

OPTIMASI PELAYANAN ANTRIAN *MULTI CHANNEL* (M/M/c) PADA STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR UMUM (SPBU) SAGAN YOGYAKARTA

OPTIMIZATION OF MULTI CHANNEL QUEUE SERVICE (M/M/c) IN SAGAN GAS STATION YOGYAKARTA

Oleh: Erin Juni Ferianto¹⁾, Nur Insani, M. Sc.²⁾, Retno Subekti, M. Sc.³⁾,

Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta

Email: erin.juni9@gmail.com¹⁾, nurinsani@uny.ac.id²⁾, retnosubekti@uny.ac.id³⁾

Abstrak

Antrian merupakan suatu fenomena yang dihadapi pelanggan pada industri jasa. Salah satunya terjadi di SPBU Sagan Yogyakarta dimana penumpukan pelanggan sering terjadi setiap pagi dan sore hari. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis antrian yang terjadi dan menentukan jumlah *server* yang optimal. Pengumpulan data dilakukan dengan mengamati dan mencatat antrian yang terjadi pada jam sibuk pagi dan sore hari. Konfigurasi sistem antrian yang diberlakukan oleh SPBU Sagan Yogyakarta dapat dinyatakan dengan notasi (M/M/c). Disiplin pelayanan yang diberlakukan pada SPBU Sagan Yogyakarta adalah disiplin pelayanan *First In First Out* (FIFO). Dari hasil penghitungan kinerja sistem antrian pada SPBU Sagan Yogyakarta, apabila menggunakan 3 *server* akan terjadi pengurangan banyaknya rata-rata waktu yang dibutuhkan pelanggan dalam antrian sebanyak 86,92%. Pernyataan tersebut diperkuat dengan naiknya tingkat menganggur *server* sebesar 3,47%. Biaya total per pelanggan menggunakan 2 *server* pelayanan adalah Rp26.437 dan jika menggunakan 3 *server* sebesar Rp30.919. Adapun biaya operasional listrik untuk 2 *server* yaitu Rp1.398 per jam sedangkan untuk 3 *server* adalah Rp1.092 per jam. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pihak SPBU Sagan Yogyakarta lebih baik mengoperasikan 3 *server* dibandingkan 2 *server* atau 4 *server*.

Kata kunci: Pelanggan, *Server*, *Antrian Multi Channel*, SPBU Sagan Yogyakarta.

Abstract

Queueing is a phenomenon quite often faced by customers in service industry. One example happens at Sagan gas station - Yogyakarta, where there are customer hoardings often happens every morning and afternoon. This study aimed to analyze the queue at Sagan gas station and to determine the optimal number of servers to conquer the queue. The data collection was conducted by observing and recording the queue at rush hours in the morning and the afternoon. In this research, the queue system configuration applied at Sagan gas station is stated by M/M/c and the service discipline used is First in First out (FIFO). From the computational results for the queue system performance at Sagan gas station, when 3 servers were used, there would be a decline in the time average needed by the customers to wait in line by 86.92%. This is supported by the increasing idle server level by 3.47%. Total cost per customer using 2 servers was Rp 26,347 and Rp 30,919 for 3 servers. The cost for electricity operational with 2 servers was Rp 1,398 per hour and Rp 1,092 for 3 servers. From the research results, it can be concluded that operating 3 servers was better than operating 2 or 4 servers.

Keywords: Customer, *Server*, *Multi-Channel Queue*, Sagan gas station.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan populasi penduduk di Indonesia yang tidak diimbangi dengan infrastruktur yang memadai, antrian sudah menjadi bagian dari pengalaman sehari-hari. Antrian yang panjang sering kali didapati di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) saat kendaraan melakukan pengisian bahan bakar, di bank saat nasabah mengantri di *teller* untuk melakukan transaksi, di supermarket saat para pembeli antri untuk melakukan pembayaran, di stasiun saat pelanggan mengantri untuk membeli tiket dan lain-lain.

Para peneliti riset operasi telah mempelajari secara intensif mengenai struktur dan manajemen antrian dalam rangka efisiensi biaya yang ditimbulkan dalam sistem antrian dan sebagian besar menggunakan model matematika (Gross and Harris 1985; Newell 1982). Hamdi A. Taha (2007) mengatakan bahwa studi teori antrian berdasarkan penghitungan obyektif tentang rata-rata panjang antrian, rata-rata masa tunggu dalam antrian, dan rata-rata fasilitas layanan. Secara teoritis panjang antrian, masa tunggu dan fasilitas pelayanan merupakan tiga hal yang saling mempengaruhi dalam suatu sistem antrian dalam pengambilan keputusan.

Pada sektor jasa, bagi sebagian orang, antri merupakan hal yang membosankan. Sesuatu yang sangat diharapkan adalah ketika dapat memperoleh jasa tanpa harus menunggu terlalu lama. Karena pelayanan yang prima sangat perlu diterapkan pada suatu perusahaan agar tetap disukai pelanggan, karena pelayanan yang prima diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan serta memberikan kepuasan pada pelanggan baik berupa barang maupun jasa.

