

**ANALISIS MODEL ANTRIAN PADA STASIUN PENGISIAN
BAHAN BAKAR UMUM (SPBU) MENGGUNAKAN MODEL
MULTI CHANNEL SINGLE PHASE (Studi Kasus: SPBU XYZ di
Cilacap)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar Strata
Satu Program Studi Matematika**



Oktavia Puspa Dewi

212211002

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
CILACAP
2026**

**ANALISIS MODEL ANTRIAN PADA STASIUN PENGISIAN
BAHAN BAKAR UMUM (SPBU) MENGGUNAKAN MODEL
MULTI CHANNEL SINGLE PHASE (Studi Kasus: SPBU XYZ di
Cilacap)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar Strata satu
Program studi Matematika**



Oktavia Puspa Dewi

212211002

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
CILACAP
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa penulisan skripsi dengan judul “Analisis Model Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU) menggunakan Model *Multi Channel Single Phase*” adalah asli hasil karya saya dengan arahan dari pembimbing dan belum diajukan kepada pihak manapun. Sumber informasi yang dikutip dalam skripsi ini telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat ketidaksesuaian dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Cilacap, 20 Juli 2026



Oktavia Puspa Dewi
212211002

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi Saudari

Nama : Oktavia Puspa Dewi
NIM : 212211002
Fakultas / Prodi : Fakultas MIKOM / Matematika
Judul : Analisis Model Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Menggunakan *Model Multi Channel Single Phase* (Studi Kasus: SPBU XYZ di Cilacap)

Telah disidangkan oleh Dewan Penguji Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal:

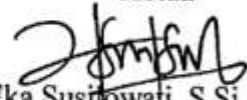
Rabu, 12 Agustus 2026

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata Satu (S.1) Program Studi Matematika (S.Mat.) Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer (FMikom) pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

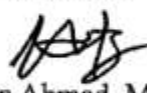
Cilacap, 13 Agustus 2026

Dewan Sidang

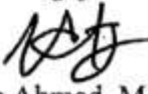
Ketua


Eka Susilowati, S.Si., M.Sc.
NIDN.0724028901

Sekretaris


Mizan Ahmad, M.Sc.
NIDN.0601099402

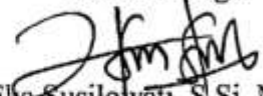
Penguji I


Mizan Ahmad, M.Sc.
NIDN.0601099402

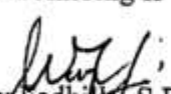
Penguji II


Eri Nur Shofi'i, M.A.
NIDN.0602029501

Pembimbing I


Eka Susilowati, S.Si., M.Sc.
NIDN.0724028901

Pembimbing II


Widya Rizky Fadhillah, S.Pd., M.Sc.
NUPTK.6943704675230282

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer


Mochamad A. Aziz Zein, S.Si, M.Kom.
NIDN. 2125098601

Mizan Ahmad, M.Sc.

Dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap

NOTA KONSULTAN

Hal : Skripsi Saudari Oktavia Puspa Dewi
Lampiran : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap
Di Cilacap

Assalamua'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, memeriksa dan melakukan perbaikan seperlunya maka skripsi saudara:

Nama : Oktavia Puspa Dewi
NIM : 212211002
Prodi : Matematika
Judul : Analisis Model Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Menggunakan *Model Multi Channel Single Phase* (Studi Kasus : SPBU XYZ di Cilacap)

Dapat diajukan ke Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Strata Satu (S1).
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Cilacap, 13 Agustus 2026
Konsultan



Mizan Ahmad, M.Sc.
NIDN : 0601099402

NOTA PEMBIMBING

Cilacap, 5 Agustus 2026

Kepada Yth :
Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer (FMIKOM)
UNUGHA Cilacap
di Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah melakukan bimbingan, telaah, arahan dan koreksi tahap penulisan skripsi
saudari:

Nama	Oktavia Puspa Dewi
NIM	212211002
Fakultas	Matematika dan Ilmu Komputer
Prodi	Matematika
Judul	Analisis Model Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Menggunakan <i>Model Multi Channel Single Phase</i> (Studi Kasus : SPBU XYZ di Cilacap)

Kami berpendapat bahwa skripsi tersebut sudah dapat diajukan ke sidang skripsi.
Bersamaan ini kami kirimkan skripsi tersebut, semoga dapat segera disidangkan.

Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Mengetahui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Eka Susilowati, S.Si., M.Sc
NIDN : 0724028901



Widya Rizky Padhila, S.Pd., M.Sc.
NUPTK : 6943774675230282

HALAMAN MOTTO

“Ketahuilah, sesungguhnya pertolongan Allah itu amat dekat”.

(QS. Al-Baqarah:214)

“Dibalik setiap bab yang buntu, selalu ada jalan keluar yang Allah persiapkan tepat pada waktunya.”

(Oktavia Puspa Dewi)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tiada lembar skripsi yang paing indah dalam laporan skripsi ini kecuali lembar persembahan. *Bismillahirrahmanirrahim*, skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Kepada zat yang tidak pernah meninggalkan saya dalam keadaan apa pun Allah SWT. Terima kasih karena telah menguatkan saya di saat merasa lelah, menenangkan saya di saat penuh kekhawatiran, dan selalu menunjukkan jalan keluar ketika saya merasa tidak mampu melewati semuanya. Skripsi ini menjadi bukti bahwa pertolongan-Mu selalu datang pada waktu yang tepat. Tidak ada satu langkah pun yang mampu saya tempuh tanpa izin dan kasih sayang-Mu. Segala puji bagi-Mu, karena atas kehendak-Mu saya dapat sampai di titik ini.
2. Untuk cinta pertama saya, Bapak Bambang Suyanto terima kasih atas segala perjuangan, kerja keras, dan pengorbanan yang tidak pernah Bapak tunjukkan dengan banyak kata. Sejak kecil, kita mungkin tidak begitu dekat dan tidak banyak berbagi cerita, tetapi saya selalu tahu bahwa di balik diamnya Bapak, ada kasih sayang yang begitu besar. Sebagai anak perempuan pertama, saya menyadari bahwa setiap langkah yang saya tempuh hingga sampai di titik ini tidak lepas dari usaha dan doa Bapak. Skripsi ini saya persembahkan sebagai ungkapan terima kasih atas semua yang telah Bapak perjuangkan untuk pendidikan dan masa depan saya. Semoga pencapaian kecil ini dapat menjadi salah satu alasan bagi Bapak untuk bangga.
3. Untuk Ibuku tercinta, Ibu Yayuk Indrawati terima kasih atas cinta yang begitu besar dan tidak pernah berkurang untuk anak-anakmu. Di setiap doa yang Ibu panjatkan, ada harapan dan perjuangan yang selalu mengiringi langkah saya. Kasih sayang, pengorbanan, dan ketulusan Ibu tidak akan pernah bisa saya balas dengan apa pun. Skripsi ini saya persembahkan sebagai ungkapan terima kasih dan kebanggaan kecil untuk perempuan hebat yang selalu meletakkan kebahagiaan anak-anaknya di atas kebahagiaannya sendiri.

4. Untuk adik-adikku tersayang, kehadiran kalian selalu menjadi pengingat bagi saya untuk terus berjuang dan menjadi contoh yang baik sebagai anak pertama. Semoga pencapaian kecil ini dapat menjadi motivasi bagi kita untuk terus bermimpi, berusaha, dan saling mendukung dalam meraih cita-cita. Terima kasih telah menjadi salah satu alasan bagi saya untuk tidak menyerah.
5. Untuk seseorang yang namanya tidak saya sebutkan, namun hadir dalam proses perjalanan ini, terima kasih karena telah menjadi bagian dari cerita yang mengiringi langkah saya hingga sampai di titik ini. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita dan keluh kesah, serta selalu mengingatkan saya untuk tetap kuat dan tidak menyerah dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Terakhir, untuk diri saya sendiri, Oktavia Puspa Dewi, terima kasih sudah bertahan sampai sejauh ini. Terima kasih karena tidak menyerah, meskipun ada banyak hari yang terasa berat dan banyak hal yang membuatmu ingin berhenti. Terima kasih karena tetap mencoba kuat di saat keadaan tidak selalu berjalan sesuai harapan, tetap bangkit setelah kecewa, dan tetap melangkah meskipun langkahmu terkadang terasa begitu pelan. Terima kasih karena sudah berjuang melewati rasa lelah, takut, dan ragu pada diri sendiri. Terima kasih karena tidak menyerah pada keadaan dan memilih untuk terus melanjutkan apa yang sudah dimulai. Tidak mudah sampai di titik ini, ada banyak air mata, doa, dan perjuangan yang mungkin tidak diketahui oleh orang lain. Terima kasih karena selalu berusaha menjadi kuat, bukan untuk menjadi sempurna, tetapi untuk terus bertahan. Semoga setelah ini, kamu selalu menemukan banyak alasan untuk bahagia dan selalu percaya bahwa dirimu mampu melewati apa pun yang akan datang.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, maha pengasih dan maha penyayang yang telah melimpahkan Rahmat dan karunia-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam tidak lupa penulis haturkan kepada junjungan Nabi agung Muhammad SAW yang selalu penulis harapkan syafa'atnya di hari kiamat. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terwujud tanpa bantuan dari berbagai pihak. Selain itu, penulis juga mengucapkan terimakasih atas dorongan dan keterlibatan berbagai pihak dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

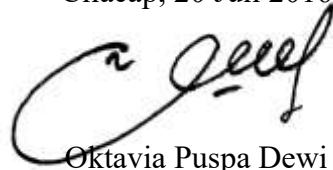
1. Dr. A. Luthfi Hamidi, M. Ag. Rektor Universitas Nahdlatul Ulama AL Ghazali (UNUGHA) Cilacap, beserta seluruh jajaran civitas akademik UNUGHA Cilacap.
2. Bapak Mochamad T.A Aziz Zein, S.Si, M.Kom. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer (UNUGHA) Cilacap
3. Ibu Widya Rizky Fadhilla, S.Pd., M.Sc. selaku Kaprodi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer (UNUGHA) Cilacap sekaligus Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, saran, nasehat, arahan dan senantiasa sabar dalam membimbing penulis di dalam menyusun skripsi ini.
4. Ibu Eka Susilowati, S.Si.,M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, saran, nasehat, arahan dan senantiasa sabar dalam membimbing penulis di dalam menyusun skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap, yang telah memberikan bekal ilmu yang manfaat bagi penulis.

6. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis khususnya dalam menyelesaikan skripsi ini, mudah-mudahan tidak mengurangi penghormatan dan penghargaan penulis.

Akhirnya penulis hanya dapat berdo'a semoga amal dan kebaikan semua pihak yang penulis sebutkan di atas diterima oleh Allah SWT dengan iringan doa *Jazakumullahu Khairati Wa Sa'adatiddunya Wal Akhirah. Amin*

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, tetapi penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan semoga pula dapat memberikan manfaat kepada pembaca.

Cilacap, 20 Juli 2016



Oktavia Puspa Dewi

NIM.212211002

ABSTRAK

OKTAVIA PUSPA DEWI. Analisis Model Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Menggunakan *Model Multi Channel Single Phase* (Studi Kasus: SPBU XYZ di Cilacap). Dibimbing oleh Eka Susilowati, S.Si.,M.Sc. dan Widya Rizky Fadhilla, S.Pd., M.Sc.

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang pesat menyebabkan peningkatan mobilitas masyarakat, yang berimbas pada tingginya permintaan Bahan Bakar Minyak (BBM). Hal ini sering kali memicu antrian panjang di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU), termasuk di SPBU XYZ Cilacap, terutama pada jam-jam sibuk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem antrian pada proses pengisian BBM kendaraan roda dua, menentukan jumlah server (fasilitas pelayanan) yang optimal, serta memberikan usulan perbaikan guna meminimalisasi waktu tunggu pelanggan. Metode yang digunakan adalah analisis kuantitatif dengan pendekatan teori antrian model *Multi Channel Single Phase* (M/M/s). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan selama lima hari berturut-turut pada periode pagi (06.05-07.30) dan sore hari (16.05-17.30). Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak POM-QM for Windows. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem antrian secara keseluruhan berada dalam kondisi stabil (tingkat utilisasi $\rho < 1$). Namun, kepadatan tertinggi terjadi pada periode Kamis sore dengan tingkat utilisasi mencapai 0,81, rata-rata panjang antrian sebanyak 3 kendaraan, dan waktu tunggu antrian selama 0,94 menit. Berdasarkan evaluasi kinerja pada kondisi puncak tersebut, diketahui bahwa jumlah 2 server yang beroperasi saat ini masih sangat optimal. Waktu tunggu yang kurang dari satu menit dinilai masih berada dalam batas toleransi pelayanan pelanggan SPBU. Oleh karena itu, tidak diperlukan penambahan server baru karena 2 server terbukti sudah efisien dalam menangani lonjakan pelanggan tanpa menyebabkan kapasitas menganggur (idle) yang berlebihan. Penelitian ini merekomendasikan pihak SPBU untuk tetap mempertahankan 2 jalur pelayanan aktif dan mengoptimalkan kelancaran laju kendaraan melalui pemberian informasi layanan yang jelas guna mengoptimalkan distribusi antrian.

Kata Kunci: *Multi Channel Single Phase*, POM-QM, SPBU, Teori Antrian, Waktu Tunggu

ABSTRACT

OKTAVIA PUSPA DEWI. Analysis of the Queuing Model at a Gas Station Using a Multi-Channel Single-Phase Model (Case Study: XYZ Gas Station in Cilacap). Supervised by Eka Susilowati, S.Si., M.Sc. and Widya Rizky Fadhilla, S.Pd., M.Sc.

The rapid growth in the number of motorized vehicles has led to an increase in community mobility, resulting in a high demand for fuel oil (BBM). This often triggers long queues at Public Fuel Filling Stations (SPBU), including at SPBU XYZ Cilacap, especially during peak hours. This study aims to analyze the performance of the queuing system in the two wheeled vehicle refueling process, determine the optimal number of servers (service facilities), and provide suggestions for improvement to minimize customer waiting time. The method used is quantitative analysis with a queuing theory approach using the Multi Channel Single Phase (M/M/s) model. Data collection was carried out through field observations for five consecutive days during the morning period (06.05-07.30) and the afternoon period (16.05-17.30). Data processing was conducted using POM-QM for Windows software. The results showed that the queuing system as a whole was in a stable condition (utilization rate $\rho < 1$). However, the highest density occurred on Thursday afternoon with a utilization rate reaching 0.81, an average queue length of 3 vehicles, and a queue waiting time of 0.94 minutes. Based on the performance evaluation during these peak conditions, it was found that the current operation of 2 servers is highly optimal. A waiting time of less than one minute is still considered within the tolerance limit for SPBU customer service. Therefore, there is no need to add a new server because the 2 servers have proven to be efficient in handling customer surges without causing excessive idle capacity. This study recommends that the SPBU management maintain the 2 active service channels and ensure the smooth flow of vehicles by providing clear service information to optimize queue distribution.

