JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026

Analisis Model Antrian Pada SPBU Menggunakan Model Multi Channel Single Phase (Studi Kasus: SPBU XYZ di Cilacap)

Eka Susilowati*[1], Oktavia Puspa Dewi [2], dan Widya Rizky Fadhilla[3]

[1,2,3]Prodi Matematika, FMIKOM, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap, Cilacap-Indonesia
Email Corresponding Author: dundukduki@gmail.com

Info Artikel

Article history:
Kirim: 14/10/2026
Perbaikan: 31/10/2026
Terima: 03/11/2026
Publikasi: 14/11/2026

Kata-kata kunci:

Multi Channel Single Phase, POM-QM, SPBU, Teori Antrian, Waktu Tunggu.

ABSTRAK

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 antrean 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 simulasi penambahan server pada kondisi puncak tersebut, diketahui bahwa jumlah server yang paling optimal adalah 3 server. Penambahan satu server dari kondisi aktual (2 server) menjadi 3 server mampu secara signifikan menurunkan jumlah kendaraan dalam antrian menjadi 0,32 pelanggan dan menekan rata-rata waktu tunggu menjadi 0,10 menit, dengan tingkat utilisasi efisien sebesar 54%. Penelitian ini merekomendasikan pihak SPBU untuk menambah satu jalur pelayanan aktif pada jam sibuk sore hari serta memberikan informasi layanan yang jelas guna mengoptimalkan distribusi antrian.

1. PENDAHULUAN

Masalah yang sering terjadi di Indonesia adalah transportasi (Juanita, 2020). Perkembangan zaman dan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin pesat memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan mobilitas masyarakat. Seiring dengan pertumbuhan jumlah kendaraan yang ada di Indonesia, kebutuhan akan bahan bakar juga meningkat pesat. Menurut Hans et al., (2025) 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

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608

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 Karawici, 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 dikabupaten 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 minimarket (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 (Ferianto et al., 2016). 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

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608

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 menunjukan bahwa antrian di SPBU XYZ berkaitan dengan ketidak seimbangan antara tingkat kedatangan pelanggan dan kapasitas pelayanan yang tersedia, sehingga diperlukan pengelolaan sistem pelayaan 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.*

Teori antrian ialah suatu ilmu pengetahuan mengenai antrian (waiting line/queue) berupa sebaris orang ataupun barang yang menunggu untuk dilayani (Abidin et al., 2020). Dalam teori antrian, terdapat beberapa model dasar yang diklasifikasikan berdasarkan struktur jalur pelayanan (channel) dan jumlah tahap pelayanan (phase). Secara historis, teori antrian berawal dari kajian A. K. Erlang mengenai kepadatan lalu lintas sambungan telepon (Erlang, 1909) dan selanjutnya berkembang menjadi kerangka matematis yang komprehensif untuk menganalisis sistem pelayanan (Sztrik, 2021). Model antrian lazim dinyatakan dengan notasi yaitu A/B/s, sehingga M/M/s menyatakan sistem dengan kedatangan berdistribusi Poisson, waktu pelayanan berdistribusi eksponensial, dan s server paralel (Hillier & Lieberman, 2021).

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 (Pellondou et al., 2021).

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 (Hoerunisa & Sukanta, 2021).

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Bataona, dkk (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

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608

kerja lebih merata dan biaya operasional lebih efisien, tanpa menurunkan kualitas layanan. (Bataona et al., 2020).

Dan yang (Sartika, 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(Sartika, 2023).