Di Yogyakarta, rasio jumlah motor dan SPBU belum seimbang. Pertambahan jumlah pengguna sepeda motor yang terus meningkat dan keterbatasan jumlah SPBU yang tersedia dikhawatirkan dapat mengakibatkan pelayanan kurang optimal. Salah satu indikatornya adalah pelanggan harus mengantri lama untuk mendapatkan pelayanan jasa pengisian BBM di

SPBU jika dibiarkan maka dapat menyebabkan pelanggan keluar dari sistem. Sehingga masalah antrian harus segera menjadi prioritas untuk ditemukan jalan keluarnya.

Untuk mengetahui sistem antrian yang tepat pada SPBU Sagan Yogyakarta maka perlu sebuah penelitian lebih lanjut dengan cara untuk menganalisa efisiensi layanan dari server agar dapat diketahui bagaimana karakter sistem antrian, pemodelan sistem antrian ukuran kinerja dan optimasi sistem antrian.

1. Teori Antrian

Teori antrian merupakan sebuah bagian penting operasi dan juga bermanfaat didalam dunia usaha karena masalah dunia usaha yang berkaitan dengan kedatangan dan kemacetan akan terbantu dengan adanya yang berkaitan dengan kedatangan dan kemacetan akan terbantu dengan adanya yang berkaitan dengan kedatangan dan kemacetan akan terbantu dengan adanya teori antrian. Tujuan utama teori antrian ini adalah mencapai keseimbangan antara biaya pelayanan dengan biaya yang disebabkan oleh waktu menunggu.

Dalam buku yang ditulis oleh Taha (1997:609) dijelaskan bahwa suatu sistem antrian bergantung pada tujuh komponen yaitu pola kedatangan, pola kepergian, kapasitas sistem, disiplin pelayanan, desai pelayanan, ukuran sumber pemanggilan disiplin pelayanan, dan perilaku manusia. Komponen-komponen tersebut diuraikan sebagai berikut.

- a. Pola Kedatangan
Pola kedatangan dapat diketahui secara pasti atau berupa suatu variabel acak (*random*) yang distribusi peluangnya dianggap telah diketahui.
- b. Pola Kepergian
Pola kepergian biasanya dicirikan oleh waktu pelayanan, yaitu waktu yang dibutuhkan oleh seorang pelayan untuk melayani seorang pelanggan.
- c. Kapasitas Sistem
Kapasitas sistem yaitu banyaknya pelanggan, baik pelanggan yang sedang berada dalam

pelayanan maupun dalam antrian, yang ditampung oleh fasilitas pelayanan pada waktu yang sama.

d. Desain Pelayanan

Desain pelayanan dapat di klasifikasikan dalam *channel* dan *phase* yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda-beda. Ada 4 model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian yaitu sistem antrian jalur tunggal satu jenis layanan (*single channel, single phase*), sistem antrian jalur tunggal tahapan berganda (*single channel, multi phase*), sistem antrian jalur berganda satu tahap (*multi channel, single phase*), dan sistem antrian jalur berganda dengan tahapan berganda (*multi channel, multi phase*).

e. Disiplin Pelayanan

Disiplin pelayanan adalah suatu aturan yang dikenalkan dalam memilih pelanggan dari barisan antrian untuk segera dilayani. Adapun pembagian disiplin pelayanan ialah:

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

FCFS/FIFO ialah suatu peraturan dimana yang akan dilayani ialah pelanggan yang datang terlebih dahulu.

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

LCFS/LIFO merupakan antrian dimana yang datang paling akhir adalah yang dilayani paling awal atau paling dahulu.

3. *Service In Random Order* (SIRO) atau pelayanan dalam urutan acak atau sering dikenal juga *Random Selection For Services* (RSS). SIRO/RSS adalah pelayanan atau panggilan didasarkan pada peluang secara random, tidak mempermasalahkan siapa yang lebih dahulu tiba.

4. *Priority Service*(PS)

PS ialah prioritas pelayanan diberikan kepada mereka yang mempunyai prioritas paling tinggi dibandingkan dengan mereka yang memiliki prioritas paling rendah, meskipun yang terakhir ini sudah lebih dahulu tiba dalam garis tunggu.

f. Sumber Pemanggilan

Sumber pemanggilan adalah banyaknya populasi yang membutuhkan pelayanan dalam suatu sistem antrian. Ukuran sumber pemanggilan dapat terbatas maupun tak terbatas.

g. Perilaku Manusia

Perilaku manusia merupakan perilaku – perilaku yang mempengaruhi suatu sistem antrian ketika manusia mempunyai peran dalam sistem baik sebagai pelanggan maupun pelayan. perilaku manusia dalam sistem antrian jika berperan sebagai pelanggan adalah sebagai berikut:

1. *Reneging* menggambarkan situasi dimana seseorang masuk dalam antrian, namun belum memperoleh pelayanan, kemudian meninggalkan antrian tersebut.

