



Perancangan Sistem Antrian dan Penentuan Jumlah Operator SPBU untuk Mengurangi Panjang Antrian dan Total Biaya Operasional dengan Metode Simulasi

David Try Liputra¹, Kartika Suhada², Vivi Arisandhy^{3*}, Nelson Karunia Bakti⁴

^{1,2,3,4}Program Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknologi dan Rekayasa Cerdas, Universitas Kristen Maranatha, Jl. Prof. drg. Surya Sumantri, M.P.H. No. 65, Bandung, Jawa Barat, 40164, Indonesia.

*Corresponding author: vivi.arisandhy@eng.maranatha.edu

ARTICLE INFO

Received: 09-08-2024
Revision: 06-10-2024
Accepted: 12-10-2024

Keywords:

Gas station
Queue
Queue length
Total operational cost

ABSTRACT

Improving and enhancing the performance of both service and manufacturing systems is essential for achieving customer satisfaction with the service. Research on improving and enhancing the performance of gas stations, whether using simulation methods or combinations with other methods, has been extensively conducted. However, studies that focus on improving the queue system at gas stations using simulation methods to reduce queue length and total operational costs are still limited. Previous research has proposed changes in the combination of fuel types at nozzles and the number of operators working per shift to reduce operational costs. However, these studies did not consider the resulting queue lengths. Therefore, this study will propose a design for the queue system and determine the number of operators to reduce queue length and total operational costs. First step, a simulation model of the actual queue system is created. Next step, alternative scenarios are developed for fuel type allocation at each nozzle and for determining the number of operators. Then, a simulation model of the queue system for each scenario is created. The final step is to calculate the queue length and total operational costs for the actual and proposed queue systems. There are 5 alternative scenarios to reduce the number of operators, with the best alternative being scenario 5. Scenario 5 also results in a shorter average vehicle queue length and lower total operational costs compared to the actual queue system. The average vehicle queue length decreased by 0.52 units or 31.71%. Additionally, the total operational cost decreased by Rp 714,717.74, or 23.24%.

1. PENDAHULUAN

Suatu perusahaan di bidang jasa maupun manufaktur harus mampu memberikan pelayanan yang cepat dan terbaik sesuai dengan keinginan pelanggan untuk memenuhi kebutuhannya [1]. Pelayanan yang terbaik antara lain adalah memberikan pelayanan yang cepat sehingga pelanggan tidak dibiarkan menunggu lama. Pelayanan disini dapat berupa perbaikan sistem antrian. Antrian disebabkan oleh kebutuhan pelayanan yang melebihi kemampuan pelayanan (kapasitas) atau fasilitas pelayanan, sehingga pelanggan yang datang tidak dapat segera mendapatkan pelayanan, karena padatnya aktivitas pelayanan. Apabila sering terjadi antrian yang panjang maka dapat mengakibatkan pelanggan kecewa, dan tingkat kepercayaan terhadap pelayanan akan menurun [2]. Strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja pelayanan antara lain adalah memperbaiki sistem, menyederhanakan proses, dan mengoptimalkan jumlah staf.

Berbagai penelitian yang berfokus pada perbaikan dan peningkatan kinerja dari sebuah sistem jasa atau layanan telah banyak dilakukan sebelumnya. Salah satu sistem layanan yang banyak diteliti adalah stasiun pengisian bahan bakar

umum (SPBU). Permasalahan terkait antrian di SPBU menjadi kajian yang menarik bagi banyak peneliti. Odior (2013) menerapkan teori antrian untuk mengurangi waktu dalam antrian dan waktu pelayanan pada 5 unit SPBU [3]. Daulay (2014) menggunakan teori antrian untuk menganalisis panjang antrian dan kelayakan *layout* pada 3 unit SPBU [4]. Hilman et al. (2019) menggunakan teori antrian untuk mengurangi waktu menunggu dan panjang antrian di SPBU [5]. Manalu dan Palandeng (2019) menggunakan teori antrian untuk menganalisis sistem antrian sepeda motor di SPBU [6]. Sudarwadi (2020) menggunakan teori antrian untuk menganalisis kesesuaian antara sistem antrian mobil di SPBU dengan standar layanan yang ditetapkan [7]. Prasmoro et al. (2020) menerapkan teori antrian untuk menentukan jumlah jalur fasilitas dan waktu pelayanan yang optimal pada antrian sepeda motor di SPBU [8]. Hoerunisa dan Sukanta (2021) juga menerapkan teori antrian dengan tujuan yang sama, tetapi menggunakan bantuan *software* POM-QM [9]. Pratama et al. (2022) menggunakan teori antrian untuk menganalisis kinerja sistem antrian di SPBU dari segi waktu pelanggan dalam antrian dan tingkat utilisasi operator [10]. Qamari dan Trizula (2022) menggunakan teori antrian untuk menganalisis *layout* dan panjang antrian sepeda motor di SPBU [11]. Siallagan et al. (2024) menggunakan teori antrian dengan bantuan *software* POM-QM untuk menentukan model antrian SPBU yang paling tepat untuk diterapkan [12].

Penelitian-penelitian terdahulu juga banyak yang menggunakan metode simulasi maupun kombinasinya dengan metode lain untuk perbaikan dan peningkatan kinerja SPBU. Amri et al. (2013) menggunakan metode simulasi dengan bantuan *software* Arena untuk menganalisis kinerja sistem antrian di SPBU dari segi waktu menunggu dan panjang antrian [13]. Galankashi et al. (2016) menggunakan metode simulasi dengan bantuan *software* WITNESS yang diintegrasikan dengan *design of experiments* (DOE) untuk menganalisis kinerja sistem antrian di SPBU [14]. Kusumaningtyas et al. (2018) menggunakan metode simulasi dengan bantuan *software* Arena untuk mengurangi waktu antrian sepeda motor di SPBU [15]. Febriani dan Sahid (2018) menggunakan metode simulasi dengan bantuan *software* ProModel yang dikombinasikan dengan penerapan teori antrian dengan bantuan *software* WinQSB untuk menganalisis sistem antrian sepeda motor dengan layanan mandiri di SPBU [16]. Adeke et al. (2019) menggunakan metode simulasi dengan bantuan *software* SimEvents-MATLAB untuk menganalisis sistem antrian dengan layanan prioritas di SPBU [17]. Dewandaru et al. (2021) menggunakan metode simulasi dengan bantuan *software* Arena untuk menganalisis kinerja sistem antrian SPBU dari segi waktu menunggu dan tingkat utilisasi operator [18]. Setiawan et al. (2022) menggunakan metode simulasi dengan bantuan *software* AnyLogic untuk menganalisis sistem antrian sepeda motor di SPBU [19].