Keywords: *Multi Channel Single Phase, POM-QM, SPBU, Queuing Theory, Waiting Time.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
HALAMAN NOTA KONSULTAN	v
HALAMAN NOTA PEMBIMBING	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	x
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN TEORI.....	7
A. Studi Kasus	7
B. Landasan Teori	13
1. Jasa.....	13

2.	Teori Antrian	14
3.	Struktur Antrian	16
4.	Kinerja Antrian	18
5.	Distribusi Poisson	18
6.	Distribusi Eksponensial	19
7.	Model <i>Multi Channel Single Phase</i>	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		22
A.	Waktu dan Tempat Penelitian	22
B.	Prosedur Penelitian	22
C.	Jadwal Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
A.	Hasil Pengumpulan Data	30
B.	Analisis Kinerja Sistem	31
C.	Penentuan Server Optimal.....	35
BAB V PENUTUP.....		39
A.	Kesimpulan.....	39
B.	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN		43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Model <i>Single Channel Single Phase</i>	16
Gambar 2 Model <i>Single Channel Multi Phase</i>	16
Gambar 3 Model <i>Multi Channel Single Phase</i>	17
Gambar 4 Model <i>Multi Channel Multi Phase</i>	17
Gambar 5 Flowchart Prosedur Penelitian	22
Gambar 6 Flowchart Analisis Data	24
Gambar 7 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Hari Senin Pukul 06.05-07.30.....	43
Gambar 8 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Hari Selasa Pukul 06.05-07.30.....	43
Gambar 9 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Hari Rabu Pukul 06.05-07.30	43
Gambar 10 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Hari Kamis Pukul 06.05-07.30	44
Gambar 11 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Hari Jumat Pukul 06.05-07.30	44
Gambar 12 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Hari Senin Pukul 16.05-17.30.....	44
Gambar 13 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Hari Selasa Pukul 16.05-17.30.....	44
Gambar 14 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Hari Rabu Pukul 16.05-17.30	45
Gambar 15 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Hari Kamis Pukul 16.05-17.30	45
Gambar 16 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Hari Jumat Pukul 16.05-17.30	45
Gambar 17 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Simulasi 3 Server	45
Gambar 18 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Simulasi 4 Server	46
Gambar 19 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Simulasi 5 Server	46
Gambar 20 <i>Output</i> Perhitungan <i>POM QM</i> Simulasi 6 Server	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penelitian Terkait.....	7
Tabel 2 Jadwal Penelitian.....	29
Tabel 3 Rekapitulasi Data Hasil Observasi Pada Setiap Periode Pengamatan	30
Tabel 4 Laju Kedatangan(λ) dan Laju Pelayanan(μ)	31
Tabel 5 Hasil Perhitungan menggunakan POM QM.....	34
Tabel 6 Simulasi Penambahan Server	35
Tabel 7 Interpretasi Jumlah Server	37

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan zaman dan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin pesat memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan mobilitas masyarakat. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor menjadi salah satu indikator tingginya tingkat kebutuhan masyarakat terhadap bahan bakar minyak (BBM). Menurut data Korlantas Polri per 5 April 2025, jumlah kendaraan bermotor yang aktif di Indonesia mencapai 168 juta unit, didominasi oleh sepeda motor yaitu sekitar 140,9 juta unit atau setara dengan 83,7%. Pertumbuhan ini menghasilkan tekanan besar pada sistem pelayanan bahan bakar, terutama pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). Sejalan dengan hal tersebut, Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) sebagai penyedia layanan pengisian BBM memegang peran penting dalam menjaga kelancaran aktivitas transportasi. SPBU dituntut untuk memberikan pelayanan yang cepat, efisien, dan memuaskan agar tidak menimbulkan antrian yang panjang dan mengganggu kenyamanan pelanggan.

Pertamina merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang mendirikan Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU). Sejak pertengahan Oktober 2005, Perusahaan energi milik negara Pertamina, merupakan satu-satunya pemilik jaringan SPBU di Indonesia. Seiring datangnya para investor asing pada Oktober 2005, Shell menjadi Perusahaan swasta yang membuka SPBU pertama yang terletak di Lippo Karawaci, Tangerang.

Berdasarkan standar operasional yang ditetapkan oleh PT. Pertamina, setiap Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) diwajibkan untuk memenuhi kelengkapan sarana dan prasarana standar yang ditujukan untuk mendukung aspek keselamatan, kenyamanan konsumen, serta menjaga kelestarian lingkungan sekitar SPBU. Sarana dan prasarana tersebut meliputi beberapa komponen utama yang bersifat wajib bagi seluruh SPBU di bawah naungan Pertamina.

Menurut Hilda Mienar SL, sarana dan prasarana standar yang wajib dimiliki oleh setiap SPBU meliputi sarana pemadam kebakaran, sarana perlindungan lingkungan, sistem keamanan, pencahayaan yang memadai, serta fasilitas umum seperti toilet, mushola, dan lahan parkir. Kesesuaian terhadap standar ini dapat diamati secara langsung pada SPBU XYZ di Cilacap yang berlokasi di kabupaten Cilacap. Berdasarkan hasil observasi lapangan serta informasi yang diperoleh dari akun media sosial resmi SPBU tersebut, fasilitas-fasilitas standar sebagaimana diatur oleh PT. Pertamina telah tersedia dan bahkan dilengkapi dengan beberapa fasilitas tambahan yang mendukung kenyamanan konsumen. Fasilitas tambahan tersebut antara lain mini market (M-Market) yang menyediakan kebutuhan pokok bagi konsumen, mesin ATM Center untuk mempermudah transaksi keuangan, serta coffee corner atau tempat istirahat yang disediakan bagi pengendara yang ingin beristirahat sejenak dari perjalanan jauh. Selain itu, SPBU XYZ juga telah menerapkan layanan 24 jam nonstop serta memiliki empat jalur pengisian BBM, sehingga dapat melayani kebutuhan bahan bakar bagi masyarakat sekitar terutama pada jam-jam sibuk karena terjadi peningkatan antrian kendaraan.

Dengan demikian, fasilitas yang tersedia di SPBU XYZ di Cilacap menunjukkan kesesuaian terhadap standar sarana dan prasarana SPBU PT. Pertamina. SPBU yang beroperasi 24 jam memberikan kemudahan layanan tanpa henti bagi konsumen yang memiliki jadwal berbeda-beda. Selama kegiatan operasionalnya, SPBU sering kali menghadapi permasalahan berupa antrian kendaraan, terutama pada jam-jam sibuk tertentu seperti pagi hari sebelum aktivitas kerja dimulai, serta sore hingga malam hari menjelang waktu pulang kerja [1]. Lonjakan jumlah kendaraan yang datang secara bersamaan dalam kurun waktu tertentu menyebabkan terjadinya penumpukan antrian yang cukup signifikan. SPBU XYZ merupakan salah satu SPBU yang memiliki masalah tumpukan antrian pada jam sibuk.

Berdasarkan hasil observasi langsung yang peneliti lakukan di SPBU XYZ, terlihat bahwa antrian kendaraan sering terjadi dan cenderung memanjang, khususnya pada waktu-waktu tertentu. Temuan ini sejalan dengan hasil survei ulasan pelanggan

pada google maps SPBU XYZ. Sekitar 6 bulan lalu, salah satu pelanggan menyampaikan bahwa antrian pada layanan bahan bakar jenis pertalite dapat berlangsung hingga sekitar 30 menit. Adanya keluhan dengan pola yang serupa menunjukkan bahwa antrian di SPBU XYZ berkaitan dengan ketidak seimbangan antara tingkat kedatangan pelanggan dan kapasitas pelayanan yang tersedia, sehingga diperlukan pengelolaan sistem pelayanan yang lebih optimal melalui pendekatan teori antrian diantaranya yaitu *Single Channel Single Phase*, *Single Channel Multi Phase*, *Multi Channel Single Phase*, dan *Multi Channel Multi Phase*.

Menurut Heyzer dan Render (2017), teori antrian ialah suatu ilmu pengetahuan mengenai antrian (*waiting line/queue*) berupa sebaris orang ataupun barang yang menunggu untuk dilayani [2]. Dalam teori antrian, terdapat beberapa model dasar yang diklasifikasikan berdasarkan struktur jalur pelayanan (*channel*) dan jumlah tahap pelayanan (*phase*).

Penelitian oleh Pellondou dkk (2021) di SPBU Oebobo di kota Kupang, menggunakan teori antrian M/M/S (*Multi Channel Single Phase*) dan *software* POM QM for Windows versi 5 untuk menganalisis jalur sepeda motor. Ditemukan bahwa jumlah fasilitas pelayanan yang optimal berbeda antara pagi dan sore hari, yaitu 3 jalur pada pukul 08.00-10.00 dan 2 jalur pada pukul 16.00-20.00, hal ini menunjukkan bahwa jumlah jalur yang tersedia di lapangan, yaitu 6-8 jalur masih melebihi kebutuhan sehingga terdapat operator yang menganggur. Sehingga peneliti merekomendasikan efisiensi jumlah jalur layanan dengan mengurangi operator pada jam tertentu dan mengalihkannya ke jalur kendaraan mobil [3].

Selanjutnya penelitian oleh Hoerunisa dan Sukanta (2021) bertujuan untuk meningkatkan kinerja pelayanan dengan mengetahui jumlah fasilitas dan waktu pelayanan yang optimal. Penelitian pada model antrian *Multi Channel Single Phase* (M/M/S), baik menggunakan perhitungan manual maupun melalui perangkat lunak POM-QM for Windows 5.2. Fokus penelitian adalah pada jalur pengisian bahan bakar untuk kendaraan roda dua. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan fasilitas mampu menurunkan jumlah kendaraan yang menunggu dalam sistem menjadi rata-rata

dua hingga tiga kendaraan, sekaligus meningkatkan kepuasan pelanggan terhadap SPBU Sempu Jurong [4].

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Bataona, Nyoko, dan Nursiani (2020) melakukan studi di Hyperstore Supermarket, Kupang, untuk mengoptimalkan jumlah kasir berdasarkan jam operasional. Penelitian ini juga menggunakan model *Multi Channel – Single Phase* dan analisis dilakukan menggunakan software POM-QM for Windows. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada pukul 15.00-16.00 hanya dibutuhkan satu kasir, pukul 16.00-19.00 cukup 2 kasir, dan pukul 19.00-20.00 optimal dengan 3 kasir. Dengan konfigurasi ini, waktu tunggu rata-rata pelanggan dapat ditekan hingga di bawah 1 menit. Peneliti merekomendasikan pengurangan jumlah kasir pada jam tertentu dan mengalihkan sebagian staf kasir ke bagian lain agar beban kerja lebih merata dan biaya operasional lebih efisien, tanpa menurunkan kualitas layanan. [5].

Dan yang Jamil dkk (2023) melakukan analisis sistem antrian di SPBU Pasarwajo di Provinsi Sulawesi Tenggara, menggunakan aplikasi MATLAB. Penelitian ini fokus pada kendaraan roda dua, dengan simulasi model M/M/2. Hasilnya menunjukkan bahwa utilisasi server 50,87%, menandakan pelayanan cukup stabil namun masih menyisakan waktu tidak terpakai yang cukup besar[6].

Setiap model antrian memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing tergantung pada jumlah fasilitas, tahapan pelayanan, dan pola kedatangan pelanggan. Berdasarkan perbandingan di atas, untuk penelitian ini peneliti memilih untuk menggunakan model antrian *Multi Channel Single Phase*. Pemilihan model *Multi Channel Single Phase* dalam penelitian ini dianggap paling relevan dengan kondisi SPBU XYZ di Cilacap, yang memiliki beberapa jalur pengisian dan satu proses pelayanan. Dalam penelitian ini perhitungannya menggunakan Software POM-QM. Dengan demikian penulis mengamati sistem antrian yang terjadi di lokasi dengan pendekatan teori antrian, khususnya model *Multi Channel Single Phase*, sebagai metode analisis yang paling sesuai dengan struktur pelayanan di lapangan. Dengan menerapkan pendekatan ini, penulis berharap dapat memberikan gambaran objektif mengenai kinerja sistem pelayanan SPBU saat ini, serta menyusun rekomendasi

berbasis data untuk peningkatan kualitas layanan ke depan. Oleh karena itu, penulis menyusun penelitian dengan judul “**Analisis Model Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Menggunakan Model Multi Channel Single Phase**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dirumuskan rumusan permasalahan dari penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja pelayanan sistem antrian pada proses pengisian bahan bakar di SPBU XYZ di Cilacap?
2. Berapa jumlah server yang optimal untuk meningkatkan efisiensi pelayanan dan meminimalkan waktu tunggu pelanggan SPBU XYZ di Cilacap khususnya pada jam-jam sibuk?
3. Bagaimana solusi untuk mengatasi antrian pada SPBU XYZ di Cilacap?

C. Batasan Masalah

1. Objek penelitian dibatasi satu lokasi SPBU, yaitu SPBU XYZ di Cilacap.
2. Penelitian ini difokuskan pada analisis sistem antrian kendaraan roda dua yang terjadi di SPBU XYZ di Cilacap.
3. Waktu observasi dilakukan dalam periode tertentu (jam-jam sibuk), yaitu selama 5 hari kerja berturut-turut di tanggal 15 Juni 2026 sampai 19 Juni 2026 pada pukul 06.05 – 07.30 WIB dan pukul 16.05-17.30 WIB.
4. Mengasumsikan bahwa seluruh server memiliki kapasitas dan kecepatan pelayanan yang sama dan bekerja secara independen.
5. Kapasitas antrian diasumsikan tidak terbatas, sehingga seluruh kendaraan yang datang dianggap tetap masuk ke dalam antrian.
6. Penelitian ini menggunakan model antrian *Multi Channel Single Phase* (M/M/s) dengan asumsi bahwa pola kedatangan pelanggan mengikuti distribusi Poisson dan waktu pelayanan mengikuti distribusi Eksponensial.

D. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis waktu tunggu pelanggan dan kinerja sistem antrian pada jam-jam sibuk di SPBU XYZ Cilacap menggunakan model *Multi Channel Single Phase* dengan menggunakan parameter seperti rata-rata panjang antrian, waktu tunggu dan utilitas pelayanan.
2. Mengevaluasi apakah jumlah server yang beroperasi saat ini telah memenuhi kebutuhan pelayanan dalam menangani volume kendaraan, khususnya pada jam-jam sibuk.
3. Memberikan Solusi untuk mengatasi antrian pada SPBU XYZ Cilacap.

