

OPTIMASI PELAYANAN PADA SPBU PD. ALADDIN 4 BANJARSARI DENGAN METODE ANTRIAN MULTIPLE CHANNEL SINGLE PHASE

Maman Hilman¹; Nugraha Kusuma N.²; Priyo Nur Utomo³

*Teknik Industri Universitas Galuh
Jln. R.E. Martadinata No. 150, Kab. Ciamis, Jawa Barat
hilman_oeroeg@yahoo.co.id¹*

Abstract— Gas station PD. ALADDIN 4 Banjarsari is a company engaged in services, namely general refueling service. One of the problems faced by the company so far is the incompatibility of the number of consumer arrivals with the number of facility lines, causing long queues, especially during peak hours. The model used in this study is a queue model with Single Chain Multiple Channel model where the number of arrival and service time with the discipline of service First Come First Served. The result of this research is optimal service facility with 5 service facility, seen from result of calculation of queue length expectation including which is being served which was 15 vehicle in system, after service facility added to become 5 facility, become 11 vehicle in system. While the expectation of the queue length is not included which is being served which was 7 vehicles queuing up to 4 vehicles queuing up. Expectation of waiting time in the system (including waiter time) which was 33.733 seconds to 31.468 seconds. While the expectation of waiting in the queue (excluding queue time) which was 16.190 seconds to 12.227 seconds. And see from the total cost of efficiency that the use of facilities facilities 3 facilities out the total cost of efficiency Rp.42.625, 70 while for the 5 service facilities to spend the total cost of efficiency Rp.42.632, 72.

Keywords— Gas station; Multiple Channel Single Phase; Queue;

Abstrak— SPBU PD. ALADDIN 4 Banjarsari adalah perusahaan yang bergerak dibidang jasa, yaitu pelayanan pengisian bahan bakar umum. Salah satu masalah yang dihadapi perusahaan selama ini adalah tidak sesuainya jumlah kedatangan konsumen dengan jumlah jalur fasilitas sehingga menyebabkan antrian panjang khususnya pada jam sibuk. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model antrian dengan model Multiple Channel Single Phase dimana jumlah kedatangan dan waktu pelayanan dengan disiplin pelayanan First Come First Served. Hasil dari penelitian ini adalah fasilitas pelayanan yang optimal dengan 5 fasilitas pelayanan, melihat dari hasil perhitungan ekspektasi panjang antrian termasuk yang sedang dilayani yang tadinya 15 kendaraan didalam sistem, setelah fasilitas pelayanan ditambah menjadi 5 fasilitas, menjadi 11 kendaraan didalam sistem. Sedangkan ekspektasi panjang antrian tidak termasuk yang sedang dilayani yang tadinya 7 kendaraan yang antri menjadi 4 kendaraan yang antri. Ekspektasi waktu menunggu dalam sistem (termasuk waktu pelayan) yang tadinya 33,733 detik menjadi 31,468 detik. Sedangkan ekspektasi menunggu dalam antrian (tidak termasuk waktu antrian) yang tadinya 16,190 detik menjadi 12,272 detik. Dan melihat dari total biaya efisiensi bahwa penggunaan fasilitas pelayanan 3 fasilitas mengeluarkan total biaya efisiensi Rp.42.625,70 sedangkan untuk 5 fasilitas pelayanan mengeluarkan biaya total efisiensi Rp.42.632,72.

Kata kunci— Antrian; Jasa; Multiple channel single phase; Pelayanan; SPBU.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan jaman, sektor industri mengalami perkembangan yang pesat, terutama dengan lahirnya inovasi dan teknologi baru yang diterapkan

dalam praktik bisnis baik barang maupun jasa, yang telah menuntut pengusaha untuk mencari peluang dan mencermati perkembangan pasar yang dinamis. Perkembangan pasar yang dinamis ini memicu perusahaan-perusahaan baru

muncul dengan cepat, sehingga menuntut pengusaha bersaing membuat strategi-strategi yang jitu dalam segmen pasar agar perusahaan tidak ditinggalkan oleh pelanggan.

Pelayanan prima sangat perlu diterapkan pada suatu perusahaan agar tetap disukai pelanggan, karena pelayanan yang prima diharapkan dapat memenuhi kebutuhan serta keinginan pelanggan dan memberikan kepuasan kepada pelanggan baik berupa barang maupun jasa.

Sesuai dengan pertumbuhan penduduk yang semakin bertambah dari tahun ke tahun, menyebabkan peningkatan juga terhadap kebutuhan penduduk yang harus terpenuhi. Tanpa disadari untuk dapat memenuhi kebutuhan, fenomena antri bagi manusia sudah menjadi tradisi. Antrian adalah situasi barisan tunggu dimana jumlah kesatuan fisik (pendatang) sedang berusaha untuk menerima pelayanan dari fasilitas terbatas (pemberi layanan), sehingga pendatang harus menunggu beberapa waktu dalam barisan agar mendapatkan giliran untuk dilayani. Masalah antri bahkan sudah menjadi budaya yang sedikit merugikan bagi pihak yang antri ketika jumlah antriannya sangat panjang.