2. *Balking* menggambarkan orang yang tidak masuk dalam antrian dan langsung meninggalkan tempat antrian.

3. *Jockeying* menggambarkan situasi jika dalam sistem ada dua atau lebih server antrian maka orang dapat berpindah antrian dari server yang satu ke server yang lain.

2. Notasi Antrian

Untuk memahami beberapa model antrian tersebut maka dibuat suatu standar umum yang dikenal dengan notasi Kendall-Lee. Format umum model tersebut yaitu (A/B/C):(D/E/F) dengan keterangan sebagai berikut.

A = Distribusi kedatangan

B = Distribusi waktu pelayanan

C = Jumlah fasilitas pelayanan ($c = 1, 2, 3, \dots$)

D = Disiplin pelayanan

E = Kapasitas sistem

F = Ukuran sumber pemanggilan

Ukuran *Steady-State* dari Kinerja

Kondisi *steady-state* dapat terpenuhi jika $\rho < 1$ yang berarti bahwa $\lambda < c\mu$. Sedangkan jika $\rho > 1$ maka kedatangan dengan terjadi dengan kelajuan yang lebih cepat daripada yang ditampung oleh *server*, keadaan berlaku apabila

$\rho = 1$. Berdasarkan informasi tersebut dapat dihitung ukuran-ukuran kinerja yaitu jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam sistem (L_s), jumlah pelanggan yang diperkirakan dalam antrian (L_q), waktu menunggu yang diperkirakan dalam sistem (W_s), dan waktu menunggu yang diperkirakan dalam antrian (W_q).

3. Distribusi Poisson

Dalam teori probabilitas, distribusi poisson merupakan distribusi probabilitas diskrit yang menunjukkan probabilitas suatu kejadian pada periode tertentu (jika kejadian tersebut diketahui rata-ratanya) dan bebas atau sama lain.

Variabel acak distrit X dikatakan berdistribusi poisson dengan parameter λ jika fungsi peluangnya sebagai berikut.

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}, k = 0, 1, 2, \dots \quad (1.1)$$

Model antrian multi channel single phase (M/M/c:GD/∞/∞)

Model antrian ini memiliki notasi kendall yaitu (M/M/c):(GD/∞/∞) dimana waktu antar kedatangan dan pelayanan berdistribusi eksponensial, terdapat c server, disiplin pelayanan yang digunakan adalah *Frist-In Frist-Out* (FIFO), kapasitas sistem tidak terbatas, dan sumber pemanggilan yang tak terbatas. Formula untuk mengetahui ukuran-ukuran kinerja pada model (M/M/c):(GD/∞/∞) adalah sebagai berikut:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c \frac{c \mu}{c \mu - \lambda}} \quad (1.2)$$

$$L_q = P_0 \left(\frac{\rho^{c+1}}{(c-1)! (c-\rho)^2} \right) \quad (1.3)$$

$$L_s = L_q + \rho \quad (1.4)$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (1.5)$$

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (1.6)$$

Berdasarkan asumsi tersebut dapat diperoleh hasil secara statistik seperti probabilitas fasilitas layanan sibuk, jumlah rata-rata dalam antrian, jumlah rata-rata dalam

sistem, waktu rata-rata dalam antrian, dan waktu rata-rata dalam sistem.

4. Biaya Operasional SPBU

Biaya operasional SPBU meliputi semua biaya pengeluaran yang diperlukan untuk menjalankan kegiatan perusahaan seperti gaji karyawan, listrik, pajak, dan lain-lain. Berdasarkan keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Sri Sultan Hameng kubuwono X sepakat dengan rumusan baru baru pengupahan yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 78 tahun 2015 tentang pengupahan yang ditandatangani Presiden Joko Widodo pada 23 Oktober 2015. Upah minimum untuk Kota Yogyakarta adalah Rp 1.452.400,- (satu juta empat ratus lima puluh dua ribu empat ratus rupiah) per bulan, lama bekerja 7-8 jam per hari, dan mulai berlaku per tanggal 1 Januari 2016. Keputusan yang dirilis melalui website resmi PLN salah satunya mengatur tentang Tarif Dasar Listrik untuk kegiatan bisnis yang menggunakan batas daya 3.500 vA sampai dengan 5.500 vA yaitu sebesar Rp 1.392,12,- per kWh. Berikut ini merupakan tabel penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik:

Tabel 1. Tarif Dasar Listrik Untuk Kepentingan Bisnis

PENETAPAN PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT) BULAN FEBRUARI 2016					
NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA KWAh (Rp/kVA/bulan)	
1.	R-1/TR	1.300 VA	*	1.392,12	1.392,12
2.	R-1/TR	2.200 VA	*	1.392,12	1.392,12
3.	R-2/TR	3.500 VA s.d. 5.500 VA	*	1.392,12	1.392,12
4.	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*	1.392,12	1.392,12
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*	1.392,12	1.392,12
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**	Blk: WBP = Kx 994,97 Blk: LWBP = 994,97 kVA/bulan = 1.070,52	-
7.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**	Blk: WBP = Kx 994,97 Blk: LWBP = 994,97 kVA/bulan = 1.070,52	-
8.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***	Blk: WBP dan Blk: LWBP = 999,52 kVA/bulan = 999,52	-
9.	P-1/TR	5.600 VA s.d. 200 kVA	*	1.392,12	1.392,12
10.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**	Blk: WBP = Kx 994,97 Blk: LWBP = 994,97 kVA/bulan = 1.070,52	-
11.	P-3/TR		*	1.392,12	1.392,12
12.	L/TR, T/M, TT		-	1.573,44	-

