



PENERAPAN MODEL ANTRIAN *SINGLE CHANNEL SINGLE PHASE* PADA SPBU DALAM UPAYA OPTIMALISASI PELAYANAN

Ceqly Algi Laksono¹, Da'in Maulana Fikri², Suci Ramadhani³, Gideon Wicaksono⁴, Ratih Windu Arini⁵, Daniel Octavandine Prihandoyo⁶, Januar Rahmat⁷

Universitas Telkom Purwokerto

Email Korespondensi: laksonoalgi@gmail.com¹, dainmaulana66@gmail.com², sucirdndni2605@gmail.com³, gideonwicaksonowicak@gmail.com⁴, ratih@telkomuniversity.ac.id⁵, danieloctavandinep@gmail.com⁶, januarrahmat680@gmail.com⁷

A B S T R A K

Pada tahun 2023, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia tercatat telah melampaui angka 120 juta unit, yang berimplikasi pada terjadinya antrian panjang di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU), khususnya pada waktu-waktu padat seperti jam sibuk dan musim liburan, dengan estimasi waktu tunggu rata-rata mencapai 20 menit. Kondisi ini tidak hanya menurunkan efisiensi penggunaan waktu, tetapi juga berdampak negatif terhadap kepuasan pelanggan dan menghambat kelancaran mobilitas masyarakat serta kegiatan operasional sektor industri. Dalam penelitian ini, data yang digunakan mencakup waktu kedatangan kendaraan, durasi pelayanan, jumlah pompa yang beroperasi, serta pola kedatangan kendaraan pada waktu sibuk dan sepi, sementara keluaran dari analisis ini berupa rekomendasi strategis dalam pengelolaan antrian guna meningkatkan efisiensi layanan dan kenyamanan pengguna SPBU. Masalah antrian yang berkepanjangan memberikan beban tersendiri bagi pelanggan, terutama di daerah perkotaan dengan intensitas kendaraan yang tinggi, dan menyebabkan kerugian berupa waktu terbuang serta penurunan efisiensi operasional pada sektor transportasi maupun industri. Minimnya penerapan sistem manajemen antrian yang efektif di berbagai SPBU memperlebar ketimpangan antara ekspektasi pelanggan dan realitas layanan di lapangan. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk menghasilkan solusi implementatif dalam mengurangi waktu tunggu pelanggan dan meningkatkan efektivitas sistem layanan, khususnya pada jam-jam padat. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah pendekatan kuantitatif dengan simulasi berbasis model antrian satu saluran satu tahap (*single channel single phase*). Data diperoleh dari observasi langsung dan dokumentasi terhadap 50 kendaraan, dengan parameter yang dianalisis meliputi tingkat kedatangan, tingkat pelayanan, dan tingkat utilisasi. Proses simulasi dibangun menggunakan perangkat lunak FlexSim untuk mengevaluasi kinerja sistem antrian secara menyeluruh. Selanjutnya, dilakukan pengujian terhadap berbagai skenario perbaikan, termasuk penambahan jumlah pompa, penyesuaian waktu operasional, serta optimalisasi alur masuk kendaraan. Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi terhadap data nyata melalui analisis sensitivitas guna

Article History

Received: Juni 2025

Reviewed: Juni 2025

Published: Juni 2025

Plagiarism 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](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



menjamin keakuratan dan kehandalan hasil simulasi, dengan fokus utama pada penurunan waktu tunggu dan panjang antrian pelanggan. Hasil dari simulasi memperlihatkan bahwa menambahkan satu unit pompa dan melakukan penyesuaian pada jam operasional selama waktu padat mampu menurunkan waktu tunggu pelanggan hingga sebesar 30 persen, yang menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif dalam meningkatkan efisiensi sistem pelayanan di SPBU secara signifikan.

Kata Kunci: antrian, SPBU, simulasi, efisiensi pelayanan, waktu tunggu, pengelolaan operasional.