Antrian dapat dihindari apabila pihak-pihak yang terlibat mengetahui sampai dimana antri tersebut menguntungkan atau malah merugikan, yang sebenarnya peristiwa antri ini tidak diinginkan oleh berbagai pihak yang berkepentingan. Timbullah masalah disini, bagaimana agar waktu yang tersedia dapat digunakan secara optimal dan bagaimana agar kedatangan pelanggan yang akan dilayani tidak mengelompok pada jam-jam atau hari-hari atau tanggal-tanggal tertentu.

Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan (Tjuti Tarliah Dimiyati-Ahmad Dimiyati, 2013:349). Umumnya, sistem antrian menganut prinsip yang datang duluan akan dilayani terlebih

dahulu (first-come,first-served). Akan tetapi, tidak semua sistem antrian dilaksanakan berdasarkan prinsip tersebut.

PD. ALADDIN 4 merupakan salah satu stasiun pengisian bahan bakar umum di Kecamatan Banjarsari, Kabupaten Ciamis, SPBU ini menyediakan 3 fasilitas pengisian bahan bakar, dengan jenis bahan bakar Pertamina, Peralite dan Solar. Pada 3 fasilitas ini terdapat 3 jalur, diharapkan dapat mengurangi masalah antrian ketika pelanggan datang pada saat tertentu untuk memenuhi kebutuhannya.

Namun, seiring dengan kemajuan jaman di segala sektor yang menyebabkan pengguna kendaraan saat ini mengalami peningkatan dan keinginan pelanggan yang sama saat ingin memenuhi kebutuhan akan bahan bakar pada saat-saat tertentu dapat menyebabkan masalah antrian, karena jumlah fasilitas yang kurang untuk memenuhi pelayanan pelanggan. Akibat dari kurang optimalnya pelayanan pada antrian tersebut yaitu, terlihat beberapa konsumen merasa kurang nyaman karena antrian yang panjang. Mencegah timbulnya antrian atau mengurangi antrian yang panjang adalah menggunakan cara, menganalisis sistem antrian PD. ALADDIN 4 dengan menerapkan teori antrian.

Analisis dapat dilakukan dengan mengadakan penelitian dimana antrian yang panjang terjadi, bertujuan agar keputusan yang diambil dari hasil analisis dapat berlaku untuk berbagai kondisi pelayanan, sehingga analisis dapat memberikan masukan yang bermanfaat untuk menyelesaikan masalah dengan lebih optimal.

Rumusan masalah penelitian ini adalah: Bagaimana fasilitas yang diberikan oleh SPBU PD. ALADDIN 4 di Banjarsari Kabupaten Ciamis selama ini, berapa jumlah fasilitas pelayanan optimal dengan metode antrian Multiple channel single phase pada SPBU PD. ALADDIN 4 di Banjarsari Kabupaten Ciamis, dan berapa waktu pelayanan optimal yang diberikan

kepada konsumen oleh SPBU PD. ALADDIN 4 di Banjarsari Kabupaten Ciamis.

2. LANDASAN TEORI

Pengertian Riset Operasional

Menurut Morse dan Kimball, riset operasi adalah sebuah metode ilmiah (*scientific method*) yang memungkinkan para manajer mengambil keputusan mengenai kegiatan yang meereka tangani dengan dasar kuantitatif.

Definisi lain menurut Churchman, Arkof, dan Arnof, riset operasi adalah aplikasi metode-metode, teknik dan peralatan-peralatan ilmiah dalam menghadapi masalah-masalah yang timbul di dalam operasi perusahaan dengan tujuan ditemukannya pemecahan yang optimum dari masalah-masalah tersebut.

Sedangkan menurut Miller dan M.K.Star, riset operasi sebagai peralatan manajemen yang menyatukan ilmu pengetahuan, matematika dan logika dalam kerangka pemecahan masalah-masalah yang dihadapi sehari-hari, sehingga akhirnya permasalahan tersebut dapat dipecahkan secara optimal. Riset operasi berkenaan dengan pengambilan keputusan optimal dalam dan penyusunan model dari sistem-sistem deterministik maupun probabilistik yang berasal dari kehidupan nyata. Hal ini ditandai dengan kebutuhan untuk mengalokasikan sumber daya yang terbatas.

Model-Model Dalam Riset Operasional

Model adalah gambaran ideal dari suatu situasi (dunia) nyata sehingga sifatnya yang kompleks dapat disederhanakan. Ada beberapa jenis model yang biasa digunakan, diantaranya ialah:

1. Model ikonis / fisik

Yaitu penggambaran fisik dari suatu sistem, baik dalam bentuk yang ideal maupun dalam skala yang berbeda. Contoh: foto, *blueprint*, peta, globe.