Kajian antrian sepeda motor pada SPBU juga telah dilakukan di berbagai daerah di Indonesia (Manalu et al., 2019;Simanjuntak et al., 2022; Fachri Dio Pratama, 2024). Simanjuntak et al. (2022) menggunakan model M/M/c dengan bantuan POM-QM versi 5 di SPBU Pematangsiantar dan menemukan bahwa penggunaan dua server pada jam sibuk sore hari belum optimal, sedangkan penambahan menjadi tiga server menurunkan antrian sepeda motor hingga sekitar satu kendaraan dengan waktu tunggu 0,155 menit. Sebaliknya, Sudarwadi et al. (2021) di SPBU Sowi, Manokwari, memperoleh bahwa dua jalur masih memadai pada jam sibuk karena waktu tunggu antrian tertinggi sebesar 0,31 menit belum melampaui standar 0,75 menit. Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa jumlah server yang optimal bersifat spesifik terhadap karakteristik kedatangan dan pelayanan di setiap lokasi, sehingga analisis khusus untuk SPBU XYZ di Cilacap diperlukan.

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".

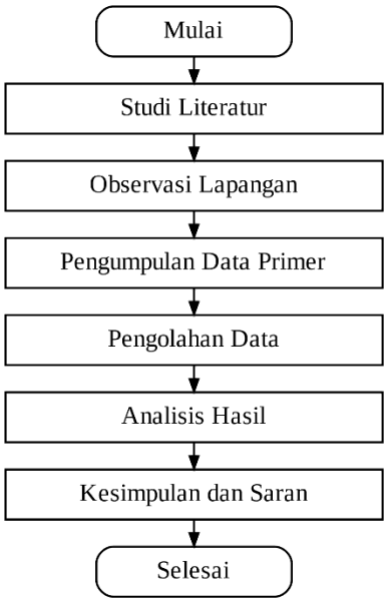
2. METODE PENELITIAN

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.

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026

Penelitian akan dilakukan dengan tahapan-

tahapan sebagai berikut :

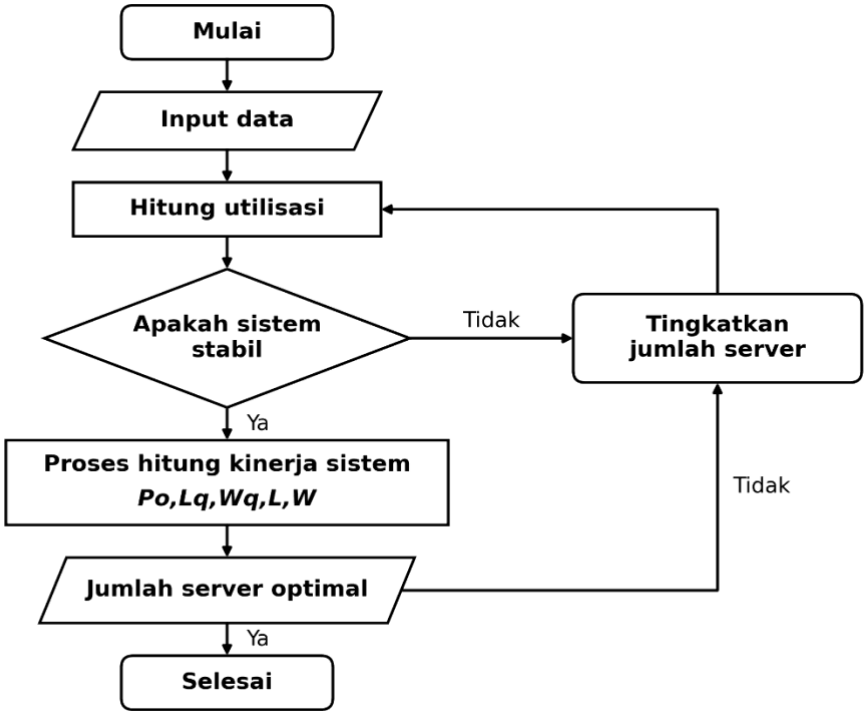


Gambar 1. Flowchart Prosedur Penelitian

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.

