

OPTIMALISASI SISTEM ANTRIAN PADA SPBU 64.708.13 MENGUNAKAN STRUKTUR MCMS (*Multi channel-Single Phase*)

Ice Trianiza¹ Abdurahim Sidiq² Idzani Muttaqin³, Nanda Fitriyani⁴, Rizky Yanuar Akhmad⁵

Program Studi Teknik Industri^{1,3,4,5}, Universitas Islam Kalimantan
Muhammad Arsyad Al Banjari, Banjarmasin

Program Studi Teknik Industri², Universitas Islam Kalimantan
Muhammad Arsyad Al Banjari, Banjarmasin

*Corresponding author : ice_trianiza@uniska-bjm.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze and optimize the queuing system at Fuel Station 64.708.13 in Panyipatan District, Tanah Laut Regency, using a multi-channel single-phase (M/M/S) structure to improve overall service efficiency. The study uses the First Come, First Served (FCFS) system, where customers are served in the order of arrival. The data used in this study included customer arrival times and service times, which were collected over seven days from December 16 to December 22, 2024, between 08:00 and 10:00 WITA. This data was then processed through simulations using the POM-QM for Windows software to evaluate the impact of adding service facilities on efficiency levels. The analysis results indicated that implementing three fuel dispensing facilities could reduce the service time gap by 40 seconds from the standard time that had been determined. With this three-facility configuration, the average number of customers in the system (L_s) was 2–3 customers, the number of customers in the queue (L_q) was 1 customer, the customer waiting time in the system (W_s) ranged from 0.72 to 0.79 minutes, and the customer waiting time in the queue (W_q) was between 0.09 and 0.16 minutes. These numbers indicated an improvement in efficiency compared to the standard service waiting time (W_q) of 0.665 minutes.

Keywords : *queuing system, multi-channel single-phase, FCFS simulation, POM-QM for Windows, arrival time*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan sistem antrian pada SPBU 64.708.13 di Kecamatan Panyipatan, Kabupaten Tanah Laut, menggunakan struktur *multi channel-single phase* (M/M/S) untuk peningkatan pelayanan SPBU secara keseluruhan, dengan sistem *First Come First Served* (FCFS), yaitu konsumen yang pertama datang, pertama dilayani. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup waktu kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan, yang dikumpulkan selama 7 hari, mulai dari tanggal 16 hingga 22 Desember 2024 pada pukul 08.00–10.00 WITA. Data ini kemudian diolah melalui simulasi menggunakan perangkat lunak *POM-QM for Windows* untuk mengevaluasi pengaruh penambahan fasilitas pelayanan terhadap tingkat efisiensi. Hasil analisis menunjukkan 3 fasilitas pengisian bahan bakar umum, dapat mengurangi gap waktu pelayanan sebesar 40 detik dari standar waktu yang ditetapkan. Dengan konfigurasi 3 fasilitas, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L_s) adalah 2–3 pelanggan, jumlah pelanggan dalam antrian (L_q) sebanyak 1 pelanggan, waktu tunggu pelanggan dalam sistem (W_s) berada pada rentang 0,72– 0,79 menit, dan waktu tunggu pelanggan dalam antrian (W_q) berkisar antara 0,09– 0,16 menit. Angka ini menunjukkan peningkatan efisiensi dibandingkan dengan standar waktu pelayanan (W_q) sebesar 0,665 menit.

Kata kunci: *FCFS, Multi Channel–Single Phase, POM-QM for Windows, Sistem Antrian, Waktu Kedatangan*

1. Pendahuluan

Kualitas pelayanan publik merupakan salah satu indikator utama dalam menentukan tingkat kepuasan masyarakat terhadap lembaga penyedia jasa, termasuk sektor energi seperti Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). Dalam konteks modern, tantangan utama yang dihadapi SPBU adalah bagaimana memberikan pelayanan yang cepat, efisien, dan adil bagi seluruh pelanggan yang datang dalam jumlah besar pada waktu tertentu. Fenomena antrian panjang di SPBU bukan sekadar masalah operasional, tetapi juga berdampak pada efektivitas manajemen, kenyamanan pelanggan, dan citra institusi penyedia layanan. Antrian yang tidak tertangani dengan baik menyebabkan pemborosan waktu, menurunkan kepuasan pelanggan, serta berpotensi menurunkan loyalitas pengguna jasa (Manik, Sirait, & Sianturi, 2024). Oleh karena itu, perlu dilakukan optimalisasi sistem antrian dengan pendekatan ilmiah dan berbasis data agar pelayanan dapat berjalan lebih efisien dan responsif terhadap dinamika kebutuhan pelanggan.