2. Model Analog / diagramatis

Model ini memiliki kelebihan dari model sebelumnya, dalam model ini suatu kondisi dapat dianalogikan melalui ciri-ciri yang ada, misalkan pada jam dinding yang menunjukkan jarum jam yang paling pendek menandakan waktu jam, yang lebih panjang menunjukkan menit dan yang bergerak setiap detik menunjukkan detik.

3. Model Matematik

Model ini menggunakan simbol-simbol matematika dalam penggunaannya. Terdapat dua model matematik, yaitu model deterministik (membahas untuk situasi yang pasti, misalnya $1+1=2$) dan probablistik (membahas untuk situasi yang tidak pasti, misalnya apakah hari ini akan hujan?).

Tahap-Tahap Umum Dalam Riset Operasi

1. Merumuskan Masalah

Hal ini menggambarkan permasalahan yang sedang dihadapi perusahaan. Dalam perumusan masalah ditentukan variable keputusan (apa yang dapat dikendalikan perusahaan melalui sumber daya yang ada), tujuan (menentukan tujuan dari variabel keputusan yang ada, apakah akan memaksimalkan laba, meminimumkan biaya dan lain-lainnya), dan kendala (pembatas-pembatas yang dihadapi perusahaan untuk mencapai tujuan tersebut, misalnya mesin, tenaga kerja, bahan baku dan lain-lainnya).

2. Membentuk Model Matematis

Dari permasalahan yang ada dibuat dalam model matematis untuk membuat permasalahan lebih jelas dan dimengerti dalam mengetahui hubungan yang saling terkait.

3. Mencari Penyelesaian Masalah

Dari alat analisis yang ada pada riset operasi dipilih alat mana yang digunakan untuk memecahkan masalah tersebut.

4. Menguji Model

Menguji model merupakan proses pengecekan apakah model tersebut telah mencerminkan dari apa yang diwakili. Model ini digunakan sebagai dasar pengujian validasi dengan membandingkan hasil masa lampau dengan hasil masa kini dan harus memberikan hasil yang sama.

5. Melaksanakan Keputusan

Langkah ini merupakan langkah menjalankan keputusan sesuai dengan apa yang telah dibuat pembuat keputusan. Langkah ini sangat penting karena pelaksanaan keputusan memberikan bahwa permasalahan dapat diselesaikan dengan baik dan juga memperbaiki kekurangan-kekurangan yang ada.

Pengertian Pelayanan

Pelayanan adalah segala bentuk jasa pelayanan, baik dalam bentuk barang publik maupun jasa publik, yang pada prinsipnya menjadi tanggung jawab dan dilaksanakan oleh instansi pemerintah, dan lingkungan Badan Usaha Milik Negara dalam rangka upaya pemenuhan kebutuhan masyarakat maupun dalam rangka melaksanakan ketentuan peraturan perundang-undangan, Ratminto & Atik Septi Winarsih (2016:5).

Menurut Ivancevich, Lorenzi, Skinner, dan Crosby (1997), pelayanan adalah produk-produk yang tidak kasat mata (tidak dapat diraba) yang melibatkan usaha-usaha manusia dan melibatkan peralatan.

Menurut Gronroos (1990), pelayanan adalah suatu aktivitas atau serangkaian yang bersifat tidak kasat mata (tidak dapat diraba) yang terjadi sebagai akibat adanya interaksi antara konsumen dengan karyawan atau hal-hal lain yang disediakan oleh perusahaan pemberi pelayanan yang dimaksudkan untuk memecahkan permasalahan konsumen / pelanggan.

Teori Antrian

Menurut Tjutju Tarlih Dimiyati-Ahmad Dimiyati, 2013:349, Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penungguan. Formasi baris-baris penungguan ini tentu saja merupakan suatu fenomena biasa yang terjadi apabila kebutuhan akan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan itu. Keputusan-keputusan yang berkenaan dengan jumlah kapasitas ini harus dapat ditentukan, walaupun sebenarnya tidak mungkin dapat dibuat suatu prediksi yang tepat mengenai kapan unit-unit yang membutuhkan pelayanan itu akan datang dan atau berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelenggarakan pelayanan itu.

Dalam hal ini, apabila pelayanan terlalu banyak, maka akan memerlukan ongkos yang besar; sebaliknya, jika fasilitas pelayanan kurang, maka akan terjadi baris penungguan dalam waktu yang cukup lama yang juga akan menimbulkan ongkos, baik berupa ongkos sosial, kehilangan langganan, ataupun pengangguran pekerja. Dengan demikian yang menjadi tujuan utama teori antrian ialah mencapai keseimbangan antara ongkos pelayanan dengan ongkos yang disebabkan oleh adanya waktu menunggu tersebut.