E. Manfaat Penelitian

1. Mengetahui performa aktual sistem antrian berdasarkan data nyata.
2. Menentukan jumlah server dan alur pelayanan pada penelitian agar lebih optimal.
3. Merumuskan strategi untuk mengurangi waktu tunggu dan memperbaiki distribusi beban layanan, khususnya pada jam-jam sibuk.
4. Menjadi dasar pertimbangan dalam pengambilan keputusan operasional dan penjadwalan petugas.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Studi Kasus

Penelitian terkait yang mendasari penulisan proposal ini berfokus pada analisis sistem antrian dengan pendekatan *Multi Channel – Single Phase*, yang banyak digunakan dalam mengkaji efisiensi pelayanan pada berbagai fasilitas publik seperti perbankan dan stasiun pengisian bahan bakar (SPBU). Metode ini dipilih karena mampu menggambarkan kondisi antrian dengan beberapa jalur pelayanan. Namun metode *multi channel single phase* hanya melalui satu tahap proses, sehingga cocok diterapkan pada kasus-kasus yang memiliki karakteristik serupa. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa model ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan jumlah fasilitas pelayanan, mengurangi waktu tunggu pelanggan, serta meningkatkan efisiensi tenaga kerja. Adapun penelitian terkait yang menjadi rujukan dalam penelitian ini antara lain, sebagai berikut:

Tabel 1 Penelitian Terkait

No.	Peneliti	Keterangan	Perbedaan
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Ulfania Liputo, Muhammad Rifai Katili, Djihad Wungguli (2025)[7]	Judul: Analisis Sistem Antrian Model <i>Multi Channel Single Phase</i> untuk Mengoptimalkan Efektivitas Pelayanan Teller Bank Metode: Kuantitatif dengan penerapan teori antrian menggunakan model <i>Multi Channel Single Phase</i> . Software: POM-QM for Windows Hasil Penelitian : Dengan 3 teller, tingkat utilitas mencapai 73% (teller sangat sibuk). Simulasi	Pemilihan studi kasus. Studi kasus pada penelitian sebelumnya pada Teller Bank sedangkan pada penelitian ini memilih studi kasus pada SPBU XYZ.

		penambahan menjadi 4 teller menurunkan utilitas menjadi 55% dan meningkatkan efektivitas pelayanan hingga 37%. Jadi sistem dianggap masih efisien dan optimal untuk pelayanan nasabah.	
2	Ulfatun Hasanah, Dian Firmayasari, Muhammad Rifki Nisardi, Harianto (2023)[8]	Judul: Analisis Teori Antrian <i>Multi Channel Single Phase</i> pada Pelayanan Teller PT.Bank Negara Indonesia Metode: Kuantitatif, analisis dilakukan secara manual dan menggunakan software. Software: POM for Windows. Hasil Penelitian: Dengan 3 teller, tingkat kesibukan sebesar 62%. Penambahan menjadi 4 teller menurunkan tingkat kesibukan menjadi 46%. Jika ditambah menjadi 5 teller justru menurunkan efisiensi karena tingkat kesibukan hanya 37% (banyak waktu menganggur). Sehingga jumlah optimal teller adalah 4.	Studi kasus pada penelitian sebelumnya berupa Teller Bank PT.Bank Negara Indonesia sedangkan studi kasus yang saya gunakan adalah SPBU XYZ.
3	Ica Hoerunisa dan Sukanta (2021)[4]	Judul: Penerapan Model Antrian <i>Multi Channel Single Phase</i> pada SPBU Sempu Jurong Cikarang Utara	Penelitian sebelumnya mencari tingkat kepuasan pelanggan,

		Metode: Model antrian <i>Multi Channel-Single Phase</i>. Software: POM-QM for Windows Hasil Penelitian: Standar waktu pelayanan (Wq) optimal dengan 3 fasilitas pelayanan membutuhkan waktu sebesar 0,24 menit. Hal ini menunjukkan standar waktu pelayanan (Wq) 0,24 menit sudah jauh lebih cepat dari standar waktu yang ditetapkan sebesar 0,75 menit sehingga kepuasan pelanggan akan pelayanan SPBU Sempu Jurong Cikarang Utara dapat tercapai.	sedangkan pada penelitian ini bertujuan menganalisis waktu tunggu pelanggan dan mengevaluasi jumlah server aktif saat ini sudah optimal atau belum optimal dalam menangani volume kendaraan, khususnya pada jam-jam sibuk.
4	Okta Via Herawati Siahaan , Abil Mansyur (2023)[9]	Judul: Analisis Sistem Antrian pada PT. Bank Susmut Kantor Pusat Medan Menggunakan Model Antrian <i>Multi Channel Single Phase</i> Metode: Pendekatan kuantitatif dengan uji distribusi dan perhitungan M/M/s. Software: Menggunakan metode M/M/S (<i>Multi Channel-Single Phase</i>). Hasil Penelitian: Sistem antrian bank ditetapkan sebagai (M/M/4:FCFS/∞/∞). Jumlah server optimal adalah 4 teller dan rata-rata	Terletak distudi kasusnya. Studi kasus pada penelitian sebelumnya di PT Bank Susmut sedangkan studi kasus penelitian saya pada SPBU

		waktu tunggu dalam system adalah 24 menit 18 detik, menunjukkan perlunya evaluasi untuk meningkatkan efisiensi pelayanan.	
5	Haditya Pratama, Lestari Setiawati (2024)[10]	Judul: Analisis Sistem Antrian SPBU Gunung Pangilun untuk Pengisian Bahan Bakar Pertalite Metode: Pendekatan Kuantitatif Software: SPSS Hasil Penelitian: Sepeda motor memiliki tingkat kedatangan lebih tinggi dan waktu tunggu lebih lama dibanding mobil, terutama di sore hari. Petugas sepeda motor tidak memiliki waktu menganggur, menunjukkan potensi kelebihan beban. Sistem antrian mobil lebih efisien dengan waktu tunggu lebih singkat. Secara keseluruhan, sistem mengalami peningkatan tekanan di sore hari, terutama untuk sepeda motor.	Terletak pada Software yang digunakan. Penelitian sebelumnya software menggunakan SPSS, sedangkan penelitian ini menggunakan software POM QM for windows
6	Erwin H. Pellondou, Ronald P.C. Fanggidae, Antonio E.L.	Judul: Analisis Teori Antrian pada Jalur Sepeda Motor Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Oebobo Metode: Kuantitatif dengan pendekatan analisis teori antrian	Terletak pada studi kasus. Studi kasus pada Penelitian ini di SPBU Oebobo sedangkan yang saya

	Nyoko (2021) [3] model M/M/S (<i>Multi Channel – Single Phase</i>). Software: POM QM for Windows Versi 5 Hasil Penelitian: Tingkat rata-rata kedatangan pelanggan sepeda motor pada SPBU Oebobo tertinggi pada pukul 08.00-09.00 dengan jumlah kedatangan 271 sepeda motor dan kedatangan pelanggan sepeda motor terendah pada pukul 16.00-17.00 dengan jumlah kedatangan 154 sepeda motor dengan tingkat rata-rata pelayanan pada SPBU Oebobo yaitu sebanyak 199 sepeda motor/jam. Sedangkan kinerja pelayanan di SPBU Oebobo khusus jalur sepeda motor belum optimal karena masih terdapat operator yang menganggur. Sehingga analisis sistem antrian menunjukkan jumlah jalur fasilitas yang optimal pada SPBU Oebobo yaitu pada pukul 08.00-10.00 jalur yang dibuka 3 jalur fasilitas dan pada pukul 16.00-20.00 jalur yang dibuka 2 jalur fasilitas.	gunakan di SPBU XYZ.
--	---	-----------------------------

7	Nurul Hidayat, Athaya Amar A, Andre Wardana (2023)[11]	Judul: Analisis Sistem Antrian untuk Optimalisasi Pelayanan SPBU Mulawarman Tarakan Metode: Menggunakan model antrian <i>Multi Channel Single Phase</i> Software: POM-QM Hasil Penelitian: SPBU Mulawarman menggunakan model antrian M/M/S (<i>Multi Channel Single Phase</i>) dengan 4 operator aktif. Rata-rata kedatangan pelanggan adalah 178,42 per jam dan tingkat pelayanan 80 pelanggan per jam. Rata-rata waktu tunggu dalam antrian hanya 0,17 menit, dan waktu dalam sistem 0,92 menit. Sistem bekerja secara efisien dengan tingkat penggunaan pelayan (ρ) sebesar 56%.	Terletak pada studi kasus. Studi kasus pada penelitian sebelumnya di SPBU Mulawarman sedangkan pada penelitian saya studi kasus di SPBU XYZ.
8	Dewi Sartika Jamil, Asrul Sani, Muh. Kabil Djafar, Jufra, Herdi Budiman (2023) [6]	Judul: Analisis Sistem Antrian Multi Channel Single Phase pada SPBU Pasarwajo Metode: Observasi lapangan, uji distribusi (Poisson dan eksponensial), analisis steady-state Software: MATLAB Hasil: Sistem antrian di SPBU Pasarwajo mengikuti model (M/M/2):(FCFS/100/~) dengan	Terletak pada studi kasus. Studi kasus pada penelitian sebelumnya di SPBU Mulawarman sedangkan pada penelitian saya studi kasus di SPBU XYZ.

		rata-rata kedatangan 2,7935 pelanggan per unit waktu dan rata-rata waktu pelayanan 2,7458. Sistem telah mencapai steady-state dengan probabilitas pelayan sibuk 50,87%. Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian 0,0726 dan waktu dalam antrian 0,1048 unit waktu, menunjukkan bahwa sistem antrian ini cukup efektif.	
--	--	---	--

B. Landasan Teori

1. Jasa

Menurut Kotler dan Keller (2016), jasa adalah setiap tindakan atau kegiatan yang dapat ditawarkan oleh satu pihak kepada pihak lain yang tidak berwujud dan tidak menghasilkan kepemilikan apa pun. SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum) termasuk dalam kategori penyedia jasa karena memberikan layanan berupa pengisian bahan bakar kepada konsumen, yang tidak dapat dikonsumsi secara terpisah dari proses pelayanannya. Interaksi antara pelanggan dan petugas SPBU, waktu tunggu yang dialami, hingga penyelesaian pengisian merupakan bagian dari proses layanan yang menunjukkan karakteristik jasa.

Terdapat empat (4) karakteristik di dalam jasa, yaitu [12]:

- a) Tidak berwujud (*Intangibility*) : jasa memiliki sifat tidak berwujud karena tidak bisa dilihat, didengar ataupun dicium sebelum ada transaksi pembelian.
- b) Tidak dapat dipisahkan (*Inseparability*) : suatu bentuk jasa yang tidak dapat dipisahkan dari sumbernya. Sumber merupakan orang atau mesin, produk fisik yang berwujud tetap ada.

- c) Berubah-ubah (*Variability*) : jasa mudah berubah-ubah karena tergantung kepada siapa yang menyajikan, kapan dan dimana disajikan.
- d) Daya tahan (*Perisability*) : daya tahan suatu jasa tidak akan menjadi suatu masalah ketika permintaan selalu ada dan mantap karena menghasilkan jasa diawal dengan mudah.

2. Teori Antrian

Teori antrian dikemukakan pertama kali oleh A.K Erlang seorang ahli matematika yang berasal dari Denmark pada tahun 1910 dalam buku *Solution of Some Problem in the Theory of Probability of Significance in Automatic Telephone Exchange*. A.K. Erlang melakukan eksperimen tentang fluktuasi telepon yang berhubungan dengan *automatic dialing equipment*, yaitu peralatan penyambungan telepon secara otomatis. Operator kewalahan pada waktu yang sibuk untuk melayani para penelepon yang membutuhkan respon secepatnya, sehingga para penelepon harus antre menunggu giliran dalam waktu yang cukup lama [13]. Menurut Heizer dan Render (2006) antrian adalah ilmu pengetahuan tentang bentuk antrian dan berupa sejumlah orang atau barang dalam barisan yang sedang menunggu untuk dilayani atau mencakup bagaimana perusahaan dapat menentukan waktu dan fasilitas yang sebaik-baiknya agar dapat melayani pelanggan dengan efisien [10].

Sedangkan menurut Damyati (2009) teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan. Formasi baris-baris penungguan ini tentu saja merupakan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia apabila kebutuhan akan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan itu [5]. Analisis terhadap antrian dalam hal panjangnya antrian, rata-rata waktu tunggu, dan berbagai faktor lain yang terkait dapat membantu perusahaan, mulai dari yang bergerak di bidang manufaktur maupun jasa, dalam memahami sistem pelayanan, aktivitas maintenance, dan bahkan aktivitas pengawasan toko [2].

Menurut Heizer dan Render (2006:659) dalam sistem antrian terdapat tiga komponen karakteristik yaitu [3]:

- a. Karakteristik kedatangan atau masukan sistem merupakan sumber input yang mendatangkan pelanggan bagi sebuah sistem pelayanan memiliki karakteristik utama sebagai berikut:

- 1) Ukuran populasi

Sumber konsumen yang dilihat sebagai populasi tidak terbatas atau terbatas.

- 2) Perilaku kedatangan

Perilaku setiap konsumen berbeda-beda dalam memperoleh pelayanan, ada tiga karakteristik perilaku kedatangan yaitu: pelanggan yang sabar, pelanggan yang menolak bergabung dalam antrian dan pelanggan yang membelot.

- 3) Pola kedatangan

Menggambarkan bagaimana distribusi pelanggan memasuki sistem.

- b. Karakteristik antrian merupakan aturan antrian atau disiplin antrian yang mengacu pada peraturan pelanggan yang ada dalam barisan untuk menerima pelayanan yang terdiri dari :

- 1) *First Come First Served (FCFS)* atau *First In First Out (FIFO)*

Pelanggan yang datang lebih dulu akan dilayani lebih dulu. Misalnya: sistem antrian pada Bank, SPBU, dan lain-lain.

- 2) *Last Come First Served (LCFS)* atau *Last In First Out (LIFO)*

Sistem antrian pelanggan yang datang terakhir akan dilayani lebih dulu. Misalnya: sistem antrian dalam elevator lift untuk lantai yang sama.

- 3) *Service in Random Order (SIRO)*

Panggilan didasarkan pada peluang secara acak, tidak peduli siapa dulu yang tiba untuk dilayani.

- 4) *Shortest Operation Times (SOT)*

Sistem pelayanan yang membutuhkan waktu pelayanan tersingkat mendapat pelayanan pertama.

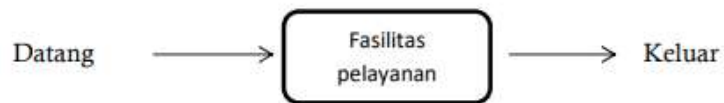
- c. Karakteristik pelayanan merupakan karakteristik pelayanan yang terdapat dua hal penting yaitu, desain sistem pelayanan dan distribusi waktu pelayanan

3. Struktur Antrian

Struktur antrian menggambarkan pola dan desain dari jalur pelayanan (channel) dan tahapan pelayanan (phase) dalam suatu system. Terdapat 4 model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam sistem antrian, yaitu antara lain [13]:

a. *Single Channel – Single Phase*

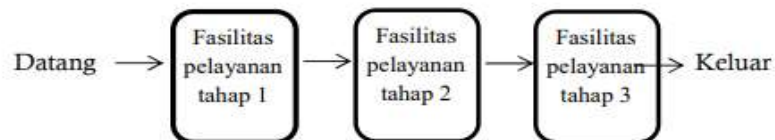
Singel Channel – Single Phase berarti bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu pelayanan. *Single Phase* menunjukkan bahwa hanya ada satu stasiun pelayanan sehingga yang telah menerima pelayanan dapat langsung keluar dari sistem antrian.



