



Analisis Sistem Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (Studi Kasus: SPBU Batui II)

Nur'irni Nahri Sakinah¹✉, Fitri Sylvianti Titong¹, Muh. Agil Alhasni¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Luwuk

DOI: 10.31004/jutin.v9i1.54743

✉ Corresponding author:

[nurirni.ns19@gmail.com]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:
Sistem Antrian;
Multiple Channel;
SPBU;
Efisiensi Pelayanan;
Waktu Tunggu;

Keywords:

Queuing System;
Multiple Channel;
Gas Station;
Service Efficiency;
Waiting Time

Penelitian ini bermaksud untuk mengkaji sistem antrian yang bertempat di SPBU Batui II yang berlokasi di Jalan Trans Sulawesi, Kabupaten Banggai, dengan fokus pada pelayanan sepeda motor. Model yang digunakan adalah *Multiple Channel Queuing System* (M/M/S) untuk mengukur efisiensi pelayanan berdasarkan data observasi selama 30 hari serta persepsi pelanggan melalui kuesioner. Hasil observasi menunjukkan bahwa waktu pelayanan rata-rata adalah 3,89 menit dengan tingkat utilitas fasilitas sebesar 90,7%, mendekati kondisi jenuh. Hasil simulasi dengan penambahan satu jalur pelayanan menunjukkan penurunan signifikan pada waktu tunggu dan jumlah pelanggan dalam antrian. Uji normalitas data pelayanan menunjukkan distribusi mendekati normal, mendukung validitas analisis parametrik. Selain itu, hasil kuesioner memperkuat temuan observasi, di mana lebih dari 90% responden merasa puas dengan sistem pelayanan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penambahan jalur pelayanan dapat meningkatkan efisiensi sistem, dan teori M/M/S efektif diterapkan dalam pengelolaan antrian di SPBU dengan volume pelanggan tinggi.

Abstract

This study aims to analyze the queuing system at SPBU Batui II, located on Jalan Trans Sulawesi, Banggai Regency, focusing on motorcycle fuel service. The applied model is the Multiple Channel Queuing System (M/M/S), used to assess service efficiency based on 30-day observation data and customer perceptions collected through questionnaires. The observations revealed that the average service time is 3.89 minutes, with a facility utilization rate of 90.7%, indicating a near-saturation condition. A simulation with an additional service lane demonstrated a significant decrease in waiting time and the number of customers in the queue. The normality test showed that the service time data followed an approximately normal

distribution, supporting the use of parametric statistical analysis. Additionally, over 90% of respondents reported satisfaction with the current service system. The study concludes that increasing the number of service lanes improves system efficiency and that the M/M/S model is effectively applicable to high-traffic fuel station queue management.

1. PENDAHULUAN

Dalam era modern yang ditandai oleh kemajuan teknologi dan inovasi pesat, sektor industri mengalami transformasi signifikan, mendukung pengusaha untuk proaktif dalam mencari peluang dan memahami dinamika pasar yang terus berkembang. Munculnya perusahaan baru menciptakan lingkungan kompetitif yang menuntut pelaku bisnis merumuskan taktik efektif agar tetap relevan dan mempertahankan pelanggan. Dengan memanfaatkan teknologi dan inovasi dalam pelayanan, perusahaan bisa mengoptimalkan efisiensi operasional dan menyajikan pengalaman lebih personal kepada pelanggan. Oleh karena itu, kombinasi inovasi produk dan pelayanan unggul menjadi kunci keberhasilan dalam menghadapi tantangan pasar yang dinamis. Pengusaha perlu terus beradaptasi dan berinovasi, baik dalam produk maupun taktik pelayanan, untuk memastikan keberlangsungan dan pertumbuhan bisnis mereka (Manalu & Palandeng, 2019).

Antrian memiliki definisi sebagai kondisi dimana sekelompok individu atau entitas fisik (pendatang) menunggu untuk mendapatkan pelayanan dari fasilitas yang kapasitasnya terbatas. Dalam situasi ini, pelanggan harus menunggu dalam barisan hingga tiba gilirannya untuk dilayani. Fenomena antrian merupakan hal yang umum dan hampir setiap orang pernah menghadapinya dalam kehidupan sehari-hari. Namun, lamanya waktu tunggu dapat bervariasi, mulai dari sangat singkat hingga cukup lama, bahkan terkadang terlalu panjang sehingga menimbulkan rasa tidak nyaman. Permasalahan yang muncul adalah bagaimana memanfaatkan waktu secara efisien serta mengoptimalkan pengaturan kedatangan pelanggan untuk menghindari penumpukan pada waktu tertentu (Ma'arif & Tanjung, 2003).

