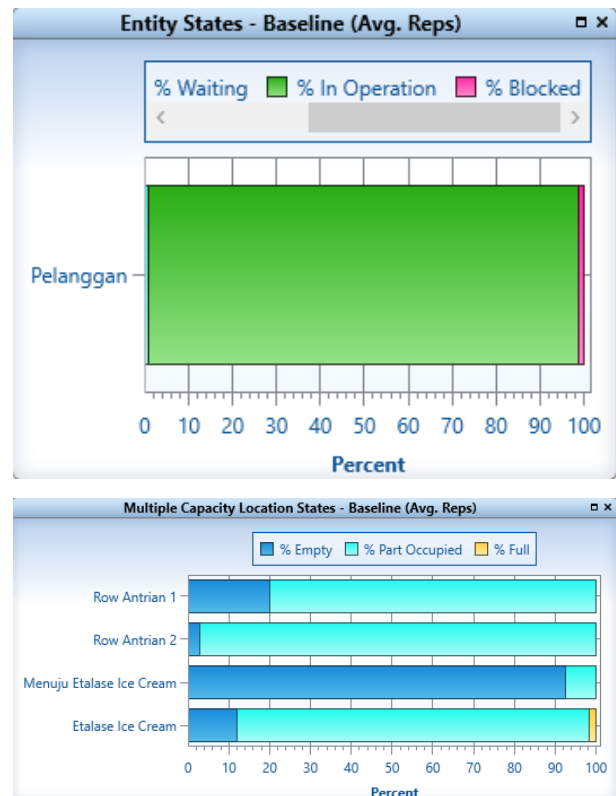
Untuk usulan perbaikan pada sistem Gerai *Ice Cream* KRM, akan difokuskan pada sistem antrian yang memiliki *waiting line* pada kasir dan juga pelayanan etalase *Ice Cream*.

Icon	Name	Cap.	Units	Dfs...	Stats	Rules...
	Row_Antrian_1	10	1	None	Time Series Oldest, FIFO	
	Menuju_Meja_Kasir	2	1	None	Time Series Oldest, FIFO	
	Meja_Kasir	1	2	None	Time Series Oldest, FIFO, First	
	Meja_Kasir.1	1	1	None	Time Series Oldest, FIFO	
	Meja_Kasir.2	1	1	None	Time Series Oldest, FIFO	
	Menuju_Row_Antrian_2	15	1	None	Time Series Oldest, FIFO	
	Row_Antrian_2	15	1	None	Time Series Oldest, FIFO	
	Menuju_Etalase_Ice_Cream	7	1	None	Time Series Rand, FIFO	
	Etalase_Ice_Cream	7	1	None	Time Series Rand	

Gambar 11. Usulan Perbaikan Sistem Pelayanan *Ice Cream* KRM

Usulan perbaikan yang diberikan yaitu berupa penambahan unit kasir dan juga kapasitas antrian pada pelayanan etalase *ice cream*. Hal tersebut diputuskan berdasarkan asumsi oleh pengamat karena dengan penambahan unit kasir, dua entitas akan dapat diproses secara bersamaan di kasir sehingga meminimalisir terjadinya antrian. Begitu juga dengan penambahan kapasitas pada antrian pelayanan etalase *ice cream*

sebanyak 7 entitas sehingga menjadi 15, dan penambahan kapasitas pada etalase *ice cream* sebanyak 2 entitas sehingga menjadi 7. Hasil perbaikan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 12. Output Hasil Usulan Perbaikan Sistem Pelayanan *Ice Cream* KRM

Berdasarkan *output* hasil simulasi sistem yang sudah dilakukan dari usulan perbaikan di atas, terlihat bahwa telah terjadi penurunan persentase *blocked* dari 10,10% menjadi 1,32%. Kemudian persentase *full* di row antrian yang sebelumnya sebesar 1,72% berkurang sepenuhnya menjadi 0% dan persentase *full* di etalase *ice cream* berkurang dari 11,22% menjadi 1,71%. Hasil *output* tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan yang efektif akibat penambahan kapasitas dan juga unit kasir. Namun, penambahan kapasitas pada etalase *ice cream* menyebabkan perubahan *layout* yang harus dilakukan oleh pihak gerai. Etalase *ice cream* yang terletak di pinggir trotoar jalan harus digeser lebih dalam ke area gerai agar terdapat ruang yang cukup bagi pelanggan. Begitu juga dengan penambahan unit kasir yang menyebabkan perubahan *layout* dan membutuhkan lebih banyak sumber daya manusia.