Menori (2022) telah melakukan penelitian dalam sistem jasa di sebuah SPBU yang berada di Nusa Tenggara Timur. SPBU X menyediakan bahan bakar berjenis pertamax, pertalite, dan biosolar B30 (solar) yang terbagi ke dalam dua pulau pompa, dimana masing-masing pulau terdiri dari dua pompa pengisian bahan bakar (*nozzle*) di setiap sisinya. Pulau pompa ke-1 dialokasikan untuk mobil dan motor yang hendak mengisi bahan bakar berjenis pertamax dan pertalite, sedangkan pulau pompa ke-2 dialokasikan untuk truk dan mobil bermesin diesel yang hendak mengisi bahan bakar berjenis solar.

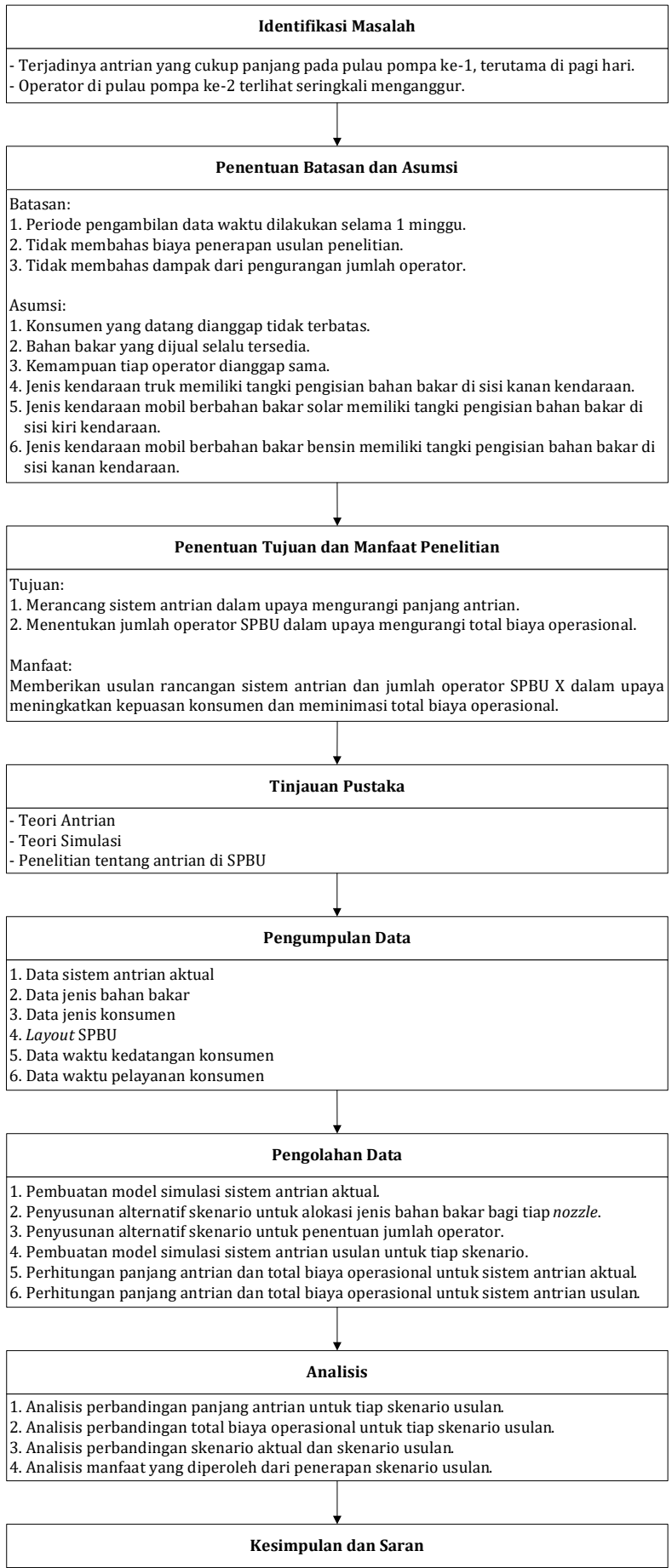
Permasalahan yang terjadi adalah terjadinya antrian yang cukup panjang pada pulau pompa ke-1, terutama di pagi hari. Hal ini menunjukkan pengaturan kombinasi *nozzle* yang ada saat ini masih belum tepat, sehingga perlu dilakukan pengaturan ulang. Selain itu, operator di pulau pompa ke-2 terlihat seringkali menganggur. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah operator yang dipekerjakan melebihi dari yang dibutuhkan. Dalam penelitian tersebut telah diusulkan perubahan kombinasi jenis bahan bakar pada *nozzle* dan perubahan jumlah operator yang bekerja dalam tiap shift kerja untuk mengurangi biaya operasional. Namun, dalam penelitian tersebut belum mempertimbangkan panjang antrian yang terjadi [20].