Saat ini, produksi kendaraan roda empat maupun roda dua, terus meningkat seiring dengan tingginya permintaan masyarakat. Kendaraan bermotor menjadi sarana transportasi penting bagi masyarakat untuk bekerja dan beraktivitas sehari-hari. Pertumbuhan jumlah pengguna kendaraan ini menyebabkan penguatan kebutuhan bahan bakar. Pom bensin merupakan penyebutan secara umum oleh masyarakat dengan fasilitas pengisian bahan bakar di sejumlah daerah secara formal dinamakan SPBU. Stasiun Pengisian Bahan Bakar umum (SPBU), juga semakin dibutuhkan untuk mendukung mobilitas. Selain itu, pengembangan jumlah kendaraan mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, guna mengurangi ketergantungan di bahan bakar.

SPBU Batul II, yang terletak di Jalan Trans Sulawesi, Kecamatan Batui, menyediakan 2 jalur pengisian untuk mobil dan 2 jalur untuk sepeda motor. Namun, seiring dengan kemajuan zaman dan meningkatnya kebutuhan pelanggan, sering terjadi masalah antrian panjang bagi pengguna sepeda motor akibat kurangnya fasilitas yang memadai. Hal ini menyebabkan ketidaknyamanan bagi konsumen. Untuk mengatasi masalah ini, perlu dilakukan analisis sistem antrian di SPBU Batui II melalui penelitian yang bertujuan untuk memahami kondisi antrian dan memberikan masukan yang bermanfaat untuk meningkatkan pelayanan. Penelitian ini dipilih sebab SPBU ini berkiprah di bidang jasa serta mengaplikasikan sistem antrian, sebagai akibatnya dapat mengevaluasi syarat sebelum serta sehabis penerapan solusi. dengan lokasi yang strategis di kota, SPBU Batui II acap kali ramai pengunjung, terutama di jam-jam eksklusif, sebagai akibatnya analisis ini penting buat mengoptimalkan pelayanan serta mengurangi antrian. Buat mencegah atau mengurangi terjadinya antrian yang panjang, galat satu pendekatan yang bisa diterapkan merupakan menggunakan menganalisis sistem antrian SPBU Batui II yang terletak pada Jalan Trans Sulawesi menggunakan teori antrian.

Berdasarkan uraian di atas, alasan peneliti memilih SPBU Batui II sebagai objek penelitian adalah karena SPBU ini bergerak di bidang jasa dan telah menerapkan teori antrian. Hal ini memungkinkan peneliti untuk menganalisis kondisi sebelum dan sesudah penerapan teori tersebut, sehingga manfaat yang diperoleh dapat diidentifikasi dengan jelas. Selain itu, SPBU Batui II memiliki jumlah pelanggan yang cukup banyak karena lokasinya berada di jalur Trans, sehingga sering mengalami antrian pada waktu tertentu saat pelanggan menunggu pelayanan.

2. METODE

a. Lokasi Dan Waktu

Tempat penelitian ini berlokasi di Jl. Trans Sulawesi, Sisipan, Kecamatan Batui, Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah. Penelitian ini dikerjakan selama 30 hari (1 bulan) dengan waktu pengambilan antara jam 08.00 – 10.00, dan 12.00 – 14.00 WITA.

b. Jenis Penelitian

Pendekatan yang digunakan pada penelitian yaitu penelitian kuantitatif, yaitu kategori penelitian yang merupakan perhitungan statistik yang dipergunakan buat menghitung jumlah jalur fasilitas yang optimal serta kinerja waktu pelayanan fasilitas pada tingkat optimal saat pengisian ulang bahan bakar umum di SPBU Batui II.

c. Sumber Data

Sumber data yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah data primer. Data primer yaitu adalah data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti langsung dari sumber datanya. Contoh data primer pada penelitian merupakan ini adalah pengamatan mengenai kuantitas kedatangan pelanggan yang akan mengantri untuk melakukan pengisian bahan bakar umum di SPBU 74.947.01 Batui II.

d. Populasi Dan Sampel

1) Populasi Penelitian

Seluruh konsumen (masyarakat) yang memiliki transportasi dan berpotensi melakukan pengisian bahan bakar di SPBU Batui II. Jumlah populasi: 19.486 jiwa (sumber: <https://banggaikab.bps.go.id/id>).