Gambar 1 Model *Single Channel Single Phase*

b. *Single Channel - Multi Phase*

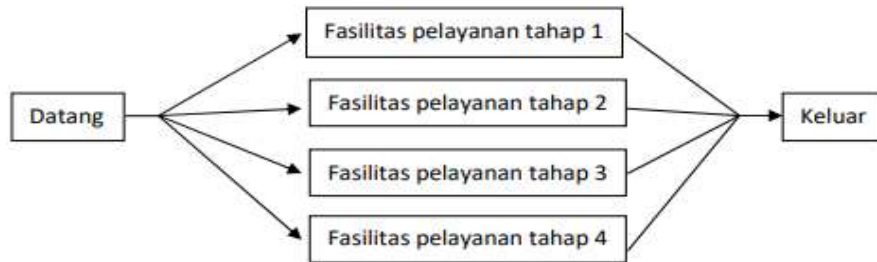
Struktur ini memiliki satu jalur pelayanan sehingga disebut *Single Channel*. Istilah *Multi Phase* menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan. Setelah menerima pelayanan maka individu tidak bisa meninggalkan area pelayanan karena masih ada pelayanan lain yang harus dilakukan agar sempurna. Setelah pelayanan yang diberikan sempurna baru dapat meninggalkan pelayanan.



Gambar 2 Model *Single Channel Multi Phase*

c. *Multi Channel - Single Phase*

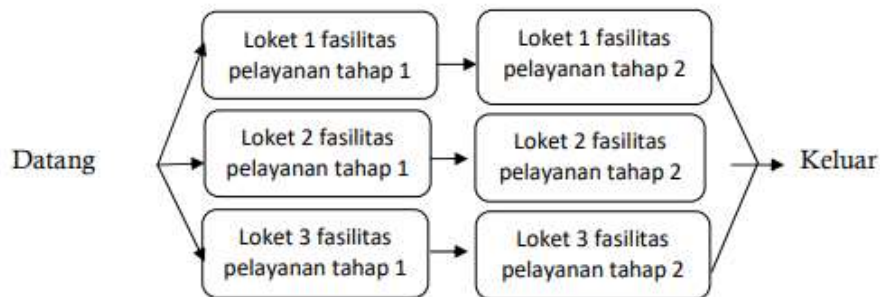
Sistem *Multi Channel Single Phase* terjadi ketika dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal. Sistem ini memiliki lebih dari satu jalur pelayanan atau fasilitas pelayanan sedangkan sistem pelayanannya hanya ada satu *phase*.



Gambar 3 Model *Multi Channel Single Phase*

d. *Multi Channel - Multi Phase*

Setiap sistem ini mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada suatu waktu. Pada umumnya jaringan ini terlalu kompleks untuk dianalisis dengan teori antrian.



Gambar 4 Model *Multi Channel Multi Phase*

Setelah menjelaskan 4 bentuk struktur antrian berdasarkan jumlah jalur dan tahapan pelayanan, diperlukan representasi matematis yang mampu menggambarkan karakteristik sistem antrian secara formal. Dalam teori antrian, representasi tersebut dinyatakan menggunakan notasi Kendal lengkap, $A/B/s/K/N/D$ yang mengklasifikasikan model antrian berdasarkan distribusi kedatangan, distribusi waktu pelayanan, jumlah pelayanan, kapasitas sistem, ukuran populasi pelanggan, serta disiplin pelayanan [14]. Dengan keterangan untuk setiap unsur notasi Kendal, sebagai berikut :

- A : Distribusi kedatangan pelanggan (Poisson)
- B : Distribusi waktu pelayanan (Eksponensial)
- s : Jumlah stasiun pelayanan paralel
- K : Kapasitas sistem
- N : Ukuran populasi pelanggan
- D : Disiplin pelayanan

Dengan notasi ini, sistem antrian dapat disajikan ringkas namun komprehensif, memudahkan analisis kinerja. Dalam penelitian ini, sistem antrian SPBU dimodelkan sebagai $M/M/s/\infty/\infty/FIFO$, yang menunjukkan kedatangan kendaraan mengikuti Poisson, pelayanan eksponensial, s stasiun paralel, kapasitas dan populasi tak terbatas, serta disiplin FIFO.

4. Kinerja Antrian

Menurut Heizer, et al. (2017), model antrian bisa membantu manajer dalam mengambil suatu keputusan yang dapat menyeimbangkan biaya pelayanan dan biaya antrian [2]. Analisis antrian dalam hal ini, dapat menghasilkan berbagai ukuran kinerja dari suatu antrian, sebagai berikut.

- a. Waktu rata-rata yang di habiskan oleh pelanggan dalam antrian
- b. Waktu rata-rata yang di habiskan oleh pelanggan dalam sistem (waktu tunggu di tambah waktu pelayanan).
- c. Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem.
- d. Probabilitas fasilitas pelayanan akan kosong.

5. Distribusi Poisson

Distribusi Poisson ditemukan oleh Simeon Denis Poisson, beliau adalah seorang ahli matematika kebangsaan Perancis. Distribusi Poisson termasuk distribusi teoritis yang memakai variabel random diskrit (x) [15]. Distribusi Poisson adalah distribusi probabilitas diskrit yang digunakan untuk memodelkan jumlah kejadian yang terjadi dalam suatu interval waktu tertentu dengan asumsi

bahwa kejadian tersebut terjadi secara independend dan memiliki waktu rata-rata kedatangan yang konstan. Dalam teori antrian, distribusi Poisson banyak digunakan untuk memodelkan pola kedatangan pelanggan ke sistem pelayanan [16].

Secara matematis, probabilitas terjadinya kejadian dalam suatu interval dengan rata-rata kejadian dinyatakan dalam fungsi berikut:

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}, \quad x = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$$

dengan :

$f(x)$ = Jumlah kedatangan dalam waktu tertentu

x = Jumlah kedatangan kendaraan persatuan waktu

e = Bilangan euler (2,71828)

λ = Rata-rata tingkat kedatangan.

6. Distribusi Eksponensial

Distribusi Eksponensial adalah distribusi probabilitas kontinu yang menggambarkan waktu antar kejadian dalam proses Poisson. Distribusi eksponensial biasanya digunakan untuk memodelkan waktu tunggu antara dua kejadian yang terjadi secara acak.

Secara matematis, fungsi kepadatan probabilitas dari distribusi eksponensial dirumuskan sebagai berikut:

$$P(T_1 - t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad t = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$$

dengan:

t = Waktu antar kejadian (misalnya waktu tunggu atau waktu pelayanan)

λ = Laju kejadian rata-rata per satuan waktu

e = Bilangan Euler, yaitu konstanta matematika $\approx 2,71828$.

7. Model *Multi Channel Single Phase*

Sistem antrian pada SPBU Pertamina XYZ menggunakan sistem antrian *Multi Channel Single Phase*. Sistem antrian dipilih karena beberapa jalur pelayanan berupa server (dispenser BBM) yang bisa melayani kendaraan secara paralel dan setiap kendaraan hanya dapat satu tahap pelayanan, yaitu pengisian bahan bakar. Tidak ada proses lanjutan seperti pemeriksaan atau pembayaran di tempat lain. Sistem *Multi Channel Single Phase* ini terjadi ketika terdapat dua atau lebih fasilitas pelayanan dialiri oleh antrian tunggal. Pelanggan dalam sistem antrian membentuk satu jalur antrian dan dilayani oleh stasiun pelayanan yang tersedia terlebih dahulu. Pola kedatangan mengikuti distribusi Poisson yaitu kedatangan yang bersifat acak namun memiliki rata-rata kedatangan tertentu per satuan waktu (λ) dan waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial (μ). Pelayanan dilakukan secara *first-come, first-served*, dan semua stasiun pelayanan yang sama.

$$\lambda = \frac{\text{Keseluruhan jumlah kedatangan pelanggan}}{\text{total waktu pengamatan}}$$

$$\mu = \frac{\text{Jumlah rata - rata tingkat pelayanan}}{\text{total Jam Kerja}}$$

Model ini juga mengasumsikan bahwa seluruh server memiliki kapasitas dan kecepatan pelayanan yang sama, serta bekerja secara independen. Selain itu, kapasitas antrian diasumsikan tidak terbatas, artinya sebanyak apapun kendaraan yang datang tetap dapat masuk ke dalam sistem, meskipun harus menunggu dalam antrian.

Analisis sistem antrian dengan model jalur berganda atau dengan notasi model B:M/M/S sebagai berikut [17]:

λ = rata-rata laju kedatangan pelanggan.

μ = rata-rata laju pelayanan per server.

s = jumlah server.

Setelah nilai rata-rata laju kedatangan pelanggan (λ), rata-rata laju pelayanan per server (μ), dan jumlah server (s) diketahui, parameter kinerja sistem antrian dihitung sebagai berikut:

- a) Utilisasi sitem (tingkat pemanfaatan system) (ρ)

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} , \quad \rho < 1$$

- b) Probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem (semua server kosong). (P_0)

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \cdot \frac{1}{1-\rho} \right]^{-1}$$

- c) Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian. (L_q)

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^s \cdot \rho}{s! \cdot (1-\rho)^2} \cdot P_0$$

- d) Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem. (L)

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

- e) Waktu tunggu rata-rata dalam antrian (W_q)

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

- f) Waktu rata-rata dalam sistem. (W)

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

Model ini umum digunakan pada sistem layanan dengan lebih dari satu server yang bekerja secara paralel dan hanya satu tahap pelayanan, contohnya seperti antrian di bank, rumah sakit, loket pembayaran dan lain sebagainya. Berikut ini disajikan sebuah contoh kasus yang menggambarkan penggunaan model M/M/s secara praktis.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

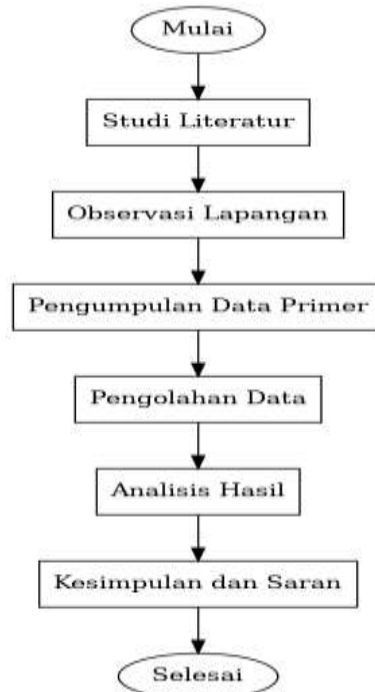
A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian akan dilakukan di SPBU XYZ Cilacap yang berlokasi di Kabupaten Cilacap, tepatnya yang berada di Provinsi Jawa Tengah. Tanggal dilaksanakannya penelitian langsung di lokasi tanggal 15 Juni 2026 sampai 19 Juni 2026 pada pukul yang ditentukan, yaitu pukul 06.05 – 07.30 WIB dan pukul 16.05-17.30 WIB.

B. Prosedur Penelitian

Diperlukan serangkaian langkah sistematis agar penelitian dapat tercapai secara optimal. Prosedur penelitian disusun untuk memastikan bahwa setiap tahap dilakukan secara terarah dan terukur, mulai dari pengumpulan data hingga analisis menggunakan model antrian *Multi Channel Single Phase*. Prosedur ini juga bertujuan untuk menggambarkan metode pendekatan yang digunakan dalam memahami dan mengevaluasi sistem pelayanan SPBU dari sisi efisiensi antrian.

Penelitian akan dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :



Gambar 5 Flowchart Prosedur Penelitian

Langkah-langkah penelitian dari *flowchart* di atas, yaitu:

1. Studi Literatur

Peneliti mengumpulkan dan mempelajari berbagai teori, konsep, serta hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan sistem antrian dengan model Multi Channel Single Phase (M/M/s) dengan memanfaatkan jurnal, skripsi, buku dan lainnya.

2. Observasi Lapangan

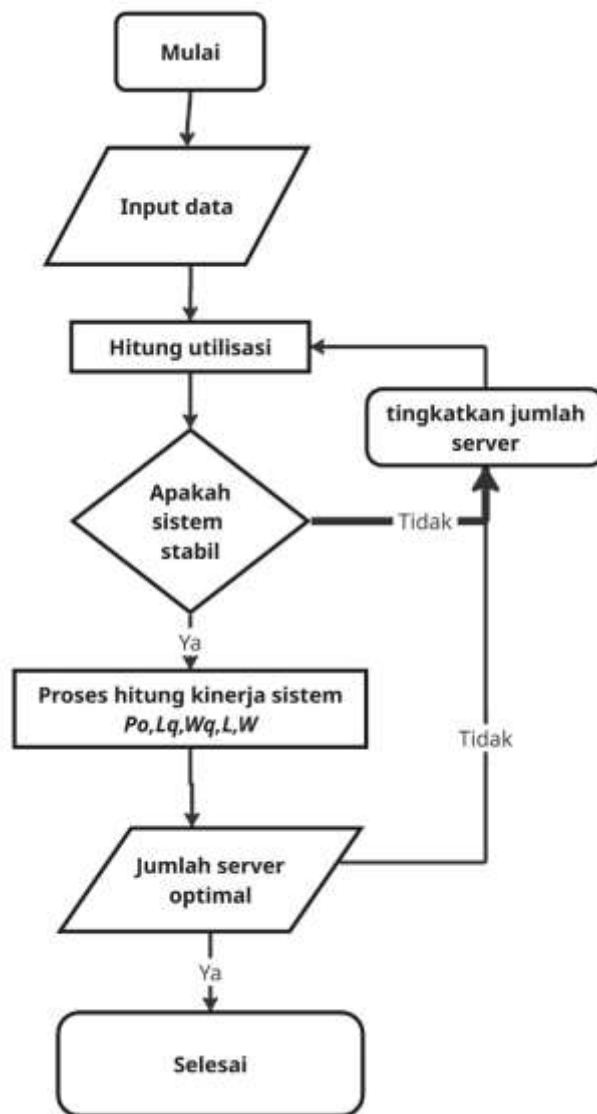
Peneliti melakukan observasi langsung pada lokasi SPBU yang dijadikan objek penelitian. Observasi juga dilakukan untuk melakukan penentuan waktu penelitian. Kegiatan observasi dilakukan untuk memahami alur pelayanan, pola kedatangan kendaraan, jumlah server pengisian, serta perilaku antrian yang terjadi di lapangan.

3. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data-data aktual melalui pengamatan langsung. Data yang dikumpulkan antara lain jumlah kendaraan yang datang dalam periode tertentu, waktu rata-rata pengisian bahan bakar per kendaraan, dan waktu operasional SPBU. Data ini nantinya akan digunakan sebagai input dalam model antrian.

4. Pengolahan data/Analisis data

Tahap pengolahan data merupakan fase krusial dalam penelitian ini karena pada tahap inilah data yang diperoleh dari hasil observasi lapangan yang dapat dianalisis menggunakan pendekatan matematis yaitu menggunakan model antrian Multi Channel Single Phase (M/M/s) dan menghitung data yang diperoleh menggunakan software POM QM For Windows.



