

Usulan Model Sistem Antrian Pengisian Bahan Bakar di Salah Satu SPBU di Kota Cilegon Menggunakan Simulasi Diskrit

Muhammad Nabhansyah¹, Rahmat Hidayat², Ridho Happy Risvanto³, Rifan Nur Maulana⁴, Mohamad Jihan Shofa⁵

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya
Jl. Raya Cilegon Drangong Serang, Kota Serang, Banten 42162

*Penulis Korespondensi: rahmanhdyt74@gmail.com

Abstract

This study analyzes the queuing system for motorcycle fuel filling at a gas station in Cilegon city using discrete simulation. The gas station often faces long queues that cause inconvenience and decrease operational efficiency. The research method includes collecting primary data through direct observation to obtain information on the number of vehicle arrivals, service time, and the number of operating booths. Secondary data is obtained from the literature related to queuing systems. After the data is collected, distribution analysis is conducted to understand the arrival and service patterns. A simulation model is created and tested using Arena Software. Model verification and validation ensure the accuracy of the simulation results. The research findings show that in the initial model, 54 vehicles were served in 50 minutes with an average waiting time of 45.9506 seconds. The first improvement scenario added one operator to each server, while the second scenario added a new server with two operators. The second scenario provided the best results with 106 vehicles served in 50 minutes and the waiting time reduced to 31.6773 seconds, showing a significant increase in system efficiency. The percentage increase in the number of vehicles served is approximately 96.30%, while the waiting time decreased by 31.06%. The implementation of the second scenario is expected to reduce queues and improve customer satisfaction and operational efficiency at the gas station.

Keywords: *Arena, Gas Station, Queue, Simulation*

Abstrak

Penelitian ini menganalisis sistem antrian pengisian bahan bakar sepeda motor di salah satu SPBU di kota Cilegon menggunakan simulasi diskrit. SPBU sering menghadapi masalah antrian panjang yang menyebabkan ketidaknyamanan dan menurunkan efisiensi operasi. Metode penelitian meliputi pengumpulan data primer melalui observasi langsung untuk mendapatkan informasi jumlah kedatangan kendaraan, waktu pelayanan, dan jumlah loket beroperasi. Data sekunder diperoleh dari studi literatur terkait sistem antrian. Setelah data terkumpul, analisis distribusi dilakukan untuk memahami pola kedatangan dan pelayanan. Model simulasi dibuat dan diuji menggunakan Software Arena. Verifikasi dan validasi model memastikan akurasi hasil simulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada model awal, 54 kendaraan dilayani dalam 50 menit dengan waktu tunggu rata-rata 45,9506 detik. Skenario perbaikan pertama menambahkan satu operator pada setiap server, sementara skenario kedua menambahkan satu server baru dengan dua operator. Skenario kedua memberikan hasil terbaik dengan 106 kendaraan dilayani dalam 50 menit dan waktu tunggu berkurang menjadi 31,6773 detik, menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi sistem. Persentase peningkatan jumlah kendaraan yang dilayani adalah sekitar 96,30%, sementara waktu tunggu berkurang sebesar 31,06%. Implementasi skenario kedua diharapkan dapat mengurangi antrian dan meningkatkan kepuasan pelanggan serta efisiensi operasional di SPBU tersebut

Kata Kunci: Arena, Antrian, SPBU, Simulasi

Pendahuluan

Antrian adalah situasi di mana orang harus menunggu untuk menerima pelayanan dari fasilitas yang memiliki kapasitas terbatas (Manalu & Palandeng, 2019). Antrian sering menjadi masalah dalam kehidupan nyata ketika jumlah penyedia layanan (*provider*) tidak seimbang dengan jumlah pengguna layanan (*customer*), sehingga kebutuhan pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia. Dengan kata lain, antrean kerap terjadi dalam kehidupan sehari-hari sebagai upaya untuk mendapatkan layanan (Ary, 2019). Antrian yang terjadi dapat diminimalisir dengan menambah jumlah server atau pelayan (Anisah, Sugito, & Suparti, 2015; Levana Puspanegara, Lomi, & Hutabarat, 2020). Antrian dapat terjadi di berbagai tempat, terutama pada fasilitas umum yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat, seperti di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU).

Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) adalah fasilitas penting bagi masyarakat yang membutuhkan bahan bakar untuk kendaraan mereka. Di SPBU, antrian kendaraan seringkali tidak terhindarkan, terutama pada jam-jam sibuk atau ketika pasokan bahan bakar sedang terbatas. Antrian yang panjang dapat menyebabkan ketidaknyamanan bagi pelanggan, menurunkan efisiensi operasi SPBU, dan bahkan berdampak pada lalu lintas di sekitar lokasi SPBU. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis sistem antrian di SPBU untuk memahami pola antrian dan mencari solusi yang dapat meningkatkan kinerja operasional.