Teori antrian sendiri tidak langsung memecahkan persoalan ini. Walaupun begitu, teori ini menyumbangkan informasi penting yang diperlukan untuk membuat keputusan seperti itu dengan cara memprediksi beberapa karakteristik dari baris penungguan rata-rata.

Karakteristik Sistem Antrian

Dalam sistem antrian terdapat tiga komponen) yaitu: (a) karakteristik kedatangan atau masukan sistem; (b) karakteristik antrian; (c) karakteristik

pelayanan. Berikut ini adalah penjabaran dari ketiga karakteristik sistem antrian.

Karakteristik yang pertama adalah karakteristik kedatangan atau masukan sistem, yaitu sumber input yang mendatangkan pelanggan bagi sebuah sistem pelayanan memiliki karakteristik utama sebagai berikut:

a. Ukuran populasi

Merupakan sumber konsumen yang dilihat sebagai populasi tidak terbatas dan terbatas. Populasi tidak terbatas adalah jika jumlah kedatangan atau pelanggan pada sebuah waktu tertentu hanyalah sebagian kecil dari semua kedatangan yang potensial. Sedangkan populasi terbatas adalah sebuah antrian ketika hanya ada pengguna pelayanan yang potensial dengan jumlah terbatas.

b. 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.

c. Pola kedatangan

Mengambarkan bagaimana distribusi pelanggan memasuki sistem. Distribusi kedatangan terdiri dari: *Constant arrival distribution* dan *Arrival pattern random*. *Constant arrival distribution* adalah pelanggan yang datang setiap periode tertentu sedangkan *Arrival pattern random* adalah pelanggan yang datang secara acak.

Karakteristik yang kedua adalah karakteristik antrian, yaitu merupakan aturan antrian yang mengacu pada peraturan pelanggan yang ada dalam barisan untuk menerima pelayanan yang terdiri dari:

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

yaitu pelanggan yang pertama datang, pertama dilayani. Misalnya: sistem

antrian pada bioskop, supermarket, pintu tol, dll.

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

yaitu sistem antrian pelanggan yang datang terakhir, pertama dilayani. Misalnya: sistem antrian pada elevator lift untuk lantai yang sama.

c. *Service in Random Order* (SIRO)

yaitu panggilan berdasarkan pada peluang acak, tidak peduli siapa yang datang terlebih dahulu.

d. *Shortest Operation Times* (SOT)

yaitu sistem pelayanan yang membutuhkan waktu pelayanan tersingkat mendapat pelayanan pertama.

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

a. Desain sistem pelayanan

Pelayanan pada umumnya digolongkan menurut jumlah saluran yang ada dan jumlah tahapan.

1) Menurut jumlah saluran yang ada adalah sistem antrian jalur tunggal dan sistem antrian jalur berganda.

2) Menurut jumlah tahapan adalah sistem satu tahap dan sistem tahapan berganda.

b. Distribusi waktu pelayanan

Pola pelayanan serupa dengan pola kedatangan dimana pola ini bisa konstan ataupun acak. Jika waktu pelayanan konstan, maka waktu yang diperlukan untuk melayani setiap pelanggan sama. Sedangkan waktu pelayanan acak merupakan waktu untuk melayani setiap pelanggan adalah acak atau tidak sama.

Struktur Antrian

Ada empat model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian.

a. *Single Channel – Single Phase*

Single Channel 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. Contohnya adalah pada pembelian tiket bioskop yang dilayani oleh satu loket, seorang pelayan toko dan lain-lain.

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 karena masih ada pelayanan lain yang harus dilakukan agar sempurna. Setelah pelayanan yang diberikan sempurna baru dapat meninggalkan area pelayanan. Contoh: pencucian mobil otomatis.

c. *Multi Channel Single Phase*

Sistem *Multi Channel Single Phase* terjadi ketika dua atau lebih fasilitas dialiri oleh antrian tunggal. Sistem ini memiliki lebih dari satu jalur pelayanan atau fasilitas pelayanan sedangkan sistem pelayanannya hanya ada satu fase. Contoh: pelayanan di suatu bank yang dilayani oleh beberapa teller.

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. Contoh: pelayanan kepada pasien di rumah sakit, beberapa perawat akan mendatangi pasien secara teratur dan memberikan pelayanan dengan *continue*, mulai dari pendaftaran,

diagnose, penyembuhan sampai pada pembayaran.