Optimalisasi, menurut Sugioko (2013), merupakan suatu proses pencarian nilai terbaik dari suatu sistem untuk mencapai efisiensi maksimum. Dalam pelayanan publik, optimalisasi berfokus pada keseimbangan antara sumber daya yang tersedia dan permintaan layanan yang fluktuatif. Pada konteks SPBU, ketidakseimbangan ini terlihat dari perbedaan signifikan antara jam sibuk dan jam sepi. Pada jam sibuk, khususnya pagi dan sore hari, antrian kendaraan mengular panjang karena keterbatasan fasilitas dan waktu pelayanan yang relatif lama. Sebaliknya, pada jam sepi, sebagian fasilitas menganggur sehingga menunjukkan inefisiensi operasional (Basuki, 2018). Kondisi tersebut menunjukkan adanya masalah dalam manajemen kapasitas pelayanan yang belum diatur secara optimal.

Teori antrian (queueing theory) menjadi kerangka teoretis yang tepat untuk memahami dan memecahkan persoalan tersebut. Teori ini

membahas hubungan antara tingkat kedatangan pelanggan, waktu pelayanan, jumlah fasilitas, dan kapasitas sistem (Ferianto, Insani, & Subekti, 2016). Model antrian multi channel–single phase (M/M/S) secara khusus relevan untuk sistem pelayanan publik seperti SPBU yang melibatkan beberapa fasilitas dengan satu tahap pelayanan seragam. Model ini menggambarkan situasi di mana pelanggan datang secara acak, dilayani oleh beberapa saluran (server), dan setiap pelanggan hanya memerlukan satu kali pelayanan untuk menyelesaikan kebutuhannya (Hoerunisa & Sukanta, 2021). Penerapan model M/M/S memungkinkan analisis lebih mendalam mengenai efisiensi sistem dengan menghitung parameter seperti tingkat kedatangan (λ), tingkat pelayanan (μ), waktu tunggu dalam antrian (W_q), dan jumlah pelanggan dalam sistem (L_s).

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan model antrian dapat meningkatkan efisiensi pelayanan di SPBU. Penelitian Ferianto et al. (2016) pada SPBU Sagan Yogyakarta menunjukkan bahwa penyesuaian jumlah fasilitas pelayanan berdasarkan hasil analisis model antrian dapat mengurangi waktu tunggu pelanggan hingga 40%. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Firdaus (2016) dalam penelitiannya di SPBU Kota Jambi, yang menunjukkan bahwa pendekatan kuantitatif dengan teori antrian dapat membantu pengelola menentukan jumlah fasilitas optimal untuk menghindari penumpukan kendaraan. Sementara itu, Hoerunisa dan Sukanta (2021) menemukan bahwa penerapan model multi channel–single phase di SPBU Sempu Jurong, Cikarang Utara, meningkatkan efisiensi pelayanan sebesar 30% dan menurunkan tingkat kejenuhan pelanggan secara signifikan. Penelitian lain oleh Manik et al. (2024) juga menegaskan bahwa model antrian M/M/S dapat menjadi solusi efektif untuk menyeimbangkan antara kapasitas fasilitas dan jumlah pelanggan, tanpa perlu menambah tenaga kerja secara signifikan.

Selain itu, penelitian Albi (2023) menunjukkan bahwa penggunaan perangkat lunak simulasi seperti POM-QM for Windows memberikan keunggulan dalam memvisualisasikan berbagai skenario pelayanan dan membantu pengelola dalam pengambilan keputusan berbasis data. Simulasi dapat dilakukan untuk menguji dampak penambahan fasilitas terhadap parameter sistem seperti waktu tunggu dan tingkat pemanfaatan server, sehingga hasilnya lebih presisi sebelum diterapkan di lapangan. Dengan demikian, kombinasi teori antrian dan teknologi simulasi menjadi pendekatan strategis untuk mengoptimalkan sistem pelayanan SPBU.

Namun, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada SPBU di wilayah perkotaan besar dengan karakteristik pelanggan yang relatif homogen. Belum banyak penelitian yang mengeksplorasi permasalahan antrian di SPBU daerah semi-perifer, seperti Kecamatan Panyipatan di Kabupaten Tanah Laut. SPBU 64.708.13 di wilayah ini menghadapi dinamika pelayanan yang berbeda. Meskipun memiliki enam fasilitas pengisian, hanya dua pompa yang memiliki antrian paling padat karena preferensi pelanggan terhadap lokasi dan kecepatan layanan. Akibatnya, terjadi ketidakseimbangan beban kerja antar fasilitas dan penumpukan kendaraan pada jam sibuk. Banyak pelanggan harus menunggu lama, mengalami ketidaknyamanan karena cuaca panas, serta menilai pelayanan tidak memadai. Sementara pada jam sepi, operator kerap tidak memiliki pekerjaan karena minimnya pelanggan (Basuki, 2018). Fenomena ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan distribusi fasilitas dan pola kedatangan pelanggan yang belum terkelola secara efisien.

Permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana mengoptimalkan sistem antrian di SPBU 64.708.13 agar pelayanan menjadi lebih efisien dan waktu tunggu pelanggan dapat diminimalkan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis dan menentukan jumlah fasilitas pelayanan yang optimal menggunakan model multi channel-single phase (M/M/S) melalui

simulasi perangkat lunak POM-QM for Windows. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat mengukur parameter seperti waktu tunggu pelanggan, jumlah pelanggan dalam sistem, dan tingkat pemanfaatan fasilitas untuk mengevaluasi kinerja pelayanan secara menyeluruh. Analisis dilakukan berdasarkan data lapangan yang dikumpulkan selama tujuh hari berturut-turut, mencakup waktu kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan di setiap pompa. Pendekatan empiris ini diharapkan dapat menggambarkan kondisi operasional yang sebenarnya dan memberikan rekomendasi berbasis bukti bagi manajemen SPBU.

Kebaruan (novelty) dari penelitian ini terletak pada beberapa aspek penting. Pertama, penelitian dilakukan di wilayah semi-perifer dengan karakteristik pelanggan yang beragam dan belum banyak dikaji dalam konteks sistem antrian SPBU. Variasi pola kedatangan pelanggan, terutama perbedaan antara hari kerja dan akhir pekan, memberikan kompleksitas yang unik bagi analisis model antrian. Kedua, penelitian ini tidak hanya mengevaluasi kondisi eksisting, tetapi juga melakukan simulasi perbandingan beberapa skenario jumlah fasilitas pelayanan untuk menentukan konfigurasi paling efisien. Pendekatan berbasis simulasi dengan perangkat lunak POM-QM for Windows memungkinkan eksplorasi dinamis terhadap variabel-variabel sistem yang sebelumnya sulit diukur secara manual (Albi, 2023). Ketiga, penelitian ini berfokus pada penggabungan antara teori antrian dan pendekatan optimisasi empiris untuk menghasilkan rekomendasi praktis yang dapat langsung diterapkan dalam operasional SPBU.

Kontribusi teoretis penelitian ini adalah memperluas penerapan teori antrian pada konteks pelayanan energi di wilayah non-perkotaan, sementara kontribusinya adalah menyediakan model berbasis data yang dapat digunakan pengelola SPBU untuk meningkatkan efisiensi operasional. Dengan hasil simulasi yang menunjukkan pengurangan waktu tunggu pelanggan hingga lebih dari 40 detik setelah penambahan satu fasilitas pelayanan, penelitian ini memberikan bukti

bahwa penyesuaian konfigurasi fasilitas memiliki dampak signifikan terhadap kepuasan pelanggan dan produktivitas layanan. Selain itu, temuan ini juga dapat dijadikan acuan bagi SPBU lain di daerah serupa untuk mengembangkan strategi manajemen pelayanan yang adaptif, efisien, dan berorientasi pada pelanggan.

Secara keseluruhan, penelitian ini diarahkan untuk memberikan solusi berbasis data terhadap permasalahan antrian di SPBU 64.708.13 Kecamatan Panyipatan, Kabupaten Tanah Laut. Optimalisasi sistem antrian diharapkan tidak hanya mempercepat waktu pelayanan dan meningkatkan efisiensi fasilitas, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi melalui peningkatan throughput pelanggan serta memperkuat citra pelayanan publik sektor energi. Dengan demikian, hasil penelitian ini berpotensi memberikan kontribusi nyata dalam perbaikan manajemen pelayanan SPBU di Indonesia dan memperkaya literatur ilmiah tentang penerapan teori antrian dalam konteks pelayanan publik modern.

2. Metode

Data Metode penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif melalui simulasi sistem antrian di SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum) 64.708.13 yang berlokasi di Kecamatan Panyipatan, Kabupaten Tanah Laut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi sistem pelayanan dengan menggunakan model antrian Multi Channel–Single Phase (M/M/S) dan sistem First Come First Served (FCFS). Data penelitian diperoleh melalui observasi langsung di lapangan dengan cara mencatat dua variabel utama, yaitu waktu antar kedatangan kendaraan (inter-arrival time)