Penelitian tentang perbaikan dan peningkatan kinerja SPBU, baik menggunakan metode simulasi maupun kombinasi dengan metode lain telah banyak dilakukan. Namun, penelitian yang berfokus pada peningkatan sistem antrian di SPBU dengan menggunakan metode simulasi yang bertujuan untuk mengurangi panjang antrian dan total biaya operasional masih terbatas. Penelitian sebelumnya telah mengusulkan perubahan dalam kombinasi jenis bahan bakar di *nozzle* dan jumlah operator per shift untuk mengurangi biaya operasional. Namun, penelitian ini tidak mempertimbangkan panjang antrian yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem antrian dan menentukan jumlah operator SPBU dalam upaya meminimalkan panjang antrian dan total biaya operasional. Penelitian ini akan menggunakan metode simulasi dengan bantuan *software* ProModel.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan dirancang sistem antrian dan ditentukan jumlah operator SPBU dalam upaya meminimasi panjang antrian dan total biaya operasional. Elemen utama dalam sistem antrian adalah pelanggan, fasilitas pelayanan dan antrian. Pelanggan dalam sistem antrian SPBU adalah kendaraan yang akan mengisi bahan bakar. Fasilitas pelayanannya adalah SPBU, sedangkan antrian yang terjadi adalah antrian kendaraan yang menunggu pengisian bahan bakar.

Penentuan jumlah operator tersebut akan menggunakan metode simulasi. Simulasi adalah tiruan dari bagaimana sistem dunia nyata beroperasi dari waktu ke waktu. Simulasi dapat memperkirakan konsekuensi dari intervensi yang berbeda dalam perawatan kesehatan, serta untuk mengidentifikasi skenario yang optimal menurut beberapa kriteria *output* [21]. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini diperlihatkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Metodologi Penelitian

Batasan yang diberikan dalam penelitian ini adalah periode pengambilan data waktu dilakukan selama 1 minggu, tidak membahas biaya penerapan usulan penelitian dan tidak membahas dampak dari pengurangan jumlah operator.

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsumen yang datang dianggap tidak terbatas, bahan bakar yang dijual selalu tersedia, kemampuan tiap operator dianggap sama, jenis kendaraan truk memiliki tangki pengisian bahan bakar di sisi kanan kendaraan, jenis kendaraan mobil berbahan bakar solar memiliki tangki pengisian bahan bakar di sisi kiri kendaraan dan jenis kendaraan mobil berbahan bakar bensin memiliki tangki pengisian bahan bakar di sisi kanan kendaraan.

Data-data yang digunakan menggunakan data dari penelitian Menori [20]. Data-data tersebut terdiri dari data sistem antrian aktual, data jenis bahan bakar, data jenis konsumen, data *layout* SPBU, data waktu antar kedatangan konsumen, dan data waktu pelayanan konsumen. Dalam penelitian tersebut, pengumpulan data waktu antar kedatangan konsumen dan data waktu pelayanan konsumen menggunakan teknik *sampling*.

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah dengan membuat model simulasi dengan skenario saat ini dan kemudian membuat model simulasi dengan skenario usulan. Pembuatan model tersebut menggunakan *software* ProModel dimana data-data yang dikumpulkan menjadi input dalam pembuatan model tersebut. Proses verifikasi terhadap model simulasi dengan skenario saat ini dilakukan dengan cara: (1) melakukan *trace* untuk memastikan seluruh proses atau aktivitas pada model simulasi sudah sesuai dengan perilaku dari sistem aktual dan (2) melakukan *debug* untuk memastikan tidak ada *logical error* yang terjadi pada proses *coding* atau pembuatan model simulasi. Proses validasi terhadap model simulasi dengan skenario saat ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian statistik, yaitu uji t berpasangan untuk memastikan tidak terdapat perbedaan signifikan antara nilai ukuran kinerja yang dihasilkan oleh model simulasi dengan sistem aktual. Selanjutnya akan dibandingkan hasil perhitungan panjang antrian dan total biaya operasional dengan kedua skenario tersebut.

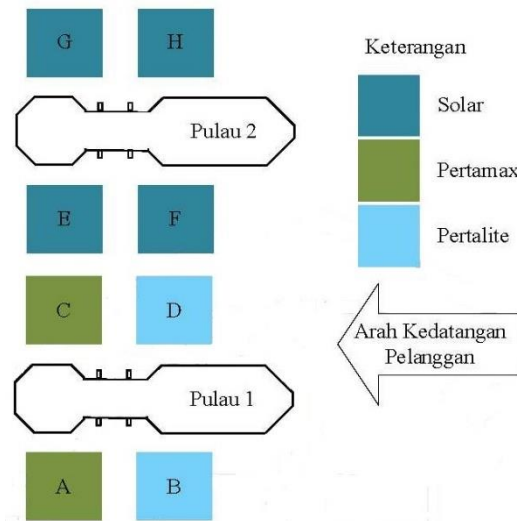
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Simulasi Skenario Awal

Konsumen yang hendak mengisi bensin pada SPBU X pertama kali datang melalui pintu masuk. Konsumen kemudian bergerak menuju salah satu area pengisian bahan bakar yang tersedia. Pemilihan area pengisian didasari pada posisi tangki mobil, jenis kendaraan, dan bahan bakar yang hendak dibeli. Apabila area pengisian bahan bakar yang dituju sedang diisi oleh konsumen lain, maka konsumen tersebut akan membentuk antrian menuju area tersebut. Antrian yang terbentuk bersifat FIFO (*First In First Out*).

Masing-masing pulau pompa yang tersedia memiliki dua *nozzle* yang terletak di setiap sisi kiri dan kanan pulau. Pulau pompa ke-1 digunakan untuk produk pertalite dan pertamax, sedangkan pulau pompa ke-2 digunakan untuk produk solar. Pengaturan tersebut diberlakukan karena pada daerah tersebut terdapat beberapa proyek pembangunan yang membutuhkan truk sebagai sarana untuk menunjang pembangunan. Selain itu, sebelumnya bahan bakar bensin dengan jenis premium masih dijual oleh SPBU X dan ditempatkan pada salah satu *nozzle* pada pulau pompa ke-2. Namun, seiring berjalannya waktu penjualan bahan bakar premium mulai dikurangi terkait pertimbangan Pertamina. Dengan demikian, pulau pompa ke-2 kini hanya melayani pengisian solar.