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026



Gambar 2. 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. Syarat $\rho < 1$ tersebut merupakan kondisi yang diperlukan agar sistem M/M/s mencapai keadaan tunak (steady state) (Hillier & Lieberman, 2021)

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

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

Penetapan Parameter Lq dan Wq 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 nilau Wq tidak melebihi standar pelayanan yang ditetapkan, yaitu berkisar antara 0,24 menit hingga 0,75 menit, serta nilai Lq tidak menunjukan penumpukan signifikan, umumnya ≤ 5 kendaraan (Hoerunisa & Sukanta, 2021). Apabila seluruh kriteria optimal terpenuhi, maka jumlah server yang digunakan pada kondisi tersebut dinyatakan sebagai jumlah server optimal. Namun, jika

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608

terdapat salah satu kriteria yang tidak terpenuhi, misalnya waktu tunggu pelanggan (Wq) 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 Wq dan Lq 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 (Hoerunisa & Sukanta, 2021). Penggunaan POM-QM untuk memverifikasi hasil perhitungan model antrian jalur berganda juga dilakukan oleh (Simanjuntak et al., 2022)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

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 1.

Tabel 1. 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 1. jumlah kedatangan pelanggan pada setiap pengamatan menunjukan pola kedatangan yang bebeda pada periode pagi dan sore hari. Secara umum, jumlah pelanggan periode sore hari lebih tinggi dibanding periode pagi. Kondisi tersebut menujukan bahwa aktivitas masyarakat pada sore hari menyebabkan peningkatkan kebutuhan pengisian bahan bakar sehingga kedatangan pelanggan lebih padat.

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608

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 2.

Tabel 2. 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 menunjukan adanya peningkatan intensitas kedatangan pelanggan pada periode sore yang mempengaruhi kinerja sistem sistem.

Pembahasan

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 *softwere* 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)

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

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

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

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608

Nilai $\rho < 1$, maka dapat disimpulkan bahwa sistem berada dalam kondisi stabil. Hal ini menunjukan 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)

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

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

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

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

Artinya, secara tara-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)

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$
$$W_q = \frac{1{,}149}{2{,}588}$$

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608

$$W_q = 0{,}444\ menit$$
$$0{,}444 \times 60 = 26{,}64\ detik$$

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

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

$$W = 0{,}444 + \frac{1}{1{,}911}$$
$$W = 0{,}444 + 0{,}523$$
$$W = 0{,}967\ menit$$
$$0{,}967 \times 60 = 58{,}02\ detik$$

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

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

Berdasarkan hasil perhitungan pada data hasil penelitian mengenai $\boldsymbol{\rho, P_0, L_q, L, W_q, W}$ selama 2 minggu berturut turut dari senin hingga jumta, 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 (Taha, 2007). 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; dan penelitian Pratama dan Setiawati, 2024) 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 (Taha, 2007).

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 (Lq) sebesar 3 pelanggan, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L) sebesar 4,61 pelanggan, rata-rata waktu tunggu dalam antrian (Wq) 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 antrean 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.

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608

Penentuan Penambahan Server

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 3. Simulasi Penambahan Server

Jumlah server	ρ	L_q	L	W_q	W
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 simulasi penambahan jumlah server pada periode jam sibuk, diketahui bahwa penambahan jumlah server memberikan pengaruh terhadap ukuran kinerja sistem antrian. Pada kondisi aktual dengan 2 server, tingkat utilisasi server sebesar 0,81 menunjukkan bahwa server digunakan sebesar 81% dari kapasitas pelayanan sehingga beban pelayanan pada periode tersebut tergolong tinggi dengan rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (Lq) sebanyak 3 pelanggan dan rata-rata waktu tunggu dalam antrian (Wq) sebesar 0,94 menit.

Ketika jumlah server ditambah menjadi 3 server, tingkat utilisasi server menurun menjadi 0,54 atau digunakan 54%. Selain itu, rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian menurun secara signifikan dari 3 pelanggan menjadi 0,32 pelanggan dan rata-rata waktu tunggu dalam antrian berkurang dari 0,94 menit menjadi 0,10 menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan satu server mampu meningkatkan kinerja sistem pelayanan secara signifikan.