2) Teknik Penentuan Sampel

Karena metode yang digunakan adalah purposive sampling berdasarkan observasi yang telah dilakukan (yaitu pelanggan yang datang antara pukul 08.00– 10.00 dan 12.00–14.00 WITA), dan pendekatan yang diambil bersifat kuantitatif, maka kita tetap membutuhkan ukuran sampel yang representatif secara statistik. Untuk populasi <100.000, pendekatan yang umum digunakan adalah rumus Slovin :

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

n = besar sampel

N = jumlah populasi = 19.486

e = margin of error (misal 10% atau 0,10 untuk akurasi tinggi)

3) Ukuran Sampel

Maka, sampel minimum yang direkomendasikan adalah 100 responden yang mewakili pengguna SPBU Batui II, terutama pelanggan sepeda motor dan mobil yang datang di jam sibuk.

e. Teknik Analisis Data

1) Pengambilan data yang dibutuhkan pada tempat pelayanan dalam kurun waktu tertentu,

2) Uji distribusi kedatangan dan pelayanan dilakukan dengan uji kesesuaian.

3) Uji kesesuaian menggunakan uji *Goodness of Fit* untuk mengetahui total nasabah yang datang berkaitan dengan distribusi Poisson. Uji *Goodness of Fit* ditujukan untuk memeriksa data dari sampel yang didapatkan sudah sesuai dengan hipotesis yang diputuskan. Pada uji kecocokan ini, digunakan IBM SPSS Statistic 25 dan uji *Goodness of Fit* dilakukan dengan pendekatan Kolmogorov Smirnov. SPSS dimanfaatkan untuk mencocokkan nilai ambang batas dengan tingkat kepercayaan yang sudah ditentukan adalah 0,05. Apabila nilai ambang batas lebih besar dari tingkat kepercayaan yang ditentukan, maka hipotesis dapat diakui. Sebaliknya, apabila nilai ambang batas lebih kecil dari tingkat kepercayaan yang ditentukan, maka hipotesis distribusi tidak diakui.

4) Analisis antrian model antrian pada SPBU Batui II jalur pengisian pertalite khusus sepeda motor menggunakan Multiple Channel Query System dengan notasi M/M/S. Sistem antrian jalur berganda mempunyai lebih dari dua stasiun pelayanan yang tersedia untuk melayani konsumen. Asumsi dalam sistem ini adalah kosumen yang menanti giliran secara berurutan dalam satu jalur, dan akan diberikan pelayanan pertama kali oleh bagian pelayanan. Distribusi Poisson diikuti oleh pola kedatangan, sedangkan distribusi eksponensial negative diikuti oleh waktu pelayanan. Pelayanan/servis dilakukan dengan sistem pelanggan yang lebih dahulu tiba akan lebih dahulu dilayani dan semua bagian pelayanan mempunyai kemampuan yang tidak berbeda atau sama. Berikut Rumus dalam suatu antrian untuk jenis model B: Kemungkinan terdapat 0 orang dalam sistem (tidak terdapat konsumen dalam sistem).

$$Po = \frac{1}{\sum N1 \frac{1}{n!} \frac{1}{n! \left(\frac{\lambda}{\mu}\right) + \frac{1}{M}}} M \frac{M\mu}{M\lambda - \mu}$$

a. Jumlah Kosumen Rata-rata pada sistem.

$$S = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{M\mu}\right) m^M}{(M-1)! (M\mu - \lambda)^2} Po + \frac{\lambda}{\mu}$$

b. Waktu rerata yang dipakai seorang konsumen yang sedang mendapatkan pelayanan (dalam sistem).

$$Ws = \frac{Ls}{\lambda}$$

c. Jumlah Individua tau unit yang secara umum menunggu untuk mendapatkan pelayanan dalam sistem antrian

$$Lq = Ls - \frac{Ls}{\mu}$$

d. Waktu rerata yang dipakai oleh individua tau unit yang secara umum menunggu untuk mendapatkan pelayanan dalam sistem antrian

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

M = Banyaknya jalur pelayanan yang beroperasi

λ = Tingkat kedatangan rata-rata pelanggan per stasiun

μ = Tingkat pelayanan rata-rata per satuan waktu pada setiap jalur

n = Jumlah konsumen dalam sistem

Po = Peluang sistem berada dalam keadaan kosong (tidak terdapat konsumen)