Catatan:
 *) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 RM1 = 40 (Jam Nyalal) x Daya beban (kVA) x Biaya Pemakaian.
 **) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 RM2 = 40 (Jam Nyalal) x Daya beban (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.
 Jam nyalal: kWh per bulan dibagi dengan kVA beban.
 Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,95 (selapan puluh lima per seratus).
 ***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 RM3 = 40 (Jam Nyalal) x Daya beban (kVA) x Biaya Pemakaian WBP dan LWBP.
 Jam nyalal: kWh per bulan dibagi dengan kVA beban.
 Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,95 (selapan puluh lima per seratus).
 K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem listrikian setempat (1,4 ≤ K ≤ 2), ditetapkan oleh Direksi Perusahaan Penerimaan (Penerima) PT Perusahaan Listrik Negara.
 WBP : Waktu Beban Puncak.
 LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

II. METODE PENELITIAN

Secara umum metode penelitian ini mencakup dua aspek penting yaitu (1) jenis dan sumber data dan (2) teknik analisis data.

1. Jenis dan Sumber Data

Proses analisis dalam penelitian yang menekankan kaidah-kaidah analisis, pemodelan, dan statistika. Objek dari penelitian ini adalah SPBU Sagan Yogyakarta. Sedangkan populasi dalam penelitian ini adalah pelanggan SPBU yang mengantri untuk dilayani. Pengambilan data dilakukan pada hari kerja yaitu pada tanggal 3 November 2015 pada pukul 06.00-07.00 dan 15.00-17.00 WIB dengan asumsi bahwa pada periode tersebut merupakan waktu sibuk. Data primer yang diperoleh yaitu jumlah kendaraan bermotor yang masuk SPBU Sagan Yogyakarta dan jumlah kendaraan bermotor yang dilayani. Adapun data sekunder yang didapatkan yaitu identitas SPBU, pengelola SPBU, jam beroperasi SPBU, daya listrik dispenser, gaji karyawan.

2. Teknik Analisis Data

Pengambilan sampel dilapangan dilakukan secara acak sederhana dalam tenggang waktu tiga hari dimana tiap harinya mengambil data selama empat jam yang dibagi menjadi empat bagian waktu yaitu masing-masing satu jam. Setelah sampel diperoleh, proses selanjutnya yaitu analisis data. Analisis data dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu:

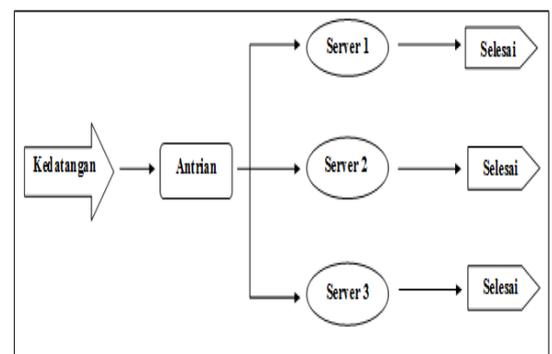
- Tahap pertama yaitu data yang digunakan adalah informasi dan data primer yang berkaitan dengan sistem antrian yang terjadi pada SPBU Sagan Yogyakarta. Selanjutnya disusun ilustrasi sistem antrian.
- Tahap kedua yaitu pengujian kondisi steady state dan uji distribusi kedatangan menggunakan uji Kolmogorev-Smirnov.
- Tahap ketiga yaitu data-data pada tahap kedua yang akan dianalisis menggunakan teori antrian *multi channel sigle phase*. Selanjutnya akan diberikan kesimpulan sekaligus rekomendasi atas hasil analisis terkait dengan sistem antrian (yang telah dievaluasi).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara garis besar pada bab ini akan dijelaskan mengenai ilustrasi sistem antrian, *steady state* kinerja sistem antrian, uji distribusi kedatangan serta analisis dan ujuran kinerja sistem antrian.

1. Ilustrasi Sistem Antrian

Pada SPBU Sagan Yogyakarta terdapat empat server pelayanan yang disediakan untuk dapat melayani para pelanggan yang akan melakukan pengisian bahan bakar, tetapi hanya dua atau tiga server pelayanan yang sering dipakai. Jenis sistem antrian yang diberikan oleh SPBU Sagan Yogyakarta adalah jenis antrian model *Multi Channel Single Phase* atau M/M/c, dimana terdapat beberapa server namun fase yang dilewati oleh pelanggan untuk melakukan transaksi melalui server hanya satu kali. Waktu yang dibutuhkan oleh setiap server dalam melayani pelanggan yang satu dengan yang lain adalah bersifat random (acak). Agar dapat dipahami dengan mudah gambar 1 menunjukkan ilustrasi sistem antrian.