Gambar 6 *Flowchart* Analisis Data

Proses analisis dimulai dengan memasukkan data masukan berupa laju kedatangan rata-rata pelanggan (λ), laju pelayanan rata-rata tiap server (μ), serta jumlah server yang tersedia (s). Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai utilisasi sistem (ρ). Apabila hasil perhitungan menunjukkan bahwa sistem tidak stabil ($\rho \geq 1$), maka jumlah server perlu ditambah ($s = s + 1$) hingga kondisi stabil ($\rho < 1$) terpenuhi.

Setelah sistem stabil, langkah berikutnya adalah menghitung kinerja sistem yang meliputi rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L), rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (L_q), rata-rata waktu tunggu pelanggan dalam sistem (W), dan rata-rata waktu tunggu dalam antrian (W_q). Hasil perhitungan kinerja sistem tersebut kemudian dievaluasi berdasarkan kriteria sistem optimal, yaitu:

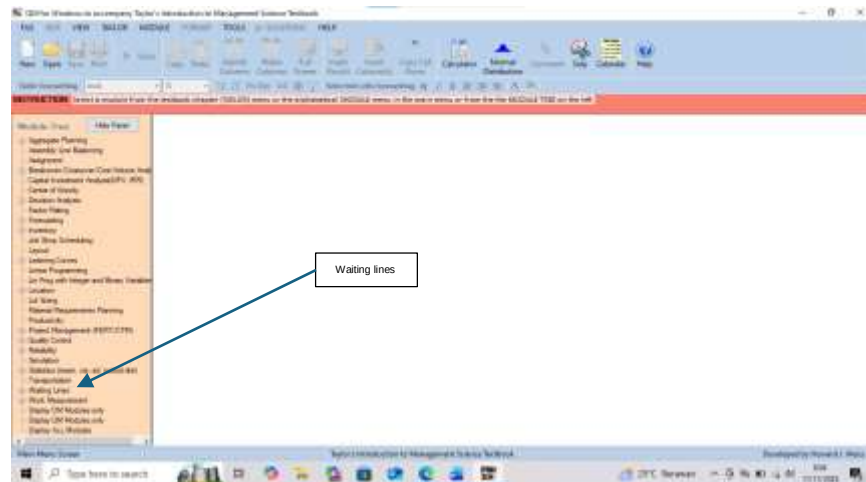
- a. Sistem berada dalam kondisi stabil ($\rho < 1$),
- b. Nilai L_q dan W_q berada dalam batas wajar dengan L_q ,
- c. Tidak terjadi pemborosan kapasitas server.

Penetapan Parameter L_q dan W_q dikatakan dalam batas wajar dengan didasarkan pada kemampuan sistem pelayanan untuk menjaga keseimbangan antara laju kedatangan dan laju pelayanan. Suatu sistem antrian dikatakan masih berada dalam batas wajar apabila nilai W_q tidak melebihi standar pelayanan yang ditetapkan, yaitu berkisar antara 0,24 menit hingga 0,75 menit, serta nilai L_q tidak menunjukkan penumpukan signifikan, umumnya ≤ 5 kendaraan [4]. Apabila seluruh kriteria optimal terpenuhi, maka jumlah server yang digunakan pada kondisi tersebut dinyatakan sebagai jumlah server optimal. Namun, jika terdapat salah satu kriteria yang tidak terpenuhi, misalnya waktu tunggu pelanggan (W_q) masih berada di luar batas wajar meskipun sistem stabil dan jumlah pelanggan relatif kecil, maka sistem belum dapat dikatakan optimal. Dalam kondisi tersebut, flowchart mengarahkan proses kembali pada tahap evaluasi jumlah server, yaitu dengan menambah jumlah server ($s = s + 1$) hingga diperoleh hasil yang memenuhi seluruh kriteria optimal. Namun nilai W_q dan L_q dapat juga dievaluasi berdasarkan tingkat kepadatan sistem dan efisiensi pelayanan yang dihasilkan

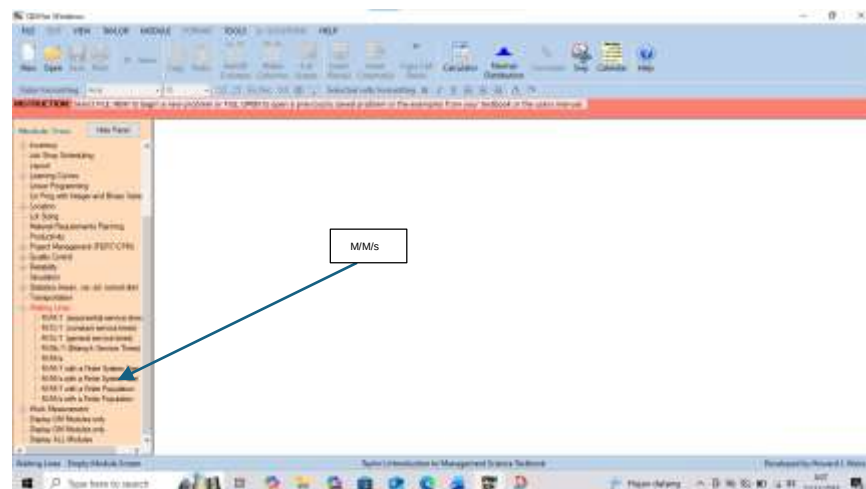
Adapun cara perhitungan dengan memanfaatkan *software* POM-QM for Windows. POM-QM for Windows adalah sebuah fitur yang dirancang untuk mengelola perhitungan dalam mengambil keputusan suatu permasalahan [4]. Proses perhitungan menggunakan *software* ini dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

1. Buka *software* POM-QM for Windows 5.2

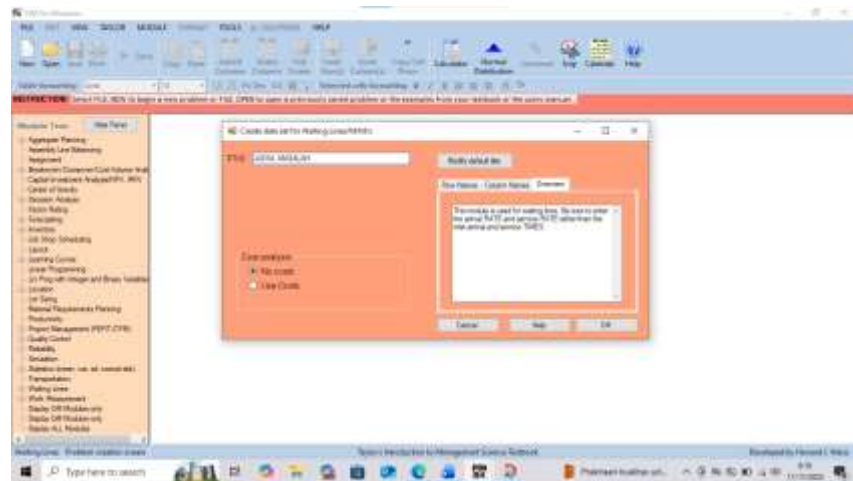
2. Klik *Module*, kemudian pilih *Waiting Lines*



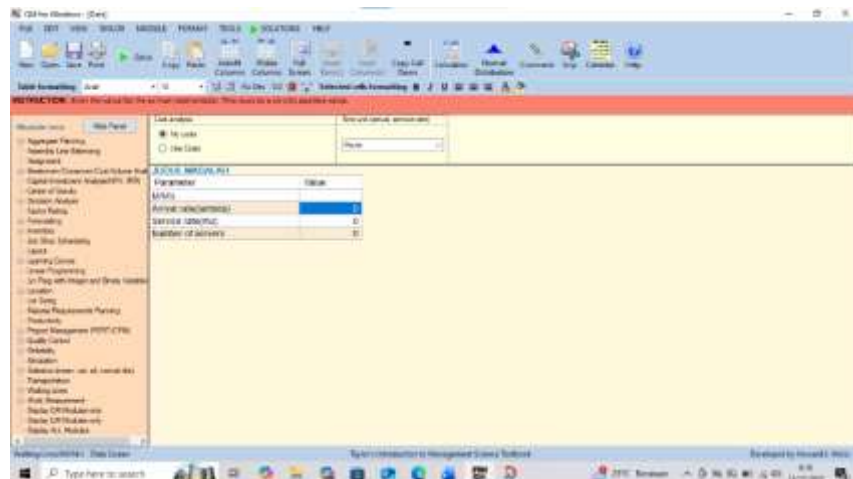
3. Klik *File* dan pilih *New*, kemudian pilih *M/M/s*



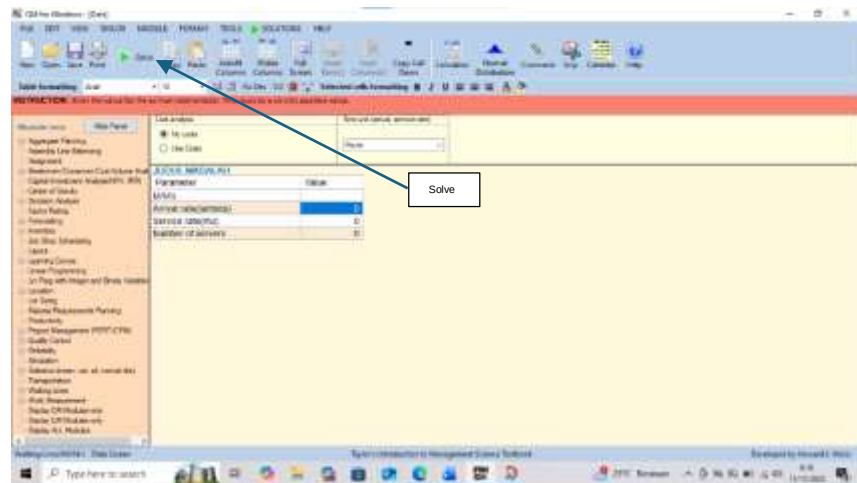
4. Isi bagian *Title* dengan judul penyelesaian masalah, Kemudian pada bagian *Cost Analysis*, pilih *No Costs* setelah itu klik *OK*.



5. Isi tabel *Arrival rate* (λ), *Service rate* (μ) dan *Number of servers* sesuai dengan data yang telah diperoleh. Kemudian pilih satuan waktu pada bagian *Time unit*.



6. Kemudian klik *Solve*



7. Analisis Hasil

Menganalisis hasil perhitungan untuk mengevaluasi apakah jumlah server yang tersedia di SPBU sudah sesuai dengan kebutuhan pelayanan. Analisis ini dilakukan dengan menginterpretasikan nilai-nilai parameter antrian seperti waktu tunggu rata-rata, panjang antrian, dan kapasitas pelayanan secara keseluruhan.

8. Kesimpulan dan Saran

Menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dan memberikan saran yang bersifat aplikatif bagi pengelola SPBU, misalnya terkait jumlah server yang ideal atau pengaturan jadwal operasional agar pelayanan menjadi lebih efisien.

C. Jadwal Penelitian

Tabel 2

	Kegiatan	Bulan									
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
1	Studi Literatur										
2	Observasi Lapangan										
3	Pengumpulan data										
4	Pengolahan data										
5	Analisis Akhir										
6	Kesimpulan dan saran										

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengumpulan Data

Data observasi yang diperoleh selama penelitian digunakan sebagai dasar dalam analisis sistem antrian pada SPBU XYZ. Data tersebut meliputi waktu kedatangan pelanggan, waktu mulai pelayanan, waktu selesai pelayanan, waktu pelayanan, waktu tunggu pelanggan, serta server yang melayani. Seluruh data dianalisis menggunakan menggunakan model antrian *Multi Channel Singel Phase* untuk memperoleh laju kedatangan(λ), laju pelayanan(μ), serta parameter-parameter kinerja antrian. Rekapitulasi data hasil observasi pada setiap periode pengamatan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Rekapitulasi Data Hasil Observasi Pada Setiap Priode Pengamatan

No	Hari	Periode	Kedatangan
1	Senin	06.05 - 07.30	128
		16.05 - 17.30	220
2	Selasa	06.05 - 07.30	125
		16.05 - 17.30	239
3	Rabu	06.05 - 07.30	115
		16.05 - 17.30	210
4	Kamis	06.05 - 07.30	111
		16.05 - 17.30	271
5	Jumat	06.05 - 07.30	115
		16.05 - 17.30	293

Berdasarkan Tabel 3 jumlah kedatangan pelanggan pada setiap pengamatan menunjukkan pola kedatangan yang berbeda pada periode pagi dan sore hari. Secara umum, jumlah pelanggan periode sore hari lebih tinggi dibanding periode pagi. Kondisi tersebut menunjukan bahwa aktivitas masyarakat pada sore hari menyebabkan peningkatan kebutuhan pengisian bahan bakar sehingga kedatangan pelanggan lebih padat.

Selanjutnya, dari data hasil observasi tersebut dilakukan perhitungan laju kedatangan(λ) dan laju pelayanan(μ). Hasil perhitungan nilai (λ) dan (μ) pada setiap periode pengamatan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Laju Kedatangan(λ) dan Laju Pelayanan(μ)

No	Hari	Periode	(λ)	(μ)	s
1	Senin	06.05 - 07.30	1,447	1,901	2
2	Selasa	06.05 - 07.31	1,471	1,931	2
3	Rabu	06.05 - 07.32	1,353	1,838	2
4	Kamis	06.05 - 07.33	1,306	1,96	2
5	Jumat	06.05 - 07.34	1,4	1,83	2
6	Senin	16.05 - 17.30	2,588	1,911	2
7	Selasa	16.05 - 17.31	2,812	1,965	2
8	Rabu	16.05 - 17.32	2,471	1,954	2
9	Kamis	16.05 - 17.33	3,188	1,977	2
10	Jumat	16.05 - 17.34	3,447	2,246	2

Berdasarkan hasil perhitungan laju kedatangan(λ), pada periode sore cenderung terlihat lebih tinggi dibandingkan periode pagi, sedangkan laju pelayanan(μ) relatif stabil. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya peningkatan intensitas kedatangan pelanggan pada periode sore yang mempengaruhi kinerja sistem sistem.

B. Analisis Kinerja Sistem

Nilai laju kedatangan pelanggan (λ) dan laju pelayanan (μ) yang telah diperoleh digunakan sebagai data masukan dalam analisis model antrian Multi Channel Single Phase (M/M/s). Analisis dilakukan menggunakan software POM-QM for Windows untuk memperoleh parameter-parameter kinerja sistem antrian pada setiap periode pengamatan.