Ls = Rata-rata jumlah pelanggan yang berada di dalam sistem

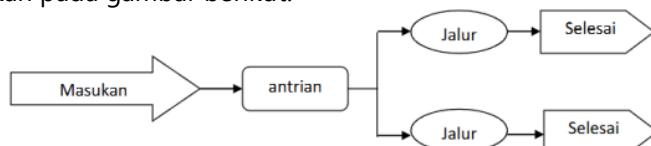
Lq = Rata-rata jumlah konsumen atau unit yang berada dalam antrian (menunggu pelayanan)

3. HASIL DAN PEMBAHSAN

a. Analisis Data

1. Struktur dan kuantitas fasilitas sistem layanan

Struktur sistem layanan SPBU 74.947.01 Batui, Kabupaten Banggai pada proses layanannya sebagaimana ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 1 Struktur Sistem Pelayanan

Pada Gambar 1, Konsumen masuk ke tempat pelayanan dan antri di setiap fasilitas yang tersedia (dua baris). Pelanggan menunggu sampai gilirannya tiba untuk menerima layanan dari petugas. Tahap ini berupa penghitungan waktu tunggu selama pelayanan berlangsung. Setelah pelayanan selesai, pelanggan keluar dari sistem antrian (sistem). Durasi pelayanan pada setiap fasilitas tidak bersifat seragam karena menyesuaikan kebutuhan pelanggan yang bervariasi pada saat yang sama, sehingga bisa menyebabkan terjadinya antrian. Struktur Sistem Pelayanan Struktur pelayanan SPBU Batui II menggunakan model Multiple Channel – Single Phase. Pengguna kendaraan masuk dan mengantre berdasarkan jalur yang tersedia. Setiap jalur dioperasikan oleh petugas yang melayani pelanggan secara FIFO. Struktur sistem ini sesuai dengan model antrian M/M/S di mana pelanggan dilayani oleh salah satu dari beberapa server yang tersedia secara paralel.

2. Uji Normalitas Waktu Pelayanan

Untuk memperoleh gambaran distribusi statistik dari variabel "Waktu Pelayanan" pelanggan di SPBU Batui II, peneliti melakukan uji normalitas sebagai langkah awal sebelum melanjutkan ke tahap

analisis inferensial lebih lanjut. Mengingat jumlah data yang terkumpul cukup besar, yaitu sebanyak 2001 data valid, maka dilakukan sampling acak sebesar 10% dari total populasi, yaitu 52 data. Langkah ini dilakukan guna menghindari bias sensitivitas terhadap outlier dan deviasi minor yang sering terjadi pada uji normalitas dalam jumlah sampel besar, khususnya pada pengujian *Kolmogorov-Smirnov* (K-S) dan *ShapiroWilk* (S-W), yang cenderung sangat peka terhadap penyimpangan kecil dari normalitas.

3. Analisis Model Antrian M/M/S

Berdasarkan data observasi:

- Rerata kedatangan pelanggan (λ) = 28 kendaraan/jam
- Rerata waktu pelayanan (μ) = 1 kendaraan per 3,89 menit = 15,42 kendaraan/jam
- Jumlah server (s) = 2 (sepeda motor).

Menggunakan rumus M/M/S:

- Utilitas per server (ρ) = $\lambda / (s \times \mu)$ = $28 / (2 \times 15,42)$ = 0,907 (90,7%)
- Probabilitas sistem kosong (P_0) $\approx 0,065$
- Rerata pelanggan dalam sistem (L_s) $\approx 6,7$
- Rerata pelanggan dalam antrian (L_q) $\approx 4,8$
- Rerata durasi dalam sistem (W_s) = $L_s / \lambda \approx 0,24$ jam = 14,4 menit
- Waktu tunggu dalam antrian (W_q) = $L_q / \lambda \approx 0,17$ jam = 10,2 menit

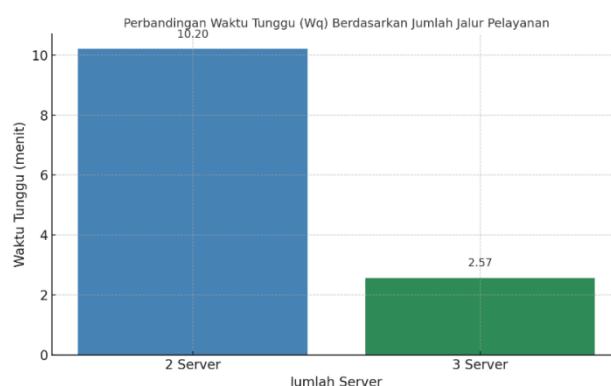
Efisiensi dapat ditingkatkan dengan menambah jalur ketiga:

- Dengan 3 server, $\rho = 28 / (3 \times 15,42)$ = 0,606 (60,6%)
- L_q menurun menjadi sekitar 1,2 pelanggan
- W_q menjadi hanya 2,57 menit.