Salah satu pendekatan yang efektif dalam analisis sistem antrian adalah dengan menggunakan simulasi komputer. Simulasi adalah metode untuk mereplikasi atau menggambarkan sifat, tampilan, dan karakteristik dari suatu sistem nyata. Simulasi umumnya dimulai dari pemahaman bahwa simulasi dapat membantu menyelesaikan masalah terkait sistem baru atau melakukan perubahan pada sistem yang sudah ada (Wijaya, Astuti, & Prasetyo, 2016).

Simulasi adalah proses meniru suatu sistem nyata serta kondisi sekitarnya (Dewanto & Santosa, 2020). Simulasi memungkinkan kita untuk membuat model dari sistem yang sebenarnya dan melakukan berbagai eksperimen tanpa harus mengganggu operasi sehari-hari SPBU.

Perangkat lunak simulasi Arena adalah salah satu alat yang populer dan efektif dalam melakukan analisis ini. Arena adalah perangkat lunak simulasi dan otomatisasi yang dikembangkan oleh *System Modelling*. (Prihati, 2012). Perangkat lunak Arena digunakan untuk membuat model analitik yang menggambarkan metode atau logika tertentu (Mahessya, 2017). Arena sering digunakan untuk menyelesaikan masalah simulasi sistem diskrit dan memiliki keunggulan dalam kemampuan pengolahan data statistik, meskipun tidak sepenuhnya lengkap (Hizkia Wardana, 2023).

Simulasi diskrit atau *discrete event simulation* (DES) dikembangkan untuk menemukan alternatif solusi (Liperda et al., 2021). Simulasi sistem diskrit biasanya diterapkan untuk mengamati dan meramalkan perilaku suatu sistem guna membantu dalam pengambilan keputusan atau penentuan kebijakan investasi (Susetyo et al., 2019). Simulasi diskrit dipilih karena kemampuannya untuk menangkap perubahan variabel dan telah banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah antrian (Rachmawati & Dianisa, 2022).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan di SPBU XYZ menggunakan metode kuantitatif untuk menganalisis data antrian dan performa pelayanan. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan jumlah server dan operator dapat secara signifikan mengurangi waktu antrian dan meningkatkan efisiensi pelayanan. Simulasi yang dilakukan menggunakan perangkat lunak Arena juga mendukung temuan ini dengan menunjukkan penurunan nilai utilitas server setelah penambahan server dan operator.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model sistem antrian yang lebih optimal di SPBU dengan menggunakan simulasi diskrit. Penelitian ini juga akan mengevaluasi performa sistem antrian yang diusulkan dan mengidentifikasi langkah-langkah perbaikan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan di SPBU. Model yang diusulkan akan mencakup analisis dan perbandingan berbagai skenario perbaikan, seperti penambahan jumlah server dan operator, serta perubahan dalam tata letak dan prosedur pelayanan.

Dengan mengkombinasikan data primer dari observasi langsung di lapangan dan data sekunder dari literatur terkait, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang praktis dan aplikatif untuk meningkatkan kinerja operasional SPBU dan mengurangi waktu tunggu bagi pelanggan.

Metodologi Penelitian

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi yang digunakan dalam penelitian analisis sistem antrian pengisian bahan bakar sepeda motor di sebuah SPBU di kota Cilegon. Metodologi penelitian mencakup penentuan lokasi penelitian, pengumpulan data, dan tahapan analisis data.

Penelitian ini dilakukan di salah satu SPBU di kota Cilegon. SPBU ini dipilih karena merupakan salah satu SPBU yang sering mengalami antrian kendaraan, terutama sepeda motor, saat jam-jam sibuk. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data

primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, meliputi jumlah kedatangan kendaraan per satuan waktu, waktu pelayanan pengisian bahan bakar per kendaraan, serta jumlah loket atau pompa yang beroperasi. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari studi literatur, meliputi karakteristik sistem antrian dan model-model sistem antrian.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan simulasi. Tahapan analisis data dimulai dengan melakukan uji distribusi data kedatangan kendaraan dan waktu pelayanan. Selanjutnya, model sistem antrian yang sesuai ditentukan berdasarkan karakteristik data. Kemudian, model simulasi sistem antrian dibangun menggunakan *software* Arena. Tahap berikutnya adalah melakukan verifikasi dan validasi model simulasi. Setelah itu, dilakukan eksperimen skenario perbaikan sistem antrian. Langkah terakhir adalah menganalisis hasil eksperimen dan memberikan rekomendasi perbaikan.