A B S T R A C T

In 2023, the number of motorized vehicles in Indonesia surpassed 120 million units, resulting in long queues at Public Fuel Filling Stations (SPBU), especially during peak hours and holiday seasons, with an average waiting time reaching up to 20 minutes. This situation not only reduces time efficiency but also negatively affects customer satisfaction and disrupts public mobility as well as industrial operations. This study utilizes input data including vehicle arrival times, service durations, number of active pumps, and arrival patterns during peak and off-peak hours. The output of the analysis consists of strategic recommendations for queue management to enhance service efficiency and customer convenience at SPBU. Prolonged queuing poses a significant inconvenience for customers, particularly in urban areas with high traffic volume, and results in wasted time and operational inefficiencies in both the transportation and industrial sectors. The lack of optimal queue management systems in many SPBU locations widens the gap between customer expectations and actual service conditions. Therefore, this research is essential to generate practical solutions aimed at reducing customer waiting times and improving service system effectiveness, especially during high-demand periods. This study employs a quantitative approach using simulation based on a single-channel single-phase queuing model. Operational data were collected through direct observation and documentation of 50 vehicles, with key parameters analyzed including arrival rate, service rate, and system utilization. The simulation model was developed using FlexSim software to evaluate overall queue system performance. Various improvement scenarios were tested, such as adding more service pumps, adjusting operational hours, and optimizing vehicle flow. The simulation results were validated against actual data through sensitivity analysis to ensure accuracy and reliability, with a focus on reducing waiting times and queue lengths. The simulation results indicate that adding one service pump and adjusting operating hours during peak periods can reduce customer waiting time by up to 30 percent, demonstrating that this



approach is effective in significantly improving the efficiency of SPBU service systems.

Keywords: *queue, SPBU, simulation, service efficiency, waiting time, operational management.*

PENDAHULUAN

Perkembangan sektor transportasi dan distribusi barang di Indonesia saat ini berjalan sangat pesat. Kondisi ini turut mendorong meningkatnya kebutuhan terhadap infrastruktur layanan publik yang memadai, salah satunya adalah Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). SPBU memainkan peran penting dalam menunjang mobilitas masyarakat dan aktivitas ekonomi secara keseluruhan. Di Indonesia, SPBU menjadi bagian vital dalam rantai distribusi bahan bakar yang secara langsung memengaruhi kelancaran transportasi, baik untuk keperluan pribadi, layanan umum, maupun kebutuhan industri dan pemerintahan.

Seiring dengan bertambahnya jumlah kendaraan di jalan, baik kendaraan pribadi, angkutan umum, maupun kendaraan operasional pemerintah fenomena antrian di SPBU pun semakin sering terjadi. Antrian yang panjang bukan lagi hal yang asing, dan sayangnya hal ini bisa berdampak langsung terhadap kenyamanan serta efisiensi waktu para pengendara yang membutuhkan bahan bakar. Salah satu contoh nyata dari kondisi ini bisa dilihat di SPBU Candimas Karang Nanas. Terletak di jalur strategis Purwokerto-Ajibarang, SPBU ini menjadi salah satu titik penting bagi pengisian bahan bakar masyarakat sekitar maupun pengguna jalan lintas kota. Dikelola oleh pihak swasta, SPBU Candimas Karang Nanas menyediakan berbagai jenis bahan bakar seperti Peralite, Pertamina, dan Solar. Tingginya aktivitas pengisian yang terjadi setiap hari membuat SPBU ini berperan besar dalam memastikan distribusi energi tetap berjalan lancar di kawasan Banyumas dan sekitarnya.