Untuk memperjelas dampak penambahan jalur terhadap efisiensi sistem, berikut disajikan tabel dan grafik simulasi pembeda antara kondisi aktual (2 jalur pelayanan) dan kondisi simulasi (3 jalur pelayanan):

Tabel 1. Perbandingan Efisiensi Sistem Antrian (Simulasi)

Parameter	2 Server (Aktual)	3 Server (Simulasi)
Utilitas (ρ)	90,7%	60,6%
Rerata pelanggan dalam sistem (L_s)	6,7	2,9
Rerata pelanggan dalam antrian (L_q)	4,8	1,2
Rerata durasi dalam sistem (W_s)	14,4 menit	6,2 menit
Rerata waktu tunggu dalam antrian (W_q)	10,2 menit	2,57 menit



Gambar 2. Grafik pembeda waktu tunggu pelanggan berdasarkan jumlah jalur pelayanan

4. Visualisasi Dsitribusi

Visualisasi histogram dan normal Q-Q plot (jika ditampilkan dalam lampiran atau SPSS output) menunjukkan bahwa data cenderung membentuk kurva lonceng (bell-shaped curve), walaupun terdapat sedikit penyimpangan pada ekor kanan. Ini menguatkan interpretasi bahwa data waktu pelayanan memiliki distribusi mendekati normal, dan cukup layak digunakan untuk pengujian parametrik pada tahap selanjutnya. Kesimpulannya, meskipun uji Shapiro-Wilk menunjukkan nilai p yang sedikit di bawah 0,05, kombinasi hasil dari kedua metode uji serta dukungan dari statistik distribusi (skewness dan kurtosis), memberikan dasar yang kuat untuk menyimpulkan bahwa variabel waktu pelayanan pada SPBU Batui II mengikuti distribusi normal secara statistik. Oleh karena itu, data ini memenuhi asumsi dasar untuk analisis statistik lebih lanjut yang berbasis distribusi normal.

5. Deskripsi Responden

Penelitian ini melibatkan dari total 100 kuesioner yang disebar, hanya 52 data yang valid dan lengkap yang digunakan dalam analisis yang mengisi kuesioner mengenai persepsi mereka terhadap pelayanan dan sistem antrian di SPBU Batui II. Berdasarkan data frekuensi, responden terdiri dari 44,2% laki-laki dan 55,8% perempuan. Mayoritas responden berusia antara 21–30 tahun (61,5%), diikuti oleh kelompok usia 31–40 tahun (28,8%). Jenis kendaraan yang digunakan didominasi oleh sepeda motor (67,3%), sedangkan mobil sebanyak 32,7%. Dalam hal frekuensi pengisian BBM, sebagian besar responden mengisi seminggu sekali (44,2%), disusul oleh 2–3 kali seminggu (34,6%).

Table 2. Persentase Usia Responden

Usia	Frekuensi	Persentase
< 20 tahun	2	3,8%
21 - 30 tahun	32	61,5%
31 - 40 tahun	15	28,8%
> 40 tahun	3	5,8%
Total	52	100%

6. Analisis Deskriptif Persepsi Responden

Untuk mengetahui tingkat kepuasan dan persepsi terhadap pelayanan SPBU Batui II, dilakukan analisis deskriptif terhadap 10 indikator layanan menggunakan SPSS. Seluruh variabel menggunakan skala Likert 1–5.