Model Antrian

Beragam model antrian dapat digunakan di bidang Manajemen Operasi. Empat model yang paling sering digunakan oleh perusahaan dengan menyesuaikan situasi dan kondisi masing-masing. Dengan mengoptimalkan sistem pelayanan, dapat ditentukan waktu pelayanan, jumlah saluran antrian, dan jumlah pelayanan yang tepat dengan menggunakan model-model antrian. Empat model antrian tersebut adalah sebagai berikut :

a. *M/M/1 (Single Channel Query System* atau model antrian jalur tunggal)

Dalam situasi ini, kedatangan membentuk satu jalur tunggal untuk dilayani oleh stasiun tunggal. Rumus antrian untuk model A adalah:

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

λ = Jumlah kedatangan rata-rata per satuan waktu

μ = Jumlah rata-rata yang dilayani per satuan waktu pada setiap jalur

L_s = Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem

1) Jumlah waktu rata-rata yang dihabiskan dalam sistem (waktu menunggu ditambah waktu pelayanan)

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

2) Jumlah unit rata-rata yang menunggu dalam antrian

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu (\mu - \lambda)}$$

3) Waktu rata-rata antrian dalam sistem

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu (\mu - \lambda)}$$

- 4) Faktor utilisasi sistem (populasi fasilitas pelayanan sibuk)

$$P = \frac{\lambda}{\mu}$$

- 5) Probabilitas terdapat 0 unit dalam sistem (yaitu unit pelayanan kosong)

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

- 6) Probabilitas terdapat lebih dari sejumlah **k** unit dalam sistem, dimana **n** adalah jumlah unit dalam sistem.

$$P_{n>k} = \left[\frac{\lambda}{\mu} \right]^k + 1$$

- b. M/M/S (*Multiple Channel Query System* atau model antrian jalur berganda)

Sistem antrian terdapat dua atau lebih jalur atau stasiun pelayanan yang tersedia untuk menangani pelanggan yang akan datang. Asumsi bahwa pelanggan yang menunggu pelayanan membentuk satu jalur yang akan dilayani pada stasiun pelayanan yang tersedia pertama kali pada saat itu. Pola kedatangan mengikuti distribusi Poisson dan waktu pelayan mengikuti distribusi eksponensial negatif. Pelayanan dilakukan secara *first-come, first-served*, dan semua stasiun pelayanan yang sama. Rumus antriannya adalah sebagai berikut.

- 1) Probabilitas terdapat 0 orang dalam sistem (tidak adanya pelanggan dalam sistem).

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=1}^{M-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{M!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^M \frac{M\mu}{M\lambda - \mu}}$$

- 2) Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem

$$L_s = \frac{\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^M}{(M-1)! (M\mu - \lambda)^2} P_0 = \lambda + \frac{\lambda}{\mu}$$

- 3) Waktu rata-rata yang dihabiskan seorang pelanggan dalam antrian atau sedang dilayani (dalam sistem)

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

- 4) Jumlah orang atau unit rata-rata yang menunggu dalam antrian

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu}$$

- 5) Waktu rata-rata yang dihabiskan oleh seorang pelanggan atau unit untuk menunggu dalam antrian

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

Keterangan:

M = jumlah jalur yang terbuka.

λ = jumlah kedatangan rata-rata persatuan waktu.

μ = jumlah orang dilayani persatuan waktu pada setiap jalur.

n = jumlah pelanggan

P_0 = Probabilitas terdapat 0 orang dalam sistem

L_s = jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem

L_q = Jumlah unit rata-rata yang menunggu dalam antrian

- c. M/D/1 (*constant service* atau waktu pelayanan konstan)

Beberapa sistem memiliki waktu pelayanan yang tetap, dan bukan berdistribusi eksponensial seperti biasanya. Rumus antrian untuk model C adalah sebagai berikut.

- 1) Panjang antrian rata-rata

$$L_q = \frac{x^2}{2\mu(\mu - \lambda)}$$

- 2) Waktu menunggu dalam antrian rata-rata

$$W_q = \frac{\lambda}{2\mu(\mu - \lambda)}$$

- 3) Jumlah pelanggan dalam sistem rata-rata

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

- 4) Waktu tunggu rata-rata dalam sistem

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

d. (*limited population* atau populasi terbatas)

Model ini berbeda dengan ketiga model yang lain, karena saat ini terdapat hubungan *saling ketergantungan* antara panjang antrian dan tingkat kedatangan. Ketika terdapat sebuah populasi pelanggan potensial yang terbatas bagi sebuah fasilitas pelayanan, maka model antrian berbeda harus dipertimbangkan.

1) Faktor pelayanan

$$x = \frac{T}{T+U}$$

2) Jumlah antrian rata-rata

$$L = N(1 - F)$$

3) Waktu tunggu rata-rata

$$W = \frac{L(T+U)}{N-L} = \frac{T(1-F)}{XF}$$

4) Jumlah pelayanan rata-rata

$$J = NF(1 - X)$$

5) Jumlah dalam pelayanan rata-rata

$$H = FNX$$

6) Jumlah populasi

$$N = J + L + H$$

Notasi:

D : probabilitas sebuah unit harus menunggu didalam antrian.