KESIMPULAN

Setelah melakukan validasi hasil pada penelitian ini, diperoleh bahwa model simulasi penelitian yang dilakukan ini adalah sistem valid pada proses operasionalnya di Gerai *Ice Cream* KRM. Pada saat

sistem dijalankan/*running simulation* terdapat *blocked* pada *Entity States* dikarenakan jumlah kasir yang sedikit menyebabkan entitas terblokir sehingga munculah *bottleneck*/ tidak ada jalur proses pada sistem pelayanan. Selain itu juga terdapat *full* pada *Capacity Location States* khususnya di lokasi Row Antrian 2 dan *Etalase Ice Cream*. Ini menjadi penyebab terjadinya *bottleneck*. Oleh karena itu, pengamat mengajukan beberapa usulan dan saran perbaikan untuk mengurangi *blocked* pada *entity states* dan *full* pada *capacity location states* di dalam sistem. Usulan perbaikan yang diberikan pengamat yaitu penambahan unit kasir dan kapasitas pada antrian pelayanan etalase *ice cream* sebanyak 7 entitas sehingga menjadi 15, dan penambahan kapasitas pada etalase *ice cream* sebanyak 2 entitas sehingga menjadi 7. Dengan penambahan kapasitas akan dapat mengurangi *blocked* dan *full* dalam sistem. Dengan demikian, model sistem pada Gerai *Ice Cream* KRM dapat disimpulkan bekerja dengan lebih optimal. Akan tetapi, solusi ini belum tentu dapat bekerja optimal pada studi kasus gerai lainnya sehingga diperlukan penyesuaian antara sistem antrian dan permasalahan yang terjadi. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan metode yang lebih beragam agar dapat membandingkan dan mengimplementasikan hasil perbaikan secara aktual.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Hermawan, 'Literature Review Perilaku Konsumen: Loyalitas Pelanggan, Pembelian Ulang dan Minat Beli', *Jurnal Greenation Ilmu Akuntansi*, vol. 1, no. 1, 2023, doi: 10.38035/jgia.v1i1.
- [2] H. Nurjaya Al-Kholis, E. Nursanti, and T. Priyasmanu, 'Analisis Sistem Antrian Pada Proses Pelayanan Konsumen di Rumah Makan' *J. Teknologi dan Manajemen Industri*, vol 4, no 1, pp. 14-19, 2018, doi: <https://doi.org/10.36040/jtmi.v4i1.202>.
- [3] R. Ari Saputra and A. Wantoro, 'Implementasi Metode Jackson Network Queue Pada Pemodelan Sistem Antrian Booking Pelayanan Car Wash (Studi Kasus: Autosshine Car Wash Lampung)', *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTISI)*, vol. 1, no. 2, pp. 80–86, 2020.
- [4] I. A. Hasugian, Fernando, and Supriadi, 'Simulation of Queuing System for Customer Service Improvement: A Case Study', in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, May 2020. doi: 10.1088/1757-899X/851/1/012030.
- [5] D. Mourtzis, 'Simulation in the design and operation of manufacturing systems: state of the art and new trends', *Int J Prod Res*, vol. 58, no. 7, pp. 1927–1949, Apr. 2020, doi: 10.1080/00207543.2019.1636321.
- [6] L. I. Ristanti, 'Analisis Sistem Antrian Teller Menggunakan Simulasi ProModel 7,5', vol. 3, Mar. 2022.
- [7] Hasanuddin, E. Wolok, J. D. Giu, and N. Sugianti, 'Analisis Sistem Antrian Pembelian Tiket Di Pelabuhan Penyeberangan Gorontalo Menggunakan Aplikasi ProModel', Jan. 2023.
- [8] Y. Gusla Nengsih, 'Optimalisasi Antrian Menggunakan Metode Single Channel Single Phase (Studi Kasus DR. Reksodiwiro Padang)', *Jurnal Ilmiah Perekam dan Informasi Kesehatan Imelda*, vol 5, no 1, pp. 30-39, 2020, doi: <https://doi.org/10.52943/jipiki.v5i1.356>
- [9] M. Waruwu, 'Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method)', *J. Pendidikan Tambusai*, vol 7, no 1, 2023, doi: <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i1.6187>
- [10] T. Nur, Y. Herdianzah, M. Ashar, and H. Nurdin, 'Scientica Perancangan Model Simulasi Diskrit Pada Sistem Antrian Perbaikan Kapal Di Pt. Industri Kapal Indonesia (Persero) Makassar Dengan Menggunakan Aplikasi ProModel', *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, vol 3, no, 1, pp. 943–948, 2024.
- [11] J. Eka, S. Casym, and D. N. Oktiara, *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) Simulasi Sistem Antrean Kendaraan Roda Dua di Loket Masuk Pelabuhan Tanjung Priok dengan Aplikasi ProModel*. 2020.
- [12] N. M. C. Utami, B. E. I. Sitanggang, I. W. A. Widhiatmika, N. N. T. Wahyuni, and N. K. I. Aryani, 'Simulasi Sistem Pelayanan Pemesanan Gerai Kopi XYZ Cabang Sidewalk - Jimbaran', *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem dan Industri*, vol. 5, no. 01, pp. 36–51, May 2024, doi: 10.35261/gijtsi.v5i01.11321.
- [13] R. P. Edi and I. Purnama, 'Analisis Antrian Pada Loket Mrt Di Stasiun Senayan Dengan Menggunakan Simulasi ProModel', *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, vol. 1, pp. 36–39, Sep. 2020.
- [14] D. Fahmeyzan, S. Soraya, and D. Etmy, 'Uji Normalitas Data Omzet Bulanan Pelaku Ekonomi Mikro Desa Senggigi Dengan Menggunakan Skewness dan Kurtosis', *Jurnal Varian*, vol. 2, no. 1, pp. 31–6, Oct. 2018.