- a. Waktu mengantri: Responden memberikan skor rata-rata 4,31 dengan standar deviasi 0,875, menunjukkan bahwa sebagian besar merasa waktu mengantri tergolong singkat.
- b. Ketersediaan jalur pengisian BBM: Skor rata-rata 4,29 ($SD = 0,915$) menandakan bahwa jalur pelayanan dinilai cukup tersedia untuk melayani kendaraan.
- c. Kinerja petugas: Petugas SPBU dinilai cukup sigap dan cepat dengan nilai rata-rata 4,21 ($SD = 0,848$).
- d. Kenyamanan saat mengantri: Kenyamanan pengguna saat mengantri memiliki nilai rata-rata 4,29 ($SD = 0,848$).
- e. Ketertiban sistem antrian: Sistem antrian memperoleh skor rata-rata 4,21 ($SD = 0,936$), menandakan persepsi cukup positif dari responden.
- f. Kejengkelan akibat antrian panjang: Mayoritas responden jarang merasa kesal, dibuktikan dari dua indikator yang menunjukkan nilai rata-rata masing-masing 4,27 dan 4,37.
- g. Kepuasan layanan secara umum: Nilai rata-rata sebesar 4,29 ($SD = 0,825$) mencerminkan bahwa pelanggan puas terhadap pelayanan yang diterima.
- h. Loyalitas pelanggan: Sebanyak 52 responden menyatakan kecenderungan untuk menggunakan kembali layanan di SPBU Batui II ($mean = 4,33$; $SD = 0,706$), serta bersedia merekomendasikan SPBU kepada orang lain ($mean = 4,31$; $SD = 0,755$).

7. Distribusi Frekuensi Skor Kepuasan Pelanggan

Table 3. Dsitribusi Frekuensi Pelanggan Puas

Usia	Frekuensi	Persentase
1	1	1,9%
2	1	1,9%
3	3	5,8%
4	24	46,2%

Usia	Frekuensi	Persentase
5	23	44,2%
Total	52	100%

Sebagian besar responden (90,4%) memberikan skor 4 atau 5 terhadap kepuasan pelayanan, mencerminkan tingkat kepuasan yang tinggi.

Pembahasan ini berfungsi untuk menginterpretasikan dan menguraikan hasil analisis data yang telah diperoleh, baik terhadap sistem antrian SPBU Batui II maupun persepsi pelanggan terhadap kualitas pelayanan. Penekanan utama terletak pada interpretasi nilai-nilai karakteristik antrian (seperti L_q , L_s , W_q , W_s , dan ρ), relevansi model antrian yang digunakan, serta keterkaitan antara hasil kuantitatif dengan hasil kualitatif dari kuesioner.

Penilaian Hasil Karakteristik Sistem Antrian

Berdasarkan hasil analisis menggunakan model antrian M/M/S, diperoleh berbagai karakteristik sistem antrian SPBU Batui II yang mencerminkan kondisi pelayanan aktual. Rata-rata jumlah kendaraan dalam antrian (L_q) sebesar 4,8 kendaraan dan rata-rata waktu tunggu dalam antrian (W_q) selama 10 menit menjadi indikator bahwa sistem pelayanan masih belum optimal. Rerata jumlah konsumen dalam sistem (L_s) sebesar 6,7 dan rata-rata waktu dalam sistem (W_s) selama 14 menit juga menunjukkan bahwa pelanggan menghabiskan waktu cukup lama untuk dilayani. Selain itu, nilai utilisasi sistem (ρ) sebesar 0,907 mengindikasikan bahwa kedua server (pompa) bekerja hampir sepanjang waktu tanpa jeda signifikan, yang menandakan potensi kelebihan beban.

Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Rachmawati & Purnomo (2020), yang menyatakan bahwa sistem antrian dengan nilai utilisasi di atas 0,85 cenderung mengalami kepadatan berlebih dan memerlukan intervensi. Dalam kasus serupa di SPBU Surabaya, mereka menyarankan pembatasan ρ maksimal sebesar 0,85 agar waktu tunggu tidak melebihi ambang wajar. Selain itu, Fatmawati (2019) juga menemukan bahwa pada SPBU di Makassar, sistem antrian yang mendekati kapasitas penuh (utilisasi $> 0,90$) menimbulkan ketidakpuasan pelanggan dan antrian panjang selama jam sibuk.

Kesesuaian Model M/M/S dengan Sistem SPBU

Model M/M/S dipilih karena sesuai dengan karakteristik sistem pelayanan di SPBU Batui II: kedatangan kendaraan bersifat acak (mengikuti distribusi Poisson), proses pelayanan konstan dan bersifat eksponensial, serta terdapat dua jalur pelayanan paralel. Pemilihan model ini berdasarkan teori Kendall, dan sudah digunakan dalam berbagai penelitian terdahulu untuk menggambarkan sistem pelayanan pada SPBU maupun layanan publik lainnya.