Hasil dan Pembahasan

Data Pelayanan

Penelitian ini mengumpulkan data dari masyarakat yang mengisi bahan bakar sepeda motor, dengan fokus utama pada subjek tersebut. Data tersebut diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap proses pengisian bahan bakar di salah satu SPBU di kota Cilegon, yang dilakukan pada pukul 15.20 hingga 16.10 WIB. Berikut adalah data yang telah diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung bisa dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Antrian Pengisian Bahan Bakar Sepeda Motor

No	Waktu Kedatangan	Waktu Awal Pelayanan	Waktu Selesai	Waktu Antar Kedatangan	Waktu Antar Kedatangan	Waktu Proses	Waktu Proses (detik)	Waktu Antrian
1	15.20.06	15.21.26	15.22.04	00.00.34	34	00.00.38	38	00.01.20
2	15.20.16	15.22.04	15.22.20	00.00.10	10	00.00.16	16	00.01.48
3	15.20.29	15.22.35	15.22.50	00.00.13	13	00.00.15	15	00.02.06
4	15.21.26	15.23.00	15.23.15	00.00.57	57	00.00.15	15	00.01.34

Sumber : Pengolahan Data, 2024

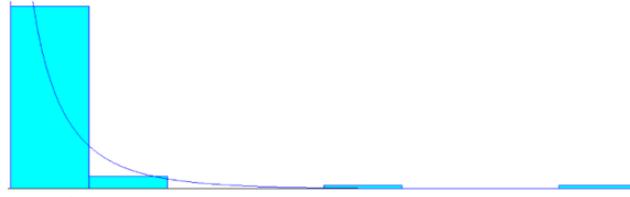
Tabel 1. Data Antrian Pengisian Bahan Bakar Sepeda Motor (Lanjutan)