Penambahan jumlah server menjadi 4, 5, dan 6 server masih menyebabkan penurunan nilai Lq dan Wq. Namun, penurunan tersebut relatif kecil dibandingkan dengan penambahan dari 2 server menjadi 3 server. Di sisi lain, tingkat utilisasi server juga semakin menurun, yaitu masing-masing sebesar 0,40, 0,32, dan 0,27. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian kapasitas pelayanan tidak dimanfaatkan secara optimal karena server cenderung lebih banyak menganggur.

Tabel 4. Interprestasi Jumlah Server

Jumlah Server	Interpretasi
2	Sistem masih padat, antrian dan waktu tunggu relatif masih tinggi
3	Kinerja sistem meningkat signifikan dan utilitas server masih efisien
4-6	Perbaikan kinerja sangat kecil, tetapi utilitas server menurun sehingga kurang efisien

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608

Berdasarkan hasil simulasi tersebut, jumlah server yang optimal pada periode pada jam sibuk adalah 3 server. Jumlah server tersebut telah mampu mengurangi panjang antrian dan waktu tunggu pelanggan secara signifikan, serta tetap mempertahankan tingkat utilisasi server pada kondisi yang efisien tanpa menyebabkan pemborosan fasilitas pelayanan. . Temuan ini sejalan dengan (Simanjuntak et al., 2022) yang juga memperoleh kinerja optimal pada jam sibuk setelah menambah server dari dua menjadi tiga. Selain itu, berbeda dengan SPBU Sowi yang waktu tunggunya masih di bawah standar 0,75 menit dengan dua jalur (Sudarwadi et al., 2021), waktu tunggu antrian SPBU XYZ pada Kamis sore (0,94 menit) telah melampaui batas tersebut sehingga penambahan server dinilai perlu.

Selanjutnya berdasarkan hasil analisis, penambahan jumlah server menjadi 3 server pada periode jam sibuk dapat meningkatkan kinerja sistem antrian secara signifikan. Selain penambahan server, 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 dapat menurunkan panjang antrian dan waktu tunggu pelanggan. Namun, penambahan server yang berlebihan dapat menyebabkan kapasitas pelayanan tidak dimanfaatkan secara optimal (Taha, 2007).

4. 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:

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. 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 (Lq) sebesar 3 pelanggan, rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L) sebesar 4,61 pelanggan, rata-rata waktu tunggu dalam antrian (Wq) sebesar 0,94 menit, dan rata-rata waktu pelanggan berada dalam sistem (W) sebesar 1,45 menit.

Hasil simulasi penambahan jumlah server menunjukkan bahwa untuk kasus penelitian pada SPBU XYZ, jumlah server yang optimal pada periode jam 16:05-17.30 WIB adalah 3 server. Penambahan satu server dari kondisi aktual sebanyak 2 server menjadi 3 server mampu menurunkan rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian dari 3 pelanggan menjadi 0,32 pelanggan serta menurunkan rata-rata waktu tunggu dalam antrian dari 0,94 menit menjadi 0,10 menit. Penambahan server lebih dari 3 tidak memberikan peningkatan kinerja yang signifikan dan menyebabkan tingkat utilisasi server menjadi semakin rendah.

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608

Selain penambahan jumlah server, 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. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut: Pihak SPBU XYZ disarankan untuk menambah satu server pada periode jam sibuk khususnya sore hari, khususnya pada sore hari, agar waktu tunggu dan panjang antrian pelanggan dapat diminimalkan. 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. 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.

REFERENSI

Abidin, Y., Alim, M. R., & Lestari, R. (2020). Analisis Optimalisasi Waktu Layanan Potong Rambut Pada Takilish Barber Shop Dengan Model Antrian. *Oikonomia: Jurnal Manajemen*, *15*(2), 1–17. https://doi.org/10.47313/oikonomia.v15i2.744

Bataona, B. L. V, Nyoko, A. E. L., & Nursiani, N. P. (2020). Analisis Sistem Antrian Dalam Optimalisasi Layanan Di Supermarket Hyperstore. *Journal of Management : Small and Medium Enterprises (SMEs)*, *12*(2), 225–237. https://doi.org/10.35508/jom.v12i2.2695

Erlang, A. K. (1909). *The Theory of Probabilities and Telephone Conversations, Nyt Tidsskrift for Matematik B*.