F : faktor efisiensi

H : rata-rata jumlah unit yang sedang dilayani

J : rata-rata jumlah unit yang tidak berada dalam antrian

L : rata-rata jumlah unit yang menunggu untuk dilayani

M : jumlah jalur pelayanan

N : jumlah pelanggan potensial

T : waktu pelayanan rata-rata

U : waktu rata-rata antara unit yang membutuhkan pelayanan

W : waktu rata-rata sebuah unit menunggu dalam antrian

X : faktor pelayanan.

3. METODE PENELITIAN

Untuk menyelesaikan permasalahan dalam Penelitian ini melalui beberapa tahapan, di antaranya :

a. Metode pemecahan masalah

Metode pemecahan masalah merupakan cara yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan penelitian. Dalam menentukan metode pemecahan masalah yang tepat, terlebih dahulu dilakukan studi pustaka dan studi lapangan.

1) Studi pustaka merupakan kegiatan mempelajari, meneliti, serta mengkaji literatur-literatur yang berkaitan dengan permasalahan.

2) Studi lapangan merupakan kegiatan meneliti informasi, data, dan keadaan dari perusahaan yang berkaitan dengan permasalahan.

b. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan data dan informasi yang berkaitan dengan masalah antrian, diantaranya: waktu kedatangan, waktu menunggu, waktu pelayanan dan jumlah kedatangan.

c. Pengolahan Data

Penyelesaian persoalan antrian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Melakukan Uji kecukupan data.

2) Melakukan Uji Keseragaman data.

3) Menghitung probabilitas pelanggan dalam sistem.

4) Menghitung jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem.

5) Menghitung waktu rata-rata dalam sistem.

6) Menghitung Jumlah orang/unit rata-rata yang menunggu dalam antrian.

7) Menghitung jumlah tenaga kerja

d. Analisa Hasil Penelitian

Menganalisis hasil dari penelitian yaitu melakukan analisis dari hasil pembahasan tentang ketepatan menerapkan model antrian yang akan digunakan, keakurasian data dan kelayakan untuk meneruskan bisnis tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Parameter Antrian

Model antrian yang digunakan dinotasikan sebagai *Multiple channel single phase*, model ini mengasumsikan bahwa kedatangan terjadi dengan parameter λ , dan bahwa waktu pelayanan untuk masing-masing unit dengan rata-rata $\frac{1}{\mu}$.

Diketahui jumlah kedatangan pelanggan rata-rata adalah seluruh kedatangan konsumen dalam selang waktu tertentu yang dibagi dengan banyaknya konsumen atau x dibagi dengan subgroup.

Rata-rata kedatangan:

$$\lambda = \frac{\sum x}{n}$$

Dimana:

λ : Tingkat kedatangan rata-rata pelayanan

$\sum x$: Jumlah rata-rata kedatangan pelanggan

N : Jumlah subgroup

Rata-rata pelayanan:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\sum x}{n}$$

Dimana:

$\frac{1}{\mu}$: Waktu pelayanan rata-rata

$\sum x$: Jumlah waktu pelayanan rata-rata

N : Jumlah subgroup

Probabilitas tidak adanya pelanggan dalam sistem:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!} + \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^s}{s!} + \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^s}{s!(1 - (\frac{\lambda}{\mu}))}}$$

Dimana:

P_0 : Probabilitas sistem sedang kosong

λ : Rata-rata tingkat kedatangan

μ : Rata-rata tingkat pelayanan

s : Jumlah fasilitas pelayanan

Ekspektasi panjang antrian tidak termasuk yang sedang dilayani

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

Ekspektasi panjang antrian termasuk yang sedang dilayani

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

Ekspektasi waktu menunggu dalam sistem (termasuk waktu pelayanan)

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

Ekspektasi menunggu dalam antrian (tidak termasuk waktu antrian)

$$W_q = W + \left(\frac{1}{\mu}\right)$$

Hasil perhitungan lengkap parameter antrian dapat dilihat dalam tabel 1 berikut:

Tabel 1. Parameter Antrian

Saluran	Po	Lq	Ls	W	Wq
3	1,806	6,866	14,306	16,19	33,73
4	0,643	5,835	13,568	15,56	32,98
5	0,585	3,234	10,324	12,27	31,46
6	0,275	2,547	9,983	11,53	29,69

Biaya Fasilitas Pelayanan

a. Biaya Tenaga Kerja

- 1) Gaji karyawan bagian operator Rp. 950.000
- 2) Jam kerja per bulan 30 hari
- 3) Satu hari kerja efektif jam 07.00-17.00
- 4) Jam kerja rata-rata per bulan 30 x 10 = 300