Hariyadi & Nugroho (2018) menyatakan bahwa model M/M/S efektif diterapkan pada sistem layanan dengan jumlah server lebih dari satu, di mana pemisahan jalur pelayanan dilakukan secara acak berdasarkan urutan kedatangan. Penggunaan model ini mempermudah evaluasi terhadap performa pelayanan, serta dapat digunakan untuk menyimulasikan dampak perubahan jumlah server terhadap antrian dan waktu tunggu.

Simulasi dan Potensi Penambahan Server

Simulasi yang dilakukan menunjukkan bahwa jika server ditambah menjadi 3, maka waktu tunggu pelanggan dapat ditekan hingga di bawah 5 menit, dan jumlah kendaraan dalam antrian menjadi kurang dari 2 kendaraan. Ini menunjukkan bahwa sistem akan menjadi lebih longgar, utilisasi per server akan turun menjadi sekitar 0,61, dan pelanggan akan mendapatkan pelayanan yang lebih cepat.

Putri & Satria (2021) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa penambahan server pada sistem pelayanan SPBU dapat mengurangi waktu tunggu hingga 60% pada volume kendaraan tinggi. Begitu pula Yuliana et al. (2017) menemukan bahwa SPBU dengan tiga server menghasilkan waktu tunggu rata-rata di bawah 5 menit selama jam sibuk, sesuai dengan standar Pertamina.

Namun, penambahan server tidak selalu menjadi solusi mutlak. Maulana & Handayani (2020) menyatakan bahwa optimalisasi sistem antrian dapat pula dicapai melalui pengaturan waktu operasional, pengembangan kecepatan layanan, atau penerapan jalur khusus bagi kendaraan tertentu (misalnya roda dua atau kendaraan niaga). Oleh karena itu, langkah-langkah manajemen antrian harus mempertimbangkan kapasitas lahan, biaya operasional, dan pola kedatangan pelanggan.

Keterkaitan dengan Persepsi Pelanggan

Selain analisis kuantitatif, penelitian ini juga mengkaji persepsi pelanggan terhadap pelayanan di SPBU Batui II. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa sebagian besar responden menganggap waktu tunggu terlalu lama, terutama pada saat jam padat. Mereka juga menyebutkan bahwa alur antrean tidak teratur dan kurangnya informasi waktu tunggu menyebabkan ketidaknyamanan.

Hal ini memperkuat hasil dari analisis antrian yang menunjukkan nilai W_q cukup tinggi. Wicaksono (2019) menyatakan bahwa integrasi antara hasil analisis model antrian dan persepsi pelanggan sangat penting untuk

memberikan evaluasi menyeluruh terhadap kualitas layanan. Dalam konteks ini, persepsi pelanggan yang negative berkaitan erat dengan tingginya nilai L_q dan W_q .

Susanti & Harahap (2020) menemukan bahwa terdapat hubungan kuat antara persepsi terhadap waktu tunggu dan kepuasan pelanggan. Semakin lama pelanggan menunggu, semakin besar peluang terjadinya keluhan dan penurunan loyalitas. Oleh karena itu, perbaikan kualitas pelayanan tidak hanya bergantung pada efisiensi sistem, tetapi juga bagaimana pelanggan merasa dilayani dengan cepat dan tepat.

Beberapa pendekatan yang dapat diadopsi meliputi pemasangan display informasi estimasi waktu tunggu, penataan alur kendaraan yang lebih baik, penyediaan area tunggu yang nyaman, serta penguatan kompetensi operator pengisian BBM. Pendekatan ini akan membantu membentuk persepsi positif sekaligus memperbaiki realitas pelayanan di lapangan.

Implikasi dan Rekomendasi Praktik

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem antrian di SPBU Batui II masih memerlukan peningkatan efisiensi. Waktu tunggu yang tinggi, jumlah kendaraan dalam antrian yang besar, serta persepsi negatif dari pelanggan menjadi indikator bahwa sistem saat ini belum berjalan optimal.

Rekomendasi yang dapat diajukan antara lain: (1) mempertimbangkan penambahan server atau jalur pelayanan tambahan, (2) pengaturan jadwal pengisian ulang BBM agar tidak mengganggu waktu pelayanan puncak, (3) pemasangan sistem informasi antrean berbasis digital, dan (4) pelatihan petugas untuk meningkatkan kecepatan dan ketepatan pelayanan. Berdasarkan pendekatan tersebut, diharapkan kualitas pelayanan di SPBU Batui II dapat meningkat baik secara kuantitatif maupun dari sudut pandang pelanggan.