Gambar 1. Ilustrasi sistem antrian

2. Steady State Kinerja Sistem Antrian

Berdasarkan tabel 2 (ukuran *steady state*), dapat diidentifikasi bahwa tingkat utilitas fasilitas pelayanan pada keempat waktu untuk pelanggan SPBU Sagan Yogyakarta menghasilkan nilai kurang dari satu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem antrian memenuhi kondisi *steady state*, artinya bahwa rata-rata tingkat kedatangan pelanggan tidak melebihi rata-rata tingkat pelayanan.

Penghitungan *steady-state* menggunakan rumus

$$\rho = \frac{\lambda}{c \cdot \mu} < 1.$$

Tabel 2. Tingkat Utilitas dan kondisi *Steady State*

Periode waktu	ρ untuk 2 server	ρ untuk 3 server
06.00-07.00	0,4685	0,3123
07.00-08.00	0,4968	0,3312
15.00-16.00	0,5032	0,3354
16.00-17.00	0,5331	0,3554

3. Distribusi Kedatangan

Tabel 3. Data Kedatangan Pelanggan Per Jam

No	Hari/Tanggal	Periode Waktu (Per Jam)	Kedatangan (Sepeda Motor)
1	Selasa 3/11/2015	06.00-07.00	295
		07.00-08.00	310
		15.00-16.00	316
		16.00-17.00	346
2	Rabu 4/11/2015	06.00-07.00	292
		07.00-08.00	325
		15.00-16.00	323
		16.00-17.00	324
3	Kamis 5/11/2015	06.00-07.00	304
		07.00-08.00	310
		15.00-16.00	319
		16.00-17.00	344

➤ Uji Distribusi Kedatangan:

H_0 : Ukuran kedatangan berdistribusi Poisson

H_1 : Ukuran kedatangan tidak berdistribusi Poisson

Taraf Signifikan α : 0,05

Wilayah kritik : H_0 ditolak jika angka signifikan $< \alpha$

➤ Berikut ini dengan menggunakan data kedatangan, hasil uji Poisson sebagai berikut:

Tabel 4. Output SPSS Distribusi Kedatangan

➔ **NPar Tests**

[kedatangan]

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		VAR00003
N		12
Poisson Parameter ^{a, b}	Mean	317,3333
Most Extreme Differences	Absolute	,154
	Positive	,154
	Negative	-,094
Kolmogorov-Smirnov Z		,533
Asymp. Sig. (2-tailed)		,938

a. Test distribution is Poisson.
b. Calculated from data.

Berdasarkan hasil pengujian kesesuaian kedatangan pelanggan diperoleh angka signifikan lebih besar dari α yaitu $0,938 > 0,05$

jadi H_0 diterima. Kesimpulan dari pengujian diatas didapat bahwa kedatangan pelanggan berdistribusi Poisson, dengan rata-rata 317,33.

4. Analisis dan Ukuran Kinerja Sistem Antrian

Berdasarkan hasil analisis terhadap distribusi kedatangan dan kondisi *steady state* sistem antrian maka dapat ditentukan bahwa model sistem antrian SPBU Sagan Yogyakarta adalah model antrian *multi channel single phase*(M/M/c:GD/ ∞/∞). Model tersebut adalah model sistem antrian dengan distribusi kedatangan poisson dengan aturan pelayanan yaitu *first-in first-out* atau pelanggan yang datang pertama yang akan pertama dilayani.

Gaji karyawan SPBU Sagan Yogyakarta adalah Rp 1.485.000,- per bulan artinya sudah diatas upah minimum untuk Kota Yogyakarta adalah Rp 1.452.400,-. Pada setiap pengisian bahan bakar diperlukan daya pada dispenser sebesar 750 Watt. Selanjutnya rata-rata jumlah kendaraan bermotor yang datang pada keempat watu penelitian di SPBU Sagan Yogyakarta dapat disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Tingkat Kedatangan

Periode Waktu (Jam)	Rata-rata Banyak Kedatangan (sepeda motor)
06.00-07.00	297
07.00-08.00	315
15.00-16.00	319
16.00-17.00	338
Jumlah	1269

Data diatas kemudian diaplikasikan pada model antrian *multi channel single phase*. Penghitungan parameter sistem antrian SPBU Sagan menggunakan rumus-rumus diatas ditunjukkan tabel 6. Jumlah server 2 dan 3 dipilih karena kuantitas ini yang sering dioperasikan manajemen. Fasilitas pelayanan (mesin pompa) sudah ada, tetapi manajemen sering mengoperasikan hanya sampai 2 server saat jam sibuk. Pengoperasian 2 server mungkin mempertimbangkan pengurangan biaya operasi,

Table 6. Perbandingan Hasil Kinerja Sistem Antrian Apabila Terdapat Dua dan Tiga Server Pelayanan