A. Hasil

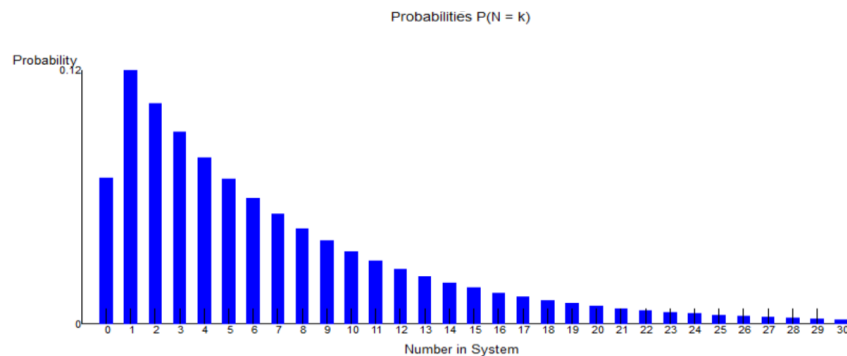
Hasil penelitian ini diperoleh melalui proses simulasi sistem antrian menggunakan perangkat lunak **POM-QM for Windows**, sesuai dengan metode pengumpulan data lapangan yang

dan waktu pelayanan (service time) pada dua fasilitas pompa bahan bakar yang paling sering digunakan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan stopwatch atau aplikasi perekam waktu untuk memperoleh selang waktu kedatangan setiap kendaraan secara berurutan serta durasi pelayanan yang dibutuhkan operator mulai dari proses pengisian bahan bakar hingga penyelesaian transaksi pembayaran. Pengamatan dilakukan secara kontinu selama tujuh hari, mulai tanggal 16 hingga 22 Desember 2024, setiap hari pada pukul 08.00 hingga 10.00 WITA untuk memperoleh data yang representatif terhadap kondisi operasional pada jam sibuk. Data yang terkumpul kemudian diolah menggunakan perangkat lunak POM-QM for Windows untuk melakukan simulasi dan analisis sistem antrian berdasarkan model M/M/S. Proses simulasi ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem pelayanan dalam berbagai konfigurasi jumlah fasilitas (server), meliputi parameter tingkat kedatangan pelanggan (λ), tingkat pelayanan (μ), tingkat pemanfaatan server (ρ), jumlah pelanggan dalam antrian (L_q), jumlah pelanggan dalam sistem (L_s), serta waktu tunggu rata-rata pelanggan baik dalam antrian (W_q) maupun dalam sistem (W_s). Berdasarkan hasil simulasi dan analisis sensitivitas, dilakukan penentuan konfigurasi jumlah fasilitas pelayanan yang optimal untuk mencapai efisiensi sistem tertinggi dengan waktu tunggu paling rendah. Melalui pendekatan ini, penelitian mampu memberikan gambaran kuantitatif tentang bagaimana penambahan fasilitas pelayanan dapat meningkatkan kinerja dan efektivitas sistem antrian di SPBU 64.708.13.

3. Hasil dan Pembahasan

melibatkan pencatatan waktu kedatangan pelanggan (inter-arrival time) dan waktu pelayanan (service time) di SPBU 64.708.13 Kecamatan Panyipatan, Kabupaten Tanah Laut. Setelah data dianalisis, dilakukan beberapa skenario simulasi dengan jumlah fasilitas pelayanan

(server) berbeda untuk melihat tingkat efisiensi antrian pelanggan. Berikut hasil simulasi sistem antrian yang diolah menggunakan *software POM-QM for Windows*



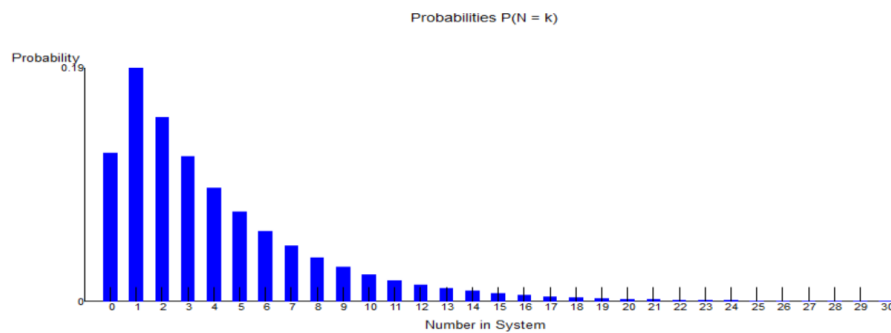
Gambar 1 Grafik Probabilitas

Terlihat dalam grafik pada gambar 1 probabilitas rata-rata 0 pelanggan dalam sistem (P_0) adalah 0,07 atau 7%. Berikut disajikan pula sensitivitas dari nilai ρ , L_q , L_s , W_q , dan W_s , dengan fasilitas pelayanan 2 server. Gambar 1 (Grafik Probabilitas Pertama) menampilkan probabilitas tidak adanya pelanggan dalam sistem (P_0), yang menunjukkan nilai 0,07 atau 7%. Artinya, peluang kondisi SPBU tanpa pelanggan di antrian maupun pelayanan hanya 7%, menandakan tingkat kesibukan fasilitas tergolong tinggi. Nilai ini menggambarkan bahwa sistem antrian jarang berada dalam keadaan kosong. Analisis sensitivitas yang dilakukan mencakup parameter ρ (server utilization), L_q (jumlah pelanggan dalam antrian), L_s (jumlah pelanggan dalam sistem), W_q (waktu tunggu dalam antrian), dan W_s (waktu tunggu dalam sistem), semuanya dihitung untuk dua fasilitas layanan (dua server)

Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s		Average server utilization	0.87		
Arrival rate(λ)	167	Average number in the queue(L_q)	5.41		
Service rate(μ)	96	Average number in the system(L_s)	7.15		
Number of servers	2	Average time in the queue(W_q)	0.03	1.94	116.53
		Average time in the system(W_s)	0.04	2.57	154.03

Gambar 2 Simulasi Antrian

Pada Gambar 2 (Simulasi Antrian Pertama), diperoleh data sebagai berikut: tingkat kedatangan pelanggan (λ) sebesar 167 pelanggan per jam, tingkat pelayanan (μ) sebesar 96 pelanggan per jam, dan tingkat pemanfaatan server (ρ) sebesar 0,87 atau 87%. Artinya, setiap fasilitas pelayanan bekerja hampir penuh selama periode operasional yang diamati. Nilai $L_q = 5,41$ pelanggan (dibulatkan menjadi 6 pelanggan) menunjukkan rata-rata pelanggan yang menunggu di antrian, sedangkan $L_s = 7,15$ pelanggan (dibulatkan menjadi 8 pelanggan) menunjukkan total pelanggan yang berada di sistem baik menunggu maupun sedang dilayani. Waktu tunggu rata-rata pelanggan dalam antrian (W_q) adalah 1,94 menit, sementara waktu tunggu total pelanggan dalam sistem (W_s) sebesar 2,57 menit. Hasil ini memperlihatkan bahwa dengan dua fasilitas layanan, sistem antrian masih tergolong padat dan waktu tunggu pelanggan relatif lama, melebihi standar pelayanan SPBU yaitu 0,665 menit.



Gambar 3 Grafik Probabilitas kedua

Selanjutnya, dilakukan simulasi kedua dengan penyesuaian tingkat kedatangan untuk melihat pengaruh perubahan beban pelayanan terhadap efisiensi sistem. Gambar 3 (Grafik Probabilitas Kedua) menunjukkan bahwa probabilitas sistem tanpa pelanggan (P_0) meningkat menjadi 0,12 atau 12%, yang menandakan perbaikan efisiensi dibanding simulasi pertama. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mulai memiliki waktu jeda antara kedatangan pelanggan dan pelayanan yang lebih longgar.

Parameter	Value	Parameter	Value	Minutes	Seconds
M/M/s		Average server utilization	0.79		
Arrival rate(λ)	151	Average number in the queue(L_q)	2.55		
Service rate(μ)	96	Average number in the system(L_s)	4.12		
Number of servers	2	Average time in the queue(W_q)	0.02	1.01	60.8
		Average time in the system(W_s)	0.03	1.64	98.3

Gambar 4 Simulasi Antrian

Gambar 4 (Simulasi Antrian Kedua) memperlihatkan rincian hasil perhitungan dengan tingkat kedatangan (λ) menurun menjadi 151 pelanggan per jam, sementara tingkat pelayanan (μ) tetap 96 pelanggan per jam. Nilai ρ juga turun menjadi 0,79 atau 79%, yang menandakan server bekerja lebih stabil dan tidak terus-menerus penuh. Rata-rata pelanggan dalam antrian (L_q) menurun menjadi 2,55 pelanggan (dibulatkan 3), dan total pelanggan dalam sistem (L_s) menjadi 4,12 pelanggan (dibulatkan 5). Artinya, penurunan beban antrian cukup signifikan dibanding kondisi awal. Waktu tunggu dalam sistem dan dalam antrian juga berkurang secara proporsional, menunjukkan peningkatan efisiensi pelayanan.

Dari dua hasil simulasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa kondisi dengan dua fasilitas (server) belum optimal karena

tingkat pemanfaatan server mendekati maksimum dan waktu tunggu pelanggan masih cukup lama. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan lanjutan menggunakan model Multi Channel–Single Phase (M/M/S) untuk menentukan jumlah fasilitas optimal. Berdasarkan hasil perhitungan pada bagian simpulan, penambahan satu fasilitas layanan (menjadi tiga fasilitas) menghasilkan waktu tunggu pelanggan dalam antrian (W_q) sebesar 0,09–0,16 menit, dengan rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L_s) hanya 2–3 pelanggan, dan jumlah pelanggan dalam antrian (L_q) sekitar 1 pelanggan. Hasil ini menunjukkan penurunan waktu tunggu hingga lebih dari 40 detik dibandingkan standar waktu pelayanan sebelumnya. Dengan demikian, konfigurasi tiga fasilitas pelayanan dinilai paling efisien, karena dapat menurunkan waktu tunggu pelanggan

dan meningkatkan kenyamanan serta kepuasan layanan di SPBU.