Sebelum dilakukan analisis menggunakan *software* POM-QM for Windows, peneliti terlebih dahulu melakukan perhitungan manual terhadap salah satu periode pengamatan untuk memastikan bahwa perhitungan kinerja sistem antrian telah sesuai dengan model M/M/s (*Multi Channel Single Phase*) yang digunakan penelitian ini. Contoh numerik perhitungan manual dilakukan pada periode Senin sore pukul 16.05-

17.30 dengan tingkat kedatangan pelanggan(λ) sebesar 2,588 pelanggan permenit, tingkat pelayanan(μ) sebesar 1,911 pelanggan permenit dan jumlah server(s) sebanyak 2 server.

a) Utilisasi sitem (tingkat pemanfaatan system) (ρ)

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

$$\rho = \frac{2,588}{2(1,911)}$$

$$\rho = \frac{2,588}{3,822} = 0,677$$

Nilai $\rho < 1$, maka dapat disimpulkan bahwa sistem berada dalam kondisi stabil. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas pelayanan masih mampu melayani rata-rata kedatangan pelanggan sehingga tidak terjadi antrian yang tidak terbatas.

b) Probabilitas tidak ada pelanggan dalam sistem (semua server kosong). (P_0)

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \cdot \frac{1}{1-\rho} \right]^{-1}$$

Diperhatikan bahwa $\frac{\lambda}{\mu} = \frac{2,588}{1,911} = 1,354$

Sehingga:

$$P_0 = \left[1 + \frac{1,354}{1!} + \frac{(1,354)^2}{2!} \cdot \frac{1}{1-0,677} \right]^{-1}$$

$$= \left[1 + 1,354 + \frac{(1,833)^2}{2(0,323)} \right]^{-1}$$

$$= [1 + 1,354 + 2,837]^{-1}$$

$$= (5,191)^{-1}$$

$$= 0,193$$

Karena nilai P_0 sebesar 0,193 menunjukkan bahwa peluang sistem dalam keadaan kosong (tidak ada pelanggan dalam antrian maupun dalam proses pelayanan adalah sebesar 19,3%.

- c) Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian. (L_q)

$$\begin{aligned}
 L_q &= \frac{(\lambda/\mu)^s \cdot \rho}{s! \cdot (1 - \rho)^2} \cdot P_0 \\
 &= \frac{(1,354)^2 \times 0,677}{2! \times (1 - 0,677)^2} \times 0,193 \\
 &= \frac{1,833 \times 0,677}{2 \times 0,323^2} \times 0,193 \\
 &= \frac{1,241}{0,209} \times 0,193 \\
 &= 5,938 \times 0,193 \\
 &= 1,149
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh bahwa secara rata-rata terdapat sekitar 1,149 pelanggan yang menunggu dalam antrian.

- d) Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem. (L)

$$\begin{aligned}
 L &= L_q + \frac{\lambda}{\mu} \\
 L &= 1,149 + 1,354 \\
 L &= 2,503
 \end{aligned}$$

Artinya, secara rata-rata terdapat sekitar 2,503 pelanggan didalam sistem baik yang sedang menunggu maupun yang sedang dilayani.

- e) Waktu tunggu rata-rata dalam antrian (W_q)

$$\begin{aligned}
 W_q &= \frac{L_q}{\lambda} \\
 W_q &= \frac{1,149}{2,588} \\
 W_q &= 0,444 \text{ menit} \\
 0,444 \times 60 &= 26,64 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Nilai ini menunjukkan bahwa rata-rata pelanggan menunggu selama 0,444 menit (26,64 detik) sebelum dilayani.

- f) Waktu rata-rata dalam sistem. (W)

$$W = 0,444 + \frac{1}{1,911}$$

$$W = 0,444 + 0,523$$

$$W = 0,967 \text{ menit}$$

$$0,967 \times 60 = 58,02 \text{ detik}$$

Maka, pelanggan menghabiskan waktu rata-rata sekitar 0,967 menit (58.02 detik) didalam sistem yang meliputi waktu menunggu dan waktu pelayanan.

Selanjutnya, perhitungan parameter kinerja sistem untuk seluruh periode pengamatan dilakukan menggunakan *software* POM QM for Windows.

Tabel 5 Hasil Perhitungan menggunakan POM QM

No	Hari	Periode	ρ	P_0	L_q	L	W_q	W
1	Senin	Pagi	0,38	0,45	0,13	0,89	0,09	0,62
2	Selasa	Pagi	0,38	0,45	0,13	0,89	0,09	0,61
3	Rabu	Pagi	0,37	0,46	0,12	0,85	0,09	0,63
4	Kamis	Pagi	0,33	0,5	0,08	0,75	0,06	0,57
5	Jumat	Pagi	0,38	0,45	0,13	0,9	0,09	0,64
6	Senin	Sore	0,68	0,19	1,15	2,5	0,44	0,97
7	Selasa	Sore	0,72	0,17	1,5	2,93	0,53	1,04
8	Rabu	Sore	0,63	0,23	0,84	2,11	0,34	0,85
9	Kamis	Sore	0,81	0,11	3	4,61	0,94	1,45
10	Jumat	Sore	0,77	0,13	2,2	3,73	0,64	1,08

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5, diketahui bahwa seluruh periode pengamatan memiliki nilai tingkat utilisasi server (ρ) kurang dari 1. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem antrian pada SPBU XYZ telah memenuhi kondisi stabil (*steady state*), yang berarti kemampuan pelayanan masih lebih besar dibandingkan dengan tingkat kedatangan pelanggan sehingga antrian tidak terus bertambah dalam jangka panjang[17]. Meskipun demikian, kinerja sistem pada setiap periode pengamatan menunjukkan perbedaan. Secara umum, periode sore memiliki tingkat utilisasi server yang lebih tinggi dibandingkan periode pagi. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah pelanggan yang datang pada sore hari cenderung lebih banyak, sehingga menyebabkan peningkatan jumlah pelanggan dalam sistem maupun waktu tunggu

pelanggan. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Pellondou dkk (2021)[3] dan penelitian Pratama dan Setiawati[10] yang menyatakan bahwa kepadatan antrian di SPBU cenderung terjadi pada sore hari. Semakin tinggi tingkat utilitas server, maka kemungkinan terjadinya peningkatan jumlah pelanggan dalam antrian dan waktu tunggu pelanggan juga semakin besar[17].

Berdasarkan nilai ukuran kinerja sistem, periode Kamis sore menunjukkan kondisi yang paling padat dibandingkan dengan periode lainnya. Pada periode tersebut diperoleh tingkat utilisasi server sebesar 0,81, rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (L_q) sebesar 3 pelanggan, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L) sebesar 4,61 pelanggan, rata-rata waktu tunggu dalam antrian (W_q) sebesar 0,94 menit, dan rata-rata waktu pelanggan berada dalam sistem (W) sebesar 1,45 menit. Tingginya nilai ukuran kinerja pada periode Kamis sore menunjukkan bahwa meskipun sistem masih berada dalam kondisi stabil, beban pelayanan yang diterima server relatif lebih besar dibandingkan periode lainnya. Kondisi ini dapat disebabkan oleh meningkatnya jumlah pelanggan yang melakukan pengisian bahan bakar pada sore hari, terutama setelah berakhirnya aktivitas kerja dan sekolah, sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan antrian pada jam-jam tertentu. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap jumlah server pada periode dengan tingkat kepadatan tertinggi untuk mengetahui jumlah server yang paling optimal.

C. Penentuan Server Optimal

Periode Kamis sore dipilih sebagai dasar untuk melakukan simulasi penambahan jumlah server. Simulasi dilakukan untuk mengetahui apakah penambahan fasilitas pelayanan dapat meningkatkan kinerja sistem antrian dan menentukan jumlah server yang paling optimal untuk diterapkan pada kondisi dengan tingkat kepadatan tertinggi pada jam sibuk.

Tabel 6 Simulasi Penambahan Server

Jumlah server	ρ	L_q	L	W_q	W
1	1,612	-4,24	-2,63	-1,33	-0,83

2	0,81	3	4,61	0,94	1,45
3	0,54	0,32	1,94	0,1	0,61
4	0,4	0,06	1,68	0,02	0,53
5	0,32	0,01	1,63	0,0	0,51
6	0,27	0,0	1,61	0	0,51

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel di atas, didapatkan bahwa apabila SPBU XYZ menggunakan 1 server, maka akan diperoleh hasil tingkat utilisasi (intensitas pelayanan) senilai 161,2% yang mengakibatkan tingkat intensitas kerja melebihi batas kapasitas kerja server (100%). Kondisi yang melebihi kapasitas ini menyebabkan sistem berada dalam keadaan tidak stabil, sehingga secara matematis perhitungan parameter kinerja antrian (seperti panjang antrian dan waktu tunggu) menjadi tidak rasional atau bernilai negatif.

Berdasarkan Tabel 6, dapat dilihat juga bagaimana jumlah server memengaruhi ukuran kinerja sistem. Pada kondisi aktual dengan 2 server, tingkat utilisasi server (ρ) adalah 0,81 atau 81%. Pada kondisi ini, rata-rata jumlah kendaraan yang mengantre (L_q) adalah 3 kendaraan. Merujuk pada kriteria batas wajar antrian yang menetapkan $L_q < 5$ kendaraan, kondisi dengan 2 server ini masih sangat memenuhi kriteria. Di sisi lain, rata-rata waktu tunggu dalam antrian (W_q) pada kondisi 2 server tercatat sebesar 0,94 menit. Nilai ini memang sedikit berada di atas standar pelayanan optimal yang menjadi acuan, yaitu berkisar antara 0,24 hingga 0,75 menit. Meskipun demikian, jika dilakukan simulasi penambahan menjadi 3 server untuk memaksakan nilai W_q agar masuk ke dalam kriteria (menjadi 0,10 menit), tingkat utilisasi server (ρ) justru akan menurun drastis menjadi 0,54 atau hanya 54%.

Jika simulasi diteruskan dengan menambahkan fasilitas menjadi 4, 5, dan 6 server, tingkat utilisasi server (ρ) akan semakin merosot tajam secara berturut-turut menjadi 0,40 (40%), 0,32 (32%), dan 0,27 (27%). Nilai W_q dan L_q memang akan

mendekati angka nol, namun hal ini menuntut pengorbanan operasional yang sangat besar.

Tabel 7 Interpretasi Jumlah Server

Jumlah Server	Interpretasi
1	Sangat tidak optimal. Hasil tingkat utilisasi 1,612 atau setara 161,2% akibatnya tingkat intensitas kerja melebihi batas kapasitas kerja server (100%).
2	Cukup optimal. Sistem stabil ($\rho < 1$). Nilai antrian (L_q) memadai (< 5). Secara operasional bisnis, ini adalah titik paling efisien untuk meminimalkan waktu menganggur pegawai tanpa penambahan biaya server
3	Kurang efisien. Waktu tunggu (W_q) menjadi sangat cepat, namun utilisasi server turun drastis (54%). Menimbulkan waktu menganggur (<i>idle time</i>) yang tidak sejalan dengan perhitungan ekonomis.
4-6	Sangat Inefisien/Pemborosan. Kapasitas pelayanan sangat berlebih dengan utilisasi menurun hingga 27%-40%. Sangat tidak rasional secara perhitungan ekonomis karena tingginya biaya penyediaan server dan gaji pegawai yang dibayarkan untuk waktu menganggur yang dominan.

Berdasarkan analisis performa dan interpretasi pada Tabel 7, dapat disimpulkan bahwa jumlah 2 server adalah konfigurasi yang paling optimal dan cukup untuk diterapkan di SPBU XYZ. Keputusan ini didasari oleh tinjauan manajerial dan bisnis, di mana operasional sebuah SPBU harus mempertimbangkan perhitungan ekonomis pegawai dan penyediaan server. Meskipun nilai W_q (0,94 menit) pada 2 server sedikit melebihi batas kriteria teoretis, durasi tersebut masih sangat wajar di lapangan saat jam sibuk. Memaksakan penambahan fasilitas menjadi 3 server, apalagi hingga 4, 5, atau 6 server, hanya demi menurunkan W_q akan menyebabkan lebih dari separuh waktu pegawai/operator terbuang sia-sia (menganggur). Hal ini justru berujung pada

inefisiensi biaya operasional yang sangat merugikan perusahaan. Oleh karena itu, mempertahankan 2 server adalah langkah yang paling rasional karena menjaga keseimbangan antara kepuasan pelayanan pelanggan dan perhitungan ekonomi bisnis SPBU.

Terdapat beberapa upaya lain yang dapat dilakukan oleh pihak SPBU untuk mengurangi kepadatan antrian, yaitu dengan mengarahkan pelanggan untuk menggunakan seluruh jalur pelayanan yang tersedia, memasang papan informasi mengenai jenis bahan bakar yang dilayani pada setiap server, serta melakukan pengaturan petugas pada jam-jam sibuk agar distribusi pelanggan pada setiap server menjadi lebih merata. Dengan penerapan upaya-upaya tersebut, diharapkan waktu tunggu pelanggan dapat diminimalkan dan kualitas pelayanan pada SPBU dapat meningkat. Penambahan jumlah server memang dapat menurunkan panjang antrian dan waktu tunggu pelanggan. Namun, penambahan server yang berlebihan dapat menyebabkan kapasitas pelayanan tidak dimanfaatkan secara optimal[17].

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis sistem antrian pada SPBU XYZ menggunakan model antrian *Multi Channel Single Phase* (M/M/s), maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem antrian pada SPBU XYZ telah berada dalam kondisi stabil (*steady state*). Hal ini ditunjukkan oleh nilai tingkat utilisasi server (ρ) pada seluruh periode pengamatan yang kurang dari satu ($\rho < 1$), sehingga kapasitas pelayanan yang tersedia masih mampu melayani tingkat kedatangan pelanggan.
2. Kinerja sistem antrian pada setiap periode pengamatan menunjukkan perbedaan. Secara umum, periode sore memiliki tingkat kepadatan yang lebih tinggi dibandingkan periode pagi. Periode Kamis sore merupakan periode dengan tingkat kepadatan tertinggi, ditunjukkan oleh nilai utilisasi server sebesar 0,81, rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (L_q) sebesar 3 pelanggan, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L) sebesar 4,61 pelanggan, rata-rata waktu tunggu dalam antrian (W_q) sebesar 0,94 menit, dan rata-rata waktu pelanggan berada dalam sistem (W) sebesar 1,45 menit.
3. Hasil simulasi dan evaluasi sistem antrian menunjukkan bahwa pengoperasian 2 server saat ini sudah optimal dan cukup. Pada periode paling sibuk, jumlah kendaraan dalam antrian (L_q) adalah 3 kendaraan, yang berarti masih memenuhi standar kriteria batas wajar (<5 kendaraan). Meskipun rata-rata waktu tunggu antrian (W_q) sebesar 0,94 menit sedikit melebihi kriteria acuan teoretis (0,75 menit), penambahan server baru tidak direkomendasikan. Dalam perspektif operasional bisnis, keputusan ini diambil berdasarkan perhitungan ekonomis pegawai dan penyediaan server. Penambahan menjadi 3 server akan menurunkan tingkat utilisasi hingga 54%, apalagi penambahan menjadi 4 hingga 6 server yang akan membuat utilisasi anjlok di kisaran 40% hingga 27%. Penurunan utilisasi ini berarti menciptakan waktu menganggur (*idle time*) pegawai yang sangat besar dan memicu pemborosan biaya yang fatal bagi pihak

manajemen SPBU. Oleh karena itu, 2 server merupakan titik keseimbangan terbaik secara matematis maupun ekonomis..