No	Waktu Kedatangan	Waktu Awal Pelayanan	Waktu Selesai	Waktu Antar Kedatangan	Waktu Antar Kedatangan (detik)	Waktu Proses	Waktu Proses (detik)	Waktu Antrian
5	15.21.38	15.23.35	15.23.50	00.00.12	12	00.00.15	15	00.01.57
6	15.23.06	15.24.00	15.24.20	00.01.28	88	00.00.20	20	00.00.54
7	15.23.20	15.24.30	15.24.55	00.00.14	14	00.00.25	25	00.01.10
8	15.23.52	15.25.20	15.25.45	00.00.32	32	00.00.25	25	00.01.28
9	15.24.15	15.25.55	15.26.30	00.00.23	23	00.00.35	35	00.01.40
10	15.24.34	15.26.43	15.27.04	00.00.19	19	00.00.21	21	00.02.09
11	15.24.49	15.27.12	15.27.25	00.00.15	15	00.00.13	13	00.02.23
12	15.25.01	15.27.35	15.27.46	00.00.12	12	00.00.11	11	00.02.34
13	15.25.08	15.28.00	15.28.20	00.00.07	7	00.00.20	20	00.02.52
14	15.25.23	15.28.30	15.28.51	00.00.15	15	00.00.21	21	00.03.07
15	15.25.45	15.29.00	15.29.17	00.00.22	22	00.00.17	17	00.03.15
16	15.27.04	15.29.44	15.30.03	00.01.19	79	00.00.19	19	00.02.40
17	15.27.29	15.30.23	15.30.35	00.00.25	25	00.00.12	12	00.02.54
18	15.28.44	15.30.53	15.31.04	00.01.15	75	00.00.11	11	00.02.09
19	15.28.51	15.31.15	15.31.30	00.00.07	7	00.00.15	15	00.02.24
20	15.29.54	15.32.00	15.32.10	00.01.03	63	00.00.10	10	00.02.06
21	15.30.02	15.32.23	15.32.34	00.00.08	8	00.00.11	11	00.02.21
22	15.30.09	15.32.55	15.33.05	00.00.07	7	00.00.10	10	00.02.46
23	15.31.52	15.33.22	15.33.34	00.01.43	103	00.00.12	12	00.01.30
24	15.31.53	15.33.47	15.34.05	00.00.01	1	00.00.18	18	00.01.54
25	15.33.24	15.34.12	15.34.42	00.01.31	91	00.00.30	30	00.00.48
26	15.33.30	15.35.02	15.35.13	00.00.06	6	00.00.11	11	00.01.32
27	15.33.54	15.35.23	15.35.50	00.00.24	24	00.00.27	27	00.01.29
28	15.34.46	15.35.58	15.36.10	00.00.52	52	00.00.12	12	00.01.12
29	15.35.38	15.36.35	15.37.05	00.00.52	52	00.00.30	30	00.00.57
30	15.37.28	15.37.50	15.38.20	00.01.50	110	00.00.30	30	00.00.22
31	15.37.50	15.38.32	15.39.09	00.00.22	22	00.00.37	37	00.00.42
32	15.37.55	15.39.18	15.39.30	00.00.05	5	00.00.12	12	00.01.23
33	15.38.14	15.39.50	15.40.07	00.00.19	19	00.00.17	17	00.01.36
34	15.39.55	15.40.25	15.40.46	00.01.41	101	00.00.21	21	00.00.30
35	15.40.06	15.40.58	15.41.16	00.00.11	11	00.00.18	18	00.00.52
36	15.40.45	15.41.29	15.41.44	00.00.39	39	00.00.15	15	00.00.44
37	15.41.01	15.42.15	15.42.23	00.00.16	16	00.00.08	8	00.01.14
38	15.41.35	15.42.36	15.42.48	00.00.34	34	00.00.12	12	00.01.01
39	15.41.37	15.43.05	15.43.15	00.00.02	2	00.00.10	10	00.01.28
40	15.42.05	15.43.32	15.43.53	00.00.28	28	00.00.21	21	00.01.27
41	15.42.30	15.43.58	15.44.35	00.00.25	25	00.00.37	37	00.01.28
42	15.55.23	15.55.28	15.55.57	00.12.53	773	00.00.29	29	00.00.05
43	16.03.15	16.03.25	16.03.48	00.07.52	472	00.00.23	23	00.00.10
44	16.03.46	16.04.02	16.04.45	00.00.31	31	00.00.43	43	00.00.16
45	16.04.12	16.04.56	16.05.43	00.00.26	26	00.00.47	47	00.00.44
46	16.06.42	16.07.12	16.07.57	00.02.30	150	00.00.45	45	00.00.30
47	16.06.58	16.08.31	16.09.03	00.00.16	16	00.00.32	32	00.01.33
48	16.08.34	16.09.15	16.09.42	00.01.36	96	00.00.27	27	00.00.41
49	16.09.14	16.09.58	16.10.26	00.00.40	40	00.00.28	28	00.00.44
50	16.09.43	16.11.12	16.11.31	00.00.29	29	00.00.19	19	00.01.29

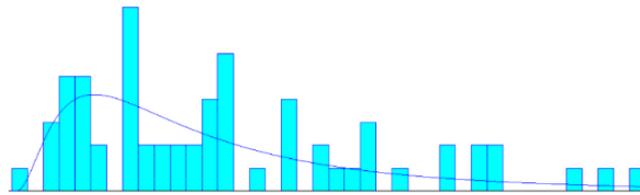
Sumber : Pengolahan Data, 2024

Berdasarkan hasil perhitungan jenis distribusi menggunakan input *analyzer*, waktu antar kedatangan berdistribusi *Weibull* diperoleh *mean* waktu sebesar 60,2 dengan standar deviasi 125. Sementara itu, proses pelayanan berdistribusi *lognormal*

diperoleh *mean* waktu sebesar 21,3 dengan standar deviasi 10,1. Berikut adalah bentuk grafik yang menunjukkan waktu antar kedatangan dan waktu proses pelayanan bisa dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Grafik Waktu Antar Kedatangan
Sumber : Pengolahan Data, 2024

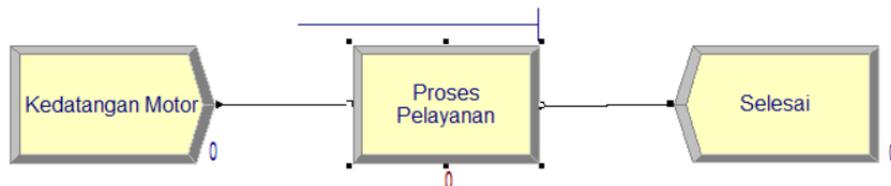


Gambar 2. Grafik Waktu Proses Pelayanan
Sumber : Pengolahan Data, 2024

Skenario Perbaikan

Software Arena digunakan untuk membangun model simulasi setelah analisis distribusi data. Dalam proses pembuatan model simulasi ini, beberapa hal telah terjadi, di antaranya:

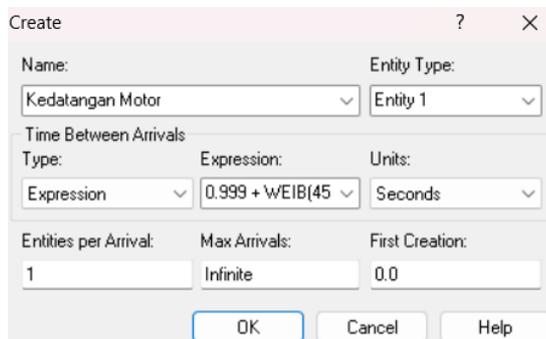
- 1) Kedatangan pelanggan diwakili dengan modul "*create*".
- 2) Proses pelayanan diilustrasikan oleh modul "*process*".
- 3) Penyelesaian layanan digambarkan oleh modul "*dispose*".



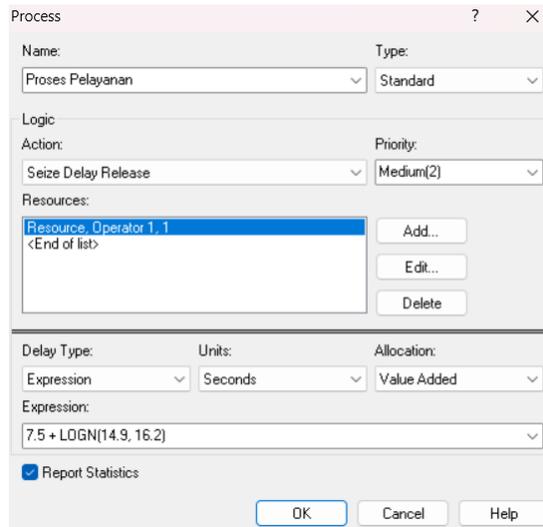
Gambar 3. Model Simulasi Awal
Sumber : Pengolahan Data, 2024

Setelah model selesai dibuat, langkah berikutnya adalah melakukan penginputan data pada setiap modul di

arena yang telah disebutkan. Hal ini bisa dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Penginputan Data Modul *Create*
Sumber : Pengolahan Data, 2024



Gambar 5. Penginputan Data Modul *Process* Sumber Pengolahan Data, 2024

Setelah semua modul diisi sesuai dengan data yang didapat sebelumnya, Langkah berikutnya adalah menilai modul awal. Hasil penilaian menunjukkan bahwa Pada model awal, jumlah kendaraan yang dilayani adalah 54 kendaraan dalam kurun waktu 50 menit dengan waktu tunggu mencapai 45,9506 detik dan nilai utilitas server sebesar 0,4089. Kinerja sistem pada model awal menunjukkan adanya keterlambatan dalam proses pelayanan dan waktu tunggu yang cukup lama

dalam antrian kendaraan. Untuk mengatasi masalah ini, dibuatlah skenario perbaikan dengan tujuan mengurangi keterlambatan dalam proses pelayanan. Percobaan simulasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana faktor-faktor tersebut dapat berpengaruh dalam performa sistem. Ukuran performa sistem dinilai berdasarkan seberapa tinggi atau rendahnya nilai utilitas server.

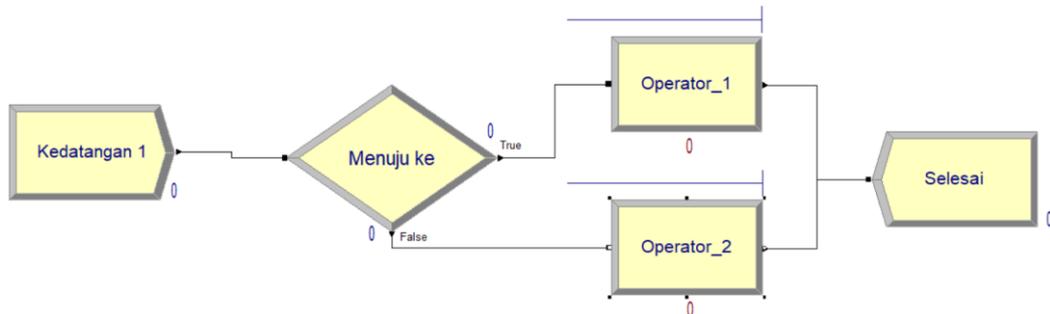
Resource						
Usage						
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
	Operator 1	0.4089	0,02	0.2334	0.6172	0.00