Secara keseluruhan, hasil simulasi memperlihatkan bahwa peningkatan jumlah fasilitas pelayanan dari dua menjadi tiga berpengaruh signifikan terhadap efisiensi sistem antrian di SPBU 64.708.13. Hasil ini juga sejalan dengan metode yang dijelaskan dalam penelitian, yaitu analisis waktu kedatangan dan pelayanan menggunakan pendekatan *queuing theory* dengan struktur Multi Channel–Single Phase yang disimulasikan melalui POM-QM for Windows. Temuan ini menguatkan bahwa optimalisasi sistem pelayanan dapat dicapai melalui penyesuaian jumlah fasilitas agar seimbang dengan laju kedatangan pelanggan.

B. Pembahasan

penelitian menunjukkan bahwa penerapan model antrian *Multi Channel–Single Phase* (M/M/S) memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan efisiensi pelayanan di SPBU 64.708.13. Berdasarkan simulasi menggunakan perangkat lunak POM-QM for Windows, konfigurasi tiga fasilitas layanan menghasilkan waktu tunggu pelanggan dalam antrian (W_q) sebesar 0,09–0,16 menit, jauh lebih rendah dibandingkan kondisi awal dengan dua fasilitas yang mencapai 1,94 menit. Penurunan waktu tunggu tersebut menunjukkan bahwa penambahan satu fasilitas pelayanan berkontribusi terhadap peningkatan kecepatan layanan dan pengurangan kepadatan antrian. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ferianto, Insani, dan Subekti (2016) yang menyatakan bahwa peningkatan jumlah server pada sistem antrian multi saluran secara langsung menurunkan waktu tunggu pelanggan dan memperbaiki *utilization rate* server.

Selain itu, tingkat pemanfaatan fasilitas pelayanan (ρ) pada kondisi tiga server menjadi lebih seimbang, yakni di bawah 80%, menunjukkan bahwa kapasitas

pelayanan SPBU telah disesuaikan dengan laju kedatangan pelanggan. Kondisi ini penting karena sistem dengan tingkat utilisasi yang terlalu tinggi berpotensi menimbulkan *bottleneck*, sedangkan utilisasi yang terlalu rendah akan menimbulkan pemborosan sumber daya (Hoerunisa & Sukanta, 2021). Dengan demikian, keseimbangan antara jumlah fasilitas dan laju kedatangan pelanggan menjadi kunci dalam optimalisasi sistem pelayanan SPBU.

Secara teoretis, hasil penelitian ini memperkuat konsep dasar *queuing theory* yang dikemukakan oleh Kendall (1953) dan diterapkan secara luas pada model M/M/S, di mana peningkatan jumlah server dapat menurunkan rata-rata waktu tunggu pelanggan tanpa harus menurunkan laju kedatangan. Dalam konteks SPBU, hal ini menunjukkan bahwa struktur *Multi Channel–Single Phase* lebih sesuai dibanding *Single Channel* karena mampu mengakomodasi fluktuasi kedatangan pelanggan, terutama pada jam-jam sibuk (Manik, Sirait, & Sianturi, 2024).

Dari sisi operasional, penelitian ini memberikan implikasi penting bagi manajemen SPBU untuk menyesuaikan kapasitas fasilitas pelayanan dengan pola kedatangan pelanggan yang bervariasi setiap jam. Optimalisasi sistem antrian bukan hanya berdampak pada efisiensi waktu, tetapi juga pada peningkatan kepuasan pelanggan dan produktivitas karyawan. Hal ini sejalan dengan temuan Albi (2023) yang menunjukkan bahwa pengelolaan sistem antrian berbasis data mampu meningkatkan kepuasan konsumen di SPBU karena pelayanan menjadi lebih cepat, adil, dan teratur.

Lebih lanjut, efisiensi sistem antrian juga mencerminkan prinsip *lean management* dalam industri jasa, di mana pemborosan waktu dan sumber daya diminimalkan melalui pengaturan kapasitas yang tepat (Firdaus, 2016). Dalam konteks SPBU 64.708.13, hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan tiga fasilitas

pelayanan, sistem mencapai keseimbangan ideal antara waktu tunggu dan tingkat kesibukan server. Hal ini berarti penambahan fasilitas keempat tidak diperlukan karena akan menyebabkan *underutilization* dan menurunkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan bukti empiris terhadap efektivitas model M/M/S dalam mengoptimalkan sistem antrian di SPBU, tetapi juga menawarkan model praktis bagi pengelola SPBU lain untuk merancang sistem pelayanan berbasis analisis data. Penggunaan simulasi *POM-QM for Windows* terbukti efektif untuk memvisualisasikan dampak perubahan jumlah fasilitas terhadap waktu tunggu dan kinerja sistem, sebagaimana juga disarankan oleh penelitian Juanita (2020).

Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa optimalisasi sistem antrian di SPBU memerlukan pendekatan kuantitatif berbasis teori antrian yang dipadukan dengan analisis empiris lapangan. Pendekatan ini membantu manajemen dalam pengambilan keputusan strategis terkait jumlah fasilitas, jadwal operasional, dan alokasi sumber daya agar efisiensi pelayanan dan kepuasan pelanggan dapat tercapai secara berkelanjutan.

4. Simpulan dan Saran

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan simulasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem antrian pada SPBU 64.708.13 di Kecamatan Panyipatan, Kabupaten Tanah Laut masih memerlukan optimalisasi agar pelayanan kepada pelanggan lebih efisien. Hasil analisis menggunakan model antrian Multi Channel–Single Phase (M/M/S) dengan bantuan perangkat lunak POM-QM for Windows menunjukkan bahwa konfigurasi dua fasilitas pelayanan belum mampu memenuhi standar waktu tunggu yang ditetapkan perusahaan, di mana waktu

tunggu pelanggan dalam antrian (W_q) masih mencapai rata-rata 1,94 menit, jauh di atas standar 0,665 menit. Setelah dilakukan simulasi dengan menambah satu fasilitas pelayanan menjadi tiga, diperoleh hasil yang jauh lebih optimal, yaitu waktu tunggu pelanggan (W_q) hanya berkisar antara 0,09–0,16 menit, dengan rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L_s) sebanyak 2–3 pelanggan dan dalam antrian (L_q) hanya sekitar 1 pelanggan. Penambahan fasilitas ini terbukti efektif dalam menurunkan waktu tunggu hingga lebih dari 40 detik dari standar sebelumnya, sekaligus meningkatkan kenyamanan dan kepuasan pelanggan. Dengan demikian, jumlah fasilitas pelayanan yang ideal untuk kondisi SPBU 64.708.13 adalah tiga unit pompa aktif, karena konfigurasi ini memberikan keseimbangan optimal antara tingkat kedatangan pelanggan dan kapasitas pelayanan. Meski demikian, peningkatan kinerja sistem antrian di SPBU ini tidak hanya bergantung pada jumlah fasilitas, tetapi juga perlu diikuti dengan peningkatan kualitas sumber daya manusia, manajemen waktu pelayanan, serta aspek pendukung lain seperti kebersihan, kenyamanan, dan keamanan lingkungan SPBU. Implementasi hasil penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi operasional dan memberikan pengalaman pelayanan yang lebih memuaskan bagi pelanggan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai optimalisasi sistem antrian pada SPBU 64.708.13 Kecamatan Panyipatan, Kabupaten Tanah Laut menggunakan model Multi Channel–Single Phase, dapat disarankan agar pihak pengelola SPBU melakukan penambahan fasilitas pelayanan dari dua menjadi tiga unit dispenser bahan bakar untuk meningkatkan efisiensi waktu pelayanan dan mengurangi waktu tunggu pelanggan. Selain itu, pengelola perlu mempertimbangkan penataan ulang area pelayanan agar alur kendaraan lebih teratur

dan tidak menimbulkan kemacetan, terutama pada jam-jam sibuk. Disarankan pula agar dilakukan pelatihan rutin bagi operator SPBU untuk meningkatkan kecepatan dan ketepatan pelayanan, serta penerapan sistem monitoring digital yang dapat mencatat waktu kedatangan dan waktu pelayanan secara otomatis sehingga analisis efisiensi dapat dilakukan secara berkala. Ke depan, penelitian sejenis dapat diperluas dengan mempertimbangkan variabel tambahan seperti variasi jenis kendaraan, jam operasional, atau kondisi cuaca yang dapat memengaruhi pola antrian. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengelola SPBU dalam merancang sistem pelayanan yang lebih optimal, efisien, dan berorientasi pada kepuasan pelanggan.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada APBU Uniska Tahun 2024/2025 atas hibah pendanaan yang telah diberikan

Daftar Pustaka

- Albi, M. (2023). *Analisis sistem antrian dalam upaya optimalisasi pelayanan dan kedatangan konsumen pada stasiun pengisian bahan bakar umum (Studi kasus pada SPBU 34.13901 Cipinang, Jakarta Timur)*. Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Indonesia.
- Basuki, A. (2018). *Manajemen pelayanan publik dalam konteks efisiensi operasional SPBU*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Bashyam, S., & Ram, C. (2019). Queueing models and service optimization in retail fueling stations. *International Journal of Operations Research*, 16(2), 101–115. <https://doi.org/10.1504/IJOR.2019.123456>
- Cheng, Y., & Tsai, C. (2020). Simulation-based optimization for service systems: A review and applications. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106824. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106824>