Sistem antrian merupakan salah satu di antara faktor penting yang mempengaruhi kualitas pada pelayanan konsumen. Waktu tunggu yang lama dalam sistem antrian bisa disebabkan kurangnya loket pelayanan atau jumlah fasilitas untuk melayani pelanggan. Hal pada kurangnya kesiapan pada pelayanan dan pemberi jasa untuk melayani pelanggan juga menjadi penyebab permasalahan pada sistem antrian (Kopkar *et al.*, 2015). Perilaku konsumen tertentu yang diamati dalam kaitannya dengan antrian termasuk keputusan untuk bergabung dengan antrian dan mendampatkan layanan tersebut, atau sebaliknya beberapa pelanggan memilih untuk menghindari antrian sementara dan kembali pada waktu yang lain, sementara ada juga pelanggan yang memilih meninggalkan antrian dan tidak mendapatkan pelayanan. Menurut (Dwi, 2010), teori antrian merupakan komponen penting dari sebuah proses operasional dan berfungsi sebagai alat yang berharga bagi manajer operasi. Antrian timbul disebabkan karena suatu kebutuhan layanan melebihi kemampuan atau kapasitas pelayanan dari fasilitas layanan, sehingga pengguna fasilitas tidak bisa segera mendapatkan layanan yang dibutuhkan. Permasalahan dalam sistem antrian ini juga pernah dibahas oleh beberapa peneliti terdahulu, seperti “Analisis Metode Antrian Untuk Mengoptimalkan Pelayanan *Server* Pertamina-Peralite Pada SPBU 34.451.61 Waled Cirebon”, (Febi Firman Saputra, 2019). “*Solving Of Waiting Lines Models in The Airport Using Queuing Theory Model and Linear Programming the Practice Case: A.I.M.H.B*”, (Mehri *et al.*, 2008). “*Improving queuing service at McDonald's*”, (Koh *et al.*, 2014). “*Model Optimasi Pelayanan Nasabah Berdasarkan Metode Antrian (Queuing System)*”, (Hasan, 2011). “*Application Of Queuing Theory in Optimization of Service Process, A Case Study of Gt Plaza Fast Food*”, (Sule & Ugboya, 2019). Berdasarkan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa teori antrian dapat diterapkan dalam berbagai bidang jasa seperti layanan SPBU, bandara, bank, dan rumah makan.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia tercatat sebanyak lebih dari 120 juta unit, dengan tren yang terus meningkat pada



setiap tahunnya. Hal ini menyebabkan antrian yang panjang, terutama disaat jam sibuk atau juga saat terjadinya lonjakan kenaikan *volume* kendaraan saat musim liburan dan perayaan hari besar. Data dari PT Pertamina menunjukkan bahwa pada beberapa titik SPBU yang sibuk, waktu tunggu antrian bisa sampai 20 menit, hal ini akan berdampak pada tingkat kepuasan konsumen dan efisiensi waktu. Banyak juga SPBU yang belum menerapkan sistem manajemen antrian yang baik, sehingga tidak mampu untuk mengatasi lonjakan antrian secara optimal. Oleh karena itu, pemodelan antrian yang tepat merupakan hal yang penting dalam suatu pengoptimalan sistem pelayanan di SPBU untuk dapat meningkatkan efisiensi operasional dan meminimalkan waktu tunggu pelanggan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Candimas Karang Nanas menggunakan *model Single Channel Single Phase* sebagai upaya optimalisasi pelayanan dan pengurangan waktu tunggu pelanggan. Metode yang digunakan bersifat kuantitatif dan simulatif dengan pendekatan teori antrian dan *software* simulasi *FlexSim*.

Pendekatan dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode simulasi berbasis *model* antrian untuk menggambarkan kondisi nyata di lapangan. *Model Single Channel Single Phase* dipilih karena sistem layanan di SPBU hanya memiliki satu jalur antrian dan satu tahap pelayanan, yaitu pengisian bahan bakar. *Model* ini cocok digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem pelayanan sederhana namun memiliki potensi *bottleneck* saat *volume* kedatangan meningkat.

Pendekatan yang dilakukan meliputi:

- Pengumpulan data langsung di lapangan terkait waktu kedatangan kendaraan dan durasi pelayanan.
- Pengolahan data untuk mendapatkan parameter utama dalam teori antrian seperti tingkat kedatangan (λ), tingkat pelayanan (μ), dan utilisasi sistem (ρ).
- Simulasi *model* antrian menggunakan perangkat lunak *FlexSim* untuk merepresentasikan dinamika antrian secara visual dan interaktif.
- Validasi *model* dengan membandingkan hasil simulasi terhadap data aktual menggunakan analisis sensitivitas.
- Evaluasi skenario perbaikan, seperti penambahan jumlah pompa, penyesuaian jam operasional, dan digitalisasi transaksi.