Gambar 6. Report Resource Model Simulasi Awal Sumber : Pengolahan Data, 2024

Skenario 1

Dalam skenario pertama ini, usulan yang diajukan adalah menambahkan satu operator pada setiap

server sehingga setiap server akan memiliki dua operator (satu disisi kanan dan satu disisi kiri). Berikut adalah model visualisasi yang dibuat menggunakan perangkat lunak Arena

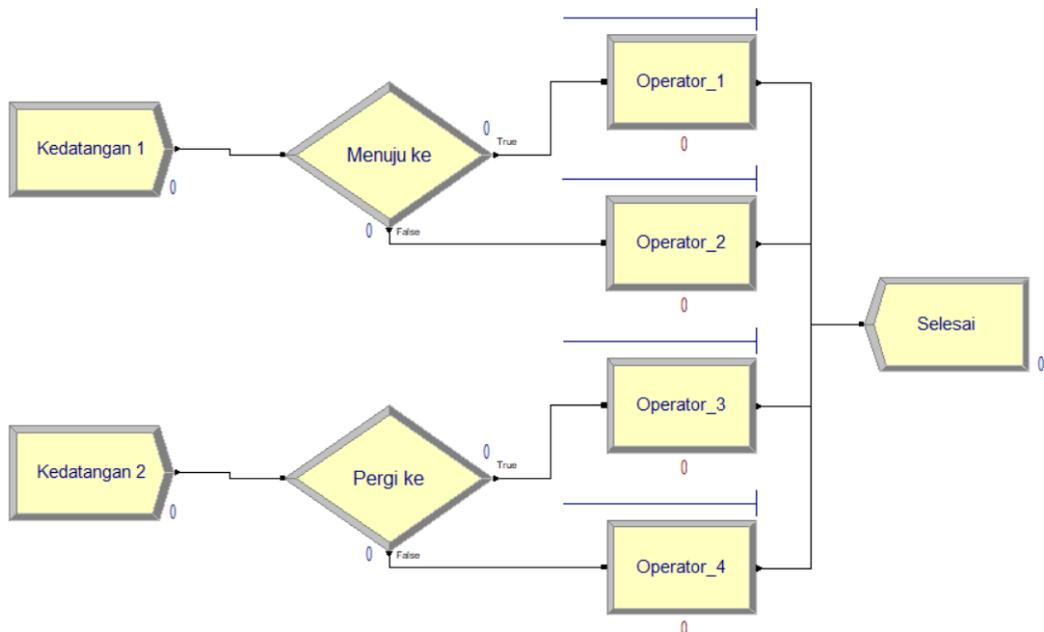


Gambar 7. Usulan Perbaikan Skenario 1
 Sumber : Pengolahan Data, 2024

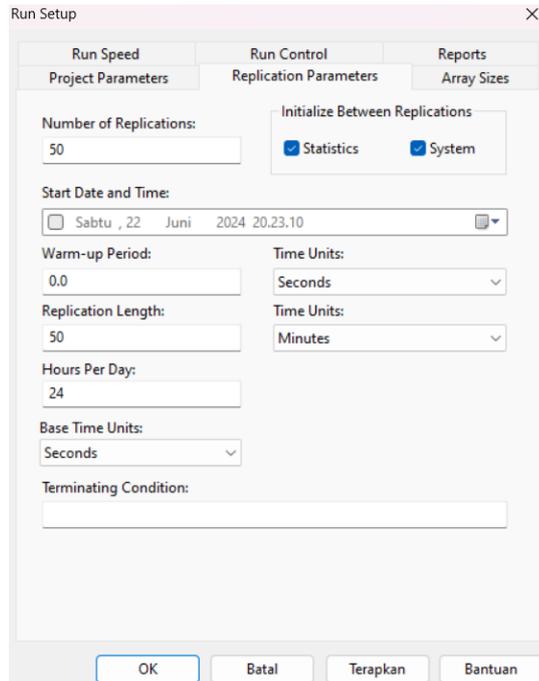
Skenario 2

Dalam skenario kedua ini, usulan perbaikan adalah menambahkan satu server baru dengan dua operator,

sedangkan server utama tetap memiliki dua operator seperti pada skenario pertama.



Gambar 8. Usulan Perbaikan Skenario 2
 Sumber : Pengolahan Data, 2024



Gambar 9. Run Setup pada Usulan Perbaikan
Sumber : Pengolahan Data, 2024

Skenario perbaikan sistem antrian dapat menghasilkan laporan setelah model simulasi dijalankan. Untuk memperoleh dua hasil laporan, dua skenario akan dijalankan. Laporan

dengan nilai utilitas terendah dari skenario perbaikan dapat dipilih. Hasil laporan dari kedua model skenario perbaikan bisa dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.