Fachri Dio Pratama, A. M. (2024). Analisis Sistem Antrian Sepeda Motor Di SPBU 43.413.32 Cikampek Kabupaten Karawang. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, *10*(4), 288–296.

Ferianto, E. J., Insani, N., & Subekti, R. (2016). Optimasi Pelayanan Antrian multi Channel (M/M/c) Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU) Sagan Yogyakarta. *Jurnal Kajian Dan Terapan Matematika*, *5*(4), 1–10. https://doi.org/https://doi.org/10.21831/jktm.v5i4.4811

Hans, Y., Manurung, A., Roma, P., Manik, S., Manurung, D. P., & Situngkir, E. Y. (2025). *Analisis Antrian Pada Stasiun Bahan Bakar Umum (SPBU) 2536307 Sungai Bahar Unit V TIN : Terapan Informatika Nusantara*. *5*(8), 496–503. https://doi.org/10.47065/tin.v5i8.6020

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2021). *INTRODUCTION TO Eleventh Edition*.

Hoerunisa, I., & Sukanta, S. (2021). Penerapan Model Antrian Multi Channel-Single Phase pada SPBU Sempu Jurong Cikarang Utara. *Unistek*, *8*(1), 11–17. https://doi.org/10.33592/unistek.v8i1.1202

Juanita, Z. (2020). *Analisis Antrian SPBU 34-13907 Kota Jakarta Timur Zoraya*. 1–17.

Manalu, C., Palandeng, I., Ekonomi, F., Bisnis, D., Manajemen, J., Sam, U., & Manado, R. (2019). *Analisis Sistem Antrian Sepeda Motor Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) 74 . 951 . 02 Malalayang Analysis Of Motorcycle Queue System At The Malalayang 74 . 951 . 02 Public Gas Station (SPBU)*. *7*(1), 551–560.

Pellondou, E. H., Fanggidae, R. P., & Nyoko, A. E. (2021). Analisis Teori Antrian Pada Jalur Sepeda Motor Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Oebobo. *Glory Jurnal*

JIMAT
Jurnal Ilmiah Matematika
e-ISSN: 2774-1729
Volume 7. Nomor 4. Halaman 860-873
Publikasi Online: 14 November 2026
DOI: https://doi.org/10.63976/jimat.v7i4.1608

Ekonomi Dan Ilmu Sosial, *2*(1), 19–31.

Pratama, H., & Setiawati, L. (2024). Analisis Sistem Antrian SPBU Gunung Pangiluin Untuk Pengisian Bahan BAkar Pertalite. *Abstract Of Undergraduate Research, Faculty Of Industrial Technology, Bung Hatta University*, *24*(3), 1–2.

Sartika, J. D. (2023). Analisis Sistem Antrian Multi Channel Single Phase Service Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Pasarwajo. *Jurnal Matematika, Komputasi Dan Statistika*, *3*(1), 271–280.

Simanjuntak, A. J., Simbolon, L. D., & Sinaga, R. F. (2022). *Analisis Antrian Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Antrian Queue Analysis At Public Fuel Filling Station (SPBU) 14 , 211 , 205 Pematangsiantar Using Quue Theory Method Key Words : queuing theory methods , the motorcycle fuel queue*. *8*(2), 445–452.

Sudarwadi, D., Suruan, T., & Hutabarat, M. (2021). Analisis Sistem Antrian Sepeda Motor di SPBU 83.983.02 Sowi Kabupaten Manokwari. *Lensa Ekonomi*, *15*, 104.

Sztrik, J. (2021). *Basic Queueing Theory*. Budapest University of Thechnology and Economics.

Taha, H. A. (2007). *Operations Research An Introduction* (8th ed.). Pearson Prentice Hall.