4. Peningkatan kinerja sistem antrian juga dapat dilakukan dengan mengoptimalkan penggunaan seluruh jalur pelayanan, memasang informasi yang jelas mengenai jenis bahan bakar yang dilayani pada setiap server, serta mengatur distribusi pelanggan agar lebih merata pada setiap jalur pelayanan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Pihak SPBU XYZ perlu mengoptimalkan pemanfaatan seluruh jalur pelayanan dengan memberikan informasi yang jelas kepada pelanggan mengenai jenis bahan bakar yang dilayani pada setiap server sehingga distribusi pelanggan menjadi lebih merata.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan periode pengamatan yang lebih panjang dan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang memengaruhi sistem antrian, seperti jenis kendaraan, metode pembayaran, serta perilaku pelanggan dalam memilih jalur pelayanan, sehingga diperoleh hasil analisis yang lebih komprehensif.

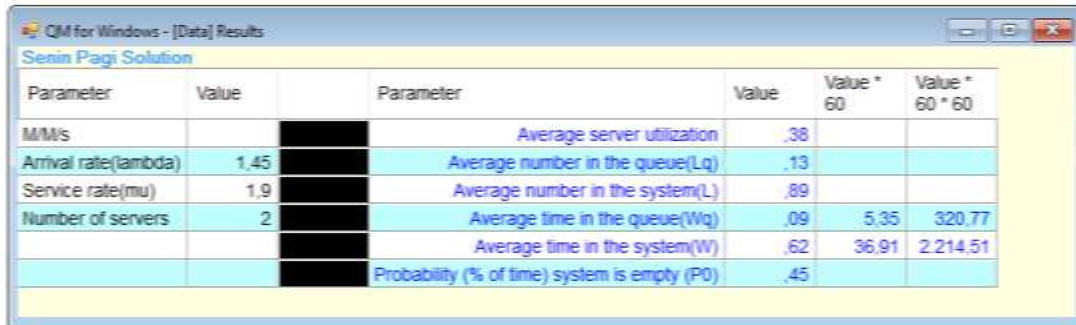
DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. J. Ferianto, N. Insani, and R. Subekti, "Optimasi Pelayanan Antrian Multi Channel (M/M/c) pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU) Sagan Yogyakarta," *J. Kaji. dan Terap. Mat.*, vol. 5, no. 4, pp. 1–10, 2016, doi: <https://doi.org/10.21831/jktm.v5i4.4811>.
- [2] Y. Abidin, M. R. Alim, and R. Lestari, "Analisis Optimalisasi Waktu Layanan Potong Rambut pada Takilish Barber Shop dengan Model Antrian," *Oikonomia J. Manaj.*, vol. 15, no. 2, pp. 1–17, 2020, doi: [10.47313/oikonomia.v15i2.744](https://doi.org/10.47313/oikonomia.v15i2.744).
- [3] E. H. Pellondou, R. P. Fanggidae, and A. E. Nyoko, "Analisis Teori Antrian pada Jalur Sepeda Motor Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Oebobo," *Glory J. Ekon. dan Ilmu Sos.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–31, 2021.
- [4] I. Hoerunisa and S. Sukanta, "Penerapan Model Antrian Multi Channel Single Phase pada SPBU Sempu Jurong Cikarang Utara," *Unistek*, vol. 8, no. 1, pp. 11–17, 2021, doi: [10.33592/unistek.v8i1.1202](https://doi.org/10.33592/unistek.v8i1.1202).
- [5] B. L. V Bataona, A. E. L. Nyoko, and N. P. Nursiani, "Analisis Sistem Antrian dalam Optimalisasi Layanan di Supermarket Hyperstore," *J. Manag. Small Mediu. Enterp.*, vol. 12, no. 2, pp. 225–237, 2020, doi: [10.35508/jom.v12i2.2695](https://doi.org/10.35508/jom.v12i2.2695).
- [6] J. D. Sartika, "Analisis Sistem Antrian Multi Channel Single Phase Service pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Pasarwajo," *J. Mat. Komputasi dan Stat.*, vol. 3, no. 1, pp. 271–280, 2023.
- [7] U. Liputo, M. R. Katili, and D. Wungguli, "Analisis Sistem Antrian Model Multiple Channel Single Phase untuk Mengoptimalkan Efektivitas Pelayanan Teller Bank," *Griya J. Math. Educ. Appl.*, vol. 5, no. 1, pp. 35–46, 2025.
- [8] U. Hasanah, D. Firmayasari, M. R. Nisardi, and Harianto, "Analisis Teori Antrian Multi Channel Single Phase pada Pelayanan Teller PT.Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk Cabang Utama Bulukumba," *Prox. J. Penelit. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 6, no. 2, pp. 329–335, 2023, doi: [10.30605/proximal.v6i2.2932](https://doi.org/10.30605/proximal.v6i2.2932).
- [9] O. V. H. Siahaan and A. Mansyur, "Analisis Sistem Antrian pada PT.Bank Susmut Kantor Pusat Medan Menggunakan Model Antrian Multi Channel Single Phase," *J. Ris. Rumpun Mat. Dan Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 2, no. 2, pp. 104–119, 2023, doi: [10.55606/jurrimipa.v2i2.1495](https://doi.org/10.55606/jurrimipa.v2i2.1495).
- [10] H. Pratama and L. Setiawati, "Analisis Sistem Antrian SPBU Gunung Panglulin untuk Pengisian Bahan Bakar Peralite," *Abstr. Undergrad. Res. Fac. Ind. Technol. Bung Hatta Univ.*, vol. 24, no. 3, pp. 1–2, 2024.
- [11] N. Hidayat, A. Wardana, and A. Amar, "Analisis Sistem Antrian dalam Rangka Optimalisasi Pelayanan Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU) Mulawarman Kota Tarakan," *J. Spektrum Ekon.*, vol. 6, no. 12, pp. 266–277, 2023.
- [12] M. Mukhlizar, "Simulasi Sistem Antrian pada SPBU 14.236.100 Menggunakan

- Promodel,” *J. Optim.*, vol. 2, no. 3, pp. 269–280, 2018, doi: 10.35308/jopt.v2i3.213.
- [13] F. Wolla, C. C. Foenay, and T. Timuneno, “Analisis Model Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (Spbu) Liliba,” *J. Manag. Small Mediu. Enterp.*, vol. 10, no. 3, pp. 311–325, 2020, doi: 10.35508/jom.v10i3.1999.
- [14] A. J. Simanjuntak, L. D. Simbolon, and R. F. Sinaga, “Analisis Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) 14.211.205 Pematangsiantar Dengan Menggunakan Metode Teori Antrian,” *J. Pembelajaran dan Mat. Sigma*, vol. 8, no. 2, pp. 445–452, 2022, doi: 10.36987/jpms.v8i2.3397.
- [15] A. D. Maryana and Megayani, “Analisis Sistem Antrian dan Optimalisasi Pelayanan Teller Pada PT . Bank DKI Cabang Tanjung Priok Menggunakan Model Antrian Multi Channel-Single Phase,” *J. STEI Ekon.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–14, 2020.
- [16] Sugito and M. A. Mukid, “Distribusi Poisson dan Distribusi Eksponensial dalam Proses Stokastik,” *Media Stat.*, vol. 4, no. 2, pp. 113–120, 2011.
- [17] H. A. Taha, *Operations Research An Introduction*, 8th ed. Pearson Prentice Hall, 2007.

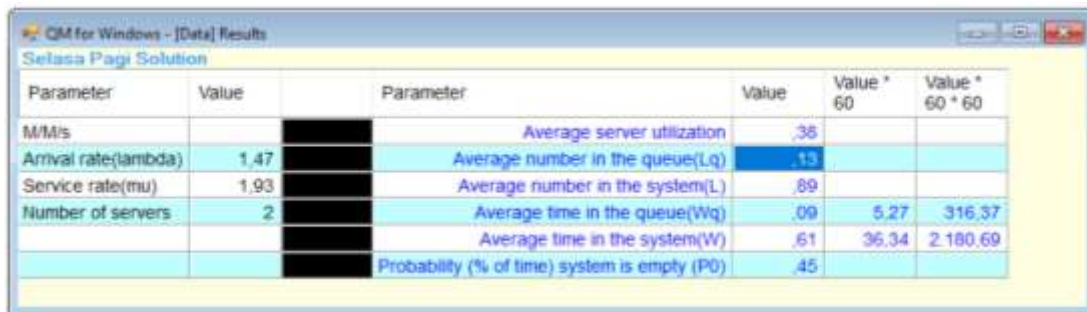
LAMPIRAN

Gambar 7 Output Perhitungan POM QM Hari Senin Pukul 06.05-07.30



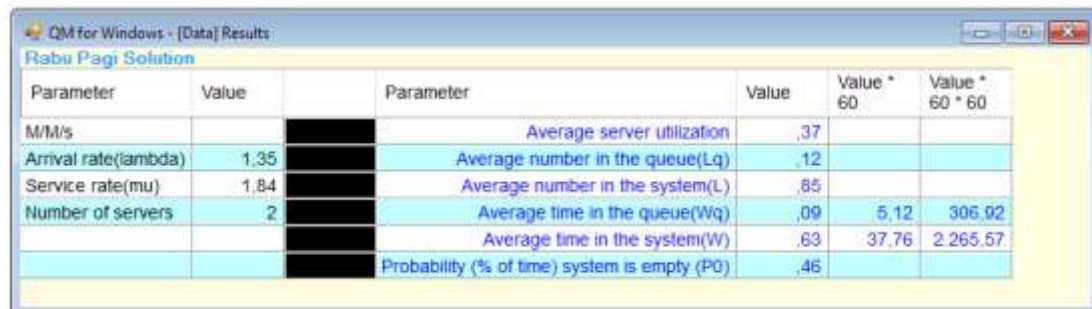
Parameter	Value	Parameter	Value	Value * 60	Value * 60 * 60
M/M/s		Average server utilization	.38		
Arrival rate(lambda)	1.45	Average number in the queue(Lq)	.13		
Service rate(mu)	1.9	Average number in the system(L)	.89		
Number of servers	2	Average time in the queue(Wq)	.09	5.35	320.77
		Average time in the system(W)	.62	36.91	2.214.51
		Probability (% of time) system is empty (P0)	.45		

Gambar 8 Output Perhitungan POM QM Hari Selasa Pukul 06.05-07.30



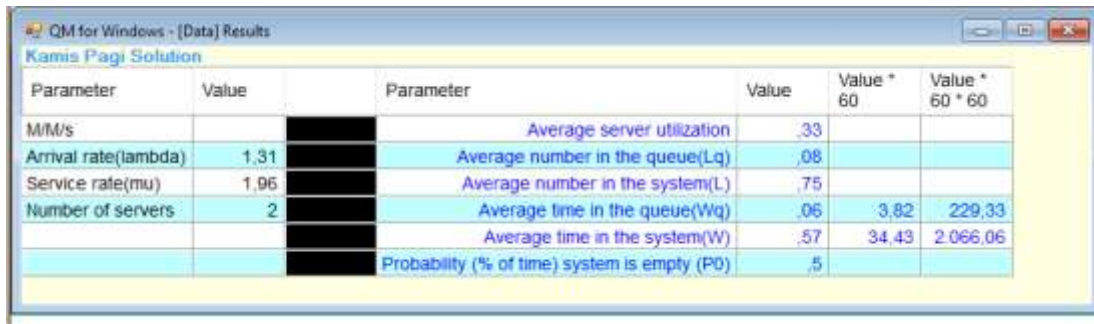
Parameter	Value	Parameter	Value	Value * 60	Value * 60 * 60
M/M/s		Average server utilization	.38		
Arrival rate(lambda)	1.47	Average number in the queue(Lq)	.13		
Service rate(mu)	1.93	Average number in the system(L)	.89		
Number of servers	2	Average time in the queue(Wq)	.09	5.27	316.37
		Average time in the system(W)	.61	36.34	2.180.69
		Probability (% of time) system is empty (P0)	.45		

Gambar 9 Output Perhitungan POM QM Hari Rabu Pukul 06.05-07.30



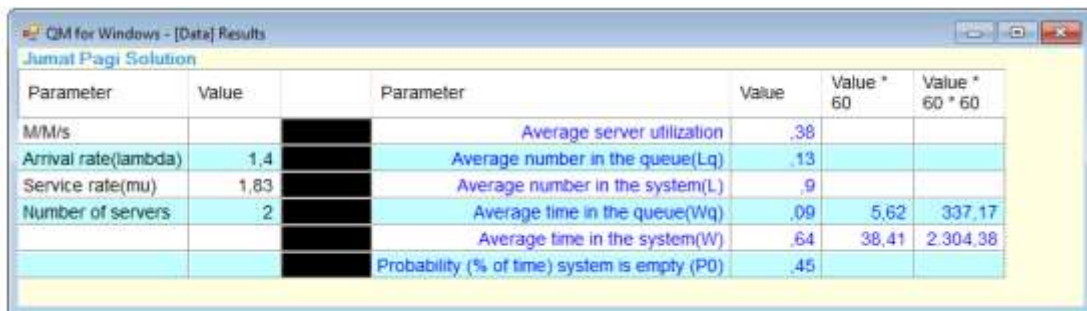
Parameter	Value	Parameter	Value	Value * 60	Value * 60 * 60
M/M/s		Average server utilization	.37		
Arrival rate(lambda)	1.35	Average number in the queue(Lq)	.12		
Service rate(mu)	1.84	Average number in the system(L)	.85		
Number of servers	2	Average time in the queue(Wq)	.09	5.12	306.92
		Average time in the system(W)	.63	37.76	2.265.57
		Probability (% of time) system is empty (P0)	.46		

Gambar 10 Output Perhitungan POM QM Hari Kamis Pukul 06.05-07.30



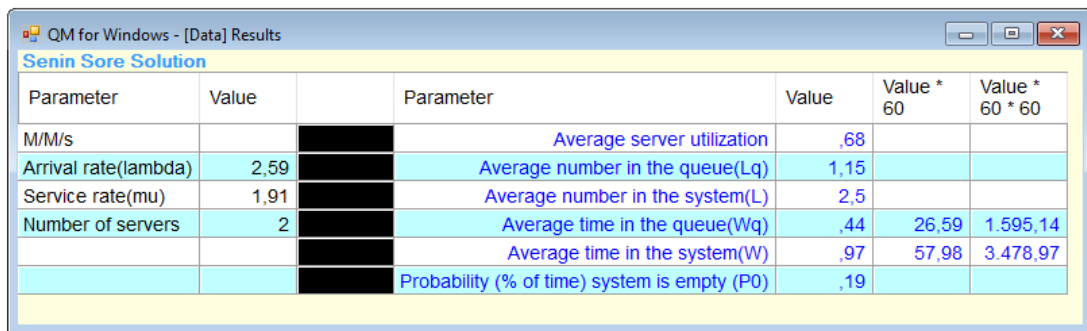
Parameter	Value	Parameter	Value	Value * 60	Value * 60 * 60
M/M/s		Average server utilization	.33		
Arrival rate(lambda)	1.31	Average number in the queue(Lq)	.08		
Service rate(mu)	1.96	Average number in the system(L)	.75		
Number of servers	2	Average time in the queue(Wq)	.06	3.82	229.33
		Average time in the system(W)	.57	34.43	2.066.06
		Probability (% of time) system is empty (P0)	.5		