Periode Waktu Jam	Kinerja Sistem Antrian 2 Server				Kinerja Sistem Antrian 3 Server			
	P_0	ρ	L_q	W_q	P_0	ρ	L_q	W_q
06.00-07.00	0,3619	0,4685	0,2634	0,0009	0,3883	0,3132	0,0339	0,00011
07.00-08.00	0,3361	0,4968	0,3257	0,0010	0,3660	0,3312	0,0443	0,00014
15.00-16.00	0,3305	0,5032	0,3411	0,0011	0,3612	0,3354	0,0466	0,00015
16.00-17.00	0,3045	0,5331	0,4234	0,0013	0,3392	0,3554	0,0586	0,00017

dengan mengoperasikan 2 server, gaji tambahan untuk seorang server dapat dihemat.

Dari hasil analisis model antrian berganda (M/M/c) pada tabel 6 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan 3 server pelayanan maka terjadi pengurangan rata-rata waktu yang dibutuhkan pelanggan untuk mengantri cukup signifikan. Selain itu berdasarkan tabel 6 terlihat bahwa dengan adanya penambahan 1 server dari 2 menjadi 3 server pelayanan maka terjadi pengurangan banyaknya rata-rata waktu yang dibutuhkan pelanggan dalam antrian sebanyak 86,92%. Pernyataan tersebut diperkuat dengan naiknya tingkat mengganggu server sebesar 3,47% akan tetapi dengan naiknya tingkat mengganggu server tersebut tidak begitu berpengaruh sebab hanya naik sedikit dan antrian akan terus bertambah dikarenakan pelanggan yang datang untuk mengisi BBM akan terus bertambah.

Keputusan pemilihan antara 2 atau 3 server pelayanan tentunya tidak hanya didasarkan pada ukuran kinerja sistem antrian di atas. Penambahan server dari 2 menjadi 3 server membutuhkan penambahan biaya operasional, manajemen juga harus mengeluarkan dana untuk menggaji satu orang karyawan tambahan. Biaya untuk membangun fasilitas (mesin pompa) tidak diperlukan karena fasilitas (mesin pompa) sudah ada, tetapi tidak selalu dioperasikan.

Tabel 7. Perbandingan Rata-Rata Biaya Jika Menyediakan 2 atau 3 Server Pelayanan

Notasi	Penghitungan biaya 2 Server	Penghitungan biaya 3 Server
$E(C_s)$	Rp14.278,423	Rp21.418,269
$E(C_w)$	Rp12.158,404	Rp9.501,419
$E(C_t)$	Rp26.437,25	Rp30.919,688

Menunggu bagi pelanggan akan dihitung sebagai biaya bagi manajemen. Situasi menunggu dapat mengakibatkan gagalannya pelanggan menggunakan jasa pelayanan yang ditawarkan. Dalam hal ini biaya menunggu dapat dihitung berdasarkan waktu yang dihabiskan oleh pelanggan di barisan antrian untuk dapat mengisi bahan bakar. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut

Biaya Pelayanan $E(C_s)$

$$E(C_s) = n \cdot C_s \quad (3.1)$$

Biaya Menunggu $E(C_w)$

$$E(C_w) = L_s \cdot C_w \quad (3.2)$$

Biaya Total $E(C_t)$

$$E(C_t) = E(C_s) + E(C_w) \quad (3.3)$$

Saat menggunakan 2 server biaya pelayanan per pelanggan sebesar Rp14.278 dan biaya menunggu per pelanggan sebesar Rp21.418 Sedangkan saat menggunakan 3 server biaya pelayanan per pelanggan sebesar Rp21.418 dan biaya menunggu per pelanggan sebesar Rp9.501.

Biaya total per pelanggan menggunakan 2 server pelayanan adalah Rp26.437 dan jika menggunakan 3 server sebesar Rp30.919. Adapun biaya operasional listrik untuk 2 server yaitu Rp1.398 per jam sedangkan untuk 3 server adalah Rp1.092 per jam.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan diatas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis kinerja sistem antrian saat ini SPBU Sagan Yogyakarta dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:
 - a. Jenis sistem antrian yang diterapkan pada SPBU Sagan Yogyakarta adalah jenis antrian model Multi Channel Single Phase atau M/M/c, dimana terdapat beberapa Server pelayanan yang dapat melayani para pelanggan namun fase yang dilewati oleh pelanggan untuk melakukan transaksi pengisian bahan bakar hanya melalui Server pelayanan satu kali tahapan.
 - b. Disiplin pelayanan yang diberlakukan pada SPBU Sagan Yogyakarta adalah disiplin pelayanan *First In First Out* (FIFO). Dimana pelanggan yang datang terlebih dulu datang mengantri di SPBU Sagan Yogyakarta yang pertama kali akan dilayani.
 - c. Konfigurasi sistem antrian yang diberlakukan oleh SPBU Sagan Yogyakarta dapat dinyatakan dengan model notasi (M/M/c). Dari hasil penghitungan kinerja sistem antrian pada SPBU Sagan Yogyakarta, waktu yang dibutuhkan seorang pelanggan dalam antrian hanya selama 0,612 detik. Serta antrian terpanjang hanya sebanyak 0,0586 apabila dibulatkan menjadi 1 orang dan ini terjadi hanya pada periode waktu jam 16.00-17.00 setiap harinya. Ini menunjukkan kinerja sistem antrian pada SPBU Sagan Yogyakarta sudah baik. Namun untuk menjaga kinerja sistem antrian yang diterapkan pada SPBU Sagan Yogyakarta perlu mempertimbangkan tingkat kedatangan pelanggan dan tingkat antrian yang terjadi setiap harinya.
 - d. Dengan menggunakan 2 Server biaya pelayanan per pelanggan sebesar Rp14.278,423 dan biaya menunggu per pelanggan sebesar Rp21.418,269. Biaya total per pelanggan menggunakan 2 Server pelayanan adalah Rp26.437,25. Adapun biaya operasional listrik untuk 2 Server yaitu Rp1.398,45 per jam.
2. Jadi dari semua penghitungan di atas didapat kesimpulan menggunakan 2 server sebenarnya sudah cukup baik, akan tetapi dalam kondisi tertentu karena tugas server tidak hanya melayani pelanggan melainkan ada tugas lain