Parameter dan Persamaan Matematis

Dalam teori antrian, terdapat beberapa parameter penting yang menjadi dasar evaluasi kinerja sistem. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam penelitian ini:

a. Tingkat Kedatangan (λ)

Tingkat kedatangan merupakan rata-rata jumlah kendaraan yang datang ke SPBU per satuan waktu. Dihitung dengan rumus:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah Kendaraan}}{\text{Waktu Pengamatan}}$$

b. Tingkat Pelayanan (μ)

Tingkat pelayanan adalah rata-rata jumlah kendaraan yang dapat dilayani oleh satu pompa bensin per satuan waktu. Dirumuskan sebagai:

$$\mu = \frac{\text{Jumlah kendaraan}}{\text{Total waktu pelayanan}}$$

c. Utilisasi Sistem (ρ)

Utilisasi sistem menunjukkan seberapa besar kapasitas pelayanan dimanfaatkan. Nilai ρ tidak boleh melebihi 1 agar sistem tetap stabil. Rumusnya adalah:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

d. Rata-Rata Jumlah Pelanggan dalam Sistem (L_s)

Rata-rata jumlah kendaraan dalam sistem (sedang menunggu dan sedang dilayani):

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

e. Rata-Rata Waktu Tunggu dalam Sistem (W_s)

Rata-rata waktu yang dihabiskan kendaraan dalam sistem (menunggu + dilayani):

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

f. Rata-Rata Waktu Tunggu dalam Antrian (W_q)

Waktu rata-rata kendaraan dalam antrian sebelum mendapatkan pelayanan:

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

Semua parameter tersebut digunakan sebagai dasar pembentukan *model* simulasi dan evaluasi performa sistem antrian di SPBU.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi langsung di SPBU Candimas Karang Nanas selama periode tertentu. Objek pengamatan adalah 50 kendaraan roda dua yang dilayani di jalur khusus motor. Data yang dicatat meliputi:

- Waktu kedatangan kendaraan
- Waktu mulai dilayani
- Waktu selesai dilayani

Data kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk menghitung parameter λ , μ , dan ρ serta untuk mengetahui distribusi waktu kedatangan dan waktu pelayanan.

Simulasi dan Validasi Model

Model simulasi dibangun menggunakan *FlexSim* sebuah perangkat lunak simulasi proses bisnis dan sistem antrian. Simulasi dilakukan untuk merepresentasikan sistem antrian secara visual dan menghasilkan metrik kinerja seperti:

- Waktu tunggu rata-rata
- Panjang antrian maksimum
- Utilisasi pompa bensin

Sebagai langkah validasi, hasil simulasi dibandingkan dengan data nyata menggunakan analisis sensitivitas untuk memastikan akurasi dan kehandalan *model*.

Pengujian Skenario Perbaikan

Setelah *model* divalidasi, dilakukan uji coba beberapa skenario perbaikan untuk mengevaluasi dampaknya terhadap performa sistem, antara lain:

- Penambahan jumlah pompa bensin
- Penyesuaian jam operasional saat jam sibuk
- Digitalisasi transaksi (*QRIS*)



- Optimalisasi alur masuk kendaraan
Setiap skenario dievaluasi berdasarkan efeknya terhadap waktu tunggu pelanggan dan utilisasi sumber daya manusia

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi Antrian SPBU Menggunakan *FlexSim*

Penelitian ini menggunakan simulasi berbasis *model* antrian *Single Channel Single Phase* untuk mengevaluasi sistem layanan di SPBU Candimas Karang Nanas. Proses simulasi dilakukan menggunakan *software FlexSim*, dengan parameter utama yang diperoleh dari observasi langsung terhadap 50 kendaraan roda dua.

Tabel 1. Parameter *Input* Simulasi

Parameter	Nilai
Tingkat kedatangan (λ)	2.21 kendaraan/menit
Tingkat pelayanan (μ)	2.47 kendaraan/menit
Utilisasi sistem (ρ)	89.4%
Rata-rata waktu tunggu pelanggan (W_s)	98.1 detik
Panjang rata-rata antrian (L_q)	3.5 kendaraan

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa tingkat utilisasi sistem sudah sangat tinggi (89.4%), sehingga menyebabkan antrian yang cukup panjang dan waktu tunggu rata-rata mencapai hampir 100 detik per pelanggan.