Gambaran sistem antrian aktual diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem antrian aktual

Panjang antrian maksimum kendaraan di masing-masing sisi pulau pompa pada sistem antrian aktual diperlihatkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Panjang antrian maksimum kendaraan sistem antrian aktual

Sisi pulau pompa	Panjang antrian maksimum kendaraan (buah)
Nozzle A dan B	4
Nozzle C dan D	10
Nozzle E dan F	5
Nozzle G dan H	2

Keterangan:

Nozzle A: Pertamina (mobil)	Nozzle D: Peralite (motor)
Nozzle B: Peralite (mobil)	Nozzle E dan F: Solar (truk)
Nozzle C: Pertamina (motor)	Nozzle G dan H: Solar (mobil)

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa panjang antrian maksimum kendaraan pada *nozzle* C dan D relatif besar dibandingkan dengan *nozzle* lainnya, terutama dibandingkan dengan *nozzle* G dan H. Hal ini menunjukkan bahwa konsumen yang relatif banyak adalah konsumen yang membawa kendaraan jenis motor, sedangkan konsumen yang relatif sedikit adalah konsumen yang membawa kendaraan mobil berjenis bahan bakar solar. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengaturan ulang terhadap kombinasi jenis bahan bakar pada *nozzle* agar panjang antrian maksimum pada masing-masing sisi pulau pompa dapat lebih merata.

Rata-rata waktu mengganggu operator di masing-masing shift kerja pada sistem antrian aktual diperlihatkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata waktu mengganggu operator sistem antrian aktual

Shift kerja	Rata-rata waktu mengganggu operator (%)
Pagi	50,70
Sore	71,40

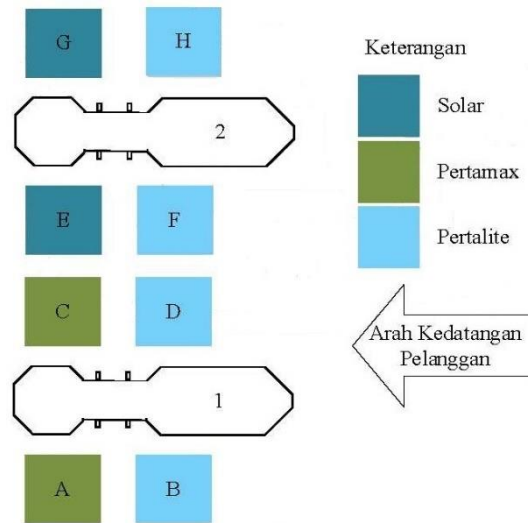
Dari Tabel 2 terlihat bahwa persentase rata-rata waktu mengganggu operator pada kedua shift kerja cukup tinggi (di atas 50%), terutama di sore hari yang melebihi dari 70%. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah operator yang ditugaskan terlalu banyak, dimana hal ini berdampak pada pemborosan biaya operator yang merupakan salah satu komponen biaya operasional SPBU.

3.2 Hasil Simulasi Skenario Usulan

Untuk mengurangi panjang antrian maksimum kendaraan di masing-masing sisi pulau pompa, maka perlu dilakukan pengaturan ulang terhadap kombinasi jenis bahan bakar pada *nozzle*. Dalam penelitian Menori (2022), pengaturan ulang yang terbaik diperlihatkan pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Tabel 3. Pengaturan kombinasi terbaik jenis bahan bakar pada *nozzle*

Nozzle	Sistem aktual		Sistem usulan	
	Jenis bahan bakar	Jenis kendaraan	Jenis bahan bakar	Jenis kendaraan
A	Pertamax	Mobil	Pertamax	Mobil dan motor
B	Peralite	Mobil	Peralite	Motor
C	Pertamax	Motor	Pertamax	Motor
D	Peralite	Motor	Peralite	Motor
E	Solar	Truk	Solar	Truk
F	Solar	Truk	Peralite	Mobil
G	Solar	Mobil	Solar	Mobil
H	Solar	Mobil	Peralite	Motor



Gambar 3. Sistem antrian usulan

Selanjutnya dibuat model simulasi untuk sistem antrian usulan. Model simulasi yang digunakan adalah *discrete-event simulation* (DES) yang dijalankan secara *terminating* (*terminating simulation*), karena pengamatan dilakukan dari jam buka hingga jam tutup SPBU. Simulasi *terminating* adalah simulasi yang dimulai pada keadaan atau waktu yang ditentukan dan berakhir ketika mencapai beberapa keadaan atau waktu yang ditentukan lainnya [22]. Selanjutnya, dalam upaya meminimasi total biaya operasional SPBU, dimana salah satu komponennya adalah biaya operator, maka perlu ditentukan jumlah operator yang sebaiknya dipekerjakan pada tiap *shift* kerja. Alternatif pengurangan operator usulan adalah sebagai berikut:

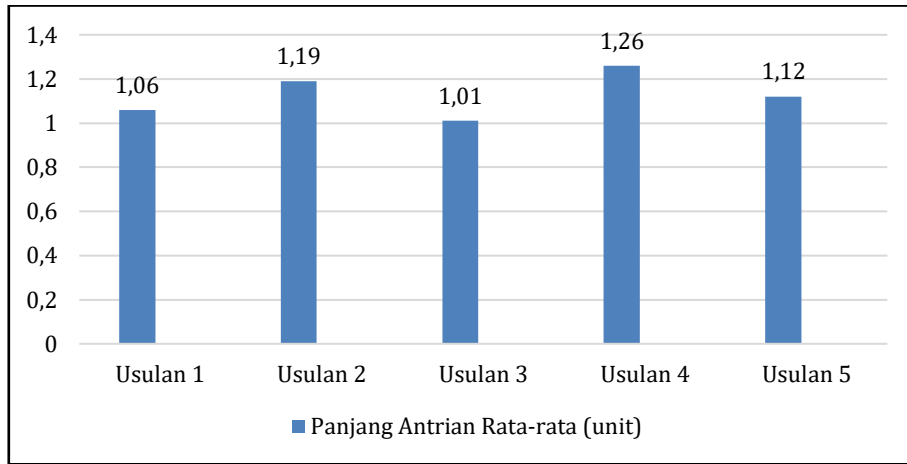
- Usulan 1: Mengurangi jumlah operator *shift* sore yang awalnya berjumlah 6 orang menjadi 4 orang dan mengubah posisi pintu masuk dan pintu keluar SPBU.
- Usulan 2: Mengurangi jumlah operator *shift* sore yang awalnya berjumlah 6 orang menjadi 5 orang.
- Usulan 3: Mengurangi jumlah operator *shift* sore yang awalnya berjumlah 6 orang menjadi 5 orang dan mengubah posisi pintu masuk dan pintu keluar SPBU.
- Usulan 4: Mengurangi jumlah operator *shift* pagi yang awalnya berjumlah 7 orang menjadi 5 orang dan jumlah operator *shift* sore yang awalnya berjumlah 6 orang menjadi 5 orang.
- Usulan 5: Mengurangi jumlah operator *shift* pagi yang awalnya berjumlah 7 orang menjadi 5 orang dan jumlah operator *shift* sore yang awalnya berjumlah 6 orang menjadi 5 orang serta mengubah posisi pintu masuk dan pintu keluar SPBU.