Resource						
Usage						
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Operator 1	0.2074	0,01	0.1180	0.3229	0.00	1.0000
Operator 2	0.2007	0,02	0.07542840	0.3538	0.00	1.0000

Gambar 10. Report Resource Usulan Perbaikan Skenario 1
Sumber : Pengolahan Data, 2024

Resource						
Usage						
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Operator 1	0.2034	0,01	0.1242	0.3378	0.00	1.0000
Operator 2	0.1917	0,01	0.1089	0.2955	0.00	1.0000
Operator 3	0.1991	0,02	0.06037264	0.3528	0.00	1.0000
Operator 4	0.1959	0,02	0.05522239	0.3626	0.00	1.0000

Gambar 11. Report Resource Usulan Perbaikan Skenario 2
Sumber : Pengolahan Data, 2024

Berdasarkan data di atas, nilai utilitas server terendah terdapat pada skenario 2. Dengan menambahkan tiga

operator dan satu server, Hasilnya, jumlah kendaraan yang dilayani meningkat menjadi 106 kendaraan dalam

50 menit, dengan waktu tunggu berkurang menjadi 31,6773 detik. Selain itu, skenario kedua juga menunjukkan nilai utilitas server yang lebih rendah dibandingkan dengan skenario pertama, yang berarti beban kerja server berkurang dan efisiensi sistem meningkat. Penurunan waktu tunggu sebesar 31,06% dan peningkatan jumlah kendaraan yang dilayani sebesar 96,30% menunjukkan peningkatan signifikan dalam kinerja system. Diharapkan dapat mengurangi antrian serta meningkatkan kepuasan pelanggan dan efisiensi operasional di SPBU tersebut.

Kesimpulan

Penelitian ini telah menganalisis sistem antrian pengisian bahan bakar sepeda motor di salah satu SPBU di kota Cilegon, menggunakan simulasi perangkat lunak Arena untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi perbaikan sistem antrian. Hasil simulasi pada model awal menunjukkan adanya masalah dengan jumlah kendaraan yang dilayani hanya sebanyak 54 kendaraan dalam 50 menit dan waktu tunggu rata-rata mencapai 45,9506 detik, yang mengindikasikan rendahnya efisiensi pelayanan dan panjangnya waktu tunggu.

Untuk meningkatkan kinerja sistem, dua skenario perbaikan diuji. Skenario pertama menambahkan satu operator pada setiap server, namun tidak memberikan hasil yang optimal. Skenario kedua, yang menambahkan satu server baru dengan dua operator, memberikan perbaikan yang signifikan. Pada skenario kedua, jumlah kendaraan yang dilayani meningkat menjadi 106 kendaraan dalam 50 menit dan waktu tunggu berkurang menjadi 31,6773 detik, menunjukkan penurunan waktu tunggu sebesar 31,06% dan peningkatan jumlah kendaraan yang dilayani sebesar 96,30%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan server baru dan operator, beban kerja server berkurang, waktu tunggu pelanggan berkurang, dan efisiensi sistem secara keseluruhan meningkat.

Dengan demikian, implementasi skenario kedua direkomendasikan untuk diterapkan di salah satu SPBU di kota Cilegon tersebut, guna mengatasi masalah antrian panjang dan meningkatkan efisiensi operasi pelayanan bahan bakar sepeda motor.