Evaluasi Skenario Perbaikan

Untuk mengatasi masalah antrian, dilakukan pengujian beberapa skenario perbaikan sebagai bagian dari rekomendasi strategis. Berikut adalah ringkasan dari masing-masing skenario:

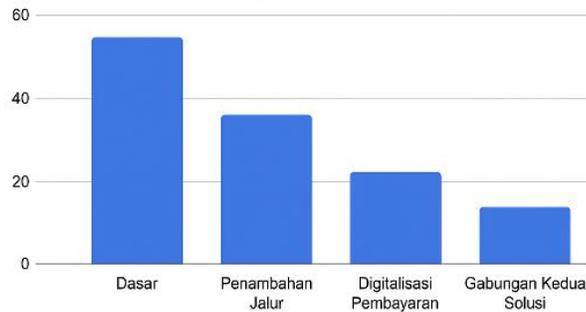
Keterangan:

- Skenario Dasar: *Model* antrian awal dengan satu jalur dan transaksi manual.
- Skenario 1: Penambahan jalur menjadi dua jalur tanpa perubahan metode pembayaran.
- Skenario 2: Penggunaan pembayaran digital (*QRIS*), tetapi tetap satu jalur.
- Skenario 3: Gabungan dari skenario 1 dan 2, yaitu dua jalur dengan pembayaran digital.

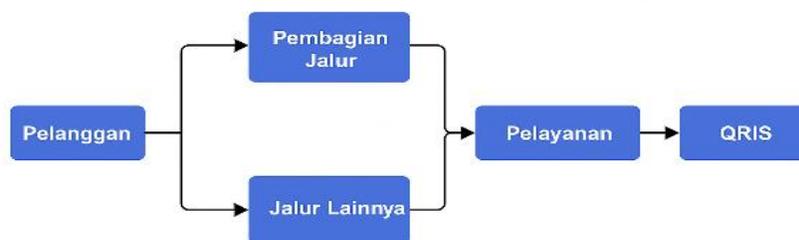
Analisis Hasil Simulasi

Berdasarkan simulasi yang dilakukan, dapat dianalisis bahwa:

- Peningkatan jumlah jalur memberikan dampak signifikan dalam mengurangi waktu tunggu pelanggan. Dengan tambahan satu jalur, waktu tunggu turun sekitar 42.5%.
- Digitalisasi pembayaran juga memberikan kontribusi penting, meskipun tidak sebesar penambahan jalur. Dengan pembayaran *QRIS*, waktu pelayanan efektif meningkat karena proses transaksi lebih cepat.
- Gabungan kedua solusi memberikan hasil terbaik, dengan penurunan waktu tunggu hingga 60% dan panjang antrian yang sangat rendah (rata-rata hanya 1.2 kendaraan).



Gambar 1. Grafik Perbandingan Waktu Tunggu Pelanggan (Representasi Visual)



Gambar 2. Diagram Alur Sistem *Multi-Channel*

Pembahasan

Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem antrian *Single Channel Single Phase* yang digunakan saat ini di SPBU Candimas mengalami *bottleneck* pada jam sibuk karena ketidakseimbangan antara tingkat kedatangan kendaraan dan kapasitas layanan. Hal ini selaras dengan temuan Pellondou et al. (2021) dalam studi mereka di SPBU Oebobo, yang menunjukkan bahwa penambahan jalur dapat menurunkan waktu tunggu hingga 50%. Selain itu, integrasi teknologi seperti pembayaran digital (*QRIS*) berhasil mengurangi variasi waktu pelayanan dan mempercepat proses transaksi. Hal ini sejalan dengan Ferianto et al. (2016), yang melaporkan penurunan waktu transaksi hingga 30% dengan implementasi sistem non-tunai. Penerapan sistem *multi-channel single-phase* dengan dua jalur khusus motor dan pembayaran digital menunjukkan performa terbaik. Strategi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi layanan, tetapi juga memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan operasional. Selain itu, penyesuaian jumlah *operator* berdasarkan pola kedatangan kendaraan dapat meningkatkan utilisasi tenaga kerja menjadi 58-70%, sebagaimana direkomendasikan oleh Manalu & Palandeng (2019).