Perbandingan panjang antrian rata-rata kendaraan dan total biaya operasional yang timbul dari sistem antrian usulan 1 hingga usulan 5 diperlihatkan dalam Tabel 4.

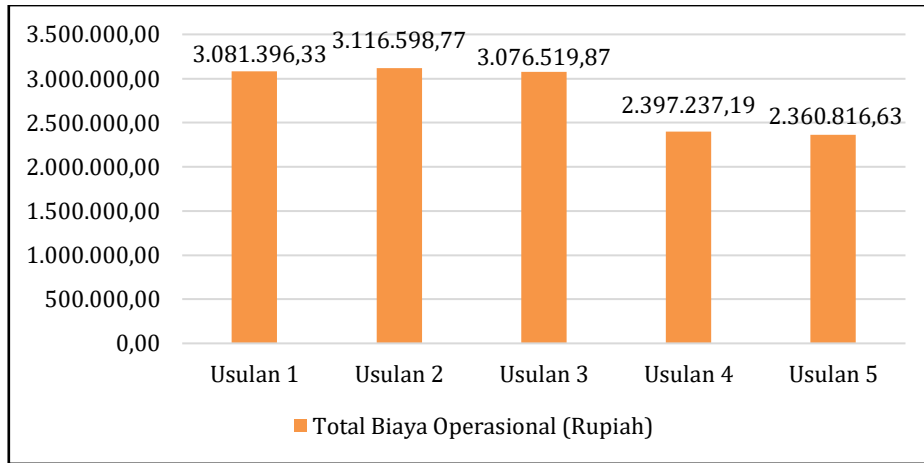
Tabel 4. Panjang antrian rata-rata kendaraan dan total biaya operasional SPBU pada sistem antrian usulan

Ukuran kinerja	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 3	Usulan 4	Usulan 5
Panjang antrian rata-rata (unit)	1,06	1,19	1,01	1,26	1,12
Total biaya operasional (rupiah)	3.081.396,33	3.116.598,77	3.076.519,87	2.397.237,19	2.360.816,63

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa usulan sistem antrian yang terbaik dari aspek panjang antrian rata-rata kendaraan adalah usulan 3 dengan panjang antrian rata-rata terpendek sebesar 1,01 unit kendaraan. Namun, apabila dilihat dari aspek total biaya operasional SPBU, sistem antrian usulan yang terbaik adalah usulan 5 dengan total biaya sebesar Rp 2.360.816,63. Sistem antrian usulan yang dipilih adalah usulan 5 karena menghasilkan total biaya operasional SPBU yang terkecil dengan panjang antrian rata-rata kendaraan sebesar 1,12 unit, yang tidak berbeda jauh dengan yang dihasilkan oleh usulan 3. Untuk lebih memperjelas, perbandingan panjang antrian rata-rata kendaraan dan total biaya operasional antar sistem antrian usulan disajikan secara grafis berturut-turut dalam Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Perbandingan panjang antrian rata-rata kendaraan antar sistem antrian usulan



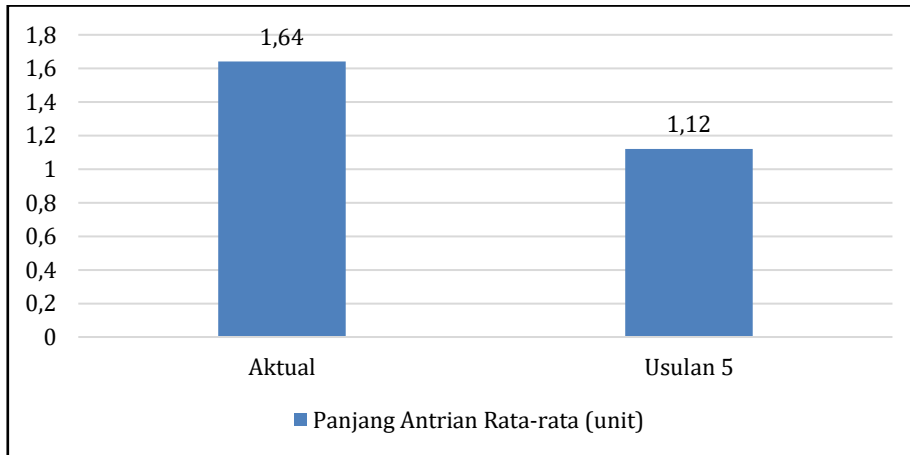
Gambar 5. Perbandingan total biaya operasional SPBU antar sistem antrian usulan

Perbandingan panjang antrian rata-rata kendaraan dan total biaya operasional SPBU antara sistem antrian aktual dan sistem antrian usulan 5 diperlihatkan dalam Tabel 5.