diantaranya memantau datangnya truk tanki BBM. Jika SPBU Sagan Yogyakarta hanya mempunyai 2 server dan disaat-saat tertentu berkurang karena mendapatkan tugas lain dan tersisa hanya 1 server maka hal tersebut dapat menimbulkan permasalahan dalam antrian. Apabila menambah 1 server dari 2 menjadi 3 server akan mengakibatkan pengurangan jumlah rata-rata waktu yang dibutuhkan pelanggan dalam antrian sebanyak 86,92%. Pernyataan tersebut diperkuat dengan naiknya tingkat menganggur server sebesar 3,47% akan tetapi dengan naiknya tingkat menganggur server tersebut tidak begitu berpengaruh sebab hanya naik sedikit dan antrian akan terus bertambah dikarenakan pelanggan yang datang untuk mengisi BBM akan terus bertambah.

Pada saat menggunakan 3 Server biaya pelayanan per pelanggan sebesar Rp21.418,269 dan biaya menunggu per pelanggan sebesar Rp9.501,419234 dan jika menggunakan 2 Server sebesar Rp30.919,688. Adapun biaya operasional listrik untuk 3 Server adalah Rp1.092,85 per jam. Karena alasan tersebut juga penulis menyimpulkan pelayanan SPBU Sagan Yogyakarta lebih optimal menggunakan 3 server dibandingkan 2 server. Walaupun jumlah biaya pelayanan 3 server lebih besar dibandingkan menggunakan 2 server akan tetapi apabila menggunakan 3 server dapat berpotensi pada meningkatnya jumlah pelanggan yang mengantri untuk mengisi BBM sehingga secara tidak langsung dapat menambah keuntungan perusahaan dan menutupi biaya operasional tersebut.

Saran

Berdasarkan pengolahan data dan pembahasan yang telah dikerjakan di bab sebelumnya maka penulis dapat memberikan beberapa saran kepada SPBU Sagan Yogyakarta diantaranya adalah sbb:

1. Untuk menjaga kinerja sistem antrian yang diterapkan pada SPBU Sagan Yogyakarta perlu mempertimbangkan tingkat kedatangan pelanggan dan tingkat antrian yang terjadi setiap harinya terutama saat periode waktu 16.00-

17.00 dan menambah 1 Server agar kinerja operasional SPBU Sagan Yogyakarta secara keseluruhan tidak terganggu dan proses transaksi dapat berjalan secara optimal sehingga tidak membuat pelanggan mengantri terlalu lama dalam melakukan transaksi.

2. Peneliti mengharapkan adanya penelitian lebih lanjut tentang sistem antrian dimana penulis yang bersangkutan membahas system antrian pada sepeda motor dan jalur mobil. Serta diharapkan pada analisis data digambarkan secara rinci pengukuran waktu pelayanan secara nyata yang mengaitkan antara pelanggan dan pelayanan. Hal tersebut agar tidak terjadi penurunan kualitas kinerja pelayanan SPBU Sagan Yogyakarta dan meminimalisir terjadinya kehilangan pelanggan. Untuk mempermudah penelitian berikutnya saat pengambilan data gunakan aplikasi Xnote.