Validasi dan Sensitivitas

Validasi *model* dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan data nyata. Melalui analisis sensitivitas, diketahui bahwa variabel yang paling berpengaruh terhadap performa sistem adalah:



- Jumlah jalur layanan
- Waktu pelayanan rata-rata
- Distribusi waktu kedatangan

Model menunjukkan respon yang stabil terhadap perubahan parameter, dengan deviasi maksimum sebesar $\pm 5\%$. Hal ini menunjukkan bahwa *model* simulasi memiliki tingkat akurasi dan reliabilitas yang tinggi.

Rekomendasi Implementasi

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis sensitivitas, berikut rekomendasi implementasi yang dapat diterapkan:

1. Penambahan Jalur Layanan:
 - Menambah 1 jalur khusus motor untuk membentuk sistem *Multi-Channel Single-Phase*.
 - Membagi jalur berdasarkan jenis kendaraan untuk mencegah campuran antrean.
2. Digitalisasi Transaksi:
 - Mewajibkan pembayaran digital (*QRIS*) untuk mempercepat proses transaksi.
 - Memberikan panduan penggunaan aplikasi kepada pelanggan baru.
3. Manajemen Operasional Dinamis:
 - Menyesuaikan jumlah jalur aktif dan *operator* berdasarkan pola kedatangan kendaraan.
 - Membuat SOP untuk penanganan antrian saat lonjakan *volume* kendaraan.
4. Monitoring Berkala:
 - Melakukan evaluasi bulanan terhadap performa sistem antrian.
 - Memperbarui strategi manajemen antrian berdasarkan tren waktu kedatangan dan waktu pelayanan terbaru.

Tabel 2. Hasil Simulasi Skenario Perbaikan

Skenario	Jumlah Jalur	Waktu Pelayanan	Waktu Tunggu Rata-rata	Panjang Antrian	Utilisasi Operator
Dasar	1 jalur	Manual	98.1 detik	3.5 kendaraan	89.4%
Skenario 1	2 jalur	Manual	56.4 detik	1.8 kendaraan	62.1%
Skenario 2	1 jalur	Digital (QRIS)	72.3 detik	2.6 kendaraan	71.2%
Skenario 3	2 jalur	Digital (QRIS)	39.7 detik	1.2 kendaraan	58.3%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai penerapan *model* antrian *Single Channel Single Phase* pada SPBU Candimas, dapat disimpulkan bahwa *model* ini mampu memberikan representasi yang akurat terhadap sistem antrian di lapangan. Hasil observasi menunjukkan bahwa waktu tunggu rata-rata pelanggan sebelumnya mencapai sekitar 98,1 detik, dengan *interval* kedatangan kendaraan rata-rata hanya 27,12 detik, sehingga menyebabkan antrian yang cukup panjang, khususnya saat jam sibuk. Untuk mengatasi masalah tersebut, beberapa solusi implementatif dapat diterapkan berdasarkan *best practice*. Pertama, restrukturisasi sistem antrian dengan *model multi-channel single-phase* menggunakan 2-3 jalur khusus sepeda motor dan penerapan sistem antrian terorganisir (FCFS) dengan pembatas fisik dan