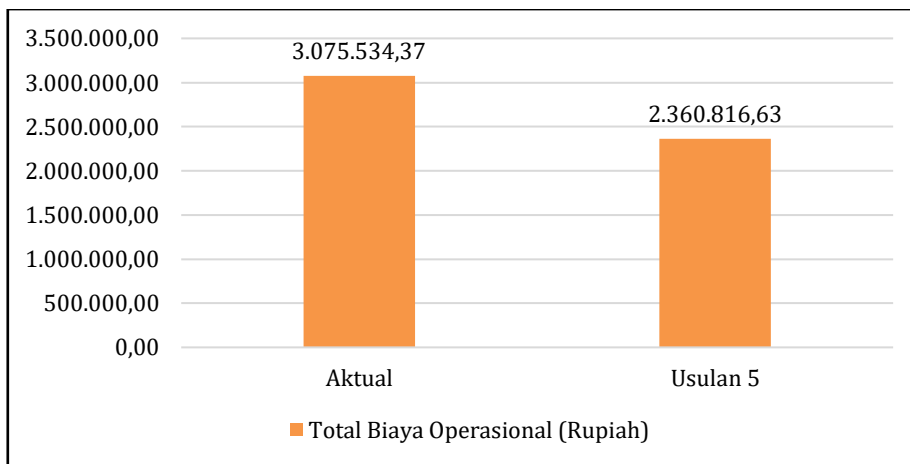
Tabel 5. Panjang antrian rata-rata kendaraan dan total biaya operasional SPBU pada sistem antrian aktual dan usulan 5

Ukuran kinerja	Aktual	Usulan 5
Panjang antrian rata-rata (unit)	1,64	1,12
Total biaya operasional (rupiah)	3.075.534,37	2.360.816,63

Berdasarkan Tabel 5, terlihat bahwa penerapan sistem antrian usulan 5 lebih baik dibandingkan dengan sistem antrian aktual, karena menghasilkan panjang antrian rata-rata kendaraan yang lebih pendek dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh sistem antrian aktual, dimana terjadi pengurangan panjang antrian rata-rata kendaraan sebesar 0,52 unit atau 31,71%. Di samping itu, total biaya operasional SPBU pada sistem antrian usulan 5 lebih kecil dibandingkan dengan sistem antrian aktual dengan besar pengurangan biaya operasional SPBU sebesar Rp 714.717,74 atau 23,24%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem antrian usulan 5 lebih baik daripada sistem antrian aktual, baik dari aspek panjang antrian rata-rata kendaraan maupun total biaya operasional SPBU. Untuk lebih memperjelas, perbandingan panjang antrian rata-rata kendaraan dan total biaya operasional antara sistem antrian aktual dan sistem antrian usulan 5 secara grafis ditunjukkan berturut-turut dalam Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Perbandingan panjang antrian rata-rata kendaraan antara sistem antrian aktual dan usulan 5



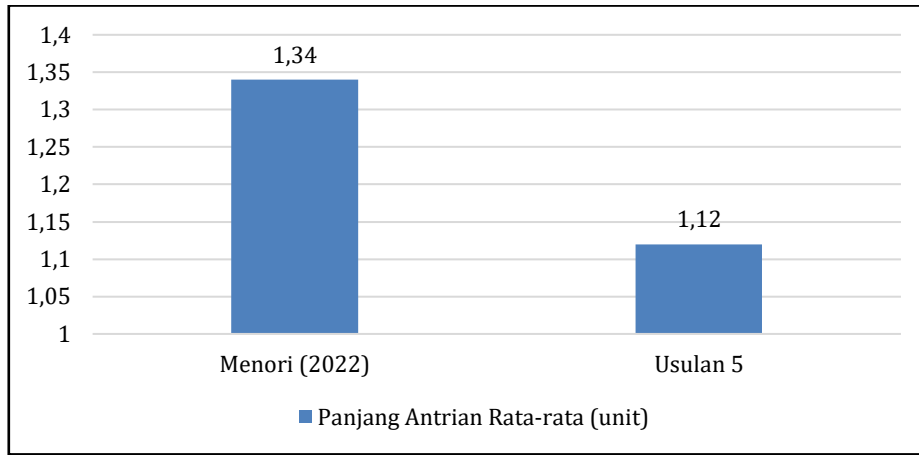
Gambar 7. Perbandingan total biaya operasional SPBU antara sistem antrian aktual dan usulan 5

Perbandingan panjang antrian rata-rata kendaraan dan total biaya operasional SPBU antara sistem antrian dalam penelitian sebelumnya dan sistem antrian usulan 5 diperlihatkan dalam Tabel 6.

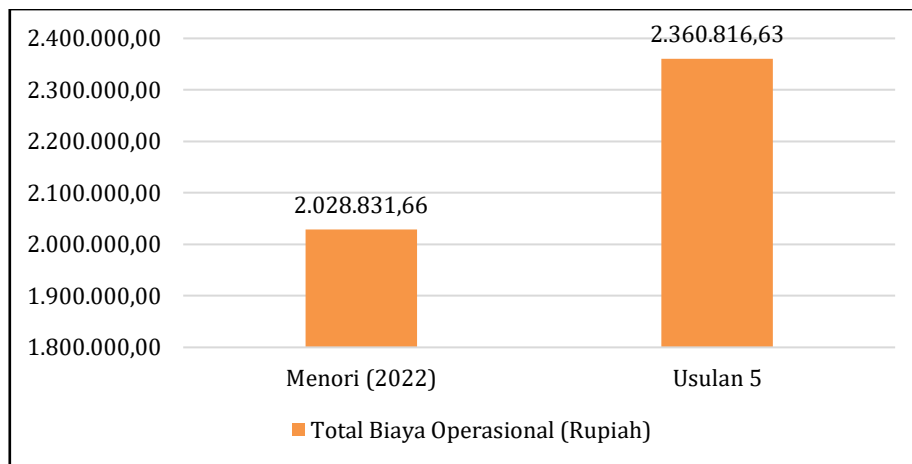
Tabel 6. Perbandingan panjang antrian rata-rata kendaraan dan total biaya operasional SPBU antara sistem antrian penelitian sebelumnya dan usulan 5

Ukuran kinerja	Menori (2022)	Usulan 5
Panjang antrian rata-rata (unit)	1,34	1,12
Total biaya operasional (rupiah)	2.028.831,66	2.360.816,63