Gambar 11 Output Perhitungan POM QM Hari Jumat Pukul 06.05-07.30



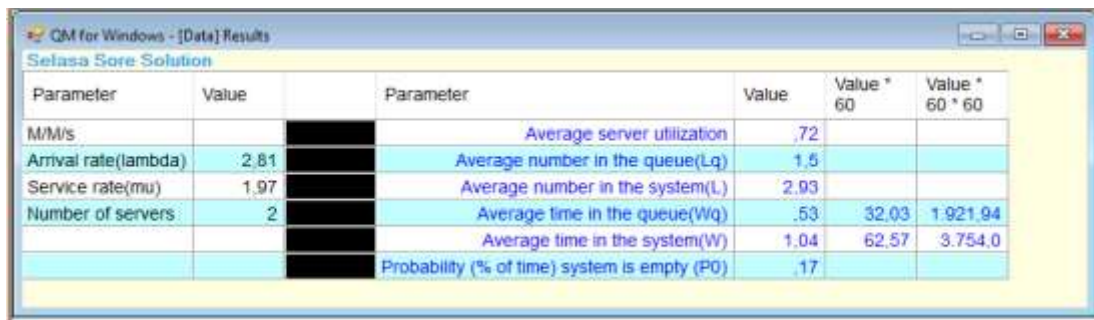
Parameter	Value	Parameter	Value	Value * 60	Value * 60 * 60
M/M/s		Average server utilization	.38		
Arrival rate(lambda)	1.4	Average number in the queue(Lq)	.13		
Service rate(mu)	1.83	Average number in the system(L)	.9		
Number of servers	2	Average time in the queue(Wq)	.09	5.62	337.17
		Average time in the system(W)	.64	38.41	2.304.38
		Probability (% of time) system is empty (P0)	.45		

Gambar 12 Output Perhitungan POM QM Hari Senin Pukul 16.05-17.30



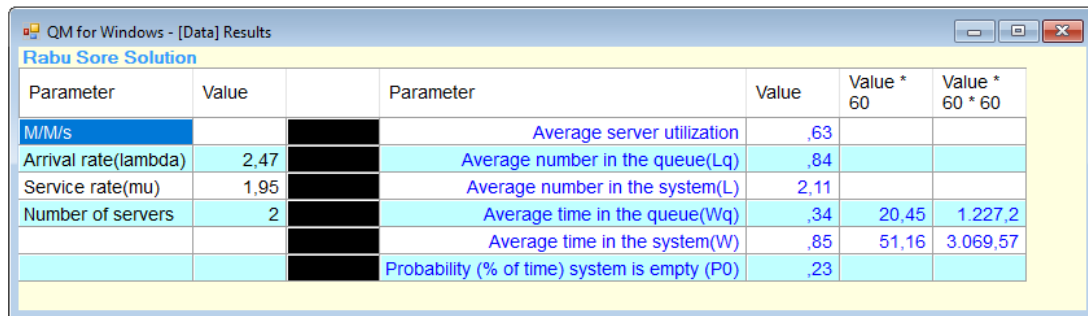
Parameter	Value	Parameter	Value	Value * 60	Value * 60 * 60
M/M/s		Average server utilization	.68		
Arrival rate(lambda)	2.59	Average number in the queue(Lq)	1.15		
Service rate(mu)	1.91	Average number in the system(L)	2.5		
Number of servers	2	Average time in the queue(Wq)	.44	26.59	1.595.14
		Average time in the system(W)	.97	57.98	3.478.97
		Probability (% of time) system is empty (P0)	.19		

Gambar 13 Output Perhitungan POM QM Hari Selasa Pukul 16.05-17.30



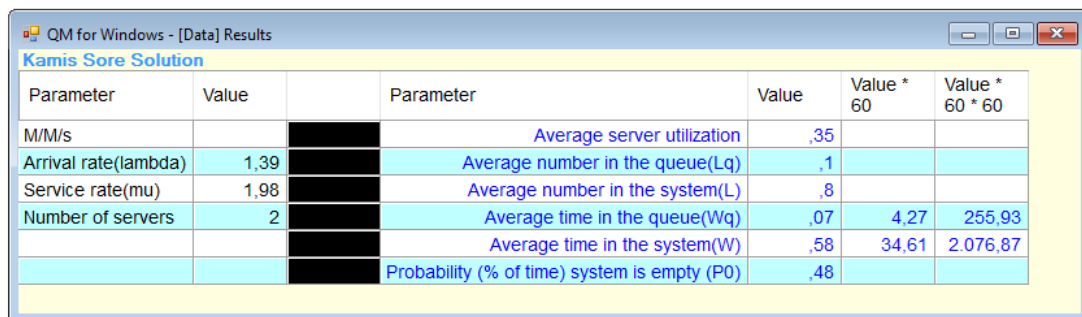
Parameter	Value	Parameter	Value	Value * 60	Value * 60 * 60
M/M/s		Average server utilization	.72		
Arrival rate(lambda)	2.81	Average number in the queue(Lq)	1.5		
Service rate(mu)	1.97	Average number in the system(L)	2.93		
Number of servers	2	Average time in the queue(Wq)	.53	32.03	1.921.94
		Average time in the system(W)	1.04	62.57	3.754.0
		Probability (% of time) system is empty (P0)	.17		

Gambar 14 Output Perhitungan POM QM Hari Rabu Pukul 16.05-17.30



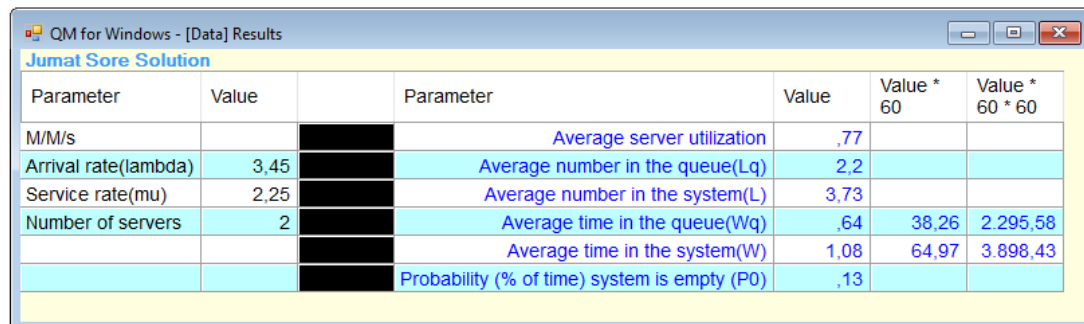
Parameter	Value	Parameter	Value	Value * 60	Value * 60 * 60
M/M/s		Average server utilization	,63		
Arrival rate(lambda)	2,47	Average number in the queue(Lq)	,84		
Service rate(mu)	1,95	Average number in the system(L)	2,11		
Number of servers	2	Average time in the queue(Wq)	,34	20,45	1.227,2
		Average time in the system(W)	,85	51,16	3.069,57
		Probability (% of time) system is empty (P0)	,23		

Gambar 15 Output Perhitungan POM QM Hari Kamis Pukul 16.05-17.30



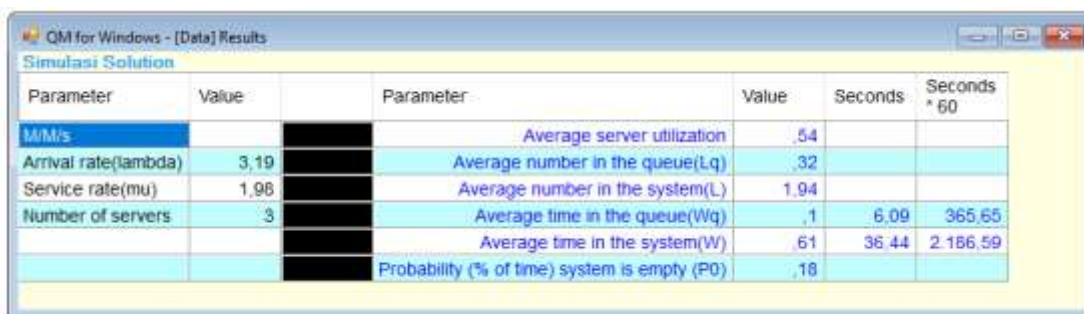
Parameter	Value	Parameter	Value	Value * 60	Value * 60 * 60
M/M/s		Average server utilization	,35		
Arrival rate(lambda)	1,39	Average number in the queue(Lq)	,1		
Service rate(mu)	1,98	Average number in the system(L)	,8		
Number of servers	2	Average time in the queue(Wq)	,07	4,27	255,93
		Average time in the system(W)	,58	34,61	2.076,87
		Probability (% of time) system is empty (P0)	,48		

Gambar 16 Output Perhitungan POM QM Hari Jumat Pukul 16.05-17.30



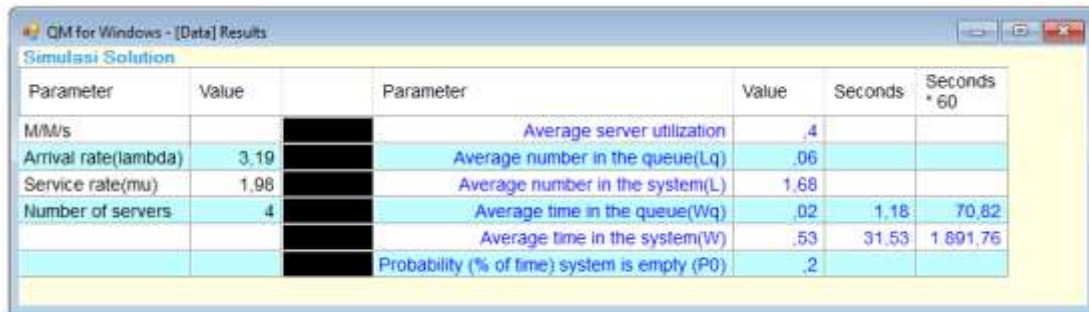
Parameter	Value	Parameter	Value	Value * 60	Value * 60 * 60
M/M/s		Average server utilization	,77		
Arrival rate(lambda)	3,45	Average number in the queue(Lq)	2,2		
Service rate(mu)	2,25	Average number in the system(L)	3,73		
Number of servers	2	Average time in the queue(Wq)	,64	38,26	2.295,58
		Average time in the system(W)	1,08	64,97	3.898,43
		Probability (% of time) system is empty (P0)	,13		

Gambar 17 Output Perhitungan POM QM Simulasi 3 Server



Parameter	Value	Parameter	Value	Seconds	Seconds * 60
M/M/s		Average server utilization	,54		
Arrival rate(lambda)	3,19	Average number in the queue(Lq)	,32		
Service rate(mu)	1,98	Average number in the system(L)	1,94		
Number of servers	3	Average time in the queue(Wq)	,1	6,09	365,65
		Average time in the system(W)	,61	36,44	2.166,59
		Probability (% of time) system is empty (P0)	,18		

Gambar 18 Output Perhitungan POM QM Simulasi 4 Server

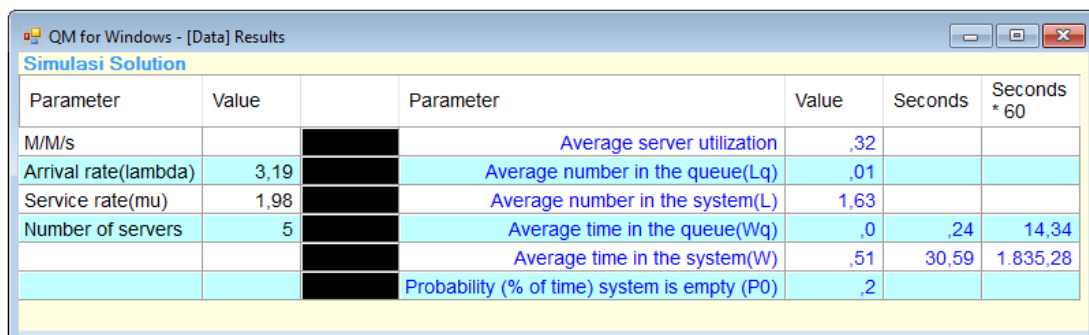


QM for Windows - [Data] Results

Simulasi Solution

Parameter	Value	Parameter	Value	Seconds	Seconds * 60
M/M/s		Average server utilization	.4		
Arrival rate(lambda)	3,19	Average number in the queue(Lq)	.06		
Service rate(mu)	1,98	Average number in the system(L)	1,68		
Number of servers	4	Average time in the queue(Wq)	.02	1,18	70,82
		Average time in the system(W)	.53	31,53	1 891,76
		Probability (% of time) system is empty (P0)	.2		

Gambar 19 Output Perhitungan POM QM Simulasi 5 Server

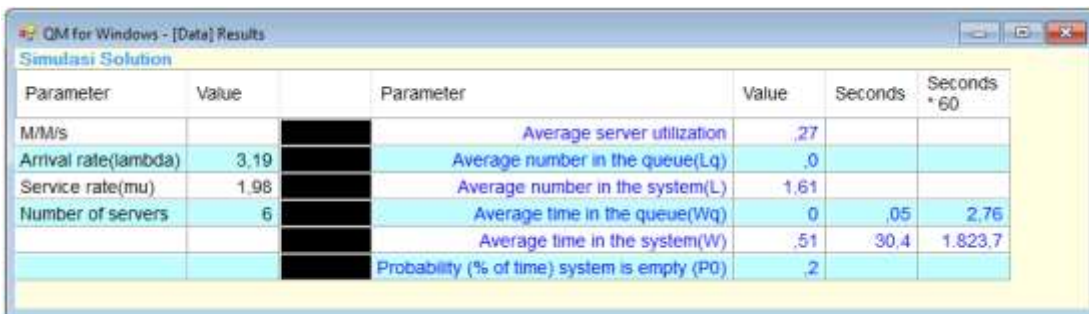


QM for Windows - [Data] Results

Simulasi Solution

Parameter	Value	Parameter	Value	Seconds	Seconds * 60
M/M/s		Average server utilization	.32		
Arrival rate(lambda)	3,19	Average number in the queue(Lq)	.01		
Service rate(mu)	1,98	Average number in the system(L)	1,63		
Number of servers	5	Average time in the queue(Wq)	.0	.24	14,34
		Average time in the system(W)	.51	30,59	1 835,28
		Probability (% of time) system is empty (P0)	.2		

Gambar 20 Output Perhitungan POM QM Simulasi 6 Server



QM for Windows - [Data] Results

Simulasi Solution

Parameter	Value	Parameter	Value	Seconds	Seconds * 60
M/M/s		Average server utilization	.27		
Arrival rate(lambda)	3,19	Average number in the queue(Lq)	.0		
Service rate(mu)	1,98	Average number in the system(L)	1,61		
Number of servers	6	Average time in the queue(Wq)	0	.05	2,76
		Average time in the system(W)	.51	30,4	1 823,7
		Probability (% of time) system is empty (P0)	.2		