Daftar Pustaka

- Anisah, S., Sugito, S., & Suparti, S. (2015). Analisis Antrian Dalam Optimalisasi Sistem Pelayanan Kereta Api Di Stasiun Purwosari Dan Solo Balapan. *Jurnal Gaussian*, 4(3), 669–677. Retrieved from <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- Ary, M. (2019). Analisis Model Sistem Antrian Pada Pelayanan Administrasi. *Jurnal Tekno Insentif*, 13(1), 9–15. <https://doi.org/10.36787/jti.v13i1.102>
- Dewanto, S., & Santosa, A. (2020). Simulasi Sistem Pelayanan Rawat Jalan di Rumah Sakit Menggunakan Simulasi Kejadian Diskrit. *Inaque: Journal of Industrial and Quality Engineering*, 8(1), 25–36. <https://doi.org/10.34010/iqe.v8i1.2725>
- Fikri, M. A., & Andesta, D. (2023). Memanfaatkan Software Arena Untuk Analisis Sistem Antrian Bbm Pada Spbu Xyz. *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 4(1), 98. <https://doi.org/10.30587/justicb.v4i1.6716>
- Hasan, I. M. N., Laela, K. N., Ayu, R. S., & ... (2024). Simulasi Sistem Antrian Pelayanan Penumpang KRL di Stasiun X Menggunakan ARENA. *Jurnal Limit ...*, 1(1), 31–36. Retrieved from <https://jurnal.limitlabel.com/index.php/jlm/article/view/33%0Ahttps://jurnal.limitlabel.com/index.php/jlm/article/download/33/21>
- Hizkia Wardana, D. (2023). Simulasi Sistem Pelayanan Bongkar Muat Kapal Untuk Mengurangi Waiting Time Menggunakan Software Arena. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 3(1), 2023–2053.
- Izzati, F. R., & Syaifullah, H. (2024). Analisis Sistem Antrian Jasa Pengujian di Laboratorium XYZ Dengan Menggunakan Software Arena. *Konstruksi: Publikasi Ilmu Teknik, Perencanaan Tata Ruang Dan Teknik Sipil*, 2(1), 129–140. Retrieved from

- <https://journal.aritekin.or.id/index.php/Konstruksi/article/view/67>
- Kusumaningtyas, Fikri, M. I., & Liquiddanu, E. (2018). Simulasi Antrian Pengisian Bahan Bakar di SPBU Pucangsawit. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*, 1–11.
- Levana Puspanegara, E., Lomi, A., & Hutabarat, J. (2020). Simulasi Penjadwalan Teller PT Bank ABC Untuk Memangkas Waktu Tunggu Antrian Nasabah. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri*, 6(1), 1–5. <https://doi.org/10.36040/jtmi.v6i1.2622>
- Liperda, R. I., Fatahayu, N. R., Khairunnisa, E. V., Logika, M. A., Hibatullah, M., & Fridayanti, R. (2021). Simulasi Sistem Penggunaan Ruang di Gedung Griya Legita Universitas Pertamina. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 8(2), 65. <https://doi.org/10.24853/jisi.8.2.65-75>
- Mahessya, R. A. (2017). Pemodelan Dan Simulasi Sistem Antrian Pelayanan Pelanggan Menggunakan Metode Monte Carlo Pada Pt Pos Indonesia (Persero) Padang. *Jurnal Ilmu Komputer*, 6(1), 15–24. <https://doi.org/10.33060/jik/2017/vol6.iss1.41>
- Manalu, C., & Palandeng, I. (2019). Analisis Sistem Antrian Sepeda Motor Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (Spbu) 74.951.02 Malalayang. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 7(1), 551–560.
- Marsudi, M., & Arifin, J. (2019). Kajian Operasional Terminal Peti Kemas Pelabuhan Laut Menggunakan Software ARENA. *Universitas Islam Kalimantan*, 463–469.
- Nasir, M. A., & Andesta, D. (2024). ANALISIS SISTEM ANTRIAN PELANGGAN PERTALITE SPBU 54.611.30 (Studi Kasus SPBU 54.611.30 Jln. Mayjend Sungkono, Prambangan, Kec. Kebomas, Kab. Gresik). *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 4(2), 277. <https://doi.org/10.30587/justicb.v4i2.7342>
- Prihati, Y. (2012). Simulasi Dan Permodelan Sistem Antrian Pelanggan di Loket Pembayaran Rekening XYZ Semarang. *Majalah Ilmiah INFORMATIKA*, 3(3), 1–20.
- Rachmawati, N. L., & Dianisa, P. A. (2022). Model Simulasi Sistem Diskrit untuk Meminimasi Rata-rata Waktu Tunggu Truk (Studi Kasus PT. XYZ). *JURMATIS (Jurnal Manajemen Teknologi Dan Teknik Industri)*, 4(2), 122. <https://doi.org/10.30737/jurmatis.v4i2.2371>
- Susetyo, D. P., Moeis, A. O., Wibisono, K., Kunci, K., Kapal, A., Bbg, D., ... Diskrit, S. S. (2019). Pengembangan Model Terminal Curah Cair Dengan Metode Simulasi Diskrit The Development Of Liquid Bulk Terminal Model Using Discrete Event Simulation. *Jurnal Penelitian Transportasi Laut*, 21, 71–82.
- Wijaya, I. D., Astuti, E. S., & Prasetyo, A. (2016). Simulasi Pembelajaran Penanganan Kebakaran Hutan Berbasis Android. *Sentia 2016*, 8(1), 289–293.