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa sistem antrian usulan 5 menghasilkan panjang antrian rata-rata kendaraan yang lebih pendek dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh sistem antrian penelitian sebelumnya, dimana terjadi penurunan panjang antrian rata-rata kendaraan sebesar 0,22 unit atau 16,42%. Namun, total biaya operasional SPBU yang timbul pada sistem antrian usulan 5 sebesar Rp 2.360.816,63 lebih tinggi dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh sistem antrian penelitian sebelumnya, dimana terjadi peningkatan biaya operasional SPBU sebesar Rp 331.984,97 atau 16,36%. Hal ini dapat terjadi dikarenakan walaupun proses simulasi yang dilakukan pada penelitian sebelumnya kurang lebih sama dengan yang diterapkan pada penelitian ini, tetapi belum sepenuhnya memperhatikan aturan tentang total jam kerja yang dibebankan kepada operator setiap minggunya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem antrian usulan 5 lebih baik daripada sistem antrian penelitian sebelumnya dari aspek panjang antrian rata-rata kendaraan, sedangkan sistem antrian penelitian sebelumnya lebih baik daripada sistem antrian usulan 5 dari aspek total biaya operasional SPBU. Untuk lebih jelasnya, perbandingan panjang antrian rata-rata kendaraan dan total biaya operasional antara sistem antrian penelitian sebelumnya dan sistem antrian usulan 5 secara grafis berturut-turut ditunjukkan dalam Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Perbandingan panjang antrian rata-rata kendaraan antara sistem antrian penelitian sebelumnya dan usulan 5



Gambar 9. Perbandingan total biaya operasional SPBU antara sistem antrian penelitian sebelumnya dan usulan 5

Dari hasil penelitian ini, dapat dilihat bahwa secara umum simulasi dapat bermanfaat dalam hal perencanaan sumber daya dan peningkatan produktivitas [23]. Dalam penelitian ini, perencanaan sumber daya berkaitan dengan penentuan jumlah operator SPBU yang lebih sesuai, sedangkan peningkatan produktivitas berkaitan dengan pengurangan panjang antrian kendaraan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem antrian yang sebaiknya diterapkan di SPBU X adalah melakukan perubahan antrian untuk 4 buah *nozzle*, yaitu *nozzle* A, B, F dan H. Perubahan untuk tiap *nozzle* tersebut adalah *Nozzle* A yang berisi pertamax, dimana semula diperuntukkan bagi mobil saja, diusulkan untuk motor juga, *Nozzle* B yang berisi pertalite, dimana semula untuk mobil diubah menjadi untuk motor, *Nozzle* F yang semula berisi solar untuk truk diubah menjadi pertalite untuk mobil dan *Nozzle* H yang semula berisi solar untuk mobil diubah menjadi pertalite untuk motor.

Untuk pengurangan operator diberikan 5 alternatif usulan, dimana alternatif terbaik dari aspek panjang antrian rata-rata kendaraan adalah usulan 3 (mengurangi jumlah operator shift sore yang awalnya berjumlah 6 orang menjadi 5 orang dan mengubah posisi pintu masuk dan pintu keluar SPBU) dengan panjang antrian rata-rata sebesar 1,01 unit kendaraan. Namun, sistem antrian usulan 5 (mengurangi jumlah operator shift pagi yang awalnya berjumlah 7 orang menjadi 5 orang dan jumlah operator shift sore yang awalnya berjumlah 6 orang menjadi 5 orang serta mengubah posisi pintu masuk dan pintu keluar SPBU) menghasilkan total biaya operasional terkecil, yaitu sebesar Rp 2.360.816,63. Dari kedua alternatif ini dipilih usulan 5 karena menghasilkan total biaya operasional SPBU terkecil dengan panjang antrian rata-rata kendaraan yang hampir sama dengan yang dihasilkan usulan 3 (selisih 0,11%).