Daftar Pustaka

- Alma, Buchori. 2000. Manajemen Pemasaran dan Pemasaran Jasa. Bandung: Alfabeta
- Bain, L, & Engelhardt. 1992. *Introduction to Probability and Mathematical Statistics*. California: Wadsworth Publishing Company
- Bartle, R.G, & Sherbert, D.R. 2000. *Introduction to Real Analysis*. New York: John Wiley & Sons
- Bhat, U.N. 2008. *An Introduction to Queueing Theory, Modeling and Analysis in Applications*. Dallas: Birkhauser Boston
- Bronson, R. 1996. Teori dan Soal-Soal Operations Research. (Terjemahan Hans Wospakrik). Jakarta: Erlangga
- Dimiyati, A & Tarliah, T. 1999. Operation Research “ Model-model Pengambilan Keputusan”. Bandung: PT Sinar Baru Algosindo
- Djauhari, M. 1997. Statistika Matematika. Bandung: FMIPA, ITB
- Gross, D, & Harris, C.M. 1998. *Fundamental of Queueing Theory* 3rd. New York: John Wiley & Sons
- Heizer, Jay, & Rander, Barry. 2004. Manajemen Operasi (Edisi ke-7). Jakarta: Salemba Empat
- Hiller, F.S, & Lieberman, G.J. 2005. *Introduction to Operations Research*. New York: McGraw-Hill
- Hogg, R.V, & Tanis, E.A. 2001. *Probability and Statistical Inference* 6th. ed. new York: Prentice Hall International. inc
- Iswiyanti, Agus Sri. 2004. Analisis Antrian Locket Karcis Taman Margasatwa Ragunan DKI Jakarta. Jurnal Fakultas Ekonomi Universitas Gunadarma (Nomor 3 tahun XII-2004). Hlm. 107-113
- Kakiay, T.J. 2004. Dasar Teori Antrian Untuk Kehidupan Nyata. Yogyakarta: Andi
- Kotler, Philip, & Kevin, Lane Keller. 2009. Manajemen Pemasaran (Edisi ke-12). Jakarta: Index
- Lakshmi, G.W & Bhindu, C.S. 2014. *A Queueing Model To Improve Quality Of Service by Reducing Waiting Time In Cloud Computing*. International journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE) ISSN: 2231-2307, Vol-4 ISSUE-5, November 2014
- Ma'arif & Tanjung. 2003. Manajemen Produksi dan Operasi (Edisi Revisi). Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Jakarta
- Mussafi, Noor Saif Muhammad. 2015. Penerapan Single Channel Queueing Model (SCQM) Dalam Optimasi Pelayanan Jasa SPBU Di Kota Yogyakarta. Integrated Lab Journal ISSN: 2339-0905 (Volume 2 Nomor 2 Tahun 2015). Hlm. 145-152
- Mussafi, Noor Saif Muhammad. 2015. Pemodelan Sistem Antrian Multi-channel Jasa Teller Pada Bank Syariah Di Yogyakarta Untuk Meningkatkan Kinerja Perusahaan. Journal AdMathdu ISSN: 2088-687X (Volume 5 Nomor 2 Tahun 2015). Hlm. 141-149

- Nasution, Nur M. 2004. Manajemen Jasa Terpadu. Bogor: Galia Indonesia
- Prof. Dr. Syaodih S. 2009. Metode Penelitian Pendidikan (Edisi ke-5). Bandung: PT. Remaja Rosda karya offiset
- Ross, S.M. 1983. *Stochastic Processes*. New York: John Wiley & Sons
- Satya, Ririn Regiana Dwi..Penentuan Loket Yang Optimal Pada Gerbang Selatan Tol Pondok Gede Barat dengan Menggunakan Teori Antrian Untuk Meminimasi Biaya.JurnalTeknik Industri ISSN:1411-6340. Hlm. 224-230
- Shanmugasundaran, S & Banumathi, P. 2016. A *Simulation Study M/M/C Queueing Models*. International Jurnal For Research mathematics anf Matematical Siences. Vol-2 ISSUE-2 Februari 2016. Hal 52-61
- Sinalungga, S. 2008. Pengantar Teknik Industri. Yogyakarta: GrahaIlmu
- Soegito,Eddy Soeryanto. 2007. Marketing Reasearch: Panduan Bagi Manajer, Pemimpin Perusahaan Organisasi. Jakarta: Elex Media Komputindo
- Taha, H. 2006. *Operations Research*. Jakarta: Binarupa Aksara
- Taha, H. 2007. *Operations Research*. Jakarta: Erlangga
- Taha, H. 1997. RisetOperasi. (Terjemahan Daniel Wirajaya). Jakarta: BinarupaAksara
- Ulyahuna, UmiRozqoh. 2013. Penerapan Model Antrian Untuk Mengetahui Utilitas Pelayanan Pada Loket Ekspedisi (Studi Kasus Pada Kantor Perwakilan Bank Indonesia (KPwBI) Kediri). Jurnal Jurusan Matematika, F.MIPA, Universitas Brawijaya
- Varberg, D &Pcurcell, E.J. 2001.Kalkulus Jilid 1. (Terjemahan I Nyoman Susila).Batam: Interaksa
- Wagner, H.1972.*Principles of Operations Research with Aplication to Managerial Decisions*. London: Prenticel-Hall
- Winston,W.L.1994.*Operation Research*.California: Duxbury Press
- Wospakrik, H.1996.Teori Dan Soal-Soal Operations Research. Bandung: Erlangg
- <http://www.pln.co.id/wp-content/uploads/2016/02/TA-Februari-2016.pdf>
- (13 maret 2016, jam 23.21)