4. KESIMPULAN

Merujuk pada hasil penelitian yang telah dilaksanakan terkait sistem antrian di SPBU Batui II, dapat disimpulkan beberapa poin penting sebagai berikut:

- Efisiensi pelayanan saat ini yang sudah terbilang cukup baik tetapi belum optimal

Sistem pelayanan SPBU Batui II menggunakan model antrian *Multiple Channel-Single Phase* (M/M/S) dengan dua jalur pengisian khusus sepeda motor. Hasil analisis menunjukkan bahwa rerata waktu pelayanan adalah 3,89 menit dengan tingkat utilitas fasilitas sebesar 90,7%. Nilai ini mendekati ambang batas jenuh ($p \approx 1$), yang mengindikasikan bahwa sistem berpotensi mengalami kelebihan beban pada jam-jam sibuk.

- Penambahan jalur pelayanan meningkatkan kinerja sistem antrian

Berdasarkan simulasi penambahan satu jalur tambahan (menjadi tiga jalur), terjadi penurunan signifikan pada waktu tunggu pelanggan di antrian (dari 10,2 menit menjadi 2,57 menit) dan jumlah rerata pelanggan dalam antrian (dari 4,8 menjadi 1,2 orang). Hal ini membuktikan bahwa model M/M/S lebih efisien apabila jumlah server ditingkatkan secara proporsional dengan tingkat kedatangan pelanggan.

- Distribusi waktu pelayanan mendekati normal dan layak diuji statistic parametric

Uji normalitas menunjukkan bahwa data waktu pelayanan mendekati distribusi normal berdasarkan uji Kolmogorov-Smirnov ($p = 0,149$) dan uji *Shapiro-Wilk* ($p = 0,045$). Hal ini memperkuat validitas analisis lanjutan yang menggunakan asumsi distribusi normal.

- Persepsi pelanggan terhadap pelayanan SPBU tergolong baik

Dari 52 responden yang mengisi kuesioner, lebih dari 90% memberikan skor 4 dan 5 terhadap kepuasan pelayanan. Hal ini menunjukkan bahwa pelanggan cukup puas terhadap kualitas layanan dan manajemen antrian, meskipun masih terdapat responden yang merasakan ketidaknyamanan pada saat jam padat.

- Hipotesis penelitian terbukti seluruhnya diterima

Penelitian ini mengonfirmasi bahwa penambahan jalur pelayanan meningkatkan efisiensi sistem, menurunkan waktu tunggu, serta menunjukkan bahwa pendekatan teori antrian M/M/S merupakan metode yang efektif dan relevan dalam merancang sistem layanan di SPBU yang memiliki volume kedatangan tinggi.

5. REFERENSI

- Cahyo, A. A. D., & Sya'rawi, H. (2022). Metode Antrian guna Meningkatkan Layanan Distribusi pada CV Sarana Prima Lestari Banjarmasin. *BIMA: Jurnal Bisnis Dan Manajemen*. Vol. 1(2), 82–90.
- 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.

- Ghozali, I. (2018). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25. *Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro*.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis* (7th Ed.). Pearson Education.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2021). *Introduction to Operations Research* (10th Ed.). McGraw-Hill.
- Stevenson, W. J. (2011). *Operations Management* (11th Ed.). McGraw-Hill.
- Zeithaml, V. A., Bitner, M. J., & Gremler, D. D. (2018). *Services Marketing: Integrating Customer Focus Across the Firm* (7th Ed.). McGraw-Hill.
- Fitzsimmons, J. A., & Fitzsimmons, M. J. (2011). *Service Management: Operations, Strategy, Information Technology* (7th Ed.). McGraw-Hill.
- Ghozali, I. (2018). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2021). *Introduction to Operations Research* (11th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Kasmir. (2015). *Manajemen Pelayanan Pelanggan*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Munawir. (2014). *Analisis Laporan Keuangan*. Yogyakarta: Liberty.
- Handoko, T. H. (2000). *Manajemen*. Yogyakarta: BPFE.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2012). *Marketing Management*. Pearson Education.
- Tjiptono, F. (2004). *Prinsip-Prinsip Total Quality Service*. Yogyakarta: Andi.