Manfaat yang dapat diperoleh dari penerapan sistem antrian usulan 5 dibandingkan dengan sistem antrian aktual adalah terjadinya pengurangan panjang antrian rata-rata kendaraan sebesar 0,22 unit atau 16,42%. Namun apabila sistem usulan 5 diterapkan, maka total biaya operasional SPBU meningkat sebesar Rp 331.984,97 atau 16,36% dibandingkan sistem antrian aktual. Hal tersebut akan menyebabkan pihak manajemen SPBU harus menentukan tujuan yang menjadi prioritas. Apabila panjang antrian berkurang, omzet SPBU akan meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Universitas Kristen Maranatha atas dukungan dana yang diberikan untuk kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. K. Nengsih and N. V. Yustanti, "Analisis Sistem Antrian Pelayanan Administrasi Pasien Rawat Jalan pada Rumah Sakit Padmalalita Muntilan," *Management Insight*, vol. 12, no. 1, pp. 68–78, 2017, doi: <https://doi.org/10.33369/insight.12.1.68-78>.
- [2] M. C. P. A. Islami, Y. C. Winursito, E. A. Saputro, and S. A. Noviani, "Analysis of The Queue System in Self-Service Using The 'ABC Supermarket' Queue Method," *International Journal of Eco-Innovation in Science and Engineering (IJEISE)*, vol. 05, no. 1, pp. 23–27, 2024, doi: <https://doi.org/10.33005/ijeise.v5i1.126>.
- [3] A. O. Odior, "Application of Queuing Theory to Petrol Stations in Benin-City Area of Edo State, Nigeria," *Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH)*, vol. 32, no. 2, pp. 325–332, 2013, doi: <https://doi.org/10.4314/njt.322.664>.
- [4] I. N. Daulay, "Analisis Model Antrian dan Kelayakan Layout Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) di Pekanbaru," *Jurnal Ekonomi*, vol. 22, no. 1, pp. 1–18, 2014.
- [5] M. Hilman, N. Kusuma N., and P. N. Utomo, "Optimasi Pelayanan pada SPBU PD. Aladdin 4 Banjarsari dengan Metode Antrian Multiple Channel Single Phase," *Jurnal Industrial Galuh*, vol. 1, no. 1, pp. 30–41, 2019, doi: <https://doi.org/10.25157/jig.v1i1.2986>.
- [6] C. Manalu and I. Palandeng, "Analisis Sistem Antrian Sepeda Motor pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) 74.951.02 Malalayang," *Jurnal EMBA*, vol. 7, no. 1, pp. 551–560, 2019, doi: <https://doi.org/10.35794/emba.7.1.2019.22444>.
- [7] D. Sudarwadi, "Analisis Sistem Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum Studi Kasus pada Pengisian Solar di (SPBU) 84-983-02 Jalan Esau Sesa Kabupaten Manokwari," *Jurnal Maneksi (Management Ekonomi Dan Akuntansi)*, vol. 9, no. 2, pp. 454–461, 2020, doi: <https://doi.org/10.31959/jm.v9i2.358>.
- [8] A. V. Prasmoro, M. Widyantoro, and Warniningsih, "Optimalisasi Pelayanan dengan Metode Antrian pada SPBU ABC," *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, vol. 20, no. 1, pp. 42–51, 2020, doi: <https://doi.org/10.37412/jrl.v20i1.41>.
- [9] I. Hoerunisa and Sukanta, "Penerapan Model Antrian Multi Channel-Single Phase pada SPBU Sempu Jurong Cikarang Utara," *Jurnal Pendidikan dan Aplikasi Industri (UNISTEK)17*, vol. 8, no. 1, p. 11, 2021, doi: <https://doi.org/10.33592/unistek.v8i1.1202>.
- [10] B. W. Pratama, F. B. Harlan, A. Wirawan, and A. P. Enggita, "Analysis on Queue System at Vitka Point Gas Station Number 14.294.722 on Motorcycle Line with Peralite-Based Fuel," *Jurnal Akuntansi, Ekonomi dan Manajemen Bisnis*, vol. 10, no. 1, pp. 54–60, 2022, doi: <https://doi.org/10.30871/jaemb.v10i1.4055>.
- [11] I. N. Qamari and S. A. Trizula, "Decision of Queuing Models and Layout Design at a Gas Station," *MIX: Jurnal Ilmiah Manajemen*, vol. 12, no. 1, pp. 128–139, 2022, doi: [10.22441/jurnal_mix.2022.v12i1.010](https://doi.org/10.22441/jurnal_mix.2022.v12i1.010).
- [12] I. L. Siallagan, D. E. Sirait, and J. A. B. Sinaga, "Analisis Antrian dalam Pengoptimalan Pelayanan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) dengan menggunakan Model Antrian Multi Channel Single Phase," *Bulletin of Community Engagement*, vol. 4, no. 2, pp. 20–33, 2024, doi: <https://doi.org/10.51278/bce.v4i2.1156>.
- [13] Amri, Muhammad, and T. S. Malasy, "Analisis Sistem Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) dengan menggunakan simulasi Arena," *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 16–23, 2013.
- [14] M. R. Galankashi, E. Fallahiarezoudar, A. Moazzami, N. M. Yusof, and S. A. Helmi, "Performance evaluation of a petrol station queuing system: A simulation-based design of experiments study," *Advances in Engineering Software*, vol. 92, pp. 15–26, Feb. 2016, doi: [10.1016/j.advengsoft.2015.10.004](https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2015.10.004).
- [15] Kusumaningtyas T. S., M. I. Fikri, and E. Liquidanu, "Simulasi Antrian Pengisian Bahan Bakar di SPBU Pucangsawit," in *Prosiding Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*, Surakarta, 2018.
- [16] D. Febriani and Sahid, "Analisis Antrian Sistem Layanan Mandiri pada SPBU Adisucipto Yogyakarta," *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, vol. 7, no. 3, pp. 1–12, 2018.
- [17] P. T. Adeke, J. E. Edeh, and M. Joel, "Simulation of Priority Queuing at TOTAL Petrol Filling Station in Makurdi Town Using SimEvents Toolkit," *Computational Engineering and Physical Modeling*, vol. 2, no. 1, pp. 56–66, 2019, doi: <https://doi.org/10.22115/cepm.2019.171928.1060>.
- [18] I. B. Dewandaru, D. Aditya, A. N. Zaman, and F. Lestari, "Analysis of Waiting Time and Worker Utilization on A Gas Station in Indonesia," in *Proceedings of the Second Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Surakarta: IEOM Society International, 2021, pp. 1976–1986.
- [19] A. Setiawan, F. L. Hendrawan, F. Johnson, I. A. Hasugian, and I. R. Tarigan, "Simulasi Sistem Antrian Sepeda Motor Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) 14.203.1199 Haji Anif Menggunakan Software Anylogic," *TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, vol. 5, no. 2, pp. 55–62, 2022, doi: [10.32734/ee.v5i2.1546](https://doi.org/10.32734/ee.v5i2.1546).
- [20] C. I. Menori, "Usulan Penentuan Jumlah Operator dan Kombinasi Jenis Bahan Bakar pada Nozzle untuk Mengurangi Biaya Operasional dengan Menggunakan Metode Simulasi (Studi Kasus di SPBU X - NTT)," Laporan Tugas Akhir, Universitas Kristen Maranatha, Bandung, 2022.

- [21] J. I. Vázquez-Serrano, R. E. Peimbert-García, and L. E. Cárdenas-Barrón, "Discrete-Event Simulation Modeling in Healthcare: A Comprehensive Review," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 18, no. 22, pp. 1–20, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph182212262>.
- [22] D. T. Liputra, V. Arisandhy, and C. I. Menori, "Perbaikan sistem antrian apotek untuk mengurangi total waktu menunggu dan meningkatkan utilisasi pegawai dengan menggunakan discrete event simulation," *Journal Industrial Servicess*, vol. 8, no. 1, p. 20, May 2022, doi: 10.36055/jiss.v8i1.13781.
- [23] C. , Harrel, B. K. Ghosh, and R. O. Bowden, *Simulation Using Promodel*, 3rd Edition. New York, USA: McGraw-Hill, 2012.