Dapat disimpulkan biaya tenaga kerja per jamnya adalah:

$$\frac{950.000}{300} = \text{Rp. } 3.166,-$$

b. Biaya Fasilitas Pelayanan

1) Biaya pengadaan alat

a) 1 set komponen mesin (pompa, selang nozle, flow AC, dll):

Rp. 25.000.000

b) Pulau pompa: Rp. 9.500.000

c) Tangki pemadam: Rp. 330.000

c. Biaya pemeliharaan per bulan Rp. 250.000

Maka biaya untuk pengadaan fasilitas adalah Rp. 35.080.000. Adapun biaya fasilitas pelayanan per jamnya yaitu total biaya fasilitas pelayanan per bulan dibagi waktu kerja per bulan yaitu:

$$\frac{35.080.000}{300} = \text{Rp. } 166.933$$

Dapat disimpulkan biaya total fasilitas pelayanan per jamnya adalah:

$$3.166 + 166.933 = \text{Rp. } 170.099$$

Biaya Pelanggan Menunggu per Unit Waktu

Diketahui dari tabel 4.5 bahwa total biaya pelanggan menunggu adalah Rp. 37.150.000. Adapun biaya menunggu pelanggan per jamnya yaitu total biaya pelanggan menunggu dibagi total waktu jam kerja per bulan :

$$\begin{aligned} C_2 &= \frac{37.150.000}{30} \\ &= \frac{1.238.333}{300} \\ &= \text{Rp. } 4.127,778/\text{jam} \end{aligned}$$

Menentukan Jumlah Tenaga Kerja yang Optimum

Untuk menentukan jumlah fasilitas pelayanan yang optimum agar dapat meningkatkan pelayanan terhadap konsumen maka dilakukakn perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= Ls(s) - Ls(s+1) \leq C_1/C_2 \leq Ls(s) - Ls(s-1) \\ &= 13,568 - 10,324 \leq \frac{35.080.000}{4.127,778} \leq 14,306 - 13,568 \end{aligned}$$

Hasil dari keseluruhan perhitungan tenaga kerja yang optimal, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Jumlah Tenaga Kerja Optimal

SALURAN	$Ls(s) - Ls(s+1) \leq C_1/C_2 \leq Ls(s) - Ls(s-1)$	KET.
3	$13,568 \leq 0,849 \leq \infty$	Tidak Optimal
4	$3,244 \leq 0,849 \leq 13,568$	Tidak Optimal
5	$0,341 \leq 0,849 \leq 3,244$	Optimal
6	$\infty \leq 0,849 \leq 0,341$	Tidak Optimal

Dari hasil perhitungan pada tabel diatas, terlihat bahwa penggunaan tenaga kerja yang optimal adalah sebanyak 5 orang.

Penentuan Tingkat Pelayanan Optimal Dengan Analisa Pendekatan Biaya Total Minimum

Penentuan alternatif penggunaan fasilitas pelayanan yang akan memberikan total biaya terkecil didasarkan pada kondisi optimum fasilitas pelayanan. Untu menentukan alternatif jumlah fasilitas pelayanan yang optimal maka dilakukan suatu pilihan dengan mengetahui total biaya

terkecil dan masing-masing alternatif, perhitungannya sebagai berikut :

$$Tc = C_1 \cdot s + C_2 \cdot Ls$$

Diketahui:

$$C_1 = 3508$$

$$C_2 = 4.127,778$$

$$Ls = 10,324$$

$$Tc_{(1)} = 3508 \times 5 + 4.127,778 \times 10,324 \\ = 42.632,72$$

Perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Penentuan Biaya Total

S	SC ₁	LS	Ls(s). C ₂	TC
3	10524	14,306	59051,99	42.625,70
4	14032	13,568	56005,69	42.629,21
5	17540	10,324	42615,18	42.632,72
6	21048	9,983	41207,60	42.636,22

Dari tabel tersebut terlihat bahwa semakin banyak jumlah pelayanan (jumlah tenaga kerja) maka akan semakin besar biaya fasilitas yang dibutuhkan, sedangkan biaya menunggu terlihat semakin kecil.

Hasil pengolahan data didapat bahwa kondisi pelayanan pada SPBU PD. ALADDIN 4 Banjarsari dengan fasilitas pelayanan selama ini adalah sebagai berikut:

- Ekspektasi panjang antrian termasuk yang sedang dilayani (L) adalah 15 kendaraan
- Ekspektasi panjang antrian tidak termasuk yang sedang dilayani (Lq) adalah 7 kendaraan
- Ekspektasi menunggu dalam sistem (termasuk waktu pelayanan) (Wq) 33,733 detik
- Ekspektasi menunggu dalam antrian (tidak termasuk waktu pelayanan) (W) 16,190 detik

Dari hasil pengolahan data tersebut didapat bahwa kondisi pelayanan yang optimal pada SPBU PD ALADDIN 4 Banjarsari adalah dengan 5 fasilitas pelayanan sebagai berikut :