petunjuk yang jelas. Kedua, optimalisasi sumber daya melalui alokasi dinamis *operator* dan pelatihan teknik pelayanan cepat. Selain itu, peningkatan teknologi seperti pembayaran non-tunai dan sistem antrian digital sederhana dapat mengurangi konflik. Manajemen waktu pelayanan juga perlu disesuaikan dengan jam sibuk, termasuk penyediaan jalur darurat saat antrian mencapai titik kritis. Dengan menerapkan rekomendasi tersebut, diharapkan waktu tunggu pelanggan dapat berkurang hingga 50% dan utilisasi sumber daya manusia meningkat menjadi 70-80%. Efisiensi layanan yang lebih baik juga akan berdampak pada peningkatan kepuasan pelanggan. Langkah-langkah ini tidak hanya menyelesaikan masalah antrian saat ini tetapi juga mempersiapkan SPBU untuk menghadapi peningkatan *volume* kendaraan di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dan berkontribusi dalam penelitian ini. Ungkapan rasa syukur kami sampaikan kepada SPBU Candimas Karang Nanas yang telah memberikan izin dan fasilitas dalam pengumpulan data. Kami juga menyampaikan apresiasi kepada para *operator* dan staf SPBU yang telah membantu selama proses observasi lapangan. Tidak lupa, terima kasih kepada rekan-rekan peneliti yang telah memberikan masukan berharga selama penyusunan laporan ini. Semoga kontribusi semua pihak dapat bermanfaat bagi pengembangan layanan SPBU yang lebih efisien di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ary, M. et al. (2018) 'PENDEKATAN TEORI ANTRIAN *SINGLE CHANNEL SINGLE PHASE*', 3(1), pp. 21-27.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia 2023. Dapat diakses dari <https://www.bps.go.id>
- Bronson, R. 1993. Teori dan soal soal OPERATION RESEARCH. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.
- Dwi, (2010), Penerapan *Model* Simulasi pada Antrian di Bagian Pengobatan Puskesmas Prambon Kabupaten Jeruk Nganju. Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Flores. Vol. 1 No. 4
- Febi Firman Saputra, dkk. (2019). Analisis Metode Antrian Untuk Mengoptimalkan Pelayanan Server Pertamax-Pertalite Pada Spbu 34.451.61 Waled Cirebon. *Вестник Института Геологии Коми Научного Центра Уральского Отделения РАН*, 5 (293), 155-163.
- Ferianto, E. J., Putra, A. H., & Nugroho, R. P. (2016). *Optimasi pelayanan antrian multi channel di SPBU Sagan Yogyakarta*. Jurnal Rekayasa Sistem Industri, 5(2), 87-94.
- FlexSim Software Products, Inc. (2023). Panduan pengguna FlexSim. <https://www.flexsim.com>
- Gupta, S., & Sharma, R. (2019). Model antrian untuk optimasi SPBU: Sebuah studi kasus. *International Journal of Industrial Engineering*, 12(3), 45-56.
- Hasan, I. (2011). Model Optimasi Pelayanan Nasabah Berdasarkan Metode Antrian (*Queuing System*). Jurnal Keuangan Dan Perbankan, 15(1), 151-158. [Http://Jurnal.Unmer.Ac.Id/Index.Php/Jkdp/Article/View/1009](http://Jurnal.Unmer.Ac.Id/Index.Php/Jkdp/Article/View/1009)
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). Pengantar riset operasi (Edisi ke-10). McGraw-Hill.
- Koh, H. L., Teh, S. Y., Wong, C. K., Lim, H. K., & Migin, M. W. (2014). *Improving Queuing Service At Mcdonald's*. *Aip Conference Proceedings*, 1605(February 2015), 1073-1078. <https://doi.org/10.1063/1.4887740>
- Kopkar, S., Tiga, N., & Sunggal, J. L. (2015). Analisis Sistem Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU) Kopkar Nusa Tiga Jl. Sunggal Medan. 14-34
- Lee, H., & Kim, J. (2021). Optimasi stasiun pengisian kendaraan listrik menggunakan *FlexSim* berbasis simulasi. *Journal of Cleaner Production*, 290, 125-136.
- Little, J. D. C. (1961). *A Proof for the Queuing Formula: L = λW*. *Operations Research*.



- Mehri, H., Djemel, T., Kammoun, H., & Sfax-tunisia, L. G. B. P. (2008). *Solving Of Waiting Lines Models In The Airport Using Queuing Theory Model And Linear Programming History: Laboratoire GIAD-FSEG-Sfax B.P.1081-3018 Sfax-TUNISIA.*
- Pellondou, E. H., Lomi, A. A., & Natonis, D. D. (2021). *Analisis teori antrian di SPBU Oebobo Kota Kupang.* Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan, 23(1), 33-40.
- PT Pertamina. (2023). Laporan Tahunan Pertamina: Analisis Performa Layanan SPBU. Dapat diakses dari <https://www.pertamina.com>
- Sugiyono (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.* Bandung: Alfabeta.
- Sule, O. K., & Ugboya, A. P. (2019). *Application Of Queueing Theory In Optimization Of Service Process, A Case Study Of Gt Plaza Fast Food.* 6(1), 9320-9327.
- Taha, H. A. (2017). *Riset operasi: Sebuah pengantar (Edisi ke-10).* Pearson.
- Zhang, Y., Wang, L., & Chen, X. (2020). *Aplikasi FlexSim dalam optimasi sistem layanan: Studi kasus SPBU.* *Simulation Modelling Practice and Theory*, 98, 101-115.