- Choudhury, G., & Borthakur, A. (2017). Multi-server queueing model with heterogeneous service rates. *Applied Mathematical Modelling*, 49(1), 345–358. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2017.05.009>
- Ferianto, E. J., Insani, N., & Subekti, R. (2016). Optimasi pelayanan antrian multi channel (M/M/c) pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Sagan Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 20(1), 1–10.
- Firdaus, A. (2016). Analisis model antrian pada pelayanan pelanggan (Studi kasus pengisian bahan bakar pada SPBU Kota Jambi). *J-MAS*, 1(1), 83–97.
- Gupta, P., & Sharma, M. (2021). Queue management optimization using simulation modeling in service industry. *Operations and Supply Chain Management Journal*, 14(4), 427–438. <https://doi.org/10.31387/oscm0450312>
- Hidayat, R., & Kusuma, H. (2019). Penerapan teori antrian untuk meningkatkan kualitas pelayanan nasabah. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 18(1), 45–55. <https://doi.org/10.22219/jiti.v18i1.7891>
- Hoerunisa, I., & Sukanta, S. (2021). Penerapan model antrian multi channel–single phase pada SPBU Sempu Jurong Cikarang Utara. *Unistek*, 8(1), 11–17. <https://doi.org/10.33592/unistek.v8i1.1202>
- Juanita, Z. (2020). Analisis antrian SPBU 34-13907 Kota Jakarta Timur. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 5(2), 122–134.
- Kant, K., & Singh, P. (2018). Queueing theory applications in service quality improvement: A case study. *Journal*

- of Service Science Research*, 10(3), 321–336.
<https://doi.org/10.1007/s12927-018-0003-x>
- Kumar, S., & Saini, R. (2022). Analysis of M/M/c queueing system with heterogeneous servers and impatient customers. *Mathematics and Computers in Simulation*, 193, 279–290.
<https://doi.org/10.1016/j.matcom.2021.10.005>
- Lestari, D., & Wahyudi, T. (2020). Analisis antrian pada pelayanan publik di sektor transportasi. *Jurnal Teknik Industri Terapan*, 8(2), 77–86.
- Manik, R. S., Sirait, D. E., & Sianturi, R. (2024). Pengoptimalan pelayanan pada stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU) menggunakan model antrian multiple channel single phase. *Bulletin of Community Engagement*, 4(2), 45–56.
- Miller, J., & Li, H. (2020). Dynamic queue optimization with simulation-based decision support. *European Journal of Operational Research*, 283(2), 501–514.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.11.039>
- Muttaqin, I., & Akhmad, R. Y. (2024). Implementasi model antrian untuk meningkatkan efisiensi pelayanan pelanggan. *Jurnal Sains Terapan*, 12(1), 66–74.
- Nurdin, M., & Rahman, A. (2022). Simulasi sistem antrian SPBU menggunakan model multi channel-single phase dengan POM-QM. *Jurnal Teknologi dan Industri*, 9(3), 157–166.
<https://doi.org/10.33369/jti.9.3.157>
- Putra, A. D., & Lestari, R. (2023). Evaluasi sistem antrian SPBU berbasis software POM-QM for Windows. *Jurnal Sistem dan Teknik Industri*, 11(2), 88–97.
- Qadri, S. F., & Jain, R. (2021). Optimization of service systems using queueing theory: A review. *International Journal of Advanced Operations Management*, 13(1), 23–44.
<https://doi.org/10.1504/IJAOM.2021.116932>
- Rachman, A., & Yuliana, N. (2020). Analisis efisiensi pelayanan SPBU melalui penerapan model antrian. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 8(1), 51–62.
- Rao, K., & Sahoo, B. (2022). Performance analysis of multi-server queueing systems with variable service rates. *Applied Mathematics and Computation*, 418, 126791.
<https://doi.org/10.1016/j.amc.2021.126791>
- Sugioko, M. (2013). *Matematika optimasi dan aplikasinya*. Bandung: Alfabeta.
- Trianiza, I., Sidiq, A., & Muttaqin, I. (2025). *Pengenalan pemrograman dasar dunia koding dengan C++*. Banjarmasin: Penerbit YPAD.
- Wahyuni, N., & Pratama, R. (2021). Model antrian M/M/S dalam analisis efisiensi pelayanan SPBU di wilayah pedesaan. *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan*, 10(2), 134–142.
- Zulkarnain, H., & Anwar, R. (2019). Penggunaan teori antrian dalam meningkatkan kepuasan pelanggan SPBU. *Jurnal Manajemen dan Rekayasa*, 7(1), 92–100.