- Ekspektasi panjang antrian termasuk yang sedang dilayani (L) adalah 11 kendaraan
- Ekspektasi panjang antrian tidak termasuk yang sedang dilayani (Lq) adalah 4 kendaraan
- Ekspektasi menunggu dalam sistem (termasuk waktu pelayanan) (Wq) 31,468 detik
- Ekspektasi menunggu dalam antrian (tidak termasuk waktu pelayanan) (W) 12,272 detik

Dapat disimpulkan bahwa fasilitas pelayanan yang optimal adalah dengan 5 fasilitas pelayanan, melihat dari hasil perhitungan ekspektasi panjang antrian termasuk yang sedang dilayani yang tadinya 15 kendaraan didalam sistem, setelah fasilitas pelayanan ditambah menjadi 5 fasilitas, menjadi 11 kendaraan didalam sistem. Sedangkan ekspektasi panjang antrian tidak termasuk yang sedang dilayani yang tadinya 7 kendaraan yang antri menjadi 4 kendaraan yang antri. Ekspektasi waktu menunggu dalam sistem (termasuk waktu pelayanan) yang tadinya 33,733 detik menjadi 31,468 detik. Sedangkan ekspektasi menunggu dalam antrian (tidak termasuk waktu antrian) yang tadinya 16,190 detik menjadi 12,272 detik. Dan melihat dari total biaya efisiensi bahwa penggunaan fasilitas pelayanan 3 fasilitas mengeluarkan total biaya efisiensi Rp.42.625,70 sedangkan untuk 5 fasilitas pelayanan mengeluarkan biaya total efisiensi Rp.42.632,72

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil analisa yang telah dilakukan dengan menerapkan teori antrian pada SPBU PD.

ALADDIN 4 Banjarsari adalah sebagai berikut:

- a. Pelayanan yang diberikan SPBU PD. ALADDIN 4 Banjarsari selama ini dengan 3 jalur fasilitas adalah sebagai berikut:
 - 1) Ekspektasi panjang antrian termasuk yang sedang dilayani (L) adalah 15 kendaraan
 - 2) Ekspektasi panjang antrian tidak termasuk yang sedang dilayani (Lq) adalah 7 kendaraan
 - 3) Ekspektasi menunggu dalam sistem (termasuk waktu pelayanan) (Wq) 33,733 detik.
 - 4) Ekspektasi menunggu dalam antrian (tidak termasuk waktu pelayanan) (W) 16,190 detik
- b. Hasil dari optimalisasi jumlah fasilitas pelayanan dengan menggunakan metode antrian *Multiple Channel Single Phase* pada perusahaan SSPBU PD. ALADDIN 4 Banjarsari adalah sebagai berikut :
 - 1) Ekspektasi panjang antrian termasuk yang sedang dilayani (L) adalah 11 kendaraan
 - 2) Ekspektasi panjang antrian tidak termasuk yang sedang dilayani (Lq) adalah 4 kendaraan
 - 3) Ekspektasi menunggu dalam sistem (termasuk waktu pelayanan) (Wq) 31,468 detik
 - 4) Ekspektasi menunggu dalam antrian (tidak termasuk waktu pelayanan) (W) 12,272 detik

Waktu pelayanan yang optimum adalah 31,468 detik, dengan total biaya efisiensi didapat Rp.42.632,72.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. R. Nugraha, "Optimasi Pelayanan Pada Perusahaan Rizky Aladdin Steam", *Skripsi*, Fakultas Teknik Universitas Galuh, 2016.
- [1] Lajor, Ginting, Petrus, Raharjo, "Analisis Sistem Antrian dan Optimalisasi Layanan Teler (Studi Kasus pada Bank X di Kota Semarang)", *Jurnal Studi Manajemen dan Organisasi*, Vol.11, hal 58-66, UNDIP Semarang, 2014.
- [2] Mayangsari, Yashita, H. P. Estik, "Sistem Antrian Teller Bank Mandiri Sebagai Upaya Meningkatkan Efisiensi Kecepatan Transaksi", *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, Vol. 01, hal. 49-60, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, 2016.
- [3] N. S. Sari, "Analisis Teori Antrian Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Gajah Mada Jember", *Skripsi*, Fakultas Ekonomi Universitas Jember, 2013.
- [4] P. Rahmawaty, "Pengertian Riset Operasi" *Modul riset operasi (operation research)*, 2013.
- [5] Ratminto, dan A. S. Winarsih, "Manajemen pelayanan", Pustaka Pelajar Yogyakarta, 2016.
- [6] Sugiyono, "Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D", Alfabeta, Bandung, 2017.
- [7] T. T. Dimyati, dan A. Dimyati, "Operations Research Model-model pengambilan keputusan", Sinar Baru Algesindo, Bandung, 2013.